

**III-198 - ANÁLISE DA CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS
DO MUNICÍPIO DE SOLEDADE-PB****Adriano Oliveira da Silva⁽¹⁾**

Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba.

Gustavo Luiz Araújo Souto Batista

Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba e em Engenharia Civil pela Faculdade Maurício de Nassau.

Camila Bonfim Miranda

Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba.

Flávio Santos Oliveira

Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba.

Keila Machado de Medeiros

Engenheira de Materiais pela Universidade Federal de Campina Grande - UFCG. Química Industrial e Licenciada em Química pela Universidade Estadual da Paraíba - UEPB. Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Sociedade de Ensino Superior e Assessoria Técnica - SESAT. Mestre e Doutora em Ciência e Engenharia de Materiais pela UFCG. Professora da UEPB.

Endereço⁽¹⁾: Rua Amélia Machado da Nóbrega, 144 - Centro - Massaranduba - PB - CEP: 58120-000 - Brasil
- Tel: (83) 8842-6104 - e-mail: adriano_able@hotmail.com**RESUMO**

As pessoas estão consumindo uma infinidade de produtos difíceis ou impossíveis de serem degradados. Com isso, a produção de resíduos sólidos urbanos (RSU) aumenta, contaminando e destruindo o solo, o subsolo, a água e o ar. A grande maioria não se preocupa para onde ele vai ou o que vão fazer com ele, o que fatalmente provoca um acúmulo de RSU no meio ambiente, alterando a qualidade de vida de todos os seres vivos. Este trabalho tem por objetivo apresentar a caracterização física dos resíduos sólidos urbanos domiciliares do Município de Soledade. Entre as características dos resíduos sólidos existentes, as físicas são as de maior relevância para a gestão dos resíduos sólidos urbanos. Isso se deve ao fato de que essas características facilitam na escolha e dimensionamento de alternativas de tratamento e disposição final dos resíduos. A caracterização física dos resíduos sólidos domiciliares consiste em analisar os diferentes tipos de materiais que são encontrados nos resíduos das residências como: plásticos, papéis, vidro e matéria orgânica. Os dados aqui descritos foram obtidos no Plano de Resíduos Sólidos de Soledade. A análise gravimétrica da distribuição percentual dos resíduos sólidos doméstico no município apresentou uma quantidade expressiva de materiais potencialmente recicláveis no lixão, podendo ocasionar problemas de contaminação, elevando os custos do transporte e destinação e contribuindo para a redução da vida útil do lixão que já está comprometida. Um modo para solucionar a questão do gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos do município seria a implantação de um aterro sanitário para tratar os seus resíduos de forma conveniente e dando a destinação correta. Outras maneiras para minimizar a geração de resíduos sólidos seria o exercício do bom senso, aliado com a educação ambiental e o treinamento de profissionais especializados da área sanitária e ambiental, e consequentemente o esclarecimento da população, e a implantação da coleta seletiva.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos Sólidos, Composição gravimétrica, Gerenciamento dos resíduos.**INTRODUÇÃO**

O crescimento industrial e populacional, desenvolvimento tecnológico e o apressado processo de urbanização transformaram o espaço geográfico brasileiro. Somado a mudanças de hábitos e de consumo provocou e vem provocando diversos problemas ambientais. A preocupação com a degradação ambiental ganhou força em meados dos anos 50.

A década de 60 foi marcada por intensas manifestações populares, que proporcionavam algumas reivindicações, denúncias e protestos contra a degradação ambiental e em defesa da natureza (DIAS, 2003). Segundo a ABNT (2004), resíduos sólidos são todos os resíduos no estado sólido ou semi-sólido que resultam da comunidade, de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviço e de varrição.

Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistema de tratamento de água. Aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente viáveis em face à melhor tecnologia disponível.

A conscientização da sociedade é fundamental para que se possa tratar devidamente da problemática dos resíduos sólidos. Neste contexto, sente-se a necessidade de contribuir com o tema enfocando um dos aspectos, a busca pela minimização dos problemas através da segregação dos resíduos no seu local de geração. A preocupação com o destino dos resíduos sólidos tem que partir de todos. A sociedade tem que se sentir responsável pelos resíduos que gera (GOMES et al., 2004).

De acordo com Prandini et al. (1995) são 241.614 toneladas de resíduos sólidos urbanos produzidos diariamente no Brasil, onde cerca de 90.000 toneladas por dia são de resíduos sólidos domésticos (algo em torno de 32 milhões de toneladas por ano) dispostos, a maioria, a céu aberto.

Apesar de existir diversas maneiras de tratamento e disposição final dos resíduos, no Brasil, em número de municípios, os resultados levantados pela PNSB (IBGE, 2010), não são favoráveis pois 63,6% utilizam lixões e 32,2%, aterros adequados (13,8% sanitários e 18,4% aterros controlados), sendo que 5% não informaram para onde vão seus resíduos.

Assim, até um período recente, o importante na gestão dos resíduos sólidos municipais era a limpeza urbana, a retirada periódica do lixo. Hoje em dia, porém, não é mais a evacuação para fora-da-cidade, para uma destinação final incerta, que é prioritária, mas o aterramento sanitário do lixo. O fato do aterramento dos detritos ter-se tornado prioritário revela a transição de uma engenharia “sanitária” (MELOSI, 2000) a uma engenharia “ambiental” (BARRAQUÉ et al., 2008).

O lixão é uma mera disposição do lixo a céu aberto, sem nenhum critério sanitário de proteção ao ambiente, que contamina a água, o ar e o solo, pois a decomposição do lixo sem tratamento produz chorume, gases e favorece a proliferação de insetos (baratas, moscas), ratos e germes patológicos que são vetores de doença. O lixão traz ainda mais um problema: atraem a população mais carente e desempregada, que passa a se alimentar dos restos encontrados no lixo e a sobreviver dos materiais que podem ser vendidos (FERREIRA, 2001).

A questão do lixo é apresentada como um dos maiores desafios a ser enfrentado, principalmente pelas Administrações Públicas. Porém, o problema maior são as medidas paliativas e impactantes adotadas, como a de afastar dos olhos e das narinas esse incômodo e apresentar uma falsa solução à população (GOUVEIA, 1999). Enquanto isso, na região receptora do lixo está o homem, no posto de separador de lixo, à espera da matéria-prima que possibilite a sua sobrevivência, convivendo com urubus, insetos, ratos e suscetível a doenças que através dele voltarão depois para os centros urbanos (TEIXEIRA, 1999).

Atualmente, vivemos num ambiente onde a natureza é profundamente agredida. Toneladas de matéria-prima, provenientes dos mais diferentes lugares do planeta, são industrializados e consumidos gerando rejeitos e resíduos, que são comumente chamados lixo. Segundo dados do Ministério do Meio Ambiente, o Brasil produz, em média, 90 milhões de toneladas de lixo por ano e cada brasileiro gera, aproximadamente, 500 gramas de lixo por dia, podendo chegar a mais de 1 kg, dependendo do local em que mora e do poder aquisitivo (LIMA, 2007).

Para que os programas de coleta seletiva municipais sejam mais eficientes, é indispensável que se façam estudos prévios sobre a composição física dos resíduos sólidos gerados em cada cidade do país. A determinação da composição física dos resíduos sólidos produzidos por uma população é de primordial importância para qualquer projeto relacionado à gestão dos resíduos sólidos (OLIVEIRA, 1999).

Com esses resultados, encontram-se dados sobre os tipos de materiais com maior potencial de reciclagem no município de Soledade. A partir da determinação da composição física dos resíduos sólidos são possível elaborar projetos que visem o aproveitamento dos materiais potencialmente reaproveitáveis. No entanto, observa-se uma grande dificuldade em se fazer a caracterização física dos resíduos sólidos urbanos, visto que o manejo desses materiais torna-se uma tarefa complexa pela quantidade e heterogeneidade de seus componentes. E, as técnicas de amostragem utilizadas nem sempre são adequadas para as diversas realidades encontradas nos municípios brasileiros.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi analisar a caracterização física dos RSU gerados no Município de Soledade, especificamente a composição gravimétrica e a geração per capita.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado no lixão municipal localizado a aproximadamente 2,5 Km do centro. Utilizou-se uma amostra de 1.000 L retirada do caminhão, com auxílio de tambores de 200 L, podendo ser visto na Figura 1.



Figura 1: Tambor de 200 L utilizado para a seleção amostral da composição Gravimétrica dos resíduos sólidos domésticos (RSD) do município de Soledade – PB em 23/04/2013 e 23/05/2013.

Após a escolha da amostra de 1.000 L retirada do caminhão recém chegado ao lixão, em uma hora, procedeu-se com a retirada dos resíduos contidos dentro dos sacos plásticos e homogeneização, conforme apresentado na Figura 2.



Figura 2: Rompimento dos sacos para homogeneização da amostra. Soledade-PB em 23/04/2013 e 23/05/2013.

Para iniciar o procedimento da pesagem, foi necessário ocorrer o quarteamento (NBR 10.007) da amostra de 1.000 L, que foi misturada e dividida em quatro partes e, posteriormente, ocorreu o descarte de duas partes, permanecendo as partes com aparência mais representativa, podendo ser visualizado na Figura 3.



Figura 3: Processo de quarteamento. Soledade-PB em 23/04/2013 e 23/05/2013.

A partir desse ponto, houve a separação de cada tipo de resíduo e sua respectiva pesagem. O trabalho em questão foi realizado no município de Soledade – PB, situada a 186,2 Km de distância da capital de João Pessoa, a 521 m acima do nível do mar, tendo como coordenadas 7°03'26" Sul e 36°21'46" Oeste. A coleta de resíduos sólidos domésticos foi realizada em dias alternados (terças, quintas e sábados) na sede do município. No distrito de Bonsucesso não ocorreu nenhum tipo de serviço público relacionado ao manejo de resíduos sólidos.

Nos dias da coleta de RSD, a logística de transporte executou o serviço em duas etapas, transportando os resíduos pela manhã e no início da tarde para o lixão da cidade. Foi verificado que a coleta de RSD realizada em dias alternados abrangeu todas as localidades do município. Portanto, foram realizadas quatro medições, onde contemplou todos os setores do município.

A análise da determinação da composição gravimétrica dos RSD demonstrou quais as principais características dos resíduos que foram avaliados, bem como o tipo e a frequência dos materiais em média descartados pelas residências. Para a análise gravimétrica foi realizada a composição gravimétrica de todos os resíduos sólidos encontrados na amostra e dos resíduos sólidos domésticos, do bairro Centro realizada na manhã do dia 23/04/2013. Além disso, este mesmo procedimento foi adotado nas demais localidades do município, incluindo os bairros: Belo Vista, São José, Chico Pereira, Gouveião e Jardim Cruzeiro, na tarde do dia 23/05/2013.

Este mesmo estudo também foi realizado no Bairro Santa Tereza, na manhã do dia 04/07/2013. Posteriormente, foram observadas as correlações entre as coletas gravimétricas, levando em consideração toda a amostra proveniente dos resíduos sólidos, sem fazer distinção dos domésticos e materiais inertes. Portanto, foi observada correlações dos percentuais de orgânicos, rejeitos e recicláveis. Além disso, foi constatada nesta amostra a presença de uma maior quantidade de resíduos sólidos recicláveis se comparado com as demais amostras.

A partir desse estudo foi determinado qual o percentual de resíduos orgânicos, recicláveis e não recicláveis de forma amostral, contudo, extrapolando-se a análise para todo o resíduo doméstico produzido no município. Portanto, tomando como subsídio para as tomadas de decisões quanto ao planejamento futuro dos RSD e, especificamente, no dimensionamento da unidade de gerenciamento de RSD.

RESULTADOS OBTIDOS

Os resultados obtidos por meio da análise gravimétrica das três amostras de RSD, coletados no município de Soledade podem ser visualizados na Tabela 1.

Tabela 1: Composição gravimétrica dos RSD realizada em Soledade no período que compreenderam os dias: 23/04/2013, 23/05/2013 e 04/07/2013.

Material	Massa 1 (Kg)	Massa 2 (Kg)	Total (Kg)	Fração (%)	Gravimétrica (%)	Tipologia
Plástico Mole	20,700	16,750	37,45	9,88	38,2%	Recicláveis
Plástico Duro	21,60	18,80	40,40	10,66		
Papel	10,70	4,500	15,20	4,01		
Papelão	17,30	12,90	30,20	7,97		
Metal	10,10	3,90	14,00	3,69		
Vidro	6,60	1,00	7,60	2,01		
Borracha	0,20	---	0,20	0,05		
Material Orgânico	63,90	53,20	117,10	30,90	30,9%	Orgânicos
Fralda/Absorvente/Papel Higiênico	28,60	20,450	49,05	12,94	19,3%	Rejeitos
Roupas e Tecidos	18,500	2,950	21,45	5,66		
Sandálias/sapatos	2,50	---	2,50	0,66		
Terra/Entulho	43,85	---	43,85	11,57	11,6%	M. Inertes
Total	244,550	134,450	379,00	100	100%	

Analisando a Tabela 1, pode-se verificar um grande percentual de resíduos sólidos recicláveis de 38,2%, em segundo lugar estão os orgânicos com 30,9%, e em terceiro lugar estão os rejeitos com 19,3% e materiais inertes com 19,3%, que somados resultam no valor de 30,9%.

Os resultados da análise de composição gravimétrica para os RSD podem ser observados na Figura 4.

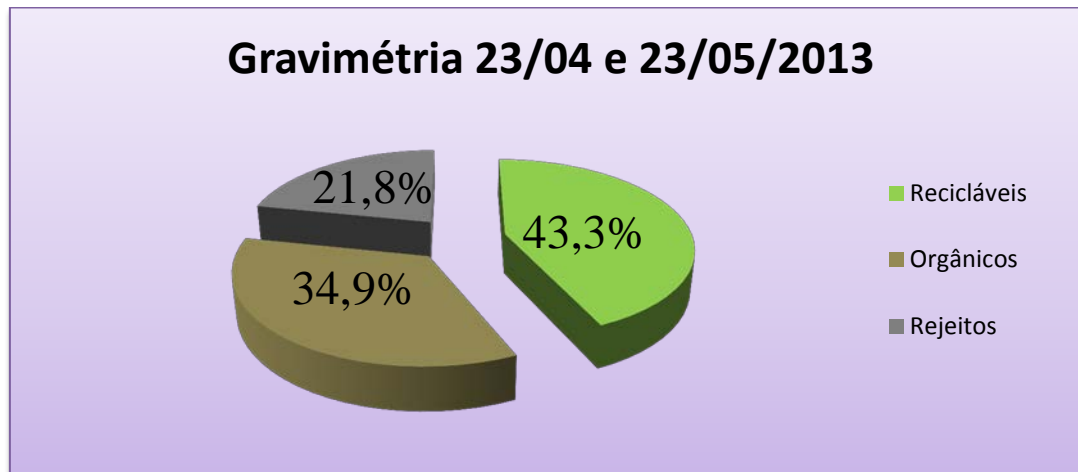


Figura 4: Características inerentes apenas dos RSD depositados no lixão de Soledade.

As informações contidas na Figura 4 revelam um grande percentual de 43,3% de resíduos recicláveis provenientes dos RSD que foram depositados no lixão de Soledade, demonstrando a importância de direcionar estes materiais para reciclagem, corroborando com o percentual de 38,2% de resíduos sólidos recicláveis obtidos na Tabela 1.

Considerando a massa específica dos RSD a partir da pesagem total realizada no dia 04/07/2013, que é de (138 Kg.m^{-3}) e com o volume máximo de capacidade do caminhão (comprimento = 4,9 m; largura = 2,5 e altura = 1,05 m) de $12,075 \text{ m}^3$, pode-se estimar a massa total semanal que é descarregada no lixão. Considerando que: os 3 dias de coleta de RSD, 4 viagem/dia o caminhão faz ao lixão, $12 \times 12,075 = 144,900 \text{ m}^3$ do volume total de resíduos sólidos por semana, $144,900 \text{ m}^3 \times 138 \text{ kgm}^{-3} = 19.996,200 \text{ kg}$ de massa estimada de RSD que é depositado por semana no lixão de Soledade.

De posse da contribuição de RSD gerado no período de uma semana, pode-se calcular a quantidade diária que é coletada e transportada para o lixão produzido pelos habitantes moradores da sede municipal. De acordo com o senso fornecido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 10.231 habitantes residem na sede do município de Soledade (IBGE, 2010). A partir destas informações foi possível calcular a quantidade de RSD *per capita* que chega ao lixão.

$$\text{Massa per capita} = \frac{\text{Massa semanal}}{\text{nº de dias da semana com coleta RSD} \times \text{nº de habitantes}}$$

Substituindo os valores, temos:

$$\text{Massa per capita} = \frac{19.996,200}{3 \times 10.231} = 0,651 \text{ kg.hab}^{-1}.\text{dia}^{-1}$$

Esse valor não significa que a quantidade gerada por cada habitante da sede municipal seja a determinada acima, mas a quantidade de RSD de cada pessoa que é coletado em cada domicílio, de RSD atualmente, e quanto são depositados no lixão da cidade. É válido ressaltar que o resíduo da saúde, da construção civil, da limpeza pública das ruas, das podas e daqueles provenientes dos distritos de Bonsucesso (que não são coletados) não foi inserido nos cálculos anteriores.

Portanto, se comparar a geração de resíduos sólidos urbanos, de acordo com a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2010), do estado da Paraíba de 0,916 Kg.dia⁻¹.hab⁻¹ com o valor de 0,651 Kg.dia⁻¹.hab⁻¹, percebe-se ainda que há grande probabilidade que parte do resíduo sólido doméstico tenha como destino outros locais, como por exemplo: os tambores que são espalhados pela cidade e locais ainda mais inapropriados do que o próprio lixão municipal. No entanto, se considerarmos toda a amostra colhida (RSD e materiais inertes) a média sobe para 0,759 Kg.dia⁻¹.hab⁻¹.

É importante destacar que as análises gravimétricas foram feitas em diferentes dias, semanas e meses. Portanto, estes períodos diferentes de análises da composição expõem melhor a variação média da disposição dos RSD na coleta pública de resíduos sólidos provenientes do município de Soledade.

CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

A análise gravimétrica da distribuição percentual dos resíduos sólidos doméstico no município apresentou uma quantidade expressiva de materiais potencialmente recicláveis no lixão, podendo ocasionar problemas de contaminação, elevando os custos do transporte e destinação e contribuindo para a redução da vida útil do lixão que já está comprometida.

Um modo para solucionar a questão do gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos do município seria a implantação de um aterro sanitário para tratar os seus resíduos de forma conveniente e dando a destinação correta.

Outras maneiras para minimizar a geração de resíduos sólidos seria o exercício do bom senso, aliado com a educação ambiental e o treinamento de profissionais especializados da área sanitária e ambiental, e consequentemente o esclarecimento da população, e a implantação da coleta seletiva.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Resíduos Sólidos – Classificação – P63. NBR 10004. São Paulo, 2004.
2. ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, 2010.
3. BARRAQUÉ, B.; JOHNSON, R. M. F.; BRITTO, A. L. N. P. The development of water services and their interaction with water resources in European and Brazilian cities. Hydrology and Earth System Sciences, v.12, 1153- 1164, 2008.
4. DIAS, G. F.. Educação ambiental: princípios e práticas. 8 ed. São Paulo: Gaia, 2003.

5. FERREIRA, J. A.; ANJOS L. A.. Aspectos de saúde coletiva e ocupacional associados à gestão dos resíduos sólidos municipais. Cadernos de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v.17, n.3, p.689-696, 2001.
6. GOMES E., SIEBEN A., FILHO W. P. Características dos Materiais da Coleta Seletiva de Resíduos Sólidos no Bairro Camobi/Santa Maria/RS. Ciência e Natura, UFSM, 26 (1): p. 83-100, 2004.
7. GOUVEIA, N. Saúde e meio ambiente nas cidades: os desafios da saúde ambiental. Saúde e sociedade, São Paulo, v.8, n.1, p.49-61, 1999.
8. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010.
9. LIMA, M. F. S. As lições que lixo traz: educação ambiental práticas de exercícios de cidadania. Monografia (Especialização em Educação Ambiental) – Universidade Candido Mendes, Rio de Janeiro, 2007.
10. LUNA FILHO, Eury P. A Coleta e a Disposição Municipal de Resíduos Sólidos: Gestão Integrada. Aspectos Administrativos, Jurídicos e Gerenciais. Brasília: CIORD e UnB, 2001.
11. MELOSI, M. V. The Sanitary City: Environmental Services in Urban America from Colonial Times to the Present. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press, 2000.
12. MONTEIRO, J.H.P; ZVEIBIL, V.Z. Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro: IBAM, 2001.
13. OLIVEIRA, S. et al. Caracterização física dos resíduos sólidos domésticos (RSD) da cidade de Botucatu/SP. Engenharia Sanitária e Ambiental, São Paulo, v. 4, n. 3/4, p. 113-116, 1999.
14. PRANDINI, Luiz Fernando et al. Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado. São Paulo: Instituto de Pesquisa Tecnológica (IPT) e Compromisso Empresarial para Reciclagem. 278p., 1995.
15. TEIXEIRA, E. N. Redução na fonte de resíduos sólidos: embalagens e matéria orgânica. Rio de Janeiro: PROSAB, 1999.