

ANÁLISE DA EFICIÊNCIA TÉRMICA DE DUAS HABITAÇÕES DE PADRÃO POPULAR EM CUIABÁ-MT: UMA CONTRIBUIÇÃO PARA O MEIO AMBIENTE

*Marta Cristina de Jesus Albuquerque Nogueira**

*Flávia Maria de Moura Santos***

*José de Sousa Nogueira****

*Mariza de Mello Arruda Sampaio*****

*Carlo Ralph De Musis******

*Angela Santana de Oliveira******

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo a análise do desempenho térmico de duas residências de padrão popular e seus

-
- * Engenheira Civil, Doutora em Engenharia Civil, Professora da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) e do programa de Pós-graduação em Física e Meio Ambiente (PGFMA/UFMT), Av. Fernando Correia da Costa s/n, CEP: 78060-900, Fones: 3615-8703/3615-8709, Cuiabá-MT, E-mail: mcjam@cpd.ufmt.br, Coordenadora do Grupo de Pesquisa em Tecnologia e Arquitetura Ambiental (GPTAA).
- ** Arquiteta e Urbanista, Mestranda em Física e Meio Ambiente (PGFMA), Universidade Federal de Mato Grosso, CEP: 78060-900, Cuiabá-MT, E-mail: flacba@terra.com.br, Membro do Grupo de Pesquisa em Tecnologia e Arquitetura Ambiental (GPTAA).
- *** Físico, Doutor em Ciências, Professor da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) do Departamento de Física e do Programa de Pós-graduação em Física e Meio Ambiente (PGFMA/UFMT), CEP 78.060-900, Cuiabá-MT, e-mail: nogueira@cpd.ufmt.br, Coordenador do Grupo de Pesquisa em Física e Meio Ambiente (GPFMA).
- **** Arquiteta e Urbanista, Mestre em Física e Meio Ambiente (PGFMA), Universidade Federal de Mato Grosso, CEP: 78060-900, Cuiabá-MT, E-mail: mariza.s@terra.com.br, Membro do Grupo de Pesquisa em Tecnologia e Arquitetura Ambiental (GPTAA).
- ***** Engenheiro Civil, Doutor em Educação, Docente da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Cuiabá, Professor do programa de Pós-graduação em Física e Meio Ambiente (PGFMA/UFMT), CEP: 78060-900, Cuiabá-MT, E-mail: carlo@unic.br.
- ***** Engenheira Civil, Mestranda do Programa de Pós-graduação em Física e Meio Ambiente (PGFMA) da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), CEP 78.060-900, Cuiabá-MT, e-mail: angela_cefetmt@yahoo.com.br, membro do Grupo de Pesquisa em Tecnologia e Arquitetura Ambiental (GPTAA).

sistemas construtivos; durante o inverno, período da seca e no verão, período quente e chuvoso. As edificações estudadas pertencem ao projeto de habitação popular do governo do estado “Moradia para Todos” e estão localizadas na zona urbana de Cuiabá-MT, no parque de exposições da ACRIMAT – Associação dos Criadores do Estado de Mato Grosso; e possuem projetos e metodologias construtivas diferentes – madeira e alvenaria. Os dados foram coletados diurnamente por vinte dias consecutivos de cada período sazonal descrito, utilizando termômetros de globo, de acordo com a ISO DIS 7726 (1998). Foram analisados os valores de temperatura radiante, e temperatura de bulbo seco e bulbo úmido que foram utilizados para obtenção do valor da umidade. Os dados foram analisados pelo programa SPSS chegando-se a um diagnóstico dos desempenhos dos ambientes quanto ao conforto térmico dos mesmos.

PALAVRAS-CHAVE

Habitação popular, conforto térmico, sistemas construtivos

ABSTRACT

This paper aimed at analyzing the thermal performance of two popular standard residences and its systems; during the winter, period of dries and in the summer, hot and rainy weather period. The studied constructions belong to the project of popular habitation of the state local government named “Housing for All”. These are located in the urban zone in Cuiabá in the State of Mato Grosso precisely in one exposition area named Association of the Creators of the State of Mato Grosso – ACRIMAT which has been carrying out projects and different constructive methodologies using wood and masonry. The data were collected during the day per twenty consecutive days of each described seasonal period, using globe thermometers, in accordance with ISO DIS 7726 (1998). The values of radiating temperature, and temperature of dry bulb had been also analyzed. The humid bulb was used for obtaining the value of the humidity. The data were analyzed using the software Statistical Package for Social Science- SPSS. The results revealed a diagnosis of the performances of environments related to their thermal comfort.

KEYWORDS

Popular habitation, thermal comfort, constructive systems

Introdução

Um dos maiores problemas atuais do Brasil é o déficit habitacional existente no país. Há uma busca constante de materiais alternativos e adequados para a construção civil, ou seja, materiais disponíveis que minimizem o custo da habitação popular, mas que principalmente, apresentem características técnicas necessárias para se conseguir um bom desempenho global da construção.

Nos conjuntos habitacionais, a casa-padrão é projetada para um morador abstrato, cuja única referência concreta considerada é a sua condição social de membro e de classe definida pelo seu nível de renda. Propõe-se apenas uma moradia economicamente indiferenciada e socialmente controlada, sem a preocupação pós-ocupação da satisfação do ambiente construído.

Os níveis de satisfação que estão envolvidos em uma habitação vão desde os aspectos de segurança, estabilidade e durabilidade, até os aspectos de conforto, tais como térmico, lumínico, acústico e ergonômico, sendo o conforto térmico responsável por uma grande parcela do conforto ambiental seja nas residências, escolas ou comércio.

Tendo em vista as condições climáticas em que se encontra o município de Cuiabá, o conforto térmico é um dos pontos que mais aflige a população dentre os aspectos de conforto ambiental nos ambientes construídos. (NOGUEIRA *et. al.*, 2005).

Os estudos de conforto propõem o estabelecimento de um estado térmico para o ambiente, relacionando suas variáveis físicas, a fim de que um menor número de pessoas esteja insatisfeito com o mesmo. O conforto térmico é principalmente observado em função de seis variáveis, sendo quatro ambientais: temperatura do ar, temperatura radiante média, velocidade relativa do ar e umidade do ar; e duas pessoais: a atividade física, metabolismo e a resistência térmica oferecida pela vestimenta.

O desempenho térmico de uma edificação está diretamente ligado às características climáticas, às quais está submetido. É importante ressaltar que o clima varia de região para região de acordo com as características geográficas locais. O conhecimento

do clima e da geografia local é essencial no auxílio para todo profissional executar um bom projeto arquitetônico, utilizando-se dos recursos naturais, que atendam às exigências de conforto do usuário. (NOGUEIRA; NOGUEIRA, 2003).

Este estudo tem como objetivo a análise da eficiência de dois diferentes materiais construtivos: a madeira e a alvenaria, em relação a temperatura interna do ambiente e a umidade, constatando-se assim a condição de conforto térmico nas habitações populares de Cuiabá.

As residências

As edificações são protótipos de padrão popular, nomeadas como CASA 01 e CASA 02, com sistema construtivo mínimo, em dimensões reais pertencentes ao projeto “Moradia para Todos”, realizado pelo governo estadual de Mato Grosso e estão localizadas na zona urbana de Cuiabá, no parque de exposições da ACRIMAT - Associação dos Criadores do Estado de Mato Grosso. As casas foram construídas em uma quadra coberta por gramíneas, com ventilação livre, insolação direta, uma ao lado da outra, distadas cerca de três metros.

As residências, internamente e em área, pouco se diferem, possuindo a casa 01 fechamento lateral em madeira, com revestimento de tinta na cor amarela, cobertura de telhas metálicas e com forro em madeira. A casa 02 faz uso da alvenaria, assentada em meia vez e rebocada, revestimento de tinta na cor azul, cobertura de telhas cerâmicas e sem forro.

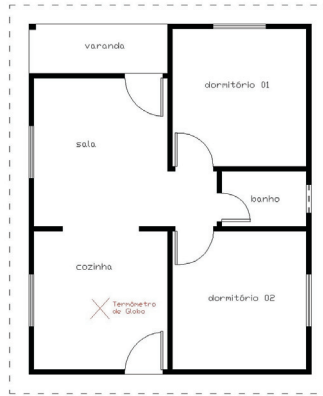


Figura 01 – Planta baixa
CASA 01 – Madeira

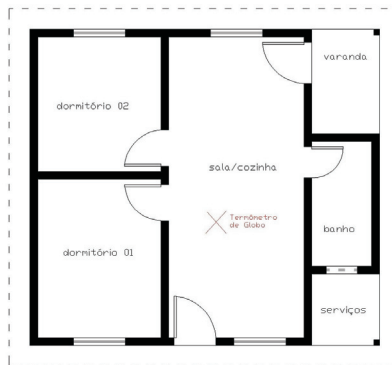


Figura 02 – Planta
baixa CASA 02 – Al-
venaria

Clima

O município de Cuiabá, com uma extensão territorial de aproximadamente 3000Km², está situado entre as coordenadas geográficas de 15°10'-15°50' de longitude sul e 50°50'-50°10' de longitude oeste, na região central do Brasil e da América do Sul, na região denominada depressão cuiabana.

O clima da região de Cuiabá, de acordo com a classificação climática de Köppen (1998), é do tipo AW (temperaturas elevadas, chuva no verão e seca no inverno), isto é, tropical

semi-úmido, com quatro a cinco meses secos e duas estações bem definidas, uma seca (outono-inverno) e uma chuvosa (primavera-verão). Cuiabá possui pequena amplitude térmica, exceto em fenômenos de friagem, temperatura média anual de 26,8°C, com média máxima de 42°C e média mínima de 15°C, umidade relativa do ar média de 78% e insolação total média de 2179 horas. (INMET *apud* LEÃO, M. *et. al.*, 2005) Além disso, a localização geográfica cercada por chapadas confere ao local características de depressão: a ventilação fraca – em torno de 1m/s, no período noturno, e chegando a 2,6m/s, no início da estação chuvosa, no início da tarde (DUARTE,1995 *apud* NOGUEIRA, J.S. *et. al.*, 2005).

As características regionais da chuva são tipicamente tropicais, ou seja, máximas no verão e mínimas no inverno e se devem, quase que exclusivamente, aos sistemas de circulação atmosférica, que ocorrem, principalmente, em número de três: sistemas de correntes perturbadas do oeste, de norte e de sul.

Materiais e métodos

As duas casas tiveram suas temperaturas diurnas horárias registradas das 08:00h às 18:00h, no período de vinte dias, entre os dias 02 de maio de 2005 e 21 de maio de 2005, classificado como inverno, e de 03 de outubro de 2005 e 22 de outubro de 2005, classificado como verão.

Foram obtidos dados de temperatura radiante, temperatura de bulbo seco e temperatura de bulbo úmido, utilizando Termômetro de Globo modelo TGD-100 com IBUTG. A metodologia aplicada nas medições corresponde às normas da ISO 7726, posicionando os aparelhos na área central e de maior permanência da casa a uma altura de 1,10m em relação ao piso.

Finalmente, os dados foram trabalhados no *software* estatístico SPSS 12.0 *for windows* (*Statistical Package for the Social Sciences*), utilizando os testes de Tukey e Duncan, chegando-se aos resultados dos comportamentos dos ambientes termicamente.

Resultados e discussões

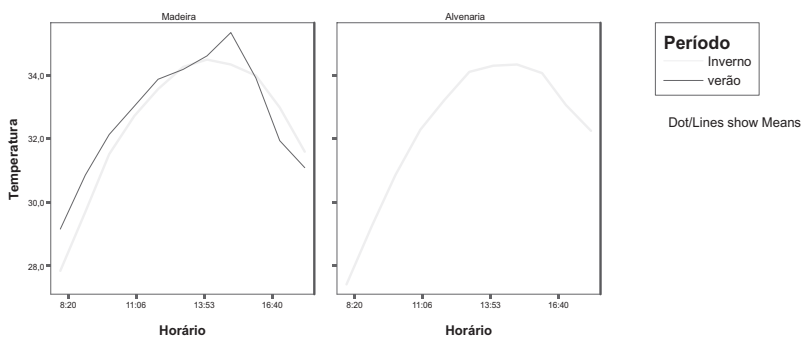


Figura 03 – Comparativo de temperatura
– CASA 01 (Madeira) e CASA 02 (Alvenaria).

A figura 03 mostra o comportamento da temperatura nas casas, nos dois períodos analisados. Pode-se verificar que os materiais têm desempenhos homogêneos, sendo que as temperaturas no período do verão estão sempre mais elevadas no início do dia, em comparação com as temperaturas do inverno, entretanto no final da tarde as temperaturas se invertem, devido à baixa inércia térmica dos materiais, já que os fechamentos laterais utilizados, parede de meia vez na alvenaria e parede simples de madeira, têm pouca capacidade de amortecimento do calor.

Nas duas casas, observam-se também, que ocorre um pico da temperatura nos horários 15h-16h no período do verão, sendo registrada na casa 01 a temperatura máxima de 41,5°C às 16h no dia 12 de outubro, a mínima de 21°C às 09h no dia 06 de outubro e média de 32,75°C, e na casa 02 temperatura máxima de 39,1°C às 15:00h no dia 08 de outubro, mínima de 21,8°C às 09:00 h. no dia 06 de outubro e média de 32,45°C.

No inverno, a temperatura máxima registrada na casa 01 foi de 36,2°C às 15:00h no dia 11 de maio, mínima de 22°C às 08:00h no dia 08 de maio e média de 32,46°C; na casa 02 a máxima foi de 36,8°C às 14:00h no dia 15 de maio, a mínima de 22,4°C às 08:00h no dia 08 de maio e média de 32,8°C.

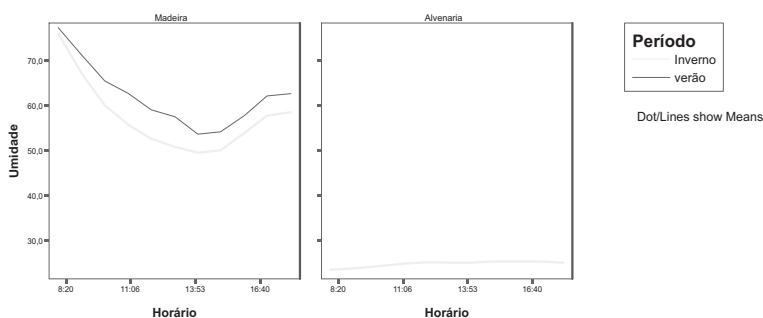


Figura 04 – Comparativo de umidade – CASA 01 (Madeira) e CASA 02 (Alvenaria).

Analisando o gráfico de umidade, observa-se que a madeira tem um comportamento diferente da casa de alvenaria no período do inverno, que mesmo sendo característico na região como seco, apresenta partículas de água em suspensão no ar, que são mantidas no ambiente, já que a madeira não tem propriedade higroscópica como a alvenaria, que absorve a água em suspensão, fazendo com que a umidade se mantenha baixa no ambiente neste período. (Figura 04).

Registrou-se no inverno, na casa 01 a umidade máxima de 95% às 08:00h no dia 02 de maio, mínima de 41% às 12:00h no dia 03 de maio e média de 57%; na casa 02 a máxima foi de 32% às 12:00h no dia 10 de maio, a mínima de 21% às 08:00h no dia 08 de maio e média de 25%.

No verão, a umidade máxima registrada na casa 01 foi de 100% às 08:00h no dia 05 de outubro, mínima de 39% às 15:00h no dia 03 de outubro e média de 62%; na casa 02 a máxima foi de 93% às 18:00h no dia 22 de outubro, a mínima de 38% às 14:00h no dia 04 de outubro e média de 63%.

Conclusão

Pode-se concluir, quanto à temperatura que os sistemas construtivos se comportam de forma homogênea, nos dois

períodos, causando ambos, desconforto no ambiente. Quanto à umidade, a madeira apresenta um elevado índice no período do inverno, que é caracterizado como seco na região, havendo a necessidade de um estudo mais específico para análise do conforto que está sendo produzido. Sugere-se a colocação de forro na casa 02 – alvenaria como forma de isolamento do ar quente proveniente da cobertura e substituição das telhas metálicas por telhas cerâmicas com menor absorvância de radiação, na casa 01-madeira, para diminuir a absorção de energia da cobertura.

Agradecimentos

Agradecemos a ELETROBRÁS e a FAPEMAT pelo incentivo e apoio financeiro.

Referências bibliográficas

ARAÚJO, M.E.M. et al. A influência da ventilação para o desempenho térmico de habitações de padrão popular em Cuiabá- MT, In: Seminário Matogrossense de Habitações de Interesse Social, I, 2005, Cuiabá. **Anais**. Cuiabá: CEFETMT, EDUFMT, 2005, p. 309-317.

DUARTE, D. H. S. **O Clima como parâmetro de projeto para a Região de Cuiabá**. 1995. Dissertação (Mestrado), Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1995.

FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. **Manual de Conforto Térmico**. São Paulo: Nobel, 1995.

LEÃO, M. *et al.* Conforto Térmico de habitações populares em Cuiabá-MT, In: Seminário Matogrossense de Habitações de Interesse Social, I, 2005, Cuiabá. **Anais**. Cuiabá: CEFETMT, EDUFMT, 2005, p. 319-327.

METELLO, P. S.; METELLO, H. S.; CALIL Jr., C. Habitação em madeira: uma contribuição de Mato Grosso para a habitação de interesse social, In:

Seminário Matogrossense de Habitações de Interesse Social, I, 2005, Cuiabá. **Anais**. Cuiabá: CEFETMT, EDUFMT, 2005, p. 613-627.

NOGUEIRA, J. S. *et al.* Projeto de habitação popular: simulação do desempenho térmico para o clima de Cuiabá, In: Seminário Matogrossense de Habitações de Interesse Social, I, 2005, Cuiabá. **Anais**. Cuiabá: CEFETMT, EDUFMT, 2005, p. 385-393.

NOGUEIRA, M. C. J. A.; DURANTE, L. C.; NOGUEIRA, J. S. Conforto térmico na escola pública em Cuiabá-MT: estudo de caso, **REMEA - Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, 2005, Porto Alegre, RS. v. 14. p. 37-49. Janeiro a Junho de 2005. Online. Disponível em: <<http://remea.furg.br>>.

NOGUEIRA, M. C. J. A.; DURANTE, L. C.; NOGUEIRA, J. S. Educação, meio ambiente e conforto térmico: caminhos que se cruzam, **REMEA - Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, 2005, Porto Alegre, RS. v. 10. p. 104-108. Janeiro a Junho de 2003. Online. Disponível em: <<http://remea.furg.br>>.

SAMPAIO, M. M. A. *et al.* Estudo de conforto térmico em duas habitações de padrão popular em Cuiabá-MT, In: Seminário Matogrossense de Habitações de Interesse Social, I, 2005, Cuiabá. **Anais**. Cuiabá: CEFETMT, EDUFMT, 2005, p. 355-363.

SAMPAIO, M. M. A. **Análise do desempenho térmico e lumínico de habitações populares em Cuiabá-MT. 2006**, 110f. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Física. Instituto de Ciências e da Terra, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2006.

SANCHES, J. C., DURANTE, L. C. Estudo comparativo de conforto térmico, lumínico e de eficiência energética para projeto residencial em Cuiabá-MT. In: Seminário Matogrossense de Habitações de Interesse Social, I, 2005, Cuiabá. **Anais**. Cuiabá: CEFETMT, EDUFMT, 2005, p. 319-327.