



UNIVERSIDADE FEDERAL DE
CAMPINA GRANDE

CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS

UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA CIVIL

Supervisor: Prof. Dr. João B. Queiroz de Carvalho

Aluno: Fabrício Ribeiro Moreira

Matricula: 20411194

Relatório de Estágio

Supervisionado

Julho de 2009



Biblioteca Setorial do CDSA. Julho de 2021.

Sumé - PB

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter paz, saúde, vontade e sabedoria para superar mais uma etapa na minha vida. Aos meus Pais e irmãos pela força e encorajamento, aos meus colegas de faculdade por ter contribuído em minha formação, ao professor José Afonso G. de Macêdo por ter me mostrado o que é ser Engenheiro Civil, e ao professor João B. Queiroz de Carvalho pelos seus conhecimentos a qual me orienta na elaboração deste relatório.

Agradeço a futura engenheira e parceira de todas as horas Karine Pereira dos Santos por seu companheirismo e dedicação em minha vida profissional e pessoal.

Por fim, agradeço aos meus professores, funcionários e a todos que de forma direta ou indireta participaram na minha vida me dando subsídios para o enriquecimento da minha formação profissional, e não menos importante, a todos meus amigos pelos momentos de descontração.

APRESENTAÇÃO

Este relatório apresenta a situação do gerenciamento dos resíduos sólidos no Brasil de acordo com pesquisas bibliográficas realizadas pelo Laboratório de Engenharia de Pavimentos da Universidade Federal de Campina Grande. De forma não menos abrangente, a situação do estado da Paraíba com ênfase nas cidades de Campina Grande e João Pessoa, no que diz respeito a geração e gerenciamento dos resíduos sólidos.

Por fim, são apresentados os principais aspectos da pesquisa concernente ao uso de Resíduos da Construção e Demolição para fins de Pavimentação, empregando propriedades de engenharia, expondo de forma detalhada os resultados de caracterização e análise mecânica dos resíduos de Concreto e de Cerâmica.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	VI
LISTA DE SIMBOLOS E ABREVIATURAS.....	IX
LISTA DE TABELAS	XI
INTRODUÇÃO.....	XII
CAPITULO I.....	14
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
1.0 - Resíduo Sólido	14
1.2 Resíduos Sólidos Urbanos	15
1.3 Destinações do Lixo.....	16
1.4 - Os 3 Rs Para Controle Do Lixo.....	21
1.5 - Legislação Vigente	23
1.5.1 - Legislação Federal	23
1.5.2 - Resoluções	25
1.5.3 - Normas técnicas da ABNT	27
1.5.4 - Legislação Estadual	30
1.5.5 - Legislação Municipal.....	30
1.6 - Gestão Diferenciada	31
1.7 - Diagnósticos Sobre a situação dos Resíduos Sólidos no Brasil	32
1.7.1 - Pesquisa Nacional de Saneamento básico	32
1.7.1.1 - Breve histórico.	33
1.7.1.2 – A limpeza Urbana e Coleta de Lixo	33
1.7.1.3 – A produção per capita Resíduos Sólidos.....	36

1.7.2 - Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios.....	38
1.7.2.1 - Breve histórico.....	38
1.7.2.2 – Dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios.....	39
1.7.3 ABRELPE.....	42
1.7.3.1 – A realização da coleta de dados da ABRELPE.....	43
1.7.3.2 - Dados sobre os Resíduos Sólidos Urbanos. (ABRELPE).....	43
1.7.3.2.1 - Panorama dos Resíduos Sólidos 2003.....	44
1.7.3.2.2 - Panorama dos Resíduos Sólidos 2004.....	44
1.7.3.2.3 - Panorama dos Resíduos Sólidos 2005.....	45
1.7.3.2.4 - Panorama dos Resíduos Sólidos 2006.....	46
1.7.3.2.5 - Panorama dos Resíduos Sólidos 2007.....	48
1.7.4 - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento.....	50
1.7.4.1 - Diagnóstico 2002.....	50
1.7.4.1.1 - Características do Diagnóstico De 2002.....	50
1.7.4.1.2 - Composição Da Amostra.....	51
1.7.4.2 - Diagnóstico 2005.....	51
1.7.4.2.1 - Características do diagnóstico 2005.....	51
1.7.4.2.2 - Composição da Amostra.....	52
1.7.4.2.3 - Coleta e Tratamento das Informações Obtidas.....	52
1.7.4.2.4 - Apresentação dos Dados.....	52
1.7.4.3 - Visão Geral do Manejo de Resíduos Sólidos no Brasil.....	53
1.7.4.4 - Análises e Comentários.....	53
CAPÍTULO II.....	54
CARACTERIZAÇÃO E GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO ESTADO DA PARAÍBA E NA CIDADE DE CAMPINA GRANDE.....	54
2.0 – O ESTADO.....	54
2.1 - Situação da gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos na cidade de Campina Grande.....	56

2.1.1 - A coleta de dados	56
2.1.2 - Dados Obtidos.....	58
2.1.2.1 - Locais de deposição final dos Resíduos	58
2.1.2.2 - Equipamentos Utilizados na Coleta.....	59
2.1.2.3 - Quantidade de Resíduos Gerada.....	60
2.3 - Materiais Recicláveis em Campina Grande	65
2.3 - Análise e discussão dos resultados obtidos da pesquisa realizada em Campina Grande ..	66
CAPÍTULO III	67
USO DE RCD PARA PAVIMENTAÇÃO E METODOLOGIA EMPREGADA	67
3.1 – Breve histórico	67
3.2 - Pesquisa da UFCG sobre viabilidade do uso de RCD's em camadas de pavimentos.....	68
3.2.1 – Ensaio de Compactação.....	68
3.2.2 - Granulometria	70
3.2.3 - Abrasão Los Angeles	74
3.2.4 - Absorção e massa específica dos agregados graúdos	75
3.2.5 - Ensaio Triaxial Dinâmico-Módulo de Resiliência.....	76
CAPÍTULO IV	78
RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	78
CONCLUSÕES.....	83

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Vazadouro / lixão.....	18
Figura 02: Aterro Sanitário.....	19
Figura 03: Esquema de compostagem.....	21
Figura 04: Municípios com serviço de saneamento no Brasil 1989/2000.....	35
Figura 05: Destinação final do lixo coletado no País segundo dados da PNSB 2000.....	36
Figura 06: Destinação final dos Resíduos Sólidos por Municípios.....	37
Figura 07: Produção per capita de lixo domiciliar em kg/dia, por existência de balança, segundo os estratos populacionais dos municípios – 2000.....	38
Figura 08: Evolução dos percentuais da destinação do RSU gerado nos domicílios do Brasil....	40
Figura 09: Evolução dos percentuais da destinação do RSU gerado nos domicílios na Região Norte.....	40
Figura 10: Evolução dos percentuais da destinação do RSU gerado nos domicílios na Região Nordeste.....	41
Figura 11: Evolução dos percentuais da destinação do RSU gerado nos domicílios na Região Sul.....	41
Figura 12: Evolução dos percentuais da destinação do RSU gerado nos domicílios na Região Sudeste.	42
Figura 13: Evolução dos percentuais da destinação do RSU gerado nos domicílios na Região Centro-Oeste.	42
Figura 14: Participação relativa de cada região na geração de RSU no ano de 2004.....	45
Figura 15: A destinação final dos RSU no ano de 2006.....	48
Figura 16: Composição Gravimétrica do RSU segundo dados da ABRELPE – 2006.....	48
Figura 17: Quantidade de RCD coletado no Brasil segundo as grandes regiões do país.....	49
Figura 18: Estado da Paraíba.....	55
Figura 19: Cidade de Campina Grande.....	56
Figura 20: Localização do vazadouro de Campina Grande.....	58
Figura 21: Lixão de Campina Grande.....	59
Figura 22: Distribuição Proporcional do tipo de lixo coletado.....	61
Figura 23: Quantidade mensal da coleta domiciliar em Campina Grande no ano de 2007.....	61

Figura 24: Comparativo da massa coletada per capita de algumas cidades em relação a cidade de Campina Grande.....	62
Figura 25: Comparativo do PIB de algumas cidades em relação a cidade de Campina Grande..	62
Figura 26: Comparativo entre Massa coletada e PIB (per capita).....	63
Figura 27: Quantidade de entulho/lixo de ponto/capina gerada mensalmente em Campina Grande.....	63
Figura 28: Deposição Final dos RSS em Campina Grande.....	64
Figura 29: Incinerador da Empresa Líder, em Campina Grande.....	65
Figura 30: Curva de Compactação Concreto Faixa A.....	69
Figura 31: Curva Granulométrica da Cerâmica Faixa A.....	70
Figura 32: Porcentagem retida não acumulada da Cerâmica Faixa A.....	71
Figura 33: Porcentagem retida não acumulada da Cerâmica Faixa B.....	71
Figura 34: Porcentagem retida não acumulada Cerâmica Faixa C.....	72
Figura 35: Porcentagem retida não acumulada do Concreto Faixa A.....	72
Figura 36: Porcentagem retida não acumulada do concreto faixa B.....	73
Figura 37: Porcentagem retida não acumulada do concreto faixa C.....	73
Figura 38: Estrutura de Pavimento BR232 – PE.....	82

LISTA DE SIMBOLOS E ABREVIATURAS

- γ_s – Peso específico aparente seco
- ABETRE - Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
- ANVS/RDC – Agência Nacional de Vigilância Sanitária
- ANVS - Agência Nacional de Vigilância Sanitária
- ASTM – American Society for Testing and Materials
- CB – Comitê Brasileiro
- CEF - Caixa Econômica Federal
- CEMPRES – Compromisso Empresarial para a Reciclagem
- CG – Campina Grande
- CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente
- CONTRAMARE - Cooperativa dos Trabalhadores de Materiais Recicláveis
- COPAM - Conselho de Proteção Ambiental
- DNER – Departamento Nacional de Estradas e Rodagem
- DNER ES – Especificação de Serviço do DNER
- DNER ME – Método de Ensaio do DNER
- DNIT – Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes
- EIA – Estudo de Impacto Ambiental
- ENDEF - Estudo Nacional da Despesa Familiar
- FGV - Fundação Getúlio Vargas
- FINBRA - Finanças Brasil
- FUNASA - Fundação Nacional de Saúde
- $h_{ót}$ – umidade ótima
- IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- IPT- Instituto de Pesquisas Tecnológicas
- ISWA - International Solid Waste Association
- LCA – Lei de Crimes Ambientais
- MDL - Mecanismos de Desenvolvimento Limpo

- MEA – massa específica aparente
- MER – massa específica real
- ml - mililitro
- MMA – Ministério do Meio Ambiente
- NA - Norma Administrativa
- NBR – Normas Brasileiras
- OPAS - Organização Panamericana de Saúde
- PET - Politereftalato de etila
- PIB – Produto Interno Bruto
- PMSP – Prefeitura Municipal de São Paulo
- PNAD - Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios
- PNMA – Programa Nacional de Meio Ambiente
- PNSA – Programa Nacional de Saneamento Ambiental
- PNSB - Pesquisa Nacional de Saneamento Básico
- RCD's - Resíduo de Construção e Demolição
- RDO - Resíduos Domiciliares
- REBRAMAR - Rede Brasileira de Manejo Ambiental de Resíduos
- RIMA – Relatório de Impacto Ambiental
- rpm – rotações por minuto
- RPU - Resíduos Público
- RSI - Resíduos Sólidos Industriais
- RSS - Resíduo dos Serviços de saúde
- RSU - Resíduos Sólidos Urbanos
- SEDU - Secretaria de Estado do desenvolvimento Urbano
- SEDU/PR - Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República
- SELAP - Sistema Estadual de Licenciamento de Atividades Poluidoras
- SIDRA - Sistema IBGE de Recuperação Automática
- SISNAMA - Sistema Nacional do Meio Ambiente
- SNIS- Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
- SOSUR - Secretaria de Obras e Serviços Urbanos
- SUDEMA - Superintendência de Administração do Meio Ambiente
- UEPB – Universidade Estadual da Paraíba
- UFCG– Universidade Federal de Campina Grande
- UNICEF - United Nations Children's Fund

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Classificação dos resíduos sólidos quanto à peculiaridade.....	15
Tabela 02: Tipos de veículos Utilizados na coleta de resíduos em Campina Grande.....	59
Tabela 03: Quantidade de Resíduos Coletada Mensalmente em de Campina Grande.....	60
Tabela 04: Preços dos recicláveis em Campina Grande.....	65
Tabela 05: Massa Especifica Seca Máxima e Umidade Ótima das amostras.....	69
Tabela 06: Abrasão Los Angeles dos Resíduos da Construção e Demolição.....	74
Tabela 07: Abrasão Los Angeles.....	74
Tabela 08: Absorção e da Massa Especifica de Agregado graúdo.....	75
Tabela 09: Teores de absorção de água encontrados em algumas pesquisas.....	75
Tabela 10: Parâmetros da equação do Módulo de Resiliência.....	76
Tabela 11: Propriedades físicas dos agregados.....	80
Tabela 12: Compactação e CBR.....	80
Tabela 13: Módulos de Resiliência (MR).....	80
Tabela 14: Parâmetros para análise mecanística.....	82

INTRODUÇÃO

Durante séculos os resíduos sólidos foram lançados na natureza sem a preocupação de causar tão graves problemas sociais, econômicos, políticos e climáticos, hoje facilmente perceptíveis em todas as regiões do planeta. Tais problemas agravam-se ainda mais pela ausência de uma política enérgica de gestão de resíduos.

Nas últimas décadas, vários estudos têm sido realizados buscando alternativas e meios viáveis para o aproveitamento dos resíduos sólidos com o intuito de reduzir os impactos ambientais causados. No Brasil, são várias as entidades engajadas em estudos que busquem formas de diagnosticar, reduzir, reutilizar e reciclar os resíduos sólidos.

Nesse contexto, o presente trabalho busca apresentar dentre outros itens os aspectos relacionados à gestão de Resíduos Sólidos no Brasil, através de uma intensa pesquisa a diagnósticos, teses e artigos entre outras publicações. Dentre as fontes utilizadas, destacam-se as pesquisas realizadas ao Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (SINS), ao IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), aos dados obtidos através da PNSB (Pesquisa Nacional do Saneamento Básico), do CENSO DEMOGRÁFICO, da PNAD (Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio) e da ABRELPE (Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais).

Destacam-se também neste trabalho as feições da política de gerenciamento de resíduos sólidos da construção e demolição (RCDs) no estado da Paraíba com ênfase nas cidades de Campina Grande e João Pessoa, onde é verificada a viabilidade técnica do aproveitamento de RCDs para pavimentação empregando propriedades de engenharia obtidas em laboratório e análise mecanística.

OBJETIVOS GERAIS

O objetivo geral deste trabalho verifica-se a real situação do Brasil e, especificamente no estado da Paraíba enfatizando Campina Grande no que diz respeito à geração e a gestão dos resíduos sólidos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos desta pesquisa são:

1. Diagnosticar a situação do Brasil no que diz respeito à gestão dos resíduos sólidos;
2. Diagnosticar a quantidade de resíduo gerado na cidade de Campina Grande, bem como a sua disposição final;
3. Quantificar e qualificar os resíduos sólidos urbanos produzidos em Campina Grande;
4. Verificar a viabilidade da utilização dos Resíduos de Concreto e de Cerâmica como materiais de Base e Sub-base de Pavimentos, através da pesquisa e técnicas de engenharia realizadas pelo laboratório de Engenharia de Pavimentos (LEP) da UFCG.

CAPITULO I

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.0 - Resíduo Sólido

1.1 – Definição e classificação

Resíduo ou lixo. é qualquer material considerado inútil, supérfluo, e/ou sem valor. gerado pela atividade humana, e a qual precisa ser eliminada. É qualquer material cujo proprietário elimina, deseja eliminar, ou necessita eliminar.

O conceito de lixo pode ser considerado uma concepção humana, porque em processos naturais não há lixo, apenas produtos inertes. Muito do lixo pode ser reutilizado, através da reciclagem, desde que adequadamente tratado, gerando fonte de renda e empregos, além de contribuir contra a poluição ambiental. Outros resíduos, por outro lado, não podem ser reutilizados de nenhuma forma, como lixo hospitalar ou nuclear, por exemplo.

O lixo pode ser classificado de acordo com vários critérios, dentre os quais podem-se destacar:

Quanto a Origem (fase geradora):

Domiciliar (residências), comercial, público (varrição das vias públicas, limpeza de praias, restos de podas de plantas, limpeza de feiras livres, etc.), industrial, hospitalar, agrícolas, portos, aeroportos, terminais rodoviários ou ferroviários e entulhos (construção civil).

Quanto a sua composição química:

Orgânico (ou biodegradável) – restos de alimentos, cascas de frutas, de legumes e de ovos, podas de jardim, excremento de animais, entre outros.

Inorgânicos – recicláveis e não recicláveis

Segundo a NBR 10004 da ABNT, resíduos sólidos são todos os resíduos nos estados sólidos e semi-sólido, resultantes das atividades das comunidades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola e de serviços de varrição. Consideram-se ainda resíduos sólidos os lodos originados de sistemas de tratamento de

água e de esgotos, os gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento em rede pública de esgotos ou corpos d'água. Pode-se considerar que os resíduos sólidos são constituídos basicamente de:

a) Materiais facilmente degradáveis: restos de comida, sobras de cozinha, folhas, casim, cascas de frutas, animais mortos e excrementos;

b) Materiais moderadamente degradáveis: papel, papelão e outros produtos celulósicos;

c) Materiais dificilmente degradáveis: trapo, couro, pano, madeira, borracha, osso, plástico;

d) Materiais não degradáveis: metal não ferroso, vidro, pedras, cinzas, terra, areia, cerâmica.

A tabela 01 apresenta as diferentes classes dos resíduos de acordo com as suas peculiaridades e mostra as características dos resíduos, que podem ser perigosos, inertes e não-inertes

Tabela 01: Classificação dos resíduos sólidos quanto à peculiaridade.

Categoria	Característica
Classe I (Perigosos)	Apresenta risco a saúde pública ou ao meio ambiente, caracterizando-se por possuir uma ou mais das seguintes propriedades: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade
Classe II A (Não Inertes)	Podem ter propriedades como: condutibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade, porém, não se enquadram como resíduo classe I ou IIB.
Classe IIB (Inertes)	Não tem constituinte algum solubilizado em concentração superior ao padrão de potabilidade de águas.

Fonte: ABNT (2004)

1.2 Resíduos Sólidos Urbanos

Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) é o nome que recebe uma classe de resíduos que são produzidos pelos utilizadores finais ou quase-finais dos bens de consumo. Apesar do nome "urbano", esses resíduos não são hoje em dia praticamente um exclusivo das populações "urbanas", haja vista os padrões de consumo das populações rurais tenderem a urbanizar-se. No passado, o lixo doméstico (um nome menos técnico

para resíduos sólidos urbanos) praticamente não constituía problema. A quase totalidade dos objetos utilizados, recorria a materiais de origem animal ou vegetal, que, uma vez regressados a terra, se decompunham naturalmente nos seus constituintes elementares, integrando o novo ciclo de vida. A densidade populacional era em geral suficientemente pequena, de maneira que a acumulação desses resíduos se acontecesse, não provocava conseqüências graves. Pode-se afirmar que a origem e as características dos RSU estão condicionadas a uma série de fatores, desde as condições climáticas da região, que influenciam diretamente a qualidade e a quantidade dos resíduos sólidos, até à densidade populacional e suas condições sociais e econômicas. O poder aquisitivo da população, por exemplo, pode ser um dos fatores que influencia a composição gravimétrica dos RSU, bem como sua produção per capita (LEITE, Valderi).

1.3 Destinações do Lixo

- Resíduo Descartado Sem Tratamento:

Caso o lixo não tenha um tratamento adequado, ele acarretará sérios danos ao meio ambiente:

1º - Poluição do Solo: alterando suas características físico-químicas, representará uma séria ameaça à saúde pública tornando-se ambiente propício ao desenvolvimento de transmissores de doenças, além do visual degradante associado aos montes de lixo.

2º - Poluição da Água: alterando as características do ambiente aquático, através da percolação do líquido gerado pela decomposição da matéria orgânica presente no lixo, associado com as águas pluviais e nascentes existentes nos locais de descarga dos resíduos.

3º - Poluição do Ar: provocando formação de gases naturais na massa de lixo, pela decomposição dos resíduos com e sem a presença de oxigênio no meio, originando riscos de migração de gás, explosões e até de doenças respiratórias, se em contato direto com os mesmos.

- Resíduo descartado com tratamento:

A destinação final e o tratamento do lixo podem ser realizados através dos seguintes métodos:

a) Processo anaeróbio:

- b) Aterros sanitários (disposição no solo de resíduos domiciliares);
- c) Reciclagem energética (incineração ou queima de resíduos perigosos, com reaproveitamento e transformação da energia gerada);
- d) Reciclagem orgânica (compostagem da matéria orgânica);
- e) Reciclagem industrial (reaproveitamento e transformação dos materiais recicláveis);
- f) Esterilização a vapor e desinfecção por microondas (tratamento dos resíduos patogênicos, sépticos, hospitalares).

Os programas educativos ou processos industriais que tenham como objetivo a redução da quantidade de lixo produzido, também podem ser considerados como formas de tratamento.

Processo Anaeróbio

A digestão anaeróbia é o mais popular método usado para bioestabilizar lodo primário originado do tratamento de esgoto, convertendo sólidos voláteis para biogás e produtos finais (Neething & Chung, 1990).

O processo de digestão anaeróbia é influenciado por diversos fatores, podendo ser destacados a temperatura, a carga orgânica aplicada, a presença de materiais de natureza tóxica, etc. Em temperaturas altas, as reações biológicas ocorrem com maior velocidade, resultando possivelmente em uma maior eficiência do processo. No geral, o processo anaeróbio poderá ser desenvolvido em temperaturas a nível mesófilo (30° a 45° C), ou a nível termófilo (45° a 600° C). Quanto à carga orgânica, já foram testadas diferentes cargas para diferentes tipos de reatores e substratos. Em comparação com outros tipos de tratamentos, o processo anaeróbio responde satisfatoriamente bem às flutuações de carga, principalmente quando os reatores já se encontram operando em estado de equilíbrio dinâmico.

No tocante à utilização do processo anaeróbio para tratamento de resíduos sólidos, foram intensificados estudos desde a década de 60, objetivando o desenvolvimento de tecnologias para recuperação de energia e a redução da massa de resíduos sólidos orgânicos (Peres et al., 1991). Na década de 70 ocorreu um significativo impulso dos sistemas de tratamento anaeróbio de resíduos, principalmente de resíduos líquidos, haja vista, a realização de trabalhos que

passaram a demonstrar um melhor entendimento do processo, principalmente, nos seus aspectos biológicos (Florêncio & Kato, 1999).

Segundo Vazoller (1999) o sistema mais usual de disposição e/ou tratamento de resíduos sólidos urbanos é o aterro sanitário. Diversas outras configurações de reatores precisam ser investigadas, levando-se em consideração a relação custo/benefício que possa se adequar às realidades regionais e locais.

Lixão

O Lixão representa o que há de mais primitivo em termos de disposição final de resíduos. Todo o lixo coletado é transportado para um local afastado e descarregado diretamente no solo, sem tratamento algum (figura 01).



Figura 01: Vazadouro / lixão
Fonte: www.diariodonordeste.globo.com

Assim, todos os efeitos negativos para a população e para o meio ambiente, vistos anteriormente, se manifestarão. Infelizmente, é dessa forma que a maioria das cidades brasileiras ainda "trata" os seus resíduos sólidos domiciliares.

Aterros Sanitários

O Aterro Sanitário é um tratamento baseado em técnicas sanitárias (impermeabilização do solo/compactação e cobertura diária das células de lixo/coleta e tratamento de gases/coleta e tratamento do chorume), entre outros procedimentos técnico-operacionais (ver figura 02) responsáveis em evitar os aspectos negativos da

deposição final do lixo, ou seja, proliferação de ratos e moscas, exalação do mau cheiro, contaminação dos lençóis freáticos, surgimento de doenças e o transtorno do visual desolador por um local com toneladas de lixo amontoado.

Entretanto, apesar das vantagens, este método enfrenta limitações por causa do crescimento das cidades, associado ao aumento da quantidade de lixo produzido.

O sistema de aterro sanitário precisa ser associado à coleta seletiva de lixo e à reciclagem, o que permitirá que sua vida útil seja bastante prolongada, além do aspecto altamente positivo de se implantar uma educação ambiental com resultados promissores na comunidade, desenvolvendo coletivamente uma consciência ecológica, cujo resultado é sempre uma maior participação da população na defesa e preservação do meio ambiente.



Figura 02: Aterro Sanitário
Fonte: www.corneliodigital.com

As áreas destinadas para implantação de aterros têm uma vida útil limitada e novas áreas são cada vez mais difíceis de serem encontradas próximas aos centros urbanos. Aperfeiçoam-se os critérios e requisitos analisados nas aprovações dos Estudos de Impacto Ambiental pelos órgãos de controle do meio ambiente; além do fato de que os gastos com a sua operação se elevam, com o seu distanciamento.

Devido a suas desvantagens, a instalação de Aterros Sanitários deve planejada sempre associada à implantação da coleta seletiva e de uma indústria de reciclagem, que ganha cada vez mais força.

Compostagem

A compostagem é uma forma de tratamento biológico da parcela orgânica do lixo, permitindo uma redução de volume dos resíduos e a transformação destes em composto a ser utilizado na agricultura, como condicionante do solo (ver figura 03). Trata-se de uma técnica importante em razão da composição do lixo urbano do Brasil.

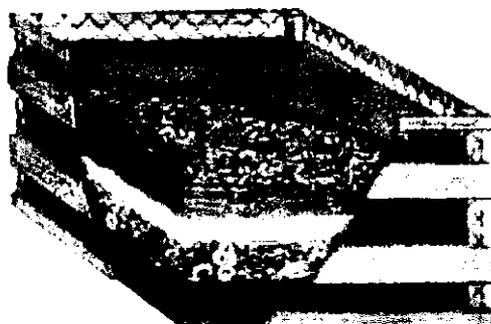


Figura 03: Esquema de compostagem

Fonte: www.minerva.uevora.pt

Pode enfrentar dificuldades de comercialização dos compostos em razão do comprometimento dos mesmos por contaminantes, tais como metais pesados existentes no lixo urbano, e possíveis aspectos negativos de cheiro no pátio de cura.

Incineração

Este tratamento é baseado na combustão (queima) do lixo. É um processo que demanda custos bastante elevados e a necessidade de um super e rigoroso controle da emissão de gases poluentes gerados pela combustão.

O sistema de incineração do lixo vem sendo abandonado, pois além das despesas extraordinárias com a sua implantação e monitoramento da poluição gerada, implica também em relegar para segundo plano a coleta seletiva e a reciclagem, que são processos altamente educativos.

Não fossem essas desvantagens, a incineração seria um tratamento adequado para resíduos sólidos de alta periculosidade, como o lixo hospitalar, permitindo reduzir significativamente o volume do lixo tratado e não necessitar de grandes áreas quando comparada aos aterros sanitários; além da possibilidade do aproveitamento da energia gerada na combustão.

Reciclagem, Reutilização e Redução do Lixo

A corrida desenfreada na produção de bens de consumo pelo ser humano associada à escassez de recursos não-renováveis e contaminação do meio ambiente, leva-o a ser o maior predador do universo.

Este problema tem despertado no ser humano o pensar mais profundamente sobre a reciclagem e reutilização de produtos que simplesmente seriam considerados inservíveis.

A reciclagem e a reutilização estão sendo vistas como duas importantes alternativas para a redução de quantidade de lixo no futuro, criando com isso bons hábitos de preservação do meio ambiente. O que nos leva à economizar matéria-prima e energia.

Em países desenvolvidos, como o Japão, a reciclagem e reutilização já vêm sendo incentivadas e realizadas há vários anos, com resultados positivos.

No Brasil já temos grupos que estão atentos aos problemas mencionados e buscando alternativas para resolvê-los. Indústrias nacionais e subsidiárias estrangeiras já iniciaram programas de substituição de embalagens descartáveis, dando lugar e materiais recicláveis. As prefeituras das cidades de São Paulo e Curitiba já iniciaram programas de coleta seletiva do lixo contando para isto, com o apoio da população que já está sensível a estas questões.

Mesmo que a prefeitura de sua cidade não tenha instituído a coleta de lixo seletiva, separe em 2 recipientes: os recicláveis (papel, jornal, plástico, vidros, ETC.) e os que não são.

1.4 - Os 3 Rs Para Controle Do Lixo

Os 3Rs para controle do lixo são REDUZIR, REUTILIZAR e RECICLAR. Reduzindo e reutilizando se evitará que maiores quantidades de produtos se

transformem em lixo. Reciclando se prolonga a utilidade de recursos naturais, além de reduzir o volume de lixo.

Reduzir:

Reduzir o lixo em nossas casas implica em reduzir o consumo de tudo o que não nos é realmente necessário. Isto significa rejeitar produtos com embalagens plásticas e isopor, preferindo as de papelão que são recicláveis, que não poluem o ambiente e desperdiçam menos energia.

Reutilizar:

Reutilizar significa usar um produto de várias maneiras. Como exemplos:

- a) reutilizar depósitos de plásticos ou vidro para outros fins, como plantar, fazer brinquedos;
- b) reutilizar envelopes, colocando etiquetas adesivas sobre o endereço do remetente e destinatário;
- c) aproveitar folhas de papel rasuradas para anotar telefones, lembretes, recados;
- d) instituir a Feira de Trocas para reciclar, aproveitando ao máximo os bens de consumo, como: roupas, discos, calçados, móveis.

Reciclar:

Reciclar é uma maneira de lidar com o lixo de forma a reduzir e reusar. Este processo consiste em fazer coisas novas a partir de coisas usadas. A reciclagem reduz o volume do lixo, o que contribui para diminuir a poluição e a contaminação, bem como na recuperação natural do meio ambiente, assim como economiza os materiais e a energia usada para fabricação de outros produtos.

Três setas compõem o símbolo da Reciclagem, cada uma representa um grupo de pessoas que são indispensáveis para garantir que a reciclagem ocorra. A primeira seta representa os produtores, as empresas que fazem o produto. Eles vendem o produto para o consumidor, que representa a segunda seta. Após o produto ser usado ele pode ser reciclado. A terceira seta representa as companhias de reciclagem que

coletam os produtos recicláveis e através do mercado, vendem de volta o material usado para o produtor transformá-lo em novo produto.

1.5 - Legislação Vigente

No Brasil, as Leis Ambientais começaram a ser votadas a partir do ano de 1981, com a Política Nacional do Meio Ambiente. Em 1992 foi criado o Ministério do Meio Ambiente e da Amazônia Legal, que instituiria princípios, objetivos, diretrizes e instrumentos de ações governamentais a serem implantadas, compondo o Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA.

Existem hoje no país, leis que regulamentam a questão dos resíduos sólidos com relação aos impactos que eles provocam no meio ambiente. Além destas, existem normas e resoluções que definem as diretrizes para a reciclagem e aplicação dos resíduos reciclados dos mais diversos modos.

O primeiro instrumento legal a considerá-los, foi a Constituição Federal de 1988, que deliberou sobre o controle da poluição e a disposição final de resíduos sólidos de maneira abrangente, e estabeleceu em seu artigo 30 que é de competência dos municípios “organizar e prestar diretamente ou sob regime de concessão ou permissão os serviços públicos de interesse local”.

Deve-se observar as além das Resoluções do CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente) e as Legislações Federais, também as Estaduais e Municipais, quando houver e ser obedecida a que for mais restritiva. Além destas, algumas resoluções da ANVS (Agência Nacional de Vigilância Sanitária), referem-se também à resíduos.

No âmbito Federal, existem várias Leis e Resoluções e Normas que trata sobre o Meio Ambiente e os Resíduos Sólidos.

1.5.1 - Legislação Federal

- Decreto Nº 50.877, de 29 de junho de 1961 - Dispõe sobre o lançamento de resíduos tóxicos ou oleosos nas águas interiores ou litorâneas do País e dá outras providências.
- Portaria Ministério do Interior Nº 53, de 01 de março de 1979 - Dispõe sobre o destino e tratamento de resíduos.

- Portaria do Ministério do Interior Nº 53, de 10 de março de 1979 - Dispõe sobre os problemas oriundos da disposição dos resíduos sólidos.
- Lei Nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 - Institui a PNMA - Política Nacional de Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação.
- Lei Nº 7.347, de 24 de julho de 1985 - Disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico (com redação alterada pelas Leis Nº 7.804 de 1989 e 8.028 de 1990).
- Decreto Nº 97.634, de 10 de abril de 1989 - Dispõe sobre o controle da produção e da comercialização de substância que comporta risco de vida, a qualidade de vida e ao meio ambiente, e dá outras providências.
- Lei Nº 7.802, de 11 de julho de 1989 - Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins e dá outras providências.
- Portaria Normativa do IBAMA Nº 1.197, de 16 de julho de 1990 - Dispõe sobre a importação de resíduos, sucatas, desperdícios e cinzas.
- Portaria Normativa IBAMA Nº 45, de 29 de junho de 1995 - Constitui a rede brasileira de manejo ambiental de resíduos - REBRAMAR, com o objetivo de promover o intercâmbio e acesso aos conhecimentos e experiências no manejo de resíduos.
- Lei Nº 9.605, de 28 de janeiro de 1998 - Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente e dá outras providências.
- Lei Nº 9.605, de 1999 - Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências.
- Decreto Nº 3.179, de 21 de setembro de 1999 - Dispõe sobre a especificação das sanções aplicáveis às condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.
- Lei Nº 9.972, de 25 de maio de 2000 - Institui a classificação de produtos vegetais, subprodutos e resíduos de valor econômico, e dá outras providências.

1.5.2 - Resoluções

- Resolução ANVS/RDC Nº 04, de 02 de janeiro de 2001 - Aprova o Regulamento Técnico - Glossário de Termos e Definições para Resíduos de Medicamentos Veterinários.
- Resolução ANVS/RDC Nº 33, de 25 de fevereiro de 2003 - Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde.
- Resolução ANVS/RDC Nº 36, de 04 de março de 2004 - Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde.
- Resolução CONAMA Nº 1, de 23 de janeiro de 1986 - Define impacto ambiental; exige RIMA para atividades que enumera e dá diretrizes para EIA's e RIMA's.
- Resolução CONAMA Nº 9, de 1987 - Dispõe sobre a audiência pública para análise e discussão de EIA/RIMA.
- Resolução CONAMA Nº 5, de 15 de junho de 1988 - Diz no seu Art. 10 -“Ficam sujeitos a licenciamento as obras de sistemas de abastecimento de água, sistemas de esgotos sanitário, sistemas de drenagem e sistemas de limpeza urbana”.
- Resolução CONAMA 06 de 15 de junho de 1988 - Disciplina que no processo de licenciamento ambiental de atividades industriais, os resíduos gerados ou existentes deverão ser objeto de controle específico.
- Resolução CONAMA Nº 2, de 22 de agosto de 1991 - Estabelece que as cargas deterioradas, contaminadas, fora de especificação ou abandonadas são tratadas como fonte especial de risco para o meio ambiente até manifestação do órgão do meio ambiente competente.
- Resolução CONAMA Nº 6, de 19 de setembro de 1991 - Desobriga a incineração ou qualquer outro tratamento de queima dos resíduos sólidos provenientes dos estabelecimentos de saúde, postos e aeroportos, ressalvados os casos previstos em leis e acordos internacionais.
- Resolução CONAMA Nº 8, de 19 de setembro de 1991 - Proíbe a entrada no País de materiais residuais destinados à disposição final e incineração no Brasil.
- Resolução CONAMA Nº 05 de 05 de agosto de 1993 - Estabelece definições, classificação e procedimentos mínimos para o gerenciamento de resíduos sólidos oriundos de serviços de saúde, portos e aeroportos, terminais ferroviários e rodoviários.

- Resolução CONAMA N° 37, de 30 de dezembro de 1994 - Dispõe sobre as definições e classificações sobre os tipos de resíduos sólidos e dá diretrizes para circulação de resíduos perigosos no Brasil.
- Resolução CONAMA N° 23 de 12 de dezembro de 1996 - Dispõe sobre as definições adotadas para resíduos sólidos e a necessidade de controlar a entrada destes no país.
- Resolução CONAMA N° 237, de 19 de dezembro de 1997 - Dispõe sobre a revisão do processo de Licenciamento Ambiental, estabelecido pela Resolução CONAMA N° 001/8, para os órgãos estaduais de controle de poluição e ratifica, quais atividades ou empreendimentos estão sujeitos ao Licenciamento Ambiental, onde consta: tratamento e/ou disposição de resíduos sólidos urbanos, inclusive aqueles provenientes de fossas.
- Resolução CONAMA 263 de 12 de novembro de 1999 - "Pilhas e Baterias" - Inclui o inciso IV no Art. 6º da resolução CONAMA N° 257 de 30 de junho de 1999.
- Resolução CONAMA 264 de 26 de agosto de 1999 - Aplica-se ao licenciamento de fornos rotativos de produção de clínquer para atividades de co-processamento de resíduos.
- RESOLUÇÃO CONAMA N° 275 de 25 de abril de 2001 - Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores.
- Resolução CONAMA N° 283 de 12 de julho de 2001 - Dispõe sobre o tratamento e a destinação final dos resíduos dos serviços de saúde.
- Resolução CONAMA N° 308, de 21 de março de 2002 - Licenciamento Ambiental de sistemas de disposição final dos resíduos sólidos urbanos gerados em municípios de pequeno porte.
- Resolução CONAMA N° 307, de 05 de julho de 2002 - Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.
- Resolução CONAMA N° 313 de 2002 - Dispõe sobre o "Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais".
- Resolução CONAMA N° 314 de 29 de outubro de 2002 - Dispõe sobre o registro de produtos destinados à remediação e dá outras providências.

- Resolução CONAMA Nº 316 de 29 de outubro de 2002 - Dispõe sobre procedimentos e critérios para o funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos.
- Resolução CONAMA Nº 334 de 3 de abril de 2003 - Dispõe sobre os procedimentos de licenciamento ambiental de estabelecimentos destinados ao recebimento de embalagens vazias de agrotóxicos.

Em âmbito federal, também encontram-se as normas técnicas, NBR's, da ABNT, normatizando procedimentos como a classificação, transporte e armazenagem dos resíduos.

1.5.3 - Normas técnicas da ABNT

- NBR 1.183 - Armazenamento de resíduos sólidos perigosos.
- NBR 8.418/NBR 842 - Apresentação de projetos de aterros de resíduos industriais perigosos - procedimento.
- NBR 8.419 – Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos.
- NBR 8.843 – Resíduos Sólidos Urbanos - Estabelece procedimentos adequados ao gerenciamento dos resíduos sólidos e as alternativas que podem ser usadas em caso de emergência, com vistas a preservar a saúde pública e a qualidade do meio ambiente.
- NBR 8.849 – Apresentação de projetos de aterros controlados de resíduos sólidos urbanos.
- NBR 10.004 Resíduos Sólidos - Classifica os resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que estes resíduos possam ter manuseio e destinação adequados.
- NBR 10.005 - Lixiviação de Resíduos - Procedimento.
- NBR 10.006 - Solubilização de Resíduos - Procedimento.
- NBR 10.007 - Amostragem de Resíduos - Procedimento.
- NBR 10.157 - Aterros de resíduos perigosos - Critérios para projeto, construção e operação - procedimento.

- NBR 10.664 – Resíduos Sólidos Urbanos - Prescreve métodos de determinação das diversas formas de resíduos (total, fixo, volátil; não filtrável, não filtrável fixo e não filtrável volátil, filtrável, filtrável fixo e filtrável volátil) em amostras de águas, efluentes domésticos e industriais, lodos e sedimentos.
- NBR 10.703 - Degradação do Solo - Terminologia.
- NBR 11.174/NBR 1.264 - Armazenamento de resíduos classes II - não inertes e III - inertes.
- NBR 11.175/NB 1.265 - Incineração de resíduos sólidos perigosos padrões de desempenho - procedimento.
- NBR 12.235 - Armazenamento de Resíduos Sólidos Perigosos - Fixa condições exigíveis para armazenamento de resíduos sólidos perigosos, de forma a proteger a saúde pública e o meio ambiente.
- NBR 12.807 – Resíduos sólidos de saúde.
- NBR 12.808 – Resíduos de serviços de saúde.
- NBR 12.809 – Manuseio de resíduos de serviços de saúde.
- NBR 12.810 – Resíduos Sólidos Urbanos - Fixa procedimentos exigíveis para coleta interna e externa dos resíduos de serviços de saúde, sob condições de higiene e segurança.
- NBR 12.980 – Resíduos Sólidos Urbanos - Define termos utilizados na coleta, varrição e acondicionamento de resíduos sólidos urbanos.
- NBR 13.221 - Transporte de resíduos.
- NBR 13.464 – Resíduos Sólidos Urbanos - Classifica a varrição de vias e logradouros públicos, bem como os equipamentos utilizados.
- NBR 13.894 - Tratamento no solo (landfarming) - procedimento.
- NBR 13.896 - Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação - procedimento.
- NBR 14.283 - Resíduos em solos - Determinação da biodegradação pelo método respirométrico - Procedimento.
- NBR 14.725 - Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos - FISPQ, que fornece informações sobre vários aspectos desses produtos químicos (substâncias ou preparos) quanto à proteção, à segurança, à saúde e ao meio ambiente.

- NBR 15.112 – Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – Áreas de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação.
- NBR 15.113 – Resíduos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação.
- NBR 15.114 – Resíduos da construção civil – Áreas de Reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação.
- NBR 15.115 – Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos.
- NBR 15.116 – Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos.

Analisando a listagem, das principais leis e normas, referente à questão ambiental, envolvendo resíduos sólidos, observa-se que em âmbito nacional, a legislação brasileira é bem elaborada em sua essência. Entretanto existem lacunas e deficiências que só uma política voltada especificamente para a questão dos resíduos sólidos poderá solucionar. Com relação à normatização, vê-se que esta é bem mais abrangente em se tratando de resíduos sólidos.

A Secretaria de Infra-Estrutura Urbana do Estado de São Paulo, através da Superintendência de Projetos Viários, no ano de 2003, foi pioneira na normatização do uso de agregados reciclado de resíduos da construção e demolição, aplicados à pavimentação, tendo como exemplo em suas especificações de serviços:

- PMSP/SP ETS – 001/2003 – Camadas de reforço do subleito, sub-base e base mista de pavimento com agregado reciclado de resíduos sólidos da construção civil.

Posteriormente, no ano de 2004 a ABNT normatizou a questão dos resíduos, em vários aspectos.

Em âmbito estadual, as legislações, bem como decretos, portarias e resoluções apresentam características próprias de cada estado. Na Paraíba existem alguns dispositivos que tratam da questão ambiental, envolvendo também a problemática dos resíduos. Como exemplo temos a constituição do Estado da Paraíba, que em seu capítulo IV trata “da Proteção ao Meio Ambiente e ao Solo”. além de Normas administrativas da SUDEMA (Superintendência de Administração do Meio Ambiente).

SELAP (Sistema Estadual de Licenciamento de Atividades Poluidoras) e COPAM (Conselho de Proteção Ambiental). Uma dessas normas é a Norma Administrativa NA – 19, que Disciplina o processo de Licenciamento Ambiental dos Empreendimentos Geradores de Resíduos de Serviço de Saúde, do Estado da Paraíba.

1.5.4 - Legislação Estadual

- Lei Nº 4.033 de 20 de dezembro de 1978 - Dispõe sobre a criação da Superintendência de Administração do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos da Paraíba - (SUDEMA-PB), e dá outras providências.
- Lei Nº 4.335 de 16 de dezembro de 1981 - Dispõe sobre Prevenção e Controle da Poluição Ambiental e estabelece normas disciplinadoras da espécie.
- Lei Nº 5.024 de 14 de abril de 1988 - Proíbe a instalação de áreas de recolhimento de material radiativo
- Lei Nº 6.544 de 20 outubro de 1997 - Cria a Secretaria Extraordinária do Meio ambiente, dos Recursos Hídricos e Minerais; dá nova redação e revoga dispositivos da Lei n.º 6.308, de 02 julho de 1996, que institui a Política Estadual de Recursos Hídricos, e dá outras providências.
- Lei Nº 6.636 de 19 de junho de 1998 - Define o sistema de regulamentação e controle do serviço estadual de saneamento e suas condições operacionais e dá outras providência.
- Decreto Nº 22.789 de 2002 - Regulamenta o Fundo Estadual de Proteção ao Meio Ambiente – FEPAMA e dá outras providências.

Percebe-se que quanto à Legislação Estadual, têm-se um conjunto de medidas complexas e pouco específicas no que diz respeito aos resíduos sólidos.

No Brasil, existem normas ambientais preventivas, repressivas e corretivas. No que compreende a prevenção, a destinação final dos resíduos sólidos, deve ser autorizado pelo órgão ambiental competente.

1.5.5 - Legislação Municipal

Em âmbito municipal, o gestor público, tem como dever a limpeza urbana do município, além de estabelecer normas e fiscalizar o acondicionamento, coleta e

transporte ao destino final do lixo. Caso este não seja destinado de forma adequada, as prefeituras são responsabilizadas e podem receber punições que vão desde multas, até responsabilização criminal com base na Lei de Crimes Ambientais. Na Cidade de Campina Grande/PB, o Código de Posturas do Município, estabelece normas de conduta com relação aos resíduos sólidos.

Com o aumento da problemática dos resíduos, fica claro que o poder público deve sempre que possível, promover campanhas para o incentivo à correta disposição do lixo e à coleta seletiva, bem como a reciclagem e a reutilização de resíduos, como forma de preservação do meio ambiente e da salubridade.

1.6 - Gestão Diferenciada

A Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos é o conjunto de operações destinadas ao estudo dos resíduos sólidos, gerados em uma determinada comunidade, sob diferentes pontos de vista: da engenharia, econômico, ambiental e sanitário de acordo com suas características e recursos disponíveis para geri-los (RIBEIRO, 2005).

A Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos considera uma ampla participação dos setores da sociedade para obter um sistema de limpeza pública eficaz, que contribua para o desenvolvimento sustentável e para a elaboração de um modelo de gestão adequado para os municípios e estados, fortalecendo assim a gestão institucional no País. As metas principais dessa gestão são reduzir a geração de resíduos, aumentar sua reutilização e reciclagem, promover o depósito e tratamento dos rejeitos e estender a prestação dos serviços a toda população.

A prática dessa gestão sugere a descentralização de recursos e planejamento, bem como a implementação de propostas, respeitando a cultura e os hábitos da população e incentivando a atuação conjunta entre governo e sociedade.

O grande desafio atual do poder público em geral é o de determinar quais as técnicas podem efetivamente resolver o problema dos resíduos sólidos e oferecer máxima segurança para o meio ambiente, sem deixar problemas, para as gerações futuras (José Dantas de Lima).

O sistema de limpeza urbana nos municípios, está na maioria das vezes sob a responsabilidade de uma secretaria específica, porém outros setores da administração municipal podem e devem participar desse processo. Levando-se em conta os aspectos técnico-operacionais, econômico, ambiental, educacional, social e institucional que

estão envolvidos. Observando-se a ligação entre os responsáveis pela geração, separação na fonte, acondicionamento, limpeza, coleta, reaproveitamento, reciclagem, tratamento e disposição final dos resíduos.

Nesse processo todos têm papel relevante, como é o caso das Câmaras Municipais que exercem a função de aprovar instrumentos legais para a implementação de uma gestão integrada. E o Ministério Público, como órgão fiscalizador e vigilante dos direitos.

A sociedade deve ser ativa em todo o processo, informando-se e opinando nos objetivos, metas, prazos e recursos. Além de se destacar como peça fundamental na educação e informação da população e na fiscalização da atuação do poder público, implementando as ações governamentais.

Um Sistema Integrado de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos deve acima de tudo promover a reutilização benéfica de componentes do lixo que não gerem maiores riscos ambientais e à vida humana, provê flexibilidade para a comunidade pelo emprego de uma combinação de opções para maximizar a proteção ambiental, a viabilidade econômica e minimizando os problemas sociais (José Dantas de Lima).

1.7 - Diagnósticos Sobre a situação dos Resíduos Sólidos no Brasil

O saneamento básico no Brasil é deficitário em oferta e qualidade dos serviços prestados. Isto tem implicação direta com a saúde e a qualidade de vida da população.

Visando mensurar/diagnosticar o quadro do saneamento básico no Brasil, o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), periodicamente, realiza pesquisas. Dessa forma, dados são obtidos através da PNSB (Pesquisa Nacional do Saneamento Básico), do CENSO DEMOGRÁFICO e da PNAD (Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio).

1.7.1 - Pesquisa Nacional de Saneamento básico

A Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB) é uma pesquisa realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) que tem como objetivo investigar as condições de saneamento básico de todos os municípios brasileiros, através das atuações dos órgãos públicos e empresas privadas, além disso, objetiva

divulgar as informações investigadas nas prefeituras municipais, que realizam os serviços de Abastecimento de água, Esgotamento sanitário, Drenagem urbana e Limpeza urbana e/ou Coleta de lixo e das empresas que são contratadas para a realização deste serviço. Segundo consta na pesquisa todas as informações estão apresentadas para o total do País, Grandes Regiões, Unidades da Federação, Regiões Metropolitanas e Municípios das Capitais.

1.7.1.1 - Breve histórico.

Em 1974 foi realizado o primeiro levantamento nacional sobre saneamento básico no Brasil, através de convênio celebrado entre o Ministério da Saúde e o IBGE, cabendo ao IBGE somente a responsabilidade pela operação de coleta.

Em 1977, com a renovação do convênio, nova investigação foi realizada e o IBGE passou a se responsabilizar por todas as etapas da pesquisa (planejamento, coleta e apuração dos dados) e definiu-se uma periodicidade trienal para a investigação.

Em 1980 e 1983 a pesquisa não foi realizada. Em 1988, aconteceu uma profunda reformulação para a coleta no ano seguinte (1989), em que foram consideradas as experiências anteriores e contemplaram-se sugestões de entidades públicas e privadas prestadoras de serviços, pesquisadores, instituições de pesquisas, entidades representativas do setor e informantes.

Em 1999, o IBGE celebrou novo convênio e, com o apoio da Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República - SEDU/PR, a Fundação Nacional de Saúde - FUNASA - e a Caixa Econômica Federal - CAIXA-, realizou, no primeiro semestre de 2000, a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000 -PNSB -, que contou, também, com a colaboração da Organização Panamericana de Saúde - OPAS - para o planejamento e execução da pesquisa.

1.7.1.2 – A limpeza Urbana e Coleta de Lixo

A PNSB-2000 foi mais abrangente, incorporando novas variáveis e um novo tema, Drenagem Urbana, aos temas já pesquisados em 1989: Abastecimento de Água, Esgotamento Sanitário e Limpeza Urbana e Coleta de Lixo.

A reformulação foi feita a partir da experiência adquirida com a PNSB 1989, objetivando atender a maioria das demandas feitas por órgãos e técnicos envolvidos

com o tema da pesquisa, em face das transformações ocorridas no setor ao longo dos anos, e procurando preencher lacunas verificadas na pesquisa anterior.

A Figura 04 a seguir mostra dados da evolução da cobertura dos serviços de Abastecimento de água por rede geral, de Esgotamento sanitário e de Coleta de lixo no Brasil comparando dados do ano de 1989 e 2000.



Figura 04: Municípios com serviço de saneamento no Brasil 1989/2000.

Fonte: IBGE – PNSB 1989 – 2000

A primeira Pesquisa Nacional Sobre Saneamento Básico, contemplando a questão de Limpeza urbana e Coleta de lixo, PNSB, foi realizada em 1983, pelo IBGE e aprimorada ao longo do tempo, a partir da versão publicada em 1989, tornou-se 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 em nível nacional e regional, fornecendo uma visão mais atualizada e confiável da situação brasileira deste importante segmento do Saneamento básico.

PNSB fornece informações que permitem conhecimento detalhado sobre a questão da Limpeza urbana em todos os municípios brasileiros em dado momento, mas não assegura que a qualidade, boa ou má, dos serviços, esteja consolidada, mesmo em curto prazo de tempo visto que esses serviços por tradição são de responsabilidade dos municípios.

A quase totalidade das avaliações feitas sobre a situação da Limpeza urbana no Brasil com base nos resultados da PNSB - 2000 referem-se a três parâmetros principais:

- A população urbana afetada pelos serviços de Limpeza urbana;

- O número de municípios, sempre se considerando sua região geográfica;
- O peso dos resíduos coletados ou recebidos nos locais de destinação final.

As fontes das informações coletadas pelos pesquisadores do IBGE são os órgãos responsáveis pela execução dos serviços de Limpeza urbana, na grande maioria a própria prefeitura da cidade. Sendo assim, algumas informações podem ter sido demasiadamente otimistas de modo a evitar a exposição de deficiências do sistema.

A Figura 05 mostra a situação de destinação final do lixo coletado no País segundo dados da PNSB 2000.



Figura 05: Destinação final do lixo coletado no País segundo dados da PNSB 2000

Fonte: IBGE – PNSB – 2000

De acordo com o gráfico, mais de 69% de todo o lixo coletado no Brasil estaria tendo um destino final adequado em Aterros sanitários e/ou controlados. Todavia, se analisarmos os dados do ponto de vista do número de municípios, o resultado não é tão favorável como mostra a Figura 06.

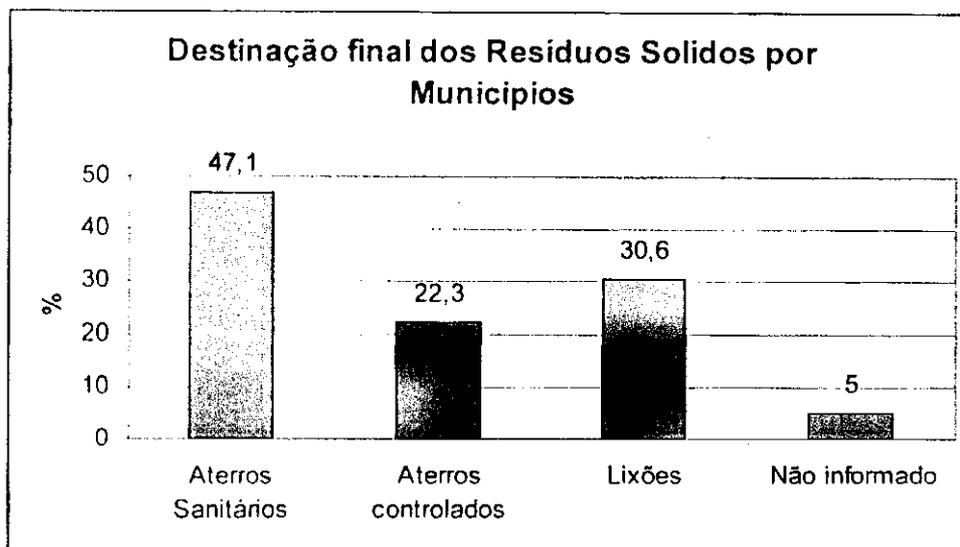


Figura 06: Destinação final dos Resíduos Sólidos por Municípios
Fonte: IBGE – PNSB – 2000

Dê qualquer forma, nota-se uma tendência de melhora da situação da disposição final do lixo no Brasil nos últimos anos, que pode ser creditada a diversos fatores, tais como:

- Maior consciência da população sobre a questão da Limpeza urbana;
- Forte atuação do Ministério Público, que vem agindo ativamente na indução à assinatura, pelas prefeituras, dos termos de ajuste de conduta para recuperação dos lixões, e na fiscalização do seu cumprimento;
- A força e o apelo popular do programa da UNICEF, Lixo e Cidadania (Criança no Lixo. Nunca Mais.) em todo o Território Nacional;
- Aporte de recursos do governo federal para o setor, através do Fundo Nacional de Meio Ambiente;
- Apoio de alguns governos estaduais.

Apesar de todas estas forças positivas, não é provável que se tenha atingido a qualidade desejada de destinação final do lixo urbano no Brasil, na medida em que estes locais, por estarem geralmente na periferia das cidades, não despertam o interesse da população formadora de opinião, tornando-se, assim, pouco prioritários na aplicação de recursos por parte da administração municipal.

1.7.1.3 – A produção per capita Resíduos Sólidos.

A PNSB 2000 fornece dados sobre a produção de lixo no Brasil obtidas através da pesagem nas cidades que possuem balanças e por estimativas nas cidades que não possuem balança. Segundo dados da pesquisa realizada no ano 2000, apenas 8,4%, dos municípios, em número, pesam efetivamente em balanças o lixo coletado nos demais municípios a produção de lixo é estimada considerando os seguintes fatores:

- Número de viagens realizadas pelos caminhões de coleta;
- Sua capacidade volumétrica; e
- Peso específico do lixo da cidade, dentro do caminhão de coleta (em geral obtido empiricamente).

Nas cidades com até 200 000 habitantes, pode-se estimar a quantidade coletada, variando entre 450 e 700 gramas por habitante/dia; acima de 200 mil habitantes, essa quantidade aumenta para a faixa entre 800 e 1 200 gramas por habitante / dia.

A Figura 07 apresenta dados da produção per capita de lixo domiciliar em kg/dia, por existência de balança, segundo os estratos populacionais dos municípios – 2000.

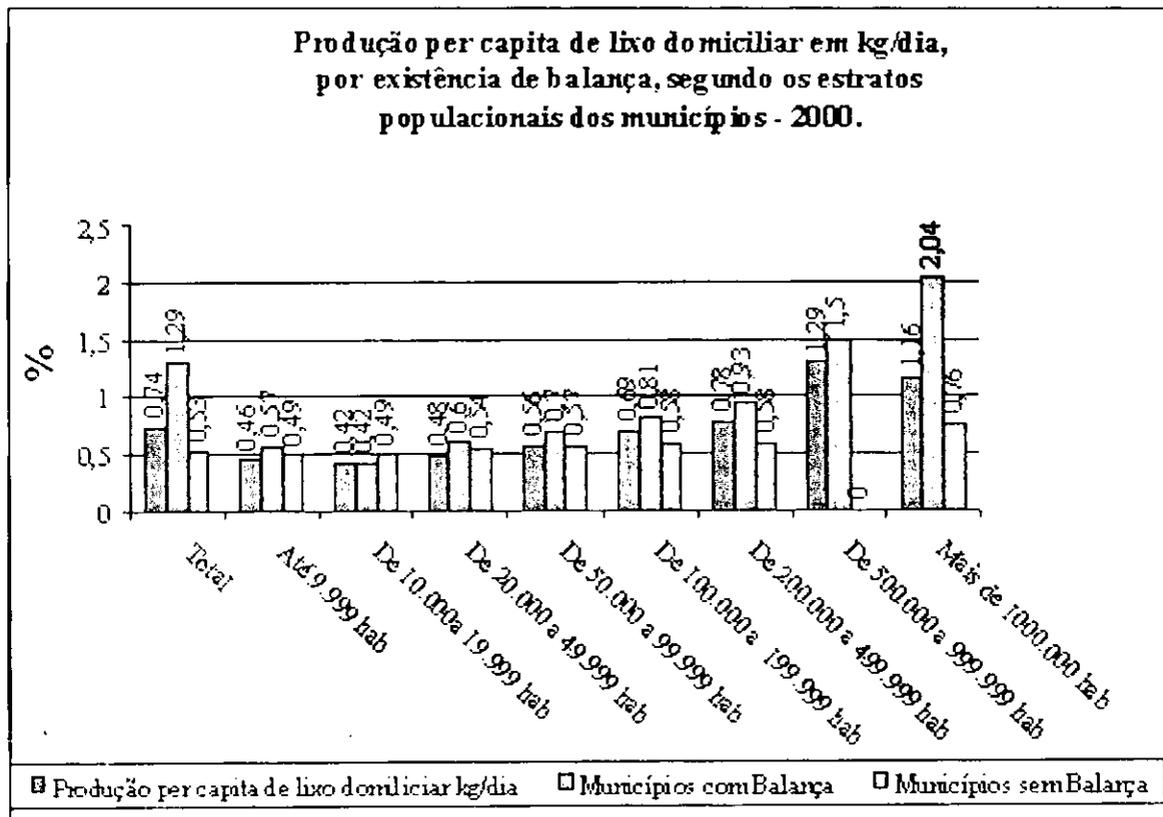


Figura 07: Produção per capita de lixo domiciliar em kg/dia, por existência de balança, segundo os estratos populacionais dos municípios – 2000.

1.7.2 - Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios

A PNAD (Pesquisa Nacional por Amostragem de Domicílio) é uma pesquisa feita pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) em uma amostra de domicílios brasileiros que, por ter propósitos múltiplos, investiga diversas características socioeconômicas da sociedade, como população, educação, trabalho, rendimento, habitação, previdência social, migração, fecundidade, nupcialidade, saúde, nutrição etc., entre outros temas que são incluídos na pesquisa de acordo com as necessidades de informação para o Brasil.

Para viabilizar a investigação destes e outros temas de forma contínua, foi realizada a seguinte estruturação.

- Pesquisa básica (características gerais da população, educação, trabalho, rendimento, habitação, migração e fecundidade).
- Pesquisas suplementares (nupcialidade, saúde, segurança alimentar, transferência de renda, trabalho infantil, entre outros), definidas a cada edição.

De 1967 a 1970, a PNAD aconteceu a cada três meses, passando a ser anual a partir de 1971. A pesquisa sempre cobriu as cinco regiões brasileiras, com exceção da área rural da região Norte, que só foi incluída em 2004.

1.7.2.1 - Breve histórico.

Em 1967 teve início a implantação da PNAD. Ao final da década de 60, a pesquisa básica abrangia a área compreendida pelas atuais regiões Nordeste, Sudeste e Sul, além do Distrito Federal até 1970, quando foi interrompida para a realização do Censo Demográfico, o levantamento era trimestral.

A partir de 1971, a pesquisa básica passou a ser realizada anualmente, sempre no último trimestre, tendo por referência a situação da população em 31 de setembro de cada ano.

Em 1973, o levantamento já alcançava a amplitude que manteve até o final da década de 70: as atuais regiões Nordeste, Sudeste e Sul e a área urbana das regiões Norte e Centro-Oeste.

Em 1974 e 1975, a PNAD foi paralisada para a realização da pesquisa especial denominada Estudo Nacional da Despesa Familiar - ENDEF, de modo que a pesquisa básica só foi retomada em 1976.

Em 1980, o levantamento foi interrompido mais uma vez, desta feita para a realização do Censo Demográfico. Ao ser reiniciada, em 1981, a pesquisa básica da PNAD já cobria todo o território nacional, exceto as áreas rurais de Rondônia, Acre, Amazonas, Roraima, Pará e Amapá, que representavam, em conjunto, cerca de 3% da população brasileira.

Durante toda a década de 80, o questionário da pesquisa básica da PNAD permaneceu praticamente inalterado.

A partir de 1987, foi introduzida a investigação da cor das pessoas e, de 1988 em diante, foram acrescentadas as indagações sobre a existência de rádio e de televisão nos domicílios particulares permanentes.

Em 1990, a PNAD foi realizada em caráter excepcional, em decorrência do adiamento do Censo Demográfico para 1991.

Um dado relevante da Pesquisa Nacional Por amostra de Domicílios refere-se aos dados de destinação de Resíduos Sólidos Urbanos - RSU nas quatro Regiões do país. Estes dados mostram as disparidades existentes quanto a destinação.

1.7.2.2 – Dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios.

A PNAD possui um banco de dados sobre as pesquisas realizadas por amostragem de domicílios para as quatro regiões do país. Estes dados são atualizados anualmente e servem para retratar a destinação de RSU em todos os Estados brasileiros. As Figuras 09 a 14 mostram a evolução dos percentuais da destinação do RSU gerados nos domicílios do Brasil, para as regiões Norte, Nordeste, Sul, Sudeste e Centro-Oeste segundo dados da PNAD.

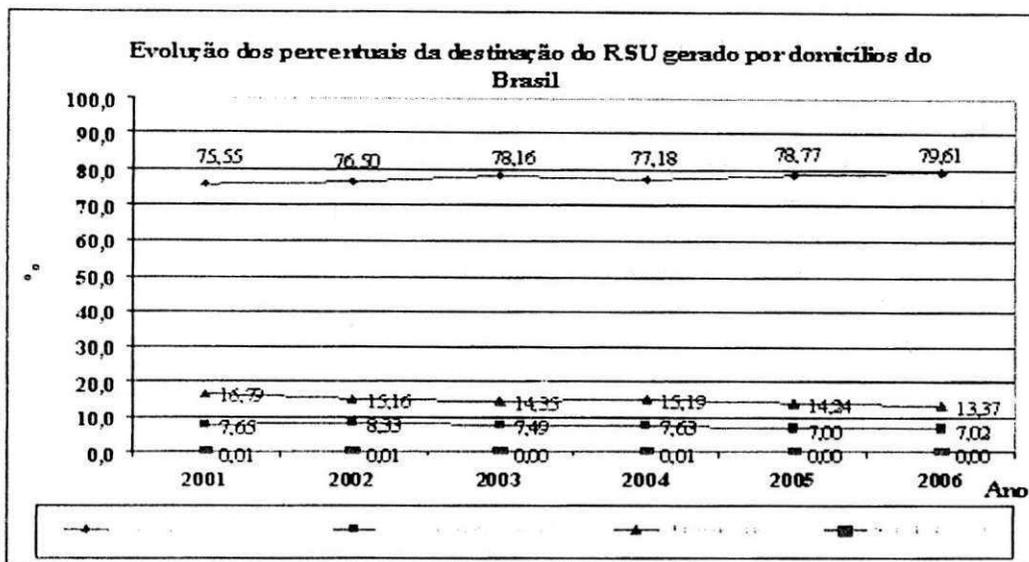


Figura 08: Evolução dos percentuais da destinação do RSU gerado nos domicílios do Brasil

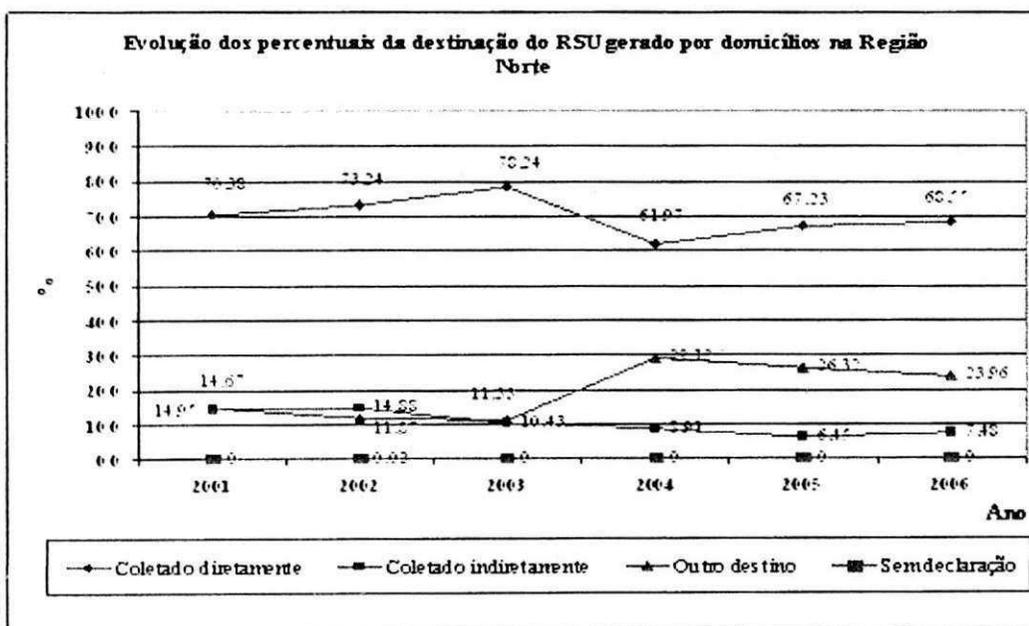


Figura 09: Evolução dos percentuais da destinação do RSU gerado nos domicílios na Região Norte.

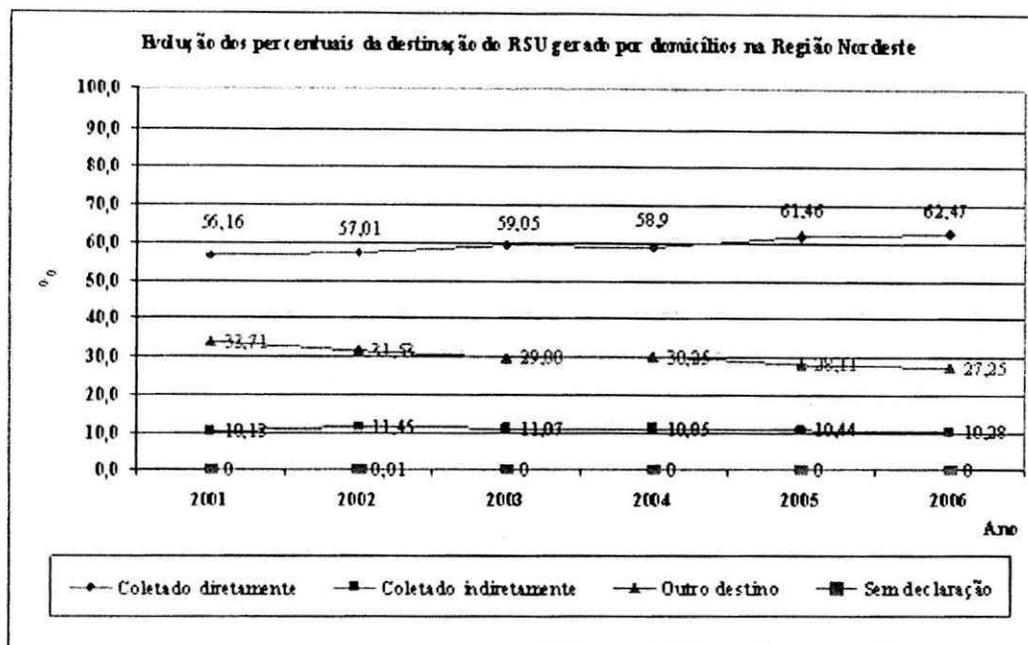


Figura 10: Evolução dos percentuais da destinação do RSU gerado nos domicílios na Região Nordeste.

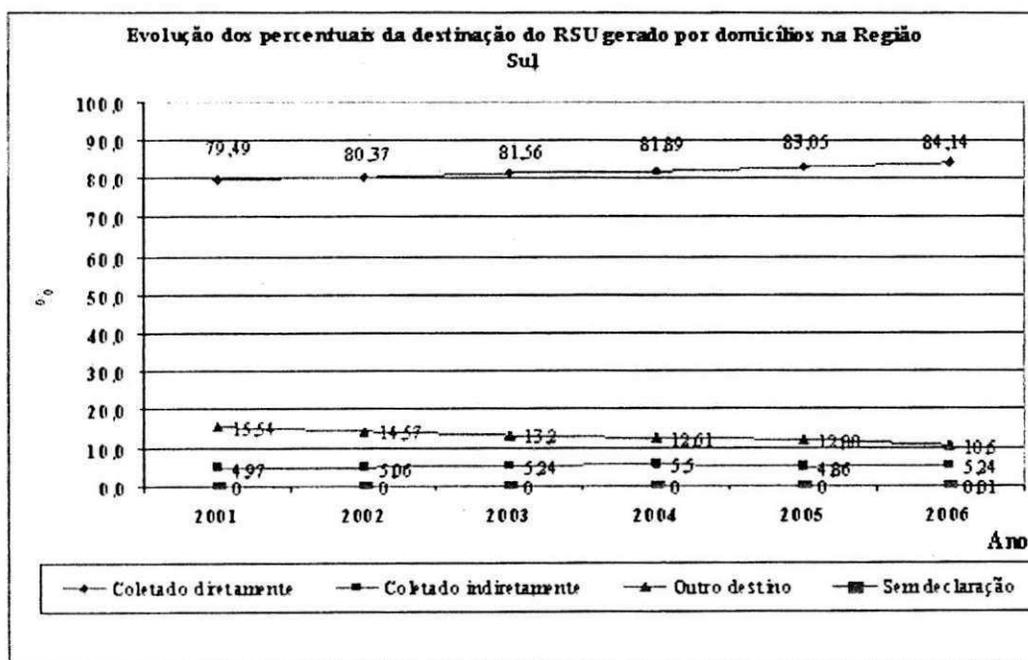


Figura 11: Evolução dos percentuais da destinação do RSU gerado nos domicílios na Região Sul.

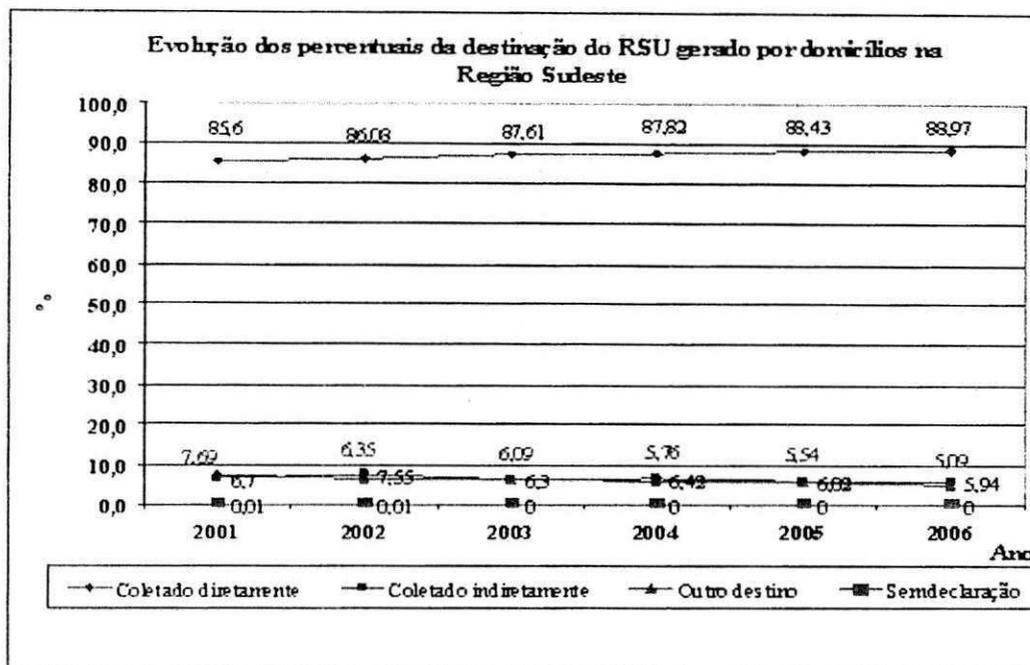


Figura 12: Evolução dos percentuais da destinação do RSU gerado nos domicílios na Região Sudeste.

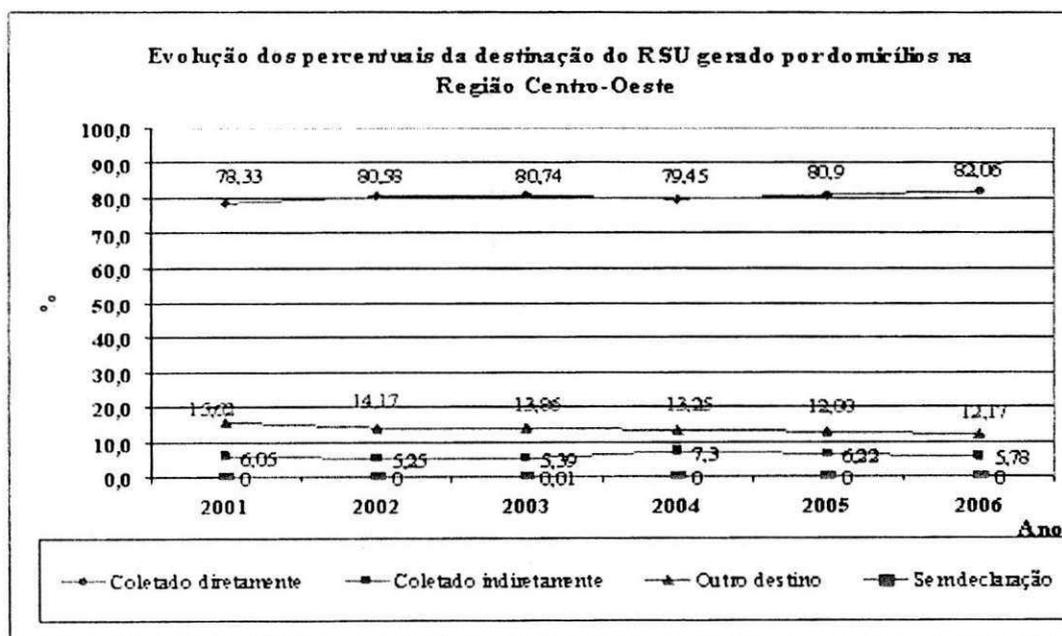


Figura 13: Evolução dos percentuais da destinação do RSU gerado nos domicílios na Região Centro-Oeste.

1.7.3 ABRELPE

A ABRELPE — Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais é uma associação sem fins lucrativos, criada em 1976 que tem como

objetivo facilitar o acesso, dos órgãos governamentais, da imprensa e da sociedade em geral, às informações sobre os resíduos nas suas diversas formas. Seu trabalho consiste em tratar e apresentar dados oriundos principalmente de uma compilação e tratamento de informações segmentadas já publicadas por conceituados institutos de pesquisa, associações de classe e demais entidades. No contexto internacional, a ABRELPE é a representante da ISWA - International Solid Waste Association, no Brasil.

1.7.3.1 – A realização da coleta de dados da ABRELPE

A coleta dos dados é realizada através de intensa pesquisa bibliográfica e consulta a organizações, instituições e empresas que atuam no segmento de limpeza urbana e/ou coleta de Resíduos Sólidos no Brasil.

O tratamento das informações consistiu-se na aglutinação das mesmas segundo as grandes regiões brasileiras (Norte, Nordeste, Sudeste, Sul e Centro-Oeste) preferencialmente, ou segundo as regiões metropolitanas ou Estados.

Dentre as inúmeras fontes pesquisadas, podem-se destacar as seguintes:

- Pesquisa Nacional de Saneamento
- Básico CEF/FUNASA/SEDU/IBGE
- Painel: Resíduos de Serviços de Saúde – ABRELPE;
- “Panorama das Estimativas de Geração de Resíduos Especiais” – FGV/ABETRE
- “Lixo Municipal – Manual de Gerenciamento Integrado” – IPT/CEMPRE
- CEMPRES – Compromisso Empresarial para a Reciclagem;
- Associações que reúnem os fabricantes dos principais materiais recicláveis

1.7.3.2 - Dados sobre os Resíduos Sólidos Urbanos. (ABRELPE)

A ABRELPE dispõe de dados dos serviços de coleta de Resíduos Sólidos, Limpeza Urbana, Reciclagem e Remoção de entulhos realizados em todas as regiões do Brasil e divulgados entre os anos de 2003 e 2007.

1.7.3.2.1 - Panorama dos Resíduos Sólidos 2003

Os dados apresentados na pesquisa divulgada em 2003 são dados oriundos de um elenco de 57 organizações e entidades que formatam uma visão, ainda incompleta, da situação dos resíduos sólidos no Brasil. Verifica-se na pesquisa que há lacunas a serem preenchidas, as quais após serem preenchidas tornaram possível verificar no panorama o retrato fiel da realidade brasileira.

A coleta dos dados foi realizada através de intensa pesquisa bibliográfica e consulta a organizações, instituições e empresas que atuam no segmento de limpeza urbana e/ou coleta de Resíduos Sólidos no Brasil.

Dentre as inúmeras fontes pesquisadas, podem-se destacar a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB-2000), CEF/FUNASA/SEDU/IBGE, divulgada em 2002, Painel: Resíduos de Serviços de Saúde – ABRELPE, “Panorama das Estimativas de Geração de Resíduos Especiais” – FGV/ABETRE – Maio/2003, “Lixo Municipal – Manual de Gerenciamento Integrado” – IPT/CEMPRE – 2ª edição– 2000.

A pesquisa de 2003 mostra que os serviços de coleta de resíduos são realizados por 5.475 dos 5.507 municípios brasileiros, mas apesar disso, apenas 1/3 dos municípios que realizam coleta de Resíduos Sólidos apresenta atendimento de 100% dos domicílios. De maneira geral, a maioria dos municípios realiza os serviços de Limpeza urbana, Coleta de Resíduos Sólidos e Remoção de entulhos.

A grande maioria, 4.338 municípios, destina no máximo 5% do orçamento municipal para a execução dos serviços de Limpeza urbana e/ou Coleta de Resíduos Sólidos. No universo dos municípios que cobram pela execução desses serviços (45.37%), predomina a cobrança de taxa junto com o IPTU — Imposto Predial e Territorial Urbano. A maioria dos municípios das regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste não cobra pela execução dos serviços.

1.7.3.2.2 - Panorama dos Resíduos Sólidos 2004

A ABRELPE iniciou a pesquisa de 2004 com levantamento de informações relativas aos serviços de Coleta e/ou Limpeza urbana em municípios brasileiros com mais de 100 mil habitantes.

Segundo a entidade o levantamento e a atualização dos dados foram realizados através de pesquisa bibliográfica e consultas a organizações e instituições públicas e

privadas que atuam no setor de Resíduos Sólidos no Brasil assim como a edição anterior. No entanto, ainda foram pesquisados trabalhos técnicos e de pesquisas de dados e informações realizadas pela própria ABRELPE durante o ano de 2004.

Em determinadas abordagens, para melhor entendimento da nova informação, alguns dados constantes da edição de 2003 são rerepresentados. Em alguns casos os dados permaneceram os mesmos, onde segundo a ABRELPE não houve modificações expressivas.

A ABRELPE afirma que a evolução da coleta de Resíduos Sólidos Urbanos dar-se a partir dos indicadores da revisão da PNSB – 2000, por região, e das estimativas populacionais do IBGE (2001 a 2004).

De acordo com a pesquisa de 2004, estima-se que a região Sudeste seja responsável pela maior parcela da geração de Resíduos Sólidos Urbanos (49,28%), enquanto que as regiões Norte e Centro-Oeste seriam as menores geradoras (7,53% e 5,89%, respectivamente).

As regiões Nordeste, com 25,36% do total gerado no país, e Sul, com 11,95% do total gerado, estariam em posição intermediária.

A Figura 14 mostra a participação relativa de cada região na geração de RSU no ano de 2004.

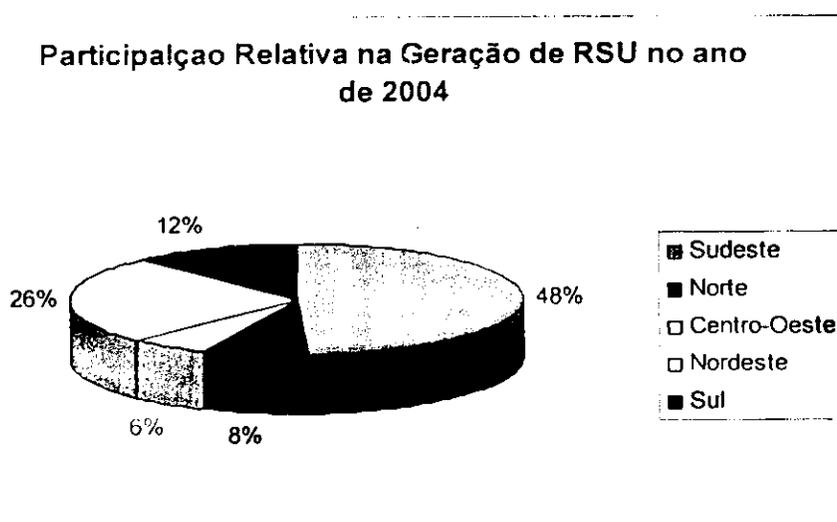


Figura 14: Participação relativa de cada região na geração de RSU no ano de 2004.

1.7.3.2.3 - Panorama dos Resíduos Sólidos 2005

Na pesquisa publicada em 2005, o levantamento foi feito através de pesquisas baseadas em questionários sintéticos, elaborados pela ABRELPE, contendo as questões

mais relevantes para cada segmento: Resíduos Sólidos Urbanos, Resíduos Sólidos Industriais e Resíduos de Serviços de Saúde. Utilizaram-se também informações do documento “Diagnóstico do Manejo dos Resíduos Sólidos no Brasil” – SNIS – 2002, divulgado pelo Ministério das Cidades ao final do ano de 2004, consultas ao CEMPRE – Compromisso Empresarial para a Reciclagem e às associações que reúnem os fabricantes dos principais materiais recicláveis (alumínio, papel, vidro, embalagens PET, plástico, embalagens cartonadas longa-vida etc.).

Para avaliação da quantidade de resíduos coletados no Brasil a ABRELPE contou-se com três fontes distintas de informação. A pesquisa realizada em 2005 pela ABRELPE no âmbito dos municípios com mais de 50 mil habitantes (em 2004 iniciou-se com municípios com mais de 100 mil), na qual obteve-se respostas válidas de 111 municípios, correspondendo a cerca de 57 milhões de habitantes, equivalente a 40% da população atendida por serviços de coleta no país. Na pesquisa de 2005 os municípios incluem a quase totalidade das capitais de estado e amostras significativas de cada macrorregião brasileira.

A pesquisa da ABRELPE revelou, para um significativo número de municípios, quantidades de resíduos coletados inferiores aos valores advindos da pesquisa PNSB – 2000 do IBGE. Essa divergência não consegue ser esclarecida pela comparação com os dados da pesquisa SNIS – 2002 do Ministério das Cidades, uma vez que há pouca coincidência no elenco de municípios sondados.

Segundo a ABRELPE, como a informação oriunda do IBGE decorre de consulta ao universo completo dos municípios e, os dados provenientes da pesquisa da ABRELPE podem conter inconsistências ainda não detectadas, optou-se por manter os dados do PNSB – 2000 como referência principal. A ABRELPE, de sua parte, buscou aprofundar sua pesquisa em 2006 objetivando obter dados mais abrangentes e devidamente consistidos, de maneira a esclarecer esse ponto fundamental para o planejamento da coleta e do destino final.

1.7.3.2.4 - Panorama dos Resíduos Sólidos 2006

Na pesquisa publicada em 2006, foi mantida a modelagem da edição 2005. A metodologia de apresentação, no entanto, foi modificada.

A edição 2006 da pesquisa apresenta capítulos separados por temática pesquisada. Os capítulos de 3 a 6 tratam de RSU (Resíduos Sólidos Urbanos), RSS

(Resíduos Sólidos de Saúde), RSI (Resíduos Sólidos Industriais), seletividade/reciclagem e MDL (Mecanismos de Desenvolvimento Limpo).. No capítulo 8 discute-se o horizonte dos aspectos legais vigentes e em tramitação no Brasil. No capítulo 9, apresentam-se reportagens com fatos e peculiaridades deste mercado. No capítulo 10, os acrônimos, abreviaturas, termos técnicos e outras palavras de uso comum no mercado são dissecados.

A abordagem metodológica do trabalho pautou-se na inserção de todos os municípios que voluntariamente forneceram dados atualizados. Foram aplicados dois tipos de questionários para a coleta de dados: um de oito perguntas e outro, mais abrangente, com 49 tópicos.

O documento publicado em 2006 reflete a busca constante da informação adequada e da análise mais abrangente, levando sempre em consideração o ambiente onde a informação está inserida.

Para as análises de RSU, a pesquisa utiliza as informações oferecidas pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) no PNAD (Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios) 2005, PNSB (Pesquisa Nacional de Saneamento Básico) 2000, no SIDRA (Sistema IBGE de Recuperação Automática) e no Censo 2000 para obtenção e revisão de dados populacionais.

Os dados reportados no FINBRA (Finanças Brasil)2005 da Secretaria do Tesouro Nacional foram usados para atualização de informações sobre investimentos e cobertura domiciliar. A ABRELPE afirma que as consultas às diversas entidades e organismos não governamentais foram fundamentais para o mapeamento comparativo das informações presentes neste documento.

A Pesquisa ABRELPE 2006 mostra uma evolução no que concerne à disposição em Aterro sanitário, que em 2005 era de 58% e em 2006 chegou a pouco mais de 62%. A figura 15 mostra a destinação final dos RSU para o ano de 2006.

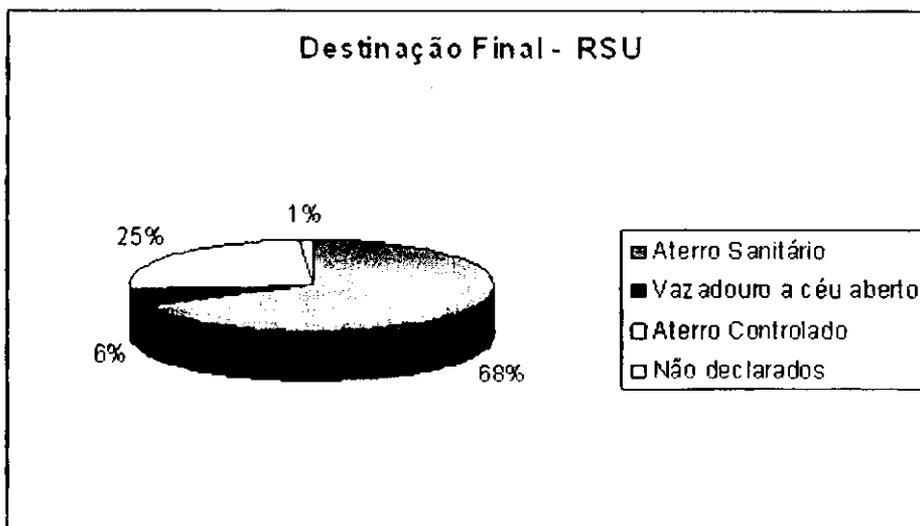


Figura 15: A destinação final dos RSU no ano de 2006

Analisando os resultados dos estudos realizados pela ABRELPE em 2006, pode-se analisar a gravimetria dos Resíduos Sólidos Urbanos como mostra a figura 16.

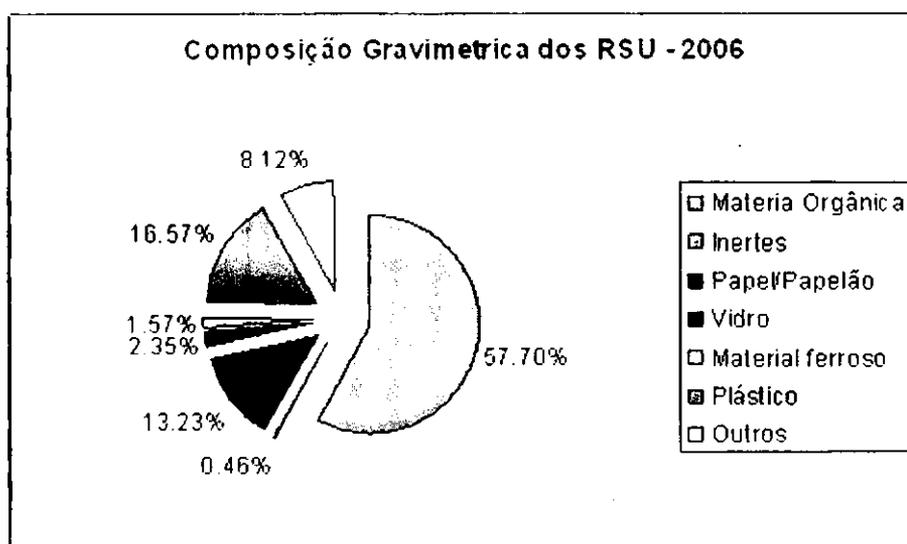


Figura 16: Composição Gravimétrica do RSU segundo dados da ABRELPE - 2006.

1.7.3.2.5 - Panorama dos Resíduos Sólidos 2007

Na pesquisa realizada pela ABRELPE em 2006 a ABRELPE lança uma publicação com dados inéditos e reveladores sobre a situação dos Resíduos Sólidos no país.

Pela primeira vez, a ABRELPE revela importantes números sobre a geração, coleta e disposição final dos Resíduos Sólidos no Brasil, não como uma atualização dos dados oficiais, mas sim, provindos de pesquisas nacionais de responsabilidade exclusiva

da entidade. Neste ano, com a aplicação de metodologia científica e fórmulas estatísticas, a associação conseguiu chegar a resultados inéditos, com grau de precisão de 95% e margem de erro de até 5% o que possibilitará assertivas na tomada de decisão do setor. Além destes inovadores resultados, esta edição trará com exclusividade o caderno especial "Panorama Mundial dos Resíduos Sólidos", com dados relevantes, até então nunca apresentados no Brasil.

O Caderno Especial apresenta as quantidades estimadas anuais dos resíduos coletados no mundo, a tipologia de coleta e tratamento adotada em relação a faixa de renda de alguns países, como também dados sobre a geração, coleta e mercado importador/exportador de resíduos industriais.

As novas informações, principalmente sobre os Resíduos Sólidos Urbanos, divulgadas pelo Panorama 2007 permitem uma compreensão abrangente do contexto sócio-econômico e cultural de toda a complexa problemática que envolve a gestão dos resíduos resultantes da atividade humana no Brasil. A figura 17 mostra os percentuais de Resíduos de Construção e Demolição no Brasil segundo as grandes regiões do Brasil.

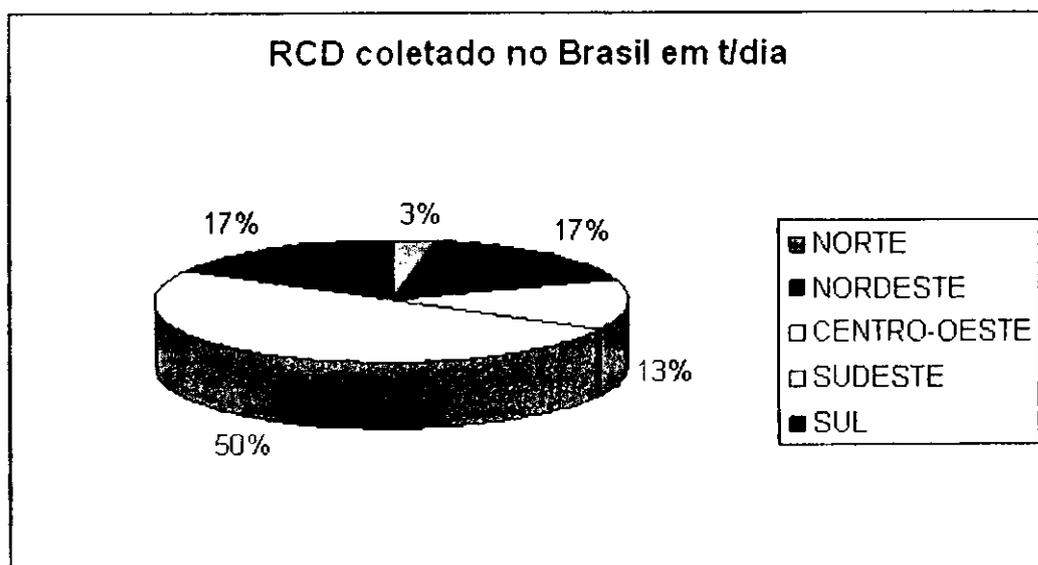


Figura 17: Quantidade de RCD coletado no Brasil segundo as grandes regiões do país

Em relação aos RSU verificou-se que das cerca de 170.000 toneladas diárias geradas no país, pouco mais de 140.000 toneladas são coletadas, das quais 60% não têm destino final adequado. Os Resíduos da Construção Civil (RCD), incluídos nesta edição e coletados adicionalmente aos RSU, atingem a surpreendente casa das 70.000 toneladas por dia, portanto o total gerado e não conhecido é muito maior.

A destinação final dos RSU continua um problema de grandes dimensões, uma vez que apenas 39 % dos municípios brasileiros dão destino e tratamento adequados aos RSU. O problema torna-se ainda mais complexo quando observadas as altas concentrações de municípios situados nas macroregiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste, que, conforme dados apresentados adiante, destinam os resíduos coletados de forma inadequada. Nas demais regiões, embora existam quantidades expressivas de municípios com condições inadequadas de destinação final, a maioria destes municípios já possui aterros controlados, significando uma melhor conscientização do problema e uma facilidade, pelo menos em termos culturais, para solucioná-lo.

1.7.4 - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

O alcance dos objetivos da PNSA requer a existência de informações adequadas as atividades de planejamento, prestação e regulação; Neste contexto surgiu o SNIS (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento) em 1996.

Em 2002 incorporou-se a este sistema informações sobre o manejo de resíduos sólidos urbanos, divulgadas anualmente na forma de um diagnóstico; Apresentaremos então a metodologia utilizada nos Diagnósticos de 2002 e 2005, dando ênfase aos resultados obtidos e apresentados no Diagnóstico de 2005.

1.7.4.1 - Diagnóstico 2002

1.7.4.1.1 - Características do Diagnóstico De 2002

Abrangeu o contingente de 121 Municípios escolhidos com base nos critérios a seguir:

- municípios das capitais dos estados;
- variação na constituição jurídica das entidades responsáveis pela gestão dos serviços de limpeza urbana;
- variação na forma de prestação efetiva dos serviços;
- municípios consorciados;
- municípios com procedimento de destaque nacional;

- municípios que já possuíssem plano de gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos elaborado recentemente;
- a exclusão de sete estados da Federação (AC, AP, CE, PA, RR, SE e TO) que se encontravam participando de programa de pesquisa de dados conduzida pelo PNMA II/MMA; e
- a inclusão de municípios distribuídos pelas Regiões do País não alcançadas a partir dos critérios acima, procurando-se incorporar municípios de diversos portes.

1.7.4.1.2 - Composição Da Amostra

- Índice de quase 90% de retorno dos questionários
- A amostra equivaleu a 2,2 % da quantidade de municípios do País;
- Representou dados de um montante de 55.229.594 habitantes, valor que corresponde a 31,6%;
- A amostra pesquisada é numericamente significativa mas estatisticamente não significativa;
- Análise global dos resultados obtidos foi realizada por estratos populacionais
- A qualidade das informações obtidas, apresenta um grande número de incoerência;

1.7.4.2 - Diagnóstico 2005

1.7.4.2.1 - Características do diagnóstico 2005

A amostra abrangeu o contingente de 247 Municípios convidados, escolhidos com base nos critérios a seguir:

- Inclusão dos Municípios presentes nos três primeiros anos do SNIS;
- Inclusão de alguns Municípios importadores ou exportadores de resíduos;
- Inclusão de mais Municípios de Regiões Metropolitanas; e
- Compatibilização por porte e distribuição espacial dos Municípios, incluindo os de pequeno porte e à Oeste da concentração costeira.

1.7.4.2.2 - Composição da Amostra

- Índice de 77.7% de retorno dos questionários
- A amostra equivaleu a 3,5 % da quantidade de municípios do País;
- Representou dados de um montante de 71.977.066 habitantes, valor que corresponde a 39% da população brasileira.

1.7.4.2.3 - Coleta e Tratamento das Informações Obtidas

• Definição da magnitude da ampliação da amostra e a inserção de novos campos de dados:

- Informações do SNIS coletadas pelo computador;
- Fornecimento de formulários impressos;
- Verificação e consistência dos dados;
- Informações recebidas e os indicadores do Diagnóstico são distribuídos aos

municípios que integram a amostra:

- Cálculo dos indicadores:
- sobre a coleta de Resíduos Domiciliares e Públicos;
- sobre coleta seletiva;
- sobre coleta de resíduos dos serviços de atenção à saúde;
- sobre varrição de vias e logradouros públicos; e
- sobre capina de vias e logradouros públicos.
- de caráter Geral:

1.7.4.2.4 - Apresentação dos Dados

Para possibilitar o desenvolvimento de uma análise global e conjunta das informações obtidas pela pesquisa tornou-se imprescindível a reorganização das mesmas, agrupando-as em faixas populacionais considerados razoavelmente coerentes.

Estabeleceu-se 6 faixas populacionais ordenados em ordem crescente. A partir daí foram montadas uma série de planilhas auxiliares e tabelas complementares que, de maneira sucinta ilustram as informações obtidas, analisadas e comentadas.

1.7.4.3 - Visão Geral do Manejo de Resíduos Sólidos no Brasil

análise da amostra:

- A pesquisa abrangeu 247 municípios.
- Destes, um total de 192 preencheram o formulário enviado, fornecendo assim:

as informações contidas e analisadas no documento.

1.7.4.4 - Análises e Comentários

As amostras anuais do SNIS não apresentam a aleatoriedade e estratificação exigidas a fim de que se tenha uma representatividade garantida estatisticamente.

É válido lembrar que não existe a obrigatoriedade de participação dos Municípios que compõem a amostra, trazendo assim grandes dificuldades em se obter boas taxas de respostas e, sobretudo, manter a continuidade da série histórica dos diagnósticos.

CAPÍTULO II

CARACTERIZAÇÃO E GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO ESTADO DA PARAÍBA E NA CIDADE DE CAMPINA GRANDE

2.0 – O ESTADO

A Paraíba (figura 18) está geograficamente localizado a leste da região Nordeste do Brasil, com uma área territorial de 56.372km² e população de aproximadamente 3,6 milhões de habitantes - 2,3 % da população brasileira (IBGE, 2007b) distribuída em 4 mesorregiões geográficas, a saber; Mata Paraibana; Agreste Paraibano; Borborema e Sertão Paraibano as quais se dividem em 23 microrregiões geográficas, que se diferem pelo clima, vegetação, tipo de solo, hábitos alimentares e outras características. Tem João Pessoa como capital, e outras cidades importantes são Campina Grande, Santa Rita, Guarabira, Patos, Sousa, Cajazeiras e Cabedelo.

Segundo Fonseca (2007) no estado da Paraíba, a produção per capita média de resíduos sólidos urbanos, é de 0,600 kg/hab/dia o que implica em uma produção diária de aproximadamente 2.162 toneladas. A gravimetria dos resíduos sólidos urbanos produzidos no estado mostra a predominância, na maior parte dos municípios, por matéria orgânica putrescível, seguido por plástico e papel/papelão. A matéria orgânica poderá ser utilizada para produção de biogás e/ou composto orgânico. Estima-se que 80% (percentagem em peso) dos resíduos sólidos urbanos produzidos pela população apresenta capacidade de reaproveitamento, gerando renda e aumentando a vida útil de aterros sanitários quando da implementação de programas de gestão integrada de resíduos sólidos.

João Pessoa, habitada por uma população de, aproximadamente, 670.000 habitantes, distribuídos em uma área de 210,45km². Destaca-se não só pela liderança político administrativa, mas pela sua importância dentro do conglomerado urbano, denominada de região metropolitana da Grande João Pessoa. Essa região possui uma forte industrialização, responsável pelo rápido crescimento do número de habitantes, vindos em sua maioria de outras regiões do estado da Paraíba. Atualmente a cidade de João Pessoa encontra-se num forte processo de verticalização e expansão dos seus limites geográficos. Desde 2002 existe um Consórcio de Desenvolvimento

Intermunicipal da Área Metropolitana de João Pessoa - CONDIAM- celebrado entre nove municípios. Dentre as ações implementadas destaca-se o aterro sanitário metropolitano que se encontra em pleno funcionamento, gerenciado por uma empresa privada, sob a administração da Autarquia Especial Municipal de Limpeza Urbana (EMLUR) e uma usina de beneficiamento de RCD's com capacidade de processamento de 20ton./h.

Das 223 cidades do Estado da Paraíba, somente as cidades de João Pessoa, Conde, Santa Rita, Bayeux, Cadedelo e Cajazeiras depositam os resíduos sólidos urbanos em aterros sanitários. As cinco primeiras compõem CONDIAM utilizam o aterro sanitário de João Pessoa e a última, ou seja, Cajazeiras tem aterro sanitário próprio. As 217 restantes depositam seus resíduos em lixões.

Campina Grande, a 120 km da capital do estado da Paraíba, é a segunda cidade mais populosa. Considerada um dos principais pólos industriais e tecnológicos da Região Nordeste do Brasil, fundada em 1º de dezembro de 1697, tendo sido elevada à categoria de cidade em 11 de outubro de 1864.

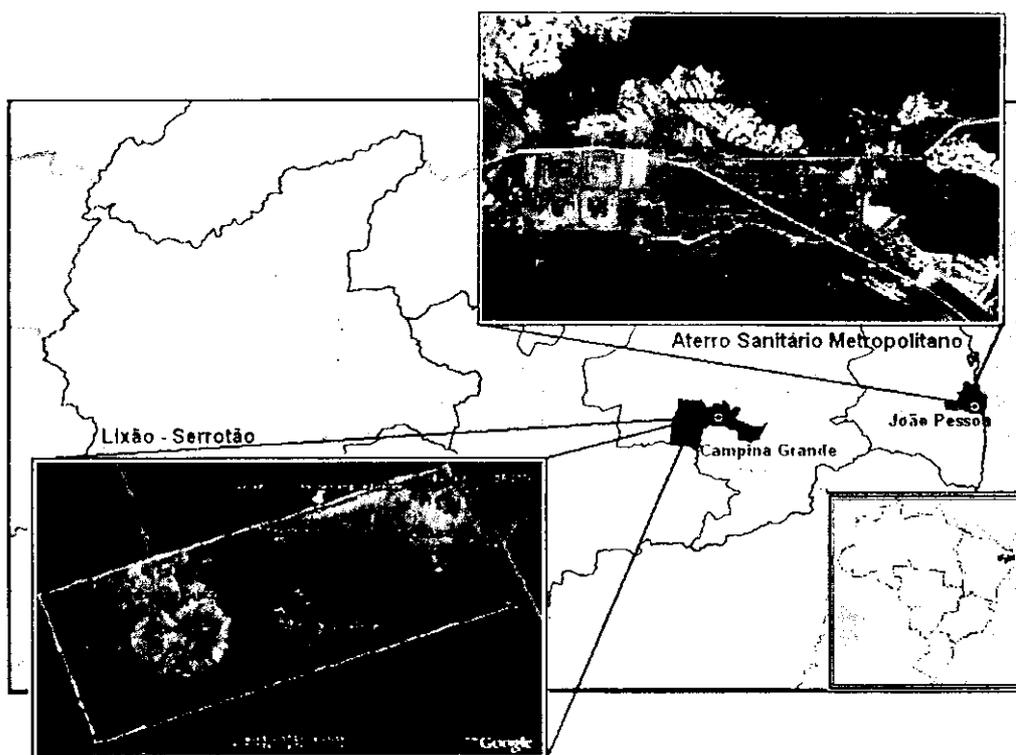


Figura 18 - Estado da Paraíba

- Características geográficas:

Área - 620,63 km²

População - 371.060 hab. *IBGE cont. 2007*

Posição - PB: 2^o

Densidade - 597,9 hab./km²

Altitude - 552 metros

- Indicadores:

IDH - 0,721 *PNAD/2000*

PIB - R\$ 2.222.988.000,00 *IBGE/2005*

PIB per capita - R\$ 5.910,00 *IBGE/2005*

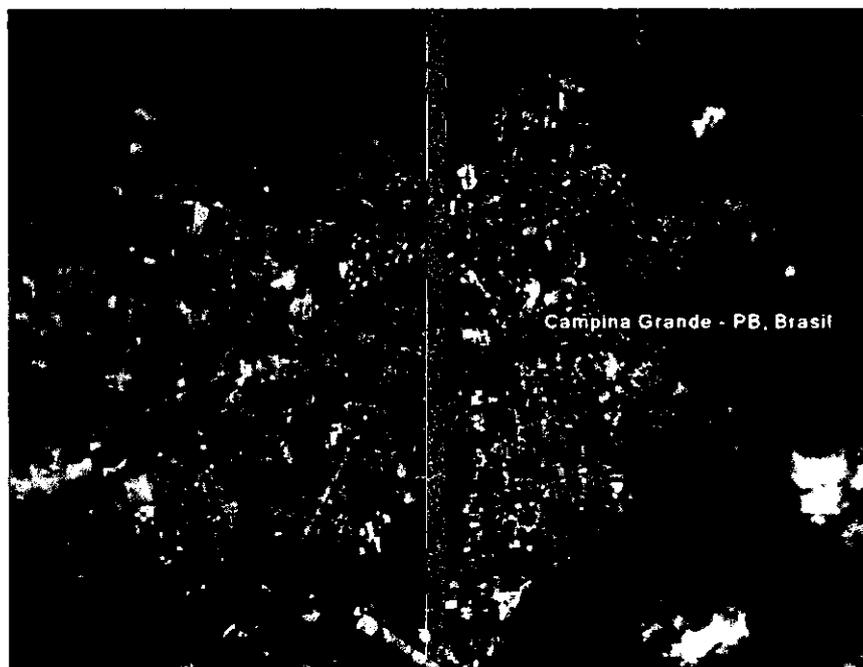


Figura 19: Cidade de Campina Grande
Fonte: Google Earth - 2005

2.1 - Situação da gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos na cidade de Campina Grande

2.1.1 - A coleta de dados

A coleta de dados sobre Resíduos Sólidos realizada em Campina Grande fundamentou-se na busca de informações que mostrassem de forma clara e real a situação do modelo de gestão dos resíduos sólidos aplicado no município. Para tanto foram

elaborados questionários e realizadas diversas visitas a entidades envolvidas na gestão de tais resíduos. As visitas serviram como ponto inicial da pesquisa e foram realizadas de forma sistemática de modo a obter os dados mais fidedignos possíveis e mais condizentes com a realidade da cidade.

Inicialmente foi visitada a Prefeitura Municipal, onde foram obtidos dados referentes à quantidade de resíduos gerada, à quantidade de veículos utilizados na coleta, aos valores pagos por tonelada de resíduos, entre outras variáveis; posteriormente, foram visitadas empresas privadas que atuam no setor de coleta de materiais recicláveis, onde foram obtidos dados referentes à quantidade de materiais recebidos assim como os preços pagos pelos mesmos.

A SOSUR (Secretaria de Obras e Serviços Urbanos) é a grande responsável pela coleta, transporte e disposição final dos resíduos gerados pelos municípios. Através de dados obtidos a partir desta entidade, foi possível uma melhor e mais ampla abordagem da atual situação como os resíduos vêm sendo tratados na cidade.

Durante a coleta dos dados foram visitadas e entrevistadas as seguintes instituições:

- SOSUR

Secretaria de Obras e Serviços Urbanos (SOSUR) de Campina Grande, responsável por mais de 10 pastas municipais. Em uma destas pastas está a Diretoria de Limpeza Urbana. Esta diretoria é responsável por vários serviços como: capinação; pintura de meio fio; patrolamento de ruas; coleta domiciliar diurna e noturna, além da coleta de caixas estacionárias, lixo hospitalar, lixo da feira central; recolhimento de entulhos; limpeza de terrenos baldios; remoção de animais mortos, entre outros serviços realizados.

- MONTREAL

Empresa particular, prestadora de serviços à Prefeitura Municipal de Campina Grande. É responsável pelas máquinas, equipamentos e veículos utilizados para os serviços de coleta (lixo de ponto, poda e capina), caçambas estacionárias e espalhamento do lixo no lixão.

- LÍDER

Empresa particular, prestadora de serviços à Prefeitura Municipal de Campina Grande. É responsável pela coleta de resíduos domiciliares (RDO's), resíduos da saúde (RSS), lixo de ponto, lixo de poda e capina.

- **RECICLARE e RB METAIS**

Empresas privadas localizadas no município de Campina Grande que comercializam produtos recicláveis.

- **COOPERATIVA DOS TRABALHADORES DE MATERIAIS RECICLÁVEIS (CONTRAMARE)**

Associação de catadores de resíduos sólidos urbanos, localizada no município de Campina Grande.

2.1.2 - Dados Obtidos

Após a coleta dos dados nas empresas, foi feito o tratamento destes e constatou-se a seguinte situação.

2.1.2.1 - Locais de deposição final dos Resíduos

Através da pesquisa realizada, pôde-se perceber que a cidade de Campina Grande, apesar de considerada a nível nacional como um pólo tecnológico, ainda utiliza de um método arcaico para a deposição final dos resíduos: o lixão - local para onde são destinados todos os tipos de Resíduos Sólidos gerados na cidade, incluindo entre ele os resíduos da saúde, que são dispostos indistintamente dentre os demais (figura 20).

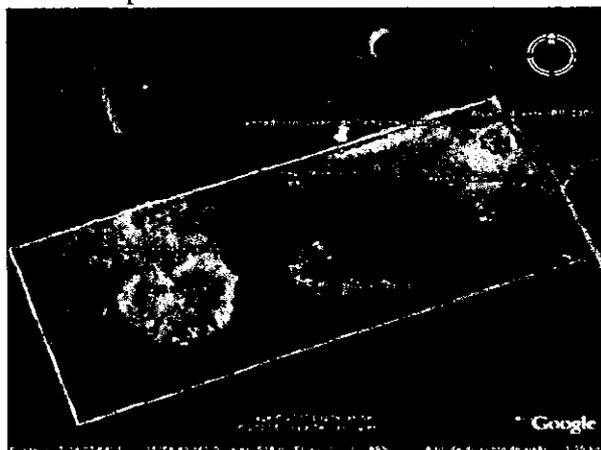


Figura 20: Localização do vazadouro de Campina Grande

Mesmo sabendo-se da periculosidade deste tipo de destinação, que causa a poluição do lençol freático da área, poluição do ar, além de ser um potencial vetor de proliferação de insetos e outros animais que causam doenças à população, esta é a principal forma de deposição encontrada no município (figura 21).

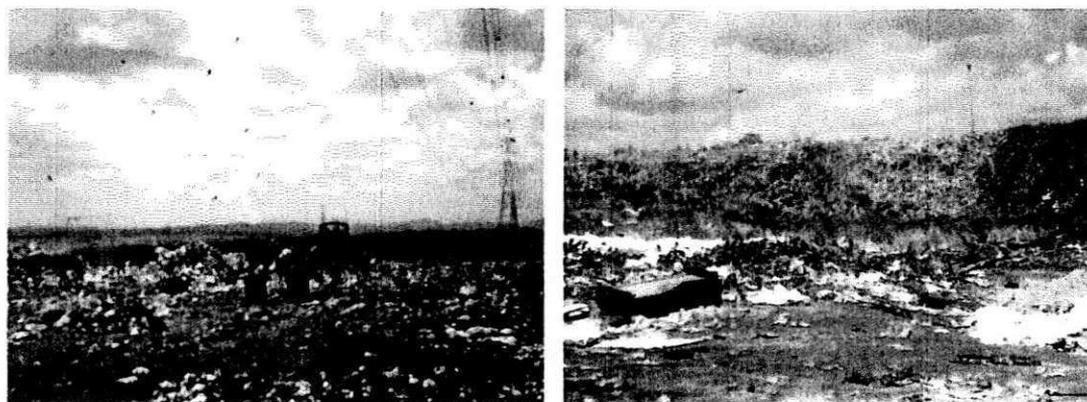


Figura 21: Lixão de Campina Grande
Fonte: Fotografia – janeiro 2008

2.1.2.2 - Equipamentos Utilizados na Coleta

Para a coleta, transporte e deposição final dos resíduos são utilizados caminhões de carroceria, caçambas, guindastes e máquinas pesadas, que são distribuídos na tabela 02 da seguinte forma:

Tabela 02: Tipos de veículos Utilizados na coleta de resíduos em Campina Grande

Equipamentos utilizados na coleta	
Tipo de veículo	Quantidade
Caminhões de carroceria	11
Caçamba de 6m ³	7
Caçamba de 12m ³	5
Máquinas Pesadas	9
Poliguindastes	3
Coletores	11
Compactadores	
Dados: SOSUR 2007	

2.1.2.3 - Quantidade de Resíduos Gerada

Segundo a SOSUR, a quantidade de resíduos coletada mensalmente no município de Campina Grande pode ser apresentada na tabela 03 da seguinte forma:

Tabela 03: Quantidade de Resíduos Coletada Mensalmente no Município de Campina Grande

Quantidade de Resíduos Coletada Mensalmente no Município de Campina Grande						
MÊS	Coleta Domiciliar (ton)	Entulhos / lixo de ponto / capina (ton)	Caixas Estacionarias (ton)	Lixo Hospitalar (ton)	Lixo da Feira Central (ton)	Podação (ton)
JAN	6.695.16	5.571.70	784,97	33,31	153,60	181,50
FEV	5.949.95	4.429.93	716.88	28.48	142.33	197.18
MAR	6.647.07	5.561.15	673.79	31,61	156,28	193,50
ABR	6.125.46	4.752,52	574.79	32,83	167,86	147,07
MAI	6.300.63	6.160,79	634,65	34,17	125,48	154,19
JUN	6.606.10	5.575,07	662,46	34,48	128,35	178,67
JUL	6.429.78	6.161,26	623,10	35,32	140,19	169,61
AGO	6.409.94	5.601,45	578,39	37,00	159,13	187,76
SET	6.092.08	6.022,04	419,04	26,76	142,55	196,07
OUT	6.550.78	5.388,62	479,26	29,40	121,40	167,81
NOV	5.975.37	4.371,36	294,27	30,19	114,58	118,57
DEZ	6.142.29	5.398,23	317,32	33,73	162,02	220,70
Média	6.327.05	5.416,18	563,24	32,27	142,81	176,05
TOTAL:	75.924,61	64.994,12	6.758,92	387,28	1.713,77	2.112,63
POR DIA:	208,01	178,07	18,52	1,06	4,70	5,79
Kg.Hab.Dia	0,56	0,48	0,05	0,00	0,01	0,02
Massa Coletada (RDO+RPU) por dia (ton)						237,01
Massa Coletada (RDO+RPU) per capita (kg.hab.dia):						0,64
Massa Coletada de Entulho (RCD's), Lixo de Ponto e Capina (por dia) (ton):						178,07
Massa Coletada de Entulho (RCD's), Lixo de Ponto e Capina per capita (kg.hab.dia):						0,48

Fonte: SOSUR

Na figura 22 apresenta a proporção do quantitativo de lixo de acordo com o seu tipo de coleta, em toneladas

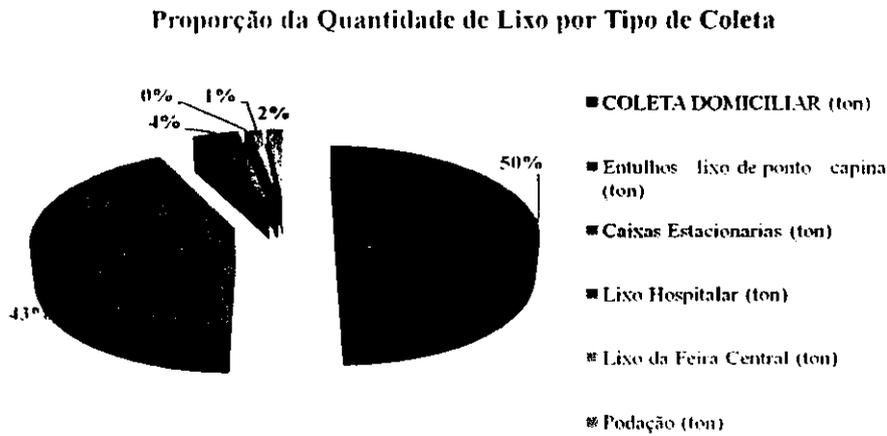


Figura 22: Distribuição Proporcional do tipo de lixo coletado

Com as pesquisas realizadas, obteve-se a quantidade mensal da coleta domiciliar na cidade de Campina Grande em 2007, mostrada na figura 23 e apresentada em toneladas.

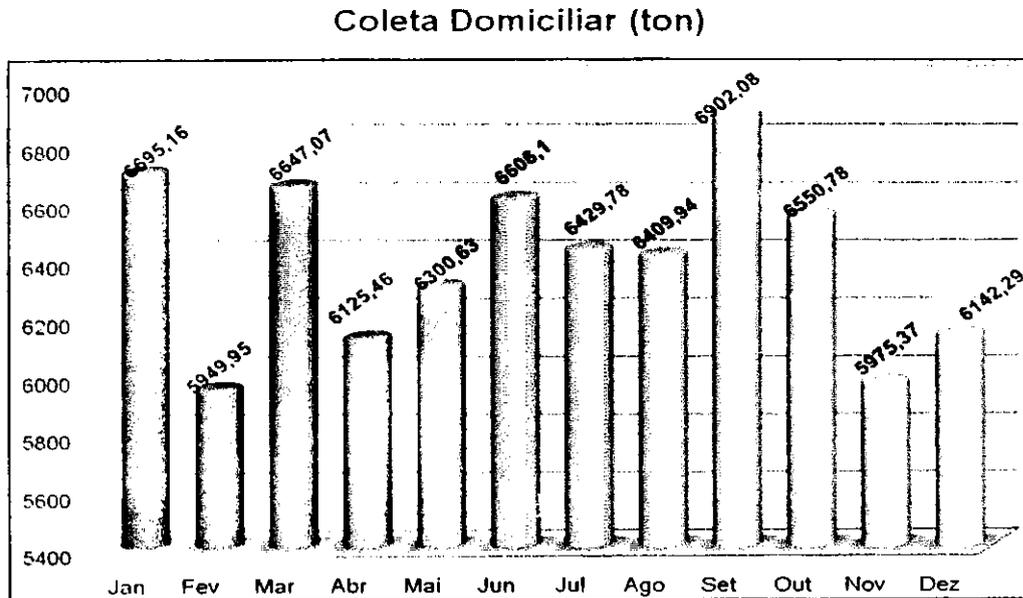


Figura 23: Quantidade Mensal da Coleta Domiciliar em Campina Grande no ano de 2007

As figuras 24 e 25 ilustram o comparativo entre algumas cidades do Brasil em relação a massa de resíduos públicos e domiciliares (RPU + RDO) coletada per capita e confrontando com a renda per capita das mesmas.

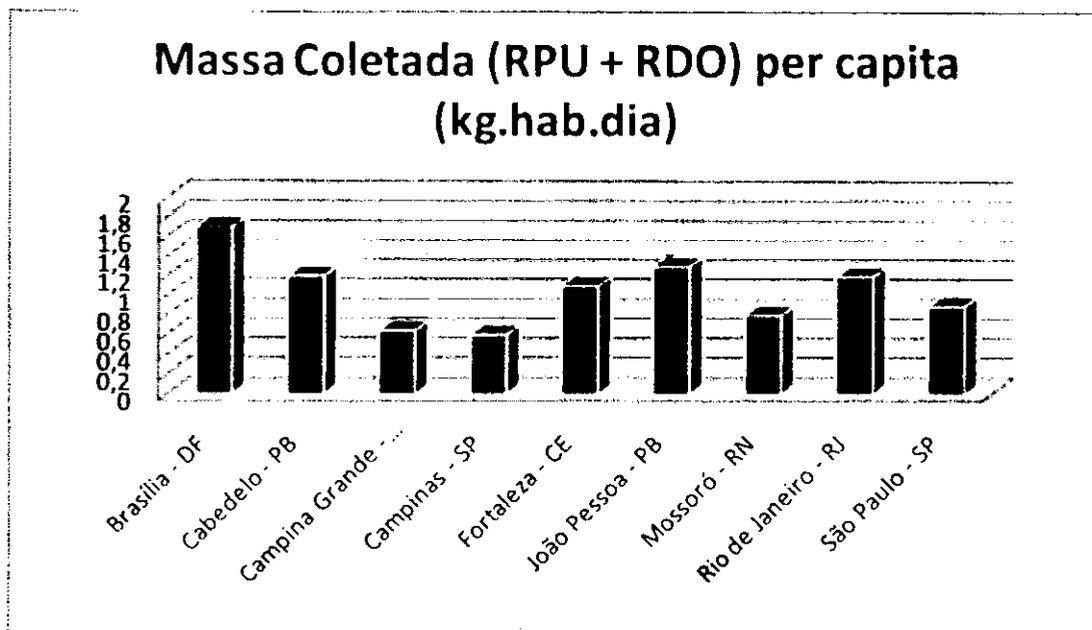


Figura 24: Comparativo da massa coletada per capita de algumas cidades em relação a cidade de Campina Grande

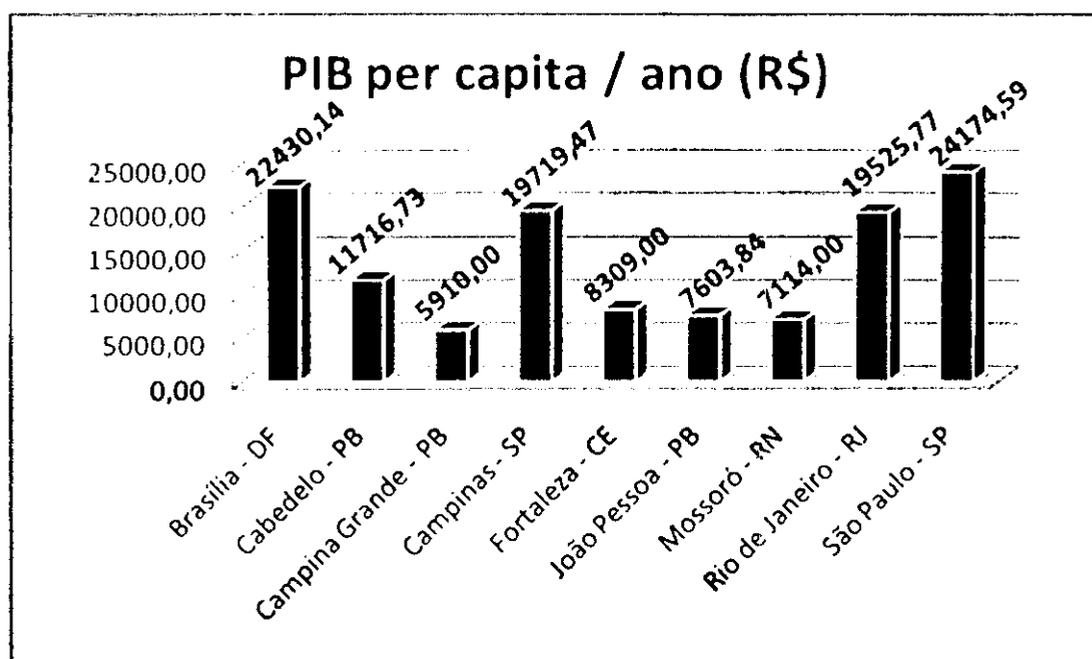


Figura 25: Comparação do PIB de algumas cidades em relação a cidade de Campina Grande.

Segundo LEITE (1998), o poder aquisitivo da população, por exemplo, pode ser um dos fatores que influencia a composição gravimétrica dos RSU, bem como sua produção per capita. Assim, objetivando também verificar a relação PIB per capita e massa coletada per capita da cidade de Campina Grande com relação a outros centros,

pesquisou-se no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) e no IBGE os dados sobre Massa coletada e PIB. Após o cruzamento dos dados obtiveram-se os seguintes resultados (figura 26):

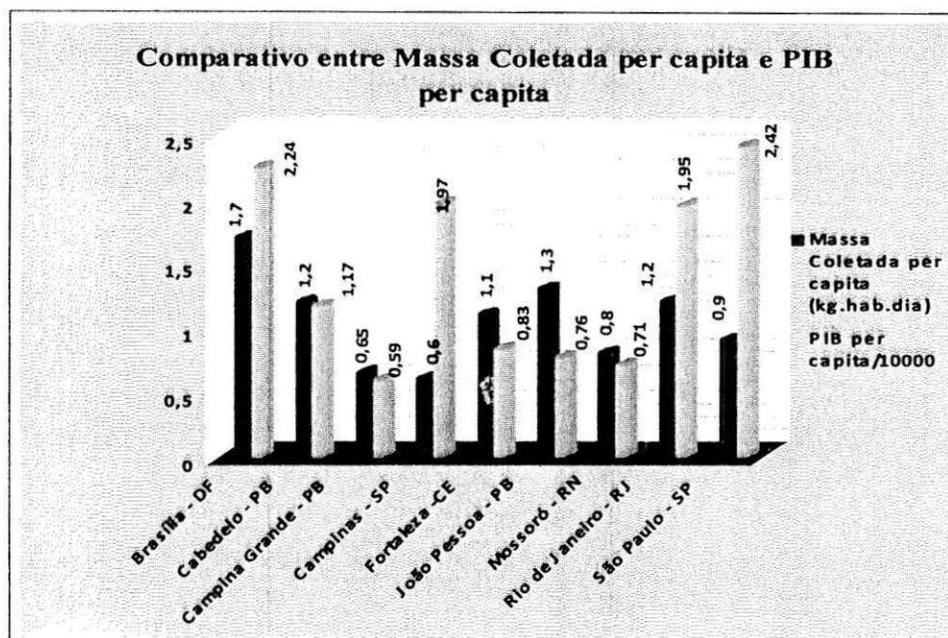


Figura 26: Comparativo entre Massa coletada e PIB (per capita)

Dentre estes materiais gerados, pôde-se verificar a significativa quantidade de resíduos da construção e demolição, que representa cerca de 40% de todo o lixo gerado anualmente. A figura 27 expressa em toneladas a quantidade de entulho gerada mensalmente em Campina Grande.

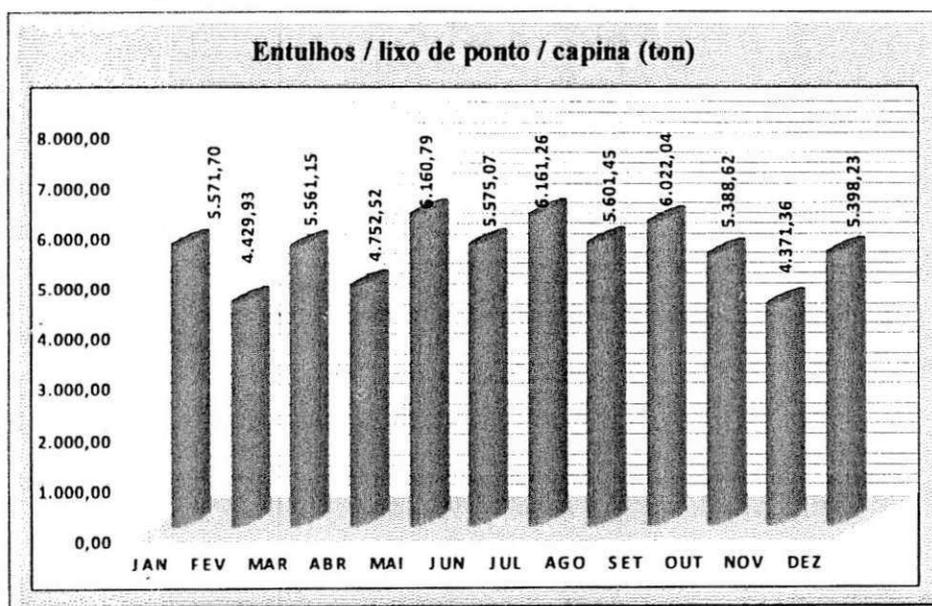


Figura 27: Quantidade de entulho/lixo de ponto/capina gerada mensalmente em Campina Grande

2.2 Resíduos dos serviços da saúde (RSS)

Em Campina Grande até pouco tempo não havia um tratamento adequado para os resíduos sólidos da saúde (RSS), no sentido de diminuir os impactos para o meio ambiente desse tipo de resíduo.

Os RSS eram transportados em caminhões comuns de lixo domiciliar e os mesmos eram levados para o lixão onde eram simplesmente despejados em valas abertas e cobertos por tratores com terra (figura 28).

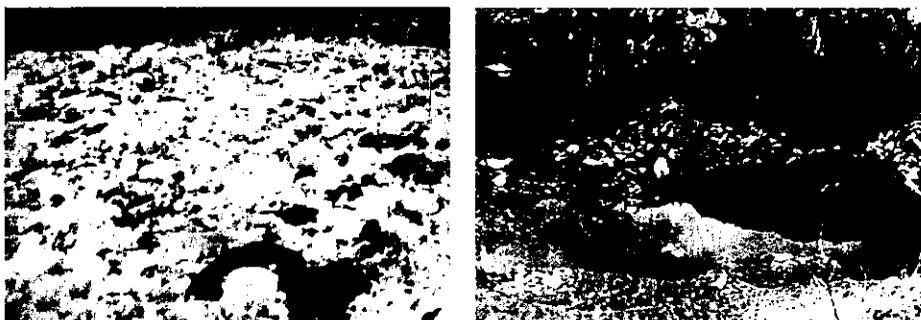


Figura 28: Deposição Final dos RSS em Campina Grande

Existem em Campina Grande dezenove hospitais, distribuídos entre públicos (federal, municipais e filantrópicos) e privados. Juntos, estes hospitais oferecem um total de 3466 leitos hospitalares.

Em média, existem aproximadamente 182 leitos por unidade hospitalar, o que significa que há um leito para 104 habitantes. A produção de RSS atual de Campina Grande é de aproximadamente 30 t mensal.

Desde o dia 22 de Janeiro de 2008 começou a incineração em fase experimental dos resíduos provenientes da área da saúde por parte da empresa LIDER LIMPEZA URBANA. Atualmente foi inaugurado pela LÍDER, o incinerador capaz de incinerar 50 kg/h.

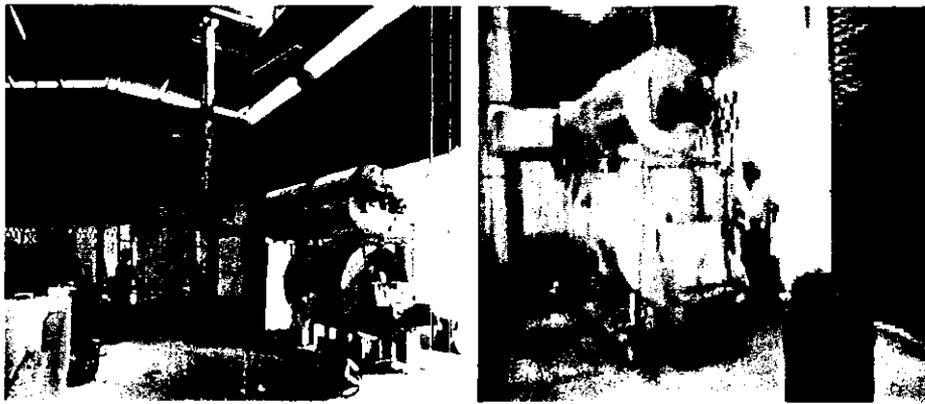


Figura 29: Incinerador da Empresa Líder, em Campina Grande

A incineração está sendo feita em toda massa de resíduos da saúde da cidade e abrangerá todos os estabelecimentos nela existentes. Ele está situado na Rua Juscelino Kubitschek, 3505, no Distrito do Velame (figura 29).

2.3 - Materiais Recicláveis em Campina Grande

De acordo com LEITE (2007), a taxa de produção per capita de resíduos sólidos urbanos na cidade de Campina Grande (PB), é de aproximadamente 0,54kg/hab*dia e que os resíduos sólidos urbanos produzidos pela população da cidade de Campina Grande (PB), apresenta capacidade de reaproveitamento em torno de 80% (percentagem em peso).

Vejamos a seguir alguns preços de materiais recicláveis obtidos na pesquisa:

Tabela 04: Preços dos recicláveis em Campina Grande

Material	Preço (por tonelada)
Papelão	R\$ 160,00
Plástico	R\$ 600,00
Plástico filme	R\$ 400,00
Garrafas PET	R\$ 900,00
Lata	R\$ 200,00
Papel branco	R\$ 350,00
Papel misto	R\$ 50,00

Jornal	R\$ 200,00
Lata (tipo "skol")	R\$ 2.800,00
Panelas	R\$ 3.800,00

Fonte: Contramare, 2007

Assim, com base neste percentual apresentado por LEITE (2007) e os valores obtidos mostrados na tabela 04 através da pesquisa realizada pode-se perceber o quanto se é desperdiçado diariamente.

2.3 - Análise e discussão dos resultados obtidos da pesquisa realizada em Campina Grande

Conforme os dados obtidos pela pesquisa realizada na cidade de Campina Grande, pôde-se observar que embora seja uma cidade nacionalmente reconhecida devido ao seu grande potencial tecnológico e industrial, o município ainda se mantém fora dos padrões exigidos pela atual política nacional de saneamento básico. Por ainda ser o lixão seu principal meio de deposição final de resíduos, a cidade de Campina Grande mostra-se retrógrada ao movimento ambientalmente responsável que é o da Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos.

A cidade, como se observou, deixa de faturar milhões de reais por ano pelo simples fato de não possuir uma estação de triagem e tratamento dos resíduos gerados, desperdiçando assim a força do mercado de recicláveis e deixando de gerar emprego e renda tanto para a sociedade como um todo como para as famílias que fazem do lixão seu meio de sustento.

Ao não se explorar a reciclagem dos materiais, além de deixar de faturar milhões de reais anualmente, deixa-se também de implantar novas tecnologias capazes de desenvolver de forma sustentável os envolvidos no processo, ajudando de forma direta na preservação do meio ambiente.

CAPÍTULO III

USO DE RCD PARA PAVIMENTAÇÃO E METODOLOGIA EMPREGADA

3.1 – Breve histórico

Nas últimas décadas, vários estudos têm sido realizados buscando alternativas e meios viáveis para o aproveitamento dos resíduos sólidos para diversos fins em Engenharia. Segundo PALIARI (2002 apud CARNEIRO, 2005), levando-se em conta os aspectos econômicos e ambientais, reduzir os índices de perdas de materiais torna-se extremamente desejável.

Muitos países, principalmente os europeus, já possuem normas próprias para uso de agregados reciclados em pavimentação. Isso porque a Europa teve que enfrentar toneladas de resíduos de demolição após a Segunda Guerra mundial, tendo como prioridade pós guerra, no se que diz respeito à infra-estrutura, o uso desses materiais para pavimentação.

De acordo com MOTTA (2005), a aplicação de RCD's em pavimentação teve seu primeiro registro no Brasil em 1984, quando foi pavimentada a primeira rua com uso de agregados provenientes da Construção e Demolição. A obra foi acompanhada pelo IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas) em parceria com a Prefeitura de São Paulo. O desempenho desses materiais obteve resultados altamente satisfatórios para a época (BODI *et al.* 1995 apud MOTTA).

De forma pioneira, em 1992 a Prefeitura de São Paulo implantou a primeira indústria recicladora do Brasil (CARNEIRO et al., 2001), com a finalidade de produzir agregados reciclados para serem usados em camadas de sub-base de pavimentos.

Atualmente, a construção civil vem sofrendo grande pressão com relação aos resíduos gerados em seus processos construtivos. Esta pressão se dá no sentido de induzir a indústria da construção a adequar-se, ao uso racional dos materiais no canteiro de obras. Um fato interessante, apesar de ainda haver um longo caminho a ser percorrido, é que de acordo com John (2000), 99% das aplicações de RCD's em base e sub-base de pavimentos são no Brasil.

3.2 - Pesquisa da UFCG sobre viabilidade do uso de RCD's em camadas de pavimentos

Há dez anos, os resíduos sólidos da construção civil vêm sendo estudados por pesquisadores da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Atualmente, no Laboratório de Engenharia de Pavimentos (LEP) da Unidade Acadêmica de Engenharia Civil da UFCG são desenvolvidos estudos sobre a viabilidade do uso de Resíduos da Construção e Demolição na Pavimentação, no que diz respeito ao uso em camadas de Base e Sub-Base de pavimentos. Os resultados obtidos até o momento, apresentam boas perspectivas quanto a possibilidade de aproveitamento desses materiais.

Neste trabalho são apresentados resultados obtidos em ensaios de laboratório em material cerâmico e concreto provenientes de tijolos, revestimentos, pisos cerâmicos, e demolição de estruturas de concreto de cimento Portland, processados por britador de mandíbulas mecânico e moinho de rodas. Com os produtos oriundos desse processo foram compostas misturas de agregados visando atender granulometrias obedecendo à porção central das faixas granulométricas A, B e C especificadas em DNER ES 303/97 para base estabilizada granulometricamente.

A utilização desses materiais em argamassas e concretos, assim como o aproveitamento de resíduos industriais e da pavimentação, é pesquisada pelo Laboratório de Engenharia de Pavimentos da UFCG.

Os ensaios físicos e mecânicos foram realizados conforme metodologia apresentada abaixo:

- Absorção e Massa Específica de Agregado Graúdo NBR – 9937/87
- Caracterização & Compactação de solos NBR 6457/86 Intermediário
- Abrasão Los Angeles DNER ME 035/98
- CBR DNER –ME 049/94
- Módulo de Resiliência DNER – ME 131/94; DNER – ME 133/94
- Fadiga PROCEDIMENTO COPPE/UFRJ

3.2.1 – Ensaios de Compactação

Os ensaios de compactação foram realizados tomando-se como base a DNER-ME 162/94. As amostras de RCD's utilizadas na realização dos ensaios foram elaboradas para que obedecessem as faixas granulométricas "A", "B" e "C" do DNIT

para base granulometricamente estabilizada (DNER-ES-303/97). Todas as amostras foram compactadas com energia Proctor Modificado.

A Figura 30 representa a curva de compactação obtida para a amostra de Concreto Faixa A. As demais curvas de compactação apresentam-se em anexo.

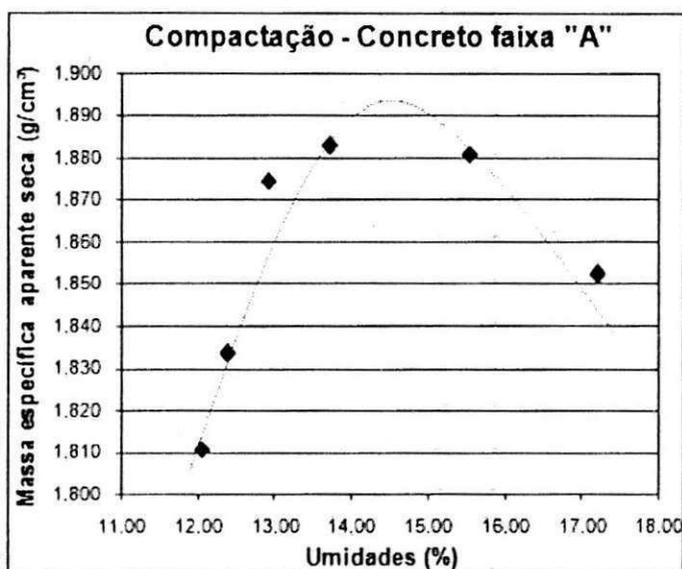


Figura 30: Curva de Compactação Concreto Faixa A

Observou-se dispersão significativa de alguns pontos das curvas de compactação. Essa dispersão pode ter sido influenciada pelo uso de uma única amostra para todos os pontos da curva (compactação utilizando amostras trabalhadas), bem como a energia utilizada para o ensaio de compactação, levando a quebras acentuadas de material gráudo. MOTTA (2005) na execução do ensaio de compactação com agregados reciclados preferiu não utilizar energia Proctor Modificado em sua pesquisa por julgar que poderia ocorrer significativa quebra dos grãos do agregado.

A Tabela 05 apresenta os valores de massa específica aparente seca máxima e umidade ótima das amostras obtidas a partir das curvas de compactação.

Tabela 05: Massa específica seca máxima e Umidade ótima das amostras

Amostra	Faixa Granulométrica	$\rho_{s,máx}$ (g/cm³)	$h_{ót}$ (%)
Cerâmica	Faixa A	1.673	15.3
Cerâmica	Faixa B	1.766	12.0
Cerâmica	Faixa C	1.772	11.0
Concreto	Faixa A	1.899	14.2
Concreto	Faixa B	1.956	12.6
Concreto	Faixa C	1.980	11.0

Como é possível observar, as amostras de concreto apresentaram maiores valores de massa específica aparente seca. Dentre as graduações do DNIT, as amostras que apresentaram maior valor de Massa específica aparente seca são as amostras que se encaixam na Faixa “C”. As amostras da Faixa “C” do DNIT são as que menos possuem agregados com diâmetro nominal superior a 4,75mm antes do ensaio de compactação.

Verificou-se também que, quanto maior a quantidade de agregado graúdo nas amostras antes da compactação menor a Umidade ótima obtida.

FERNANDES (2004) e MOTTA (2005) apresentam vários resultados obtidos em outras pesquisas com RCD’s que mostram valores de umidade ótima bem próximos dos encontrados na pesquisa da UFCG.

3.2.2 - Granulometria

Após os ensaios de Compactação, realizou-se ensaios de Granulometria por peneiramento em todas as amostras de RCD’s com intuito de verificar a variação do tamanho dos agregados após serem compactados na energia na Energia Proctor Modificado. Os ensaios foram executados tomando como base a norma DNER-ME 80/94.

A Figura 31 apresenta as curvas granulométricas obtidas antes e depois do ensaio de compactação para a amostra de Cerâmica Faixa A, estando as curvas obtidas para as demais amostras em anexo.

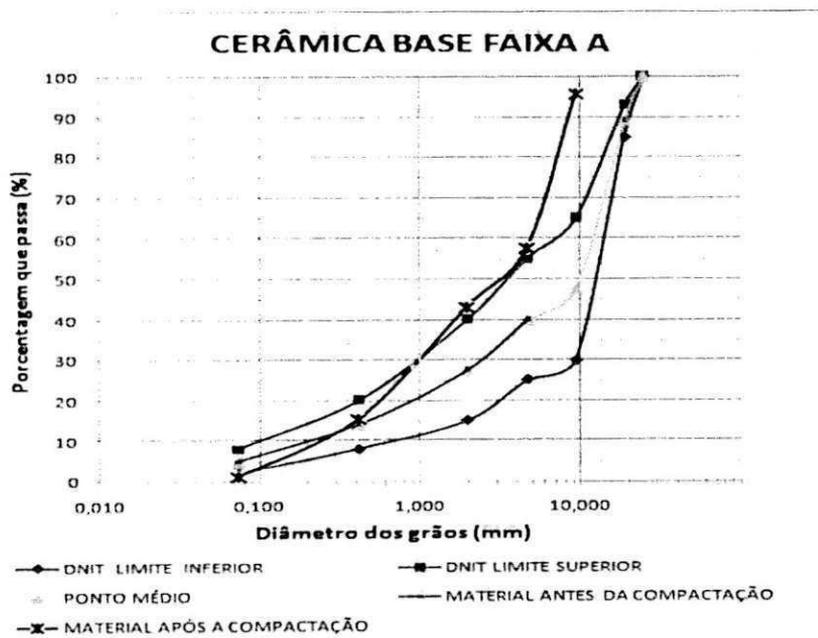


Figura 31: Curva Granulométrica da Cerâmica Faixa A

Para melhor observar a variação granulométrica das amostras após os ensaios de compactação, plotaram-se também curvas granulométricas de material retido não acumulado, apresentadas da Figura 32 a figura 37.

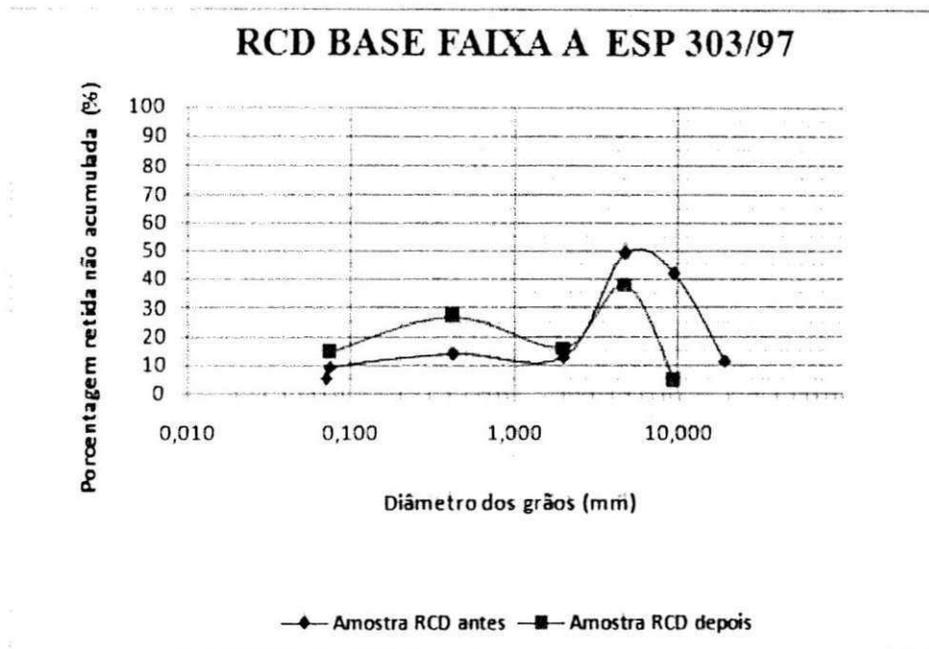


Figura 32: Porcentagem retida não acumulada da Cerâmica Faixa A

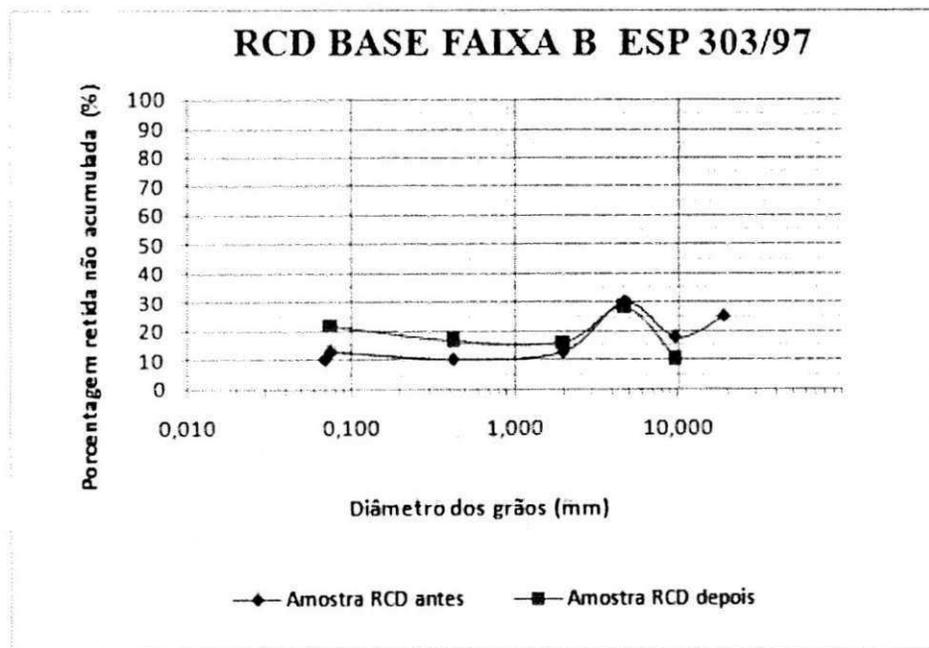


Figura 33: Porcentagem retida não acumulada da Cerâmica Faixa B

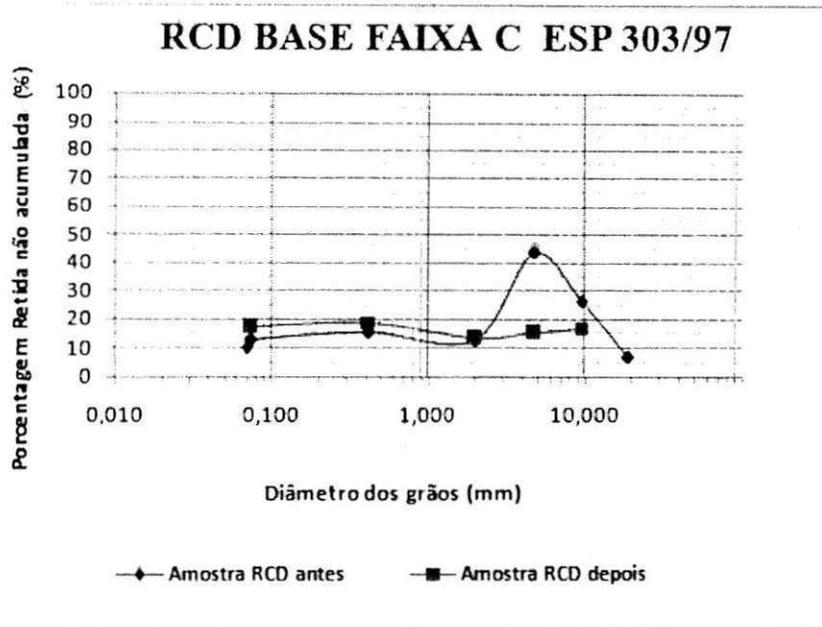


Figura 34: Porcentagem retida não acumulada Cerâmica Faixa C

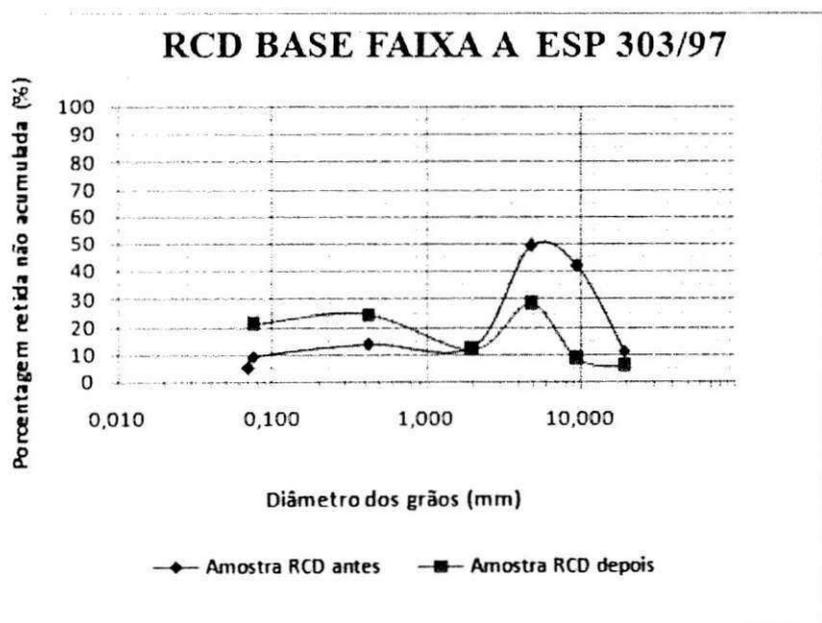


Figura 35: Porcentagem retida não acumulada do Concreto Faixa A

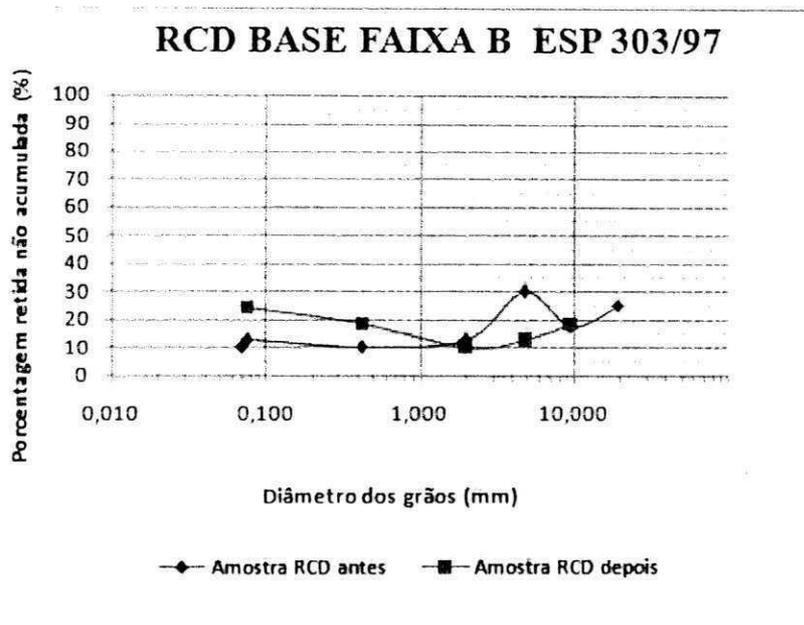


Figura 36: Porcentagem retida não acumulada do concreto faixa B

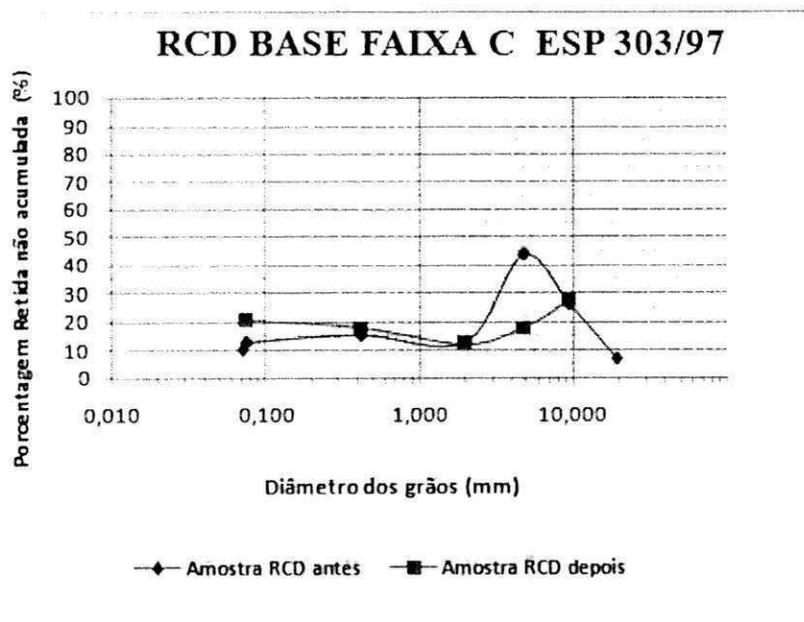


Figura 37: Porcentagem retida não acumulada do concreto faixa C

A partir das curvas granulométricas, observa-se uma variação considerável no diâmetro nominal dos grãos de todas as amostras após o ensaio de compactação. A porcentagem de material retido acima da peneira 2,00mm diminuiu significativamente pela quebra do material graúdo, proporcionando um aumento de material passante nesta mesma peneira.

Os resultados encontrados nos ensaios de granulometria permitem relacioná-los com os valores de umidades ótimas encontradas nos ensaios de compactação. As amostras que possuíam inicialmente menor quantidade de agregados miúdos obtiveram os maiores valores de umidade ótima devido a quebra dos agregados graúdos e conseqüente aumento de finos.

3.2.3 - Abrasão Los Angeles

Com o intuito de se avaliar o desgaste sofrido pelos resíduos foi realizado o ensaio de Abrasão Los Angeles a partir da norma DNER-ME-35/98. A Tabela 06 apresenta os resultados obtidos nos ensaios realizados.

Tabela 06: Abrasão Los Angeles dos Resíduos da Construção e Demolição

Amostra	Graduação Los Angeles	Nº de rotações do Tambor	Nº de esferas	Massa da carga Abrasiva	Abrasão Los Angeles
				(g)	(%)
Cerâmica	B	500	11	4.584±25	39
Concreto	B	500	11	4.584±25	38

A NBR 11804 estabelece o valor de 55% como valor máximo de Abrasão Los Angeles para o uso em Base e Sub-Base de pavimentos. Sendo assim, as amostras e resíduo de Cerâmica e de Concreto mostram-se adequadas para o uso em Base e Sub-Base de pavimentos, sob o ponto de vista da Abrasão Los Angeles.

A título de comparação apresenta-se a Tabela 07 com os valores de Abrasão Los Angeles para resíduos sólidos estudados por outros pesquisadores.

Tabela 07: Abrasão Los Angeles.

Autor:	Amostra	Abrasão Los Angeles (%)
	Brita 0	59
	Brita1	66
FERNANDES (2004)	Brita Corrida - Misto	55
	Brita Corrida - Concreto	52
MOTTA (2005)	50
CARNEIRO (2001 apud FERNANDES, 2004)	45

3.2.4 - Absorção e massa específica dos agregados graúdos

Durante a fase de caracterização dos resíduos de Cerâmica e de Concreto realizaram-se os ensaios de Absorção, Massa específica real (MER) e Massa específica aparente (MEA) do agregado. Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 08.

Tabela 08: Absorção e da Massa Específica de Agregado graúdo.

Material	Absorção (%)	MER (g/cm ³)	MEA (g/cm ³)
Cerâmica	7.9	2.30	1.95
Concreto	4.8	2.60	2.30

Os resultados obtidos neste ensaio demonstram que a absorção do agregado proveniente dos resíduos de Cerâmica é cerca de duas vezes superior ao valor encontrado para os resíduos de Concreto. Tal fato pode ser atribuído a elevada porosidade dos resíduos de cerâmica. Conseqüentemente, a amostra de resíduos de cerâmica obteve menor valor de Massa específica real e Massa específica aparente com relação aos resíduos de concreto.

A título de comparação, a Tabela 09 apresenta valores de absorção para RCD's encontrados em outras pesquisas.

Tabela 09: Teores de absorção de água encontrados em algumas pesquisas

Autor	Tipo de Agregado Reciclado	Procedência	Teor de Absorção(%)
FROTA et al(2003)	Sem cerâmicos e gesso	Manaus (MA)	9.0
CARNEIRO et al(2001)	Fração graúdo de tipo não especificado	Salvador (BA)	8.2
	Fração miúda de tipo não especificado		10,4
POON (1997)	Fração graúdo de tipo não especificado	Hong Kong (China)	5.8
	Fração miúda de tipo não especificado		11.4
LIM et al(2001)	Concreto	Taejon (Coréia do Sul)	6,2

Fonte: MOTTA (2005).

MOTTA (2005) encontrou uma absorção de 7,8% para agregados graúdos de uma amostra composta por: 42% de resíduos de concreto e argamassa; 8% de material cerâmico; 24% de brita e 26 % de finos.

O valor encontrado por LIMA (2001) para absorção do concreto apresenta-se bem próximo do valor encontrado para o mesmo material nesta pesquisa.

Para a absorção da cerâmica o valor encontrado por MOTTA (2005) é o que mais se aproxima.

3.2.5 - Ensaio Triaxial Dinâmico-Módulo de Resiliência

Objetivando avaliar as características mecânicas dos materiais estudados, realizou-se o ensaio Triaxial Dinâmico para determinação do Módulo de Resiliência para as amostras de concreto e de cerâmica de acordo com a DNER-ME 131-94.

Para determinação do Módulo de Resiliência adotou-se a expressão proposta por MACEDO (1996). A obtenção dos parâmetros k_1 , k_2 e k_3 da equação proposta deu-se através de regressão não linear com auxílio de planilha eletrônica Excel. Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 10.

Tabela 10: Parâmetros da equação do Módulo de Resiliência

MATERIAL	$MR = k_1 \sigma_3^{k_2} \sigma_d^{k_3}$ (kgf/cm ²)		
	k_1	k_2	k_3
Cerâmica A	2.309	0,43	0,05
Cerâmica B	3.716	0,50	0,01
Cerâmica C	2.312	0,38	0,11
Concreto A	9.277	0,37	-0,01
Concreto B	7.991	0,04	0,01
Concreto C	2.815	0,23	0,01

MEDINA e MOTTA (2005, p.235) afirmam que nos solos arenosos o Módulo Resiliente (MR) depende principalmente da tensão confinante σ_3 , enquanto que em solos finos, há variação acentuada de MR com σ_d . Dessa forma, observa-se um comportamento de solos granulares nas amostras de RCD's estudadas, uma vez que o

coeficiente K_3 encontrado no processo de regressão para todas as amostras é bem inferior a K_2 , deixando o valor do MR praticamente dependente da tensão confinante, σ_3 .

A verificação da viabilidade técnica para utilização dos RCD's em camadas de pavimentação fez-se mediante a substituição de materiais de Base e Sub-base da estrutura de pavimento da pista nova da BR 232-PE no trecho Caruarú – São Caetano, (N= 4.2x10⁷) concluída em 2007 pelos resíduos de concreto e cerâmica estudados e posterior a análise mecanística.

A avaliação foi realizada através da análise dos dados fornecidos pelo programa computacional FEPAVE2 (Finite Element Analysis of Pavement Structures), que segundo Darous em sua tese, apresenta resultados mais satisfatórios.

Do ponto de vista da Deflexão máxima, observa-se que ao substituir o material convencional da Base pelos materiais Cerâmicos e de Concreto, a Deflexão máxima ocorrida na camada não ultrapassou o valor admissível de projeto.

Analisando os resultados de forma geral, observa-se que a adoção dos estudos demonstra que o emprego de RCD's nas camadas de base e sub-base de pavimentos é tecnicamente viável, economicamente atraente e bastante racional do ponto de vista ambiental.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Diagnósticos atual dos RCD's nas cidades de Campina Grande e João Pessoa

Em relação às características qualitativas dos RCD's, de acordo com Nóbrega (2002), os maiores constituintes dos entulhos do Município de Campina Grande são tijolos e argamassas com 34% e 28%, respectivamente. Estes dois materiais juntamente com a pedra, o concreto, as sobras de areia e a cerâmica são resíduos minerais que poderão ser triturados e reutilizados como agregado miúdo e graúdo. Em João Pessoa segundo estudo realizados pela EMLUR (PIGRCD-JP 2007), em duas obras em bairros distintos da cidade, apontam que em média 39% do resíduo tem origem de material proveniente de concretos e argamassas, 33% tem origem de material cerâmico, 27% são de material fino e 0,6% de outros origens.

Quanto às características quantitativas do volume de entulho, em Campina Grande não se dispõe de dados específicos para a totalidade desses resíduos na cidade, contudo, de acordo com dados da Secretaria de Obras e Serviços Urbanos do município são gerados 5.416ton./mês. Segundo relatórios obtidos junto a EMLUR (PIGRCD-JP 2007), estima-se que são gerados cerca de 9.985 ton./mês de RCD's em João Pessoa.

A lei municipal 11.176 de 11/10/2007, de iniciativa da Prefeitura Municipal de João Pessoa, instituiu sistema de gestão sustentável de RCD's e plano integrado para gerenciamento de RCD's de acordo com o previsto na resolução CONAMA 307/2002.

Nas visitas realizadas em obras das cidades de Campina Grande e João Pessoa não foi constatado, com exceção de poucas obras, nenhum gerenciamento destes resíduos. A maioria do entulho estava depositado inadequadamente no canteiro e completamente misturado, o que desfavorece uma possível reutilização, tendo em vista que é essencial a triagem desses resíduos ao longo de sua geração no decorrer das fases da obra. Tais observações estão detalhadas em: Fonseca (2007); Leite et al.(2007a); Leite et al. (2007b, 2008a, 2008b); Macêdo et al. (2008).

A realização de visitas técnicas com aplicação de questionários aos agentes envolvidos com RCD's foi à base da metodologia aplicada, necessária para identificar

principalmente o conhecimento e as ações de adequação a Resolução nº 307/2002 do CONAMA, em vigor desde Janeiro de 2003.

Todos os dados acima foram obtidos a partir da revisão de literatura, entrevistas e visitas técnicas e aplicação dos questionários.

Em Campina Grande e João Pessoa observou-se que somente 7% e 14%, respectivamente, dos responsáveis pela empresa (engenheiro civil, proprietário, estagiário, entre outros) têm conhecimento específico sobre RCD's, ou seja, a maioria possui um conhecimento superficial em decorrência da convivência com a geração do entulho, mas nunca realizou nenhum tipo de estudo sobre esse tema. O conhecimento sobre a quantidade gerada de entulho na obra, também surpreendeu, visto que em Campina Grande nenhum dos questionados tinha conhecimento dessa quantidade, e em João Pessoa o percentual foi de 64%, onde o restante (36%) tem uma idéia de quanto resíduo é gerado devido à quantidade de caçambas coletoras retiradas por semana da obra.

A cerca do conhecimento sobre a resolução do CONAMA nº 307/2002, em Campina Grande apenas 7% dos questionados, têm, realmente, conhecimento, sendo outros 64% referente a um conhecimento superficial e 29% nenhum. Observa-se que a maioria desse conhecimento se deu principalmente através de conversas informais. Esse é um dado bastante preocupante, pois um dos requisitos básicos para que se aplique um Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil no Município é o conhecimento da legislação que rege este plano, e se os principais envolvidos desconhecem esse fato tem-se um grande entrave para a agilidade na implementação das diretrizes da Resolução. Em João Pessoa um percentual de 82% afirma ter um conhecimento superficial da Resolução, o restante aponta ter conhecimento mais específico.

Falta orientação educacional sobre a questão e, assim sendo a população desconhece o problema e suas implicações no que diz respeito às conseqüências relativas a saúde pública e a poluição ambiental. Questões estas que podem ser continuamente agravadas, pois, as taxas positivas de crescimento da população estão sempre em ascensão.

Avaliação Mecânica

As massas específicas, absorção e desgaste Los Angeles obtidos para a porção graúda dos agregados e os valores obtidos para os materiais utilizados (concreto e cerâmica) de massa específica aparente seca máxima ($\gamma_s, \text{máx}$), umidade ótima ($h_{ót}$) e CBR ("Califórnia Bearing Ratio") estão listados na tabela 11 e tabela 12 abaixo.

Tabela 11 - Propriedades físicas dos agregados

MATERIAL PROPRIEDADES	CERAMICA	CONCRETO
Massa específica real (g/cm^3)	2.31	2.59
Massa específica Aparente (g/cm^3)	1.95	2.30
Absorção (%)	7.9	4.7
desgaste Los Angeles (%) - Faixa C	39	38

Tabela 12 - Compactação e CBR

MATERIAL	COMPACTAÇÃO Proctor Intermediário		CBR (%)
	$\gamma_s, \text{máx}$ ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)	$h_{ót}$ (%)	
CERAMICA A	1.673	15.3	67
CERAMICA B	1.766	12.0	60
CERAMICA C	1.772	11.0	64
CONCRETO A	1.899	14.2	85
CONCRETO B	1.956	12.6	100
CONCRETO C	1.980	11.0	100

Os dados de deformabilidade obtidos para os materiais ensaiados estão apresentados na Tabela 13.

Tabela 13: Módulos de Resiliência (MR)

MATERIAL	$MR = k_1 \sigma_3^2 \sigma_d^3$ (kgf/cm^2)		
	k_1	k_2	k_3
CERAMICA A	2.309	0.43	0.05
CERAMICA B	3.716	0.50	0.01
CERAMICA C	2.312	0.38	0.11
CONCRETO A	9.277	0.37	-0.01
CONCRETO B	7.991	0.04	0.01
CONCRETO C	2.815	0.23	0.01

σ_3 = pressão confinante; σ_d = tensão desvio

A verificação da viabilidade técnica para utilização dos RCD's foi avaliada através de análise mecânica da estrutura de pavimento da pista nova da BR232-PE no

trecho Caruaru – São Caetano, ($N = 4,2 \times 10^7$) concluída em 2007, estudando a substituição do agregado convencional formador da base (e sub-base) do pavimento por estes agregados artificiais.

Foi empregado o programa FEPAVE2 utilizando os módulos de resiliência dos materiais determinados nos ensaios dinâmicos. Pode-se definir através da análise mecânica a deflexão máxima, a tensão vertical no subleito e da tensão de tração na fibra inferior do revestimento asfáltico. Desta forma, determinando a estrutura que venha a atender ao número de eixos equivalentes de referência, assegura-se a expectativa de vida do pavimento avaliado. A estrutura empregada para análise está apresentada na **Figura 38**.

Para determinação dos valores admissíveis foram adotados os seguintes critérios:

- Deflexão máxima admissível (D_{adm}) medida na superfície do pavimento segundo o DNER PRO-269/94 (Eq. 2)

$$D_{adm} = 10^{(3,148 \times 0,188 \times \log NP)} \quad \text{Eq. 2}$$

Sendo: N = número de repetições do eixo padrão

- Diferenças de tensões ($\Delta\sigma$) na fibra inferior da camada de Binder (Eq 3):

$$N_{binder} = 2825 \Delta\sigma (MPa)^{-3,64} \quad \text{Eq. 3}$$

Foi considerado um fator campo-laboratório de $f_o = 104$ considerando como critério de ruptura trincamento em 20% do revestimento em CBUQ.

- Tensão vertical (σ_v) admissível vertical no topo do subleito (Eq. 4):

$$\sigma_v = \frac{0,006 M_{r_{Sub}}}{1 + 0,7 \times \log N} \quad \text{Eq. 4}$$

Os parâmetros de análise determinados estão apresentados na Tabela 14. Verifica-se pela tabela citada que a exceção da deflexão máxima no cenário onde os RCD's substituem a sub-base, o desempenho dos agregados reciclados é semelhante ou superior ao projeto já implantado na rodovia.

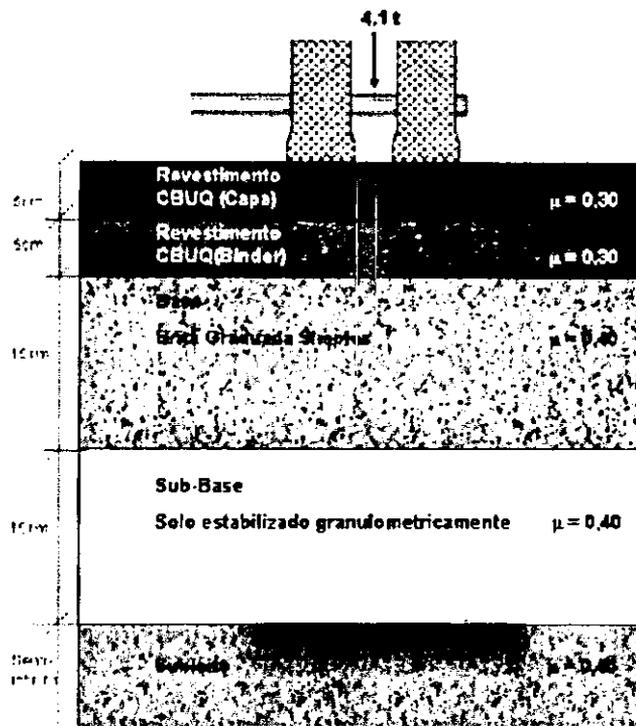


Figura 38 – Estrutura de Pavimento BR232 - PE

Tabela 14 – Parâmetros para análise mecânica

VALORES ADMISSÍVEIS	PARÂMETROS DE COMPORTAMENTO		
	D_o	$\Delta\sigma$	σ_v
	(0.01mm)	(kgf/cm ²)	(kgf/cm ²)
REFERENCIAL COMPARATIVO BASE DE BRITA GRADUADA BR 232 PE	51	9.0	0.47
MATERIAL	50	6.9	0.13
	RCD SUBSTITUINDO A BASE		
CERÂMICA FAIXA A	51	7.0	0.130
CERÂMICA FAIXA B	49	6.8	0.126
CERÂMICA FAIXA C	50	6.9	0.125
CONCRETO FAIXA A	38	5.4	0.087
CONCRETO FAIXA B	29	4.0	0.047
CONCRETO FAIXA C	42	6.0	0.108
	RCD SUBSTITUINDO A SUB-BASE		
CERÂMICA FAIXA A	62	7.9	0.115
CERÂMICA FAIXA B	60	7.7	0.117
CERÂMICA FAIXA C	61	7.8	0.113
CONCRETO FAIXA A	53	7.2	0.126
CONCRETO FAIXA B	48	6.8	0.122
CONCRETO FAIXA C	56	7.4	0.123

CONCLUSÕES

De acordo com a pesquisa realizada nas diversas fontes, observou-se que houve pequenos aumentos no percentual de municípios brasileiros com serviços de Saneamento básico. Ainda segundo a pesquisa, o sistema de incineração do lixo vem sendo abandonado e, o destino final dado ao Lixo no Brasil é em sua maioria os Aterros sanitários, sendo mais de 69% de todo o lixo coletado no Brasil enviado para Aterros sanitários e/ou controlados, permitindo concluir que um grande percentual do lixo brasileiro deixa de ser reaproveitado em processos mais simples e rentáveis.

Observam-se aumentos sucessivos nas quantidades de lixo coletado ao analisarmos as grandes regiões, exceto para a região Norte, onde a quantidade de lixo coletado diminui diariamente segundo as informações da ABRELPE. Nas macroregiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste, estão os maiores desafios do Brasil, onde os resíduos coletados são destinados na maioria das vezes de forma inadequada. Verificou-se também que a grande maioria dos municípios, destina no máximo 5% do orçamento municipal para a execução dos serviços de Limpeza urbana e/ou Coleta de Resíduos Sólidos.

De qualquer forma, nota-se uma tendência de melhora da situação da disposição final do lixo no Brasil nos últimos anos, que pode ser creditada a maior consciência da população sobre a questão da limpeza urbana, a forte atuação do Ministério Público, a força e o apelo popular, a liberação de recursos do governo federal para o setor e apoio de alguns governos estaduais.

Apesar de todas estas forças positivas, ainda não foi atingida a qualidade desejada de destinação final do lixo urbano no Brasil. Verificou-se que das cerca de 170.000 toneladas diárias geradas no país, pouco mais de 140.000 toneladas são coletadas, e que apenas 8,4%, dos municípios, em número, pesam efetivamente em balanças o lixo coletado. Nos demais municípios a produção de lixo é estimada.

Os Resíduos da Construção Civil (RCD) atingem a surpreendente casa das 70.000 toneladas por dia. Apenas 39 % dos municípios brasileiros dão destino e tratamento adequados aos RSU (Resíduos Sólidos Urbanos).

Com relação às legislações vigentes no País, observa-se que em âmbito nacional, a legislação brasileira é bem elaborada em sua essência. Entretanto não há uma política voltada especificamente para a questão dos resíduos sólidos.

Existem hoje no país, leis que regulamentam a questão dos resíduos sólidos com relação aos impactos que eles provocam no meio ambiente e que definem as diretrizes para a reciclagem e aplicação dos resíduos reciclados dos mais diversos modos. No entanto, a própria constituição estabelece que a gestão dos resíduos é de competência dos municípios. Há também, as Resoluções do CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente), as Estaduais e Municipais e algumas resoluções da ANVS (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) que referem-se à resíduos.

Através da pesquisa realizada em Campina Grande verificou-se que existe apenas um local oficial de destinação final dos Resíduos gerados na cidade, onde são depositados até mesmo os Resíduos dos Serviços de Saúde sem nenhuma distinção e a céu aberto, conhecido como “O Lixão de Campina Grande”, foco de impactos ambientais, doenças e local de degradação social.

Apesar da forte potencialidade de reaproveitamento dos resíduos, em torno de 80%, verificou-se que a cidade de Campina Grande não explora a reciclagem dos materiais, deixando de faturar milhões de reais anualmente.

Analisando os resultados apresentados e considerando as observações decorrentes do diagnóstico obtido conclui-se que o estado da Paraíba, assim como na maior parte da federação, necessita do estabelecimento de políticas públicas para tratamento de resíduos sólidos urbanos, particularmente os resíduos da construção e demolição. Esta deficiência desencoraja as gestões municipais, que por sua vez responde sozinha pelo o problema, sem ter a menor orientação técnica e contando apenas com recursos do orçamento municipal, faz com que a situação se agrave cada vez mais.

A implementação de programas de gestão integrada de resíduos sólidos nos municípios certamente contribuirá para a melhoria das condições sanitárias com conseqüente redução de impactos sociais, econômicos e ambientais.

A caracterização mecanística dos agregados reciclados para uso em pavimentação apresentada objetivou atender a três aspectos: técnico, econômico e sócio-ambiental.

O uso dos agregados reciclados de RCD estudados nesta pesquisa é viável tecnicamente, economicamente motivador, ambientalmente benéfico.

REFERÊNCIAS

- **ABNT NBR 10004: Resíduos sólidos – classificação.** Rio de Janeiro, 2004.
- **ABNT NBR 15116 - Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil. Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural. Requisitos.**
- **ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS – ABRELPE. “Panorama dos Resíduos Sólidos”– 1ª edição, 2003.**
- **ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS – ABRELPE. “Panorama dos Resíduos Sólidos”– 2ª edição, 2004.**
- **ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS – ABRELPE. “Panorama dos Resíduos Sólidos”– 3ª edição, 2005.**
- **ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS – ABRELPE. “Panorama dos Resíduos Sólidos”– 4ª edição, 2006.**
- **ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS – ABRELPE. “Panorama dos Resíduos Sólidos”– 5ª edição, 2007.**
- **ÂNGULO, Sérgio Cirelli. - Variabilidade de agregados graúdos de resíduos de construção e demolição reciclados. 2000. 155f. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (PCC), São Paulo, 2000.**
- **BUTTLER, A M., 2003 - Concreto com agregados graúdos reciclados de concreto . influência da idade de reciclagem nas propriedades dos agregados e concretos reciclados.. 199 f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.**

- **CARNEIRO, FABIANA P.** – Diagnóstico e ações da atual situação dos resíduos de construção e demolição na cidade do Recife, João Pessoa UFPB/CT – Dissertação de mestrado. João Pessoa/PB. 2005.
- **CHUNG, Y. C. ; NEETHLING B.** - Viability of Anaerobic Digester Sludge - March/April 1990.
- **CONAMA** - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos sólidos da construção civil. Artigo 3º Inciso de I a IV da resolução 307 de 05/07/2002. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/>
- **CRUZ, ANDRÉ LUIZ MARCELO DA** – A Reciclagem dos Resíduos Sólidos Urbanos: Um Estudo de Caso – Dissertação de mestrado. Florianópolis/SC, 2002.
- **DAROUS, JOÃO.** Estudo comparativo entre sistemas de cálculo de tensões e deformações utilizados em dimensionamento de pavimentos asfálticos novos..(COPPE/ UFRJ, M.Sc..Engenharia Civil. 2003).
- **DNER-ES 303/97** - Base estabilizada granulometricamente.
- **DNER-ME 035/98.** Agregados. Determinação da abrasão. Los Angeles.
- **DNER-ME 083/98.** Agregados. Análise granulométrica.
- **DNER-ME 131/94.** Solos. Determinação do módulo de Resiliência.
- **DNER-ME 162/94** - Solos. Ensaio de compactação utilizando amostras trabalhadas.
- **FERNANDES, C. G** - Caracterização Mecânica de Agregados Reciclados de Resíduos de Construção e Demolição Para Uso em Pavimentação dos Municípios do Rio de Janeiro e de Belo Horizonte - COPPE/UFRJ, M. Sc., 2004. Tese de mestrado. 2004.

- **FLORENCIO, L. ; KATO, MARIO T. ; ARANTES, RICARDO F.M.(1999) -**
Pós-tratamento de efluente anaeróbio em reator EGSB com lodo Floculento -
Universidade Federal de Pernambuco.
- **FUNASA- Fundação Nacional de Saúde**
- **IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2002. – “Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – PNSB – 2000”,** Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão – IBGE – Diretoria de Pesquisas – Departamento de População e Indicadores Sociais.
- **JOHN, VANDERLEY M., 2000. Reciclagem de Resíduos na Construção Civil:Contribuição a metodologia de pesquisa e desenvolvimento- Tese para obtenção de título de Livre Docente Escola Técnica da USP, São Paulo, SP.**
- **GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA AMAZÔNIA.** Consultado dia 20/05/2008. Disponível em:
<http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/>
- **GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA.** Consultado dia 20/05/2008. Disponível em: < <http://www.paraiba.pb.gov.br/>>
- **LEITE, HOSANA E.A.S.; VIEIRA NETO, J.M.; MONTEIRO, VERUSCHKA E.D.; SILVA, SALOMÃO A. –** Composição gravimétrica dos Resíduos Sólidos Urbanos da cidade de campina grande-PB. In: XIII SILUBESA - Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2008, Belém-PA. XIII SILUBESA - Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2008. Belém-PA.
- **LEITE, VALDERI DUARTE; OLIVEIRA, SUSIENE A.; PRASAD, SHIVA; SILVA, SALOMÃO A.; RIBEIRO, MARIA DENISE. –** Caracterização física e química dos resíduos sólidos domiciliares da cidade de campina grande, PB- 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2007, Belo Horizonte - MG.

- LEITE, VALDERI DUARTE; SILVA, SALOMÃO A.; SOUSA, JOSÉ TAVARES; LOPES, WILTON SILVA; MESQUITA, ELIANA M. N. – Análise quali-quantitativa dos resíduos sólidos urbanos produzidos pela população da cidade de campina grande, PB- 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2007, Belo Horizonte-MG.
- LIMA, JOSÉ DANTAS - A Gestão Integral de Resíduos Sólidos e a busca do Consumo Consciente? - www.sudema.pb.gov.br/arq/ARTIGO_JORNAL.doc
- LIMA, FRANCISCO S. N. DE S. – Aproveitamento de resíduos de construção na fabricação de argamassas – Dissertação de mestrado. João Pessoa/PB. 2005.
- MACÊDO, J. A. G., 1996. Interpretação de Ensaio Deflectométricos para Avaliação Estrutural de Pavimentos Flexíveis- A Experiência com FWD no Brasil., Tese de D.Sc. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- MOTTA, R.J - Estudo laboratorial de agregado reciclado de resíduos sólido da construção Civil para aplicação em pavimentos de baixo volume de tráfego. – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. Dissertação de Mestrado, 2005.
- NÓBREGA, A. R. S. - Contribuição ao diagnóstico da geração de entulho da construção civil no município de Campina Grande, PB. Universidade Federal da Paraíba – Campos II. Dissertação de Mestrado, 2002.
- PNAD- Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios.
- PNSB- Pesquisa Nacional de Saneamento Básico.
- PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO. PMSP/SP ETS – 001/2003. Disponível em:
http://ww2.prefeitura.sp.gov.br/arquivos/secretarias/infraestruturaurbana/normas_tecnicas_de_pavimentacao/pmspets0012003.pdf

- **PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINA GRANDE.** Disponível em:
< <http://www.pmcg.pb.gov.br/>>
- **RESÍDUOS SÓLIDOS – Noções Básicas – guia de pesquisas.** Disponível em:
< <http://www.ecolnews.com.br/lixo.htm>>
- **RIBEIRO, MARIA DENISE –** Reciclagem de Metais e Plásticos Produzidos no Centro Comercial e no Lixão da Cidade de Campina Grande - PB – Dissertação de mestrado. Campina Grande/PB, 2005.
- **ROCHA, E. G. A –** Os Resíduos Sólidos de Construção e Demolição: gerenciamento, quantificação e caracterização. Um estudo de caso no Distrito Federal. 2006. Tese de mestrado UNB
- **SNIS-** Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento.
- **SOSUR-** Secretaria de Obras e Serviços Urbanos de Campina Grande.
- **SOUZA JUNIOR, J.D. –** O efeito da energia de compactação em propriedades dos solos utilizados na pavimentação do estado do ceará, Tese de M.Sc, Programa de Mestrado em Engenharia de Transporte/UFCE, 2005.
- **VAZOLLER, R. F.; PESSIN, N. e POVINELLI, J. -** Avaliação de uma metodologia para obtenção de fungos anaeróbios celulolíticos a partir de amostras provenientes de dois ecossistemas distintos: rúmen e aterro sanitário. In: 51ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. Porto Alegre, jul. 1999.
- **WIKIPEDIA –** enciclopédia - Definição RESÍDUO. Disponível em:
<http://pt.wikipedia.org/wiki/Lixo>

Fabrizio Ribeiro Moreira

FABRIZIO RIBEIRO MOREIRA

(Estagiário)

Cacildo Medeiros Brito Cavalcante

CACILDO MEDEIROS BRITO CAVALCANTE

(Engº Responsável)

João Batista Queiroz de Carvalho

JOÃO BATISTA QUEIROZ DE CARVALHO

(Orientador)