

# DENSIDADE APARENTE DE RESÍDUOS SÓLIDOS RECÉM COLETADOS

Michele Chagas da SILVA (1); Gemelle Oliveira dos SANTOS (2)

- (1) Graduanda e Bolsista de Iniciação do CNPq pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE, Av. Treze de Maio, 2081, Benfica, Fortaleza-CE, 60040531, e-mail: [micheledanf@hotmail.com](mailto:micheledanf@hotmail.com)  
(2) Professor Ms. do IFCE, Av. Treze de Maio, 2081, Benfica, Fortaleza-CE, 60040531, e-mail: [gemelle@ifce.edu.br](mailto:gemelle@ifce.edu.br)

## RESUMO

No aterro sanitário que recebe os resíduos sólidos urbanos (RSU) de Fortaleza-CE foi determinada a composição gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares (RSD). O objetivo desse trabalho foi estimar a densidade aparente em ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) de cada um dos materiais selecionados e recém coletados (matéria orgânica, papel/papelão, plástico filme, plástico rígido, trapos, borracha, tetra pak, metal, vidro, madeira e outros), tendo em vista, a importância deste parâmetro para propor um melhor dimensionamento de equipamentos, instalações, melhorias nos métodos de tratamento e destino final dos resíduos e uma possível previsão da vida útil de um dado aterro sanitário. Após 24 ensaios em amostras quarteadas de 250 kg, com o apoio de uma balança de plataforma de capacidade máxima de 150 kg e uma lona de  $12\text{m}^2$  foi possível determinar as seguintes densidades aparentes:  $1.213 \text{ kg}/\text{m}^3$  para a matéria orgânica,  $338 \text{ kg}/\text{m}^3$  para papel/papelão,  $240 \text{ kg}/\text{m}^3$  para outros (areia, entulhos, entre outros),  $224 \text{ kg}/\text{m}^3$  para plástico filme,  $135 \text{ kg}/\text{m}^3$  para plástico rígido,  $119 \text{ kg}/\text{m}^3$  para trapos,  $73 \text{ kg}/\text{m}^3$  para a borracha,  $60 \text{ kg}/\text{m}^3$  para tetra pak,  $53 \text{ kg}/\text{m}^3$  para metal,  $50 \text{ kg}/\text{m}^3$  para o vidro e  $41 \text{ kg}/\text{m}^3$  para a madeira. Extraindo-se uma média desses valores, tem-se que a densidade aparente média dos resíduos sólidos domésticos de Fortaleza é de  $231 \text{ kg}/\text{m}^3$ . Esses dados são primários e estão sendo aprofundados num estudo sobre a vida útil do aterro sanitário.

**Palavras-chave:** Resíduos sólidos, Aterros sanitários, Densidade aparente.

## 1. INTRODUÇÃO

De acordo com a Norma Brasileira - NBR 10.004 (ABNT, 2004), resíduos sólidos são aqueles nos estados sólidos e semi sólidos, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas 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 de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.

Para Calderoni (1997), a geração desses resíduos é uma consequência inevitável da produção mundial diária e segundo Oliveira e Peixoto Filho (2007) aspectos como o crescimento exponencial da população, principalmente urbana, e novos padrões de consumo têm ocasionado o aumento dessa geração.

Atualmente, aponta-se o aterro sanitário como uma das maneiras mais adequadas para a disposição final desses resíduos sólidos, já que se refere a uma técnica de engenharia, sendo projetado/operado com o objetivo de minimizar os impactos ambientais e à saúde pública (TCHOBANOGLIOUS e O'LEARY, 1994).

Para Rocha (2005) o conhecimento de parâmetros como a *geração de lixo por habitante* e a *composição físico-química* torna-se indispensável para a implantação de projetos adequados de manejo de resíduos. A densidade aparente, entendida como sendo a relação entre a massa (em kg) pelo volume ( $\text{m}^3$ ) também é uma variável importante, pois possibilita projetar os meios de coleta, tratamento e disposição final.

O objetivo deste trabalho foi estimar a densidade aparente em ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) dos resíduos sólidos domiciliares (RSD) recém coletados de Fortaleza, tendo em vista sua fundamental importância para o dimensionamento de equipamentos e instalações podendo através do conhecimento deste parâmetro prever a quantidade de resíduos depositados no aterro possibilitando melhorias nos métodos de tratamento e destino final dos resíduos sendo possível uma aproximada previsão da vida útil de um dado aterro sanitário. O estudo foi

realizado numa área cedida pelos técnicos do Aterro Sanitário que recebe os resíduos sólidos urbanos (RSU) da capital cearense e ressalta a importância que deve ser dada a investigação e ao monitoramento dos valores da massa volúmica de cada material no conjunto dos componentes dos resíduos sólidos urbanos em geral.

## 2. MATERIAL E MÉTODO

Os municípios de Fortaleza e Caucaia possuem um sistema compartilhado de coleta e de disposição final de resíduos sólidos: o Aterro Sanitário Metropolitano do Oeste de Caucaia (ASMOC).

O ASMOC ocupa uma área equivalente a 123 hectares, dos quais 78,47 são destinados ao recebimento e confinamento dos resíduos sólidos, dentre outros setores (SANTOS, 2007).

Conforme o IBGE (2002), só Fortaleza/CE produz 2.375 toneladas/dia de resíduos sólidos urbanos, porém, informações obtidas junto ao atual diretor da Empresa Municipal de Limpeza Urbana (EMLURB) apontam para 3.000 - 3.600 toneladas/dia.

Em campo, foram realizados 24 ensaios *in situ* referentes à determinação da composição gravimétrica dos resíduos domiciliares recém coletados. Os principais instrumentos utilizados nessa etapa foram uma balança de plataforma de capacidade máxima de 150 kg, uma lona de 12 m<sup>2</sup> e um tambor de 100 L (0,1m<sup>3</sup>).

As determinações envolveram amostras de 250 kg extraídas pelo processo mostrado na Figura 1 e seguindo recomendação da literatura quanto ao tamanho da amostra a ser analisada (Mandelli, 1997; Pasqualetto et al., 2006; Mattei e Escosteguy, 2007).

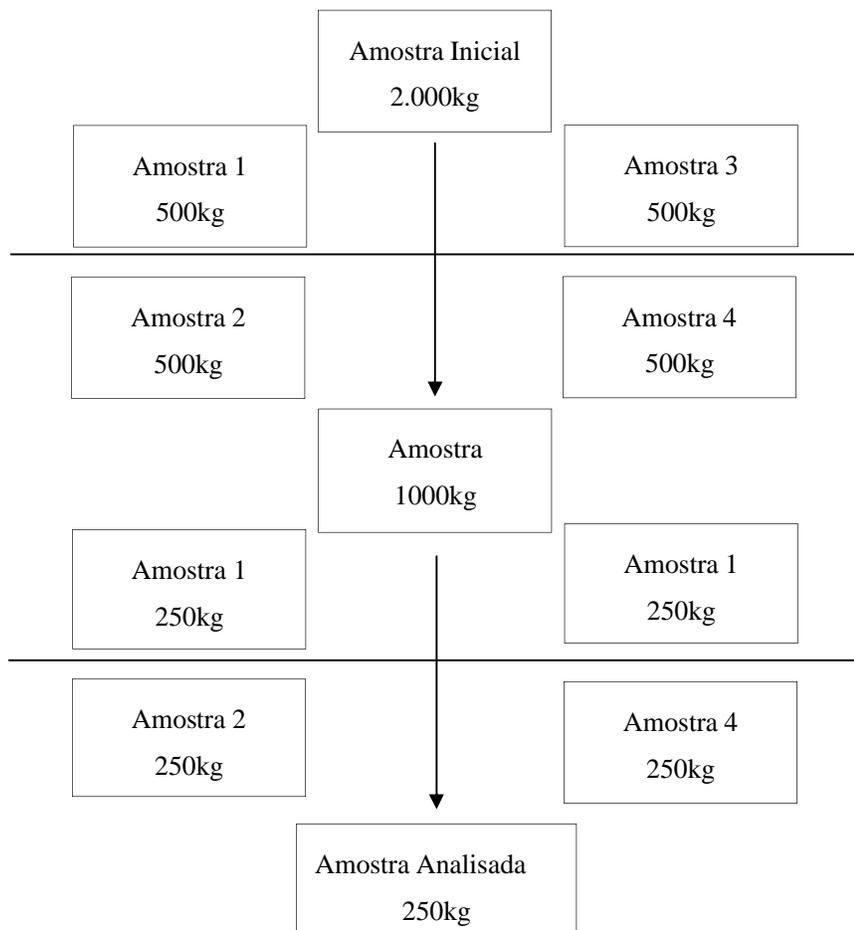


Figura 1 - Fluxograma do processo de extração das amostras

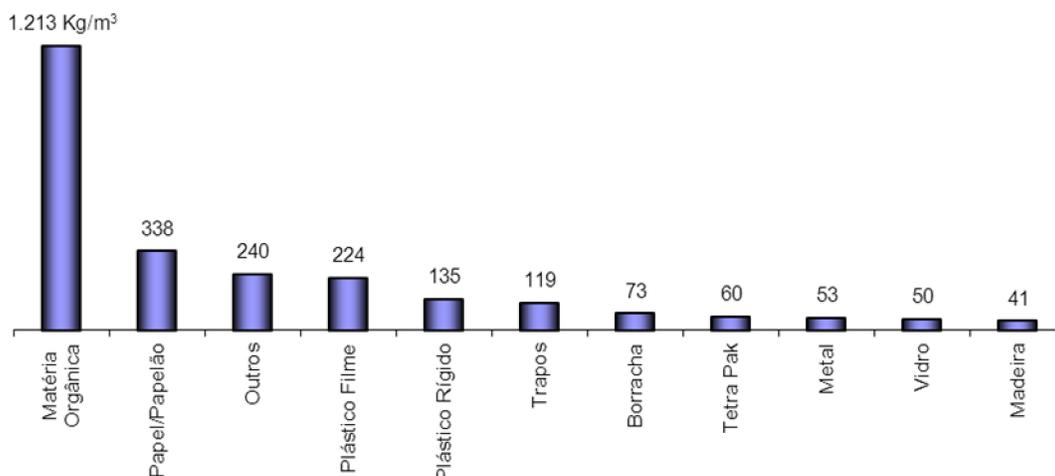
Para determinar a densidade aparente encheu-se o tambor de volume conhecido ( $0,1 \text{ m}^3$ ) com os resíduos sólidos e procedeu-se em seguida a pesagem. A densidade aparente é uma relação entre a massa da amostra pelo volume:  $\text{kg/m}^3$ .

Todos os ensaios aconteceram durante o segundo semestre de 2009, período considerado de estiagem, e em todos os dias de caracterização as atividades tiveram início às 14h00min e se estenderam até as 18h00min.

Os materiais foram separados em matéria orgânica, papel/papelão, plástico filme, plástico rígido, trapos, borracha, tetra pak, metal, vidro, madeira e outros.

### 3. RESULTADOS

Os resultados da densidade aparente média ( $\text{kg/m}^3$ ) dos diversos tipos de resíduos sólidos estão apresentados na Figura 2.



**Figura 2 - Densidade Aparente média por tipo de material nos resíduos de Fortaleza-CE**

Como se observa, encontrou-se para cada material em estudo valores médios de  $1.213 \text{ kg/m}^3$  para a matéria orgânica,  $338 \text{ kg/m}^3$  para papel/papelão,  $240 \text{ kg/m}^3$  para outros (areia, entulhos, entro outros),  $224 \text{ kg/m}^3$  para plástico filme,  $135 \text{ kg/m}^3$  para plástico rígido,  $119 \text{ kg/m}^3$  para trapos,  $73 \text{ kg/m}^3$  para a borracha,  $60 \text{ kg/m}^3$  para tetra pak,  $53 \text{ kg/m}^3$  para metal,  $50 \text{ kg/m}^3$  para o vidro e  $41 \text{ kg/m}^3$  para a madeira.

A Tabela 1 traz os valores máximos e mínimos encontrados e os valores dos desvios padrões para a densidade aparente de cada material selecionado.

**Tabela 1 - Valores Máximos, Mínimos e Desvio Padrão da Densidade Aparente dos Resíduos de Fortaleza-CE**

Material	Valor Máximo ( $\text{kg/m}^3$ )	Valor Mínimo ( $\text{kg/m}^3$ )	Desvio Padrão
Matéria Orgânica	1.424	1.025	106
Papel/Papelão	400	266	38
Plástico Filme	463	125	22
Trapos	261	192	59
Borracha	210	33	14
Madeira	220	48	20
Plástico Rígido	120	58	54
Embalagem Tetra Pak	85	49	10
Metais	95	19	27
Vidros	100	25	19
Outros	75	10	107

Como se observa a densidade aparente da matéria orgânica variou de 1.025 a 1.424 kg/m<sup>3</sup>, do papel/papelão variou de 266 a 400 kg/m<sup>3</sup>, do 'outros' (areia, entulhos, entre outros) variou de 10 a 75 kg/m<sup>3</sup>, do plástico filme variou de 125 a 463 kg/m<sup>3</sup>, do plástico rígido variou de 58 a 120 kg/m<sup>3</sup>, do 'trapos' variou de 192 a 261 kg/m<sup>3</sup>, da borracha variou de 33 a 210 kg/m<sup>3</sup>, do treta pak variou de 49 a 85 kg/m<sup>3</sup>, do metal variou de 19 a 95 kg/m<sup>3</sup>, do vidro variou de 25 a 100 kg/m<sup>3</sup> e da madeira variou de 48 a 220 kg/m<sup>3</sup>.

Extraindo-se uma média total dos valores médios de cada material, tem-se que a densidade aparente média dos resíduos sólidos domésticos recém coletados de Fortaleza é de 231 kg/m<sup>3</sup>. Este valor, além de caracterizar baixa compactação, pode ser comparado à literatura (Tabela 2).

Os valores encontrados nesse estudo estão bem próximos da literatura: Mercedes (1997), Carneiro et al. (2000), Lima e Surluiga (2000), IBAM (2001), Russo (2003), Ranuci (2008) - Tabela 2.

**Tabela 2 - Valores da Densidade Aparente Média (kg/m<sup>3</sup>) na Literatura**

<b>Autor(es)/Ano</b>	<b>Densidade Aparente (kg/m<sup>3</sup>)</b>
Mercedes (1997)	150
Carneiro et al. (2000)	239
Lima e Surluiga (2000)	198
IBAM (2001)	230
Russo (2003)	250
Ranuci (2008)	173

Pela Tabela 2 o valor encontrado nesse estudo está dentro dos intervalos encontrados na literatura.

#### **4. CONCLUSÕES**

Os resultados permitem concluir que:

- (i) a densidade aparente dos RSD de Fortaleza-CE está dentro dos intervalos da literatura;
- (ii) a compactação desses resíduos no ASMOC é fundamental para garantir sua vida útil;
- (iii) a fração de recicláveis desperdiçada ainda é grande;

#### **5. AGRADECIMENTOS**

A equipe gostaria de agradecer ao pessoal do ASMOC e ao IFCE pela bolsa de iniciação científica concedida.

#### **REFERÊNCIAS**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 10004**: Resíduos sólidos - classificação. Rio de Janeiro, 2004.

CALDERONI, S. **Os Bilhões Perdidos no Lixo**. São Paulo: Humanitas Editora / FFLCH / USP, 1997.

CARNEIRO, P. F. N.; CABRAL, F. A. S.; SOUZA F. C.; SOUZA, I. M. F.; SANTOS M. **Manejo dos resíduos sólidos gerados no município de Benevides, estado do Pará - modelo para municípios com populações de até 100.000 habitantes na região amazônica**. In: XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES, 2000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL - IBAM. **Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos**. Rio de Janeiro, 2001.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico**: 2000. Departamento de População e Indicadores Sociais. Rio de Janeiro, 2002.

LIMA, M. W.; SURLIUGA, G. C. **Análise das características do lixo domiciliar urbano do Município do Rio de Janeiro**. In: XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, Porto Alegre-RS, 2000.

MANDELLI, S. M. C. **Variáveis que Interferem no Comportamento da População Urbana no Manejo de Resíduos Sólidos Domésticos no Âmbito das Residências**. Tese de Doutorado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1997.

MATTEI, G.; ESCOSTEGUY, P. A. V. **Composição Gravimétrica de Resíduos Sólidos Aterrados**. Eng. Sanit. Ambient. [online], v.12, n.3, p.247-251, 2007.

MERCEDES, S. S. P. **Perfil de geração de resíduos sólidos domiciliares no município de belo horizonte no ano de 1995**. In: 19º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES, 1997.

OLIVEIRA, P. T. S.; PEIXOTO FILHO, G. E. C. **Levantamento da situação atual da reciclagem de materiais plásticos no Município de Campo Grande - MS**. In: IV Encontro Nacional e II Encontro Latino-Americano sobre Edificações Sustentáveis. Campo Grande: ANTAC, p.62-71, 2007.

PASQUALETTO, A.; ANDRADE, H. F.; PRADO, M. L.; PINA, G. P. R. **Caracterização Física dos resíduos sólidos domésticos do Município de Caldas Nova - GO**. In: Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, 30, Punta del Este, 26-30 nov, 2006.

RANUCI, R. M. C. **Determinação da Composição Física dos Resíduos Sólidos Urbanos produzidos na Cidade de Foz do Iguaçu - PR**. Trabalho de Conclusão de Curso, Faculdade Dinâmica de Cataratas - UDC, Engenharia Ambiental, 2008.

ROCHA, E. A. P. **Estudo de Fatores Sócio Econômicos na Geração e Características do Resíduo Sólido Doméstico da Cidade de Vitória - ES**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005.

RUSSO, M. A. **Tratamento de Resíduos Sólidos**. Universidade de Coimbra, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Departamento de Engenharia Civil, 2003.

SANTOS, G. O. **Análise Histórica do Sistema de Gerenciamento de Resíduos Sólidos de Fortaleza como Subsídio às Práticas de Educação Ambiental**. Monografia de Especialização, Universidade Estadual do Ceará - UECE, Fortaleza, 2007.

TCHOBANOGLOUS, G.; O'LEARY P. R. **Landfilling**. In: KREITH, F. Handbook of solid waste management. Mc-Graw Hill – Inc, U.S, 1994, 887p.