



ENTAC2006

A CONSTRUÇÃO DO FUTURO | XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído | 23 a 25 de agosto | Florianópolis/SC

ANÁLISE DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM UMA OBRA DE DEMOLIÇÃO NA CIDADE DO RECIFE – ESTUDO DE CASO

Fabiana P. Carneiro (1); Mariana S. Siqueira (1); Alexandre D. Gusmão (1); Béda B. Junior (1); Paula C. M. Souza (2)

(1) AMBITEC - Grupo de Pesquisa em Engenharia Aplicada ao Meio Ambiente – Escola Politécnica – Universidade de Pernambuco – Brasil - e-mail: fabianapcarneiro@yahoo.com.br

(2) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana – Universidade Federal da Paraíba - Brasil

RESUMO

Proposta: A indústria da construção civil, atualmente, enfrenta um grave problema no que se refere à geração de resíduos e sua destinação final. Os Resíduos de Construção e Demolição (RCD) são depositados em locais inadequados prejudicando a população de uma forma geral, pois por serem volumosos, ocupam espaço e propiciam o surgimento de vetores causadores de doenças. Em 2002, entrou em vigor a Resolução 307 do CONAMA, que trata especificamente dos RCD e tem como objetivo principal a não geração desses resíduos. Porém, em obras de demolição, mesmo havendo o reaproveitamento de grande parte dos resíduos, estes sempre irão existir. Dessa forma, esta pesquisa buscou analisar a quantidade de resíduos gerados na demolição de três casas residenciais, na cidade do Recife. **Método de pesquisa/Abordagens:** Levantamento em campo do total de área construída a ser demolida, quantificação dos resíduos gerados na demolição, análise comparativa de custos para remoção dos RCD por empresas com e sem destinação compromissada. **Resultados:** com base nos levantamentos realizados, verificou-se que a geração de RCD em obras de demolição é da ordem de 0,90 toneladas por m² de área demolida. Já no que diz respeito aos custos de remoção desses resíduos, verificou-se que, para realizar a destinação dos mesmos em local licenciado pelo órgão ambiental, houve um aumento significativo no valor cobrado, atingindo este quase o dobro do valor a ser pago no caso da disposição dos RCD em locais não licenciados. **Contribuições/Originalidade:** definição de indicadores de geração de resíduos em obras de demolição.

Palavras-chave: resíduos; construção; demolição.

ABSTRACT

Proposal: The industry of the civil construction, currently, faces a serious problem in that it relates to the generation of debris and its final destination. The Construction and Demolition Debris (RCD) are deposited in inadequate places harming the population of a general form, therefore for being voluminous, they occupy space and they propitiate the sprouting causing vectors of illnesses. In 2002, the Resolution 307 of the CONAMA entered in action, which deals with the RCD specifically and has as objective main not the generation of this debris. However, in demolition workmanships, exactly reusing great part of the debris, witch will always exist. In this way, this research searched to analyze the amount of debris generated in the demolition of three houses, in the city of Recife. **Methods:** Survey in field of the total of constructed area being destroyed, quantification of the debris generated in the demolition, comparative analysis of costs for removal of the RCD for companies with and without correct destination. **Findings:** on the basis of the carried through surveys, were verified that the generation of RCD in demolition workmanships is of the order of 0,90 tons for m² of destroyed area. No longer that it says respect to the costs of removal of these debris, was verified that, to carry through the destination of same in place permitted for the ambient agency, had a significant increase in the charged value, reaching this almost the double of the value to be paid in the case of the disposal of

the RCD in places not allowed. **Originality/value:** definition of pointers of generation of residues in demolition workmanships.

Keywords: debris; construction; demolition.

1. INTRODUÇÃO

1.1 Geração de Resíduos de Construção e Demolição

Com os avanços tecnológicos ocorridos nas últimas décadas, muitos foram os benefícios alcançados pela sociedade de uma forma geral, porém maiores também têm sido os danos causados ao meio ambiente, uma vez que o consumo excessivo de matéria prima e a geração exacerbada de resíduos sólidos tem gerado graves problemas, principalmente no meio urbano.

A Cidade do Recife, assim como a maior parte das metrópoles brasileiras, tem enfrentado sérios problemas com relação à geração de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) e sua má destinação final, isso porque os RCD, em sua maioria, são depositados em locais públicos (margens de estradas, leito de rios e canais, praças, etc.) e terrenos baldios, ou seja, locais inapropriados para tal uso e, portanto ilegais. Conforme pode ser observado nas Figuras 1, 2 e 3, essa disposição inadequada dos resíduos gera inúmeros inconvenientes para toda sociedade, uma vez que gera e/ou agrava problemas como a degradação da paisagem urbana ou natural, a proliferação de vetores causadores de doenças, enchentes e inundações, entre diversos outros.

Como forma não apenas de minimizar os impactos negativos oriundos do setor, mas também de disciplinar o gerenciamento dos resíduos gerados, em 2002 entrou em vigor a Resolução nº 307 do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Os objetivos definidos nesta legislação, em ordem decrescente de prioridade, são: a não geração de resíduos, a minimização da geração, o reaproveitamento (reutilização ou reciclagem) e por fim, somente quando nenhuma das opções supracitadas for possível, a destinação final compromissada dos RCD.

Diante desse cenário, a indústria da construção civil tem sofrido forte pressão para adequação de seus processos construtivos de forma a garantir um uso mais racional de seus materiais nos canteiros de obras. Tal pressão se deve principalmente ao fato do setor vir sendo apontado muitas vezes como um grande vilão no que se refere às questões de consumo de recursos naturais e de desperdício e perdas dos materiais por ela utilizados (Carneiro, 2005).

O desperdício de materiais aumenta a geração de resíduos, agravando problemas urbanos, econômicos e ambientais. A redução de resíduo pode ser determinante para a sobrevivência das empresas diante de um mercado cada vez mais competitivo (Siqueira, 2005). No entanto, ainda que no futuro seja possível construir com geração praticamente nula de resíduos, nas atividades de renovação (reforma) e demolição, os RCD continuarão a ser produzidos, mesmo que de forma reduzida.

Tais atividades, principalmente as de demolição, são cada vez mais frequentes em cidades como Recife, já que em virtude do crescimento desordenado da cidade, hoje se faz necessárias em proporções cada vez maiores, obras de demolição como forma de criar um maior desafogo no tecido urbano, ou ainda permitir a realização de novas obras, com características mais atualizadas ou até mesmo com outra função específica.

Dessa forma, o presente estudo buscou realizar um levantamento da quantidade de resíduos gerada em uma obra de demolição de três casas residenciais localizadas na Cidade do Recife, o que resultou na definição de um índice aproximado de geração de RCD por m² de área demolida, indicador de grande importância, que está sendo adotado atualmente como parâmetro para realização da estimativa de geração de resíduos realizada nos Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil – PGRCC (exigido a todos aqueles considerados “grandes geradores” pela Resolução nº 307 do CONAMA).



Figura 1 Resíduo depositado nas margens de uma rodovia federal

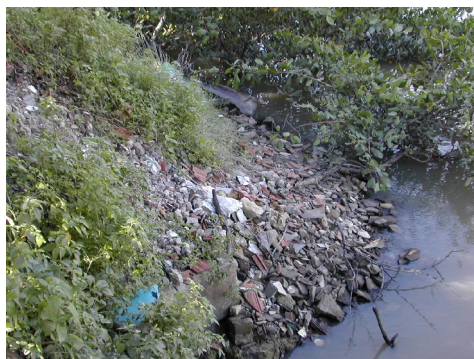


Figura 2 Assoreamento de rios por RCD



**Figura 3 Depósito de RCD em terreno baldio
(local propício à proliferação de vetores de doenças)**

1.2 Gerenciamento dos RCD

De acordo com a Resolução nº 307 do CONAMA, gerenciamento de resíduos é o sistema de gestão que visa reduzir, reutilizar ou reciclar resíduos, incluindo planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos e recursos para desenvolver e implementar as ações necessárias ao cumprimento das etapas previstas em programas e planos.

A reutilização do resíduo consiste na sua reaplicação, sem transformação do mesmo, já a reciclagem reaproveita o resíduo depois de ter sido transformado. Porém, para que o potencial de reaproveitamento dos resíduos seja garantido, é indispensável a separação dos mesmos de acordo com o tipo, impedindo assim a contaminação entre diferentes resíduos.

No canteiro de obras, para a separação inicial (nos pavimentos) dos resíduos classe B (plástico, papel, metal e madeira) são utilizadas bombonas com sacos de ráfia. Para os resíduos classe A são demarcados no piso áreas para sua deposição temporária, conforme pode ser observado na Figura 4. Já para o armazenamento final dos resíduos no canteiro de obras, são utilizadas bags (materiais leves) e baias de coleta seletiva para os resíduos classe B e C (Figuras 5 e 6) e caçambas estacionárias para os resíduos classe A (Figura 7).

No entanto, a segregação dos resíduos no canteiro somente é válida, quando os materiais segregados são encaminhados para destinos nobres, como a reutilização e a reciclagem. Por isso, tão importante quanto a implantação da coleta seletiva nas obras, é o trabalho de identificação de possíveis receptores para cada tipo de resíduo gerado, devendo-se sempre buscar empresas e/ou entidades que possuam licença do poder público para a realização da atividade de coleta dos resíduos.



Figura 4 Bombonas para coleta seletiva dos resíduos



Figura 5 Bags utilizadas na segregação de papel e plástico



Figura 6 Baías de coleta seletiva em canteiro de obra



Figura 7 Caçamba estacionária utilizada para deposição da metralha

1.3 Demolição

De acordo com o dicionário Larousse Cultural (1992), demolição é a ação de demolir, pôr abaixo, destruir. Tal atividade pode ser classificada, de uma forma geral, em três tipos: demolição convencional, demolição com explosivos e implosão. A primeira é realizada com equipamentos manuais ou mecânicos, já a segunda é aquela executada com o emprego de explosivos e, por fim, tem-se a implosão, que é realizada através de uma sequência de explosões combinadas, de modo a convergir os destroços da edificação para a área central de sua implantação.

Os resíduos de demolição são aqueles decorrentes da destruição de casas, prédios, estradas, pontes, etc. Atividades de demolição geram mais resíduos que reformas e/ou construções e por conta disso, é uma grande e inevitável geradora de entulho, demandando assim especial atenção no desenvolvimento de técnicas e práticas que reduzam a geração de resíduos e potencializem o reaproveitamento dos mesmos.

Nos Estados Unidos, a demolição de edificações residenciais gera cerca de 19,7 milhões de toneladas de resíduos por ano; para demolições que não sejam residenciais, o número estimado é de 45,1. O gerenciamento desses resíduos é feito da seguinte forma: a recuperação dos materiais é incluída nas plantas no início do projeto. O contrato inclui exigências para que os subcontratantes reduzam a eliminação e, como um incentivo, estão permitidos a reter as economias ganhas através dos rendimentos evitados dos custos e dos materiais da eliminação (Characterization of Building).

Os países europeus e o Japão, dada a sua densidade demográfica e a exigüidade de espaços para o alojamento de resíduos sólidos, possuem as políticas mais elaboradas e consolidadas, e em função de sua elevada industrialização e carência de recursos naturais, foram os pioneiros no desenvolvimento de esforços para o conhecimento e controle dos RCD. O Japão é reconhecido, nos simpósios

internacionais, como o país mais adiantado em técnicas de demolição adequadas à necessidade de gestão do meio ambiente (Pinto, 1999).

No Brasil, a maior parte das cidades tem seus modelos de gestão baseados em ações de caráter meramente corretivos. Porém, algumas cidades já apresentam sistemas de gerenciamento mais elaborados, como São Paulo, Belo horizonte, Salvador e Recife (Carneiro, 2005).

Segundo John e Agopyan, a redução dos resíduos causados pela demolição de edifícios depende:

- Do prolongamento da vida útil dos edifícios e seus componentes, que depende tanto de tecnologia de projeto quanto de materiais;
- Da existência de incentivos para que os proprietários realizem modernização e não demolições;
- De tecnologia de projeto e demolição ou desmontagem que permita a reutilização dos componentes.

De forma geral, os profissionais brasileiros da área de construção, mesmo os acadêmicos, não possuem formação que os capacite a avaliar a durabilidade das soluções construtivas, com exceção de alguns profissionais da área de concreto armado. Neste aspecto, a revisão da NBR 6118, agora em curso, vai representar uma melhora significativa na durabilidade das estruturas de concreto armado. As tecnologias de construção que facilitem a desmontagem ainda estão para ser desenvolvidas (John e Agopyan).

Com isso, verifica-se que a redução da geração de resíduos na fase de demolição depende de medidas a serem tomadas em longo prazo.

2. OBJETIVO

O objetivo deste artigo é analisar a geração de resíduos na demolição de três casas de caráter residenciais, na cidade de Recife, obtendo-se dessa forma índices de geração de resíduos em atividades de demolição.

3. METODOLOGIA

3.1 Caracterização do Objeto de Estudo

Inicialmente, antes do início das atividades de demolição, as três casas em estudo foram medidas para que pudessem ser feitas as plantas baixas de cada uma. Através delas, pôde-se calcular a alvenaria a ser demolida e a área construída de cada uma delas. Para efeito deste estudo, as casas foram intituladas de casa 1, casa 2 e casa 3, cujas fotos são apresentadas nas Figuras 9, 10 e 11, respectivamente.



Figura 9 Casa 1



Figura 10 Casa 2



Figura 11 Casa 3

Na Tabela 1 são apresentadas as características das três casas a serem demolidas, assim como a quantificação da alvenaria existente e a área total construída.

Tabela 1 Características das Casas Demolidas

Casas	Características	Alvenaria (m²)	Área Construída (m²)
Casa 1	Casa com 1º andar. Banheiros, cozinha, piscina e área de serviço revestidos com azulejos e placas de gesso nos tetos.	66,21	482,57
Casa 2	Casa com 1º andar. Banheiros, cozinha, e área de serviço revestidos com azulejos, paredes revestidas com gesso e placas de gesso nos tetos.	52,67	330,32
Casa 3	Casa com 1º andar. Banheiros, cozinha, e área de serviço revestidos com azulejos e placas de gesso nos tetos.	37,11	450,15
TOTAL		155,99	1.263,04

3.2 Levantamento do Resíduo Gerado

Como forma não apenas de facilitar o controle da quantidade de resíduos gerada no canteiro, mas também de atender à exigência imposta pela Resolução Nº 307 do CONAMA e Lei Estadual Nº 17.072, foi proposto o uso de um modelo de CTR – Controle de Transporte de Resíduos - não apenas na etapa de demolição do empreendimento, mas também durante toda construção. Tal formulário deve ser preenchido no momento da retirada do resíduo do canteiro, com informações de suma importância, como: dados do transportador, descrição do tipo e quantidade do resíduo retirado, data e hora da retirada, placa do veículo transportador, entre outras.

Paralelo a isso, foi realizada a cubagem da carroceria de todos os caminhões utilizados na remoção dos resíduos da demolição das casas em estudo, garantindo assim maior precisão no registro do volume transportado.

Durante todo período de execução da demolição foi realizado um controle (levantamento) de todo resíduo removido do canteiro, chegando-se assim à quantidade de resíduos gerada.

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

A demolição constituiu-se de duas fases: manual e mecanizada. Na demolição manual (Figura 12) utilizaram-se instrumentos como marreta e, durante a quebra da alvenaria, os funcionários utilizavam

água para amolece-la facilitando seu trabalho. Foi observada a retirada de azulejos do piso para que futuramente possam ser reaproveitados (Figuras 14 e 15). Durante a demolição mecanizada, utilizaram-se uma retroescavadeira (Figura 13), assim como caminhões basculante, responsáveis pela remoção dos resíduos gerados (Figuras 16 e 17). Cada caminhão apresentara capacidade de carga de aproximadamente 10 m³, porém, como normalmente a quantidade de resíduos transportada ultrapassa um pouco os limites superiores da carroceria, fez-se necessário um acréscimo de aproximadamente 20% em cima do valor encontrado. Para o transporte, de acordo com a Lei Municipal N° 16.377/1998, é necessária a colocação de uma lona protegendo o entulho para que diminua a quantidade de resíduo que cai durante a viagem (Figura 18).



Figura 12 Demolição manual



Figura 13 Demolição mecanizada



Figura 14 Retirada do piso



Figura 15 Separação do piso para futuro reaproveitamento



Figura 16 Caminhão cheio de entulho



Figura 17 Colocação de lona para proteção

Para remoção de todo resíduo gerado foram utilizados 13 caminhões, realizando um total de 70 remoções. Dessa forma tem-se:

- N° de remoções realizadas: 70;
- Capacidade de transporte dos caminhões: 10 m³;

- Fator de empolamento (resíduo acima da carroceria): 20%;
- Área Construída (3 casas): 1.263,04 m²;

Logo:

- Volume de RCD gerado = 70 viagens x 10 m³ x 1,2;
- **Volume de RCD gerado = 840 m³;**
- **Geração de RCD/m² de área demolida = 840 m³ / 1263,04 m² = 0,66 m³ de RCD por m² de área demolida.**

Tal índice constitui um parâmetro de significativa importância para a realização da estimativa de geração de RCD que devem ser feitas no Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil – PGRCC.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As atividades de demolição, em virtude do processo de renovação urbana pelo qual vem passando grande parte das cidades brasileiras, têm apresentado crescente participação na cadeia produtiva da construção civil.

Tais atividades, por sua natureza e pelos métodos atualmente utilizados na sua execução, que não costumam levar em consideração as possibilidades de reaproveitamento dos resíduos gerados, podem ser consideradas responsáveis por uma parcela significativa da geração de RCD nos municípios brasileiros.

Conforme levantamento realizado neste estudo a cerca da quantidade de RCD gerado na demolição de duas casas para construção de um edifício residencial multipisos na Cidade do Recife, a geração gira em torno de 0,66 m³ por cada m² de área demolida. A massa unitária encontrada para estes resíduos foi de aproximadamente 1.100 kg por m³, o que resulta em uma geração de 726 kg de RCD por m² de área demolida.

Para se ter noção da grandeza da geração de RCD em atividades de demolição, pode-se comparar o índice encontrado neste estudo com aqueles comumente adotados para atividades construtivas, que variam de 75 a 100 kg por m² de área construída, ou seja, cerca de dez vezes menor que a geração de resíduos por demolição. Em uma previsão da geração de RCD em uma obra com demolição, esta atividade chega a ser responsável por até 40% do total de resíduos gerados. Tal geração, no entanto, pode ser considerada ainda maior quando se leva em consideração o prazo de execução de demolições que, salvo algumas exceções, não costumam ultrapassar 1 mês, resultando assim em enormes índices de geração diários.

Diante desta realidade, torna-se imprescindível o aperfeiçoamento das técnicas de demolição adotadas atualmente, voltando-as para a maximização do potencial de reaproveitamento dos resíduos por ela gerados, contribuindo assim para a consolidação de uma construção civil mais sustentável e comprometida com a preservação do meio ambiente.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARNEIRO, Fabiana Padilha. “Diagnóstico e Ações da Atual Situação dos Resíduos de Construção e Demolição na Cidade do Recife”. Março/2005. Dissertação de Mestrado em Engenharia Urbana – Universidade Federal da Paraíba.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução n. 307 de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção. Diário Oficial da República Federativa do Brasil.

Characterization of Building-Related Construction and Demolition Debris in the United States.

E-Mat - Revista de Ciência e Tecnologia de Materiais de Construção Civil Vol. 1, n. 1, p 22-32, Maio 2004. Ângulo, s.c, John, V.M. -> Variedade dos agregados graúdos de resíduos de construção e demolição reciclados.

JOHN, V.M. e Agopyan, V., Reciclagem de Resíduos da Construção.

LAROUSSE CULTURAL. Dicionário da Língua Portuguesa. Editora Moderna. São Paulo, 1992.

PCC – USP. Disponível em <<http://www.pcc.usp.br/entulho>> Acesso em 08/11/2004.

PINTO, T.P. Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana. São Paulo, 1999.

RECIFE. **Decreto nº 18.082**, 13 de novembro de 1998. Disponível em: <<http://www.recife.pe.gov.br>>. Acesso em 15 fev. 2004.

RECIFE. **Lei nº 17.072**, de 04 de janeiro de 2005. Estabelece as diretrizes e critérios para o Programa de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil. Disponível em: <http://www.recife.pe.gov.br/diariooficial>>. Acesso em 15 jan. 2005.

SIQUEIRA, M. S. Análise da situação Ambiental dos Resíduos de Construção na Cidade do Recife. Pernambuco, 2005. – Relatório de Iniciação Científica Pibic Poli.

7. AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer ao AMBITEC (Grupo de Pesquisa em Engenharia Aplicada ao Meio Ambiente), ao Sindicato das Empresas Construtoras do Estado de Pernambuco – SINDUSCON/PE e à construtora que autorizou o estudo feito em uma de suas obras.

Gostaríamos ainda de agradecer ao CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - pela bolsa de iniciação científica concedida.

