

AValiação DO CICLO DE VIDA DO PÓS-USO DA CONSTRUÇÃO CIVIL: UM ESTUDO DE CASO DA DEMOLIÇÃO NO RIO DE JANEIRO

EVALUATION OF THE LIFE CYCLE OF THE POST-USE OF CIVIL CONSTRUCTION: A CASE STUDY OF DEMOLITION IN RIO DE JANEIRO

Camilla Martins de Almeida Figueiredo Rangel

Aluna de Graduação da Engenharia Civil, 7º período, UFRJ
Período PIBIC ou PIBITI/CETEM: agosto de 2017 a julho de 2018,
camillaalmeida@poli.ufrj.br

Francisco Mariano da Rocha de Souza Lima

Orientador, Engenheiro Mineral e Industrial, D.Sc.
flima@cetem.gov.br

Ligia Marcela Tarazona de Alvarado

Co-orientadora, Engenheira Elétrica, M.Sc.
lalvarado@cetem.gov.br

Resumo

O setor da construção civil é intensivo no uso de recursos minerais. A recuperação destes materiais após a vida útil dos prédios e da infraestrutura das cidades é uma mineração urbana que transforma resíduos da construção e demolição (RCD) em agregados reciclados. O objetivo do artigo é avaliar o ciclo de vida de uma demolição seletiva e gestão dos resíduos de três prédios em Copacabana, no Rio de Janeiro. Usando a abordagem atribucional, os dados do inventário foram obtidos a partir do acompanhamento da demolição seletiva desse conjunto de prédios. Os dados extraídos foram modelados para avaliar as fases de demolição e a destinação de resíduos para reciclagem, aterro e reuso. O método de avaliação dos impactos foi o TRACI 2.1 e o software utilizado para o tratamento dos dados foi o Gabi. O estudo evidenciou que 65% dos resíduos foram para usinas de reciclagem, 34% para o aterro e 1% para empresas de venda de material de reuso. A categoria de impacto mais significativa foi de depleção de combustíveis fósseis, seguido de formação de gases de reação fotoquímica e a toxicidade humana não carcinogênica, devido ao consumo de Diesel para o transporte dos RCD.

Palavras-chave: Avaliação do Ciclo de Vida, Resíduos de Construção e Demolição, Impactos ambientais.

Abstract

The construction sector is intensive in the use of mineral resources. The recovery of these materials after their useful life cycle transforms construction and demolition waste (CDW) into recycled aggregates. The objective of this article is to evaluate the life cycle of a selective demolition and waste management of three buildings in Copacabana, Rio de Janeiro. Using the attributional approach, the inventory data were obtained from the follow-up of the selective demolition of this set of buildings. The extracted data were modeled to evaluate the demolition phases and the destination of waste for recycling, landfill and reuse. The impact evaluation method was TRACI 2.1 and the software used for data processing was the Gabi. The study showed that 65% of the waste went to recycling plants, 34% to the landfill and 1% to companies selling reuse material. The most significant impact category was fossil fuel depletion, followed by the formation of photochemical smoke and non-carcinogenic human toxicity, due to the consumption of diesel for the transportation of CDW.

Keywords: Life Cycle Assessment, Construction and Demolition Waste, Environmental Impacts.

1. INTRODUÇÃO

Segundo Marzouk & Azab (2013), a indústria de construção e demolição é responsável por uma das maiores produções de resíduos sólidos do planeta. A recuperação desses resíduos gerados nas atividades da construção civil é uma mineração urbana responsável por transformar Resíduos de Construção e Demolição (RCD) em agregados reciclados, na busca por uma redução dos impactos ao meio ambiente em uma perspectiva sustentável. A mineração pode ser enquadrada como atividade sustentável quando ela minimiza seus impactos ambientais e garante o bem-estar socioeconômico no presente e também nas gerações futuras (Enríquez, 2007).

No contexto brasileiro, os resíduos da construção civil geram mais impacto devido ao grande volume gerado do que da periculosidade dos mesmos, que é vista como baixa (IPEA, 2012)sendoque a quantidade de resíduos pode apresentar de 50% a 70% da massa dos resíduos sólidos urbanos (Brasil, 2005b).Nesse sentido, o estudo sobre o gerenciamento dos RCD, principalmente quanto à destinação final dos mesmos, torna-se necessário na busca por uma gestão mais adequada do ponto de vista sustentável.

2. OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é a avaliação do ciclo de vida da demolição de três prédios e a gestão dos resíduos gerados após a vida útil destes edifícios.

3. METODOLOGIA

A metodologia empregada neste estudo foi separada em quatro etapas, de acordo com a norma ISO 14040, que são: Definição de Escopo e Objetivo; Análise do Inventário do Ciclo de Vida; Avaliação do Impacto do Ciclo de Vida e Interpretação do Ciclo de vida. Tendo-se estabelecido o objetivo da pesquisa a realização de uma ACV a partir da demolição de três prédios em Copacabana, o presente estudo fez o acompanhamento da fase de pós-uso, da demolição do ex-bingo e dos prédios adjacentes. Conforme mostrado na Figura 1.



Figura 1: Fasesde pós-uso:prédios originais, fase da demolição seletiva e demolição destrutiva dos prédios

De acordo com Blengini (2009) os estudos de ACV de edificação, demolição e destinação de resíduos devem ser analisados nas fases de pré-uso, uso e pós-uso. Na figura 2, é apresentadaa fase de pós-uso até o transporte da destinação final dos resíduos. A fronteira geográfica do estudo compreende o limite da fonte dos materiais demolidos em Copacabana até a entrega dos produtos nas plantas de reciclagem e reuso e/ou no aterro.

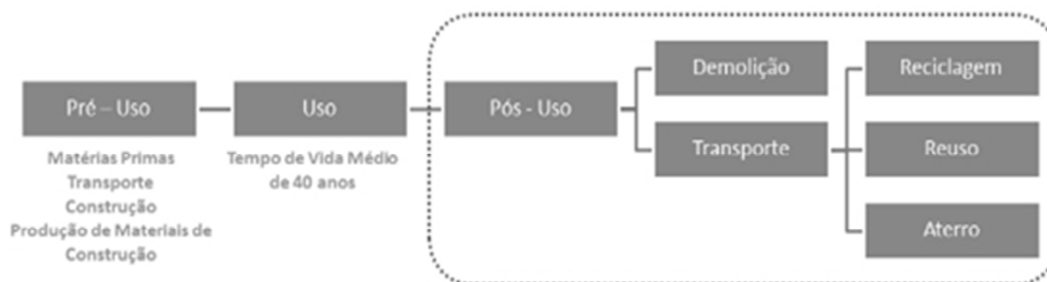


Figura 2: Delimitação do Sistema

Para a Análise do inventário de Ciclo de Vida (AICV) a equipe do Centro de Tecnologia Mineral (CETEM) acompanhou a demolição que durou 85 dias, foi considerada uma carga horária diária mínima de 10 horas de trabalho, incluindo fins de semana.

Como dados para o Inventário, a quantidade de material estimada para construção do prédio foi fornecida pela empresa de demolição, e durante o processo foram quantificadas as demais entradas e saídas do sistema. No inventário mostrado na Tabela 1 a seguir foram quantificados os materiais com maior contribuição significativa em peso. Após dimensionar e quantificar as estruturas dos prédios, foram inseridos os dados no software Gabi para a modelagem do sistema, de acordo com a unidade funcional definida de 1 Kg de resíduos da construção e demolição (RCD) entregues para reciclagem, reuso e aterro.

Tabela 1: Inventário da Demolição da produção de 1 Kg de resíduos da construção e demolição (RCD)

Material	Volume (m ³)	Densidade média (Kg/m ³)	Massa (Kg)	Quantidade de Material para Produção de 1 kg de Resíduo (Kg)
Concreto, Argamassa, Cerâmica, Tijolo	2880	1700	4896000	0,95
Aço, arames	18	7850	141300	0,03
Gesso, Plástico	18	2200	39600	0,01
Madeira	36	1000	36000	0,01

A demolição dos prédios iniciou-se com o desmonte manual por meio de mão de obra especializada, seguida da demolição destrutiva, por meio de equipamentos. Em sequência houve a separação, classificação e quantificação dos resíduos gerados no processo, e finalizando-se esta etapa de gerenciamento de resíduos dando a destinação adequada a estes. Foram destinados para usinas de reciclagem, aterro e empresas de venda de material de reuso, 65%, 34% e 1% dos resíduos, respectivamente. Dessa forma, na modelagem a demolição pôde ser representada, portanto, nestas três etapas: Desmonte/Demolição; Separação do material demolido; Transporte e Distribuição.

A representação esquemática da modelagem do sistema de demolição é apresentada na Figura 3, que mostra os fluxos intermediários (concreto, aço, gesso e madeira), os fluxos auxiliares (diesel e transporte), e as saídas de emissões atmosféricas (efluentes líquidos e resíduos sólidos).

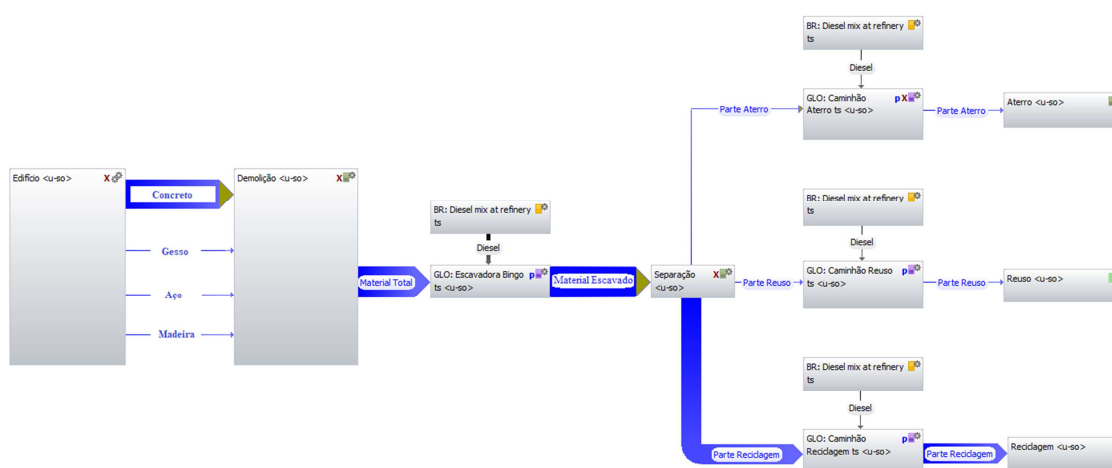


Figura 3: Sistema de Demolição do Estudo de Caso

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos dados do inventário, as entradas e saídas do sistema foram inseridas no software Gabi. Para fins comparativos com estudos anteriores (Lima et. al., 2018) foi utilizada a

metodologia TRACI 2.1, permitindo analisar o ciclo de vida das construções em questão para a produção de 1 kg de resíduo. Com isso, o programa retornou, como resultado, quais foram as principais categorias de impacto geradas. Esses resultados são encontrados na Tabela 2. Foram desconsideradas as categorias com contribuição inferior a 1%.

Tabela 2: Contribuição Relativa das Categorias de Impacto da Metodologia TRACI 2.1

Acidificação	10,7 %
Ecotoxicidade	3,59 %
Eutrofização	6,75 %
Aquecimento Global	12,2 %
Emissão de Particulados para Saude Humana	2,32 %
Toxicidade Humana, carcinogênica	3,58 %
Toxicidade Humana, não-carcinogênica	12,5 %
Consumo de Recursos Fósseis	25,5 %
Formação de Poluição Visível do Ar	22,9 %

Pode-se notar que as principais categorias de impacto geradas foram: depleção de combustíveis fósseis (25,5%), seguido de formação de poluição visível do ar (22,9%) e toxicidade humana não carcinogênica (12,5%). A depleção de combustíveis fósseis está relacionada ao consumo de diesel das etapas da escavadora e dos transportes que levam os resíduos para aterro, reuso e reciclagem. A formação de poluição visível do ar é também causada pela queima de combustíveis fósseis, no caso, diesel, que danifica o processo da fotossíntese e é responsável pelo lançamento de gases poluentes à atmosfera, que provoca um efeito visual caracterizado pela fumaça, reduzindo a capacidade visual. A toxicidade humana não carcinogênica é uma categoria de impacto resultante do aumento da concentração de agentes tóxicos provocado pela poluição, ocasionando, conseqüentemente, potenciais danos à saúde humana, ainda que não carcinogênicos. Estes resultados também podem ser verificados na Figura 4 a seguir, que mostra o gráfico de contribuições das categorias de impacto.

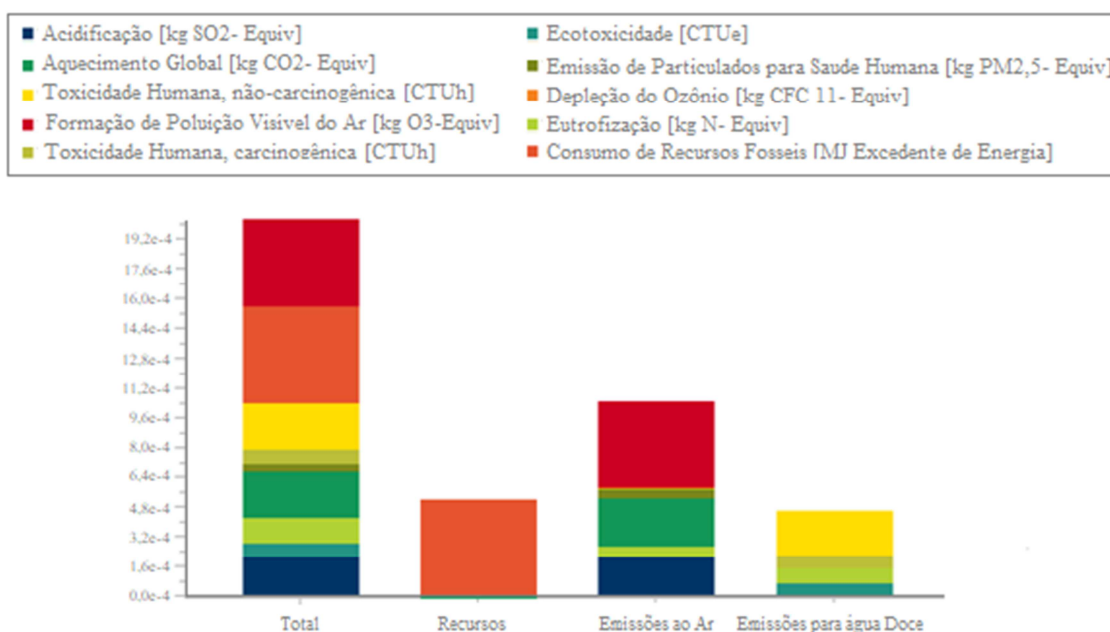


Figura 4: Resultados da AICV Demolição para produção de 1 Kg de resíduos da construção e demolição (RCD) pela metodologia TRACI 2.1.

5. CONCLUSÕES

Neste trabalho, avaliou-se o ciclo de vida de uma demolição seletiva e a gestão dos resíduos de três prédios no bairro de Copacabana, Rio de Janeiro. O estudo permitiu concluir que a categoria de impacto mais relevante foi de depleção de combustíveis fósseis, seguida de formação de poluição visível do ar e toxicidade humana não carcinogênica. Concluiu-se que independentemente da metodologia de estudo, os impactos mais significativos são devidos ao consumo de diesel referente às distâncias percorridas para o transporte dos RCD para o aterro, reuso ou reciclagem. Recomenda-se que políticas e trabalhos futuros invistam em estudos aprofundados sobre a viabilidade técnico-econômica sobre como lidar com os resíduos de construção e demolição no país, na busca por soluções menos danosas ao meio ambiente.

6. AGRADECIMENTOS

Agradeço ao CNPQ pela bolsa concedida e oportunidade de estudo. Agradeço ainda ao meu orientador e minha co-orientadora, Francisco e Marcela, e também ao Giancarlo, pesquisador do CETEM, por todo incentivo e apoio nesta pesquisa.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnica. ISO 14040. Gestão Ambiental: Avaliação do ciclo de vida - princípios e estrutura. Rio de Janeiro, 2009.

BLENGINI, G. A. (2009) **Life cycle of buildings, demolition and recycling potential: A case study in Turin, Italy**. Building and Environment. V.44, p 319–330.

BRASIL. Ministério das Cidades. Ministério do Meio Ambiente. **Área de manejo de resíduos da construção e resíduos volumosos**: orientação para o seu licenciamento e aplicação da Resolução Conama 307/2002. 2005b.

ENRÍQUEZ, M. A. (2007) **Mineração: Maldição ou Dádiva? Os dilemas do desenvolvimento sustentável a partir de uma base mineira**. Tese de Doutorado, Universidade de Brasília. Brasília, DF.

FERNANDEZ, J. A. B. (2012) **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos da Construção Civil**. Relatório de pesquisa IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.

MARZOUK, M.; AZAB, S. (2013) **Environmental and economic impact assessment of construction and demolition waste disposal using system dynamics**. Resources, Conservation and Recycling. V. 82, pp. 41-49.

LIMA, F.M.R.S.; LOVON, G. C.; ALVARADO, L.M.T.; RANGEL, C.M.A.F. (2018) **Avaliação do ciclo de vida do pós-uso da construção civil: um estudo de caso da demolição no Rio de Janeiro**. VI Congresso Brasileiro Sobre Gestão do Ciclo de Vida - GCV2018.