

Eixo Temático: Inovação e Sustentabilidade

**CASA POPULAR EFICIENTE: A CONFIABILIDADE DO DESEMPENHO
TÉRMICO OBTIDO ATRAVÉS DE SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL**

**CASA POPULAR EFICIENTE: THE RELIABILITY OF THERMAL
PERFORMANCE WAS OBTAINED FROM COMPUTACIONAL SIMULATION**

Rayner Maurício e Silva Machado, Marcos Alberto Oss Vaghetti e Roberta Mulazzani Doleys Soares

RESUMO

As construções mais econômicas têm como consequência a existência de perdas térmicas muito elevadas, e assim um maior consumo de energia. Isso por sua vez evidencia a necessidade de que seja feita uma análise prévia do desempenho térmico do projeto, principalmente quando este possui perfil popular, como é o caso do protótipo em questão. Esse estudo tem como objetivo principal analisar a confiabilidade da modelagem computacional como ferramenta de análise. Para isso comparou-se os valores obtidos através da simulação com os medidos *in loco*. Através dos resultados foi possível observar que a similaridade das temperaturas médias entre os quartos, obtidas em simulação, não se aplica na realidade, pois as características do ambiente adjacentes à Casa exercem influência na temperatura interna. Mesmo assim conclui-se que a modelagem computacional é uma boa ferramenta para uma prévia análise da edificação. Porém é necessário que a simulação esteja em conformidade com o microclima do terreno.

Palavras-chaves: Desempenho Térmico, Eficiente, Popular, Simulação, Medições.

ABSTRACT

The most economical constructions have as a consequence the existence of very high thermal losses, and thus a higher energy consumption. This highlights the need for a prior analysis of the thermal performance of the project, especially when it has profile popular, as is the case of the prototype in question. This study aims to analyze the reliability of computer modeling as an analysis tool. For this was compared the values obtained through simulation with the measured *in loco*. From the results, it was observed that the similarity of average temperatures between rooms, obtained in simulation, does not apply in reality, since the characteristics of the environment in which the house is located, has an influence on internal temperature. However, it is concluded that the computational model is a useful tool for preliminary analysis of the building. But it is necessary that the simulation conforms to the microclimate of the terrain.

Keywords: Thermal Performance, Efficient, Popular, Simulation, Measurements.

INTRODUÇÃO

Estimativas indicam que o setor da construção civil está em crescimento, e por consequência, as transações imobiliárias. Isso pode ser considerado como algo positivo no que tange a economia, porém é necessário considerar que esse crescimento muitas vezes vem em detrimento de outras questões não menos importantes. Sendo assim, a Casa Popular Eficiente, entra no escopo de minimizar dois dos principais problemas gerados por esses setores, a degradação ambiental e o déficit de habitações, através de tecnologias e soluções que contemplem todas as fases da sustentabilidade.

Geralmente residências de baixo consumo energético, possuem uma implantação mais dispendiosa devido aos custos adicionais dos diversos sistemas empregados. Logo, observa-se a necessidade de se adaptar esse perfil de produção ao contexto socioeconômico. Porém, segundo Oliveira (2011), a construção mais econômica tem como consequência a existência de perdas térmicas muito elevadas, e assim um consumo maior de energia. O que por sua vez acaba abrindo uma vertente para o estudo do desempenho térmico do protótipo.

Nos estudos térmicos de edifícios ou construções que sejam ou irão ser ocupadas por pessoas, é bastante importante que se tenha uma boa ideia de qual irá ser o seu desempenho ou eficiência térmica, de preferência antes da construção, quando ainda se encontra em fase de projeto, porque dessa forma podem-se articular todo um conjunto de sistemas que visam o melhoramento térmico da edificação (Abrantes, 2011). Em função da complexidade que permeia o prognóstico da retenção de cargas térmicas em uma determinada dependência, evidencia-se a necessidade da utilização de ferramentas computacionais, as quais podem considerar as principais e mais importantes variáveis envolvidas nesses cálculos.

OBJETIVOS

Esse trabalho tem como objetivo avaliar a eficiência do DesignBuilder na simulação das temperaturas do ar nos quartos, frente às condições impostas pelo local onde a Casa Popular Eficiente foi construída. Para dessa forma estabelecer-se o nível de confiabilidade do sistema, assim também reconhecer quais fatores serviram como limitadores da eficiência da simulação, caso haja alguma discrepância nos valores obtidos.

REVISÃO DA LITERATURA

São muitos os fatores que podem influenciar na temperatura do ar contido no interior de um ambiente construído. Ao se considerar uma residência unifamiliar, o ganho de carga térmica admitido pela edificação, pode ocorrer por diferentes meios, sendo a energia solar a que possui maior relevância nessa análise. Visto que as demais fontes, tais como os seres humanos, a iluminação artificial, equipamentos, dentre outras, tornam-se menos importantes em função da diferença de ganho térmico em relação a energia transmitida pelo sol.

Esse fator juntamente com alguns relativos ao comportamento climático da região, despontam como sendo os mais importantes a serem considerados. Em função disso é necessário “saber como varia a temperatura do ar, a umidade relativa do ar, a direção e a velocidade do vento” (Siqueira, 2005). Segundo Silva (*apud* Esteves, 2009), “a não

observância de fatores climáticos relativos a uma determinada região leva os projetistas a optarem, na maioria dos casos, por soluções construtivas inadequadas ao clima local”.

Na última década a Associação Brasileira de Normas Técnicas desenvolveu um conjunto de normas para a construção de edificações a fim de torná-las mais eficientes termicamente. A norma estabeleceu zoneamento bioclimático brasileiro abrangendo um conjunto de recomendações e estratégias construtivas destinada às habitações unifamiliares de interesse social com até três pavimentos.

Com isso, através da arquitetura bioclimática, houve uma melhor integração entre os fatores climáticos e os requisitos esperados em projeto no que concerne o desempenho térmico. Através de inúmeras técnicas e variáveis construtivas presentes neste conceito, de maneira passiva, por meios naturais, elas proporcionam tanto o aquecimento como o arrefecimento da edificação, conforme as exigências do clima através do ano.

Um sistema interessante que está tendo seu comportamento analisado é a ventilação cruzada e natural existente na casa. Segundo Frota (2001), em climas temperados, onde tanto o calor como o frio apresentam certo rigor, devem-se visar alternativas que permitam ora a ventilação cruzada e intensa, ora a possibilidade de fechamento hermético das aberturas para barrar eventuais ventos frios.

Existem duas formas de circulação natural do ar no interior de uma habitação. O primeiro é o mais conhecido método de arrefecimento natural, a circulação de ventos e brisas através das aberturas. A outra está relacionado com um conceito físico que justifica a sua utilização, como se sabe existe uma diferença entre a densidade do ar quente, menos denso, e do ar frio, mais denso, sendo assim, através de aberturas colocadas nas regiões mais elevadas da casa, uma troca térmica acontece, fazendo com que o ar quente seja dissipado para fora da casa. Através da figura 2 é possível observar essas trocas por meio da representação do fluxo de ar através dos componentes construtivos contidos na Casa Popular Eficiente.

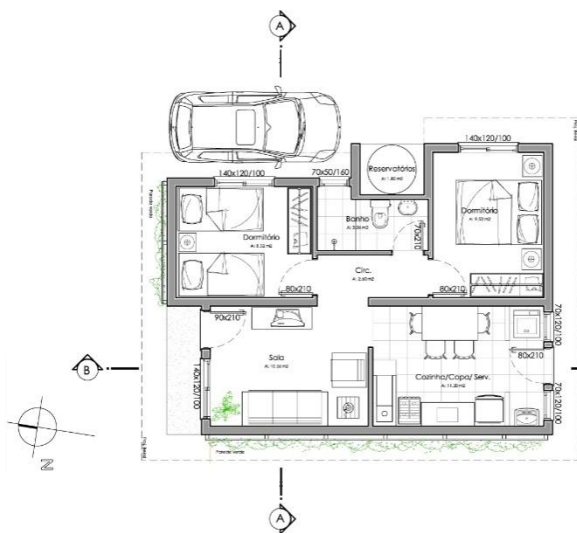


Figura 1 - Planta Baixa

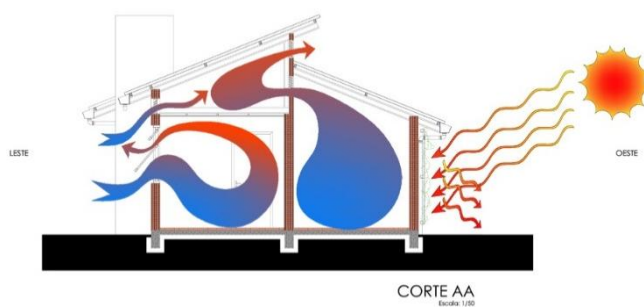


Figura 2 - Fluxo de ar no interior da edificação

Para evitar o aumento da temperatura no interior, podem ser utilizadas técnicas de arrefecimento passivo, reduzindo a absorção de radiação solar, responsável pelos ganhos de calor interno, minimizando e/ou controlando através do design e da orientação do edifício, dos ombreamentos de forma a reduzir a percentagem de radiação solar direta sobre o edifício, controlando as aberturas, aumentando o isolamento dos telhados e paredes ou reduzindo a

absorção da radiação através de acabamentos refletores, principalmente na cobertura, ou recorrendo a elementos construtivo de elevada capacidade térmica (Silva *apud* Esteves, 2009).

Sendo essas as principais variáveis que possuem maior relevância no que se refere as trocas térmicas ocorridas no protótipo em questão.

METODOLOGIA

No processo de modelagem computacional, utilizou-se o programa DesignBuilder, através do qual foi possível se obter a temperatura do ar nos quartos nos meses de Janeiro a Março. Essa modelagem foi feita ajustando se os dados de entrada conforme as especificações do Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R), sendo: modelagem e controle do sistema de ventilação natural, taxas de infiltração de ar, padrão de ocupação, atividade, cargas internas de equipamentos, padrão de uso da iluminação, temperatura do solo e os dados climáticos de Santa Maria, que compõem a Zona Bioclimática 2 Brasileira.

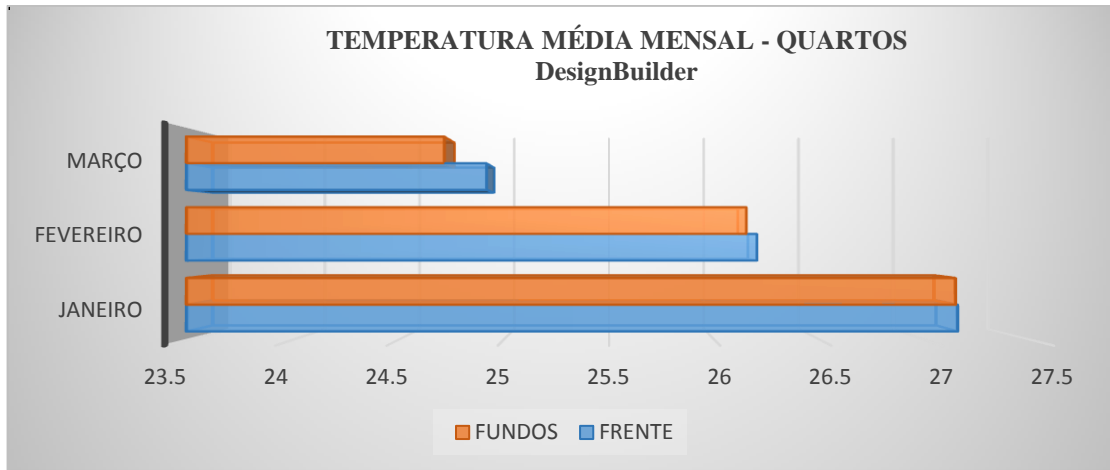
Para as medições *in loco* das temperaturas internas do protótipo, foram usados os aparelhos *Hobo Data Logger*. Sendo no total 4 aparelhos, dois por ambiente. Eles foram instalados no centro de cada ambiente a uma altura aproximada de 1,5 metros, suspensos por um fio. Através do programa *Boxcar Pro* foram obtidos os dados das leituras medidas. Que foram inseridos no programa *Microsoft Excel* para elaboração dos gráficos das temperaturas médias de Janeiro, Fevereiro e Março.

Além da modelagem e da medição, foi feito um estudo através da revisão bibliográfica de assuntos análogos ao tema. Para dessa forma estabelecer se conceitos que expliquem eventuais diferenças entre o comportamento térmico dos quartos em relação aos dados encontrados através da modelagem.

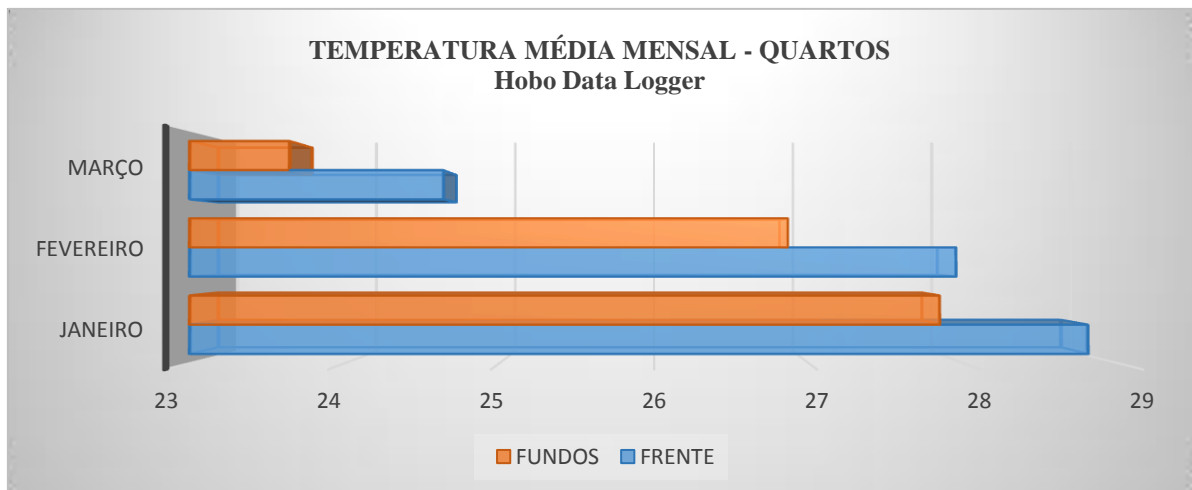
Como as variáveis climáticas utilizadas na simulação computacional, não são as mesmas encontradas durante o período de medições, outros parâmetros foram necessários para se estabelecer um nível de confiabilidade do sistema. Assim, partindo da premissa que a diferença de temperatura entre os quartos deve ser igual em ambos os métodos de análise, comparou-se a diferença temperatura entre os quartos através da simulação e através das medições *in loco*.

RESULTADOS E CONCLUSÕES

É possível ver, por meio da simulação, que as diferenças entre as temperaturas do ar no quarto do fundo em relação ao quarto da frente, são muito pequenas. O que evidencia que as trocas térmicas ocorridas nesses dois cômodos, seja por convecção, irradiação ou condução, são muito semelhantes. Isso se explica pela orientação e pelo microclima homogêneo adotado em simulação, fazendo com que tanto a incidência de ventos, como a de sol, seja similar em ambos os quartos.



Os dados obtidos através das medições, mostram que em média o quarto do fundo é aproximadamente 1°C mais arrefecido em relação ao quarto da frente. Sendo assim é possível observar que a similaridade entre os quartos, obtidas em simulação, não se aplica na realidade, pois as características do ambiente adjacentes à casa exercem influência na temperatura interna.



Essa diferença, como havia sido dito anteriormente, está relacionado com fatores que extrapolam a análise da edificação em si, tais como vegetação e edificações vizinhas, as quais compõem o microclima local. Porém esse microclima, neste caso, não possui uma formatação homogênea, como foi utilizado em simulação, isso por sua vez acabou gerando um desacordo entre as diferenças de temperaturas entre os quartos. Esse detalhe, por sua vez, acaba prejudicando qualquer análise mais aprofundada em relação a este estudo de caso.

Conclui-se que a modelagem computacional pode ser uma ferramenta confiável para uma previa análise da edificação desde que os dados de entrada, referentes ao microclima, sejam colocados em conformidade com as exigências reais. Considerando-se dessa forma, elementos que podem servir como fatores de erro de cálculo, tais como edificações vizinhas e vegetações próximas à residência, que proporcionam sombreamento e atuam como um obstáculo para uma melhor renovação do ar no interior da edificação.

REFERÊNCIAS

- ABNT NBR 15575-4: 2012 – **Edificações habitacionais - Desempenho - Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas.**
- ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15220-2: Projeto 02:135.07-001/3. **Desempenho térmico de edificações - Parte 3: Zoneamento Bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares e de interesse social.** Rio de Janeiro, set. 2004 b.
- ABRANTES, Pedro Miguel Henriques (2011). **Estudo térmico de um edifício escolar com topologia complexa.** Dissertação de mestrado. Universidade do Algarve. Portugal.
- COSTA, Ênio Cruz da (1923), **Arquitetura ecológica: condicionamento térmico natural.** São Paulo. Edgard Blucher. Desenvolvimento sustentável. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/desenvolvimento-sustentavel>. Acesso em: 17 de Julho de 2013
- ESTEVEVES, Francisco Manuel Gomes Ferraz (2009). **Construção Em Climas Tropicais: Comportamento Térmico de Edifícios em Luanda.** Dissertação de mestrado. Faculdade de Engenharia. Universidade do Porto. Portugal.
- FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. **Manual do conforto térmico.** 5ª edição. São Paulo: Studio Nobel, 2001.
- LAMBERTS, Roberto; GHISI, Eneidir ; PEREIRA, Cláudia D.; BATISTA, Juliana O. Casa Eficiente: Bioclimatologia e Desempenho térmico. Florianópolis:UFSC/LabEEE; 2010. .1 (123 p.) : il. ; graf. ; tabs.
- OLIVEIRA, Nuno Miguel Dias de (2011). **Estudo do comportamento térmico de um edifício utilizando o programa RCCTE-STE.** Dissertação de mestrado. Universidade Nova de Lisboa. Portugal.
- RTQ-R. Lamberts, Roberto ET AL. Laboratório de Eficiência Energética em Edificações – LabEEE/UFSC LIBRELOTTO ET AL., (2012). **A Teoria do Equilíbrio. Alternativas para a sustentabilidade na Construção Civil.** Florianópolis. Dioesc.
- SIQUEIRA, Tulio Cesar Pessotto Alves; AKUTSU, Maria; LOPES, Jarbas Ibraim Esperidião and SOUZA, Henor Artur de. **Dados climáticos para avaliação de desempenho térmico de edificações.** *Rem: Rev. Esc. Minas* [online]. 2005, vol.58, n.2, pp. 133-138. ISSN 0370-4467.
- SILVA, G. (2006) **Arquitetura Bioclimática em Timor Leste – Caminho para a sustentabilidade.**Dissertação de Mestrado, Instituto Superior Técnico. Portugal.