

GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM UMA OBRA NA GRANDE VITÓRIA

Ana Maria Silva Xavier¹; Jéssica Coutinho Caser¹; Vinicius Batitucci Ribeiro¹; Mirella Gonçalves da Fonseca²

(1) Acadêmico(a) de Engenharia Civil na Faculdade Brasileira – Multivix Vitória

(2) Engenheira Química; docente na Faculdade Brasileira – Multivix Vitória

RESUMO

Os resíduos sólidos provenientes das indústrias da construção civil tiveram um crescimento visível em todo o mundo nos últimos anos, não sendo diferente na cidade de Vitória, capital do estado do Espírito Santo. Se não tratados adequadamente, estes resíduos tornam-se problemas para diversas áreas da sociedade, agredindo o meio ambiente, causando problemas na saúde local e ocasionando diversos transtornos para a população. O plano de gerenciamento de resíduos da construção civil foi estipulado pelo Ministério do Meio Ambiente, com o intuito de contribuir para um melhor controle e planejamento da geração e disposição final destes. Este projeto consiste no estudo e análise do gerenciamento dos resíduos sólidos provenientes da construção e demolição das fases de superestrutura, vedação e acabamento de uma obra residencial localizada no município de Vitória-ES. Assim, tendo como seu objetivo quantificar a geração de resíduos por fases e analisar possíveis soluções, como exemplo a reciclagem ou a reutilização para outros setores, afim de evitar grandes desperdícios e reduzir os impactos causados por esses.

Palavras-chave: Programa de gerenciamento de resíduos, construção civil, resíduos da construção e demolição.

INTRODUÇÃO

Com o crescente avanço da globalização, é notável a percepção do aumento significativo dos centros urbanos quanto à demanda de espaço habitacional. Sendo assim, houve um crescimento das atividades da construção civil e, conseqüentemente, problemas como a geração de resíduos excessivos (ÂNGULO; ZORDAN, 2010).

A indústria da construção civil é o maior consumidor de recursos naturais existente, tendo uma utilização de 20% a 50%. A reciclagem trás como benefício à redução deste consumo, a redução das áreas de aterro, redução do consumo de energia e a redução da poluição, principalmente da emissão de gás carbono na atmosfera (ÂNGULO; ZORDAN, 2010).

Segundo FIGUEREDO (1994), os resíduos gerados pela construção civil possuem cerca de 40% de materiais recicláveis, apesar de serem considerados inservíveis por grande parte da população. Esta parte reciclável é relativamente atrativa econômica, energética e principalmente ambientalmente.

Os resíduos da construção civil (RCC), no Brasil, tem uma representatividade de 50% a 70% da massa dos resíduos sólidos urbanos (RSU). Decorrente deste grande volume gerado nem todo este resíduo recebe uma disposição adequada para o tipo de material, causando assim, problemas de âmbito ambiental, afetando a saúde pública e também a ordem estética do local (FERNANDEZ, 2012).

Logo, com a necessidade de uma disposição adequada para estes resíduos, o Ministério do Meio Ambiente (MMA), por meio do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), definiu a Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, para estabelecer diretrizes, critérios e procedimentos adequados para os RCC's (FERNANDEZ, 2012).

De acordo com a CONAMA, na resolução nº 307/2002, resíduos sólidos da construção civil “são os 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 obra, caliça ou metralha.” (MMA, 2002).

Estes resíduos recebem classificações, também de acordo com a CONAMA nº 307/2002, da seguinte forma: Classe A: são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis utilizados como agregados (de demolição, construção, reparos, reformas e do processo de fabricação e demolição de estruturas pré-moldadas em concreto produzidas no canteiro de obra); Classe B: são os resíduos recicláveis para outros fins (plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, entre outros); Classe C: são os resíduos que ainda não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação (produtos oriundos de gesso); Classe D: são os resíduos perigosos, provenientes do processo de construção (tintas, solventes, óleos e etc.).

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (MMA), através da CONAMA 307/2002, propõe que toda empresa de construção civil deve se responsabilizar pela não geração destes resíduos. Mas, caso ocorra esta geração, a empresa deve propor a redução, reutilização, reciclagem e a disposição final dos resíduos. Esta determinação faz com que as empresas geradoras tenham uma maior preocupação com a produção dos resíduos e a forma como eles são tratados e dispostos (FERNANDEZ, 2012).

A disposição final do RCC varia de acordo com a classificação definida pela CONAMA nº 307/2002. Resíduos que se encaixam na classe A ou B devem ser encaminhados para reuso, reciclagem ou então dispostos em áreas de aterro de resíduos da construção civil. Já os resíduos de classe C e D devem ser armazenados, transportados e encaminhados seguindo as normas específicas para estes materiais. Os resíduos de classe A que são encaminhados para a reciclagem são agregados, que podem ser reutilizados em diversas áreas como blocos, tijolos de vedação, pavimentação, meio fio, argamassa, entre outros. (MMA, 2002).

A CONAMA 307/2002 também estipula que os municípios, para que ocorra a gestão de resíduos da construção civil, elaborem o Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil. Com isso, entra em vigor a Lei Federal nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, onde se dispõe diretrizes para a gestão e o gerenciamento de resíduos sólidos.

O Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) é um documento que quantifica a geração de resíduos de construção, reformas, demolições, entre outros. Sua

finalidade é estabelecer diretrizes para o manejo e disposição ambientalmente aceitável para os resíduos (LIMA; LIMA, 2012).

ESTUDO DE CASO

Área de estudo

Para o estudo, foi utilizada uma obra residencial com aproximadamente 900 M² de terreno situada no bairro Bento Ferreira, no município de Vitória-ES como mostra a figura 1. A obra conta com uma área total construída de 3.713,18 metros quadrados dividida em 12 andares, sendo os dois primeiros destinados a vagas de garagem, portaria, salão de festas, churrasqueira e piscina, nove andares de apartamentos residenciais e o ultimo andar um terraço descoberto pertencente ao décimo primeiro andar, como pode ser visto na figura 2.



Figura 1 – Vista superior do terreno.

Fonte: Google Maps, Adaptada.



Figura 2 – Obra de estudo.

Fonte: Autores, 2016.

Quantitativo de resíduos

Para a estimativa da quantidade de geração de resíduos sólidos na obra, foram analisadas as três últimas fases de serviços: superestrutura, vedação e acabamentos, efetuados durante os meses de Abril de 2015 a Setembro de 2016. Através do registro de geração e destinação dos resíduos, entregues pela empresa terceirizada de locação das caçambas de entulho, pôde-se quantificar o peso líquido destas, sendo estes os resíduos gerados.

Para cada fase da obra há os resíduos mais comuns, que geram maior peso final nas caçambas de entulho. Pode-se identificar cada um desses materiais no Quadro 1. Percebe-se que na etapa de superestrutura, aço, concreto e madeira são os resíduos mais vistos, provindos da concretagem, dobra do aço e fabricação das formas.

Quadro 1 – Resíduos mais comuns por fase.

FASES	RESÍDUOS MAIS COMUNS
SUPERESTRUTURA	AÇO CONCRETO MADEIRA
VEDAÇÃO	BLOCOS CERÂMICOS BLOCOS DE CONCRETO ARGAMASSA
ACABAMENTO	CERÂMICA AZULEJO GESSO ARGAMASSA

Fonte: Autores, 2016.

Na etapa de vedação, os serviços levados em conta incluem o assentamento de blocos cerâmicos e de concreto, chapisco, reboco e contrapiso, gerando, com isso, resíduos de blocos e argamassas, resultante principalmente da projeção.

Na última etapa é onde se percebe a maior geração de resíduos em relação ao volume dos serviços. Essa fase consta com as atividades de acabamento incluindo assentamento de piso cerâmico e azulejo, execução de forro de gesso liso, execução de paredes em gesso acartonado, argamassa colante e rejuntamento flexível. Analisando o resultado da geração de entulho, foi possível perceber que a maior parte do volume pertence às cerâmicas e placas de gesso quebrados ou cortados.

A partir do manifesto e certificação de destinação disponibilizados pela locatária, chegou-se a uma média de 4142,22 kg de entulho por caçamba segundo a equação (1) encontrada abaixo. A empresa responsável pela entrega, coleta e transporte destas tem como destino final um aterro sanitário situado no município de Cariacica-ES, onde são pesados e quantificados os resíduos provenientes da obra.

$$\text{Média de resíduos por caçamba (em kg)} = \frac{\sum(\text{peso líquido das caçambas})}{\text{número de caçambas}} \quad (1)$$

Com a média dos pesos líquidos das caçambas, chegou-se a uma massa unitária média dos resíduos equivalente a 828,44 kg/m³ utilizando a equação (2) abaixo, uma vez que cada caçamba possui 5 m³ de volume.

$$\text{Média de resíduos por caçamba (em kg/m}^3) = \frac{\text{Média de resíduos por caçamba (em kg)}}{\text{Volume das caçambas}} \quad (2)$$

Através de análises e pesquisas com os funcionários da construtora que atuaram diretamente na obra, concluiu-se que na etapa de acabamentos, apenas cerca de 30% do entulho gerado eram pertencentes a esta fase. Os outros 70% incluíam demolições de serviços anteriores, finalização da etapa de vedação ou até acúmulo de entulho dos meses anteriores.

Para análise da geração de resíduos da obra, foi necessário realizar o levantamento dos serviços realizados em função dos meses e a propriedade de cada material. A fase da

superestrutura teve um início em Abril de 2015 e se estendeu até Dezembro deste mesmo ano. A vedação iniciou-se em Setembro de 2015 finalizando em Julho de 2016. Já os acabamentos começaram em Março de 2016 e tem previsão de término em Dezembro do mesmo ano. Levando em consideração o peso específico e transformando áreas em volume, chegou-se a um peso final de cada etapa e seus respectivos resíduos, como mostram as equações (3), (4) e (5).

$$\text{Peso total de cerâmica} = \text{Área Total revestida} \times \text{Especificação do Produto} \quad (3)$$

$$\text{Kg} = \text{m}^2 \times \text{kg/m}^2 \quad (4)$$

$$\text{Peso total dos acabamentos} = \sum(\text{Pesos dos serviços de acabamento}) \quad (5)$$

Na fase da superestrutura foi quantificada uma média aproximada de 2.675 toneladas de concreto e aço. Na vedação, os serviços de alvenaria, chapisco, reboco e contrapiso resultaram em um total de 1.887 toneladas. Já na parte do acabamento, composto por cerâmica, gesso, argamassa e rejunte, foi prevista uma quantia de 90 toneladas.

Com os valores mensais dos serviços e dos entulhos de cada fase, pôde-se chegar a uma relação de geração de resíduos por total aproveitado, como indicado na equação (6) a seguir.

$$\text{Geração de resíduos do mês em \%} = \frac{\text{Peso dos resíduos do mês}}{\text{Peso total dos serviços do mês}} \quad (6)$$

Para a etapa de acabamento, o peso total dos resíduos dessa fase equivalia somente a 30% do peso da caçamba como identificado anteriormente, logo, foi necessário reajustar a equação (6) para a equação (7).

$$\text{Geração de resíduos de acabamento do mês em \%} = \frac{\text{Peso das caçambas do mês} \times 0,3}{\text{Peso total dos serviços do mês}} \quad (7)$$

Resultados e discussões

Ao longo de toda a obra, notou-se uma geração de resíduos próximo a 344 toneladas desde a etapa de preparação do terreno até a finalização dos acabamentos. Comparando o peso total dos resíduos e a área total construída chegou-se a 92,60 kg/m² de entulho gerado por unidade de área, como mostra a equação (8) a seguir.

$$\text{Entulho gerado por unidade de área} = \frac{\text{Peso total de resíduos sólidos}}{\text{Área total construída}} \quad (8)$$

Para a fase da superestrutura, durante a dobragem da armadura, concretagem e confecção das formas, notou-se uma pequena geração de resíduos de concreto, uma maior de formas de madeira provenientes da desformagem, mesmo com o reaproveitamento destas, e uma quase imperceptível de aço. No total, foi calculada uma quantidade de entulho relativa a 3,09% do peso de materiais utilizados nesta fase, seguindo a equação (9) abaixo.

$$\text{Média de geração de resíduos por fase em \%} = \frac{\sum(\text{Geração de resíduos por mês em \%})}{\text{número de meses}} \quad (9)$$

Na vedação, os serviços de assentamento de alvenaria foram os maiores responsáveis pela geração dos resíduos, proveniente também da demolição para passagem das instalações hidrossanitárias e elétricas. A argamassa também influencia muito em todas as etapas, seja

no assentamento dos blocos e na projeção da argamassa para chapisco e reboco. Estimou-se uma perda de 6,13% resultante do total aproveitado nessa fase.

Por fim, a etapa dos acabamentos foi onde percebeu-se os maiores gastos de toda a obra. Além de todos os materiais necessários para a finalização do edifício serem extremamente caros quando comparados com os das outras fases, também nota-se uma grande geração de entulho em relação ao total aproveitado.

Os resíduos gerados nos serviços de acabamento na sua grande maioria não podem ser aproveitados. Cerâmicas quebradas, restos de gesso e argamassas já secas são o que compõem o maior volume das caçambas. 16,8% foi o total não reaproveitado desta fase, destinado aos aterros.

Analisando as três fases em conjunto, notou-se uma geração de resíduos proveniente de todos os serviços realizados próximo a 5% do peso total conforme o quadro 2. Para chegar a esse valor, foi necessário avaliar o peso total dos resíduos e dos serviços como mostra a equação (10) a seguir.

$$\text{Geração de resíduos total da obra em \%} = \frac{\sum(\text{Resíduos em kg})}{\sum(\text{Serviços em kg})} \quad (10)$$

Quadro 2 – Média de geração por fase e total.

FASES	PORCENTAGEM MÉDIA DE RESÍDUOS DO TOTAL
SUPERESTRUTURA	3,09%
VEDAÇÃO	6,13%
ACABAMENTO	16,78%
TOTAL	4,94%

Fonte: Autores, 2016.

Segundo RODRIGUES (2001), a média de geração de RCC nas novas obras beiram valores entre 7% e 8%. Com esses dados, nota-se que a obra em questão se encontra abaixo da média nacional, apresentando um índice de geração menor em aproximadamente 3%. Este resultado está ligado diretamente com o porte da obra, sendo esta caracterizada como pequena, uma vez que o gerenciamento, planejamento e controle são facilitados. Para obras maiores é necessário ter uma avaliação mais rigorosa e criteriosa para contornar as dificuldades.

PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

O Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) é um documento estipulado pela CONAMA 307/2002 que deve ser elaborado e implementado por grandes geradores de resíduos, com a finalidade de estabelecer etapas para o manejo e destinação final de forma ambientalmente adequada. Este documento, como determinado pela Lei Federal nº 12305, deve ser apresentado juntamente com o projeto do empreendimento.

No PGRCC, devem constar etapas para um melhor entendimento e execução na obra, sendo bem explicadas e de fácil compreensão. Estas etapas são determinadas na CONAMA 307/2002:

- I. Caracterização: nesta etapa o gerador deverá identificar e quantificar os resíduos;
- II. Triagem: deverá ser realizada, preferencialmente, pelo gerador na origem, ou ser realizada nas áreas de destinação licenciadas para essa finalidade, respeitadas as classes de resíduos que foram estabelecidas;
- III. Acondicionamento: o gerador deve garantir o confinamento dos resíduos após a geração até a etapa de transporte, assegurando em todos os casos em que seja possível, as condições de reutilização e de reciclagem;
- IV. Transporte: deverá ser realizado em conformidade com as etapas anteriores e de acordo com as normas técnicas vigentes para o transporte de resíduos;
- V. Destinação: deverá ser prevista de acordo com o estabelecido na resolução CONAMA 307/2002.

Como exemplo da fase de Acondicionamento, conforme o item III do PGRCC, pode ser visto na figura 3 abaixo uma baia para estoque de madeira utilizada de reaproveitamento. Uma imagem muito comum em canteiros de obra também é a caçamba estacionária, como mostra a figura 4. Estas caçambas são recipientes metálicos, com uma capacidade de 3 a 7 m³ e tem a finalidade de acondicionar os entulhos da obra. Outros exemplos para uma melhor separação dos materiais são bags e bombonas.

A elaboração adequada de cada fase é de suma importância para que a quantidade de resíduos gerados na construção civil seja reduzido, evitando assim gastos excessivos e disposições em locais não adequados. Além disso, com uma organização no canteiro de obra, a reciclagem e o reuso dos resíduos se tornam uma atividade comum, evitando assim, desperdícios excessivos (LIMA, 2016).



Figura 3 – Baia para estoque e de madeira.
Fonte: Autores, 2016.



Figura 4 – Caçamba estacionária.
Fonte: Autores, 2016.

CONCLUSÃO

Analisando os resultados obtidos e comparando com os valores encontrados na literatura, pode-se afirmar que a obra em questão encontra-se abaixo da média de geração de resíduos. Para a redução ainda maior desses números, seria necessário um planejamento maior e mais criterioso, para evitar e reduzir os erros encontrados durante a execução, já que grande parte das perdas foi proveniente das demolições e correções. É importante, também, que toda empresa procure fechar parcerias com cooperativas para a reciclagem

dos resíduos gerados, pois seria econômico e ambientalmente viável reutilizar e reciclá-los para reduzir o volume dos aterros e contribuir para a diminuição da exploração dos recursos naturais. Para isso, o Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil deveria ser adotado por todas as obras para garantir um melhor controle de geração, acondicionamento, transporte e destinação final dos resíduos.

AGRADECIMENTOS

À nossa orientadora Mirella Gonçalves da Fonseca, que nos proporcionou momentos de grande aprendizado e que sempre esteve presente para nos fornecer orientações e sanar nossas dúvidas.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10004** - Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, ABNT: 2004.

Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução n^o 307, de 05 de julho de 2002: **Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 17 jul. 2002.

ÂNGULO, S. C.; et al. Resíduos de construção e demolição: avaliação de métodos de quantificação. **SciELO**, São Paulo, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v16n3/v16n3a13.pdf>>. Acesso em: 12 set. 2016.

ÂNGULO, S. C.; ZORDAN, S. E. Desenvolvimento sustentável e a reciclagem de resíduos na construção civil. **Pedra Sul Petra**, Jul. 2010. Disponível em: <<http://www.pedrasul.com.br/artigos/sustentabilidade.pdf>>. Acesso em: 12 set. 2016.

FERNANDEZ, J. A. B. Diagnóstico dos resíduos da construção civil: relatório de pesquisa. **IPEA**. 2012. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/120911_relatorio_construcao_civil.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2016.

FIGUEIREDO; P. J. M. A sociedade do lixo: os resíduos, a questão energética e a crise ambiental. 2^a Edição. UNIMEP: Piracicaba, 1994.

JOHN, V. M.; AGOPYAN, V. Reciclagem de resíduos da construção. Seminário - Reciclagem de resíduos sólidos domésticos. **Researchgate**, São Paulo, 2000. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/228600228_Reciclagem_de_residuos_da_construcao>. Acesso em: 03 out. 2016.

LIMA, R. S.; LIMA, R. R. R. Guia para elaboração de projeto de gerenciamento de resíduos da construção civil. Paraná, 2012. Disponível em: <http://www.cuiaba.mt.gov.br/upload/arquivo/cartilhaResiduos_web2012.pdf>. Acesso em: 12 set. 2016.

MONTEIRO, J. H. P. Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos. **Web Resol**, Rio de Janeiro: IBAM, 2001. Disponível em: <<http://www.resol.com.br/cartilha4/manual.pdf>>. Acesso em: 12 set. 2016.

PIMENTEL, U. H. O. Análise da geração de resíduos da construção civil da cidade de João Pessoa/PB. Salvador, 2013. Disponível em:
<<http://tede.biblioteca.ufpb.br:8080/handle/tede/299>> . Acesso em: 02 ago. 2016.

PINTO, T. de P. P. Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana. **Caso**, São Paulo, 1999. Disponível em:
<<http://www.caso.com.br/hjr/pdfs/GestResiduosSolidos.pdf>>. Acesso em: 21 jul. 2016.

RODRIGUES, Mariuza. Números do desperdício. **Techne**, 2001. Disponível em:
<<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/53/artigo285202-1.aspx>>. Acesso em: 03 out. 2016.

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. Curitiba, 2006. Disponível em:
<http://www.ppgerha.ufpr.br/publicacoes/dissertacoes/files/123-Rafael_Fernando_Tozzii.pdf>. Acesso em: 15 set. 2016.