

III-207 - ANÁLISE DA GERAÇÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO NO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE-MG

Renata Franco Lúcio⁽¹⁾

Eng. Química, Mestre e Doutoranda em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos (UFMG)

Gustavo Ferreira Simoes

Eng. Civil (UFMG), Mestre e Doutor em Engenharia Civil (PUC-Rio), Professor Associado do Departamento de Engenharia de Transportes e Geotecnia da UFMG, Belo Horizonte, MG, Brasil.

Cicero Antonio Antunes Catapreta

Eng. Civil, Mestre e Doutor em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos (UFMG), Engenheiro Sanitarista da Superintendência de Limpeza Urbana de Belo Horizonte, MG, Brasil.

Endereço⁽¹⁾: Rua Gonçalves Dias, 916/901 - Funcionários - Belo Horizonte - MG - CEP: 30140-091 - Brasil - Tel: (31) 9153-7875- e-mail: renatafrancolucio@hotmail.com

RESUMO

O presente trabalho apresenta uma análise da geração de resíduos de construção e demolição (RCD) no município de Belo Horizonte/MG e foi desenvolvido baseado na metodologia proposta por Pinto (1999). A geração de RCD de um município pode ser estimada a partir de bases de informações que fornecem duas importantes parcelas da atividade construtiva urbana: a) construção formal, a partir de registros de áreas licenciadas; b) execução informal de reformas e ampliações, obtidas a partir de entrevistas com agentes coletores de RCD. Neste trabalho, as estimativas foram realizadas a partir de informações das baixas de construções licenciadas e pela análise dos RCD destinados às áreas públicas do município de Belo Horizonte. Verificou-se que o município de Belo Horizonte produz uma grande quantidade de RCD, com valores entre 1.561 e 3.744 toneladas diárias para o período de 2006 a 2011. Além disso, foi possível comparar duas metodologias de quantificação de RCD demonstrando a grande importância do monitoramento das descargas nas áreas de destinação final de RCD em relação à metodologia de quantificação fundamentada somente na construção formal.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos sólidos, Resíduos da Construção Civil, Resíduos de Construção e Demolição, Gerenciamento, Área de triagem e transbordo, Políticas Públicas.

INTRODUÇÃO

A construção civil é um importante segmento da indústria brasileira, tida com um indicativo do crescimento econômico e social. Contudo, também constitui uma atividade geradora de impactos e seus resíduos têm representado um grande problema para ser administrado, podendo em muitos casos gerar impactos ambientais. Além do intenso consumo de recursos naturais, os grandes empreendimentos colaboram com a alteração da paisagem e, como todas as demais atividades da sociedade, geram resíduos.

A sociedade, os pesquisadores e o poder público têm voltado seus esforços para enfrentar as dificuldades encontradas para o manejo, tratamento e disposição adequada dos grandes volumes de resíduos produzidos. Neste contexto, destacam-se os resíduos da construção civil (RCC), uma vez que, em geral, representam uma grande parcela dos resíduos sólidos gerados no meio urbano.

Existe uma considerável quantidade de trabalhos acadêmicos que apresentam o diagnóstico da situação dos RCD em diversos municípios brasileiros. Essas iniciativas por parte da comunidade acadêmica são extremamente importantes para que seja possível consolidar as informações e chegar a um panorama brasileiro da situação dos RCD mais próximo da realidade, sendo um facilitador para ações de melhorias no gerenciamento dos mesmos. O presente trabalho teve por finalidade estudar a geração de RCD no município de Belo Horizonte - MG.

METODOLOGIA

Este trabalho foi fundamentado na metodologia desenvolvida por Pinto (1999). Segundo o autor a construção de indicadores sobre a produção de RCD pode ser realizada a partir de três bases de informação: das estimativas de área construída; da movimentação de cargas por coletores; do monitoramento de descargas nas áreas utilizadas como destino dos RCD. Esta última base de informação constitui um processo difícil, pela pulverização das descargas em pontos nos espaços urbanos e pela impossibilidade de acompanhamento físico das descargas em cada ponto, por longo período de tempo. Pinto (1999) sugere a obtenção da estimativa de geração de RCD a partir de bases de informações que fornecem duas importantes parcelas da atividade construtiva urbana: a) construção formal, a partir de registros de áreas licenciadas; b) execução informal de reformas e ampliações, obtidas a partir de entrevistas com agentes coletores de RCD.

Para a parcela da construção formal, os registros de áreas licenciadas foram obtidos pela Secretaria Municipal de Regulação Urbana (SMARU) da prefeitura de Belo Horizonte, por meio de informações detalhadas das áreas de baixa de construção para o período de 2001 a 2011. A área de baixa de construção é a área licenciada que recebeu baixa e habite-se, através de certidão de baixa, que certifica que a edificação está igual ao projeto aprovado. Este procedimento é necessário para que a edificação seja considerada regularizada. Considerou-se como premissa que a maior parte dos licenciamentos ocorre logo após a conclusão da obra, sendo as áreas consideradas, para cada ano, efetivamente realizadas no referido período.

A geração anual de resíduos na construção formal (C) foi estimada empregando-se a equação apresentada a seguir. Esta quantifica a massa de resíduo por ano, multiplicando-se a área construída anualmente por um índice de geração de RCD, por unidade de área (m² construído). Essa forma de cálculo é a usualmente empregada internacionalmente, conforme é discutido por Cochran et al. (2007), Solis-Guzman et al. (2009) e Angulo et al. (2011).

$$C = A_c \times p_c$$

em que:

C: resíduo na construção por ano (t RCD/ano);

A_c: área construída por mês (m² construído/mês);

p_c: índice de geração de resíduo na construção (e.g. 0,150 t RCD/m² construído, obtido por Pinto (1999)).

A obtenção de uma estimativa de geração de RCD para a parcela de reformas e ampliações apresentou algumas dificuldades devido à grande quantidade de empresas envolvidas no transporte deste tipo de resíduo em Belo Horizonte. A partir de uma visita técnica, foi realizada uma entrevista aberta com um representante da empresa de maior participação no mercado no transporte de RCD em Belo Horizonte e não houve interesse em revelar informações quantitativas da empresa. Dessa forma, a obtenção de informações a partir de entrevistas com agentes coletores de RCD foi descartada, sendo esse item de difícil obtenção por outros métodos.

No entanto, a prefeitura de Belo Horizonte apresenta um grande controle do recebimento de RCD nas suas áreas de descarte, sendo elas as estações de reciclagem, os aterros de inertes e as unidades de recebimento de pequenos volumes (URPV). As informações das massas de RCD recebidas são publicadas anualmente pela empresa municipal responsável pela limpeza pública do município, a Superintendência de Limpeza Pública (SLU), nos Relatórios Anuais de Atividades da Limpeza Pública. Por conseguinte, a estimativa de geração de resíduos pelo monitoramento de descargas nas áreas utilizadas como destino dos RCD tornou-se viável. Foi considerado como o universo de análise o total de resíduos da construção civil recebido e/ou coletado pela Prefeitura.

Para a estimativa das gerações de RCD no município de Belo Horizonte, foram utilizados registros obtidos nos Relatórios Anuais de Atividades da Limpeza Pública publicados pela SLU dos anos de 2006 a 2011. As informações utilizadas foram a massa de RCD aterrados e destinados para reciclagem. Considerou-se que os RCD recebidos nas URPV e coletados nas deposições clandestinas por carregamento mecânico tem como destino a aterragem ou a reciclagem. A coleta de deposições clandestinas por carregamento mecânico são o conjunto de atividades concernentes à remoção e ao transporte de grandes quantidades de resíduos, de forma adequada, até o local de destinação final. Os resíduos dessa atividade são predominantemente compostos por entulho, terra, areia e outros acumulados em pontos específicos da cidade, sendo quase sempre provenientes de

chuvas ou da deposição irregular. A remoção destes resíduos é realizada com máquinas pá-carregadeira e o transporte por caminhões basculas.

Vale destacar que foi obtida uma aproximação da massa de RCD total real gerada pelo município uma vez que existe a possibilidade de o resíduo gerado em Belo Horizonte ser disposto em áreas de botas fora ou em outros municípios, além da possibilidade da prefeitura não coletar todo o resíduo de deposições clandestinas. Além disso, sabe-se que a coleta de deposições irregulares realizada pela SLU não é somente de RCD, envolvendo alguns outros tipos de resíduos, no entanto não há registros dessa quantificação de forma estratificada por tipo de resíduos.

Foi realizada, então, uma comparação entre os resultados obtidos pela estimativa de geração de RCD pelas construções formais, a partir das áreas de baixa de construção, e pelo monitoramento das descargas nos destinos finais, a partir de registros da SLU obtidas por meio dos Relatórios Anuais de Limpeza Pública. Além disso, foi avaliada a evolução das gerações pelos dois indicadores no período de 2006 a 2011.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As estimativas da geração de RCD a partir das atividades construtivas licenciadas são apresentadas na Tabela 2. São expostos dados referentes às áreas de baixa de construção para o período de 2001 a 2011, a taxa de geração de resíduos adotada e as prováveis gerações de RCD anuais e diárias.

Tabela 2: Estimativa da geração de RCD por novas edificações formais

Informação	Anos										
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Área de baixa de construção (1000 m ²)	1.326	1.331	1.157	1.061	995	1.602	1.535	1.533	1.598	1.915	2.148
Taxa de geração de resíduos (kg/m ²)	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Provável geração de resíduos em edificações formais (1000t/ano)	199	200	173	159	149	240	230	230	240	287	322
Provável geração de resíduos em edificações formais (t/dia) ⁽¹⁾	753	756	657	603	565	910	872	871	908	1088	1221

(1) Considerados 22 dias/mês (equivalente ao período de atividade dos coletores)

As gerações de RCD em construções formais obtidas para o período de 2001 a 2011 foram de 565 a 1221 toneladas por dia, resultando em uma média de geração de 837 toneladas por dia.

A Tabela 3 apresenta os dados obtidos dos Relatórios de Atividade de Limpeza Urbana envolvendo a massa de resíduos destinados para aterragem, recebidos nas Estações de Reciclagem de Entulhos (ERE), os totais anuais e diários de RCD recebidos pela prefeitura para o período de 2006 a 2011.

Os dados finais da Tabela 3 apresentam um total de RCD recebido pela prefeitura, com o menor valor ocorrendo em 2011 com uma recepção de 1.561 toneladas por dia nas instalações da prefeitura. A maior geração foi de 3.744 toneladas por dia, em 2009. Para o período de 2006 a 2011, o valor médio de recepção de RCD pela prefeitura foi 2.502 toneladas por dia.

Sabe-se que nem todo o resíduo recebido das estações de reciclagem são efetivamente reciclados, sendo contabilizados duas vezes nesta análise quantitativa. No entanto, a prefeitura só recebe nas suas ERE resíduos com no máximo 10% de contaminação, avaliada a partir de uma análise visual. Ou seja, a maior parte do que é recebido é reciclado. Dessa forma, o erro associado a este fato pode ser considerado pequeno.

A Figura 2 apresenta a evolução da geração de RCD pelo monitoramento das descargas nas áreas de destino de RCD da prefeitura e para novas edificações formais. É possível perceber uma tendência de crescimento da geração de RCD por construções formais devido ao aumento da baixa de área de construção, promovidas pelo aquecimento do mercado imobiliário na capital durante o período analisado. De uma maneira geral, as construções formais são realizadas por construtoras que geram elevados volumes de RCD. Dessa forma, é possível identificar que ações de capacitação para diminuição de perdas e gestão de resíduos nas obras poderá resultar em ganhos para o gerenciamento de RCD no município, resultando na diminuição dos resíduos gerados, ainda que haja um crescimento da atividade. Para o período de 2009 a 2011, nota-se uma diminuição na geração de RCD que ocorre de forma mais acentuada de 2009 para 2010, que pode ser explicado pela diminuição de atividades informais, uma vez que a geração de RCD proveniente de construções formais aumenta nesse período.

Tabela 3: Estimativa da geração de RCD pelo monitoramento de descargas nas áreas de destino de RCD

Informação	Anos					
	2006	2007	2008	2009	2010	2011
RCD Aterrados (t/ano) ⁽¹⁾	400.354	664.332	777.633	883.556	296.253	310.016
RCD recebido - ERE CTRS BR040 (t/ano)	6.103	21.317	43.174	29.734	49.861	38.618
RCD recebido - ERE Estoril (t/ano)	27.250	29.103	33.033	23.465	27.044	17.539
RCD recebido - ERE Pampulha (t/ano)	30.246	40.958	56.725	51.655	59.519	45.957
Total de RCD recebido pela prefeitura (t/ano)	463.953	755.710	910.565	988.410	432.678	412.130
Total de RCD recebido pela prefeitura (t/dia) ⁽²⁾	1.757	2.863	3.449	3.744	1.639	1.561

(1) Inclui terra

(2) Considerados 22 dias/mês (equivalente ao período de atividade da prefeitura)

Fonte: SLU

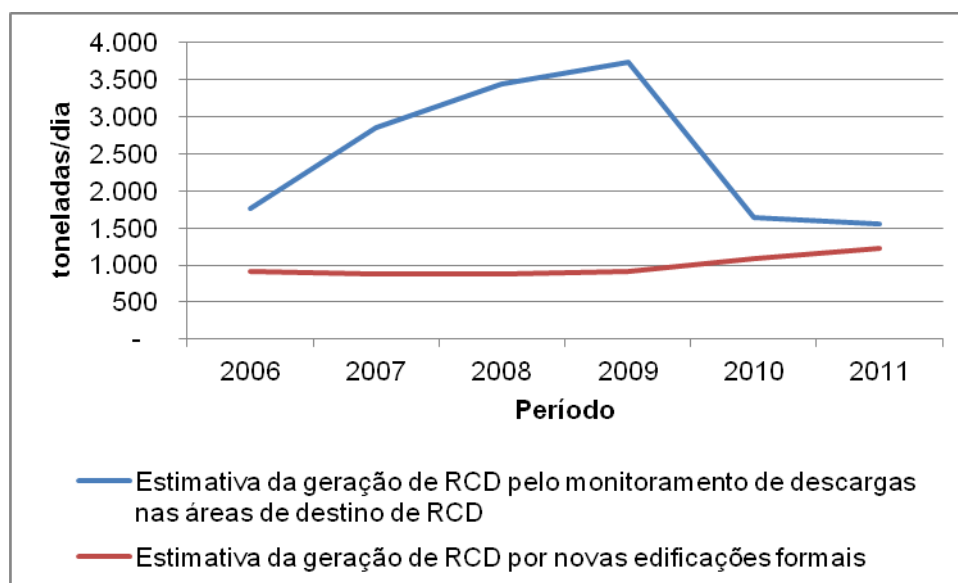


Figura 2: Evolução da geração de RCD pelo monitoramento das descargas nas áreas de destino de RCD da prefeitura e por novas edificações formais

A Tabela 4 apresenta os valores de geração de RCD obtidos pelos dois métodos abordados, das construções formais e do monitoramento de descarga das áreas de destino de RCD.

A partir dos valores relacionados na Tabela 4, percebe-se que a construção formal teve participação pouco expressiva frente ao total de RCD recebidos pela prefeitura chegando a representar somente 24% em 2009. No entanto, é possível notar que nos últimos anos, em 2010 e 2011, esses valores aumentaram. Tal aumento pode estar relacionado com um maior controle da prefeitura sobre o licenciamento das construções, ou seja, uma formalização da atividade.

Tabela 4: Geração de RCD das construções formais e do monitoramento de descarga das áreas de destino de RCD

Informação	Anos					
	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Construção formal (t/dia)	910	872	871	908	1.088	1.221
Monitoramento de descargas em áreas de destino de RCD da prefeitura (t/dia)	1.757	2.863	3.449	3.744	1.639	1.561
Participação da construção formal frente ao total de RCD recebido pela PBH (%)	52%	30%	25%	24%	66%	78%

Torna-se evidente a grande contribuição que as atividades construtivas informais possuem na geração de RCD e a necessidade de um maior controle sobre as atividades de construção.

CONCLUSÃO

A proposta principal desta pesquisa foi dar apoio à tomada de decisões dos agentes públicos a partir do diagnóstico da geração dos RCD no município de Belo Horizonte, MG. Para tanto foram realizadas estimativas de geração de RCD por dois métodos. O primeiro método, no qual a estimativa é realizada a partir das áreas de baixa de construção, forneceu a geração para as atividades de construção licenciadas. O segundo método é uma estimativa a partir do monitoramento das áreas de destinação final dos RCD e foi possível realizá-lo a partir de dados fornecidos pelos Relatórios de Atividade de Limpeza Urbana.

Detectou-se uma grande diferença entre as estimativas fornecidas pelos dois métodos devida, principalmente, às atividades construtivas informais, isto é, que não são registradas pela prefeitura. O segundo método se aproxima mais da realidade e apresentou, para o período de 2006 a 2011, valores de geração entre 1.561 e 3.744 toneladas diárias de RCD. Além disso, foi possível contrastar duas metodologias de quantificação de RCD demonstrando a grande importância do monitoramento das descargas nas áreas de destino final de RCD em relação à metodologia de quantificação fundamentada somente na construção formal.

Confirmou-se então a intensa geração de RCD demonstrando a necessidade de maiores ações e políticas públicas direcionadas para o gerenciamento desses resíduos, podendo também atrair a iniciativa privada devido ao alto potencial de reciclagem desses resíduos.

AGRADECIMENTOS

Os autores expressam seus agradecimentos à SLU (Superintendência de Limpeza Urbana da Prefeitura de Belo Horizonte) e SMARU (Secretaria Municipal de Regulação Urbana) da Prefeitura de Belo Horizonte pelo fornecimento dos dados e informações e por todo o apoio a este estudo; à CAPES (Coordenação para o Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), FAPEMIG (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais) e CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelo contínuo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANGULO, S. C. TEIXEIRA, C. E. CASTRO, A. L. NOGUEIRA, T. P. Resíduos de construção e demolição: *avaliação de métodos de quantificação*. Revista de Engenharia Sanitária Ambiental, v.16, n.3, p. 299-306, Jul/set 2011.
2. CÓRDOBA, E. R. Estudo do Sistema de Gerenciamento Integrado de Resíduos de Construção e Demolição no município de São Carlos – SP. 2010. 372p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.
3. JOHN, V. M.; AGOPYAN, V. Reciclagem de resíduos da construção. In: Seminário reciclagem de resíduos sólidos domiciliares. 2000. São Paulo.
4. JONH, V. M. 2000. Reciclagem de resíduos na construção civil: Contribuição para metodologia de pesquisa e desenvolvimento. 2000. 113p. Tese (Livre Docência) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo, 2000.

5. LÚCIO, Renata Franco. Diagnóstico do sistema de gerenciamento de resíduos da construção e demolição no município de Belo Horizonte – MG. 2013. 121 p. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, 2013.
6. MMA, Ministério do Meio Ambiente. 2011. Guia para elaboração dos Planos de Gestão de Resíduos Sólidos. Brasília, DF, Brasil, 2011.
7. PBH - PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE. Estudos urbanos: Belo Horizonte 2008: transformações recentes na estrutura urbana/ Coordenação: Maria Fernandes Caldas, Jupira Gomes de Mendonça, Lélío Nogueira do Carmo. – Belo Horizonte: Prefeitura de Belo Horizonte, 2008.
8. PBH - PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE. Plano Municipal de Saneamento de Belo Horizonte – 2008/2011. Belo Horizonte: Prefeitura Municipal de Belo Horizonte/Secretaria Municipal de Políticas Urbanas/Superintendência de Desenvolvimento da Capital, 2010. Disponível em: <http://www.pbh.gov.br/comusa/VolumeI_Texto.pdf>. Acesso em julho de 2012.
9. PINTO T. P.; GONZÁLEZ, J. L. R. (Coord) Manejo e gestão de resíduos da construção civil. Manual de orientação: como implantar um sistema de manejo e gestão nos municípios. 196 p., v. 1, Brasília, DF: Caixa Econômica Federal, 2005. ISBN: 85-86836-04-4
10. PINTO, T. P. Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana. 1999. 209 p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.