

PROPOSTA METODOLÓGICA PARA AVALIAÇÃO DO INVENTÁRIO DE CICLO DE VIDA NO SETOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Pedro Palhano de Oliveira

Aluno de Graduação da Eng. Química 3º período, UFRJ
Período PIBIC/CETEM : julho de 2013 a julho de 2014,
ppoliveira@cetem.gov.br

Francisco Mariano da Rocha de S. Lima

Orientador, Engenharia Mineral, D.Sc.
flima@cetem.gov.br

Giancarlo Alfonso Lovon Canchumani

Coorientador, Planejamento Energético, D.Sc.
gcanchumani@cetem.gov.br

1. INTRODUÇÃO

O setor da construção civil, além de apresentar relevante consumo de recursos naturais, principalmente os de origem mineral, demonstra considerável participação na taxa de geração de resíduos. Para fazer uma análise, tanto dos impactos ambientais quanto do consumo energético desse setor, vários estudos têm abordado a metodologia de Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) para dimensionar os reais impactos ambientais gerados na vida útil de uma construção (Blengini, 2009). A estrutura da ACV está dividida em quatro partes principais: definição do escopo, análise de inventário, avaliação de impacto e interpretação dos resultados. O presente estudo foca na fase de análise de Inventário de Ciclo de Vida (ICV), etapa crítica e importante para a ACV (GUINÉE et al., 2009). A condução de um ICV é um processo iterativo. Novos requisitos ou limitações dos dados podem ser identificados à medida que os dados são coletados e se amplia o conhecimento sobre o sistema, requerendo alterações no procedimento de coleta de dados, de modo que os objetivos do estudo ainda possam ser satisfeitos. Dentro do processo de estudo de ciclo de vida de um prédio deve-se considerar as fases de construção da edificação (pré-uso), funcionamento (uso) e demolição/reciclagem (pós-uso).

2. OBJETIVOS

Dentro do contexto apresentado, o objetivo deste trabalho é a elaboração de um Inventário de Ciclo de Vida - ICV de um prédio no Rio de Janeiro, com o intuito de dar subsídios para o banco de dados da fase de pré-uso a ser utilizado na Avaliação do Ciclo de Vida - ACV do projeto de demolição do ex-Bingo Arpoador. Assim como apresentar uma proposta metodológica para construção de ICV para o setor de construção civil.

3. METODOLOGIA

A ACV é uma ferramenta utilizada para avaliar os efeitos de um produto ou sistema, desenvolvido para atender a uma determinada função. Os efeitos considerados abrangem todos os estágios da vida deste produto, desde a extração dos recursos naturais até a disposição final, ou então como frequentemente é denominada, análise do “berço ao túmulo”. A base metodológica do estudo foi a norma ISO 14040 conforme a Figura 1.

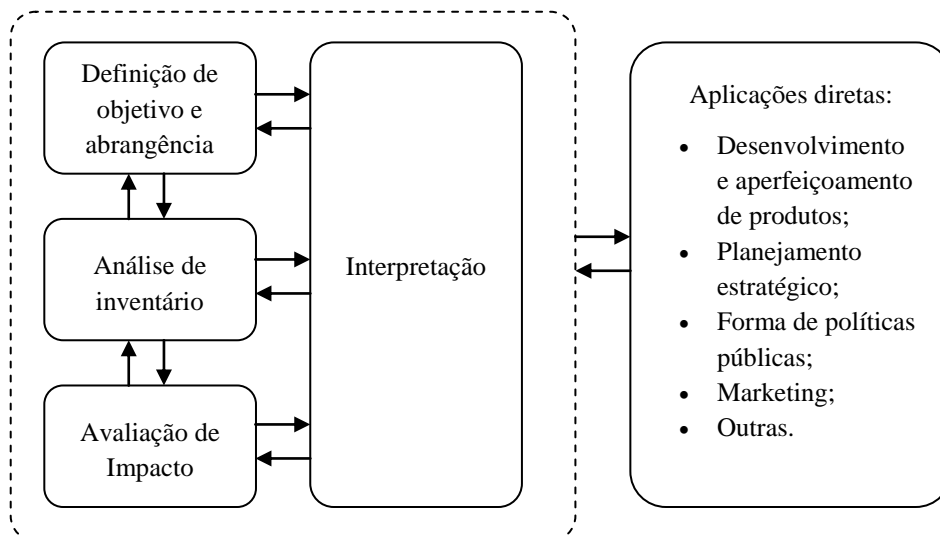


Figura 1: Fases de uma ACV. **Fonte:** Norma ABNT ISO14040 (2009)

Dentro desta metodologia, na etapa de ICV, são elaborados a obtenção de dados e os procedimentos de cálculo com o objetivo de quantificar as entradas e saídas relevantes de um determinado sistema de estudo (ABNT NBR ISO 14040).

Para o levantamento de dados iniciais da ICV do estudo de caso da demolição do prédio do ex-Bingo Arpoador foi considerado, num primeiro momento, a fase do sistema de pré-uso com objetivo de quantificar o material utilizado na construção do primeiro prédio demolido. Para tanto foi utilizado software Revit 2013 da *Autodesk*, almejando dados mais próximos da realidade, visto que não foi disponibilizado o projeto original da construção analisada.

A escolha do Revit se deu pelo fato deste software fazer modelos 3D em metodologia *Building Information Modeling* (BIM) ou Modelagem da Informação da Construção (MIC). Um modelo 3D BIM representa os objetos do mundo real (janelas, paredes, pisos, portas) como objetos tridimensionais onde é possível adicionar à geometria outras informações que podem ser acopladas aos objetos como: nome do fabricante, resistência ao fogo, densidade, tabelas e estimativas de custo. Portanto, permite a conexão de relações espaciais entre os componentes de um modelo 3D e contém uma lógica de cruzamento de dados que facilita a extração da informação do modelo (Papadopoulos, 2014).

A prioridade foi modelar o que interferiria para a realização da quantificação dos principais materiais considerados na análise: concreto, aço, madeira, gesso e tijolos. Modelou-se o piso, paredes, forro, janelas, portas, vigas e colunas. Como a maioria dos apartamentos não havia sido reformado, mantendo as mesmas estruturas e dimensões entre si e se dispunham em quatro por andar, optou-se pela modelagem modular representante de um quarto de um andar (um apartamento e um quarto do hall de acesso).

Com os dados volumétricos de cada material em cada componente modelado fornecidos pelo Revit, foi dado o *input* em um arquivo de cálculos tabelados previamente preparado para calcular o a quantidade de cada material, no total do prédio, em volume e em massa.

A coleta de dados para a modelagem como: medidas dos cômodos, janelas, portas, espessura das paredes e dos materiais do interior, altura do pé direito, espessura do piso de madeira, foram realizadas pro meio de visitas à edificação com o auxílio de trenas. Já os dados referentes ao tipo de material utilizado em cada componente e especificações técnicas, como densidade dos materiais, utilizadas para a conversão de volume para massa ou vice-versa, foram retiradas da literatura. Optou-se por não utilizar o banco de dados do Revit para extrair as densidades, pois em sua maioria, não estão de acordo com a realidade brasileira.

Por fim, os dados gerados com o auxílio do Revit e unidos em uma planilha quantitativa servirão para alimentar o banco de dados do software SimaPro, da *PRé Consultants*, que dará prosseguimento à ACV do projeto ex-Bingo Arpoador. O SimaPro é uma ferramenta utilizada

para coletar dados e analisar o desempenho ambiental de produtos e serviços, permitindo, de uma forma sistemática, modelar e analisar ciclos de vida complexos, seguindo as recomendações da série ISO 14040.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da modelagem do Revit, mostrada na Figura 2, é possível gerar uma tabela quantitativa volumétrica de cada material presente em cada componente modelado. Com uma interface que pode ser exportada para o formato Excel, torna-se simples a transferência de dados por uma melhor manipulação da informação.

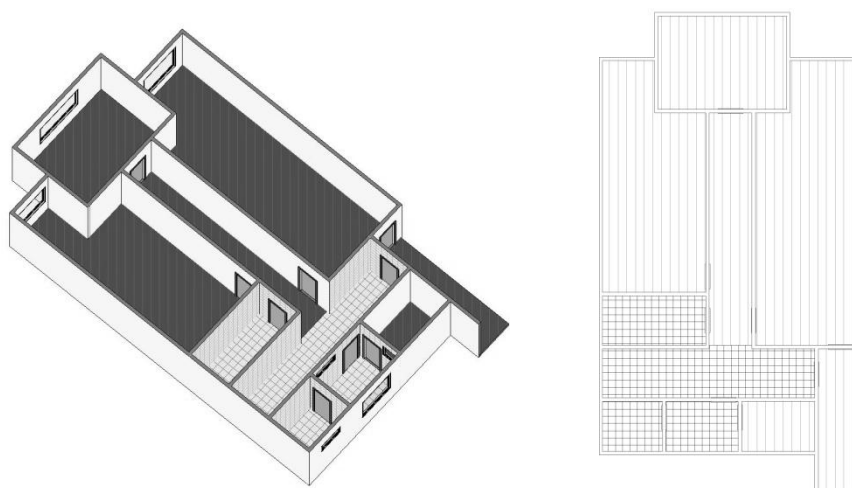


Figura 2: Modelagem do Período 1 da demolição do ex-Bingo Arpoador em 3D e vista superior.

Com os dados fornecidos pelo Revit, gerou-se uma tabela de volumes e massas totais de cada material em análise existente na construção, conforme mostrado na Tabela 1.

Tabela 1: Tabela com massa e volume totais dos materiais em estudo

	Massa total (t)	Volume total (m ³)
Concreto	883,97	361,20
Aço	33,83	4,23
Tijolo	257,07	193,92
Madeira	2,66	42,36
Gesso	18,20	14,28

Metodologia BIM, presente no Revit, dinamizou o trabalho e é capaz de ser inserida na metodologia de uma ACV de construção civil. Conforme a proposta apresentada na Figura 3, em uma primeira instância, procura-se obter o projeto original da obra em estudo (com planta, listagem e quantidades totais de materiais presentes). Não existindo a documentação ou não havendo acesso a ela, devem ser feitas as medições e mapeamento da edificação, assim como coleta de amostras para identificar cada tipo de material. Para tanto, se faz necessário o uso dos dados coletados para modelar a edificação no Revit que, através da metodologia BIM, reunirá as informações gerando valores auxiliares e necessários para a fase 2. Caso o projeto da obra exista e seja acessível, entra-se diretamente na fase 2 onde será feita a modelagem no inventário voltado para o estudo em questão. Os dados organizados no inventário alimentarão diretamente o inventário da fase de pré-uso da ACV da construção civil.

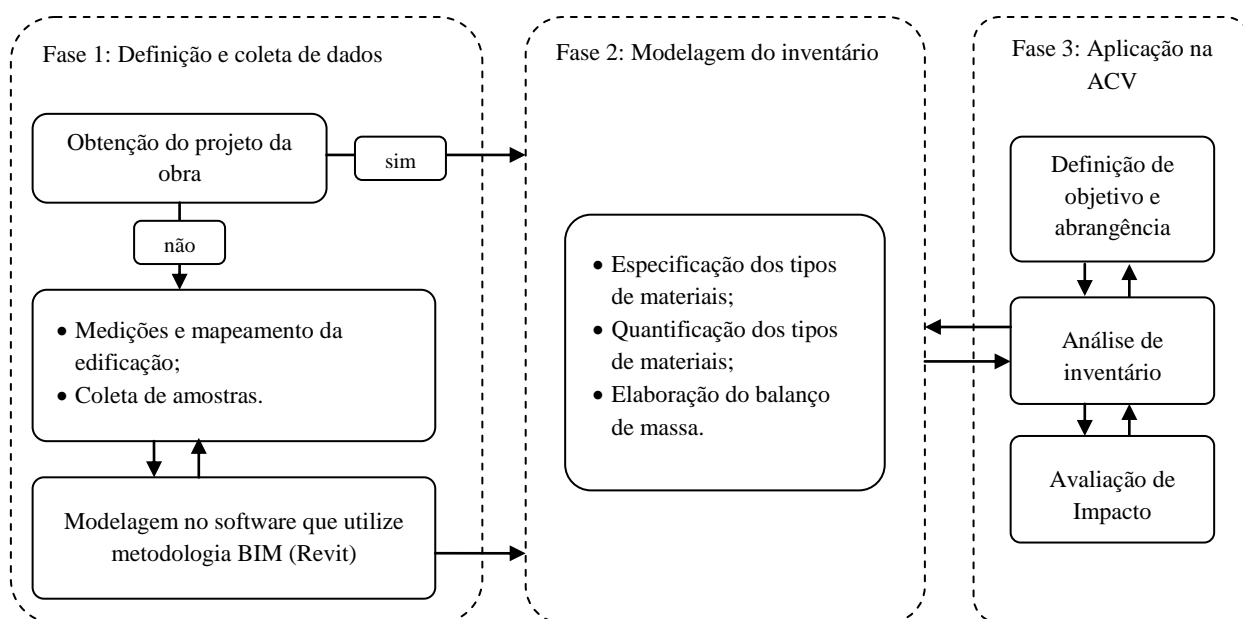


Figura 3: Proposta metodológica de inserção do Revit no processo de ACV de projetos da indústria de construção civil.

5. CONCLUSÕES

O software Revit, com sua metodologia BIM, demonstrou-se ferramenta importante, pois deu subsídios para a etapa de levantamento de dados visando a quantificação de materiais utilizados num projeto de construção civil que carecia de informações originais da obra. Sendo assim, a proposta de inserção deste software na metodologia de ACV da construção civil aliado ao software SimaPro parece se colocar de forma a viabilizar a obtenção de dados mais próximos da realidade. Como o Projeto do Bingo Arpoador, no qual este trabalho está inserido, ainda está em andamento e conforme é esperada que a etapa de ICV seja iterativa (ABNT NBR ISO 14040), alguns cálculos e dados podem ser inseridos e aprimorados. Os próximos passos seriam a inserção dos dados obtidos no SimaPro, auxiliando na ACV de uma construção civil com o intuito de gerar informações sobre cenário da destinação dos resíduos e seus impactos ambientais.

6. AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Francisco Mariano, meu orientador, assim como ao Dr. Giancarlo Lovón, à Danielle da Silva e ao Carlos Wadernuren, pelo convívio e pela troca de ideias. Ao Msc. Nicolas Papadopoulos pela ajuda na modelagem. Ao CNPq, pelo incentivo e concessão da bolsa de iniciação científica. À minha família e amigos.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. Gestão Ambiental - Avaliação do Ciclo de Vida - Princípios e Estruturas. NBR ISO 14040.2009.

BLENDINI, G. Life cycle of buildings, demolitions and recycling potential: A case of study in Turin, Italy. **Building and Environmental**, v.44.p319-330, 2009.

GUINÉE, J.B., GORRÉE, M., HEIJUNGS, R., HUPPES, G., KLEIJN, R., KONING, A. DE, OERS, L. VAN, WEGENER SLEESWIJK, A., S UH, S., UDO DE HAES, H.A., BRUIJN, H. DE, DUIN, R. VAN, HUIJBREGTS, M.A.J. **Handbook on life cycle assessment. Operational guide to the ISO standards. I: LCA in perspective.** IIA: Guide. IIB: Operational annex. III: Scientific background. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, 2009.

PAPADOPOULOS, N. **Avaliação da metodologia BIM através da modelagem paramétrica 3D de um projeto convencional.** 2014. 124p. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia Civil, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro (Brasil).