



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

Gramado, RS, 4 a 7 de julho de 1995

HAJA SOMBRA!!

Antônio Manuel Corado Pombo Fernandes, Arquiteto e Urbanista

Rua C - 259, 231, Apº 101, Nova Suíça, Goiânia - GO, 74280-220, Tel.: (062) 259 - 25 52

Maurício Telles Alves da Costa, Arquiteto e Urbanista

Rua B - 7, Qd. 10, Lt. 02, Setor Bueno, Goiânia - GO, 74365-350, Tel.: (062) 252 - 18 96

Roberto Borges Garcia Carvalho, Arquiteto, e Urbanista

Rua 112, Lt. 73, Setor Sul, Goiânia - GO, 74085-150, Tel.: (062) 241 - 72 11

Universidade Católica de Goiás - Departamento de Artes e Arquitetura

Universidade Federal de Goiás - Escola de Engenharia Civil

RESUMO

Em regiões tropicais com grande insolação e forte radiação solar, é essencial o sombreamento para não ocorrer o sobreaquecimento dos edifícios. Preocupados com o bem estar dos usuários de uma escola, propomos uma solução que melhore seu desempenho térmico, prejudicado pela cobertura em laje de concreto armado. Apesar da boa orientação e ventilação cruzada, a falta da proteção térmica eleva a temperatura radiante interna a valores bastante incômodos (45° C). Assim sombreamos uma parte da cobertura, permitindo ventilação no desvão, e comparamos as temperaturas superficiais interiores da laje com proteção. Os resultados obtidos foram bem satisfatórios, havendo redução de até 17° C entre as temperaturas comparadas.

ABSTRACT

In sun-drenched tropical regions, the shady areas are extremely important in order to lessen the heat in the buildings. Being concerned with the well-being of the school goers', we propose a solutions that will improve the thermal capacity of the building which is currently being harmed by the steel and cement roofing. Despite the good orientation and crossed ventilation, the lack of a thermal protection raises the inner temperature to a level that is almost unbearable (45° C). So, we shaded part of the roof allowing proper ventilation in between the roofing, and we compared the superficial temperatures of the roofing with and

without protection. The results were very satisfactory. There was a maximum reduction of temperature of 170C among the temperatures compared.

PALAVRAS-CHAVE

Conforto térmico, sombreamento; ventilação; radiação

MELHORIA DO COMPORTAMENTO TÉRMICO DE UMA COBERTURA

Introdução. Uma das exigências do homem em relação ao meio em que vive é que esteja garantido o seu equilíbrio térmico pois o corpo humano necessita dissipar o calor proveniente de seu metabolismo. Esse processo de trocas térmicas depende da temperatura do ar, velocidade do ar, umidade relativa e das temperaturas das superfícies internas dos edifícios:

$$M-E+C+R=0 \quad (1)$$

M = Metabolismo E = Evaporação C= Condução R = Radiação

O condicionamento térmico natural é a técnica que estuda os métodos para que o espaço habitado apresente as condições, térmicas exigidas pelo ser humano, sem recorrer à climatização artificial. Assim, quando o meio não está adequado, o corpo se vê forçado a gastar novas energias, entrando em estado de fadiga, apatia, falta de atenção, enfim, perdendo a eficiência.

Assim, preocupados com o rendimento e bem estar dos usuários dos ateliês da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Católica de Goiás, estamos propondo uma solução que melhore seu desempenho térmico.

Clima e recomendações para Goiânia. Goiânia se enquadra na definição de clima composto. No período de chuvas (verão), o edifício deve ser bem ventilado para facilitar a perda de calor por evaporação e convecção; sua vedação deve ser leve, devido a menor amplitude térmica; e com boas proteções solares. No período da seca as recomendações arquitetônicas mudam: durante o dia a ventilação deve ser evitada, devido as altas temperaturas; á noite deve-se abrir o edifício para aproveitar as baixas temperaturas; a vedação deve ser pesada, com muita inércia, evitando que a temperatura interna sofra grandes oscilações térmicas diárias; e mantém a proteção solar.

O atelier. O "atelier de projetos" do Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Católica de Goiás (figura 01) é um edifício térreo, retangular (10 x 52 m), situado à Praga Universitária, em Goiânia (latitude 16 graus Sul), com as grandes fachadas a Norte (azimute = 345 graus) e a Sul (azimute = 165 graus) e com generoso beiral protegendo todas as aberturas. A área de ventilação é 50% da fachada; parte constituída por veneziana e outra parte é de vidro com sistema basculante vertical.

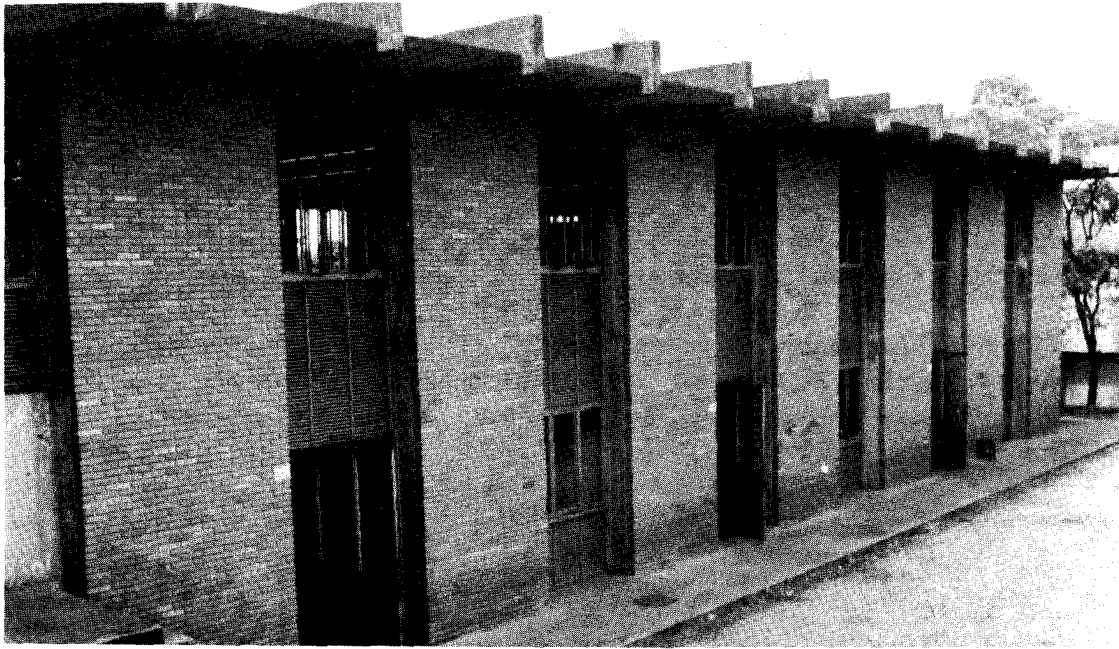


Figura 01. **Atelier de Projetos**, boa orientação e ventilação cruzada, porém com cobertura sem proteção solar ou isolamento térmico.

O problema. Embora com ótima orientação solar e excepcional possibilidade de ventilação cruzada, sua cobertura - laje em concreto armado (espessura de 12 cm), sem tratamento térmico e com a face superior enegrecida pelo tempo - reduz bastante seu desempenho térmico em virtude da forte incomodativa irradiação que se inicia às 10 h e se prolonga até cerca das 21 h (figura 02). O comportamento térmico só é aceitável em dias muito nebulosos com chuva copiosa ou com radiação difusa fraca.

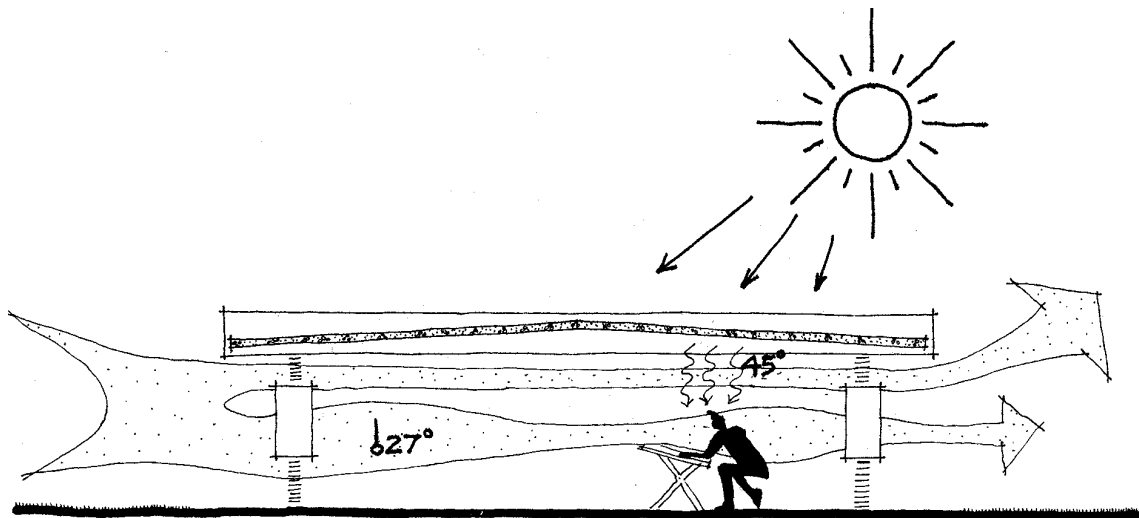


Figura 02. **Corte do Atelier**, cobertura super aquecida provocando irradiação térmica incomodativa.

A proposta. Para resolver a questão identificada acima optou-se por uma solução de sombreamento, com elemento pára-sol permitindo franca ventilação do desvão, tanto pela ação do vento - ventilação cruzada, como por convecção térmica pois o pára-sol foi executado em chapas de compensado de madeira ($e = 1,5\text{cm}$) separadas entre si 3 a 4 cm. O ensaio realizado foi facilitado pois as vigas da cobertura são invertidas tomando-se os apoios das chapas (figura 03). Sombreado-se uma área de 40 m^2 de cobertura para garantir que as medições de temperatura superficial da face inferior da laje, tomadas no "centro" dessa área, não sofressem interferência da cobertura em geral. Apesar do aparelho não aferir valores extremamente exatos, por ser urna adaptação, colocando o termômetro em um "sanduíche" de isopor, devemos lembrar que em temos de arquitetura não interessa muito a precisão minuciosa. A tendência é organizar os principais agentes térmicos (radiação solar; temperatura; umidade; velocidade do ar) dentro de um dia típico de projeto

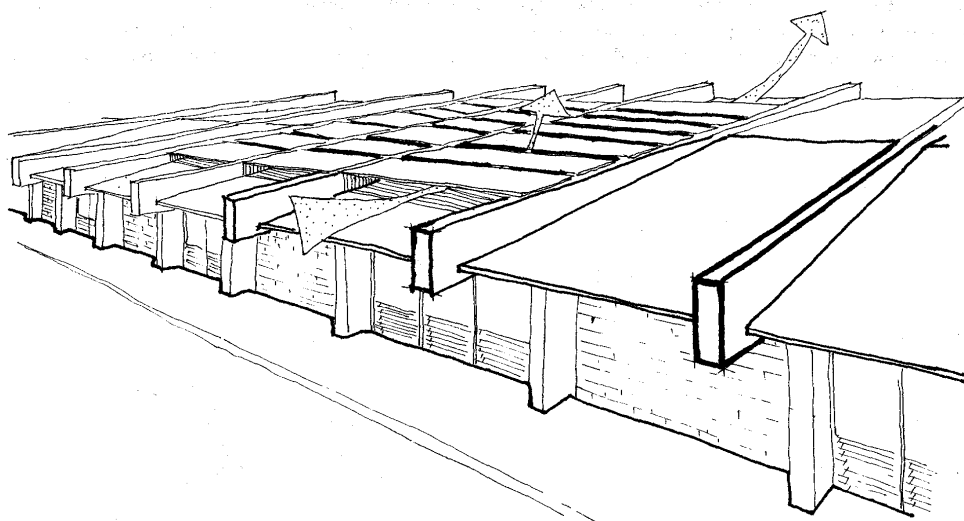


Figura 03. A proposta consiste no sombreamento da laje com o desvão ventilado, reduzindo sensivelmente o aquecimento.

Foram realizadas medições com duas situações de pára-sol: 1º situação - chapas "sujas" de cimento (cinza escuro); 2º situação - chapas com pintura branca PVA, Todos os ensaios foram realizados em dias com insolação efetiva elevada ($>90\%$). As leituras dos termômetros foram feitas de hora em hora, entre as 9:00 e 21:00 h. Dado a forte ascendência da curva no início da manhã, deduz-se que a laje tenha se resfriado bastante na madrugada, já que nessa época do ano (inverno) as noites são frias. A simples proteção diminuiu a amplitude, térmica da laje.

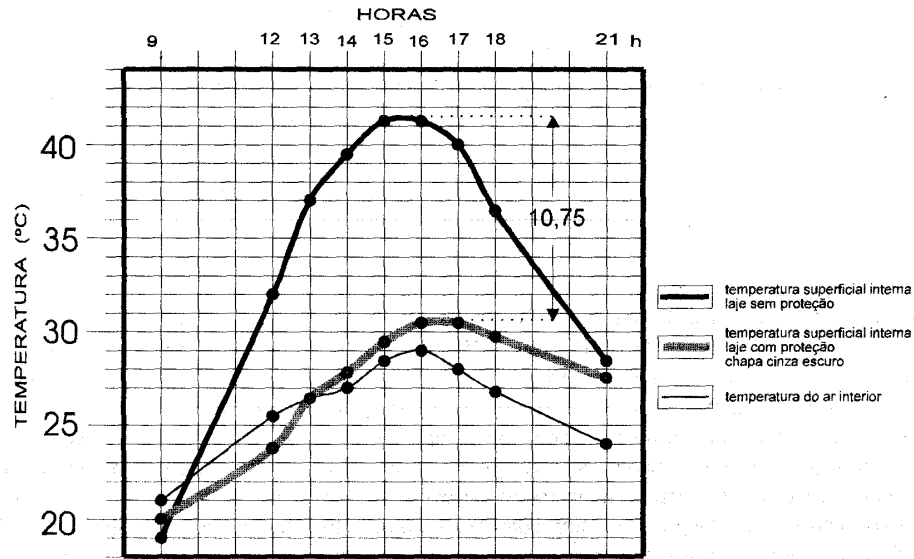


Figura 04. **SITUAÇÃO 1**

Com a primeira situação, chapas sujas de cimento, conseguiu-se redução da temperatura superficial em até 11,8° C em relação à laje sem proteção, às 14:30 h; nesse horário a temperatura superficial da laje protegida era 1,0° C superior á temperatura do ar interior. (figura 04)

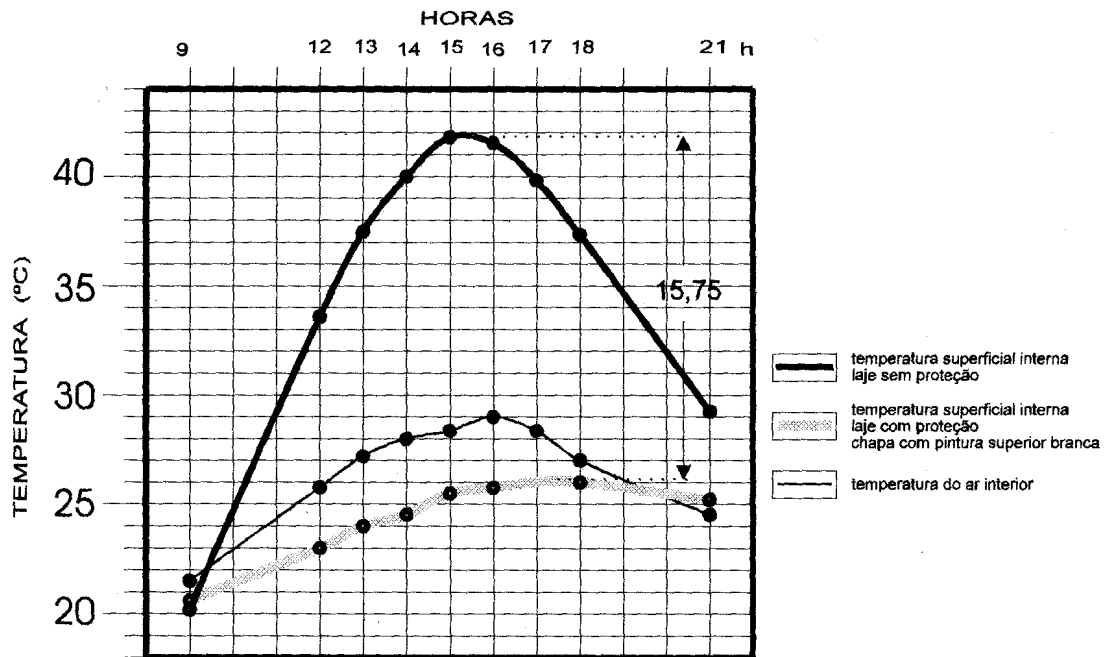


Figura 05. **SITUAÇÃO 2**

Com a segunda situação, chapas com pintura branca, alcançou-se redução da temperatura superficial cm até 16,3°C às 15:00 h; nesse momento a temperatura superficial da laje protegida era 2,5°C inferior à temperatura do ar interior (28,3°C), o que significa, teoricamente, que o corpo humano (que possui temperatura média de 33°C) passou a perder calor para a laje. (figura 05)

Comentários. O ensaio descrito, e seus resultados vistos á luz da relação custo/benefício, sugere a adoção de sombreamento por placas pré-moldadas em argamassa armada (200 x 50 x 2 cm) apoiadas sobre as vigas invertidas, espaçadas em 2/3 cm e na cor e textura naturais, pois embora a primeira situação, chapa cinza, não apresente desempenho excepcional como a segunda situação, chapa pintada de branco, mostra uma redução significativa da temperatura superficial (figura 06), ficando ligeiramente acima da temperatura do ar interior (28°C), o que ó perfeitamente aceitável e confortável; a segunda situação, embora com desempenhos excepcionais apresenta custos de investimento e manutenção elevados inviabilizando sua adoção, assim como em outras situações mais sofisticadas, como por exemplo com papel alumínio cm uma das faces, não justificando o investimento, visto que não é necessário.

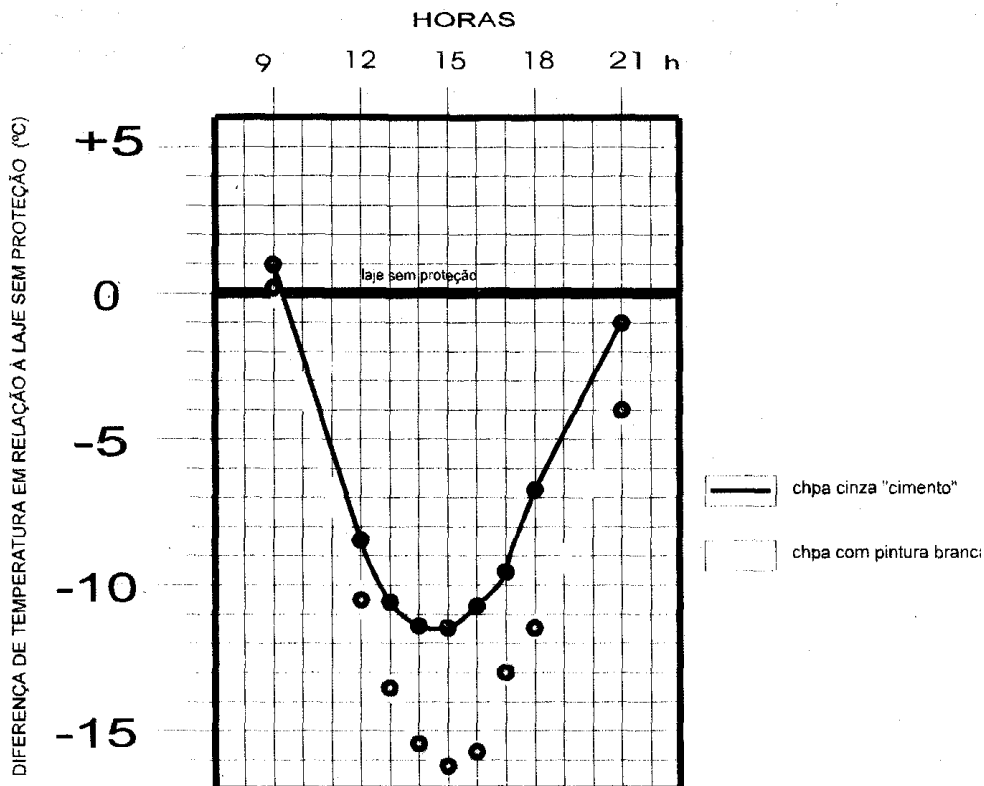


Figura 06. COMPARAÇÃO DAS ALTERNATIVAS

Mas a principal lição é a comprovação de que em regiões tropicais com insolação e forte radiação solar, como Goiânia, é essencial recorrer-se a proteções solares adequadas para que não ocorra o sobreaquecimento indesejável dos espaços interiores dos edifícios. O bom desempenho das proteções solares pode ser constatado por simulação computacional, mas em termos de ensaios reais, pouco se tem feito e divulgado. O objetivo da pesquisa é resgatar tal lacuna, assim como aferir as simulações, comparando o ensaio com as simulações computacionais realizadas através do software ARQUITROP; Roriz & Basso, que apontou, uma redução da temperatura radiante de 45°C para 33°C, isto é, uma redução de 12°C. Essa comparação comprova a importância, para Goiânia, do segundo elemento de cobertura - o sombreador - com desvão ventilado, dado este que a simulação computacional não leva em conta, não conferindo assim com os resultados do ensaio.

Segundo Rivero, a arquitetura deve sempre estar relacionada ao clima respondendo as exigências térmicas, luminosas, acústicas e higiênicas. Assim observamos arquiteturas particulares para climas diferentes. O clima é o primeiro elemento verdadeiramente particular de uma região, pois as exigências de conforto higrotérmico do homem são as mesmas. No entanto o caráter arquitetônico será dado também pelas outras condicionantes: cultura, materiais de construção, desenvolvimento tecnológico e as condições sócio-econômicas.

REFERÊNCIAS

1. KOENIGSBERGER, O. H., INGERSOLL, T. G., MAYHEW, A., SZOLOLAY, S. V. *Viviendas y edificios en zonas cálidas y tropicales*, Madrid, 1977.
2. RIVERO, R. *Arquitetura e clima*. Porto Alegre, 1986.