

## O CONFORTO TÉRMICO NAS HABITAÇÕES POPULARES DA CIDADE DE SÃO PAULO

**FARIA, Fabio Miranda de (1); UMETSU, Cristina Mizuki (2); FROTA, Anésia Barros (3)**

- (1) Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, Rua Doutor Pinto Ferraz 115, apto 84 – Vila Mariana – CEP 04117-040, fone (11) 5572-7149  
e-mail: ffaria@travelnet.com.br
- (2) Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, Rua José Antônio Coelho 176, apto 12 – Vila Mariana – CEP 04011-060, fone: (11) 5549-1500  
e-mail: umetsu@hotmail.com
- (3) Professora Doutora da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, Departamento de Tecnologia, Rua do Lago, 876 – CEP 05508-900. fone: (11)3818-4539  
e-mail: arfrota@uol.com.br

### RESUMO

Este trabalho se trata de um projeto de iniciação científica desenvolvido junto à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP. O objetivo foi o de enfatizar a falta de cuidados com que é tratado o conforto térmico dos usuários das habitações populares. A cidade de São Paulo foi escolhida como foco de estudo por apresentar grande déficit de moradia popular a ser resolvido. Adotou-se como objeto de estudo dois modelos de habitação utilizada pela Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo, uma unidade unifamiliar térrea e um edifício multifamiliar, já que ambas as tipologias são largamente utilizadas pelo órgão governamental. Através da análise das condições climáticas da cidade, foram levantadas as melhores formas de implantação, orientação das aberturas e dos elementos transparentes, bem como os elementos de proteção solar. Em seguida, foi comparado o desempenho de diferentes materiais construtivos padrões para obter uma combinação que garantisse um bom desempenho térmico, e através de simulações, a interação destes materiais com algumas estratégias de conforto, como o uso de massa térmica, e o uso de isolantes nas paredes e na cobertura.

### ABSTRACT

The present work is the result of a research done by undergraduate students. The purpose of this work is to emphasize the precarious way that the thermal comfort issue is dealt with when it comes to popular housing. Due to its housing problem, the city of São Paulo has been chosen as the work's field. Two models of construction, one of a house and the other of an apartment building, were picked among the CDHU's - Company of Housing and Urban Development - standard constructions. Based on the analysis of the local climate, the best orientations of the building, and windows, as well as the "brise-soleil" were proposed to improve the internal conditions of the house. The thermal performance of the different materials usually used in constructions was tested to obtain the combination that results in the best thermal comfort.

## **1. INTRODUÇÃO**

Uma arquitetura habitacional que priorize o bem estar de seus moradores, o uso dos recursos naturais, a economia energética e a responsabilidade ambiental não devem ser de caráter pontual, ou apenas de uma parcela da sociedade. Pelo contrário, deve abranger toda a extensão no setor da construção civil.

Infelizmente, os programas de habitação popular neste país, sejam eles de pequeno, médio ou de grande porte, possuem pontos em comum: a desconsideração de fatores extremamente importantes no que se refere à adequação destes conjuntos às realidades climáticas das regiões onde se encontram. Observa-se pelos resultados finais obtidos, uma tendência à padronização dos projetos arquitetônicos e urbanísticos, reproduzindo-se, de norte a sul do país, as mesmas tipologias.

Baseando-se nessa crescente idéia, e sem controle, de uniformização de produção habitacional brasileira e, a pesquisa tomou como incentivo à procura de soluções que viessem com o intuitivo de melhorá-las. São moradias construídas, apenas para tentar suprimir o déficit habitacional, em que não há preocupação com o usuário e com os fatores climáticos de onde estão sendo implantadas. Quanto aos materiais, a falta de conhecimento dos mesmos, faz com que a produção não se apóie nas especificidades e características térmicas desses materiais, mas sim nas vantagens econômicas imediatas.

A residência deve ser um ambiente agradável, onde as pessoas possam descansar, realizar atividades de lazer, e até mesmo atividades intensas de trabalho. Por isso, ela deve ser sempre cuidadosamente projetada com a intenção de garantir o máximo de conforto ao usuário. No caso das habitações populares, o custo influencia muito nas decisões de projeto. Porém, este não deve ser considerado motivo para a falta de cuidados básicos para com a produção.

## **2. METODOLOGIA**

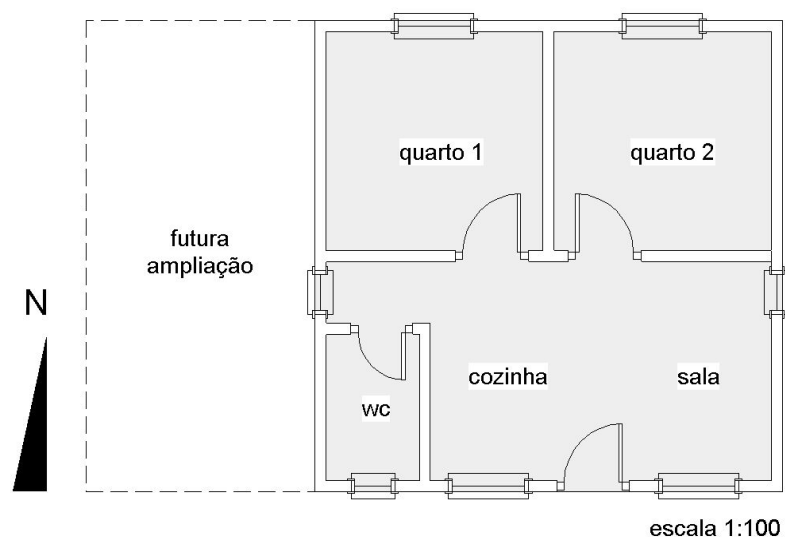
### **2.1 Diagnóstico climático**

A primeira parte da pesquisa consistiu no diagnóstico climático da cidade de São Paulo, com base nos dados climáticos da cidade. Comparou-se o resultado obtido por três métodos de avaliação: o método de Mahoney, a carta bioclimática de Givoni e o Zoneamento Climático Brasileiro (LAMBERTS, GHISI, PAPST, LABEEE). Os resultados obtidos pelos diferentes métodos foram muito parecidos. Todos eles apontaram para o uso da ventilação ao longo do dia nos meses mais quentes e o armazenamento de calor, por inércia térmica e aquecimento solar passivo, nos meses mais frios como forma de melhorar o conforto do usuário dentro das construções.

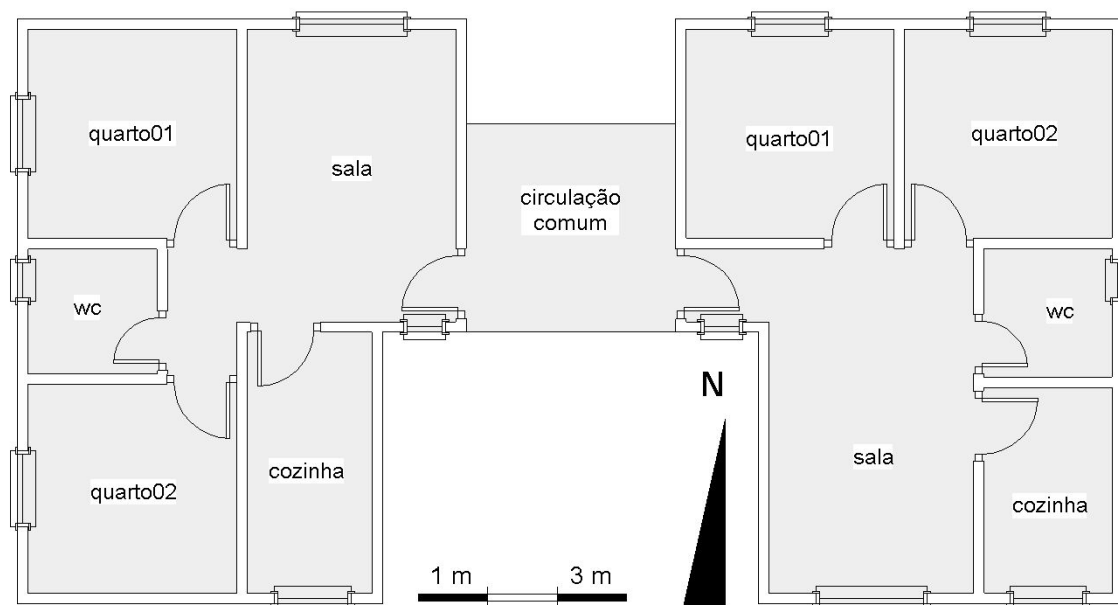
### **2.2 Técnicas de Conforto Térmico**

Dentro as diversas tipologias utilizadas pela CDHU, escolheram-se dois exemplos como objetos de estudo, um de habitação unifamiliar e outro multifamiliar. Com base nos resultados obtidos, e fazendo o mínimo de intervenções possíveis, implantou-se a casa e o edifício de forma a obter o melhor conforto térmico possível nesta fase fundamental. Quartos foram voltados para as fachadas Norte e Oeste para garantir o aquecimento solar passivo nos meses de inverno. Sala e cozinha foram orientadas preferencialmente para o Sul, pois como muitas vezes são utilizadas como ambiente de trabalho não devem receber radiação direta para não sobreaquecer o ambiente.

No caso da unidade multifamiliar, houve um cuidado especial para evitar o espelhamento do apartamento, pois a simetria formal entra em conflito com a assimetria climática do espaço. Cada um dos ambientes dos dois apartamentos teve sua orientação estudada, de acordo com o seu uso.



**Figura 1: Planta da Casa em estudo**



**Figura 2: Planta do apartamento em estudo**

As aberturas favorecem a ventilação cruzada nos meses de verão e estão orientadas para receber os ventos sudeste-sudoeste predominantes na cidade. A utilização de portas com bandeiras vazadas permite a continuidade do espaço fluido por todos os cômodos dentro da habitação.

Além disso, estudou-se, como experimento, a adoção de massa térmica, ou seja, a construção de paredes duplas, nas fachadas que recebem insolação direta nos meses de inverno, para aquecer o interior das habitações, e de isolante nas fachadas que recebem mais radiação nos meses de verão, protegendo os usuários do calor excessivo.

### 2.3 Materiais Construtivos

Os materiais utilizados na construção de habitação popular são escolhidos pela sua vantagem econômica, e não pelo seu desempenho. Este fato contribui para que construções mal orientadas tenham um ambiente interno ainda mais desagradável.

A pesquisa levantou a característica de alguns dos materiais comumente empregados na construção civil. Para a vedação, escolheu-se o bloco de concreto, o bloco cerâmico e os painéis de argamassa armada. Para a cobertura, a telha cerâmica, a de fibrocimento, e as lajes planas pré-moldadas de concreto. Além disso, estudaram-se os materiais para isolamento térmico, como a lã e a fibra de vidro, o poliuretano e o poliestireno.

## 2.4 Estudo Analítico

O método e as fórmulas utilizadas neste trabalho para avaliar o desempenho térmico da edificação foram retirados do Manual de Conforto Térmico (FROTA, 1995). Como os principais problemas de conforto térmico na cidade de São Paulo acontecem nos meses de verão, fez-se apenas a análise para este período. Para os meses de inverno, diminuindo a ventilação e garantindo a insolação nas fachadas, podem ser obtidos bons níveis de conforto.

Utilizando o método citado acima, realizou-se o estudo do desempenho térmico de cada um dos ambientes, combinado as técnicas e os diversos materiais escolhidos. Para descobrirmos qual combinação de materiais proporciona o melhor resultado, foram feitas diferentes combinações entre os materiais listados para cada ambiente, e entre as técnicas de conforto abordadas anteriormente.

Montou-se uma planilha de ganhos de calor solar, através do qual foi possível verificar qual combinação de material resultava o menor ganho. Utilizando os materiais que resultaram no menor ganho solar, fez-se o restante dos cálculos, de perda de calor por diferença de temperatura interna e externa e o cálculo da temperatura interna máxima. Obtida a temperatura efetiva, verificou-se no nomograma, se as condições de cada ambiente estavam dentro dos limites de conforto.

Após realizar o estudo para cada ambiente individualmente, foi feito um estudo para o a construção inteira, a fim de se descobrir a melhor combinação para o conjunto da construção.

## 2.5 Análise dos Resultados

Para todos os ambientes foram encontradas condições satisfatórias em relação ao conforto térmico do usuário. Dentre as soluções propostas, o uso de parede com duas fiadas na fachada norte e o uso de material isolante térmico na parede sul e na cobertura realmente melhoram a qualidade interna do ambiente construído. Contudo, nota-se que mesmo sem o uso destes materiais obtêm-se valores satisfatórios de conforto.

Dentre as simulações feitas nos diversos ambientes, escolheu-se o quarto I da habitação unifamiliar para demonstrar os resultados. Abaixo, apresentam-se duas situações simuladas no quarto, de ganhos de calor solar, onde aparece em destaque o horário crítico, ou seja, o de maior ganho. Na primeira simulação, usamos parede com duas fiadas de tijolo na fachada norte, e na segunda foi usada parede com apenas uma fiada na mesma fachada. Pelos resultados dos cálculos, é possível verificar que a parede com duas fiadas é realmente mais eficiente. Contudo, as diferenças encontradas não foram tão significativas.

**Tabela 1 – Ganhos de Calor Solar (W): simulação parede dupla de cerâmica na fachada Norte.**

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	
Parede Dupla de Cerâmica fachada N	3	4	4	4	4	4	4	4	3	
Janela	62	72	78	84	82	84	78	72	62	
Parede Simples de Cerâmica fachada W	7	8	8	9	8	41	67	86	92	
Telha Cerâmica com isolante	97	137	167	187	192	187	167	137	97	
<b>Total</b>	<b>169</b>	<b>220</b>	<b>258</b>	<b>285</b>	<b>287</b>	<b>317</b>	<b>317</b>	<b>299</b>	<b>255</b>	<b>317</b>

**Tabela 2 – Ganhos de Calor Solar (W): simulação parede simples de cerâmica na fachada Norte.**

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	
Parede Simples de Cerâmica fachada N	5	6	7	7	7	7	7	6	5	
Janela	62	72	78	84	82	84	78	72	62	
Parede Simples de Cerâmica fachada W	7	8	8	9	8	41	67	86	92	
Telha Cerâmica com isolante	97	137	167	187	192	187	167	137	97	
<b>Total</b>	<b>171</b>	<b>223</b>	<b>261</b>	<b>288</b>	<b>290</b>	<b>320</b>	<b>319</b>	<b>302</b>	<b>257</b>	<b>320</b>

Esse resultado pode ser explicado pelo fato de que no verão, período usado para análise, os maiores ganhos solares acontecem pela cobertura. A fachada norte nesta época do ano é a possui os menores valores de radiação solar incidente.

**Tabela 3 - Tabela: Dados de Radiação Solar Incidente –  $I_g$  ( $W/m^2$ ) sobre planos verticais e horizontais para a latitude  $23^\circ 30'$  Sul, condição de céu claro.**

22/dez	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00
<b>S</b>	195	151	106	74	63	74	106	151	195
<b>E</b>	704	659	511	311	63	68	63	58	50
<b>N</b>	50	58	63	68	66	68	63	58	50
<b>W</b>	50	58	63	68	63	311	511	659	704
<b>H</b>	575	811	990	1108	1138	1108	990	811	575

A grande diferença observada nos cálculos não foi na escolha da técnica construtiva, como a escolha entre parede com uma ou duas fiadas, mas sim na escolha dos materiais. Comparando-se o desempenho do tijolo cerâmico com o do tijolo de concreto, mantendo-se a mesma espessura e a mesma orientação, nota-se uma diferença marcante nos resultados.

**Tabela 4 – Ganhos de Calor Solar (W): simulação apenas parede simples de blocos de cerâmica.**

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	
Parede Simples de Cerâmica fachada N	5	6	7	7	7	7	7	6	5	
Janela	62	72	78	84	82	84	78	72	62	
Parede Simples de Cerâmica fachada W	7	8	8	9	8	41	67	86	92	
Telha Cerâmica com isolante	97	137	167	187	192	187	167	137	97	
<b>Total</b>	<b>171</b>	<b>223</b>	<b>261</b>	<b>288</b>	<b>290</b>	<b>320</b>	<b>319</b>	<b>302</b>	<b>257</b>	<b>320</b>

**Tabela 5 – Ganhos de Calor Solar (W): simulação apenas parede simples de blocos de concreto.**

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	
Parede Simples de Concreto fachada N	10	12	13	14	13	14	13	12	10	
Janela	62	72	78	84	82	84	78	72	62	
Parede Simples de Concreto fachada W	12	14	15	16	15	75	124	159	170	
Telha Cerâmica com isolante	97	137	167	187	192	187	167	137	97	
<b>Total</b>	<b>181</b>	<b>235</b>	<b>273</b>	<b>302</b>	<b>303</b>	<b>360</b>	<b>382</b>	<b>380</b>	<b>340</b>	<b>382</b>

Os resultados obtidos pelos cálculos mostram que a correta implantação e abertura dos vãos contribuíram bastante para os resultados satisfatórios. Mesmo com as técnicas comumente usadas nos canteiros, a de parede simples, por exemplo, obteve-se um resultado satisfatório. Isso mostra que as técnicas usadas nas construções são adequadas e muitas vezes o que prejudica o desempenho da construção é a escolha do material.

## 2.6 Entrevistas

Para analisar a viabilidade e a validade dos resultados obtidos através do estudo analítico, houveram entrevistas programadas com professores relacionados à área de conforto e eficiência energética: Professor Doutor Paulo Sérgio Scarazzato (Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo) e Professora Joana Carla Gonçalves (Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo). E o Professor Doutor Khaled Ghoubar (Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. Departamento de Tecnologia. Área de Economia da Construção).

As entrevistas trouxeram esclarecimentos sobre a real situação da construção habitacional na cidade e os principais métodos construtivos e materiais utilizados na mesma. Os cortes de custos para a construção e principalmente a burocracia acabam eliminando soluções simples, como o uso de brises pré-moldado nas fachadas, e o uso de materiais com melhor desempenho, como o bloco cerâmico.

Ainda que os profissionais da área tenham conhecimento sobre os melhores materiais e técnicas para garantir o conforto do usuário, eles não o empregam em seus projetos pela falta de vontade e coragem de alterar técnicas e modelos padrões fechados, onde já se conhecem os custos, principalmente quando se trata de habitação popular. Como o problema de falta de moradia é muito grande em São Paulo, e os recursos muito escassos, os órgãos públicos, pela maior facilidade, acabam tendo que optar por construir um maior número de habitações dentro destes modelos fechados, mesmo que não sejam de boa qualidade.

Em outras áreas, porém, as tentativas de melhorar o ambiente interno nas construções são mais significativas. Alguns dos edifícios comerciais mais modernos já possuem conceitos de economia de energia incorporados na fase de concepção do projeto, o que traz grandes benefícios ao desempenho do mesmo. A correta implantação, forma e dimensão das plantas, ou seja, as atitudes tomadas na fase de concepção do projeto, são mais eficientes e mais econômicas do que as medidas corretivas, adotadas depois do projeto concluído. Ao projetar, o profissional deve sempre considerar as condições climáticas locais, a orientação de seu edifício e os materiais que serão utilizados.

A escolha de professores de diferentes áreas mostrou visões variadas sobre os mesmos assuntos. Muitas das opiniões foram semelhantes, e todos pareceram animados em relação à difusão dos conceitos de conforto do usuário e arquitetura bioclimática nos próximos anos.

## 3. CONCLUSÃO

O estudo analítico, feito a partir da análise dos materiais atualmente mais utilizados na construção civil, mostrou resultados já esperados, como é o caso da eficiência dos isolantes térmicos e da vantagem do bloco cerâmico sobre do bloco de concreto para o clima de São Paulo. Outros resultados foram inesperados, como é o caso do pouco aumento da parede dupla durante a estação de verão. Mas não há dúvidas de que seu desempenho seja muito bom para o caso de inverno quando há necessidade de acúmulo de calor no interior da habitação principalmente durante o período noturno.

Através dos resultados obtidos verificou-se que as medidas mais significativas para o conforto térmico são as que não requerem custos elevados. Uma boa orientação da construção e a substituição de alguns materiais construtivos, como o bloco cerâmico no lugar do bloco de concreto, são suficientes para obter bons resultados. As decisões arquitetônicas tomadas no início do projeto, como orientação dos ambientes e das aberturas são muito mais importantes e decisivas para o sucesso de um projeto eficiente, do que as medidas corretivas, como o uso de isolantes térmicos.

Um pouco desanimador foi o quadro da habitação popular e de interesse social no Brasil traçado pelos professores. Muita burocracia e interesses de pequenos grupos impedem que bons projetos sejam feitos para a população de baixa renda, que realmente necessita de alguma ajuda para viver dignamente. As iniciativas governamentais nesta área não são suficientes, e não há interesse por parte da iniciativa privada já que este investimento não gera lucros imediatos. O que vemos pela cidade são construções de má qualidade arquitetônica.

### 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLUCCI, Márcia Peinado, BARING, João Gualberto de Azevedo. (1986) *Implantação de Conjuntos Habitacionais: recomendações para adequação climática e acústica*, São Paulo.
- BORGES, Alberto de Campos. (1996) *Prática das Pequenas Construções*, Editora Edgard Blücher Ltda.
- FROTA, Anésia Barros. (1995) *Manual de Conforto Térmico: arquitetura e urbanismo*, São Paulo.
- GIVONI, B. (1976) *Man, Climate and Architecture*. Londres, Elsevier.
- GIVONI, B. (1992) *Comfort Climate Analysis and Building Design Guidelines - Energy and Building*.
- LAMBERTS, Roberto, GHISI Eneid, PAPST, Ana Lígia, Zoneamento Climático Brasileiro e Diretrizes Construtivas para Habitações Unifamiliares de Interesse Social. LABEEE.
- Manual Técnico de Alvenaria, Associação Brasileira da Construção Industrializada, Pró-editores, 1990
- Ramalho, Marcio A; Corrêa, Márcio R.S., Projeto de Edifícios de Alvenaria Estrutural, PINI.
- MASCARO, Juan Luís; Mascaro, Lúcia, *Uso Racional de Energia em Edificações: Isolamento Térmico*, Agência para a aplicação de energia.
- Núcleo de Pesquisa em Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo – NUTAU; *Conforto Ambiental – Procedimentos Metodológicos para Aplicação da Avaliação Pós-ocupação em Conjuntos Habitacionais*, Agosto de 1999.
- SAMPAIO, Maria Ruth; Lamos, Carlos A.C., *Casas Proletárias em São Paulo*, São Paulo, 1993.
- [www.labeee.ufsc.br](http://www.labeee.ufsc.br)
- [www.cdhu.sp.gov.br](http://www.cdhu.sp.gov.br)