

## DENSIDADE APARENTE DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM BELO HORIZONTE – MG

Kelry Borges de Vasconcelos (\*), Dr. Carlos Fernando de Lemos

\*Engenheira Ambiental Pós-Graduada em Gestão Ambiental pela Universidade Federal de Viçosa – UFV.  
kelrybv@gmail.com.

### RESUMO

Em uma área privada de recebimento de resíduos da construção civil no município de Belo Horizonte no estado de Minas Gerais foram identificados os resíduos comumente gerados na construção civil. O objetivo desse trabalho foi estimar a densidade aparente em quilograma por metro cúbico ( $\text{kg/m}^3$ ) dos principais resíduos gerados nos canteiros de obras da construção civil em Belo Horizonte, tendo em vista, a importância deste parâmetro para propor um melhor dimensionamento de equipamentos, instalações de armazenamento dos resíduos, melhorias nos métodos de tratamento e destino final dos resíduos e uma possível previsão dos custos da destinação correta destes resíduos. Após a definição dos tipos de resíduos que seriam estudados, foram coletadas 24 amostras *in situ*, com 150 l ( $0,15\text{m}^3$ ) cada, extraídas das áreas ou de caçambas de armazenamento dos resíduos. Sendo 3 amostras por tipo de resíduo. Como resultados dos ensaios foi possível determinar as seguintes densidades aparentes:  $5,11 \text{ kg/m}^3$  para isopor,  $818,44 \text{ kg/m}^3$  para gesso,  $58,67 \text{ kg/m}^3$  para papel,  $63,11 \text{ kg/m}^3$  para sacarias,  $140,44 \text{ kg/m}^3$  para madeira,  $753,56 \text{ kg/m}^3$  para inertes,  $43,56 \text{ kg/m}^3$  para plástico e  $253,78 \text{ kg/m}^3$  para metal. Extraindo-se uma média desses valores, tem-se que a densidade aparente média dos resíduos da construção civil de Belo Horizonte é de  $267,08 \text{ kg/m}^3$ . Esses dados são primários e estão sendo aprofundados no estudo sobre a gravimetria dos RCC nas obras do município.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resíduos da construção, densidade aparente, RCC, construção civil, gestão de resíduos.

### INTRODUÇÃO

Os resíduos da construção civil (RCC) são os resíduos provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha (BRASIL, 2002b).

De acordo com a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) em sua décima edição do Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil foram gerados em 2012 quase 64 milhões de toneladas de resíduos sólidos, desse total 35 milhões de toneladas são de resíduos de construção e demolição (RCD) (ABRELPE, 2012). Esse volume encontrado tende a ser ainda maior, considerando que os municípios, via de regra, coletam apenas os resíduos lançados nos logradouros públicos (BRASIL, 2012).

Devido aos impactos ambientais que a construção civil proporciona com a geração excessiva de resíduos, existem diversas regulamentações que tendem a reduzi-los. No Brasil uma delas é a Resolução nº 307, de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil e a necessidade dos municípios de licenciar as áreas para disposição final, fiscalizar o setor em todo o processo e implementar o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PIGRCC) (BRASIL, 2002).

Para elaboração e implantação dos planos de gerenciamento de resíduos da construção civil e para a gestão correta dos resíduos gerados pela atividade, é fundamental que se conheça os fatores de geração e a composição físico-química dos RCC gerados nos canteiros de obras. Dos parâmetros necessários, destacasse a densidade aparente dos RCC, que possibilita a determinação da capacidade volumétrica dos meios de coleta, tratamento e disposição final dos resíduos gerados.

O objetivo desse trabalho foi estimar a densidade aparente dos RCC em Belo Horizonte, Minas Gerais, para auxiliar na implantação do gerenciamento dos resíduos gerados pelo setor da construção civil exigido pelas legislações vigentes.

### METODOLOGIA

O estudo foi realizado numa área privada de recebimento de resíduos da construção civil em Belo Horizonte no estado de Minas Gerais. O dia estava ensolarado com temperatura média de aproximadamente  $19^\circ\text{C}$  e com umidade relativa do ar baixa. Como não foram registradas chuvas no dia e na semana antecedente ao estudo considera-se que os resíduos estavam secos, sem interferência de umidade.

Na área em questão é realizada a triagem e o transbordo dos resíduos da construção civil coletados por esta empresa antes de serem encaminhados para os destinos finais licenciados.

Como para cada método construtivo os resíduos produzidos podem variar. Foram estabelecidos 8 tipos de resíduos que são gerados nos principais processos construtivos, sendo eles: Resíduos Inertes – resíduos classificados como classe A pela Resolução CONAMA 307/2002, desconsiderando o solo por estar contemplado no projeto de terraplanagem na maioria dos canteiros de obras, Gesso, Isopor, Madeira, Metal, Papel, Plástico, Sacarias de Papel.

Após a definição dos tipos de resíduos que seriam estudados, foram coletadas 24 amostras in situ, com 150l (0,15m<sup>3</sup>) cada, extraídas das áreas ou de caçambas de armazenamento final. Sendo 3 amostras por tipo de resíduo.

Os principais instrumentos utilizados nessa etapa foram uma balança de plataforma de capacidade máxima de 300 kg, uma pá metálica e 3 bombonas de 150 l (0,15m<sup>3</sup>) cada.

A densidade aparente é uma relação entre a massa da amostra pelo volume: kg/m<sup>3</sup>. Para determinar a densidade aparente dos resíduos encheu-se as 3 bombonas com um determinado resíduo e procedeu-se em seguida a pesagem, conforme a figura 01. Os pesos foram anotados para verificação posterior. O mesmo foi feito com os demais resíduos.



Figura 1- Separação e pesagem da amostra do RCC avaliado

Lembrando que cada bombona foi preenchida por uma pessoa e em lugares diferentes de coletas, prezando o preenchimento máximo do volume de cada recipiente e reduzindo os vazios que alguns resíduos, devido as suas dimensões, poderiam proporcionar. Esta medida foi tomada, pois resíduos como os inertes, madeira e metal podem variar suas características físicas em um montante ou em partes dele.

## RESULTADOS OBTIDOS

Os resultados da densidade aparente média (kg/m<sup>3</sup>) dos diversos tipos de resíduos da construção civil (RCC) estão apresentados na Figura 02.

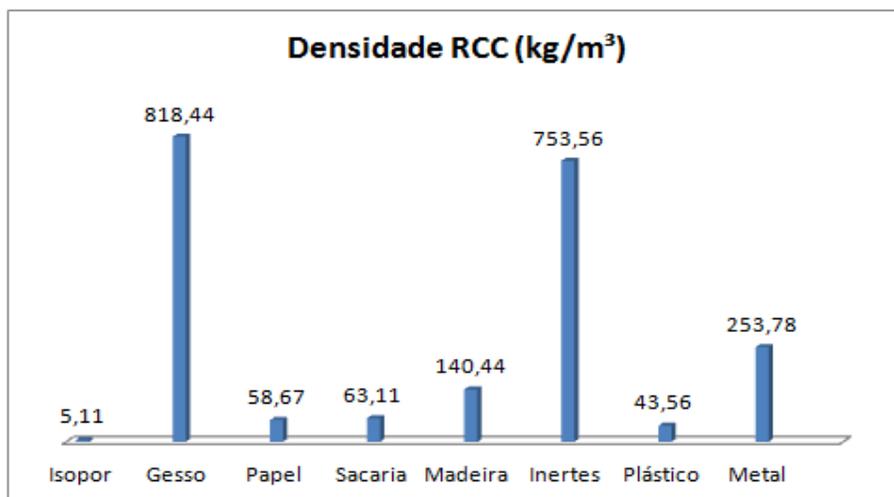


Figura 2 - Densidade aparente média dos resíduos da construção civil (RCC) estudados

Como se observa, encontrou-se para cada material em estudo valores médios de 5,11 kg/m<sup>3</sup> para isopor, 818,44 kg/m<sup>3</sup> para gesso, 58,67 kg/m<sup>3</sup> para papel, 63,11 kg/m<sup>3</sup> para sacarias, 140,44 kg/m<sup>3</sup> para madeira, 753,56 kg/m<sup>3</sup> para inertes, 43,56 kg/m<sup>3</sup> para plástico e 253,78 kg/m<sup>3</sup> para metal.

A Tabela 1 traz os valores máximos e mínimos encontrados para a densidade aparente de cada resíduo avaliado.

**Tabela 1- Valores máximos e mínimos das densidades aparentes dos RCC**

Resíduo	Valor Máximo (kg/m <sup>3</sup> )	Valor Mínimo (kg/m <sup>3</sup> )
Gesso	828,67	800,67
Inertes	916,67	629,33
Isopor	5,33	4,67
Madeira	154,67	126,67
Metal	483,33	77,33
Papel	62,67	56,00
Plástico	55,33	36,67
Sacaria	76,00	53,33

As diferenças observadas estão diretamente relacionadas às características físicas dos resíduos, como dito anteriormente. Isto ocorre por se tratarem de resíduos de diversas obras, por terem sido coletados em pontos diferenciados dos montantes de resíduos e de uma gama extensa de materiais por tipo de resíduo. Por exemplo, o metal, que pode variar a densidade do material do resíduo de acordo com a sua tipificação: aço, ferro, alumínio, cobre, entre outros. Mais exemplos podem ser observados nas figuras abaixo.



**Figura 3 - Diferenças das dimensões e dos materiais que compõem os resíduos**



**Figura 4 - Diferenças dos materiais que compõem o resíduo**

Quando extraindo uma média total dos valores médios de cada resíduo analisando, tem-se que a densidade aparente média dos RCC gerados nas obras de Belo Horizonte é de 267,08 kg/m<sup>3</sup>. No entanto, o valor encontrado não pode ser

comparado com as literaturas pesquisadas: Pinto (1999), Tozzi (2006), Novaes e Mourão (2008) e Costa (2012), onde os RCC de diversas cidades no Brasil apresentam uma densidade aparente entre 1000 a 1300kg/m<sup>3</sup>, por se tratar de estudos com metodologias diferentes.

Neste estudo foram consideradas as densidades de cada tipo de resíduos comumente encontrados na construção civil e não de um montante de resíduos misturados sem uma triagem prévia. Já nas bibliografias consultadas a densidade dos RCC foi definida a partir da coleta de resíduos dispostos em bota fora clandestinos ou de obras com resíduos não segregados.

## CONCLUSÕES

As densidades encontradas poderão ser aplicadas para melhoria dos projetos de gerenciamento de resíduos nos canteiros de obras e para incentivar a destinação correta dos resíduos gerados nas obras. Visto que, com a caracterização dos RCC pode-se melhorar o dimensionamento de equipamentos utilizados para a logística dos resíduos, aperfeiçoar os métodos de tratamento e destino final dos resíduos e obter uma previsão dos custos da destinação correta destes resíduos, considerando ainda a economia com a comercialização de alguns resíduos para empresas de reciclagem.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABRELPE, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil - 2012. 10. ed. São Paulo: ABRELPE, 2012. 116 p. Disponível em: <[http://www.abrelpe.org.br/panorama\\_apresentacao.cfm](http://www.abrelpe.org.br/panorama_apresentacao.cfm)>. Acesso em: 17 jan. 2014.
2. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Planos de gestão de resíduos sólidos: manual de orientação: apoiando a implementação da política nacional de resíduos sólidos: do nacional ao local. Brasília: MMA, 2012. 157 p. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/182/\\_arquivos/manual\\_de\\_residuos\\_solidos3003\\_182.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/182/_arquivos/manual_de_residuos_solidos3003_182.pdf)> Acesso em: 10 dez. 2013.
3. BRASIL. Resolução n. 307, de 5 de julho de 2002. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 17 jul. 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/conama>> Acesso em: 10 dez. 2013.
4. COSTA, R. V. G. Taxa de geração de resíduos da construção civil em edificações na cidade de João Pessoa. 67f.: il. Dissertação Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental do Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba, PB, 2012. Disponível em: <<http://www.ct.ufpb.br/pos/ppgecam/images/arquivos/dissertacoes/2010/26-2010.pdf>> Acesso em: 05 mar. 2014.
5. NOVAES, M. V.; MOURÃO, C. A. M. A. Manual de Gestão Ambiental de Resíduos Sólidos na Construção Civil. Coopercon – Cooperativa da Construção Civil do Estado do Ceará, 1ª Ed. Fortaleza, CE. 2008.100 p.
6. PINTO, T. P. Metodologia para a Gestão Diferenciada de Resíduos Sólidos da Construção Urbana. 1999. 189 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999. 66. Disponível em: <<http://www.casoi.com.br/hjr/pdfs/gestresiduossolidos.pdf>>. Acesso em: 26 mar. 2014.
7. TOZZI, R.F. Estudo da Influência do Gerenciamento na Geração dos Resíduos da Construção Civil (RCC) – Estudo de Caso de Duas Obras em Curitiba/PR. 2006. 117 p. Dissertação (Mestre em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental) - Universidade Federal do Paraná. Curitiba, PR, 2006. Disponível em: <[http://www.ppperha.ufpr.br/publicacoes/dissertacoes/files/123-Rafael\\_Fernando\\_Tozzii.pdf](http://www.ppperha.ufpr.br/publicacoes/dissertacoes/files/123-Rafael_Fernando_Tozzii.pdf)> Acesso em: 05 mar. 2014.