

AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA DA GESTÃO DOS RESÍDUOS DA COMSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO: O ESTUDO DE CASO NO RIO DE JANEIRO, BRASIL

LIFE CYCLE ASSESSMENT APPLIED TO THE DEMOLITION AND MANAGEMENT OF WASTE FROM BUILDINGS: THE CASE STUDY IN RIO DE JANEIRO, BRAZIL

Lucas Azevedo Barbosa Lima

Aluno de Graduação de Engenharia Química, 8º período, Universidade
Federal Fluminense - UFF.

Período PIBIC/CETEM: fevereiro de 2017 a junho de 2017

lazevedo@cetem.gov.br

Francisco Mariano da Rocha de S. Lima

Orientador, Engenharia Mineral, D. Sc

flima@cetem.gov.br

Ligia Marcela Tarazona Alvarado

Co-orientador, Engenharia Elétrica, M. Sc

lalvarado@cetem.gov.br

RESUMO

O setor da construção civil é uma das atividades que mais consome matéria prima natural não renovável. A recuperação destes materiais após sua vida útil transforma os resíduos da construção e demolição (RCD) em agregados reciclados. Entretanto, a demolição tradicional, por uma questão de custos e de um mercado de reciclados ainda incipiente, permanece como a prática mais empregada para recuperar o espaço construído. O objetivo do artigo é avaliar o ciclo de vida de uma demolição seletiva e a gestão dos resíduos de três prédios no bairro de Copacabana, Rio de Janeiro, Brasil. Baseados em dados primários coletados diretamente na fonte da demolição, modelou-se cenários comparativos com distintas destinações dos RCD: reciclagem, aterro e reuso. Utilizou-se a gestão de uma tonelada de RCD como unidade funcional. Para o dimensionamento e a quantificação do tipo de material utilizado empregou-se o software REVIT. Para a avaliação dos impactos utilizou-se a metodologia ReCiPe, sendo o tratamento dos dados através do software GaBi. Os resultados do estudo mostraram que 2 % dos resíduos foram destinados para o reuso, 77 % para a reciclagem e 9% para os aterros sanitários, sendo o cenário de reciclagem com maior impacto ambiental se comparado ao cenário de aterro e reuso.

Palavras-chave: Resíduos da construção e demolição; Agregados reciclados; Avaliação do ciclo de vida (ACV).

ABSTRACT

The construction sector is one of the activities that consumes the most non-renewable natural raw material. The recovery of these materials after their useful life cycle transforms construction and demolition waste (CDW) into recycled aggregates. However, the traditional demolition, due to costs and a still incipient recycling market, remains the most used practice to recover the built space. 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, Brazil. Based on primary data collected directly from the demolition source, comparative scenarios were modeled with different RCD destinations: recycling, landfill and reuse. One tonne of RCD was used as the functional unit. For the dimensioning and quantification of the type of material used, the software REVIT was used. For the evaluation of the impacts, the ReCiPe methodology was used, being the treatment of the data through the software GaBi. The results of the study showed that 2% of the waste was destined for reuse, 77% for recycling and 9% for landfills, being the recycling scenario with most environmental impact compared to the landfill and reuse scenarios.

Keywords: Construction and Demolition Waste; Recycled Aggregates, Life Cycle Assessment (LCA).

1. INTRODUÇÃO

O setor da construção civil é intensivo no uso de recursos minerais e apresenta, aproximadamente, de 20 a 30% da taxa de geração de poluentes através das operações de construção, reforma e demolição (Chung e Lo, 2003). Segundo Lima (2013), a recuperação destes materiais após a vida útil dos prédios e da infraestrutura das cidades é um estímulo à mineração urbana que transforma resíduos da construção e demolição (RCD) em agregados reciclados. Uma das etapas mais importantes desta mineração é a separação dos resíduos na fonte de produção, sendo viável somente com a demolição seletiva do bem construído (Couto, 2006). Sendo assim, a demolição e a coleta seletiva do RCD são práticas importantes na indústria da construção para a produção de agregados reciclados de melhor qualidade e, portanto, competitivos aos de origem natural (Mercante, 2011).

Nas cidades brasileiras de médio e grande porte os resíduos provenientes de construção e demolições representam de 40 a 70% da massa total dos resíduos sólidos urbanos (Da Costa, 2007). Consequentemente, este tipo de resíduos tem recebido grande atenção na formulação de políticas públicas devido aos impactos ambientais causados pela sua disposição indevida.

Para dimensionar os impactos ambientais gerados na vida útil de uma construção vários estudos têm abordado a metodologia de Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) (Blengini, 2009). Esta metodologia tem sido usada em outros estudos da construção civil, como por exemplo, Citherlet e Defaux (2007) que analisa a ACV de três casas na Suíça e conclui que os impactos ambientais poderiam ser significativamente reduzidos através da utilização de diferentes fontes de energia renováveis durante a sua respectiva fase de uso. Além deste, Ortiz (2010) por sua vez analisa a ACV comparativa de 3 cenários distintos: aterro, reciclagem e incineração e conclui que o cenário do aterro apresenta os maiores impactos ambientais.

A ACV é estruturada e normatizada internacionalmente pela Organização Internacional para Padronização (ISO) nas ISO 14040 e 14044. Estas foram adaptadas pelo Brasil em 2009 e são consideradas as principais e mais importantes normas para avaliação ambiental baseada no ciclo de vida de um produto ou processo (ABNT *et al.*, 2009).

2. OBJETIVO

O objetivo do presente estudo é avaliar o ciclo de vida da demolição e a gestão dos resíduos após a vida útil de três prédios no Rio de Janeiro, Brasil.

3. METODOLOGIA

Foi desenvolvido o estudo utilizando como base a metodologia das principais normas ISO 14040, sendo as 4 fases desta: 1) definição de objetivo e escopo, para determinar a intenção de aplicação, o público alvo e a justificativa de condução de cada processo, bem como os limites do sistema da avaliação em questão; 2) análise do inventário do ciclo de vida, para a quantificação das entradas e saídas de materiais e/ou energia que são necessários para as várias etapas do processo e os seus resultados correspondentes; 3) avaliação dos resultados da ACV e seus impactos sobre diferentes parâmetros ambientais para obter uma aproximação quantitativa dos impactos ambientais; 4) interpretação para avaliar e resumir os resultados obtidos a partir dos três primeiros passos a fim de se chegar a uma conclusão significativa, bem como determinar as lacunas no estudo.

O presente estudo é uma continuação do trabalho de demolição seletiva utilizando sistemas dinâmicos realizado pelo Perpétuo em 2015, o qual fez o acompanhamento desde a fase de demolição até a destinação final dos resíduos. Deste modelo, delimitou-se o escopo desta ACV conforme os resultados das visitas técnicas e empregou-se, para Avaliação de Impacto de Ciclo de Vida (AICV), o software Revit 2013 da Autodesk, visto que o levantamento de dados necessários à fase de pré-uso do projeto original não foi disponibilizado, quantificando, assim, os principais materiais considerados na AICV: concreto, aço, madeira, vidro, tijolos, alumínio e cobre. Nesta etapa, alguns limites foram demarcados para obter um inventário que satisfizesse os requisitos de um estudo empírico. A unidade funcional definida para o estudo é de uma

tonelada de resíduos provenientes da demolição de três prédios entregues a sua destinação final: aterro, planta de reciclagem ou planta de distribuição de matérias para reuso. A fronteira geográfica do estudo compreende o limite da fonte dos materiais demolidos, Copacabana, até a entrega dos produtos nas plantas de reciclagem e reuso e/ou o aterro. O presente estudo trata-se de um ACV do berço ao túmulo “cradle to gate”. Com o uso do software GaBi, do banco de dados ReCiPe v1.08 e aliado aos dados coletados no Centro de Tecnologia Mineral – CETEM, criou-se uma modelagem do sistema de demolição, conforme a Figura 1.

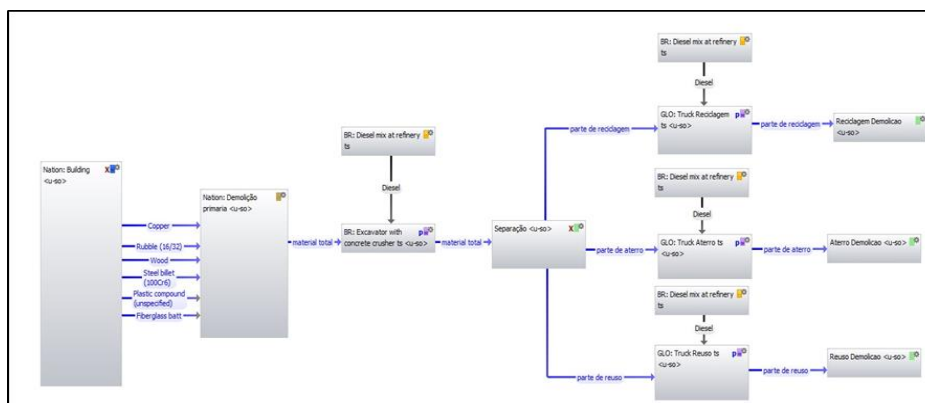


Figura 1: Modelagem do sistema de demolição do estudo de caso.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Uma vez em posse do inventário, pode-se prosseguir com a Avaliação de Impacto de Ciclo de Vida (AICV) do sistema em estudo, analisando todas as entradas e saídas do sistema para classificá-las em diferentes categorias de impacto que reflitam o perfil ambiental da produção de 1 tonelada de resíduos da construção e demolição (RCD). A Tabela 1 mostra os resultados da AICV através da metodologia ReCiPe v1.08.

Tabela 1: Resultados da AICV Demolição para produção de 1 tonelada de resíduos da construção e demolição (RCD) pela metodologia ReCipe.

Categorias de Danos	Categorias de Impacto	Unidade	Total	%
Saúde Humana	Mudanças Climáticas	DALY	1,61	11,3%
	Depleção da Camada de Ozônio	DALY	8,32e-9	
	Toxicidade Humana	DALY	12,3	86,4%
	FormaçãoFotoquímica	DALY	0,00132	
	Material Particulado	DALY	0,313	2,2%
	RadiaçãoIonizante	DALY	2,665E-5	
Ecossistemas	Mudanças Climáticas para os Ecossistemas	espécies.ano	0,0829	40,2%
	AcidificaçãoTerrestre	espécies.ano	0,000635	0,3%
	Eutrofização da Água	espécies.ano	5,39E-5	
	EcotoxicidadeTerrestre	espécies.ano	0,00015	
	Ecotoxicidade da Água	espécies.ano	2,17E-5	
	EcotoxicidadeMarinha	espécies.ano	0,00806	3,9%
	Ocupação da Terra Agrícola	espécies.ano	0,114	55,3%
Consumo de Recursos	Ocupação da Terra Urbana	espécies.ano	x	
	Transformação da Terra Natural	espécies.ano	x	
	Depleção de RecursosMinerais	\$	0,0108	11,3%
	Depleção de CombustíveisFósseis	\$	19,2	99,9%

Pode-se observar que, para os impactos da categoria de danos “Saúde Humana” (em DALY), os mais impactantes são: Toxicidade humana (86,4%), seguida de Mudanças Climáticas (11,3%) e Material Particulado (2,2%). Para a categoria de danos “Ecossistemas” (em espécie. ano), o principal impacto é o de Ocupação da Terra Agrícola (55,3%), seguida de Mudanças Climáticas para os Ecossistemas (40,2%); e finalmente, para a categoria de danos “Consumo de Recursos” (em \$), o impacto à Depleção de Combustíveis Fósseis (99,9%).

Os resultados dessa AICV também podem ser avaliados com relação à contribuição de cada processo nas diferentes categorias de impactos ambientais. A Figura 2 apresenta essas contribuições na forma de um gráfico de barras, em que foi utilizada a metodologia ReCiPe Endpoint. Podemos notar pela Figura 2 que as cores predominantes são a laranja e azul, que correspondem ao uso de diesel, responsável pela maior parte dos impactos ambientais de todas as categorias analisadas; este contribui principalmente para as categorias Mudanças Climáticas e Toxicidade Humana. Também é possível notar que o maior impacto está relacionado com a distribuição para a reciclagem, seguido do reuso, aterro e, por fim, à demolição propriamente dita.

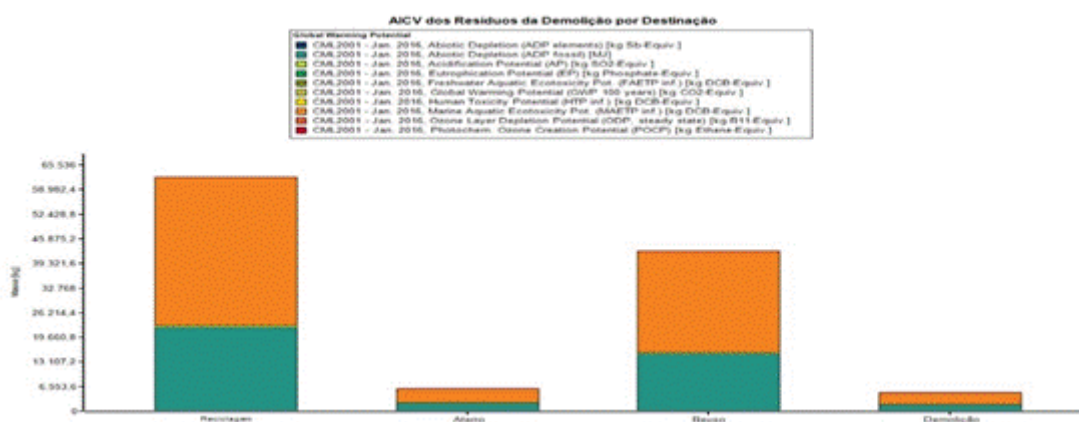


Figura 2: Resultados da AICV Demolição paraprodução de 1 tonelada de resíduos da construção e demolição (RCD) pela metodologia ReCiPe Endpoint.

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. Os resultados do inventário do ciclo de vida mostraram o consumo de quantidades significativas de diesel, a qual depende da distância percorrida desde a fonte até a sua destinação de reuso, reciclagem, ou aterro. Além disso, a AICV através da metodologia ReCiPe v1.08 demonstrou que as categorias de impactos ambientais mais relevantes são depleção de combustíveis fósseis, seguido de toxicidade humana e de mudanças climáticas. Desta forma, com a avaliação do ciclo de vida, podem-se verificar os impactos à saúde humana e ao meio ambiente e propor medidas mitigadoras para tornar o processo mais sustentável e, conseqüentemente, mais competitivo no mercado. Trabalhos futuros e políticas que invistam em estudos aprofundados a respeito da viabilidade técnico-econômica sobre como lidar com os resíduos de construção e demolição civil no país são altamente recomendados.

6. AGRADECIMENTOS

Agradeço ao CnPq, pela bolsa concedida e pelo apoio à pesquisa; aos orientadores e co-orientadores, que me ajudaram a desenvolver o presente trabalho.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. Gestão Ambiental - Avaliação do Ciclo de Vida - Princípios e Estruturas. NBR ISO 14040, 2009.
- BLENGINI, G. A. Life cycle of buildings, demolition and recycling potential: A case study in Turin, Italy. **Building and Environment**, v.4, p 319–330, 2009.
- CHUNG, S. S.; LO C. W. H. Evaluating sustainability in waste management: the case of construction and demolition, chemical and clinical wastes in Hong Kong. **Resources, Conservation and Recycling**,v.37, p 119–145, 2003.
- COUTO, A. B.; COUTO, J. P.; CARDOSO, T. J. M. Desconstrução: uma ferramenta para a sustentabilidade da construção. **Anais do 6º Seminário brasileiro da gestão do processo de projeto na construção de edifícios**, São Paulo, Brasil, 2006.
- CITHERLET, S.; DEFAUX, T. Energy and environmental comparison of three variants of a Family house during its whole life span. **Building and Environment**, v.2, p 1-8, 2007.
- DA COSTA, N. Planejamento de programas de reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil: uma análise multivariada. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v.12(4), p 446-459, 2007.
- LIMA, S. A formação da mineração urbana no país – Reciclagem de RCD e a produção de agregados. [Tese de Doutorado].
- MERCANTE, I. T.; BOVEA, M. D.; FORES, V. I.; ARENA, A. P. Life cycle assessment of construction and demolition wastemanagement systems: a Spanish case study. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, v.17, p 232 – 241, 2012.
- ORTIZ O.; Pasqualino, J. C.; Castells F.Environmental performance of construction waste: comparing three scenarios from a case study in Catalonia, Spain. **Waste Management**, v.30(4), p 646 – 654, 2010.
- PERPÉTUOS, M. Análise do Impacto ambiental através de sistemas dinâmicos. **Jornada de Iniciação científica CETEM**, 2015.