

Eficiência térmica de habitação de baixo custo estruturada em aço

Hélder Luis Fransozo

M.Sc., Engenheiro Civil
E-mail: helufra@ibest.com.br

Henor Artur de Souza

Professor do DECAT/EM/UFOP
E-mail: henor@em.ufop.br

Marcílio Sousa da Rocha Freitas

Professor do DECIV/EM/UFOP

Resumo

O aço está se tornando um elemento construtivo muito importante na construção civil brasileira, em função das vantagens por ele apresentadas, aliadas a um projeto que integre, de maneira eficaz, os vários sistemas de fechamento associados ao aço. As edificações em estrutura metálica têm a possibilidade de conduzir a empreendimentos eficientes e economicamente viáveis. Para que a escolha dos sistemas de fechamento represente uma solução eficiente, é necessário que se leve em conta, tanto os detalhes construtivos, como o bom desempenho térmico. Nesse trabalho, apresenta-se uma avaliação do desempenho térmico de uma casa de baixo custo do Programa Usiteto, para várias regiões climáticas do país. Esse estudo é realizado através de simulação computacional, utilizando-se o programa computacional *ESP-r*. Nessa análise, são levados em consideração os princípios da arquitetura climática de regiões diferentes, as propriedades dos materiais, bem como as fontes internas e externas de calor, em relação ao ambiente construído analisado. Com os resultados obtidos, pode-se determinar qual o tipo de sistema de fechamento é o mais adequado para a obtenção da condição de conforto térmico para os ocupantes dessas edificações.

Palavras-chave: estrutura metálica, habitação de baixo custo, sistemas de fechamento, eficiência térmica.

Abstract

*Steel is becoming a very important constructive element in Brazil's civil construction, because of the steel structure advantages presented. Adding all these advantages together with good design, buildings in metallic structure are becoming an effective system with the additional gain of earlier building occupation. In order to correctly select the insulation panels, it is necessary to observe both the constructive details and their thermal performance. This work presents the results of a comparative study on the thermal performance of several closing systems existing in the Brazilian market intended for small buildings using metallic structures for the Usiteto housing program. In this study, climate architectural principles, material properties as well as external and internal heat sources regarding the analyzed environment were taken into consideration. Computational simulations using the *ESP-r* program were performed and the results allow to determine which type of insulation element is the best to obtain the ideal thermal comfort for the users.*

Keywords: steel structure, small building, insulation panels, thermal performance.

1. Introdução

1.1 Projeto de habitações de baixo custo

A estimativa do Ministério do Desenvolvimento é que o “déficit habitacional” e o “déficit de habitabilidade” do Brasil, segundo dados do governo, varia de 5,6 a 13,4 milhões de habitações e esses “déficits” crescem anualmente em cerca de 5%. Do total de habitações no País, 1 milhão estão localizadas em favelas, normalmente habitadas pela população mais pobre, onde há famílias morando em residências não servidas por saneamento básico e água tratada (IPEA, 2002). Há, também, nesses locais, carência de serviços, como coleta de lixo, iluminação pública, postos de saúde, escolas, transporte coletivo e segurança. Muitas moradias são construídas de forma improvisada, sem a insolação e ventilação mínimas necessárias para dar ao morador da habitação um certo conforto.

Hoje, após identificar um aumento na demanda habitacional pela pressão social, na maioria das grandes cidades brasileiras, e após considerar as vantagens na utilização do aço na construção civil, iniciativas, no desenvolvimento de projetos habitacionais de baixo custo, principalmente para a população de baixa renda, estão sendo levadas adiante, incorporando inovações tecnológicas da indústria da construção, tais como, estrutura metálica, e utilizando sistemas construtivos industrializados. Também estão sendo observadas condições satisfatórias quanto ao conforto térmico para os seus ocupantes e habitabilidade. Dessa forma, tais iniciativas devem ser incentivadas pelas autoridades governamentais juntamente com as empresas e outros órgãos públicos.

Para a efetiva implantação de unidades unifamiliares, destinadas a população de baixa renda, e, de modo à viabilizar um produto acessível e de rápida execução, o projeto deve passar por uma série de estudos, visando-se ao desenvolvimento de seus sistemas estrutural e construtivo, com ênfase na simplificação das etapas construtivas e minimização de custos para, finalmente, analisar

se a viabilidade econômica para a finalidade a que o projeto se destina.

Além dos sistemas estrutural e construtivo e do estudo econômico, o desempenho térmico das habitações é outro fator importante a ser determinado na fase de projeto para quaisquer tipos de edificações, inclusive àquelas de baixo custo, dando, assim, uma condição melhor de conforto para o futuro usuário dessa edificação. Para que uma edificação projetada de forma adequada térmicamente torne-se realmente confortável, além de economizar energia, ela deverá ser executada com materiais adequados às condições climáticas de sua localização.

1.2 Programa Usiteto

O programa Usiteto iniciou-se em 1997, como resultado de uma parceria entre a Usiminas e a Companhia de Habitação de Minas Gerais (Cohab-MG), quando foi desenvolvida a solução dos prédios populares. Essa iniciativa tem como proposta contribuir para a redução do déficit habitacional do País e é destinada à população com renda de até três salários mínimos. O projeto de uma casa, Figura 1, faz parte do mesmo programa destinado para construção de habitações populares em estrutura metálica

e que utiliza uma tecnologia desenvolvida pela própria empresa e com o objetivo de proporcionar à construção civil novas perspectivas para habitação popular (USIMINAS, 2002).

A casa Usiteto é uma alternativa, mais econômica, simples e rápida, em comparação com o sistema convencional de construção de casas populares. Esse programa possibilita, ainda, ao futuro morador construir a sua própria casa (autoconstrução) após ser instruído de como utilizar um dos processos construtivos: um semi-industrializado (fechamento em tijolo cerâmico) e outro industrializado (fechamento com painéis). Esses processos, utilizados nesse tipo de edificação, é que diferenciam essas edificações.

A casa Usiteto, em estudo, é composta por engradamento metálico e por colunas, que servem de guias para o alinhamento do sistema de fechamento, Figura 2. Toda estrutura da casa e as esquadrias são feitas de perfis de aço resistentes à corrosão atmosférica, tornando a construção mais simples e rápida e, conseqüentemente, mais barata. A utilização de engradamento metálico permite uma melhoria significativa na qualidade da edificação, bem como uma racionalização no uso da madeira.



Figura 1 - Casa do programa Usiteto. (Fonte: Usiminas, 2001).

A grande vantagem desse sistema é que a casa pode ser construída em módulos. Assim, o núcleo inicial é formado por uma sala/quarto, uma cozinha e um banheiro, Figura 3 (a), e, após a construção desse módulo inicial, se houver necessidade por parte do morador de uma ampliação, têm-se, como opção, duas expansões previstas. A primeira expansão acrescenta um quarto e transforma a sala/quarto em estar/refeições e a segunda expansão acrescenta mais um quarto, conforme está mostrado nas Figuras 3 (b) e 3 (c). Após as expansões, a casa terá um total de 36 m² de área construída. Para uma melhor visualização de como a casa pode ficar após as referidas expansões, e com a distribuição dos móveis pelos vários ambientes, apresenta-se a planta baixa da edificação na Figura 4.

2. Metodologia adotada

A avaliação do desempenho térmico de uma edificação consiste em verificar se as condições do ambiente interno são satisfatórias quanto ao conforto térmico proporcionado aos ocupantes. A avaliação é baseada em se fazer um estudo da temperatura interna do ambiente, verificando-se a existência das condições de conforto térmico. Essa análise é feita considerando a resposta global da edificação e não somente o comportamento térmico de elementos de fechamento isoladamente. É necessário levar em consideração as interações entre o ambiente natural externo e o ambiente construído.

As etapas relevantes do processo de avaliação do desempenho térmico de uma edificação abrangem principalmente a caracterização das exigências humanas de conforto térmico, a caracterização das condições típicas de exposição ao clima, a caracterização da edificação e seu perfil de ocupação e também a caracterização do sistema de fechamento vertical, horizontal e cobertura.



Figura 2 - Estrutura Metálica da casa Usiteto. (Fonte: Usiminas, 2001).

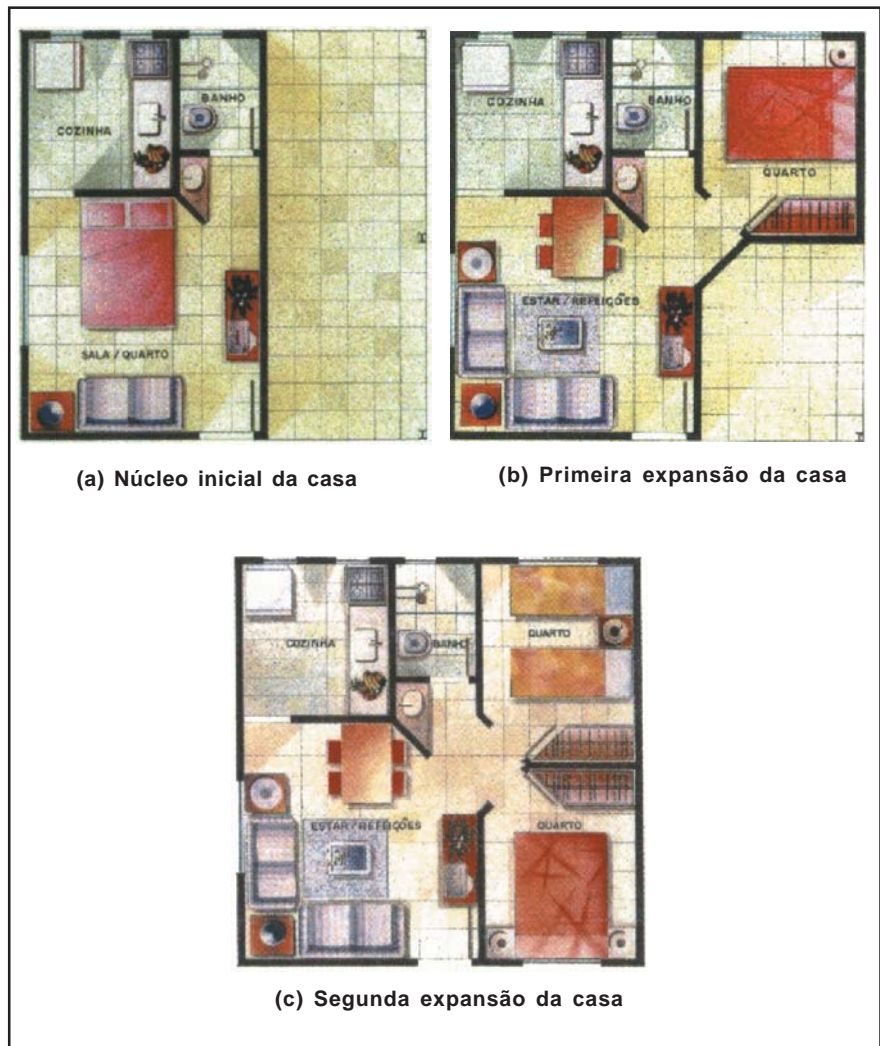


Figura 3 - Módulos da casa Usiteto. (Fonte: Usiminas, 2001).

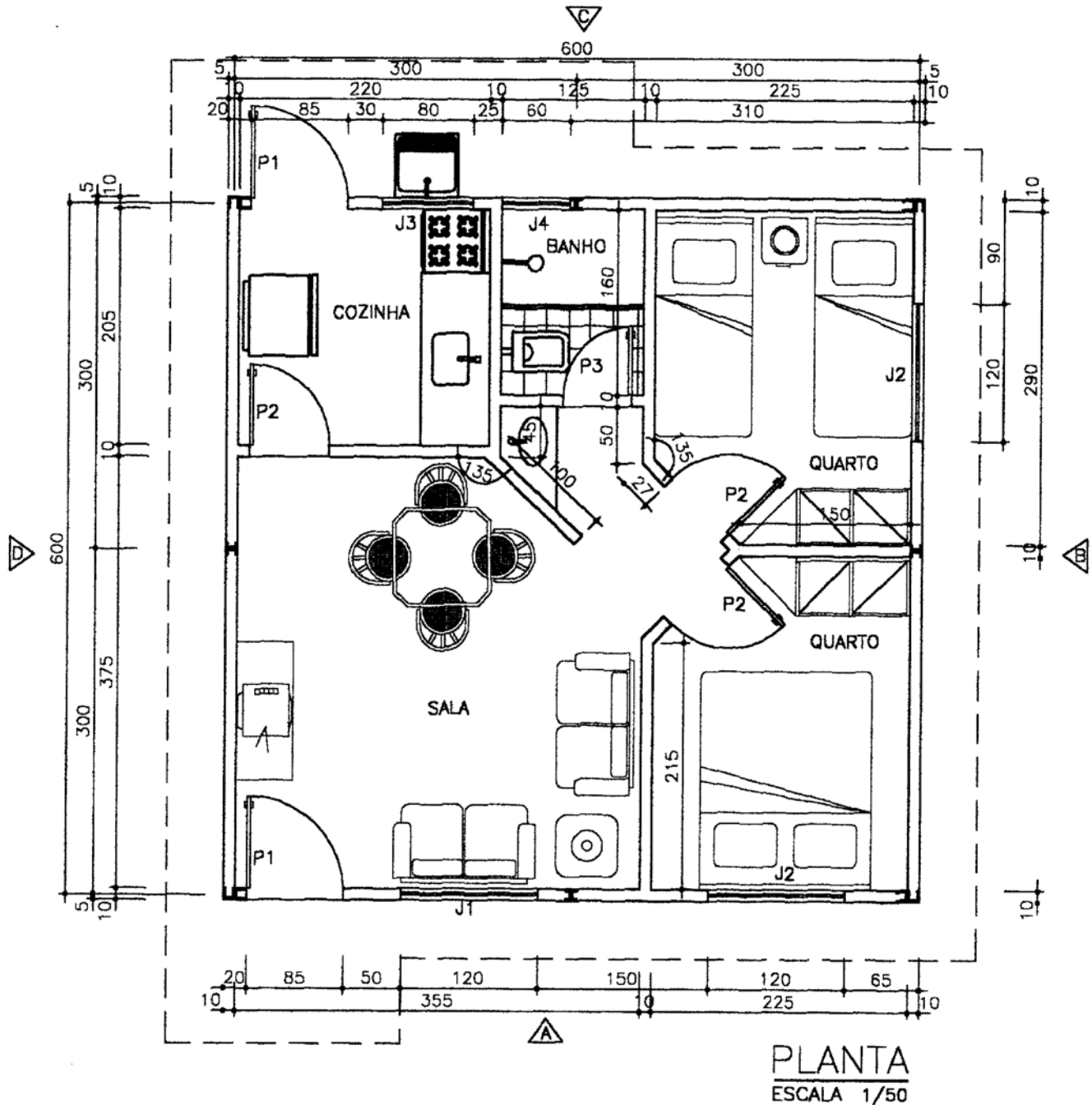


Figura 4 - Planta baixa da casa Usiteto. (Fonte: Usiminas, 2001).

Nesse estudo, utiliza-se a simulação computacional detalhada a partir da resposta térmica da edificação, através do programa computacional ESP-r (Clarke, 1993). A avaliação é feita considerando-se as condições de um dia típico de verão, uma vez que as condições climáticas de verão são as predominantes no país (Akutsu, 1998).

3. Resultados e discussão

Na simulação da habitação, avaliam-se os ganhos de calor devido ao número de ocupantes, número de equipamentos e nível de iluminação, bem como o período de ocupação, perfil de utilização desses equipamentos e das lâmpa-

das acesas, bem como a taxa de ventilação natural (ren/hora).

A casa Usiteto analisada nesse trabalho é dividida em seis ambientes: quarto_s, quarto_c, sala, cozinha, banho e circulação, totalizando 36 m² de área construída e com um pé direito de 2,80 m. Por se tratar de uma edificação pequena, considera-se que a mesma é

ocupada por uma família de quatro pessoas, 2 adultos e duas crianças, desenvolvendo atividades moderadas. As atividades típicas dos ocupantes se resumem, no período diurno, a trabalhos domésticos, como cozinhar e arrumar a casa, estudar e outros afazeres. Já no período noturno, as atividades se concentram em assistir à TV e dormir. As taxas de liberação de energia térmica e de vapor d'água de equipamentos, tais como fogão, forno elétrico, geladeira, TV, conjunto de som, rádio e chuveiro elétrico, e processos no interior do recinto, são admitidas conforme a norma NBR 6401:1980.

Considera-se uma casa ventilada naturalmente, adotando-se uma taxa de renovação de 3,0 ren/h, que representa uma boa circulação. Considera-se, também, o valor médio da umidade relativa do ar (UR) em %, o valor global da radiação solar (RS) incidente em plano horizontal, em W/m², e o valor global da radiação solar (RS) incidente na direção normal, em W/m², para o dia típico de verão (Akutsu, 1998).

Em sua composição, foram utilizados quatro tipos de sistemas de fechamento verticais. Numa primeira composição, considerou-se, como elemento de fechamento interno e externo, a alvenaria composta de tijolos cerâmicos. Numa segunda configuração, consideraram-se, como elemento de fechamento interno painéis compostos de Placa Cimentícia e o externo com blocos ou painéis de Concreto Celular Autoclavado. Para uma terceira situação, consideraram-se, como elemento de fechamento interno e externo, blocos ou painéis de Concreto Celular Autoclavado. Num quarto tipo de configuração consideraram-se, como elemento de fechamento interno e externo, painéis Isolite.

Como sistemas de fechamento horizontais, utilizam-se o piso de madeira, na sala e nos quartos; o piso cerâmico, na cozinha, no banheiro e na circulação; os forros de madeira, na sala, na cozinha e nos quartos; a laje pré-moldada de CCA, no banheiro e na circulação. Na cobertura, somente foi utilizado um tipo de telha, a telha cerâmica. As janelas são em vidros comuns com 4 mm de espessura, perfa-

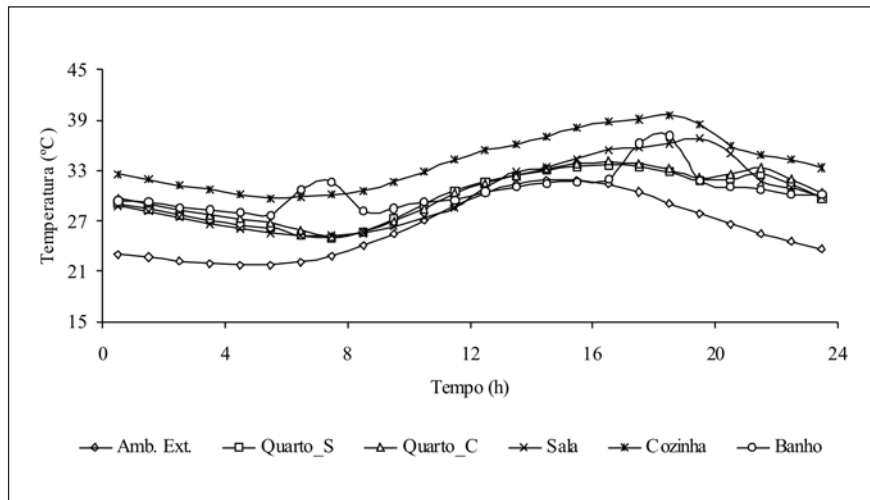


Figura 5 - Variação da temperatura interna para com fechamento interno e externo em alvenaria.

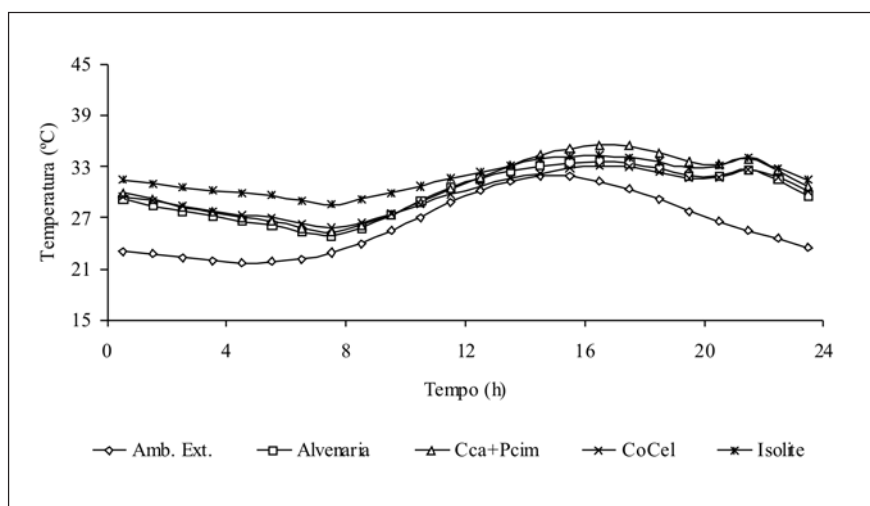


Figura 6 - Evolução da temperatura interna no Quarto_S para os vários sistemas de fechamento.

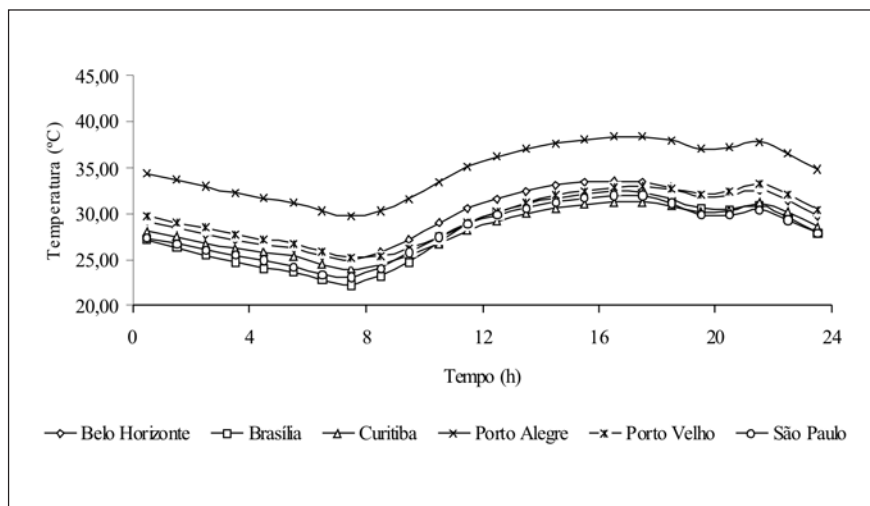


Figura 7 - Evolução da temperatura interna com fechamento interno e externo em alvenaria para várias regiões climáticas.

zendo 12 % da área total de piso. As portas internas são de madeira, tipo prancheta, e as externas são portas compostas de chapas de aço com 40 % de sua área com venezianas.

Nas Figuras 5 e 6, apresentam-se os resultados obtidos, considerando-se a região climática da cidade de Belo Horizonte e, na Figura 7, mostra-se uma comparação com as outras regiões climáticas analisadas.

Quando se comparam os cômodos da casa, observa-se que, na cozinha e no banheiro, têm-se perfis de temperatura diferenciados. Esse comportamento ocorre devido às fontes internas de calor, que são bem mais elevadas na cozinha e picos de energia em horários concentrados no banheiro. Através dos resultados mostrados na Figura 7, tem-se que a região climática mais crítica é a de Porto Alegre, apresentando uma diferença na temperatura, em relação às outras regiões, em torno de 5°C. Para se conseguir as condições internas de conforto, para o usuário, é necessário, para a região de Porto Alegre, utilizarem-se algumas estratégias bioclimáticas e arquitetônicas (Fransozo, 2003). Essas estratégias devem resultar numa melhor ventilação e também numa diminuição do fluxo de calor por condução, atuando-se sobre a massa térmica do sistema de fechamento adotado.

Deve-se salientar, ainda, que os resultados obtidos estão diretamente associados ao perfil de ocupação/equipamentos adotado. Desse modo, as temperaturas internas podem sofrer alterações em função do perfil de ocupação/

equipamentos a ser analisado. No entanto, esse parâmetro não altera a avaliação de desempenho térmico dos sistemas de fechamento utilizados.

4. Conclusões

A análise térmica da casa de baixo custo Usiteto, realizada nesse trabalho, mostrou que, independente da região climática, o sistema de fechamento externo e interno em alvenaria é o mais eficiente. Por outro lado, na maioria das regiões analisadas, os sistemas de fechamento que apresentaram o pior desempenho térmico são aqueles em concreto celular associado com placas cimentícias e em Isolite.

Na maioria dos casos analisados, a temperatura do ar interior está sempre acima da temperatura do ar exterior. Observou-se que a ventilação do ambiente apresenta grandes efeitos na redução da temperatura do ar interior. Esse efeito é mais significativo quando ocorrem altas taxas de renovação de ar, que nem sempre são garantidas. Com os resultados obtidos, pode-se afirmar que os detalhes de projeto, relativos ao controle de ventilação dos ambientes, conforme a necessidade do verão e do inverno, são muito importantes, além da escolha de tipos de elementos de fechamento interno e externo.

5. Agradecimentos

Ao autores agradecem à Usiminas - Usinas Siderúrgicas de Minas Gerais S/A pela liberação das fotos do programa Usiteto.

6. Referências bibliográficas

- ABNT, 1980. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6401. *Instalações centrais de ar condicionado para conforto - parâmetros básicos de projeto*. Rio de Janeiro: 1980.
- AKUTSU, M. *Método para avaliação do desempenho térmico de edificações no Brasil*. São Paulo: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, USP, 1998. (Tese de Doutorado).
- CLARKE, J. A. et al. *ESP-r a program for building energy simulation*. Version 9 Series, ESRU Manual U93/1, Glasgow: 1993.
- FRANZOZO, H. L. *Avaliação de desempenho térmico de habitações de baixo custo estruturadas em aço*. Ouro Preto: Departamento de Engenharia Civil, Escola de Minas, UFOP, 2003. 195p. (Dissertação de Mestrado).
- IPEA, 2002. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. *O problema habitacional no Brasil: déficit, financiamento e perspectivas*. Texto elaborado por: José Romeu de Vasconcelos e José Oswaldo Cândido Júnior. Brasília: 1996. Disponível no site < http://www.ipea.gov.br/pub/td/td_410.pdf >.
- USIMINAS, 2002. *Usinas Siderúrgicas de Minas Gerais S/A*. Site da Usiminas www.usiminas.com.br.
- USIMINAS, 2001. Usinas Siderúrgicas de Minas Gerais S/A. *USITETO - Solução Usiminas para habitação popular: detalhamento técnico*. Belo Horizonte.

Artigo recebido em 19/09/2003 e aprovado em 14/03/2005.



SISTEMA ELETRÔNICO DE EDITORAÇÃO DE REVISTAS

A nova maneira de enviar um trabalho para a REM

www.rem.com.br