

PECULIARIDADES E GERAÇÃO DOS RESÍDUOS DE DEMOLIÇÃO

FEATURES AND GENERATION OF DEMOLITION WASTE

Tatiane Morita Oliveira¹
Roger Francisco Ferreira de Campos²
Daiane Cristine Kuhn³
Daniel Leal Brandão⁴

RESUMO

A recuperação dos materiais utilizados em uma obra de construção civil, é maximizada, com a aplicação de técnicas de demolição que possibilitem manter a integridade dos elementos de interesse, para posterior utilização. A aparência e qualidade do resíduo de demolição são dependentes diretas do processo em que ele foi gerado. Portanto, o presente trabalho tem como objetivo analisar alguns métodos alternativos de se realizar a demolição e a composição geral do resíduo gerado. Para o desenvolvimento do estudo utilizou-se a revisão bibliográfica narrativa, por meio do método dedutivo, obtendo uma abordagem qualitativa sobre as peculiaridades dos resíduos de demolição em comparação aos resíduos de construção. A otimização no reaproveitamento dos resíduos de uma obra de demolição pode ser potencializada com o planejamento já na construção da edificação, nas construções antigas, projetadas e feitas da maneira tradicional, a demolição seletiva ou ainda a desconstrução, são as melhores alternativas para conseguir aproveitar elementos inteiros, sem contaminação. Sendo assim, conclui-se que a aplicação dos métodos alternativos de demolição é um excelente caminho para se reduzir e reaproveitar ao máximo os resíduos e elementos da construção.

¹ Engenheira Industrial da Madeira e é mestranda em Engenharia Civil pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). E-mail: tatianemorita@alunos.utfpr.edu.br

² Engenheiro Ambiental e Sanitarista, mestre em Ciências Ambientais pela Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), doutorando em Engenharia Civil pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) e é docente da Universidade Alto Vale do Rio do Peixe (UNIARP). E-mail: roger@uniarp.edu.br.

³ Engenheira Ambiental e Sanitarista, mestre em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Estadual do Centro Oeste, doutoranda em Engenharia Civil pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). E-mail: daiackuhn@gmail.com.

⁴ Engenheiro Civil e é mestranda em Engenharia Civil pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). E-mail: danielbranddao@hotmail.com.

Palavras-Chave: Resíduos de demolição, Desconstrução, Demolição seletiva.

ABSTRACT

The recovery of materials used in a civil construction work is maximized, with the application of demolition techniques that make it possible to maintain the integrity of the elements of interest, for later use. The appearance and quality of demolition waste are directly dependent on the process in which it was generated. Therefore, the present work aims to analyze some alternative methods to carry out the demolition and the general composition of the generated waste. For the development of the study, a narrative bibliographic review was used, through the deductive method, obtaining a qualitative approach on the peculiarities of demolition waste compared to construction waste. The optimization in the reuse of waste from a demolition work can be enhanced with planning already in the construction of the building, in old buildings, designed and built in the traditional way, selective demolition or even deconstruction are the best alternatives to be able to use elements whole, without contamination. Therefore, it is concluded that the application of alternative demolition methods is an excellent way to reduce and reuse as much as possible the waste and construction elements.

Keywords: Demolition waste, Deconstruction, Selective demolition.

INTRODUÇÃO

Uma sociedade em busca por desenvolvimento acaba sendo totalmente dependente da infraestrutura gerada pela construção civil. Com intuito de se reduzir os efeitos causados durante esse desenvolvimento acelerado, uma das medidas encontrada foi a utilização dos RCC como matéria prima para a realização de novas obras (MATUELLA, 2017). O setor também é responsável por produzir os bens de maiores dimensões físicas do planeta, e conseqüentemente o maior consumidor de recursos naturais comparado com qualquer economia (JOHN, 2000).

O estudo sobre geração de resíduos na construção civil está cada vez mais necessário. A composição desses resíduos varia de acordo com a atividade que o gerou e sua estrutura, frequentemente contém materiais pesados e volumosos, como concreto, madeira, asfalto (obras rodoviárias), gesso (*drywall*), tijolos, metais, telhas, rocha e terra (MARTINS, 2017). Em valores de gasto energéticos, cerca de 80% da energia utilizada na

construção de um edifício, por exemplo, é consumida na produção e transporte de materiais e resíduos, gerando poluição em praticamente todos os processos (desde a extração da matéria-prima até a produção de insumos como cimento e concreto) (FERNANDES; AMORIM, 2014). Portanto, o presente trabalho tem como objetivo analisar alguns métodos alternativos de se realizar uma demolição, e a composição do resíduo gerado no processo, por meio de uma revisão bibliográfica narrativa.

METODOLOGIA

O presente estudo, funda-se na base bibliográfica, relacionando a modalidade de revisão da literatura narrativa, acerca dos métodos alternativos de se realizar uma demolição e a composição dos resíduos gerados. Portanto, a presente pesquisa será levada a efeito, tomando como pressuposto o método dedutivo, sendo que para Marconi e Lakatos (2003, p. 92) o método dedutivo “[...] tem o propósito de explicar o conteúdo das premissas [...]”, obtendo uma abordagem qualitativa.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

GERAÇÃO DE RESÍDUOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Além da alta exploração de recursos naturais, a geração de resíduos alcançou limites alarmantes, uma fonte importante é o desperdício nas obras de construção, reforma e demolição (HALMEMAN, 2009).

O CONAMA, através da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002 estabelece que:

Os resíduos da construção civil são provenientes de construções, reformas 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, madeira, compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulho de obras, caliça ou metrada (BRASIL, 2002, n.d.).

Salvi (2020) dispõe a composição dos resíduos de construção e demolição de três subcategorias, de acordo com a atividade em que ele é

gerado, da estrutura da edificação e de acordo com a região onde ele foi gerado. A atividade, de onde o resíduo é gerado pode variar entre construção, reabilitação e demolição, um trabalho realizado em Oslo na Noruega mostrou que o resíduo composto por betão e tijolos são a principal fonte de material inerte encontrada, uma vez que traduzem os maiores percentuais nas três atividades, podendo exceder 80% nas obras de demolição.

Barbosa, Oliveira e Oliveira (2016), realizaram um levantamento sobre os resíduos de construção na cidade de Pau dos Ferros/RN e separaram em três origens, sendo, que em 67% das obras visitadas a geração de resíduos era oriunda de novas construções, em 25% devido a reformas, e em 8% oriundo de demolições.

Chen e Liu (2020) realizaram um levantamento e análise de dados, juntamente com o mapeio das fontes e RCD na cidade de Pequim em 2019, chegando ao valor de 37,72 milhões de toneladas de resíduos, sendo 30,92 de solo escavado, 6,74 de resíduos de demolição e 0,06 milhões de toneladas de resíduos de mobiliário.

Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais - ABRELPE, em 2019 os RCD coletados pelos municípios brasileiros geraram aumento quantitativo passando de 33 milhões de toneladas geradas em 2010 para 44,5 milhões em 2019, sendo que a quantidade coletada per capita aumentou de 174, 3 kg ara 213,5 kg por habitante/ano. Tanto em 2010 como em 2019 a região centro-oeste liderou a quantidade de resíduo coletada em kg/hab./ano, sendo essa quantidade de 288, 9 e 300, 8 kg/hab./ano respectivamente em cada ano (ABRELPE, 2020).

A falta de reutilização e reciclagem dos resíduos que são gerados nas obras de reforma e construção, é a principal causa dos resíduos correspondentes a sobras dos materiais, já nas obras de demolição propriamente ditas, a quantidade de resíduos não depende dos processos usados para a demolição ou da qualidade do setor, pois o resíduo é produto do processo (BANDEIRA, 2018).

RESÍDUOS DE DEMOLIÇÃO – PROCESSOS ALTERNATIVOS DE GERAÇÃO

As características dos resíduos de uma obra de demolição, são definidas principalmente, em consequência dos métodos utilizados no seu processo de geração. Do ponto de vista de promover uma construção sustentável, a reutilização dos elementos constituintes é recorrentemente mais valorizada do que a reciclagem, já que é possível uma economia de energia que a reciclagem não permitiria. Assim a desconstrução é uma opção mais desejável que a demolição convencional das construções.

As vantagens da desconstrução, como, redução da pressão ambiental ao nível de extração de matérias virgens, poupanças energéticas e redução de resíduos nos aterros. As desvantagens também são conhecidas, os custos e prazos maiores comparados a demolição tradicional, a dificuldade de escoamento dos produtos resultantes, o desconhecimento sobre as técnicas específicas e muitas vezes a falta de informação correta sobre as construções a serem demolidas, como uma planta correta, a relação dos materiais utilizados (SANTOS; BRITO, 2015).

A grande dependência da mão de obra é um dos principais aspectos da desconstrução, devido ao fato de ser um trabalho predominantemente manual quando comparado a uma demolição tradicional mecanizada. Existe uma forma de demolição, a “escolha seletiva”, que consiste em remover apenas os materiais com valor mais elevado e os mais procurados para revenda, antes da demolição mecânica, reduzindo e eliminando os materiais, criando grandes quantidades de entulho e impossibilitando a sua separação em obra. A desconstrução processa sempre que possível, na ordem inversa da construção, respeitando as características da edificação a demolir (MARTINS, 2017).

A demolição seletiva é um método que permite potenciar a recuperação de materiais de uma construção para reciclagem e, principalmente, para reutilização em outros fins. Este tipo de demolição consiste na separação dos vários materiais e elementos numa primeira fase, passando para a demolição da sua estrutura só depois (LOURENÇO; BRITO, 2008).

Para conseguir manter a integridade dos elementos desmontados das

construções, a retirada deve ser feita predominantemente de forma manual, utilizando ferramentas manuais ou portáteis motorizadas, algumas vezes é necessário equipamentos de grande porte para içar e transportar os elementos mais robustos e com maiores dimensões. Destaca-se a importância de se projetar peças e encaixes que facilitem o processo de desmontagem, possibilitando a utilização desses elementos em outras obras e até mesmo sua reciclagem (BOHANA, 2020).

Em comparação com a demolição tradicional, os custos de estaleiro na demolição seletiva tendem a ser superiores já que existe a necessidade de criar condições de processamento e armazenamento dos resíduos triados e elementos recuperados, apesar disso, a possibilidade de tirar proveitos dos resíduos recuperados pode oferecer vantagem sobre a demolição tradicional. Este custo também varia muito com a localização da obra em relação às infraestruturas disponíveis para receber os resíduos da demolição (LOURENÇO; BRITO, 2008).

Berg, Voordijk e Adriaanse (2020) observaram um projeto de demolição seletiva na Holanda, a fim de compreender as condições que conduzem a recuperação de um elemento de construção. Concluíram numa proposição de que um elemento de construção deve ser recuperado apenas quando o empreiteiro de demolição: (1) identificar uma demanda econômica para o elemento; (2) especificar rotinas apropriadas para desmontá-lo; e (3) poder controlar o desempenho do respectivo elemento até sua integração em outra obra de construção.

Martins, Reis e Fabrício (2019) pensaram numa diretriz para realização de demolições, a partir de um trabalho que envolveu, revisão bibliográfica, análise de normas nacionais e estudo de caso (entrevistas e visitas em obras de demolição em edificações de pequeno porte). Definiram então seis etapas para o processo:

- 1) Seleção e contratação da empresa;
- 2) Verificação antes da demolição;
- 3) Documentação para a demolição;
- 4) Segurança na demolição;
- 5) Execução da demolição seletiva;
- 6) Otimização da gestão de resíduos.

Com as entrevistas feitas concluiu-se que os materiais mais procurados para compra são a madeira, a telha cerâmica e o tijolo maciço, isso se justifica pela qualidade em comparação aos novos materiais fabricados. As demolições se iniciam com processos manuais, com equipamentos pequenos como martelo e picareta, e apenas se faz uso de equipamentos de grande porte para limpeza do terreno ou para derrubar elementos estruturais de concreto. Os elementos retirados das edificações são comercializados em lojas das próprias empresas (Figura 1) ou até mesmo no local da demolição, durante a execução dos trabalhos, expondo os materiais ao longo do canteiro de obras e na própria calçada (MARTINS; REIS; FABRÍCIO, 2019).

Figura 1 – Loja de revenda dos materiais recuperados



Fonte: Tirada por Martins, Reis e Fabrício (2019).

COMPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS DE DEMOLIÇÃO

O resíduo de demolição é composto por diferentes materiais usados durante as etapas construtivas, por exemplo, concretos, tijolos, argamassa e restos de embalagens. A composição varia de acordo com alguns fatores, como, as técnicas construtivas, os materiais disponíveis e a tipologia construtiva (LEITE, 2001).

Valcekoski (2018) realizou um estudo de caso em um edifício residencial a fim de estudar o consumo de energia de uma obra de demolição, por consequência ficou quantificado os resíduos gerados, os que

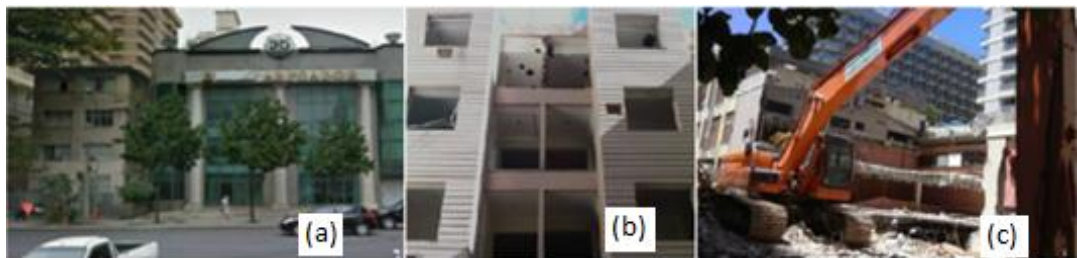
se destacaram foram, o aço com 2,75 m³, alvenaria (chapisco, reboco, emboço) com 753,05 m³, o concreto com 283,30 m³ e a madeira com 30,22 m³.

Salvi (2020), mostrou os resultados de um estudo realizado em Oslo, na Noruega, onde a composição dos resíduos de uma obra de demolição tradicional onde, 84,15% dos resíduos gerados eram betão e tijolos; 6,42% era madeira; 4,33% era de metal; 0,27% era papel, cartão e plásticos.

Soares (2015) realizou um estudo de caso em um edifício de três andares que foi construído na cidade de Santiago no Chile, ele foi projetado para que futuramente seja removido do atual terreno, liberando o espaço para outra edificação com maior taxa de ocupação. Isso é possível porque ele foi todo construído com técnicas e materiais que tornam o edifício totalmente desmontável e passível de ser “remontado” em outro lugar. A estrutura é de madeira laminada, paredes internas de *drywall*, placas pré-moldadas de cimento e mecanismos de fixação constituídos por parafusos aparentes. Esse tipo de construção garante quase a eliminação de resíduos gerados na desconstrução do edifício.

Rangel, Lima e Alvarado (2018) realizaram um estudo em Copacabana na cidade do Rio de Janeiro, onde acompanharam a demolição de três prédios residenciais (Figura 2), a obra durou 85 dias.

Figura 2 – (a) prédios originais, (b) demolição seletiva, (c) demolição destrutiva.



Fonte: Rangel, Lima e Alvarado (2018)

Primeiramente foi feito o desmonte manual, e em seguida a demolição destrutiva por meio de equipamentos, as principais quantificação dos resíduos foi de 2880 m³ entre concreto, argamassa, cerâmica e tijolos, 10m³ de aço/arames, 18 m³ de gesso e plásticos e 36 m³ de madeira. Destes materiais, 65% foram destinados para usinas de reciclagem, 34% foram para

aterros, e apenas 1% foram para empresas de venda de material de reuso (RANGEL; LIMA; ALVARADO, 2018).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Independentemente do local e da dimensão da obra de demolição, se faz necessário o gerenciamento dos resíduos gerados, para que sejam atendidas necessidades ambientais e econômicas. Em obras de demolição o ponto principal não é se o resíduo será gerado, pois nesse caso o resíduo é produto do processo, e sim como ele pode ser reduzido ou reaproveitado ao seu máximo.

Os métodos alternativos para se realizar uma demolição são a chave para a maximização do aproveitamento dos resíduos. Com o planejamento do processo é possível manter a integridade dos elementos da construção e assim garantir seu retorno a outra edificação. A composição dos resíduos

O ciclo de vida da construção já deve ser considerado em seu projeto inicial, de forma inteligente, pensando na menor geração de resíduos, e no maior aproveitamento possível dos que forem inevitáveis de se gerar. Os métodos que fogem do conceito tradicional de demolição possibilitam a redução do volume de resíduos direcionados a aterros, aumentando o reaproveitamento dos elementos viáveis da construção.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Programa de Bolsas Universitárias de Santa Catarina - UNIEDU/FUMDES (Chamada Pública nº 1423/SED/2019) pela bolsa de doutorado.

REFERÊNCIAS

ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2020**. São Paulo: Associação brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, 2020. Disponível em <https://abrelpe.org.br/panorama-2020/>. Acesso em: 04 jun. 2021.

BANDEIRA, Cristiane Lima. **Destinação final dos resíduos da construção e demolição do município de Russas**. 2018. TCC (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal Rural do

Semiárido, Mossoró, 2018.

BARBOSA, Helcio Barros; OLIVEIRA, Alda Kellen D. S. de; OLIVEIRA, Leonardo Henrique Borges de. Diagnóstico da geração de resíduos de construção civil: Um estudo de caso de canteiros na cidade de Pau dos Ferros/ RN. **Revista Monografias Ambientais**, Santa Maria, v. 15, n. 1, p. 416-427, jan. 2016.

BERG, Marc van Den; VOORDIJK, Hans; ADRIAANSE, Arjen. Recovering building elements for reuse (or not) – Ethnographic insights into selective demolition practices. **Journal of Cleaner Production**, Enschede, v. 256, p. 1-10, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120332>.

BRASIL. **Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002**. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Brasília: Diário Oficial da União, [2002]. Disponível em: <http://protegeer.gov.br/images/documents/35/Resolu%C3%A7%C3%A3o%20CONAMA%20N%C2%BA%20275.2001.pdf>. Acesso em: 23 mai. 2021

BOHANA, Mirela Carvalho Ribeiro. **Reutilização de resíduos de construção e demolição: Proposta de fluxo de materiais para desconstrução de estruturas industrializadas de concreto**. 2020. Dissertação (Mestrado em Planejamento Ambiental) - Universidade Católica do Salvador, Salvador, 2020.

CHEN, Chong; LIU, Yupeng. Construction and demolition waste in Beijing: where they come from and where they go? **Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy**, [S.L.], v. 39, n. 4, p. 555-560, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.1177/0734242x20980819>.

FERNANDES, Antônio Vitor Barbosa; AMORIM, José Ricardo Ribeiro. Concreto sustentável aplicado na construção civil. **Caderno De Graduação - Ciências Exatas E Tecnológicas - UNIT - SERGIPE**, v. 2, n. 1, p. 79–104, 2014.

HALMEMAN, Maria Cristina Rodrigues; SOUZA, Paula Cristina de; CASARIN, André Nascimento. Caracterização dos resíduos de construção e demolição na unidade de recebimento de resíduos sólidos no município de Campo Mourão-PR. **Revista Tecnológica**, Ed. Especial, p. 203-209, 2009. DOI: <https://doi.org/10.4025/revtecnol.v0i0.8821>

JOHN, John, Vanderley. **Reciclagem de resíduos na construção civil – contribuição a metodologia de pesquisa e desenvolvimento**. 2000.

Tese (livre docência) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

LEITE, Mônica Batista. **Avaliação de propriedades mecânicas de concretos produzidos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição**. 2001. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2001.

LOURENÇO, Cristina; BRITO, Jorge de. **Análise da viabilidade econômica da demolição seletiva face à demolição tradicional**. Lisboa, 2008. Disponível em:
https://www.researchgate.net/publication/282643760_Analise_da_Viabilidade_Economica_da_Demolicao_Selectiva_Face_a_Demolicao_Tradicional. Acesso em: 24 mai. 2021.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas 2003.

MARTINS, Andreia Sofia Moreira. **Diretrizes para o planejamento de uma demolição sustentável em edifícios**. 2017. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2017.

MARTINS, Andreia Sofia Moreira; REIS, Daniel Costa; FABRICIO, Márcio Minto. Diretrizes para o planejamento de uma demolição seletiva em edifícios. **Interações**, Campo Grande, v. 20, n. 2, p. 487-507, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.20435/inter.v0i0.1732>.

MATUELLA, Matheus Ferreira. **Efeitos da composição de resíduos de construção e demolição em seu comportamento mecânico para utilização em pavimentação**. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

RANGEL, Camilla Martins de Almeida Figueiredo; LIMA, Francisco Mariano da Rocha de Souza; ALVARADO, Lígia Marcela Tarazona de. Avaliação do ciclo de vida do pós-uso da construção civil: um estudo de caso da demolição no Rio de Janeiro. *In: XXVI JORNADA DE INICIAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO E INOVAÇÃO*, Rio de Janeiro: Cetem, 2018. p. 1-5. Disponível em:
<http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/2132/3/Avalia%C3%A7%C3%A3o%20do%20ciclo%20de%20vida.pdf>. Acesso em: 06 jun. 2021.

SALVI, Chanalisa Ruggini. **Estudo da Viabilidade da Utilização de Agregados Reciclados Provenientes de RCD em Estradas Rurais e Florestais**. 2020. Dissertação (Doutorado Estruturas de Engenharia Civil) - Universidade do Porto, Porto, 2020.

SANTOS, António Lobato; BRITO, Jorge de. Desconstrução, um Complemento à Reabilitação.: medidas de promoção recolha e reutilização de materiais, elementos e componentes das construções. *In*: Encontro Nacional sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios, Patorreb 2009, FEUPAt: Porto, Portugal, 2015. DOI:10.13140/RG.2.1.3575.4003

SOARES, Ivo Alves. **O binômio construção / desconstrução na concepção de projetos de edifícios sustentáveis**. 2015. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) - Universidade da Beira Interior, Covilha, 2015.

VALCEKOSKI, Silvia Letícia. **Análise do consumo de energia na etapa pós-operacional do ciclo de vida de edificações**. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2018.