

# OBTENÇÃO DE COORDENADAS DA GEOMETRIA DE UMA EDIFICAÇÃO PARA ARQUIVO DO ENERGYPLUS UTILIZANDO O REVIT

## GEOMETRY COORDINATE PROCUREMENT OF A BUILDING FOR ENERGYPLUS FILE USING REVIT

**GOUVEIA, Ana Clara Araújo**

Graduanda em Engenharia Civil da UFMG

Email: aninhagouveia@uol.com.br

**ANDRADE, Luma de Siqueira**

Graduanda em Engenharia Civil da UFMG

Email: luma.andrade10@yahoo.com.br

**ALVIM, Leila Guedes**

Arquiteta e Urbanista - UFMG

Mestranda do Departamento de Materiais de Construção da

Engenharia Civil da UFMG

Email: leilaalvim@hotmail.com

**MAGALHÃES, Aldo Giuntini de**

Engenheiro Civil - UFMG

Doutor em Engenharia de Estruturas pela UFMG.

Email: aldo@demc.ufmg.br

## RESUMO

Em 2013 foi publicada a norma NBR 15.575 - Edificações habitacionais (ABNT, 2013), que, dentre vários aspectos, analisa o desempenho térmico de edificações. Tal avaliação pode ser realizada por um procedimento normativo chamado de simplificado ou, para o caso desse não ser atendido, por uma simulação computacional. Para tanto, a norma recomenda a utilização do software EnergyPlus que, por sua vez, demanda a inserção de um arquivo climático, a definição da geometria da edificação em análise, o preenchimento dos parâmetros sobre as propriedades térmicas dos materiais, das rotinas de ocupação e uso dos sistemas da edificação, parâmetros sobre o tipo de ventilação, dentre outros. A modelagem da geometria, quando feita manualmente, consiste na identificação das coordenadas que representam a edificação para sua posterior inserção no programa, o que, usualmente, demanda muito tempo, além de ser uma fonte de erros. Tendo em vista esta dificuldade, procurou-se neste trabalho avaliar a possibilidade de se exportar uma geometria modelada no programa Revit, software da Autodesk, para ser importada no programa EnergyPlus. Tal procedimento busca diminuir consideravelmente o tempo utilizado para a simulação computacional e prevenir um retrabalho desnecessário, no caso de profissionais que já utilizam o Revit no processo de projeto. O estudo de caso desenvolvido demonstrou que é possível importar esses dados para o EnergyPlus com a ajuda de programas auxiliares.

**Palavras Chave:** EnergyPlus, Revit, transferência de coordenadas, modelo digital

## ABSTRACT

The standard ABNT NBR 15.575 - Edificações habitacionais (ABNT, 2013) was published in 2013. It analyses the thermal performance of buildings, beyond other aspects. This evaluation can be realized by a standard procedure called simplified or, in the case of a

non-attendance, it can be computationally simulated. Therefore, it recommends the usage of the software Energy Plus, which demands inserting a climate archive, the building's geometry definition, the parameters about the thermal properties, the occupation routine and the building's system usages, parameters about the kinds of venting, among others. Manually, the geometry modeling consists in identifying the coordinates that represent the building for later insertion at the program. This process can take a lot of time and can also be a source of errors. Thereby, this study consists on evaluating the possibility of exporting a geometry that was modeled on Revit, an Autodesk software, and sending these data to Energy Plus. This process considerably reduces the time applied on simulation and it would also prevent an unnecessary rework in case of professionals that have had already designed the building on Revit. The developed case study has shown that it is possible to import these data to Energy Plus with some auxiliary programs' help.

**Keywords:** EnergyPlus, Revit, coordinate's transfer, digital model.

## INTRODUÇÃO

As normas de desempenho das edificações apresentam um grande desafio para projetistas e demais profissionais envolvidos em toda a cadeia produtiva. A sua utilização é de grande importância em uma época em que se valoriza a qualidade das construções e o conforto do usuário. A norma NBR 15.575 - Edificações habitacionais (ABNT, 2013), dentre vários aspectos, analisa o desempenho térmico de edificações habitacionais. Para tanto, a norma apresenta dois procedimentos para avaliar a adequação do projeto aos requisitos estabelecidos. O primeiro procedimento, considerado normativo, é chamado de simplificado, que verifica o atendimento aos requisitos de transmitância térmica e capacidade térmica dos sistemas de vedações (paredes) e coberturas. Caso a avaliação de algum desses quesitos resulte em insatisfatória, uma simulação computacional pode ser feita. Para a simulação, a norma recomenda a utilização do software EnergyPlus (DOE, 2013a) ou de outros programas que permitam a determinação do comportamento térmico das edificações. O segundo procedimento que pode ser utilizado é a verificação do atendimento aos requisitos e critérios da norma por meio de medições na edificação ou protótipos construídos. Este último método é de caráter meramente informativo, ou seja, não substitui o procedimento simplificado.

O EnergyPlus é um programa de análise de energia e simulação de carga térmica de edificações visto como referência em análises termo-energéticas para projetistas de todo o mundo. O programa foi desenvolvido pelo Departamento de Energia dos Estados Unidos e sua utilização pode ser feita de forma gratuita. Dentre os recursos apresentados pelo programa podem ser citados o consumo de energia e as trocas térmicas resultantes dos efeitos radiantes e convectivos nos ambientes internos durante cada intervalo de tempo da simulação (CRAWLEY et al., 2004). Além disso, o programa possui uma simulação diferenciada que possibilita o cálculo de infiltração de ar para cada zona térmica, cálculo de índice de conforto, adoção de um sistema modular, escolha de intervalos de tempo definidos pelo usuário, entre outros. Os resultados obtidos são uma série de dados que fazem referência a temperaturas internas, temperaturas superficiais, ganhos internos de calor, consumo energético, trocas de ar etc (LAMBERTS et al., 2010).

A linguagem do programa e a maneira de como utilizá-lo são pouco conhecidas pelos profissionais envolvidos na construção civil como um todo. Para realizar a simulação, é necessário inserir um arquivo climático, definir a geometria da edificação em análise, preencher os parâmetros sobre as propriedades térmicas dos materiais, rotinas de ocupação e uso dos sistemas da edificação, parâmetros sobre o tipo de ventilação, entre outros. A inserção de tantas variáveis pode ser considerada um grande desafio e demanda muita perícia e tempo do profissional.

A modelagem da geometria, no método tradicional, consiste na identificação das coordenadas que representam a edificação e então na inserção das mesmas no programa. Essa é uma etapa da simulação que, se feita manualmente, pode gastar muito tempo. Uma alternativa seria utilizar o modelo digital da edificação já desenvolvido na etapa de representação do projeto para obter as coordenadas de forma automática. O software Revit (AUTODESK 2013), já utilizado por vários profissionais da área, possui uma proposta que condiz com essa ideia, a de ser uma ferramenta que trabalha com a ideia de um único modelo digital capaz de conter informações para diferentes finalidades. Nesse sentido, esta pesquisa consiste em avaliar a possibilidade de exportar uma geometria modelada no programa Revit para ser importada no programa EnergyPlus. Isso diminuiria consideravelmente o tempo utilizado para a simulação computacional e preveniria um retrabalho desnecessário. Esse é um primeiro passo para facilitar o uso da simulação computacional e torná-la uma realidade mais próxima no trabalho dos profissionais da área da construção civil.

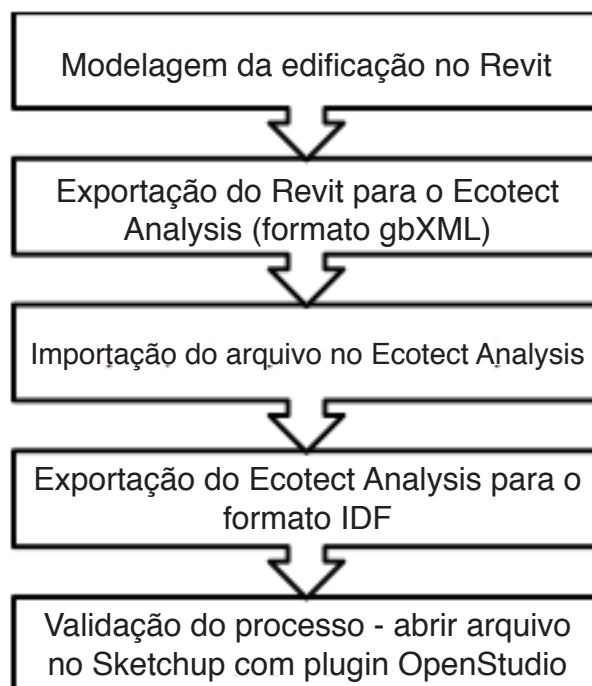
Neste estudo, pela falta de um plug-in que possibilite a exportação direta do arquivo em RVT (formato do Revit) para IDF (formato do EnergyPlus) foi necessário utilizar outros programas para fazer a ponte entre os dois formatos. Os programas e o método empregado foram descritos a seguir.

## PROCEDIMENTOS DE EXPORTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para realizar a exportação das coordenadas da edificação em estudo, foram utilizados vários programas computacionais instalados no ambiente do sistema operacional Windows 7 (64 bits). Abaixo estão descritos os programas e as suas versões:

- Revit 2014 - Português - Brasil (Brazilian Portuguese) modo arquitetura (AUTODESK, 2013);
- Ecotect Analysis 2011 (AUTODESK, 2014);
- SketchUp 8 (GOOGLE, 2012);
- EnergyPlusV8-0-0 (DOE, 2013a);
- Legacy OpenStudio versão 1.0.9.398 (DOE, 2013b).

As etapas percorridas até a simulação foram divididas em cinco partes, representadas na Figura 1.



**Figura 1** - Diagrama de etapas

A edificação utilizada como referência para este estudo consiste em uma residência de um pavimento, com área total de 49,42 m<sup>2</sup> dividida em cinco ambientes. As Figuras 2 e 3 ilustram o projeto em planta e em modelagem 3D.

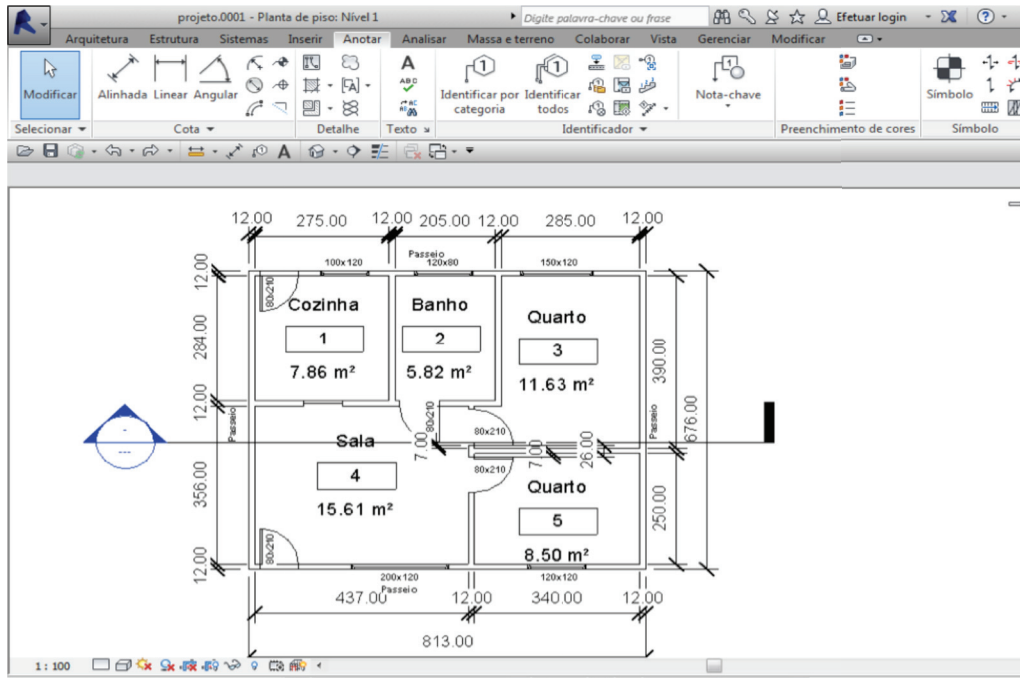


Figura 2 - Planta baixa da edificação no Revit

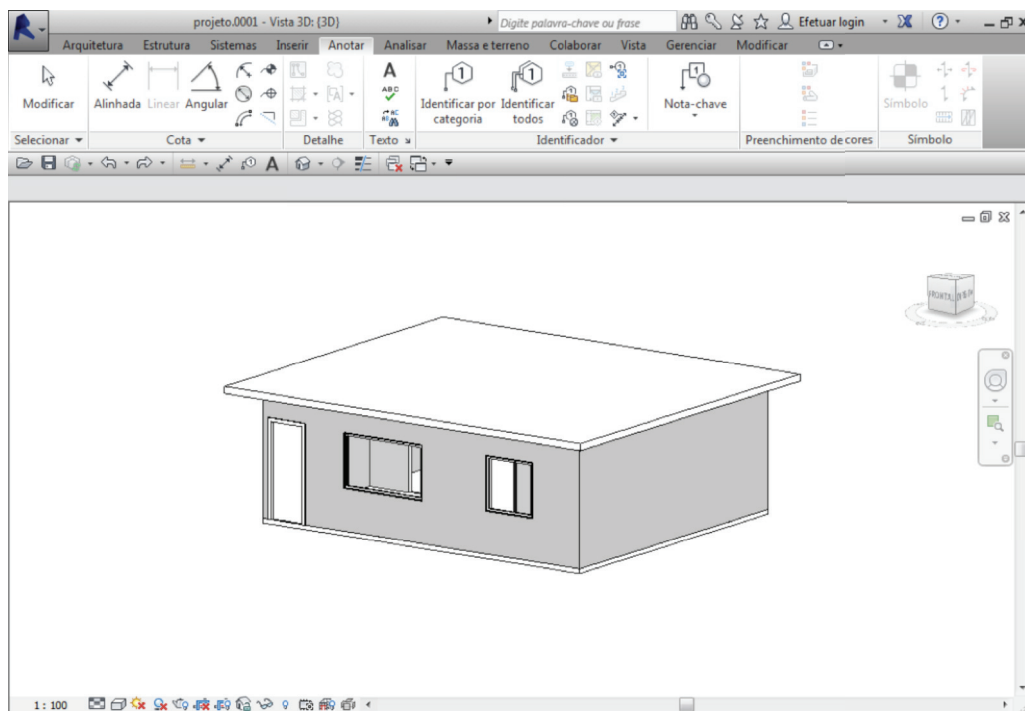


Figura 3 - Modelagem em 3D no Revit

## **MODELAGEM DA EDIFICAÇÃO NO REVIT**

O primeiro passo do processo foi a modelagem do projeto utilizando o programa Revit. Foram modeladas as paredes, pisos, cobertura, esquadrias. Feito isso, alguns ajustes foram necessários para que se fosse possível exportar o arquivo para o EnergyPlus. Os ajustes feitos foram os seguintes:

### **a. Criação de espaços analíticos no Revit**

Para a fase de simulação, é importante a alocação de zonas e suas delimitações. Cada espaço analítico inserido no programa representa uma zona no EnergyPlus. Para a criação de espaços analíticos utilizou-se os comandos do programa localizados em sua aba superior. Foi necessário carregar uma família de identificadores de espaço e então consultar a biblioteca de arquivos fornecidos pelo programa. Utilizou-se a opção de criar espaços automaticamente. Para conferir se os espaços criados ficaram corretos, gerou-se uma tabela listando esses itens. Antes de criar a tabela foi necessário selecionar a fase do projeto em que ele foi feito (fase 1). Caso o projeto escolhido tivesse mais de um nível, o processo enunciado deveria ser feito para cada andar.

### **b. Verificação dos espaços analíticos em corte**

Criou-se um corte no projeto para verificar se os espaços criados preencheram todo o volume dos ambientes. Para melhor visualização e então verificação da adequação do projeto, foi acionado o comando cargas internas de resfriamento. Este comando está localizado no subitem “relatório” do item principal “analisar”. Nele se obteve uma visão detalhada e geral do projeto que consiste em uma listagem de parâmetros, além de sua visualização em 3D.

Com essas configurações, o projeto pôde ser salvo e ficou pronto para ser exportado.

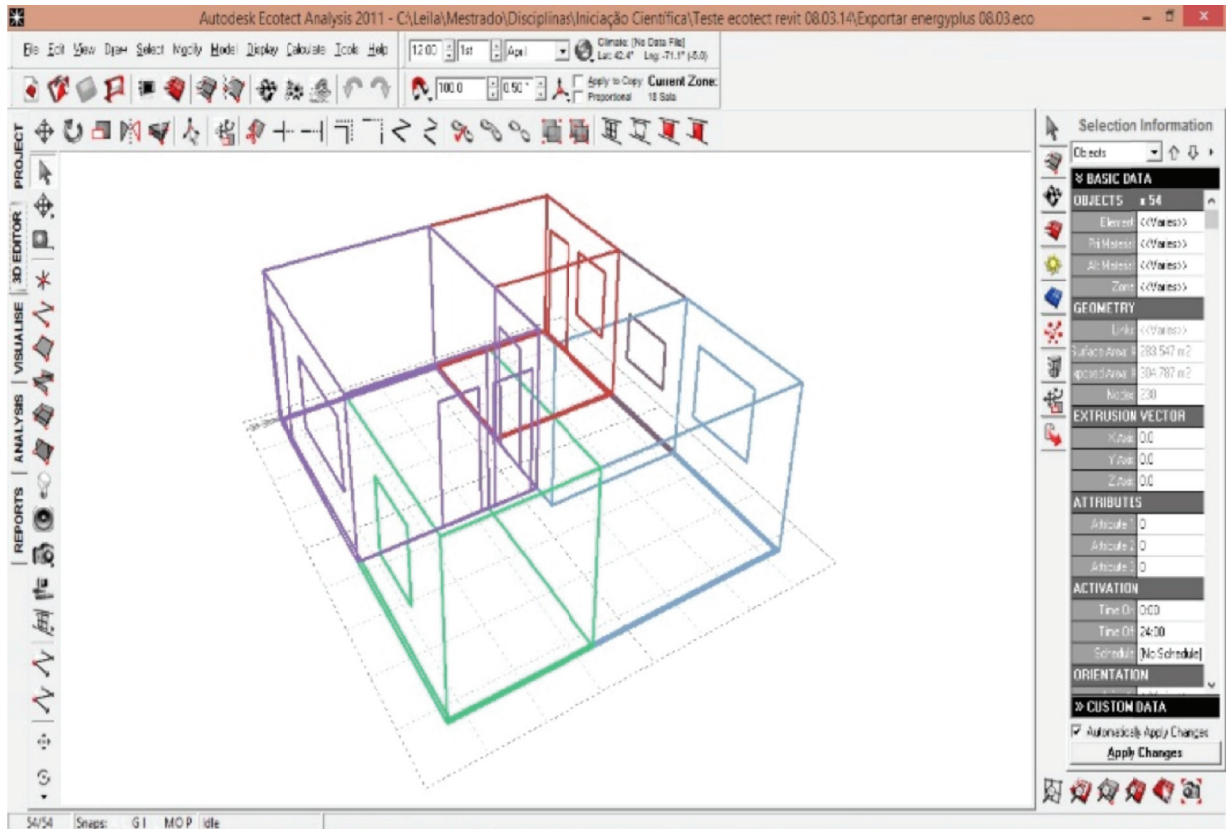
## **EXPORTAÇÃO DO REVIT PARA O ECOTECT ANALYSIS (FORMATO gbXML)**

Ainda no Revit, na aba superior esquerda acionou-se a opção exportar. O arquivo gerado foi salvo no formato gbXML. Na caixa aberta modificou-se o parâmetro “exportação completa” para “exportação simples”.

Feitas as mudanças, o projeto ficou pronto para ser importado no Ecotect Analysis (AUTODESK, 2014).

## **IMPORTAÇÃO DO ARQUIVO NO ECOTECT ANALYSIS**

O arquivo de exportação gbXML não é codificada em um formato que o Ecotect Analysis reconhece. Para ser importado, o arquivo em gbXML foi aberto no programa Bloco de Notas e salvo na codificação UTF-8. Após ser salvo, o arquivo foi importado pelo programa, cujo resultado pode ser visto na Figura 4.



**Figura 4 - Importação do arquivo para o Ecotect Analysis**

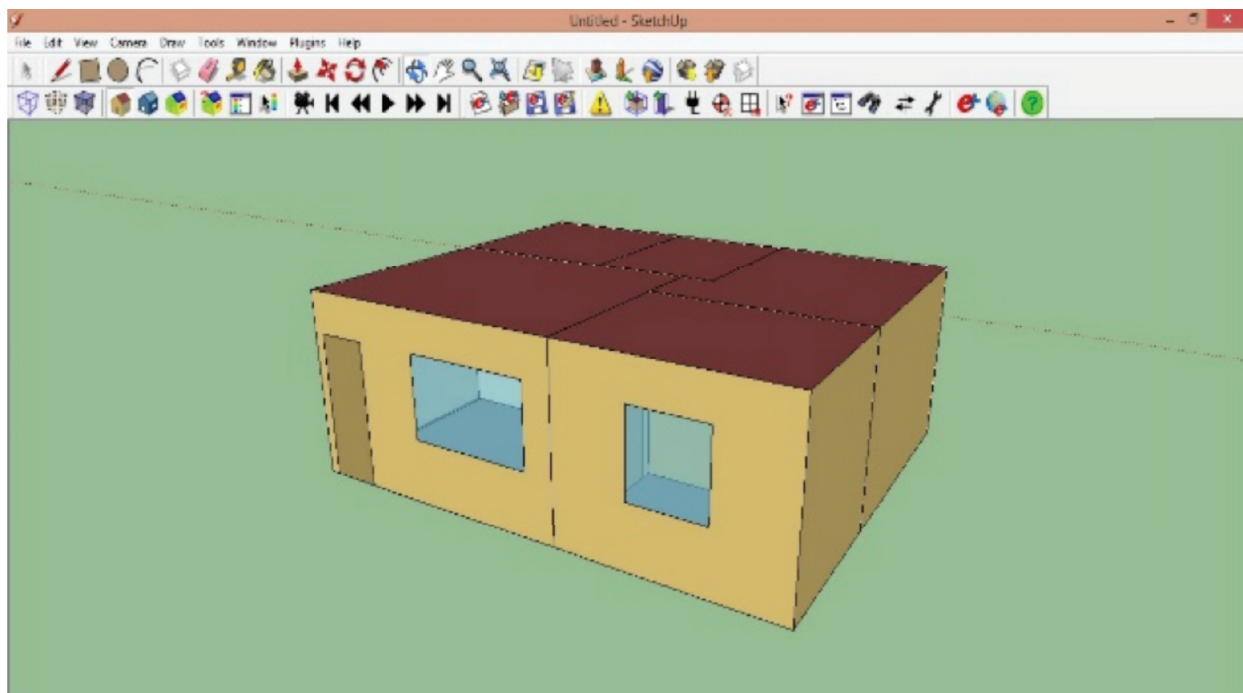
## **EXPORTAÇÃO DO ECOTECT ANALYSIS PARA O FORMATO IDF**

A exportação para o formato IDF foi feita da seguinte maneira: na aba superior esquerda do programa Ecotect Analysis acionou-se a opção de “exportação para ferramenta de análise externa”, escolheu-se o formato IDF e deixaram-se os parâmetros padrões para exportação do programa.

## **VALIDAÇÃO DO PROCESSO - ABRIR ARQUIVO NO SKETCHUP COM PLUGIN**

O projeto foi aberto no Sketchup (GOOGLE, 2012) com plugin OpenStudio (DOE, 2013b) para a verificação e validação do processo (coordenadas, formas e volumes). A Figura 5 ilustra esse procedimento.





**Figura 5** – Conferência do arquivo em IDF

O modelo exportado apresentou 5 zonas térmicas (uma por ambiente) e coberturas, pisos, paredes, janelas e portas correspondentes a cada zona. Na exportação houve a supressão da espessura desses elementos, que passam a ser representados como uma superfície única. Isso é necessário para possibilitar a leitura do arquivo no EnergyPlus. Verificou-se que o beiral da cobertura do modelo original não foi exportado para o arquivo em IDF. Isso ocorreu porque o programa reconheceu apenas os elementos inseridos nos espaços analíticos criados na etapa de “Modelagem da edificação no Revit”, que correspondem ao volume interno dos ambientes. Como o beiral não se encontrava inserido em nenhum espaço analítico, ele não foi exportado para o modelo final.

Após essa última etapa, o projeto foi salvo novamente na opção “salvar como” do plugin OpenStudio (DOE, 2013b) e seu formato foi mantido. Esse procedimento foi feito apenas para se evitar a ocorrência de erros na simulação. Após essa etapa o arquivo pôde ser aberto no EnergyPlus.

## CONCLUSÕES

O preenchimento dos dados para realizar uma simulação no EnergyPlus feito da maneira tradicional requer muita perícia ao inserirem-se as coordenadas da edificação no programa, o que pode ser uma grande fonte de erro. Nesse sentido, é possível afirmar que a inserção de coordenadas através da metodologia descrita no artigo é mais rápida e confiável do que a tradicional, considerando-se um projeto que já seja desenvolvido utilizando-se o aplicativo Revit. Nessa metodologia, os dados são importados do Revit de forma automática para o arquivo em IDF. Entretanto, a simulação não é feita de forma direta do Revit para o EnergyPlus, sendo necessária uma importação intermediária para o Ecotect Analysis.

Para ser realizada a simulação no EnergyPlus, o programa requer que sejam inseridos outros parâmetros além das coordenadas da edificação, como propriedades térmicas dos materiais, rotinas de ocupação e uso, temperatura e parâmetros de ventilação. Recomenda-se que sejam feitos novos estudos para desenvolver um plug-in dentro do Revit para fazer essa exportação de forma mais direta e que seja avaliada a possibilidade da anexação dos demais parâmetros, de forma automática, ao arquivo do EnergyPlus para aprimoramento do processo.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 15.575: Coletânea de Normas Técnicas. Edificações Habitacionais – Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.

AUTODESK. Ecotect Analysis, versão 2011. Disponível em: <<http://www.autodesk.com/education/free-software/ecotect-analysis>> Acesso em: 20 de março 2014.

AUTODESK. Revit, versão 2014. Disponível em: <<http://www.autodesk.com.br/products/revit-family/free-trial>> Acesso em: 9 de dezembro 2013.

CRAWLEY, D.B. et al. EnergyPlus: an update. In: SIMBUILD 2004, Boulder, 2004. Proceedings... Boler, 2004.

GOOGLE. Google SketchUp, versão 8.0. Disponível em: <<http://www.sketchup.com>> Acesso em: Ago. 2012.

LAMBERTS, Roberto et al. Casa Eficiente: Simulação Computacional do Desempenho Termo-Energético. Florianópolis: UFSC/LabEEE, 2010. 4 v. 53 p.

U.S. DEPARTMENT OF ENERGY - DOE. EnergyPlus, versão 8-0-0. Disponível em: <[www.eere.energy.gov/buildings/energyplus](http://www.eere.energy.gov/buildings/energyplus)>. Acesso em: 20 de setembro 2013a.

U.S. DEPARTMENT OF ENERGY - DOE. Legacy OpenStudio Plug-in for SketchUp, versão 1.0.9.398. Disponível em: <<http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/openstudio.cfm>>. Acesso em: 20 de setembro 2013b.