

AUTODESK REVIT® COMO FERRAMENTA BIM APLICADA À SIMULAÇÃO TÉRMICA DE EDIFICAÇÕES

Gabriel Ramos de Queiróz (1) Naiara Karin Schimaniak (2)

Joaquim Cesar Pizzutti dos Santos (3) Giane de Campos Grigoletti (4)

(1) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - PPGEC, UFSM, Brasil.

E-mail: <gqueiroz3@gmail.com>.

(2) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - PPGEC, UFSM, Brasil.

E-mail: <naiaraschimaniak@yahoo.com.br>.

(3) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - PPGEC, UFSM, Brasil.

E-mail: <joaquimpizzutti@hotmail.com>.

(4) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - PPGEC, UFSM, Brasil.

E-mail: <ggrigoletti@gmail.com>.

RESUMO

Atualmente há uma grande quantidade de ferramentas que realizam a análise do comportamento térmico de edificações, sendo crescente a procura por programas computacionais com a tecnologia BIM. Sendo assim, o presente artigo é relevante na busca de um instrumento para esta finalidade e que permita a fácil utilização por profissionais da área da construção civil. Diante disso, o objetivo do artigo proposto é analisar a utilização do programa computacional Autodesk Revit® 2015, baseado na tecnologia BIM, como ferramenta para simulação térmica de edificações, através de um modelo real com as características de materiais e envoltória referentes ao projeto Casa Eficiente, localizado em Florianópolis-SC. Para isso, o modelo digital da edificação foi produzido no programa Revit®, procedendo com a entrada de dados referentes à realidade da Casa Eficiente, configurando-se parâmetros presentes no programa, tais como localização da edificação, tipo de construção e propriedades térmicas dos materiais. Posteriormente, procedeu-se a avaliação dos resultados gerados pela simulação, de acordo com a verificação das variáveis necessárias para a correta análise térmica e das capacidades e limitações do programa computacional. Os resultados demonstram que o Autodesk Revit® 2015 considera, com algumas restrições, as variáveis necessárias para a análise térmica de edificações, necessitando ampliar alguns aspectos específicos na saída de dados e potencializar seus resultados através de ferramentas complementares para uma avaliação completa do desempenho de edificações.

Palavras-chave: Tecnologia BIM. Autodesk Revit® 2015. Simulação computacional. Comportamento térmico.

1 INTRODUÇÃO

Durante o Renascimento, foram criadas as primeiras técnicas de desenho à mão livre para representação de projetos arquitetônicos, como a perspectiva. Posteriormente, o uso de instrumentos para o desenho técnico foi sendo substituído diante da necessidade de maior precisão e da exi-

gência por maior agilidade na aprovação e entrega de projetos (CHICCA JUNIOR, 2007).

A partir de então, o advento da informática permitiu o surgimento de diversas ferramentas tecnológicas, que viriam subsidiar e facilitar os diferentes campos do conhecimento. Atualmente, no Brasil, o programa computacional AutoCAD®, desenvolvido pela empresa Autodesk®, é um dos *softwares* mais difundidos entre os profissionais

da construção civil. No entanto, Crespo e Ruschel (2007) comentam que programas CAD (*Computer Aided Design*) são apenas uma prancheta eletrônica para o traçado de linhas. Porém, uma plataforma adquirida em 2002 pela mesma empresa, o programa Revit®, baseado na tecnologia BIM (*Building Information Modeling*), vem ganhando cada vez mais usuários, firmando-se como nova ferramenta-base de trabalho para profissionais da área.

De acordo com alguns autores (CRESPO; RUSCHEL, 2007; JUSTI, 2010), essa tecnologia proporciona avanços na dinâmica, flexibilidade e racionalização do processo produtivo, pois o projeto é criado a partir de um único modelo tridimensional de base, composto por um banco de dados que contém as informações referentes à edificação, permitindo a parametrização dos objetos.

Por comparação, programas CAD permanecem como ferramentas de desenho, enquanto que ferramentas BIM representam uma evolução na representação virtual de edificações, cujos objetos digitais são codificados para descrever e representar componentes reais da construção (CRESPO; RUSCHEL, 2007), além de permitir a sua análise.

Menezes (2011) reforça que a tecnologia integra as diferentes fases de projeto e seus complementares, como também na interdisciplinaridade entre os diversos profissionais envolvidos no processo de elaboração de um modelo digital preciso, gerando uma base de dados que contém uma variedade de informações acerca do projeto da edificação. Essa nova abordagem de projeto digital possibilita benefícios para a construção civil e para a sociedade, pois propõe a idealização de projetos mais eficientes, com menos consumo de energia e recursos.

Apesar disso, Sayegh (2011 apud MENEZES, 2011) salienta que a tecnologia BIM ainda não está sendo utilizada em toda a sua capacidade, sendo exploradas apenas algumas de suas características. É a partir desta informação que se encaminhou um estudo para compreender e analisar a utilização adequada de potencialidades específicas deste sistema, pois, como afirmam Lamberts et al. (2010a) e Spannenberg (2006), os programas computacionais para simulação de edificações são importantes ferramentas para avaliações detalhadas do seu comportamento termoenergético decorrente das facilidades na manipulação das variáveis e no tempo de processamento de alternativas.

Um *software* para simulação térmica deve considerar algumas variáveis necessárias que compõem os dados de entrada e saída necessários

para a análise térmica. Observa-se que, segundo Lamberts et al. (2010b), o comportamento térmico retrata as trocas térmicas entre o ambiente interno e externo, ocorridas nos elementos de vedação. Representa uma resposta física da edificação quando submetida às variáveis climáticas externas, comportamento do usuário, características das suas superfícies externas e gerações internas.

O guia da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC, 2013) complementa que na simulação computacional deve-se tomar a edificação como um todo para a geometria do modelo, considerando simultaneamente todos os elementos da edificação e todos os fenômenos intervenientes ao comportamento térmico e cada ambiente como uma zona térmica. Então, para um resultado satisfatório, é necessário o programa ser alimentado por dados reais relativos às características construtivas, às condições climáticas para os dias típicos e às propriedades térmicas dos materiais e componentes construtivos.

2 OBJETIVO

O objetivo deste artigo é apresentar as capacidades e limitações do programa computacional Autodesk Revit®, baseado na tecnologia BIM, como ferramenta de simulação para análise do comportamento térmico de edificações.

3 JUSTIFICATIVA

Existem várias ferramentas disponíveis para simulação de edificações quanto ao seu desempenho, existindo uma lista com mais de 400 ferramentas de programas (DOE, 2014). Ainda assim, Lamberts et al. (2010a) enfatizam que são pouco utilizadas pelos profissionais atuantes na construção civil devido à complexidade e dificuldade de aprendizado dos programas, à grande quantidade de dados de entrada nas simulações e à falta de conhecimentos multidisciplinares dos usuários.

Desta forma, o Revit® surge como possível ferramenta para análise de edificações, na busca de um programa confiável e de interface amigável já conhecido pelos profissionais da área, que possibilite a avaliação e tomada de decisões na busca por uma arquitetura responsável como linguagem de projeto, eficiente e preocupada com o conforto de seus usuários e com os impactos produzidos.

A plataforma BIM, e neste caso o *software* Revit®, permitem a criação e desenvolvimento de modelos de edificações *as built*, ou seja, um modelo digital fiel ao que será construído, ou que retrate integralmente uma edificação já existente, sendo este um fator fundamental para a simulação térmica.

Portanto, o presente artigo visa analisar as possibilidades de simulação térmica utilizando o programa computacional Autodesk Revit®, um amplo programa para o desenvolvimento de projetos de edificações (JUSTI, 2010). Em suas últimas versões foi incorporada a ferramenta de análise Energy Analysis for Autodesk® Revit®, baseada no conceito de computação em nuvem, ou seja, a simulação virtual e o acesso aos serviços são remotos, pela internet. Por meio deste processo, a análise é realizada em um servidor remoto, permitindo que os usuários obtenham rapidamente informações energéticas sobre o consumo e os custos do ciclo de vida da edificação, ajudando a desenvolver projetos de construção mais sustentáveis (AUTODESK, 2014).

4 MÉTODO EMPREGADO

A pesquisa partiu da busca pela compreensão do funcionamento do Revit® como ferramenta de simulação térmica de edificações e pela evidência das possibilidades do programa computacional e de seus resultados para esta finalidade.

Como modelo digital para a simulação foi escolhido o projeto Casa Eficiente, uma habitação unifamiliar, implantada na cidade brasileira de Florianópolis-SC, concebida para demonstrar e disseminar conceitos, estratégias e tecnologias de ponta no âmbito da eficiência energética, do conforto ambiental e do uso racional da água (LAMBERTS et al., 2010a). O projeto é uma referência nacional nessa área e de fácil acesso às informações e características térmicas dos materiais utilizados na mesma, portanto possui dados consistentes para utilização e modelagem em simulações térmicas.

O método iniciou-se pela modelagem computacional de uma habitação unifamiliar, a Casa Eficiente, tendo como instrumento o programa Autodesk Revit®, em sua versão 2015, para realizar a simulação térmica possível no *software* e analisar as capacidades e limitações dessa ferramenta para o estudo do comportamento térmico através de um modelo digital.

4.1 MODELAGEM COMPUTACIONAL

Os desenhos técnicos da Casa Eficiente (plantas, cortes, fachadas, detalhes, especificações, entre outros) foram adquiridos em formato CAD (2D) por contato com uma das responsáveis pelo projeto, a arquiteta Alexandra Maciel. A partir disso, foi possível transferir as informações do projeto para o modelo virtual produzido no programa Autodesk Revit® 2015, baseando-se nos conceitos paramétricos e capacidades da tecnologia BIM. A modelagem computacional no Revit® buscou uma representação mais fiel possível ao que foi analisado durante as pesquisas feitas na Casa Eficiente, conforme as características físicas e construtivas existentes na edificação.

4.1.1 CARACTERÍSTICAS DA EDIFICAÇÃO

Foram consideradas as características dos materiais da habitação como um todo no desenvolvimento do modelo, principalmente a sua envoltória (paredes externas e coberturas) que tem grande influência nos resultados do comportamento térmico, entre outros aspectos descritos a seguir. Os dados necessários foram alimentados no programa para a criação do modelo digital, apresentado na Figura 1, e listados a seguir:

1. Dimensões em planta e corte, volumetria e orientação solar da edificação, com a identificação dos seus respectivos ambientes (que representam as zonas térmicas);
2. Dois tipos de paredes de alvenaria empregados nos fechamentos opacos (dupla e simples);
3. Diferentes tipos de cobertura que compõem o projeto (telha cerâmica, telha metálica, telhado jardim e laje de concreto);
4. Portas e janelas externas com duas camadas de vidro; e
5. Proteções solares e persianas de PVC externas em algumas aberturas.

Os elementos de ambientação do espaço, tais como mobiliários, não foram inseridos no modelo, pois não possuem características térmicas no programa. Apesar dessa ausência dos componentes que representam os elementos do interior da edificação, para a correta simulação foram consideradas as cargas térmicas internas decorrentes dos equipamentos que produzem calor.

Mostra-se pertinente evidenciar que o modelo criado através do Revit® representa a edificação

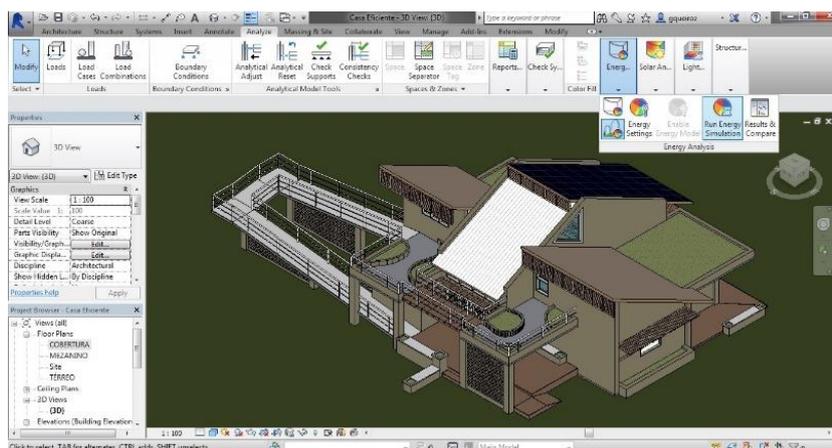


Figura 1 – Interface gráfica de modelagem no Revit® 2015 para a execução da simulação.

e seus elementos, bem como características dos diversos materiais de acordo as informações existentes sobre a mesma. Entretanto, dados relativos a outros parâmetros que simulam situações diversas de ocupação, padrões de uso e operação da edificação, entre outros, foram testadas a partir das possibilidades, padrões e capacidades de personalização do *software*, sendo a edificação apresentada apenas como um modelo com dados de entrada já conhecidos referentes a sua envoltória, clima e materiais.

4.1 PROPRIEDADES TÉRMICAS DOS MATERIAIS

Outro elemento do Revit® relevante para esta investigação são os materiais aplicados nos objetos do modelo, podendo ser formados por diferentes camadas, demonstrado na Figura 2.

Tais aplicações representam materiais reais e, como são baseadas em propriedades paramétricas possibilitadas pela tecnologia BIM, permitem mudar seus valores através da especificação de várias informações para determinar características e comportamentos realistas ao que foi definido. Dentre eles, as propriedades térmicas que são utilizadas para a simulação: espessura, condutividade térmica, calor específico e densidade, sendo calculada automaticamente a partir dos dois primeiros parâmetros a resistência térmica de superfície a superfície do componente construtivo.

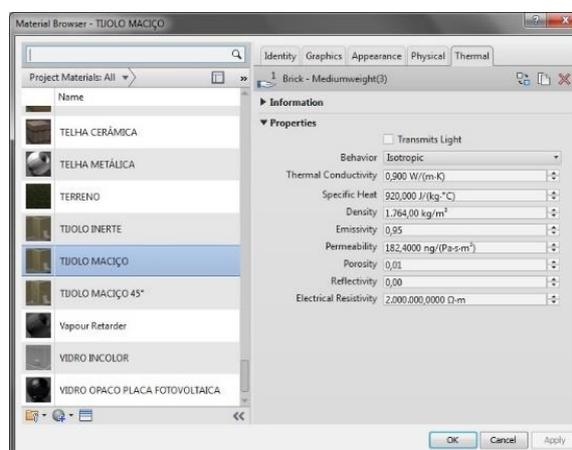


Figura 2 – Janela de configurações das propriedades térmicas dos materiais no Revit® 2015.

As propriedades térmicas de cada material empregado na Casa Eficiente foram obtidas na norma NBR 15220-2 (ABNT, 2005). Os materiais não considerados na simulação foram definidos como inertes (sem características térmicas) e foram utilizados valores padronizados da biblioteca de materiais do Revit® para os elementos que não foram especificados na divulgação do projeto da edificação.

4.1.3 LOCALIZAÇÃO DA EDIFICAÇÃO

O Revit® permite acesso a dados de estações climáticas virtuais do ano real e estações climáticas anuais típicas, baseadas em uma média de 30 anos de dados climáticos disponíveis em formatos de arquivos como o *Test Meteorological Year* (TMY2), que representa uma compilação de temperaturas sem extremos de meses provenientes de diferentes anos (CARLO; LAMBERTS, 2005).

Foi inserida a localização geográfica do projeto para a cidade de Florianópolis e selecionada a

estação climática apropriada, que fornece as informações sobre o clima local empregadas na simulação e que afetam diretamente nas condições onde a edificação está implantada. Neste caso, o programa apresenta a própria estação climática instalada na Casa Eficiente, como indicado na Figura 3.

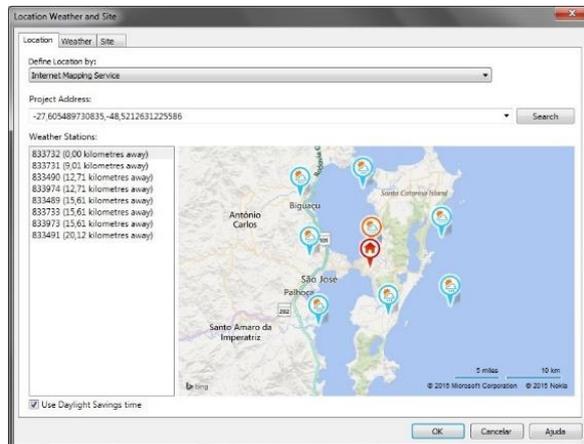


Figura 3 – Sistema de localização das estações meteorológicas mais próximas da edificação: em vermelho, a localização do projeto, em azul, as estações climáticas disponíveis e, em laranja, a estação climática selecionada.

4.2 SIMULAÇÃO TÉRMICA

Para a simulação térmica, foi utilizada a ferramenta integrada de análise Energy Analysis for Autodesk® Revit® com o uso de elementos de construção (paredes, pisos, coberturas, portas, janelas). Essa ferramenta executa a simulação do uso potencial de energia na edificação, inclusive a térmica, enviando um arquivo na nuvem (serviço da internet) para outro programa, o Autodesk Green Building Studio®, validado pela ANSI/ASHRAE 140/2011, que retorna os resultados pelo servidor.

Antes de executar a simulação propriamente dita, são definidas configurações básicas de energia (Figura 4), representadas pelo tipo de construção, pela localização da edificação, já apresentada anteriormente, e pelo nível do terreno do projeto (para que níveis criados abaixo deste sejam considerados como subsolo). Além disso, há outros parâmetros opcionais, que melhoram a precisão do modelo de energia criado para o êxito da análise, mas reduzem o tempo de processamento necessário para criá-lo.

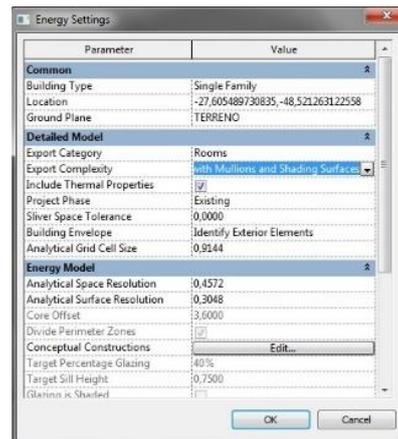


Figura 4 – Janela de configurações para a simulação.

4.2.1. TIPO DE CONSTRUÇÃO

O tipo de construção tem influência nas cargas térmicas pelos ganhos de calor internos devido ao número de ocupantes e padrões de uso e operação da edificação e seus sistemas (iluminação e equipamentos). Foi, então, selecionada a opção predefinida do programa para o tipo de habitação unifamiliar, cujos dados são baseados nas normas da ASHRAE (*American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers*) e demonstrados na Tabela 1.

Parâmetro	Valor
Padrão de ocupação	Residencial
Pessoas/100 m ²	0,945
Ganho de calor sensível de pessoas [W/pessoa]	72
Ganho de calor latente de pessoas [W/pessoa]	45
Densidade de carga de iluminação [W/m ²]	4,8
Densidade de carga de equipamentos [W/m ²]	4,6
Fluxo de infiltração [ACH]	0,5
Fluxo de ar externo (ventilação) por pessoa [L/s]	0
Fluxo de ar externo (ventilação) por área [m ³ /hora.m ²]	1,1
Ponto definido para resfriamento quando desocupado [°C]	29,4

Tabela 1 – Dados padrão de ocupação, uso e operação para o tipo de construção habitação unifamiliar.

A partir da escolha do tipo de construção, estão vinculados regimes padrões de ocupação (Gráfico 1) e de uso e operação para equipamentos

e iluminação (Gráfico 2) para todos os dias da semana, também baseadas nas normas ASHRAE, que não foram alteradas para a simulação da presente pesquisa. Nos gráficos, são apresentados valores horários para um período de 24 horas re-

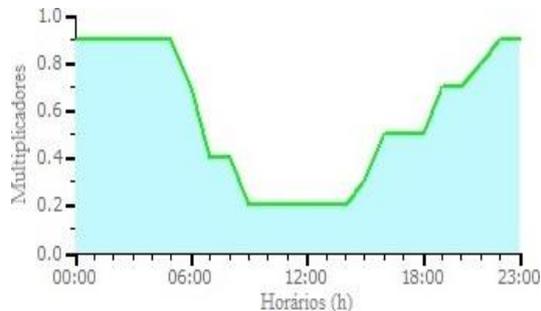


Gráfico 1 – Ocupação padrão para habitação unifamiliar.

lacionado com valores multiplicadores fracionais que indicam o percentual de ocupantes ou funcionamento de equipamentos e iluminação para cada horário em um dia padrão de acordo com o tipo de construção.

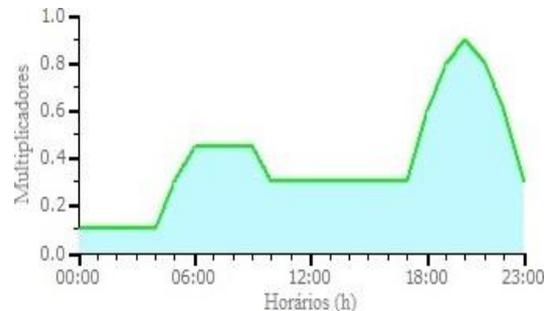


Gráfico 2 – Uso padrão de equipamentos e iluminação para habitação unifamiliar.

4.2.2 DETALHES DE CONFIGURAÇÕES PARA O MODELO

Optou-se por exportar ambientes, ao invés de espaços (conceitos diferentes no Revit®), para que fosse possível incluir dados de ocupação, equipamentos e iluminação de acordo com o tipo de construção, além das propriedades térmicas dos materiais presentes na edificação criada e definidas para cada elemento de construção. Evita-se, assim, a utilização de atribuições padrões preestabelecidas contidas no programa que não são passíveis de alteração e, portanto, não condizem com a similaridade buscada entre o modelo digital e a edificação real.

Outro aspecto a ser considerado é a escolha da complexidade para os detalhes das aberturas e para as informações de superfícies de sombreamento na criação do modelo, dentre as opções existentes nas configurações da simulação. Para esta investigação, foi especificado o nível mais complexo para maior precisão na identificação da geometria do modelo digital.

4.2.3 MODELO ANALÍTICO DE ENERGIA

Ao executar a simulação, é gerado automaticamente um modelo analítico de energia (EAM, do inglês, *Energy Analytical Model*) a partir dos elementos de construção inseridos na modelagem inicial, o qual representa a geometria detectada pelo programa, composta de uma casca fechada, contendo no mínimo piso, parede e cobertura, e uma localização geográfica definida. Esse modelo

também pode ser exportado para outros aplicativos para análise adicional em diferentes formatos de arquivo.

5 RESULTADOS OBTIDOS

A análise do projeto Casa Eficiente no programa de computador Autodesk Revit® 2015 produz uma série de resultados referentes ao comportamento da edificação e ao local onde está inserida, como as informações do projeto e do clima local (ventos, temperatura e umidade), o uso e os custos do consumo de energia, emissões de carbono, cargas térmicas, entre outras derivações. Serão destacados os gráficos de cargas mensais de aquecimento e resfriamento, os únicos resultados que se inserem no contexto do tema desta pesquisa, ou seja, o aspecto térmico de uma edificação.

5.1 CARGAS MENSAIS DE AQUECIMENTO E RESFRIAMENTO

São apresentadas as cargas térmicas acumulativas de aquecimento e resfriamento do modelo analisado para cada mês, sendo possível identificar os componentes críticos do projeto. Essas cargas são calculadas pelo Revit® tendo como parâmetros de referência as especificações do Manual de Conceitos Básicos da ASHRAE. Tais dados não representam as cargas causadas por ventilação do ar, tampouco para dimensionamento de equipamentos de sistemas artificiais de condicionamento do ar interno, necessitando-se de outro

tipo de análise. Compõem-se, portanto, de dados referentes às perdas e ganhos pelos diferentes componentes da edificação.

Os dados de saída se apresentam em forma de gráfico de maneira superficial e permitem em um primeiro momento uma análise visual das cargas térmicas dos elementos da edificação. Esses dados podem também ser obtidos em forma de tabela disponibilizada em uma pasta na raiz do programa, contendo valores mensais precisos para perdas e ganhos de cada componente da edificação, possibilitando a manipulação dos mesmos e sua comparação com medições reais e com parâmetros de referências de normas de desempenho térmico.

Para cargas mensais de aquecimento, observadas na Gráfico 3, percebe-se a demanda de aquecimento necessária para a Casa Eficiente a partir dos ganhos (valores positivos) ou perdas (valores negativos) de calor de diversas variáveis, tais como: equipamentos diversos, iluminação, ocupantes, radiação solar direta, condução pela janela, infiltração, superfícies subterrâneas, superfícies internas, coberturas e paredes. Com isso, permite obter informações para tomada de decisões de maneira prática, ágil e visual.

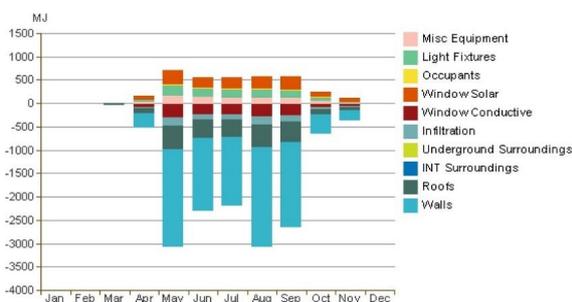


Gráfico 3 – Cargas mensais de aquecimento da Casa Eficiente.

As mesmas variáveis encontradas no gráfico de aquecimento são também encontradas na Gráfico 4, que ilustra as cargas mensais de resfriamento. Ocorre o contrário com relação ao aquecimento: os valores mais expressivos para a diminuição da temperatura dos ambientes internos estão nos meses mais quentes do ano, quando ocorre o verão, entre dezembro e março. Neste caso, os valores positivos representam demandas que precisam ser satisfeitas e os negativos compõem a necessidade de resfriamento.

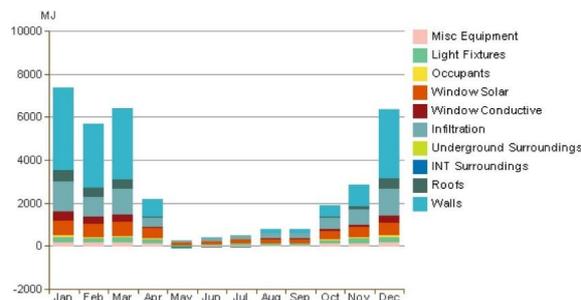


Gráfico 4 – Cargas mensais de resfriamento da Casa Eficiente.

5.2 PARÂMETRO DAS PROPRIEDADES TÉRMICAS DOS MATERIAIS

A possibilidade de criar com precisão aprofundada materiais que representem a realidade e editar suas propriedades térmicas apresenta-se como uma vantagem da plataforma Revit®, por sua tecnologia BIM. As variáveis combinadas entre si calculam automaticamente a resistência térmica do componente construtivo de superfície a superfície (R_t), considerando a espessura e a condutividade térmica de cada camada de material. Porém, no programa não há indícios de que são consideradas as resistências superficiais externas e internas para o cálculo da resistência térmica total de ambiente a ambiente (R_T) e a consequente transmitância térmica (U), conforme indicado pela 220-2 (ABNT, 2005).

Neste quesito, a crítica ao Revit® é feita diante da impossibilidade de ter acesso ou conhecimento de como são obtidos esses valores pelo programa, dados de interesse para geração de resultados confiáveis, necessitando de conhecimentos em programação para acessar essas informações.

5.3 PARÂMETRO DE LOCALIZAÇÃO DA EDIFICAÇÃO

Sobre o parâmetro para inserção da localização do modelo, no qual são disponibilizadas as estações climáticas próximas com seus respectivos dados climáticos, o Revit® não permite a inserção de um arquivo no formato para o ano climático de referência (*Test Reference Year – TRY*) da cidade onde a edificação está implantada. Este tipo de arquivo climático é mais usual em simulações térmicas realizadas pelo programa computacional EnergyPlus, recomendado pela norma NBR 15575-1 (ABNT, 2013) para a avaliação de desempenho térmico de edificações.

Entretanto, os arquivos climáticos no formato TMY2 também servem de base para o arquivo em formato do EnergyPlus (epw), demonstrando a consistência dos dados. Apesar do *software* utilizar como padrão o arquivo TMY2 a partir da estação meteorológica mais próxima, também é possível fazer o download desse arquivo para que possa ser manipulado e utilizado em outros programas.

5.4 PARÂMETRO DE TIPO DE CONSTRUÇÃO

No aspecto do tipo de construção, o Revit® oportuniza a configuração de maneira satisfatória à medida que considera as variáveis da edificação necessárias na configuração de dados para a análise térmica, como as cargas internas de ocupantes, equipamentos e iluminação, ainda que não possibilite a criação de diferentes *schedules* com variação ampla de parâmetros. Cabe ressaltar que os parâmetros padrões predefinidos que seguem os critérios da ASHRAE podem ser editados no programa para testar possibilidades de ocupação, uso e operação da edificação de acordo com as necessidades encontradas no processo de simulação, sendo este um aspecto positivo.

5.5 MODELO ANALÍTICO DE ENERGIA

A correta inserção dos dados deve ser observada pelo profissional responsável pela modelagem da edificação a ser analisada, verificando não apenas sua volumetria, orientação e elementos construtivos, bem como a definição das características próprias de cada material, aproximando, desta forma, o modelo digital da edificação real e permitindo a correta identificação da geometria pelo Revit®.

Contudo, existem algumas limitações quanto à visualização do modelo analítico de energia. Apesar de ser gerado automaticamente, é necessária a utilização de outros programas para a visualização do mesmo e verificação de possíveis erros na geometria.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através da pesquisa é possível notar que, quanto ao comportamento térmico, a ferramenta Energy Analysis for Autodesk® Revit® considera as variáveis mínimas necessárias para *softwares* de avaliação de desempenho, indicadas pelo guia

da CBIC, e produziu resultados que condisseram com aqueles esperados para o projeto Casa Eficiente utilizado como referência no estudo.

Avaliou-se através da modelagem da edificação e das configurações dos parâmetros permitidas pelo Revit® que o mesmo compreende os aspectos necessários para entrada mínima de dados para posterior simulação. Quanto à saída de dados, ocorrem limitações, principalmente no que se refere às temperaturas internas dos ambientes, pois o programa não gera dados neste aspecto, considerados as principais informações para uma avaliação efetiva de desempenho térmico pela norma NBR 15575-1.

Tais resultados ainda que pouco detalhados, de certa forma são práticos para o profissional da construção civil, pois disponibilizam informações de rápida visualização e fácil interpretação do panorama total da edificação para o auxílio na tomada de decisões; além disso, realimentam futuros projetos, evitando a repetição de falhas recorrentes e difundindo soluções positivas.

Apesar de ainda não conhecidas todas as suas potencialidades, é interessante a utilização de instrumentos complementares para um diagnóstico satisfatório do ambiente construído, como aplicativos de terceiros mais direcionados para esse fim, como o EnergyPlus.

Sendo assim, como o Revit® e sua tecnologia BIM estão se tornando cada vez mais cotidianos nos ambientes profissionais da construção civil, indicam que são novos potenciais instrumentos de avaliação de edificações para alcançar o melhor desempenho térmico da edificação.

Com as pesquisas referentes ao *software* Revit® ainda em andamento, posteriormente pretende-se comparar seus resultados com simulações feitas no EnergyPlus e, com isso, identificar com maior precisão as potencialidades e limitações do programa computacional analisado.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 15220-2: Desempenho térmico de edificações – Parte 2: Métodos de cálculo da transmissão térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações*. Rio de Janeiro, 2005. 34 p.
- _____. *NBR 15575-1: Edificações habitacionais: desempenho – Parte 1: Requisitos gerais*. Rio de Janeiro, 2013. 60 p.

- AUTODESK. *Autodesk Revit 2015: Ajuda*. Disponível em: <<http://help.autodesk.com/view/RVT/2015/PTB/>>. Acesso em: 9 set. 2014.
- CARLO, J. C.; LAMBERTS, R. *Processamento de arquivos climáticos para simulação do desempenho energético de edificações*. Florianópolis: UFSC/LabEEE, 2005. Disponível em: <http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/arquivos_climaticos/RT200504.pdf>. Acesso em: 27 out. 2014.
- CBIC. Câmara Brasileira da Indústria da Construção. *Desempenho de edificações habitacionais: guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013*. Fortaleza: Gadioli Cipolla Comunicação, 2013. Disponível em: <<http://site.abece.com.br/download/pdf/130626CBIC-GuiaNBR2EdicaoVersaoWeb.pdf>>. Acesso em: 24 set. 2014.
- CHICCA JUNIOR, N. A. *A realidade virtual como ferramenta de projeto de sinalização na aprendizagem da arquitetura e do design*. 2007. 121 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.
- CRESPO, C. C.; RUSCHEL, R. C. *Ferramentas BIM: um desafio para a melhoria no ciclo de vida do projeto*. In: ENCONTRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 3., 2007, Porto Alegre. Anais eletrônicos... Porto Alegre: TIC, 2007. Disponível em: <<http://noriegec.cpgec.ufrgs.br/tic2007/artigos/A1085.pdf>>. Acesso em: 9 ago. 2014.
- DOE. U.S. Department of Energy. *Building energy software tools directory*. Disponível em: <http://apps1.eere.energy.gov/buildings/tools_directory/>. Acesso em: 9 set. 2014. JUSTI, A. R. *Revit Architecture 2010*. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2010.
- LAMBERTS, R. et al. *Casa eficiente: simulação computacional do desempenho termo-energético*. Florianópolis: UFSC/LabEEE, 2010a. v. 4. Disponível em: <<http://www.eletrosul.gov.br/casaeficiente/br/home/conteudo.php?cd=857>>. Acesso em: 19 out. 2014.
- _____. *Casa eficiente: bioclimatologia e desempenho térmico*. Florianópolis: UFSC/LabEEE, 2010b. v. 1. Disponível em: <<http://www.eletrosul.gov.br/casaeficiente/br/home/conteudo.php>>. Acesso em: 23 out. 2014.
- MENEZES, G. L. B. B. Breve histórico de implantação da plataforma BIM. *Cadernos de Arquitetura e Urbanismo*, Belo Horizonte, v. 18, n. 22, p.153-171, 21º sem, 2011. Disponível em: <<http://periodicos.pucminas.br/index.php/Arquiteturaeurbanismo/article/view/3363>>. Acesso em: 4 ago. 2014.
- SPANNENBERG, M. G. *Análise de desempenho térmico, acústico e lumínico em habitação de interesse social: estudos de caso em Marau - RS*. 2006. 189 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

ABSTRACT

Currently, there are many tools for thermal behaviour analysis of buildings, with growing demand for softwares BIM. Therefore, this article is relevant in search of an instrument for this purpose, allowing easy use by AEC professionals. Thus, the objective of the proposed article is to analyze the use of Autodesk Revit® 2015, based on BIM, as a tool for thermal simulation of buildings, through a real model with the characteristics of materials and envelope of the project Casa Eficiente (Efficient House), located in Brazilian city of Florianópolis-SC. For this, a digital model of the building was produced in Revit®, proceeding with input data of the reality of Casa Eficiente, setting parameters of the program, such as building location, type of construction and thermal properties of materials. After that, proceeded to the evaluation of the results generated by the simulation in accordance with the verification of the variables needed for correct thermal analysis and capabilities and limitations of the computer program. The results show Autodesk Revit® 2015 considers the variables required for thermal analysis of buildings, with some restrictions, requiring enlarge some specific aspects in output data and maximize your results through additional tools for a complete evaluation of buildings performance.

Keywords: Building Information Modeling. Autodesk Revit® 2015. Computer simulation. Thermal behavior.