



**III ENCONTRO NACIONAL
I ENCONTRO LATINO-AMERICANO**

Gramado, RS, 4 a 7 de julho de 1995

**ARQUITETURA NA AMAZÔNIA: A RESPOSTA TÉRMICA DO BEIRAL
QUEBRA-SOL/ QUEBRA-CHUVA NO CLIMA NO CLIMA QUENTE-ÚMIDO DE
BELÉM DO PARÁ**

Prof^a. MSc. Ana Kláudia de Almeida Viana Perdigão

Departamento de Arquitetura - UFPA e UNAMA

TV. Padre Eutíquio 2530 – Belém /PA CEP: 66033-010 fone: (091) 2227227

1 Prof Dr. Arthur Mattos

Departamento de Hidráulica e Saneamento da EESC-USP

Av. Dr. Carlos Botelho, 1465 Cp 359 São Carlos/SP CEP: 13560- 970 fone (0162) 712213

RESUMO

O beiral quebra-sol/quebra-chuva é uma das mais ricas experiências culturais na Amazônia através da prática arquitetônica. A partir da experimentação em protótipos em escala real foram efetuados registros de temperaturas superficiais internas em beirais de fibrocimento, telha de barro, concreto armado, ar~sa armada e cavaco. Os resultados obtidos mostram que a resposta térmica do beiral difere de acordo com as condições de exposição ao clima de Belém, o que demonstra a importância de estudos para a seleção de materiais a serem empregados neste componente arquitetônico, com o objetivo da obtenção das condições de habitabilidade térmica ao homem dos trópicos.

ABSTRACT

The "overhang broken" is one of the most cultural wealthies experiences in Amazon Region through of the architectonic practice. The tests are performed on true scale prototypes, many registers have been made about internal superficial temperatures with different kinds of overhang using materials like amianthus cement, ceramics tile, reinforced concrete, ferrocement e wood. The results found up now show that the overhang thermal response is different for the diverser conditions in Belém climate exposure, what shows the importance of researches about selecting mat~ that will be used in this architectonic component with the intention of finding thermal conditions to human life in the tropics.

PALAVRAS-CHAVE

Arquitetura tropical; desempenho térmico; dispositivo de proteção; materiais de construção.

INTRODUÇÃO

A produção arquitetônica em Belém apresenta hoje uma vertente eminentemente regionalista, onde os princípios bioclimáticos associados a preocupação com o resgate da cultura amazônica, são aplicados no projeto. Esse processo foi iniciado na década de 70 pelo Arq. Milton Monte.

Os princípios para adequação da arquitetura ao clima de Belém estão definidos e já são assimilados pela população da cidade, como é o caso do beiral quebra-sol/quebra-chuva. No entanto, ainda existe carência de estudos sobre o comportamento térmico de materiais de construção frente ao quadro meteorológico local que possibilite a utilização deste componente arquitetônico com maior segurança, visando a obtenção de espaços com boas condições de habitabilidade, principalmente se tratando de residências.

A literatura referente ao desempenho térmico do ambiente construído no Brasil, especificamente investigações de coberturas em escala real, é constituída com referência em outras realidades climáticas, como apresentam Valentim (1981), Akutsu & Sato (1981), Sato (1987), Souza (1990), Akutsu, Vittorino & Yoshimoto. O mesmo ocorre com estudos sobre paredes, no entanto, alguns já demonstrando relação mais próxima com nosso objeto de estudo, do ponto de vista metodológico, como é o caso de Melo et al. (1992). E também pelos condicionantes climáticos, onde pode ser citado Ngoka (1986).

Considerando o beiral como um dispositivo de proteção, cabe ressaltar que as pesquisas referentes aos protetores solares não tratam dos efeitos da energia incidente nos espaços protegidos, que são desenvolvidas por Frota (1971), Aroztegui (1981) e Raiol (1993). Algumas analisam o comportamento térmico das proteções, como a exemplo de Borel (1962), no entanto, não é possível considerá-la para a Amazônia Brasileira devido às limitações já mencionadas.

Com estes argumentos, aliado ao fato que estudos prévios podem eliminar custos desnecessários e prejuízos à saúde, fazem-se necessários estudos que busquem alternativas para a concepção de dispositivos de proteção, concorrendo para o emprego de materiais de construção termicamente adequados no projeto arquitetônico, como é o caso do beiral quebra-sol/quebra-chuva frente ao clima quente-úmido de Belém (PA).

O BEIRAL QUEBRA-SOL/QUEBRA-CHUVA

A concepção do beiral pelo Arq. Milton Monte foi impulsionada por uma visita feita à uma Exposição de um modelo de morada indígena construída em Belém. A impossibilidade da

execução de coberturas curvas utilizando telha de barro, o fez optar pela "cobertura quebrada".

O quebra-sol/quebra-chuva apresenta maiores dimensões do que os tradicionalmente utilizados na cidade. A projeção do beiral varia de 1.20 a 1.80m, e a altura (do piso à extremidade mais baixa do beiral) em média é de 1.90m. Trata-se portanto, de um beiral capaz de proteger paredes e vãos não só da incidência de radiação solar direta, mas também, da radiação, solar difusa tão, típica em zonas equatoriais. As chuvas abundantes na cidade também são consideradas no dimensionamento do beiral uma vez que as mais comuns situações de desconforto térmico são advindas da circulação de ar insatisfatória nos ambientes, como consequência do fechamento de janelas e portas.

O primeiro emprego do beiral quebra-sol/quebra-chuva foi no projeto da Residência Kalume, na Ilha do Mosqueiro, a 53 Km de Belém. A construção foi concluída em 1976. A residência do Arq. Monte também é um modelo expressivo do emprego deste beiral (fig. 1)



Figura 1. O beiral quebra-sol/quebra-chuva na fachada principal da residência de Monte.

ESTRATÉGIA METODOLÓGICA

O clima de Belém e a Seleção do Período Para Coleta de Dados. A cidade de Belém está situada na parte setentrional da Amazônia, tendo como $1^{\circ}23'S$ e longitude $48^{\circ}20'W$. Segundo Pentead (1968), Belém apresenta mas peculiaridades climáticas que a diferem de outras localidades da região e até mesmo da zona, intertropical.

Segundo Nimer (1979), Belém apresenta o clima do tipo Equatorial, cujo subdomínio climático é superúmido, com a particularidade de não haver seca.

Através dos dados meteorológicos da cidade de Belém (Perdigão, 1994), foi possível perceber duas situações típicas a estação seca e a chuvosa. Visando obter um número significativo da influência destas condições no ambiente construído, foram selecionadas quatro épocas distintas para a coleta de dados, nos períodos de 27 de março a 03 de abril, 24 de junho a 02 de julho, 21 a 29 de setembro e 21 a 29 de dezembro.

Parte Experimental. O campo experimental está localizado na UFPA, no Campus de Belém. É constituído de cinco protótipos idênticos (fig. 2), com exceção dos materiais empregados no beiral que são: fibrocimento, telha de barro, concreto armado, argamassa armada e cavaco.

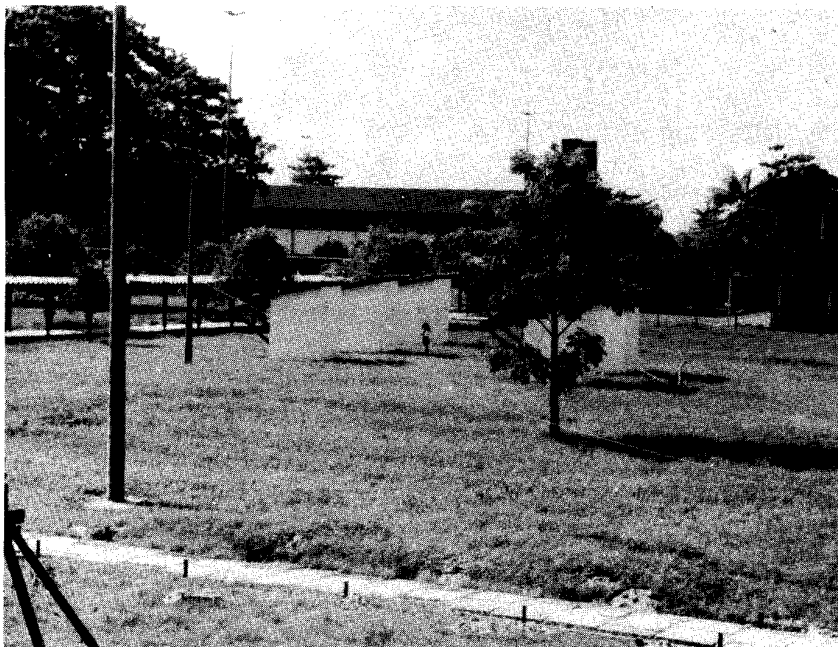


Figura 2. Os protótipos do campo experimental na UFPA.

Cada protótipo apresenta área de 5.29m^2 . As paredes são constituídas por tijolos de seis furos, rebocados e caiados interna e externamente. Apresenta na fachada orientada para oeste um vão de $2.00\text{m} \times 2.80\text{m}$, que é protegido pelo beiral quebra-sol/quebra-chuva. O piso é um cimentado sem acabamento, aplicado diretamente no solo. A cobertura é de telha de barro, sem forro.

As grandezas medidas nos protótipos foram as temperaturas superficiais internas do beiral quebra-sol/quebra-chuva. Como referência para a análise, foram coletados dados de temperatura de bulbo seco do ar, na Estação Meteorológica da UFPA próxima do campo experimental. As leituras foram horárias de 11:00h às 16:00h.

As temperaturas superficiais de cada beiral foram medidas com termopares cobre-constantã. A leitura das temperaturas é feita através de um multitest digital com escala de 200mV-DC de uma escala decimal. Desta forma, segundo a ASTM (1979), o intervalo de incerteza dos dados coletados é de $\pm 2.5^\circ\text{C}$.

APRESENTAÇÃO DOS DADOS COLETADOS

A temperatura superficial do beiral quebra-sol/quebra-chuva é apresentada conforme as condições de exposição ao clima, aqui denominadas de condição com sol, com chuva e uma terceira com céu parcialmente nublado.

Condição de Exposição Com Sol. É nessa condição de exposição que se tornam mais evidentes as características dos materiais de construção empregados nos beirais. Ou seja, nesta condição são verificadas diferenças significativas nas suas respectivas temperaturas superficiais internas (fig.3).

Condição de Exposição Com Chuva. Com chuva o comportamento das temperaturas superficiais internas dos beirais é o mesmo (fig 4).

Condição de Exposição Com Céu Parcialmente Nublado. Nesta condição intermediária podem ser verificadas diferenças menos acentuadas entre as temperaturas superficiais internas dos beirais (fig. 5).

DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

A análise comparativa das temperaturas superficiais internas do beiral quebra-sol/quebra-chuva, com os diversos materiais de construção utilizados e condições de exposição, demonstra o quanto as propriedades termofísicas dos materiais são importantes para a obtenção de espaços termicamente satisfatórios para o organismo humano.

Na condição com sol, por exemplo, as menores temperaturas são do beiral de cavaco, seguidas pelas dos beirais de telha de barro, concreto armado e argamassa armada. As temperaturas mais elevadas são do beiral de fibrocimento. Isto significa dizer que, com este beiral que o usuário receberá uma maior quantidade de calor ao serem processadas as trocas térmicas. O beiral de cavaco por sua vez já ameniza estas trocas pois apresenta a menor temperatura devido sua espessura e propriedades térmicas que o elegera um beiral de grande poder de isolamento.

Quanto à condição de céu parcialmente nublado, cabe lembrar que as considerações anteriormente descritas podem ocasionar condições térmicas desfavoráveis no ambiente interno mesmo, não havendo, incidência de radiação solar direta, o que se deve à radiação difusa, quadro típico de zonas equatoriais úmidas.

As verificações abordadas, no entanto, não devem ser generalizadas para o projeto de beirais e, sim, consideradas enquanto resposta do comportamento destes protótipos, já que o modelo proposto apresenta o que exclui do modelo de arquitetura plenamente habitável aos trópicos ou, ainda, como propõe o Arq. Monte

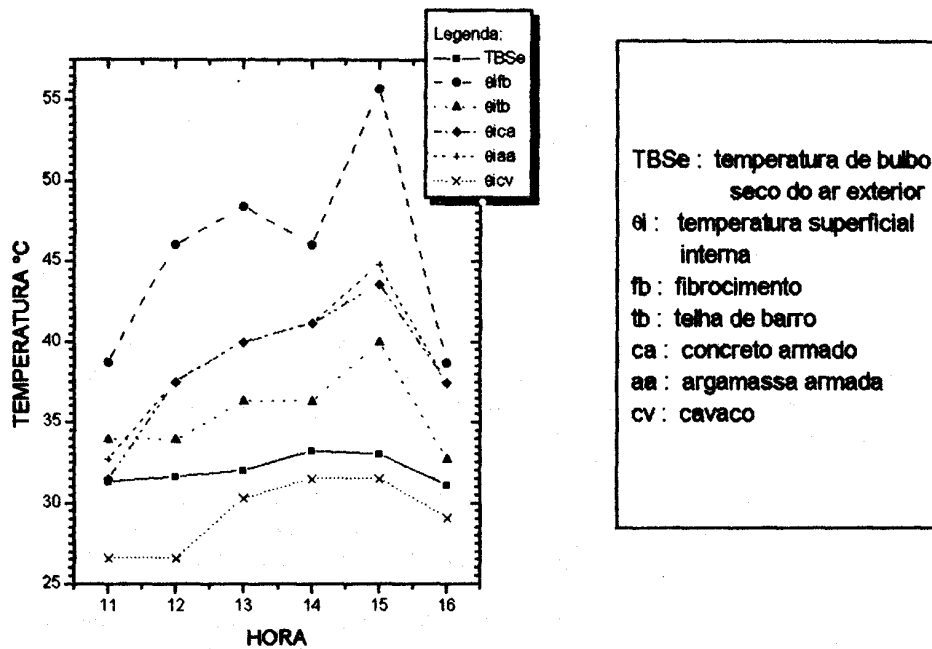


Figura 3. Comportamento da temperatura superficial interna do beiral quebra-sol/quebra-chuva, com diferentes materiais, em condição de exposição com sol, no dia 25/09/93.

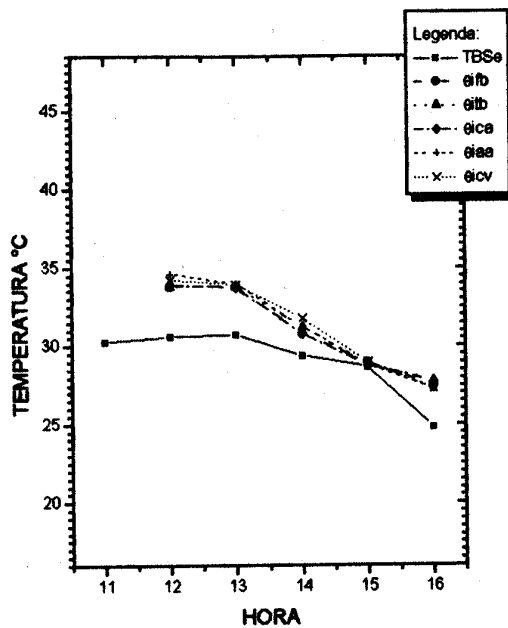


Figura 4. Comportamento da temperatura superficial interna do beiral quebra-sol/quebra-chuva, com diferentes materiais, em condição de exposição com chuva, no dia 24/12/93.

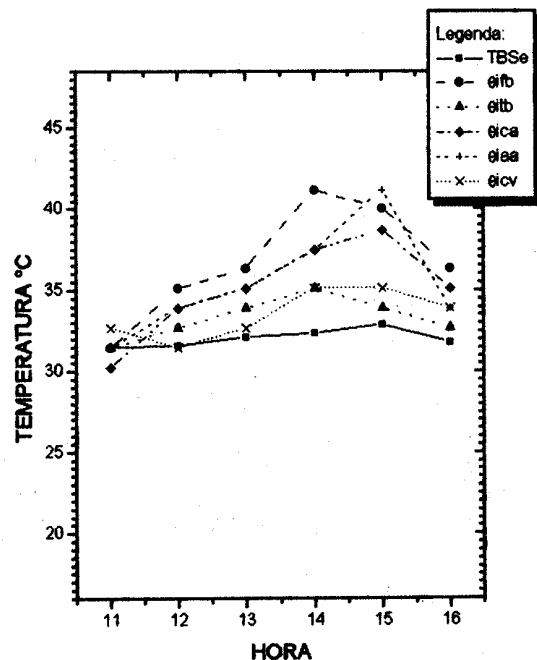


Figura 5. Comportamento da temperatura superficial interna do beiral quebra-sol/quebra-chuva, para diferentes materiais, em condição de céu parcialmente nublado, no dia 27/06/93.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AKUTSU, M. & SATO, N. M. N. *Análise comparativa do comportamento térmico de alguns tipos de edificações convencionais* In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE A RACIONALIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO E SUA APLICAÇÃO NAS HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL, São Paulo, SP, outubro, 1981, p. 633-646.
2. AKUTSU, M.; VITTORINO, F. & YOSHIMOTO, M. *Análise do desempenho de coberturas em São Paulo*. In: II ENCONTRO INTERNACIONAL ON ARGENTINA DE TECNOLOGÍA DE TECHOS, Buenos Aires, agosto, 1994.
3. AROZTEGUI, J. M. *Método de projeto e avaliação de para-sóis externos visando à otimização do seu desempenho térmico para um clima dado*. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE RACIONALIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO E SUA APLICAÇÃO NAS HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL, São Paulo, outubro, 1981, p. 583-589.
4. ASSOCIATION SPECIAL TECHNICAL PUBLICATION - ASTM *Manual on the use of thermocouples in temperature measurement*. 3ª ed., July, 1979. 252p.
5. BOREL, J. C. *Protection des parois opaques par des pare-soil*. Cahiers du CSTB, n.58, cahier 468, octobre, 1962.

6. FROTA, A. P. DE B. *Controle da insolação para a Região de Lisboa por meio de dispositivos quebra-sol fixos*. LNEC. Lisboa, 1971.
7. MELO, G.; CARVALHO, S. O.; GUSMÃO, R.; MARTINS, L. F. & ARAÚJO V. D. *Avaliação do desempenho térmico de unidades habitacionais construídas com paredes em concreto celular no conjunto Santarém (RN)*. In: I ENCONTRO NACIONAL DE NORMALIZAÇÃO LIGADA AO USO RACIONAL DE ENERGIA E AO CONFORTO AMBIENTAL EM EDIFICAÇÕES, Florianópolis, SC, outubro, 1991. p.109-132.
8. NGOKA, N. J. *A field study of thermal behavior of selected Nigerian traditional buildings*. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE IN HOUSING, Pecs, Hungary, september, 1986. p. H40-H107.
9. PENTEADO, A. R. Belém - Estudo da geografia urbana. 1º vol. *Coleção Amazônia*. Belém: Editora da UFPA, 1968.
10. PERDIGÃO, A. K. de A. V. *BEIRAL QUEBRA-SOL/QUEBRA-CHUVA: um estudo comparativo da resposta térmica no ambiente construído em zonas equatoriais úmidas*. São Carlos, 1994. (Dissertação de Mestrado – EESC/USP).
11. RAIOL, J. de A. *Conforto ambiental nas edificações escolares: uma contribuição à melhoria do ensino*. In: I ENCONTRO NACIONAL SOBRE EDIFICAÇÕES E EQUIPAMENTOS ESCOLARES, São Paulo, SP, novembro-dezembro, 1993.
12. SATO, N. M. N. *Modelo de cálculo de temperaturas e fluxos de calor em coberturas*. In: tecnologia de edificações/ Projeto de divulgação tecnológica Lix da Cunha. São Paulo, Pini 1988. p.447-480.
13. VALENTIM, J. *Desempenho térmico: coberturas de fibrocimento*. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE A RACIONALIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO E SUA APLICACÃO NAS HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL, São Paulo, SP, outubro, 1981, p. 615-632.