

MODELAGEM COMPUTACIONAL DE UMA EDIFICAÇÃO INSTITUCIONAL PARA APLICAÇÃO DO MÉTODO DE AVALIAÇÃO POR SIMULAÇÃO DA ETIQUETAGEM PROCEL

Carolina Rodrigues Dal Soglio⁽¹⁾; Fernando Simon Westphal⁽²⁾; Marcelo Galafassi⁽³⁾

(1) UFSC, carolina@labcon.ufsc.br

(2) UFSC, fernandosw@arq.ufsc.br

(2) UFSC, marcelo@labcon.ufsc.br

Resumo

Em todo o mundo a discussão sobre eficiência energética em edificações está presente e regulamentos e certificações são elaborados com o objetivo de diminuir o consumo energético dos edifícios. Esta pesquisa aborda a avaliação pelo método de simulação da Etiquetagem de Eficiência Energética PROCEL, de acordo com o regulamento RTQ-C, de um edifício institucional no Rio de Janeiro, Brasil. Visa ressaltar as dificuldades que existem ao executar o método de simulação para a etiquetagem de eficiência energética dentro do RTQ-C. Neste estudo foi utilizada a associação de programas Google SketchUp e EnergyPlus para realizar a simulação computacional, com auxílio do plug-in Openstudio e do programa AutoCAD. Durante o processo, foi constatada a necessidade de se elaborar materiais didáticos e complementares ao uso do RTQ-C e a inserção da atividade de simulação em edificações na graduação. Cursos de atualização, formando profissionais treinados e aumentando a produção de conhecimento na área, permitirão a aplicação adequada do método de simulação computacional nos processos de projeto e na classificação da etiquetagem PROCEL.

Palavras-chave: *EnergyPlus, Etiquetagem PROCEL, Método de Simulação*

Abstract

The discussion of energy efficiency in buildings is present in several countries, leading to the development of regulations and certifications to estimate the energy consumption of buildings. This research addresses the evaluation by simulation method of Energy Efficiency Labeling PROCEL, according to the regulation RTQ-C, of an institutional building in Rio de Janeiro, Brazil. Aims to highlight the difficulties that exist when running the simulation method for energy efficiency labeling within the RTQ-C. In this study, it was employed a combination of the computer programs Google SketchUp and EnergyPlus to perform the modeling, with the support of the plug-in Openstudio and the software AutoCAD. During the process it was verified the need to develop educational and complementary materials to the RTQ-C and insertion of the energy simulation activity in graduation courses. Specialization courses, training professionals and increasing the production of knowledge in the area will allow the appropriate application of the computer simulation method in design processes and in the procedures of Energy Efficiency Labeling PROCEL.

Keywords: *EnergyPlus, PROCEL labeling, simulation method*

1. INTRODUÇÃO

Discussões envolvendo diversos países recaem sobre as estratégias de eficiência energética em edificações e a implantação de certificações e regulamentos que orientem uma redução de seu consumo energético. De acordo com Lamberts (2011), alguns destes regulamentos

utilizam programas de simulação energética em edificações em suas análises, por exemplo, os programas EnergyPlus, EQuest, Vabi, IES-VE e ESP-r.

Estes programas avaliam em detalhes o desempenho térmico da edificação, integrando dados de entrada e cálculos que envolvem os processos termofísicos que ocorrem dentro de uma edificação. Desta maneira, é possível quantificar os benefícios de distintas alternativas de projeto antes de sua implementação, evitando as opções que não trarão o retorno econômico desejado. Entretanto, o uso da simulação computacional gera um custo adicional, pois envolve profissionais capacitados e considerável quantidade de tempo dedicado para alcançar os resultados com qualidade. (WESTPHAL, 2007)

Em Fevereiro de 2009 foi publicado o regulamento Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C), que classifica as edificações em cinco níveis: de A (mais eficiente) a E (menos eficiente). Esta classificação pode ser realizada de dois modos: (1) método por simulação computacional, que utiliza resultados horários e (2) método prescritivo, que é baseado em uma série de regras prescritivas e comparações com um modelo simplificado. (LAMBERTS, 2011)

Este artigo estuda o processo de etiquetagem de eficiência energética de um museu no Rio de Janeiro pelo método de simulação, e tem como objetivo verificar a existência de orientações e dados disponíveis para a atividade de modelagem dentro do RTQ-C.

A construção de um modelo energético de um edifício comercial complexo, na cidade de Cambridge, MA, EUA, realizado por estudantes de arquitetura e utilizando o software DesignBuilder/EnergyPlus, foi uma experiência que não atingiu as expectativas dos estudantes. Estando os estudantes de arquitetura acostumados com ferramentas de modelagem 3D sofisticadas, os programas de simulação computacional parecem limitados, e a interface inflexível e não intuitiva. (WASILOWSKI e REINHART 2009).

De acordo com Lamberts (1996), a inserção da eficiência energética nas edificações requer estudos e divulgação dos conceitos como parte da formação profissional de arquitetos e engenheiros civis, mecânicos e elétricos, e mudanças são necessárias nos cursos de graduação. Cursos de atualização profissional deveriam ser oferecidos para treinar profissionais formados, em métodos de simulação computacional de maneira que possam implantar estratégias de eficiência energética nos seus projetos.

É de interesse dos arquitetos que eles desenvolvam o conhecimento de trabalho dos típicos resultados gerados pelo programa de simulação e de como adaptar seus projetos de acordo com os resultados obtidos. (REINHART *et al.*, 2011)

2. METODOLOGIA

Para esta avaliação de uma edificação institucional dentro da zona bioclimática 8 pelo método de simulação, foram utilizados os programas Google SketchUp 8 com o Plug-in OpenStudio para EnergyPlus v.7, e o próprio EnergyPlus v. 7 como programa de simulação energética, desenvolvido pelo Departamento de Energia dos Estados Unidos (U.S. Department of Energy), com consulta a guias de referência do programa EnergyPlus, como o “Input-Output Reference Guide” e “Tips and Tricks for using EnergyPlus”. A pesquisa também teve como base a informação disponível no RTQ-C e seu Manual de aplicação sobre o método de simulação (Cap. 6, p. 72). Como programas auxiliares, foram utilizados o Excel e o AutoCAD.

3. SIMULAÇÃO DA EDIFICAÇÃO INSTITUCIONAL

A modelagem virtual necessita de vários dados de entrada (Input). De acordo com Westphal (2007) dados como a geometria da edificação, as propriedades térmicas de seus materiais construtivos, a eficiência energética dos equipamentos elétricos, a capacidade de

sistema de condicionamento de ar, padrões de uso e ocupação do prédio, entre outros, fazem parte dos dados de entrada.

Sendo o museu uma edificação complexa, com geometria, aberturas e sistema construtivo não convencional, houve durante o processo de simulação uma série de dúvidas em relação a caracterização dos dados de entrada.

Uma planilha do Excel foi elaborada simultaneamente ao processo de modelagem, contendo os dados de entrada e informações referentes a cada zona térmica do modelo. Com base nos arquivos do projeto da edificação (plantas, cortes, especificações técnicas) foram discriminados os materiais da envoltória (paredes, piso e cobertura), a carga térmica de cada zona (equipamentos instalados), o modo de ocupação (schedule), o sistema de condicionamento de ar e as áreas de abertura de cada zona externa.

3.1. Zoneamento

A primeira etapa realizada para montar o modelo de simulação foi a definição das distintas zonas térmicas da edificação, com base nas plantas dos quatro pavimentos, unindo os espaços de carga térmica similar. Criou-se uma zona térmica para cada área com padrão de uso e condicionamento de ar de mesma natureza, simplificando assim o número de zonas a serem simuladas. No total, dentre os quatro pavimentos da edificação (incluindo o subsolo) foram identificadas 93 zonas térmicas, contabilizando as condicionadas e não condicionadas. No RTQ-C não há a discriminação de quais são os parâmetros para a classificação das diferentes zonas térmicas, foi utilizado o princípio de que ambientes vizinhos com carga térmica semelhante constituem uma zona térmica.

3.2. Modelo

A montagem do modelo deu sequência à caracterização das zonas, e pelo fato de a edificação apresentar espaços curvos, foi necessário simplificar o formato da edificação para ser compatível com o programa EnergyPlus, utilizando o programa AutoCAD 2011 e procurando manter as áreas equivalentes. As áreas com formatos curvos e alturas variáveis foram simplificadas utilizando valores aproximados. Não há orientação no RTQ-C de como proceder nos casos de modelagem de construções com estas características.

3.3. Zonas

Uma vez definidos o formato e a carga térmica das zonas, foi construído no programa SketchUp um modelo simplificado da edificação. Nesta etapa, surgiram erros no modelo de simulação, como “Warnings” (avisos) apontando superfícies não convexas e “Severes” (erros críticos) acusando superfícies “degeneradas” (com número de vértices menor que três), entre outros erros identificados. Nota-se que o SketchUp como ferramenta de modelagem, também está sujeito a diversos erros de leitura das zonas construídas com o plug-in OpenStudio do EnergyPlus, levando erros ao arquivo IDF que será simulado pelo EnergyPlus. Foram buscadas maiores informações sobre estes erros nos guias de referência do EnergyPlus, disponíveis no site <http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus>. Como no RTQ-C não define qual programa de simulação deve ser utilizado, as informações deste gênero somente são encontradas nos tutoriais e fóruns de dúvidas de cada programa.

3.4. Superfícies

Com as zonas devidamente construídas e testadas na simulação, a próxima etapa foi detalhar as superfícies, nomeando-as e definindo as áreas de contato entre as superfícies

internas e externas, necessário para calcular as trocas térmicas existentes. Não está definido no Regulamento se é necessário definir as áreas de contato por zonas ou por superfícies.

3.5. Aberturas

As aberturas foram calculadas de acordo com as plantas e especificações técnicas de esquadrias, e foram incluídas no modelo. Com a presença de aberturas e estruturas de sombreamento irregulares na edificação, o cálculo do AVS (ângulo vertical de sombreamento) e do AHS (ângulo horizontal de sombreamento) se torna inexato, sendo necessária a simulação computacional para chegar a um resultado confiável.

3.6. Materiais

As propriedades térmicas dos materiais foram definidas de acordo com a NBR 15220: *Desempenho térmico de edificações - parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações* e incluídas no arquivo IDF para simulação.

3.7. Ar-condicionado

Os modelos pré-definidos (*HVACTemplates*) de sistemas de condicionamento de ar, disponíveis no EnergyPlus, foram utilizados para representar o sistema real do prédio, composto por uma Central de Água Gelada e fan-coils.

4. RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi verificado ao longo deste processo de simulação a dificuldade de obter informações precisas, com objetivo de atender aos simuladores e estudantes do método de simulação da etiquetagem de eficiência energética PROCEL. Houveram dúvidas no momento de definir a inserção de dados de uma edificação com formas complexas (curvas e alturas variáveis) com usos e sistemas construtivos não convencionais. Em função da inexistência de apoio especializado e orientações precisas no RTQ-C, o método de simulação vale-se do bom senso do profissional, desde a escolha do software de simulação até análise final. A pouca experiência de um simulador e os erros que podem ser cometidos durante as etapas de inserção de dados e interpretação dos resultados oferecidos pelo software de simulação energética, aliada com a falta de informações sobre o método de simulação no RTQ-C, são fatos que podem levar a falsos resultados de simulação, o que não é interessante para um programa nacional de etiquetagem em eficiência energética. De acordo com estudos realizados, a exemplo de Wasilowsky e Reinhart (2009), é importante a implementação de mudanças no ensino de eficiência energética na graduação dos cursos de Arquitetura. Torna-se necessário incluir nos programas de disciplinas de graduação, como Conforto Ambiental e Projeto, o exercício de leitura de resultados de programas de simulação e como incluir estratégias eficientes na edificação. Dessa maneira, um projeto leva em conta desde suas primeiras etapas o critério de eficiência energética, melhorando seu desempenho. Com essa prática também é possível aliar a avaliação final ao processo de criação, uma vez que os dados de entrada para a simulação são levantados em etapa de projeto, é facilitada sua avaliação para a etiquetagem de eficiência energética PROCEL.

REFERÊNCIAS

WASILOWSKI, H. A.; REINHART, C. F. *Modeling an existing building in DesignBuilder/EnergyPlus: Custom versus default inputs*. Harvard University, Graduate School of Design Cambridge, MA, USA. 2009.

REINHART, C. F.; DOGAN T.; IBARRA, D.; SAMUELSON, H. W. *Learning y playing- teaching energy simulation as a game*. Proceedings of Building Simulation 2011: 12th Conference of International Building Performance Simulation Association, Sydney, 14-16 November 2011.

WESTPHAL, F. S. Análise de incertezas e de sensibilidade aplicadas à simulação de desempenho energético de edificações comerciais. 147 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Centro Tecnológico. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

RTQ-C-: *Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos*.

ENERGYPLUS - URL: <http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/>

NBR 1552. *Desempenho térmico de edificações Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações*.

LAMBERTS, R. *Electricity efficiency in commercial and public buildings*. Núcleo de Pesquisa em Construção Civil, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis - SC, Brazil. 1996.

LAMBERTS, R.; MELOA, A.P.; CÓSTOLAB, D.; HENSENB, J.L.M. *Assessing the accuracy of a simplified building energy simulation model using BESTEST: The case study of Brazilian regulation*. Energy and Buildings 45 (2012) p. 219–228. 2011.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à ELETROBRAS, financiadora da pesquisa.