

## **ANÁLISE DO DESEMPENHO TÉRMICO DE EDIFICAÇÕES DE STEEL FRAME E ALVENARIA ESTRUTURAL EM MANAUS-AM**

BEATRIZ AUGUSTA RODRIGUES NASCIMENTO<sup>1\*</sup>, VALDETE SANTOS DE ARAÚJO<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Graduanda de Engenharia Civil, UEA, Manaus-Am. Fone: (92) 991246442, beatrizaugusta.eng@gmail.com

<sup>2</sup> Dra. Professora Materiais de Construção Civil, UEA, Manaus-AM. Fone: (92) 982825507, eng.valdete@gmail.com

Apresentado no  
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC' 2015  
15 a 18 de setembro de 2015 - Fortaleza-CE, Brasil

### **RESUMO:**

A escolha do sistema construtivo adequado é determinante para o seu desempenho e o conforto dos usuários de uma edificação. Por isso, ainda na fase de projeto deve ser analisado o sistema construtivo a ser escolhido, para que não haja uma seleção indevida que comprometa o desempenho global da edificação. Nesse trabalho, faz-se uma avaliação do desempenho térmico de dois sistemas construtivos, o steel frame com o sistema de vedação de placas cimentícias e a alvenaria com bloco estrutural cerâmico. O estudo é realizado determinando-se a temperatura interna e umidade do ar nos ambientes das edificações, por meio de medição in loco, utilizando o aparelho termo-higrômetro, na cidade de Manaus-AM. Os resultados explicitam os parâmetros relevantes na definição de sistemas de vedação, que proporcionam o melhor desempenho térmico, que é o caso do steel frame que apresenta temperatura interna 2,6°C menor que o outro sistema em questão, o que comprova a eficácia do sistema construtivo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Desempenho térmico, temperatura interna, umidade do ar, sistemas construtivos.

### **ANALYSIS OF THERMAL PERFORMANCE OF HOUSES OF STEEL FRAME AND STRUCTURAL MASONRY IN MANAUS-AM**

### **ABSTRACT:**

The choice of system constructive suitable is determinate for your performance and comfort of users of a building. So still in the project phase, It must be analyzed the system constructive to be chosen in order to there is no undue selection that compromises the overall performance of the building. This work It makes an evaluation of the thermal performance of two constructive systems, the steel frame with the sealing system cement slabs and masonry with ceramic structural. The study is conducted by determining the internal temperature and humidity in environments of buildings, through on-site measurement, using the equipment thermo-hygrometer in the city of Manaus-AM. The results explain the relevant parameters in the definition of sealing systems, which provide the best thermal performance, which is a steel frame which has the internal temperture of 2,6°C less than the other constructive system studied, which proves the effectiveness of constructive system.

**KEYWORDS:** Thermal performance, internal temperature, air humidity, constructive system.

### **INTRODUÇÃO**

O desempenho global de uma edificação é influenciado pelo conforto que ela oferece a seus usuários sendo associado às condições térmicas internas (temperatura e umidade do ar), às condições internas de iluminação e de isolamento de ruído, e vem de uma adequação do sistema de fechamento externo e interno da edificação ao clima local (Ribas, 2013). No que tange ao desempenho térmico de um ambiente é necessária uma análise de uma combinação de fatores, dentre os quais se destacam o posicionamento do edifício e suas dependências, a escolha e execução de paredes, pisos, tetos e esquadrias e a especificação de equipamentos e instalações, que são possíveis fontes de calor. Todos

os componentes são partes integrantes da edificação que funciona como um todo, não sendo possível determinar qual é mais relevante. No entanto, pode-se destacar a importância da especificação dos sistemas de fechamento verticais e horizontais, cuja constituição e montagem determinam, em grande parte, os níveis de desempenho térmico no ambiente construído (Ribas, 2006).

Alterações causadas ao longo do tempo pela ação humana podem modificar características climáticas das cidades, alterando a velocidade do vento, modificando a temperatura e as precipitações atmosféricas (Amorim, 2005). A cidade de Manaus, após a instauração da zona franca, verificou um crescimento urbano desordenado, em que a geometria urbana foi alterada, fator preponderante para a variação do clima da cidade (Alcântara, 2007). Sendo assim, alternativas para amenizar o desconforto térmico incidente nas edificações é o estudo do uso de novos materiais para a execução de um projeto. Ainda são escassos estudos que analisem o comportamento dessas novas alternativas no estado do Amazonas. Nesse sentido, este trabalho tem como objetivo analisar o desempenho térmico do sistema construtivo steel frame, com fechamento de placas cimentícias, comparando com a alvenaria estrutural com tijolo cerâmico.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo selecionada compreende duas casas com 111,09 m<sup>2</sup> no condomínio Tales de Mileto, localizado na zona centro-sul da cidade de Manaus-AM. A capital do estado do Amazonas abrange uma área urbana de 11.401,092 km<sup>2</sup> e mais de 1,8 milhões de habitantes (IBGE, 2010), tem como característica o clima equatorial quente e úmido (Nimer, 1989; Aguiar, 1995), que devido a altimetria baixa (Muniz & Vieira, 2004) desencadeia um clima desconfortante com pouca ventilação. A região apresenta segundo o SUFRAMA (2000) duas estações distintas: a Chuvosa (inverno), de dezembro a maio; e a Seca (verão), de junho a novembro, período de sol intenso e temperatura média acima de 35°C.

O desempenho térmico de uma edificação está relacionado com a resposta adequada às condições climáticas e o objetivo de sua avaliação é proporcionar condições de conforto térmico que atendam aos usuários e diminuam o consumo de energia, a partir da análise do comportamento global da edificação em relação às trocas de calor e massa entre o ambiente interno e externo. A avaliação do desempenho térmico por meio de medições deve considerar todas as variáveis de projeto da unidade habitacional na condição em que se encontram no momento da avaliação, como orientação solar e cor do fechamento externo (Magalhães, 2013). Para a realização das medições utiliza-se o aparelho termo-higrômetro a fim de determinar a temperatura de bulbo seco do ar e a umidade do ar no interior da edificação. As medições realizam-se às 9, 12 e 15 horas, posicionando o aparelho no centro de dormitórios e salas, a 1,20 m do piso. Magalhães (2013) define ainda o período de medição, que deve ser corresponder a um dia típico de projeto, de verão ou de inverno, precedido por, pelo menos, um dia com características semelhantes. Utiliza-se uma sequência de três dias e analisam-se os dados coletados no terceiro dia.

No Brasil, a norma NBR 15.575 (ABNT, 2013) estabelece que as condições térmicas no interior da edificação devem ser menores ou iguais às do ambiente externo, à sombra, para um dia típico de verão, e que possibilite conforto térmico no interior da edificação, no dia típico de inverno. O nível mínimo de desempenho exigido, via simulação computacional ou medição in loco, deve atender aos parâmetros apresentados na Tabela 1. A cidade de Manaus está localizada na zona 8 de acordo com o mapa de zoneamento bioclimático brasileiro, que consta na NBR 15.220 (ABNT, 2005).

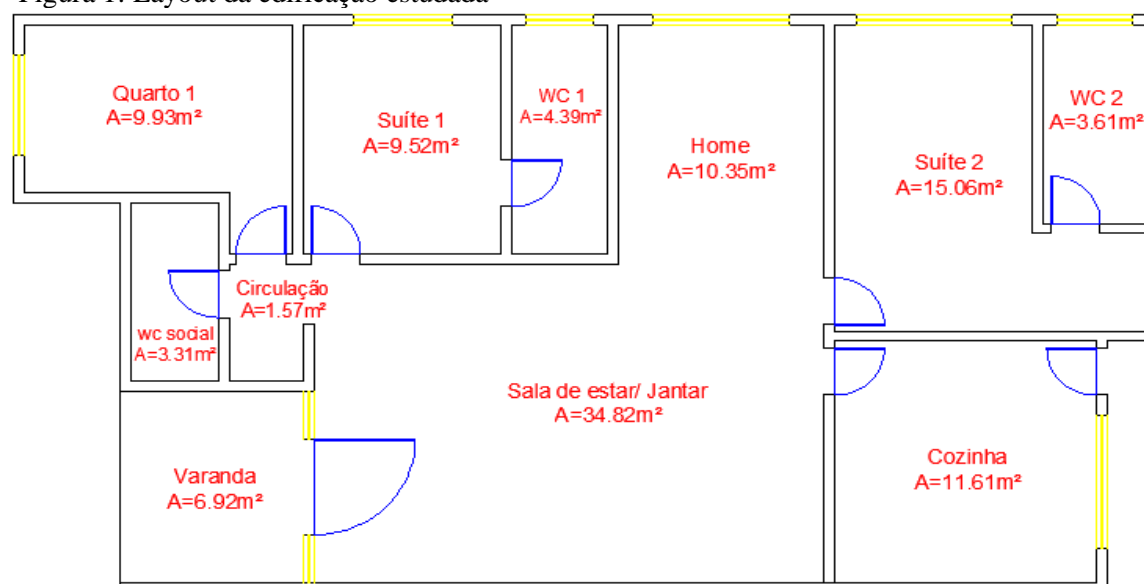
Tabela 1: Critério de avaliação de desempenho térmico para a zona 8

Nível de Desempenho	Critério (verão)	Critério (inverno)
Mínimo (M)	$T_{i,máx} \leq T_{e,máx}$	Não precisa ser verificado
Intermediário (I)	$T_{i,máx} \leq (T_{e,máx} - 1^{\circ}\text{C})$	Não precisa ser verificado
Superior (S)	$T_{i,máx} \leq (T_{e,máx} - 2^{\circ}\text{C})$	Não precisa ser verificado

Fonte: Adaptado da NBR 15575 (2013).

As edificações estudadas, em steel frame e alvenaria estrutural, apresentam 8 ambientes internos em um só pavimento, dispostos com a mesma área e na mesma posição em relação ao sol, representadas pela figura 1. A espessura das divisórias tanto de alvenaria quanto de steel frame é de 15cm, no sistema steel frame com revestimento de placa cimentícia foi preenchido seus vazios internos com lã de vidro, material que apresenta alto desempenho em isolamento térmico e acústico. Para análise comparativa dos dois sistemas construtivos utiliza-se a temperatura máxima interna obtida por meio da medição, a fim de definir o sistema de vedação que proporciona o melhor conforto térmico.

Figura 1: Layout da edificação estudada



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação ao desempenho térmico, para as condições de verão, os fechamentos analisados atendem ao critério de desempenho térmico expostos na Tabela 1, onde edificação com vedação de placa cimentícia obteve o melhor desempenho com redução da temperatura interna de até 5,1°C em relação à temperatura externa. Já a alvenaria estrutural cerâmica reduziu apenas 2,9°C, um valor ainda considerado satisfatório se analisado de acordo com os parâmetros da NBR 15.575 (ABNT, 2013).

No que se refere à comparação do desempenho térmico dos sistemas construtivos, observa-se que a edificação de steel frame apresentou a temperatura interna de até 2,6°C menor que a temperatura na residência construída em alvenaria, como se verificam os valores coletados nas Tabelas 2 e 3. A umidade do ar não apresenta grande variação, no entanto no sistema de vedação steel frame verifica-se que é maior que a da alvenaria estrutural, como se observa na Tabela 4.

Tabela 2: Temperatura interna da edificação em Alvenaria estrutural cerâmica

Horário	15/07/15	16/07/15	17/07/15	20/07/15	21/07/15	22/07/15	27/07/15	28/07/15	29/07/15
9 horas	32 °C	28,5 °C	29,9 °C	32 °C	31,8 °C	29,9 °C	30,3 °C	29,7 °C	31,1 °C
12 horas	34 °C	33,9 °C	31,6 °C	32,8 °C	33,5 °C	32,1 °C	32,6 °C	31,4 °C	32,5 °C
15 horas	33,3 °C	29,7 °C	32,9 °C	33,9 °C	34,5 °C	33,4 °C	33,9 °C	32,7 °C	33,8 °C

Tabela 3: Temperatura interna da edificação em Steel Frame

Horário	15/07/15	16/07/15	17/07/15	20/07/15	21/07/15	22/07/15	27/07/15	28/07/15	29/07/15
9 horas	30,1 °C	26,2 °C	27,7 °C	30,3 °C	30,6 °C	28,3 °C	29,1 °C	28,3 °C	29,8 °C
12 horas	32,2 °C	31,6 °C	29,8 °C	31,4 °C	32,2 °C	30,9 °C	31,4 °C	29,9 °C	31,2 °C
15 horas	31,7 °C	28 °C	30,3 °C	32,3 °C	33,3 °C	31,8 °C	32,4 °C	31,1 °C	32 °C

Tabela 4: Média da umidade do ar

Sistema Construtivo	15/07/15	16/07/15	17/07/15	20/07/15	21/07/15	22/07/15	27/07/15	28/07/15	29/07/15
Steel Frame	57,96%	68,54%	64,88%	55,87%	56,17%	63,81%	60,12%	58,34%	59,63%
Alvenaria Estrutural Cerâmica	53,75%	68,08%	57,33%	55,04%	55,10%	65,78%	59,13%	57,89%	58,55%

## CONCLUSÕES

As características climáticas da cidade de Manaus foram afetadas pela intensa urbanização desordenada, ocasionando o aumento da temperatura, sendo necessária a análise de alternativas a fim de amenizar o desconforto térmico das edificações. Os sistemas construtivos analisados, quando recheados com lã de vidro, no caso do steel frame, em geral, apresentam desempenho térmico satisfatório, mostrando que o sistema multicamadas com a aplicação de material isolante na cavidade de ar entre as paredes pode se apresentar como uma solução eficiente capaz de proporcionar o melhor conforto aos usuários se comparada à alvenaria estrutural cerâmica.

## REFERÊNCIAS

- Aguiar, F. E. O. As alterações climáticas em Manaus no século XX. Rio de Janeiro: UFRJ, 1995. 182f. Dissertação (Mestrado em Geoecologia).
- Alcântara, J. M. Clima e expansão da cidade de Manaus. Manaus: UFAM, 2007. 62f. Monografia (Geografia).
- Amorim, M. C. C. T. Intensidade e forma da ilha de calor urbana em Presidente Prudente/SP. Revista Geosul. v. 20, n. 39, p. 65-82, 2005.
- ABNT. NBR 15.220 - Desempenho térmico de edificações. Rio de Janeiro, 2005.
- ABNT. NBR 15.575 Edificações habitacionais, Rio de Janeiro, 2013.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2010. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=130260> Acesso em: 29 de julho de 2014.
- Magalhães, R. F. Edificações em Light Steel Frame Isoladas Externamente com Eifs: Avaliação de desempenho Térmico pela NBR 15.575/ 2013. Porto Alegre: UFRGS, 2013. 94f.
- Muniz, L. S.; Vieira, A. F. G. Análise preliminar da erodibilidade dos solos da Bacia do Igarapé do Mindu: Curso superior Manaus, AM. Boletim Amazonense de Geografia, nº 4, 2004.
- Nimer, E. Climatologia do Brasil, 2.ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1989. 421p.
- Ribas, R. A. J. Avaliação das condições físico-construtivas e desempenho de uma edificação estruturada em aço. Estudo de caso: Prédio da EM da UFOP. Ouro Preto: UFOP, 2006. 210f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Civil).
- Ribas, R. A. J. Método para avaliação do desempenho térmico e acústico de edificações aplicado em painéis de fechamento industrializados. Ouro Preto: UFOP, 2013. 222f. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Civil).
- SUFRAMA. Superintendência da Zona Franca de Manaus. 2000. Disponível em: [http://www.suframa.gov.br/zfm\\_turismo\\_manaus.cfm](http://www.suframa.gov.br/zfm_turismo_manaus.cfm). Acesso em: 29 de julho de 2014.