



ENSAIO SOBRE A UTILIZAÇÃO DA AUTOMAÇÃO DE ABERTURAS NA SIMULAÇÃO DO DESEMPENHO TÉRMICO DE EDIFICAÇÕES

RECKZIEGEL, Simone (1); MARTINS, David José (2); RAU, Sabrina Leal (3); FERRUGEM, Anderson Priebe (4); SILVA, Antonio César Silveira Baptista da(5).

(1) *Graduanda, Bolsista do PET/FAUrb/UFPeI, simone.rec@hotmail.com*

(2) *Graduando, Bolsista do LabCEE/FAUrb/UFPeI, djmmaster@hotmail.com*

(3) *Graduanda, Bolsista do PET/FAUrb/UFPeI, sasarau@yahoo.com.br*

(4) *MSc, Professor do Departamento de Informática (IFM/UFPeI), ferrugem@inf.ufrgs.br*

(5) *Dr, Professor do Departamento de Tecnologia da Construção (FAUrb/UFPeI), acsbs@ufpel.edu.br*

Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Laboratório de Conforto e Eficiência Energética, Rua Benjamin Constant, 1359, Pelotas-RS, 96010-020, Tel.: (53) 3284 5500

1. INTRODUÇÃO

A avaliação do desempenho térmico de uma edificação ocupada exige que o usuário tenha sensibilidade ou habilidade para controlar as condições atmosféricas, que possuem comportamento extremamente dinâmico, para poder usufruir de melhor conforto térmico dentro da edificação. Neste sentido, para diminuir as atitudes negligentes do usuário no uso dos dispositivos bioclimáticos, duas soluções são apontadas: a simulação computacional e a automação predial.

A simulação computacional exige algumas ferramentas, como é o caso do Energy Plus desenvolvido pelo Departamento de Energia dos Estados Unidos e um dos programas mais utilizados e confiáveis atualmente, e sua interface através do Design Builder, permite o acionamento de diversos dispositivos (janelas, cortinas, brises, etc) através de padrões de uso e valores de variáveis ambientais internas e externas. Já a automação predial é desenvolvida com o treinamento de redes neurais através dos dados gerados nas simulações.

Neste sentido, este trabalho compara a simulação do desempenho térmico de uma edificação considerada fechada e estática com uma simulação na qual há o gerenciamento das potencialidades do projeto arquitetônico, tais como abertura e fechamento de janelas para ventilação, acionamento de dispositivos de sombreamento e acionamento de aberturas para ventilação do ático. A edificação foi simulada no Programa Energy Plus utilizando a interface do Programa Design Builder utilizando os recursos destes programas para acionar os dispositivos. Os resultados demonstram os diferentes desempenhos da edificação e a influência complexa de cada um dos dispositivos quando acionados. Os resultados sugerem que são necessários dispositivos automatizados e gerenciados por um sistema especialista para a obtenção do máximo desempenho térmico de uma edificação real, frente às limitações normais do usuário comum.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Definição da edificação: foram seguidos os seguintes critérios: (1) disponibilidade de informações detalhadas do projeto e dos materiais utilizados; (2) projeto com princípios bioclimáticos; (3) dados climáticos conhecidos e; (4) avaliação prévia de desempenho por medição. Desta forma, optou-se pelo protótipo habitacional Alvorada, desenvolvido pelo NORIE-UFRGS, que preenchia todos os quesitos, tendo sido tema de dissertação de Morello (2005) e de tese de Grigoletti (2007).

2.2. Elaboração do modelo computacional: foi utilizado o programa DesignBuilder como interface do programa de simulação térmica EnergyPlus, pois permite uma rápida e fácil introdução de geometrias e oferece um conjunto de ferramentas que tornam mais simples a modelação de edifícios. O Energy Plus foi adotado porque opera de acordo com as normas ASHRAE 90.1 (1999) e ASHRAE 140 (2001). Para a simulação, foram utilizados os mesmos materiais, componentes e aberturas reais, a mesma volumetria e orientação solar do projeto original. A simulação foi realizada sem fontes de calor interno, como usuários, lâmpadas e equipamentos, visto que o objetivo principal deste trabalho é analisar a operação das aberturas de modo a adaptar as condições internas frente às exigências externas. As fontes internas de calor dependem do padrão de uso da edificação e que neste momento são variáveis pouco relevantes para a análise em questão. Apesar de desocupada, o Voto Médio Previsto (PMV) de Fanger foi adotado como um dos parâmetros de análise das condições internas, como será comentado posteriormente. A residência foi modelada com 4 zonas térmicas. A seguir, Figura 1, a planta baixa e perspectiva do protótipo Alvorada.



Figura 1- Planta baixa e perspectiva do modelo de simulação no Design Builder.

2.3. Simulação da edificação: foram selecionados os meses de verão do arquivo climático para avaliar o desempenho das aberturas para resfriamento da edificação. Dentre estes, foi selecionado o mês de fevereiro por ser o mês com máxima temperatura absoluta (34°C, 08/02), possuir o dia com a maior temperatura média (28°C, 23/02) e maior amplitude térmica (11,5°C, 13 /02) da estação.

Num primeiro momento da simulação foram utilizadas três configurações para as aberturas, identificadas nos casos abaixo:

Caso 1- Aberturas Fechadas com Ático Fechado: simulação da edificação com venezianas permanecem abertas no período das 8h às 20h. Embora não seja o usual, este poderia ser o comportamento da edificação quando os usuários passam o dia fora.

Caso 2 – Aberturas Fechadas com Ático Aberto: simulação da edificação nas mesmas condições do Caso 1, porém com a abertura do ático para verificar a eficiência desta alternativa bioclimática. Esta configuração permite verificar o efeito da ventilação do ático isoladamente.

Caso 3 – Aberturas Controladas: simulação da edificação utilizando a automação das aberturas de uma forma geral para todo o mês de fevereiro, conforme algumas possibilidades oferecidas pelo Design Builder. A configuração do

Caso 3 se deu a partir da análise das condições do ambiente externo e interno obtidas nos casos 1 e 2.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 apresenta o resultado das temperaturas internas de cada caso e do ambiente externo.

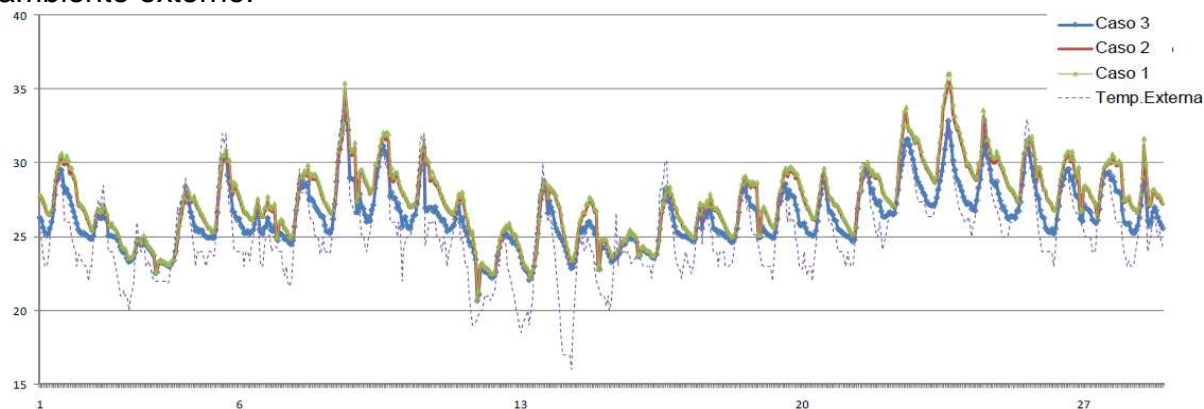


Figura 2- Temperatura interna do caso 1 (ático fechado), caso 2 (ático aberto), caso 3 (janelas e ático abertos) e temperatura externa.

Pode-se perceber que as temperaturas dentro da edificação estão mais quentes do que o exterior devido aos ganhos de calor pelo envelope da edificação. É perceptível também que o ambiente controlado (caso 3) mantém as temperaturas mais baixas do que os casos 1 e 2, como era de esperar, pois possibilita o resfriamento da edificação através da ventilação. Por outro lado houve pouca variação da temperatura interna nos casos 1 e 2, respectivamente com o ático fechado e aberto, mantendo-se em ambos os vidros fechados. A causa pode estar na circulação de ar no ático mesmo com este fechado, como comentou Morello (2005).

O resultado destes casos no índice de conforto pode ser avaliado na Figura 3, considerando conforto quando o PMV encontra-se entre $\pm 0,8$ correspondendo a um Percentual de Pessoas Insatisfeitas (PPD) de 20%, conforme Fanger (1970). A ventilação do ático incrementou o percentual de conforto em cerca de 3% em relação ao Caso 1, a ventilação da edificação incrementou o percentual de conforto cerca de 16%, atingindo conforto em 62,4% do mês analisado, contra 46,3% e 49,2%, respectivamente nos casos 1 e 2. Pode-se notar também que a manutenção do ático aberto durante todo o tempo aumentou o percentual de desconforto por frio nos casos 2 e 3 em relação ao caso 1, quando era mantido constantemente fechado. Ou seja, a manutenção do ático constantemente fechado aumenta o percentual de desconforto por calor e a manutenção dele constantemente aberto aumenta o percentual de desconforto por frio. Isso indica que a ventilação do ático é uma das estratégias bioclimáticas que necessita de um controle dinâmico, mesmo neste exemplo onde supostamente ocorre circulação no ático quando este está fechado.

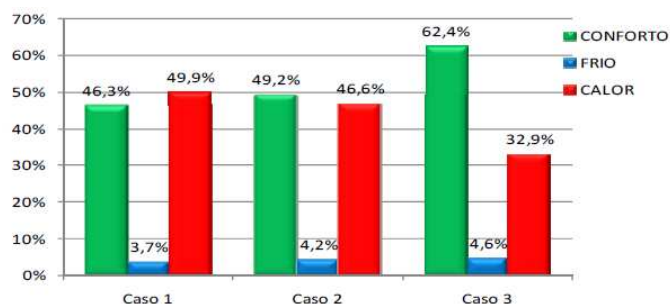


Figura 3- Percentual de conforto e desconforto por frio e calor para janelas fechadas com ático fechado (caso 1) e ático aberto (caso 2), janelas controladas com ático aberto (caso 3) e no mês de fevereiro.

4. CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos, foi possível verificar os equívocos de se avaliar o desempenho de uma edificação considerando-a fechada e estática, assim como a parcela de algumas estratégias no desempenho térmico e a necessidade de um controle mais dinâmico diante das variações das condições externas. A sugestão da necessidade de uma constante adaptação da edificação às condições internas e externas se confirma à medida que os resultados demonstram que os dispositivos projetados podem ajudar ou prejudicar o desempenho da edificação, quando não consoantes com a variabilidade do ambiente climático, mesmo num mês tipicamente de verão, como foi o caso. Tanto a ventilação ou não do ático quanto a abertura e fechamento de venezianas apresentaram necessidade de funcionamento dinâmico. Enquanto o ático mantido fechado aumenta o percentual de desconforto por calor, se mantido aberto aumenta o percentual de desconforto por frio. A veneziana que diminui a incidência de radiação solar também reduz a ventilação natural compensando parcialmente esta estratégia. Isso reforça a necessidade de um gerenciamento inteligente para se obter o máximo desempenho possibilitado pelo projeto, pois esta relação extrapola a percepção do usuário quanto ao desempenho da edificação e de seu próprio bem estar térmico, salientando-se que foi analisado apenas um mês de verão. Pode-se deduzir que esta necessidade aumente quando a análise se expandir para o ano todo, sobretudo nas estações climáticas de maior instabilidade.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GRIGOLETTI, G. C. Contribuição para a avaliação de desempenho higrotérmico de habitações térreas unifamiliares de interesse social para Porto Alegre. Tese (Doutor em Engenharia) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Porto Alegre, BR-RS, 2007.

MORELLO, A. Avaliação do comportamento térmico do protótipo habitacional Alvorada. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Porto Alegre, BR-RS, 2005.

ASHRAE. Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings. ASHRAE Standard 90.1 –1999. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. Atlanta, 1999.

ASHRAE. 2001. ANSI/ASHRAE Standard 140-2001: Standard Method of Test for the Evaluation of Building Energy Analysis Computer Programs. American Society of Heating, Refrigeratin and Air- Conditioning Engineers, Inc. USA, Atlanta: 2001.

FANGER, P.O. Thermal Comfort. New York. McGraw Hill Book Company. 1970.

ENERGYPLUS. Input Output Reference. The Encyclopedic Reference to EnergyPlus Input and Output, November 11, 2008.