

## **99 - Avaliação do Desempenho Térmico de Unidade Habitacional de Interesse Social** ***Thermal Performance Evaluation of a Low-Cost Housing Unit***

**TOLEDO, Marília Aparecida de (1); FRICKE, Glacir Teresinha (2);**

(1) Aluna do Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade São Francisco, bolsista da FAPESP – campus Itatiba – Endereço: Rua Alexandre Rodrigues Barbosa, 45 - CEP 13251-900 – Laboratório de Arquitetura Aplicada - TEL: 11-4534-8139 Itatiba – SP. e-mail: matoledo1@gmail.com

(2) Docente do Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade São Francisco – campus Itatiba - Rua José Pugliesi Filho, 1177; CEP: 13085-415 TEL (19)3324-6229 Campinas – SP. e-mail: glacir.fricke@saofrancisco.edu.br

### **Resumo**

O projeto de Iniciação Científica intitulado “Avaliação do Desempenho Térmico de Unidade Habitacional de Interesse Social” tem como objetivo principal avaliar o desempenho térmico da unidade habitacional construída na Universidade São Francisco, campus de Itatiba; como parte do projeto “Avaliação de Tecnologias para Habitação de Interesse Social” iniciado em 2000, atualmente conta com três protótipos construídos nas dependências da Universidade. Esta moradia foi construída no sistema tradicional, durante um curso de Capacitação para Pedreiros, oferecido como uma das atividades do Projeto Casa - Assessoramento Técnico para adequação de moradia de baixo custo, financiado pelo FINEP. A proposta principal do trabalho é realizar as medições no local com os equipamentos disponíveis no laboratório de conforto ambiental e conservação de energia para, em paralelo, realizar a análise comparativa através de simulações dispostas em gráficos utilizando o programa computacional “Arquitrop”. A avaliação do desempenho térmico obtida mostra um resultado aquém do esperado para uma moradia. As temperaturas internas são muito próximas das temperaturas externas e, em alguns casos até superior, no período analisado.

**Palavras-Chave:** Avaliação de Desempenho Térmico, Habitação de Interesse Social

### **Abstract**

*The project entitled "Evaluation of the Performance of Thermal Unit of Interest Social Housing" has as its main objective the evaluation of thermal performance of housing units built at the University San Francisco, campus of Itatiba, as part of the project "Assessment of Technologies for Low-Cost Housing Interest" started in 2000, that currently includes three house prototypes built on the grounds of the University. These houses were built in the traditional system, for a course of Training for Masonry, offered as one of the activities of the Project House - Technical Advisory adequacy for low-cost housing, financed by FINEP. The proposal's main job is performing measurements at the site with the equipment available in the laboratory of comfort environmental and conservation of energy to conduct, in parallel, a comparative analysis through graphic simulations using the computer program "Arquitrop." The evaluation of the thermal performance obtained shows a result below that expected for the houses. The internal temperatures were found to be very near to the external temperature, and in some cases even higher, during the analytical period.*

**Keywords:** *Thermal Performance Evaluation, Low-cost Housing.*

## **Introdução**

O trabalho de pesquisa em desenvolvimento é parte do projeto “AVALIAÇÃO DE TECNOLOGIAS PARA HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL” da Universidade São Francisco e tem por objetivo avaliar o desempenho físico e mecânico de tecnologias destinadas à construção de habitação de interesse social, bem como o conforto ambiental a partir de um projeto arquitetônico desenvolvido pela equipe de pesquisadores, que privilegia qualidades espaciais e implantações urbanísticas diversificadas.

Através de convênios de cooperação, o projeto reúne na Universidade São Francisco - *campus* Itatiba, protótipos de unidades habitacionais, de diferentes sistemas construtivos, para tal avaliação. As deficiências que encontramos nas habitações podem estar relacionadas com a forma artesanal de construção, principalmente entre a população de baixa renda, de qualidade questionável e custos altos. Processos tecnológicos que se proponham a otimizar sistemas de qualidade a um baixo custo são obstáculos que devem ser transpostos o quanto antes.

A construção das unidades habitacionais foi monitorada pelos professores - pesquisadores dos Cursos de Arquitetura e Urbanismo, Engenharia Civil e pós-graduação em Engenharia e Ciência dos Materiais da Universidade, que levantaram informações relativas à racionalização do sistema, custo de material e mão - de - obra, tempo de execução e conforto térmico, além das propriedades mecânicas e físicas dos materiais envolvidos.

Atualmente contamos com três unidades habitacionais já construídas. A primeira em concreto polimérico executado com fôrmas plásticas, possui laje de forro e cobertura em telhas cerâmicas. As esquadrias são metálicas e possui acabamento interno e externo é em pintura clara. Conta com dois dormitórios, sala, cozinha e um banho, totalizando 51m<sup>2</sup>. A segunda foi construída em estrutura metálica e vedação em blocos sical, não apresenta laje e nem forro, apenas cobertura em telhas cerâmicas. As esquadrias são metálicas e o acabamento interno e externo é em pintura clara. Tem um dormitório, banho e sala/cozinha, compreendendo 38m<sup>2</sup>. A terceira construída no sistema tradicional (ver figura 1), possui estrutura em concreto armado e vedação em tijolos cerâmicos furados (conhecido como tijolo baiano), foi apenas chapiscada externamente, encontra-se coberta apenas por uma laje de forro, sujeita as infiltrações e não apresenta vedação em cobertura como às outras. Conta com um cômodo e um banho, totalizando 30,73 m<sup>2</sup>, pois foi construída apenas uma parte da unidade habitacional. Esta última é o objeto principal deste estudo, pois encontra-se sem acabamento, somente com a laje, sujeita à exposição direta às intempéries, muito semelhante ao que ocorre na maioria dos bairros carentes das nossas cidades.

A falta de habitação de interesse social na última década do século XX tornou-se uma preocupação de âmbito mundial, posto que o fenômeno da mudança de paradigma, de provisão convencional, pública ou privada, para alternativas com diferentes níveis de participação das instâncias públicas, privadas e populares nos processos de apropriação da moradia é um fato tanto, nos países centrais, de urbanização mais consolidada, quanto nos demais países com urbanização caótica (GELPI, KALIL, MASCARÓ, 2003).

Existe um grande empenho em se redefinir uma política habitacional para a população de baixa renda durante a última década, com diversas pesquisas tratando da avaliação de sistemas construtivos para a habitação de interesse social no Brasil. De fato, em diversas publicações e congressos nesta área, a

avaliação de programas de habitação de baixo custo, além das considerações técnicas e construtivas, estão sendo incluídos outros aspectos referentes à melhoria dos padrões de qualidade (QUALHARINI, 1993); fatores sociais e culturais também são considerados (SANTOS, 1995; KRÜGER, 1998) além dos relacionados à melhoria das condições de conforto térmico no ambiente construído (MASCARÓ & MASCARÓ, 1992; BARBOSA, 1997).<sup>1</sup>

Considerando atualmente um déficit habitacional de aproximadamente 8 milhões de domicílios, deve ser considerado também que cerca de 14 milhões de brasileiros vivem em habitações impróprias (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 2001). As pesquisas realizadas com o intuito de obter o diagnóstico das condições de habitabilidade das moradias em bairros carentes de Poços de Caldas, MG - Projeto PATHIS; no município de Itatiba, SP - Projeto Casa e, no município de Amparo, SP - Projeto Habitamparo, apresentaram-se bastante heterogêneas, porém os resultados mostram a precariedade de uma parte significativa das mesmas. Algumas moradias são barracos construídos utilizando como materiais de construção plástico, papelão e lata. (FRICKE e ABRAHÃO, 2002; FRICKE *et al*, 2006; FRICKE *et al*, 2007).

No projeto “Avaliação de Tecnologias para Habitação de Interesse Social” o conforto ambiental, especialmente o conforto térmico passou a ser uma preocupação, pois as construções permitem dados mais reais, que podem ser comparados através de simulações com programas computacionais, permitindo uma análise comparativa entre os resultados obtidos. A edificação habitacional deve reunir características que atendam as exigências de conforto térmico dos usuários, considerando-se a região de implantação da obra e as respectivas características bioclimáticas definidas no projeto de norma 02:135.07-003:1998 – “Desempenho térmico de edificações – Parte 3: Zoneamento Bioclimático Brasileiro e estratégias de condicionamento térmico passivo para habitações de interesse social”. O objetivo desta norma é definir os requisitos e critérios de desempenho que se aplicam ao edifício habitacional como um todo, e que não podem ser avaliados de forma isolada para um ou mais elementos específicos.

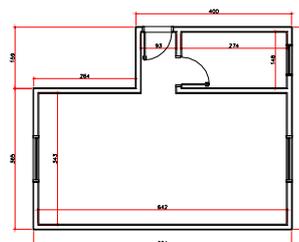


Figura 1: A unidade habitacional construída no sistema tradicional / Fonte: “Projeto Casa”.

## Estudo do Clima do Local

Os protótipos analisados estão inseridos no campus da Universidade São Francisco em Itatiba. A cidade de Itatiba possui clima temperado, ventos predominantes provenientes da orientação sul. O relevo é acidentado, formado principalmente pela Serra da Jurema. As coordenadas geográficas possuem orientação S23°01'00” para latitude e para longitude WGr.46°50'00”. A altitude é de 760m. (City Brasil/

<sup>1</sup> KRUGER; LAMBERTS. “Avaliação de Desempenho Térmico de Casas Populares”.

Portal Itatiba). Itatiba pertence à Zona Bioclimática n. 3, segundo a Norma que trata do Desempenho Térmico de Habitações de Interesse Social citada anteriormente.

### Período das Medições

As medições aqui apresentadas foram realizadas durante o período compreendido entre 27/09/2007 e 22/11/2007, abrangendo o equinócio (primavera) e parte do período de verão. No Estado de São Paulo, outubro é considerado um dos meses mais quentes do ano, segundo AKUTSU & PEDROSO (AKUTSU & PEDROSO, 1988). Foram realizadas coletas de dados durante dois horários do dia. A primeira coleta de dados ocorreu às 14:00 horas e a segunda coleta de dados às 17:30 horas.

### Resultados Obtidos nas Medições “in loco”

A figura 2, mostra o gráfico de variação de temperatura no protótipo construído em sistema tradicional às 14 horas, verificadas em 02 dias do mês de setembro, 14 dias do mês de outubro e 6 dias do mês de novembro. As temperaturas externas e internas ficaram muito próximas.

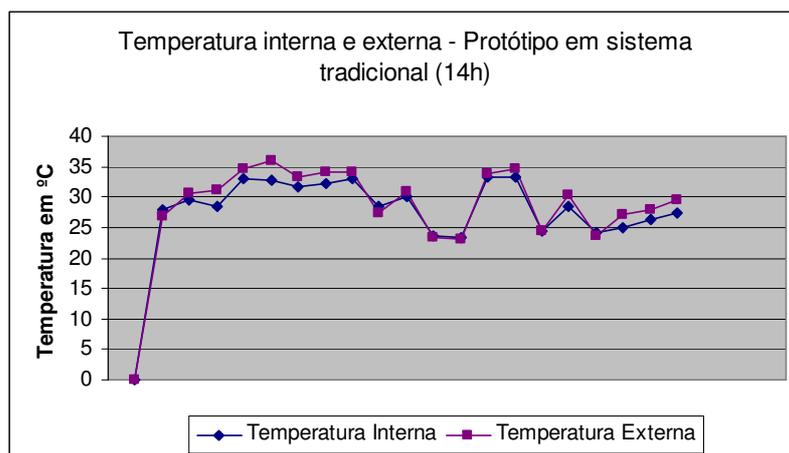


Figura 2 – Gráfico da variação de temperatura no protótipo construído em sistema tradicional, às 14 horas.

A figura 3, mostra o gráfico de variação de temperatura no protótipo construído em sistema tradicional às 17 horas, verificadas em 2 dias do mês de setembro, 14 dias do mês de outubro e 6 dias do mês de novembro.

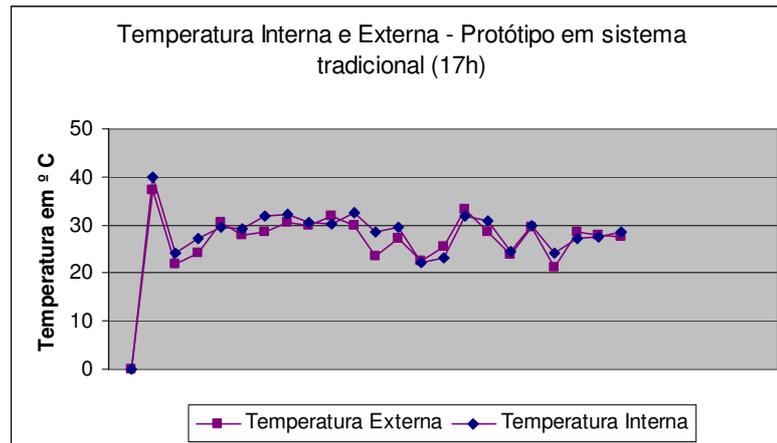


Figura 3 – Gráfico da variação de temperatura no protótipo em sistema tradicional, às 17h.

### Análise dos Dados Obtidos Quanto à Variação de Temperatura.

Nas coletas de dados realizada às 14 horas, na maioria dos dias ensolarados, o protótipo construído em sistema tradicional apresentou temperatura levemente mais baixa no interior do que no exterior do protótipo. Nos dias chuvosos a temperatura interna se manteve mais alta, em três dos quatro dias chuvosos, em que foi feita medição.

Nos dados coletados às 17:30 horas o protótipo apresentou comportamento diferente do que ocorreu no período das 14 horas. Apresentando na maioria dos dias temperaturas internas superiores às externas, chegando essa diferença de até 4,9°C entre o interior e o exterior do protótipo. Nos dias 24/10 e 25/10 (dias chuvosos) a temperatura interna ficou abaixo do valor apresentado pela temperatura externa. A temperatura mais elevada observadas no protótipo foi de 40,1°C no interior e, de 37,1°C para o exterior no dia 27/09 às 17:30 horas. Para ambos horários de medição a temperatura interna chegou em alguns dias a ficar muito próxima das temperaturas externas.

### Dados de Umidade do Ar

Outro dado registrado foi da umidade relativa do ar. Nos dias ensolarados ela ficou abaixo de 60% tanto no interior quanto no exterior do protótipo. Chegando ao valor mínimo de 21,5% de umidade do ar externo no dia 10/10/2007. No período de 30/10 a 06/11 houve um grande aumento na umidade no interior do protótipo e foi possível detectar a presença de água nas paredes e no chão do protótipo devido ao período chuvoso na cidade de Itatiba e a falta de uma vedação adequada na laje de cobertura.

### Resultados Obtidos – Arquitrop e Análise

Para o protótipo construído em sistema tradicional, foram elaborados através do programa computacional “Arquitrop”, gráficos que mostram a estimativa de variações horárias de temperaturas, ver figura 4 e, a distribuição do fluxo térmico (watt) para os meses analisados nas medições *in loco*. Todos os dados foram baseados nos dados climáticos da cidade de Campinas (Viracopos).

Segundo os dados obtidos, o protótipo tradicional apresentou resultados insatisfatórios, ficando as temperaturas internas mais elevadas que as externas durante o período analisado até o momento. Sendo sua cobertura (somente em laje), a maior causa da variação térmica, seguido das fachadas. Fato que pode se justificar não apenas pelo fato da cobertura receber insolação durante todo o dia como também pela

coloração escura da cobertura e das fachadas. Segundo DORNELLES e RORIZ, às tonalidades escuras são as que mais absorvem calor, como o preto, que absorve 98% do calor solar que chega à superfície, cinza-escuro (90%), verde-escuro (79%), azul-escuro (77%), amarelo-escuro (70%), marrom e vermelho-escuro (70%).

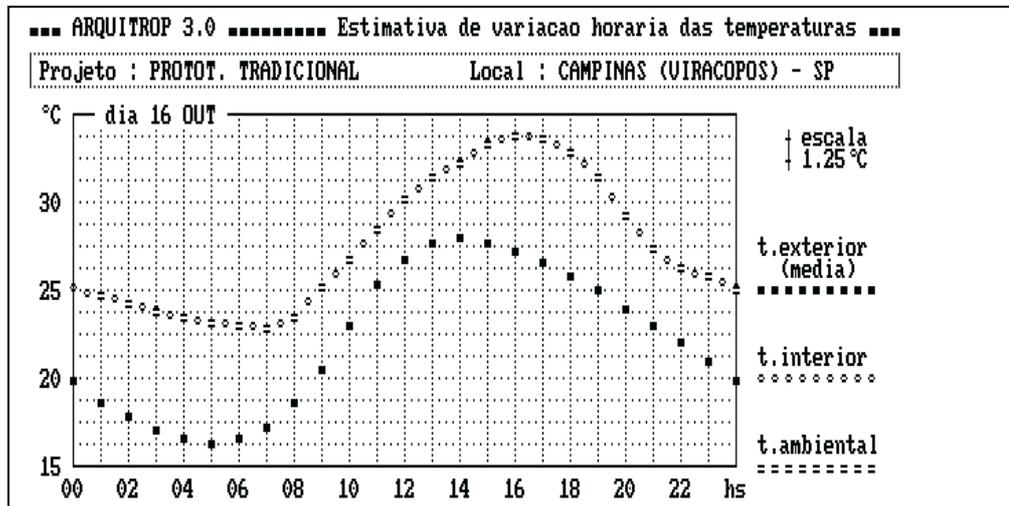


Figura 4: Gráfico de estimativa de variação horária das temperaturas do protótipo tradicional – dia 16 de Outubro (Fonte: Arqitrop).

## Avaliação do Desempenho dos Protótipos de Concreto Polimérico e de Estrutura Metálica.

A seguir são apresentados os resultados de dados obtidos para os dois protótipos analisados em outro projeto de Iniciação Científica, os quais permitem uma análise comparativa.

### Concreto Polimérico

No período das medições realizadas, o protótipo de concreto polimérico apresentou temperaturas mais baixas em seu interior. Em alguns dias a temperatura interna ficou muito próxima da temperatura externa. A diferença de temperatura chegou a 6,1°C. A temperatura mais baixa observada no período foi 21,4°C para o interior e 23,1°C para o exterior. A temperatura mais elevada observada para o exterior foi 34,1°C e para o interior 28,0°C. A umidade esteve durante esse período abaixo de 70% (FRANCISCO, 2004).

### O Protótipo de Estrutura Metálica.

O protótipo de estrutura metálica apresentou durante as medições temperaturas internas mais baixas que as externas. Essa diferença chegou a 5,6°C. Em alguns dias as temperaturas internas e externas ficaram muito próximas. A temperatura mais baixa observada no período foi 21,7°C para o interior e 23,1°C para o exterior. A temperatura mais elevada observada para o exterior foi 34,1°C e para o interior 28,5°C. A umidade do ar esteve nesse período abaixo de 70% (FRANCISCO, 2004).

## Considerações Finais

De acordo com os gráficos de variação de temperatura obtidos através das tabelas das medições *in loco*, o protótipo no sistema tradicional apresentou temperaturas muito elevadas em seu interior, em determinados dias do período analisado. E, segundo os gráficos obtidos através do programa computacional "Arquitrop", para o protótipo construído em sistema tradicional, observa-se o mesmo, ou seja, este não apresenta nenhum tipo de isolamento quanto ao calor externo e atinge temperaturas que não permitem o conforto térmico dos usuários.

É importante salientar que os resultados obtidos, neste estudo, mostram um desempenho pior no protótipo construído no sistema tradicional que nos protótipos de concreto polimérico e de estrutura metálica, já analisados anteriormente. A principal razão para estes resultados ocorrerem pode ser atribuído à falta de acabamento da edificação.

### **Referências Bibliográficas**

- AKUTSU, M. & PEDROSO, N. G., **Dia típico de projeto: instrumento para desenvolvimento de projeto arquitetônico**, in Tecnologia das Edificações, Editora Pini, 1988, p.491-494.
- DORNELLES, K. A.; RORIZ, M.. **Influência das tintas imobiliárias sobre o desempenho térmico e energético de edificações**. Agência Fapesp, 2007.
- GELPI, A; KALIL, R. M. L.; MASCARÓ J. J. **Habitação Social: Exigências de mercado e formação acadêmica**, Universidade de Passo Fundo, Rio Grande do Sul, 2003.
- FRANCISCO, M.L.. **Avaliação do desempenho térmico na habitação de interesse social de protótipos de concreto polimérico e estrutura metálica**. Relatório de Iniciação Científica FAPESP, 2004.
- FRICKE, G. R.. (coord.) Projeto Casa – **Assessoramento Técnico para adequação de moradia de baixo custo**, Relatório Técnico, Finep, 2006.
- FRICKE, G. T. (coord.) **Projeto Habitamparo**, Relatório Técnico apresentado para a Prefeitura Municipal de Amparo, SP, 2007.
- FRICKE, G.T. & ABRAHÃO, A M., **Programa de Assessoramento Técnico para a Habitação de Interesse Social – Pathis**. Congresso Brasileiro de Sociologia, de Unicamp, Campinas, São Paulo, de 1-5 de setembro, 2003.
- KRÜGER, E. L. & LAMBERTS, R.; **"Avaliação de Desempenho Térmico de Casas Populares"**; ENTAC 2000, VIII Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído, Salvador, 2000.