

## GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL – MÉTODOS DE CÁLCULO

Gilberto Júnior Ferreira Pinto (\*), Eusileide Suianne Rodrigues Lopes de Melo, Krystal de Alcantara Notaro

\* Autarquia do Ensino Superior de Garanhuns (AESGA), juniorfp@hotmail.com.br

### RESUMO

Atualmente é grande o problema do desperdício de materiais na construção civil. O número alarmante de resíduos gerados nas obras tem como fator principal a falta de planejamento e estratégia para a diminuição destes entulhos. Este problema se torna ainda mais grave, pois o manuseio dos entulhos é feito de maneira errada e em vários pontos, como por exemplo, na separação, no armazenamento, no transporte e na destinação dos diversos tipos de materiais. Tais pontos devem ser realizados corretamente para que ocorra uma destinação eficiente dos Resíduos de Construção Civil. A previsão da geração de resíduos consiste em uma ferramenta importante para controle do desperdício. Através do presente trabalho acadêmico, visa-se apontar formas de calcular a quantidade de resíduos que serão gerados em uma obra por meio de estudo exploratório e por meio de pesquisa bibliográfica, facilitando o planejamento de destinação e de reutilização dos resíduos sólidos. Desta forma, serão abordados quais os materiais que poderão ser reutilizados; a forma de reutilizá-los, a justificativa para o reaproveitamento; o responsável para fazê-lo; e os métodos de cálculo de taxa de geração com a finalidade de atingir os objetivos propostos. Para a realização da pesquisa foi feito um levantamento por meio de livros, artigos científicos, legislação vigente e normas técnicas que devem ser seguidas para que se obtenha um padrão de qualidade. Conclui-se que existem vários modelos numéricos para quantificar a geração de resíduos em uma obra, cabe ao gestor da obra escolher o modelo que melhor se adequa a realidade do local onde a obra é realizada. Para tanto, deve-se levar em conta as classes de resíduos trabalhadas e as opções disponíveis, *in loco*, para destinação de Resíduos da Construção Civil.

**PALAVRAS-CHAVE:** Desperdício, Meio Ambiente, Resíduos, Taxa de Geração, Construção Civil.

### INTRODUÇÃO

O incentivo a industrialização do interior do Brasil, impulsionada em meados de 2008, ocasionou uma ampliação da ocupação das cidades. Neste cenário, foi necessário investimento em infraestrutura urbana e em ampliação de unidades residenciais. A construção civil acompanhou uma fase de desenvolvimento seguida de uma estabilização, o que provocou elevação em números de geração postos de trabalho e aumento de renda.

Por outro lado, a indústria da construção civil gera elevada quantidade de resíduos, que por possuírem características específicas foram denominados de Resíduos da Construção Civil ou simplesmente RCC. Dados coletados pelo Governo Federal apontam uma evolução na quantidade de massa de resíduos totais recebidos nas unidades de processamento dos municípios. Dentre os dados, destaca-se que as massas de RCC, em 2013, destinadas a área de transbordo e triagem, área de reciclagem e aterro somaram 3.784.560 toneladas (SNIS – BRASIL, 2015).

No que se refere a quantidade de massa enviada a aterros de RCC o montante relativo a participação do Sudeste alcança aproximadamente um milhão de toneladas anuais, 43% do valor nacional. A região Nordeste atinge os 31% da marca nacional (SNIS – BRASIL, 2015).

Diante do exposto, observa-se que milhares de toneladas de resíduos dos mais diversos tipos são lançados no meio ambiente sem qualquer tratamento. Com o passar do tempo, todos sentirão o impacto ambiental causado pela má disposição dos resíduos e alterações climáticas, tais como desertificação e inundações. É necessário pensar, cada vez mais, em uma maneira autossustentável de gerenciar os resíduos sólidos, especificamente os da construção civil.

O correto gerenciamento de resíduos depende diretamente de características específicas, tais como: composição e classificação, massa e volume médios, quantidade de unidades de processamento disponíveis, estimativas de geração e de investimentos, existência de área de transbordo e localização de empresas de reciclagem.

Esses fatores fazem com que o tema abordado tenha importância constante dentro da comunidade científica, sendo questionado e debatido por este estudo. Portanto, o presente trabalho acadêmico visa descrever e diferenciar as formas de calcular a quantidade de resíduos que serão gerados em uma obra, facilitando o planejamento de destinação e de reutilização dos resíduos de construção civil, quando for o caso. Para tanto, baseou-se em uma pesquisa bibliográfica

realizada através de levantamentos em publicações, essencialmente livros, normativas e artigos científicos, versando sobre o tema, constituindo uma pesquisa exploratória.

## REFERENCIAL TEÓRICO

No Brasil, o impacto ambiental provocado pela disposição incorreta dos resíduos é agravado pelas precárias condições sanitárias do país. É perceptível que o setor da construção civil afasta-se cada vez mais do que se denomina desenvolvimento sustentável, progresso social e crescimento econômico aliado ao meio ambiente. Ainda é marcante a despreocupação desse setor com o grande volume gerado e o destino final dos resíduos.

Para Bidone (2001), o desperdício de resíduos caracteriza um prejuízo inestimável ao meio ambiente e para a população. Uma pesquisa feita com objetivo de analisar a implementação da gestão sustentável de RCC em canteiros de obras de construção civil na cidade do Recife identificou a importância da economia alcançada com a diminuição da quantidade de remoções dos resíduos (SILVA et al., 2008). Pinto (2005) obteve dados sobre o total de geração de resíduos indicando uma variação de 163 a mais de 300 quilos por habitante/ano. Tais dados são alarmantes e preocupam muito quando se trata da manutenção do equilíbrio ecológico no Brasil. O índice de perda de resíduos construção civil é uma das principais causas de geração de entulhos, Pinto (1999) relata que os valores estimados de geração de resíduos varia entre 230-760 kg/hab.ano. Contudo a média destes valores é de 510 kg/hab.ano, na qual mais se aproxima dos valores internacionais.

A porcentagem de RCC, segundo Tavares (2007 apud SANTOS, 2009) é de 20% para residências novas, 21% para edificações novas acima de 300m<sup>2</sup> e as reformas ampliações e demolições representam 59% dos Resíduos. A composição de resíduos na cidade do Recife-PE, segundo Carneiro (2005) é de 44% argamassa e concreto, 23% areia, 19% cerâmica, 3% de rochas e 11% de outros tipos de materiais provenientes de obras.

Pinto e González (2005) comentam que os resíduos de construção civil (RCC) são gerados em várias atividades e a informação sobre o montante gerado é dada através de uma média da taxa de geração anual. No Brasil, por exemplo, a taxa de RCC é de 230 kg.hab/ano a 760 kg.hab/ano. Comparando alguns municípios, observa-se que em Diadema, São Paulo, a taxa corresponde a 400 kg.hab/ano, enquanto que em Recife, Pernambuco, a média assume um valor de 237 kg.hab/ano (CARNEIRO, 2005).

A manutenção e a redução dos percentuais de geração de RCC dependem da implantação de uma correta e eficiente administração, que pode ser realizada através do Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC). Esse plano é de caráter obrigatório para as empresas desde 2005, através da resolução CONAMA nº 307, e tem por finalidade administrar a geração e o controle dos resíduos desde a instalação do canteiro de obras, até a sua finalização, sendo também uma importante ferramenta para evitar o desperdício de materiais (BRASIL, 2002). Guedes e Fernandes (2013) relatam o gerenciamento dos resíduos de construção civil como estratégia para minimização das perdas em um canteiro de obras.

O plano de gerenciamento deve ser iniciado pelo planejamento, logo se faz necessárias visitas técnicas nos canteiros de obras para realizar levantamentos dos resíduos que são gerados, bem como sua quantidade, pois através dos dados coletados pela administração da construtora é possível se traçar a metodologia a ser aplicada de acordo com o tipo de material existente e a forma como conduzir o seu processo de reciclagem. Assim, observa-se que a quantificação de material é essencial a implantação de um PGRCC e para a eficiência na destinação correta dos RCC.

Não há indústria que possua taxa de desperdício zerada, existe uma perda produtiva o que ocorre na construção civil, como em qualquer outro tipo de indústria (GUEDES e FERNANDES, 2013). Pinto (1999) obteve um percentual de 25% como o correspondente a perda média de materiais em processos construtivos. Assim, observa-se que a quantificação de material é essencial para a implantação de um PGRCC e para monitorar a eficiência na destinação correta dos RCC.

Para se iniciar o processo de quantificação deve-se levar em consideração o tipo de obra, se é unifamiliar ou multifamiliar, o tipo de estrutura, o processo construtivo, o tempo de construção, a quantidade de profissionais, o projeto de obra. Além disso, deve-se observar a relação de causa e efeito para cada tipo de quantificação, para que se possa utilizar o método quantitativo que melhor se adapte ao tipo de realidade de cada área. É fato que a maioria das cidades enfrenta um problema comum para realizar o processo de quantificação, que é a falta de gestão, para que se possa colher informações mais precisas e próximas da realidade, fazendo com que exista uma melhora no processo, ainda que gradativa.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A estimativa de geração de RCC pode assumir métodos distintos para cada município. Alguns gestores municipais, por exemplo, adotam a elaboração do método de Xavier e Rocha (2001), que faz menção a geração *per capita* de RCC entre 0,66 a 2,43 kg/hab. por dia. Outro método, de autoria de Pinto (1999), utiliza como padrão uma taxa de geração de 150 kg de resíduo por cada metro quadrado construído. Ou seja, tais autores utilizam métodos diferentes observando a base de cálculo aplicada: Xavier e Rocha (2001) adotam o número de habitantes e Pinto (1999) utiliza a área construída.

Observa-se que os métodos supracitados exigem apenas uma multiplicação ao invés de aplicação de equações enormes e coleta de dados simples de serem obtidos. No entanto, ao admitir valores estimados como fator multiplicativo, corre-se o risco de não representar todas as realidades distintas a tipos de obras e/ou a condições econômicas diferentes, por exemplo.

O método indireto, como é conhecido o proposto por Pinto (1999), baseado na área construída, ficou conhecido como método das áreas licenciadas, uma vez que o licenciamento consiste no instrumento de obtenção da área construída. Desta forma, faz referência a construção formal apresentando desvio da situação real, pois nem toda construção está devidamente licenciada. Portanto, a eficácia desse método depende da condição de cobertura dos licenciamentos, ou seja, de que o registro de construções seja realizado em plenitude, o que é bastante difícil. Mas em municípios onde esta condição é uma realidade, o método indireto pode ser realizado com um índice de erro menor.

No município de Ilha Solteira – SP, Oliveira (2014) utilizou o método descrito por Pinto (1999) em comparação com o método conhecido como Movimento de Cargas por Coletores (MARQUES NETO e SCHALCH, 2010, CARDOSO et al., 2014). O método de movimento de cargas por coletores, conhecido por método direto por CARDOSO et al. (2014), consiste em considerar o volume de RCC coletados por caçambas de prestadores de serviço. A partir da quantidade de coletas realizadas, é possível obter um volume total de coleta em um período de tempo determinado.

Cardoso et al. (2014) obteve os números de caçamba diários através de entrevistas realizadas com prestadores de serviços. Por sua vez, Marques Neto e Schalch (2010) em estudo sobre resíduos de construção civil e de demolição (RCD) realizaram o mesmo procedimento nas construções. Nota-se um risco atrelado a obtenção dos dados, pois a entrevista pode não receber valores reais, e ainda pode ocorrer a contabilização de resíduos que não são RCC, mas apresentam-se misturados nos coletores. Além disso, podem existir RCC que não estão situados em área de coleta pelos prestadores de serviço (MARQUES NETO e SCHALCH, 2010).

A quantificação obtida resulta na multiplicação das viagens dadas pelo veículo pelo volume médio da caçamba de coleta. Os resultados são multiplicados pela massa unitária dos resíduos. A massa unitária é obtida a partir da pesagem de um determinado volume de RCD. Pesa-se o resíduo em um recipiente de volume previamente determinado e a relação entre a massa obtida e o volume conhecido origina o valor numérico correspondente a massa unitária, dada em kg/m<sup>3</sup>, comumente (COSTA et al., 2014).

Marques Neto e Schalch (2010) em estudo comparativo entre os métodos diretos, indiretos e um método onde coleta os dados dos resíduos diretamente do local onde são produzidos afirma que o último método representa melhor a geração de RCC. Embora o autor tenha obtido valores semelhantes de taxa de geração ao aplicar os três métodos: o indireto, o direto e o volume que descartado no aterro.

Diante do exposto, pode-se afirmar que o método mais aplicado e conhecido consiste no método proposto por Pinto (1999). Utilizaram este método Cardoso et. al. (2014), Marques Neto e Schalch (2010) e Oliveira (2014). Outros métodos surgem como adaptação deste último.

A geração de resíduos na construção civil varia de acordo com a localidade, com o método construtivo, com a disponibilidade de matéria-prima local, com a densidade demográfica, entre outros fatores peculiares que interferem no tipo e no volume de RCC. Portanto, todo método deve ser analisado com cuidado, pois podem ocorrer variações numéricas relativas a diversidade dos fatores que interferem na taxa de geração de RCC.

## RECOMENDAÇÕES

A mensuração dos materiais dispensados na construção civil *per capita* traz uma reflexão do que pode ser modificado a partir do canteiro de obras até a destinação final, onde toneladas de materiais são desperdiçados, seja pela má utilização e má administração ou pela falta de uma política de incentivo a reutilização.

Existem métodos na literatura descritos para quantificar a geração de RCC. A evolução destes foram apenas adaptações, em grande maioria, do método de Pinto (1999) o qual relaciona a taxa de geração de RCC com a área construída da obra. A simplicidade do método na obtenção de dados, desde que exista um banco de dados municipal, incentiva sua aplicação em várias realidades.

O método direto tem como base a obtenção de dados coletados a partir da quantidade de caçambas de resíduos despejadas nos aterros pelos prestadores de serviço, o problema para esse tipo de quantificação é a falta de estrutura para realizar uma fiscalização eficaz, como isso não ocorre, muitas caçambas são despejadas em locais impróprios, impedindo a máxima precisão dos dados.

A dificuldade de quantificar os RCC consiste na ausência ou precariedade de um banco de dados que forneça as informações necessárias, falta de mapeamento dos aterros, muitas empresas mesmo estando formalmente no mercado não possuem controle da quantidade de caçambas que transportam e depositam, assim como não existe a fiscalização dos órgãos públicos para que esse controle seja realizado. As mesmas transportam e depositam seus resíduos em aterros clandestinos, o que dificulta a medição da evolução e seu volume.

O gerenciamento dos RCC deve estar aliado a um ciclo de controle, onde construtora recebesse da transportadora uma comprovação de entrega do entulho, e por sua vez a transportadora recebesse uma comprovação de depósito em local licenciado, numa política onde a carga do poder público ficariam a fiscalização e a disponibilização do local com infraestrutura para receber os resíduos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002**. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.
2. BIDONE, F.R.A.; SOARES, S.R. Experiências em valorização de resíduos sólidos. In: BIDONE, F.R.A (Coord.). **Resíduos sólidos provenientes de coletas especiais: eliminação e valorização**. Porto Alegre: Rima, 2001.
3. CARDOSO, A.C.F; GALATTO, S.L; GUADAGNIN, M.R; Estimativa de Geração de Resíduos da Construção Civil e Estudo de Viabilidade de Usina de Triagem e Reciclagem. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais** – Número 31 – Março 2014.
4. CARNEIRO, F.P. **Diagnóstico e ações da atual situação dos resíduos de construção e demolição na cidade do Recife**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana, Gerenciamento e Planejamento do Uso de Água e Resíduos) - Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa - PB, 2005.
5. COSTA, R.V.G. DA; ATHAYDE JUNIOR, G.B.; OLIVEIRA, M. M. DE. Taxa de Geração de Resíduos da Construção Civil em Edificações na cidade de João Pessoa. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v.14, n.1, p. 127-137, Jan./Mar.2014
6. GUEDES, G. G.; FERNANDES, M. **Gestão ambiental de resíduos sólidos da construção civil no Distrito Federal**. Revista Universitas Gestão e TI, v. 3, n. 1, p. 39-50, jan. / jun.2013.
7. MARQUES NETO, J. C.; SCHALCH, V. Gestão dos Resíduos de Construção e Demolição: Estudo da Situação no Município de São Carlos-SP, Brasil. **Engenharia Civil**. Universidade do Minho, n.36, 2010. p.41-50. Disponível em: <http://www.civil.uminho.pt/revista/n36/pag.41-50.pdf>. Acesso em 11 Set 2015.
8. OLIVEIRA, C.E.M. **Levantamento e classificação de resíduos de construção e demolição em Ilha Solteira – SP**. Dissertação. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – Unesp. Ilha Solteira – SP.2014. 105p. Disponível em: <http://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/123736/000829457.pdf?sequence=1>. Acesso em: 12-set-2015.
9. PINTO, T de P. (1999) **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da Construção Urbana**. (Tese Doutorado) – Universidade de São Paulo. Disponível em: <http://www.casoi.com.br/hjr/pdfs/GestResiduosSolidos.pdf>. Acesso em 20 Set 2015.
10. PINTO, T. P.; GONZÁLEZ, J.L.R. **Manejo e gestão de resíduos da construção civil. Manual de orientação: como implementar um sistema de manejo e gestão nos municípios**. V.01. Brasília: Caixa, 2005.
11. SANTOS, A. L. **Diagnóstico ambiental da gestão e destinação dos resíduos de construção e demolição (RCC): análise das construtoras associadas ao Sinduscon/RN e empresas coletoras atuantes no município de Parnamirim - RN**. 2009. 107 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.
12. SILVA, Elias do Nascimento; FUCALE, Stela Paulino; Gusmão, Alexandre Duarte; Mariana Santos de Siqueira; SILVA, Thalita Cristina Rodrigues; Souza, Paula Christyan Medeiros de. Gestão de resíduos da construção civil em canteiro de obras na cidade do Recife-PE. In.: **Simpósio Luso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental XIII**, 2008, Belém do Pará. Anais..., Rio de Janeiro: ABES, APRH, APESB, 2008.

13. XAVIER, L.L.; ROCHA, J. C. **Diagnóstico do resíduo da construção civil – Início do caminho para o uso potencial do entulho.** In:IV Seminário Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem na construção civil - materiais reciclados e suas aplicações. CT206 - IBRACON. São Paulo - SP. 2001