



"UM ESTUDO SOBRE COBERTURAS PARA CLIMAS
TROPICAIS"

SILVANA APARECIDA ALVES
RUA RAIMUNDO CORRÊA 330

R E S U M O

Existem inúmeras alternativas e recomendações para coberturas leves, visando otimizar o desempenho térmico das edificações. Dentro desta preocupação, este trabalho apresenta uma compilação de soluções, aplicadas a um caso específico, de coberturas que atendam as exigências térmicas do usuário. Como estudo de caso, utilizou-se as salas de aula do curso de Arquitetura da Instituição Moura Lacerda, em Ribeirão Preto.

A B S T R A C T

There are several construction alternatives, and standard recommendations for light roof, in order to optimize the thermal performance of buildings. A collection of solution, applied to specific case roof systems which answer to thermal requirements of the user is presented. The specific case of classrooms of the Architecture Course of Moura Lacerda Institute, Ribeirão Preto - SP, were used.

1- INTRODUÇÃO

Na busca de novas técnicas construtivas, do barateamento do custo e racionalização das construções, estabeleceu-se um distanciamento entre clima e arquitetura, gerando consumo excessivo de energia nas edificações, dada a ação não controlada dos agentes climáticos responsáveis pelas condições térmicas. Considerando os elementos construtivos, podemos dizer que, de um modo geral, a cobertura e a principal fonte de absorção e transmissão de calor, para o interior de uma habitação, por estar exposta a radiação solar o dia todo. Enquanto que os outros fechamentos (paredes) só recebem insolação uma parte do dia; somente durante o tempo em que o sol está incidindo nas faces a que estes fechamentos se direcionam. Por isso, em muitos estudos sobre o comportamento termo-hidrométrico das edificações, a cobertura é tratada com especial atenção.

2- OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é mostrar a possibilidade de se atingir índices satisfatórios de conforto térmico, através de técnicas construtivas simples e aproveitamento das condições favoráveis oferecidas pela própria natureza (ventilação e vegetação). A adequação do projeto arquitetônico ao clima local, visa atender as exigências humanas em relação ao conforto térmico, para o bem estar do indivíduo, e assim garantir o bom desempenho de suas atividades

Dentro deste tema, limitando-se o campo de estudo, optou-se por pesquisar as condições térmicas oferecidas por algumas salas de aula, do curso de Arquitetura e Urbanismo, da Instituição Moura Lacerda, em Ribeirão Preto-SP, que enfrentam um problema de desconforto Térmico, observado pelos próprios alunos. Para tanto adquiriu-se os dados climáticos da região, apresentados no tópico seguinte.

3- O CLIMA E A REGIÃO DE RIBEIRÃO PRETO

Partindo do princípio que para atender às necessidades humanas de conforto ~ preciso que o desempenho térmico atinja um índice satisfatório tanto no verão, como no inverno, dentro de um recinto, ao executar uma obra arquitetônica, à necessário ter o conhecimento dos dados climáticos do local, para adequar o projeto ao clima.

O Brasil é um país de clima tropical, mas dizer apenas que à tropical não esclarece as características de cada região deste Vasto território. Dentro do clima tropical há vários tipos específicos:

- tropical quente e úmido
- tropical quente e seco
- tropical com chuvas de verão
- tropical com chuvas de inverno
- subtropical

Para a região de Ribeirão Preto (SP), que é o objeto deste estudo, algumas características regionais podem ser especificadas.

3.1- Posição Geográfica

Situada no centro Norte do Estado de São Paulo, distante 325 Km da cidade de São Paulo, Ribeirão Preto se encontra a 621 m de altitude, 21°11' S de latitude e 47°48' W de longitude, Cravinhos, Serrana e Jardinópolis.

3.2- Normas Climatológicas e Classificação Climática

Segundo SOUBIHE (1986, pgs. 15 e 16)*, as normais climatológicas para Ribeirão Preto são:

- VENTO

MÊS	DIREÇÃO	V.M.** (m/s)	MÊS	DIREÇÃO	V.M.** (m/s)
JAN	SE	1.4	JUL	SE	1.7
FEV	SE	1.3	AGO	SE	1.7
MAR	SE	1.3	SET	SE	2.2
ABR	SE	1.4	OUT	SE	2.2
MAI	SE	1.5	NOV	SE	2.1
JUN	SE	1.4	DEZ	SE	1.9

- UMIDADE RELATIVA DO AR

MÊS	UNID.RELATIVA (%) MÉDIA	MÊS	UNID.RELATIVA (%) MÉDIA
JAN	77.8	JUL	60.4
FEV	78.4	AGO	53.4
MAR	76.5	SET	55.3
ABR	71.6	OUT	64.5
MAI	68.8	NOV	69.2
JUN	66.4	DEZ	75.3

MÉDIA TOTAL: 68.1

-A QUANTIDADE DE PRECIPITAÇÕES DURANTE O ANO

MÊS	CHUVA (mm)	MÊS	CHUVA (mm)
JAN	273.1	JUL	22.4
FEV	216.8	AGO	17.7
MAR	166.3	SET	46.4
ABR	71.3	OUT	132.1
MAI	46.4	NOV	169.3
JUN	27.9	DEZ	266.5

-TEMPERATURA DO AR (C)

MÊS	TEMPERATURA(C)		MÊS	TEMPERATURA(C)	
	MÁXIMA	MÍNIMA		MÁXIMA	MÍNIMA
JAN	30.1	18.5	JUL	26.8	11.7
FEV	30.2	18.6	AGO	29.4	13.4
MAR	30.2	17.8	SET	30.8	15.4
ABR	29.1	15.3	OUT	30.4	16.9
MAI	27.3	12.9	NOV	30.0	17.3
JUN	26.6	11.9	DEZ	29.7	18.0

*Notas de Aula de Física IV - Controle do Ambiente em Arquitetura - Trabalho não publicado

**V.M. - Velocidade Média

-PRESSÃO ATMOSFÉRICA

MÊS	PRESSÃO BAROMÉTRICA MÉDIA - (mmHg)
JAN	706.6
FEV	707.2
MAR	707.6
ABR	708.5
MAI	709.9
JUN	710.9
JUL	711.3
AGO	710.3
SET	708.9
OUT	706.0
NOV	706.6
DEZ	706.5

Estes dados meteorológicos permitem afirmar que os ventos dominantes são de direção sudeste, ocorrendo, apenas para o mês de dezembro, ventos dominantes de direção noroeste.

0 mês de umidade relativa mais baixa refere-se a agosto, correspondendo ao mês de menor pluviosidade. Para os meses de verão (dezembro, janeiro e fevereiro) as umidades relativas médias apresentadas são as mais altas anuais, bem como ocorre com as precipitações e com as temperaturas anuais.

A maior amplitude térmica corresponde ao mês de agosto, devido ao menor conteúdo de umidade no ar. Para o verão, a amplitude térmica é mais baixa, correspondendo a uma diferença média de 12 C. Portanto, Ribeirão Preto apresenta chuvas de verão e verões quentes.

4- ESTUDO DE CASO: SALAS C1 E C4 DA INSTITUIÇÃO MOURA LACERDA

Neste trabalho serão apresentadas algumas soluções, para se obter o conforto térmico em uma edificação através do tratamento da cobertura. Para isso, foram escolhidas as salas C1 e C4 do bloco C, da Instituição Moura Lacerda na cidade de Ribeirão Preto.

4.1- Descrição das Salas de Aula

As salas C1 e C4 medem 9 X 13 m, e são cobertas por telhas de fibrocimento e forro de eucatex, existindo entre o forro e as telhas, nas extremidades do bloco C, elementos vazados para ventilação.

As aberturas da sala C1, estão direcionadas para a face sudeste; e as aberturas da sala C4, para a face noroeste, recebendo insolação direta, dentro do recinto, a partir das 15:00 horas até o por do sol. Na figura 1, observa-se a implantação destas salas em direção as edificações vizinhas.

A divisória de uma sala para outra, é de madeira, e o piso de lajotão. As paredes de alvenaria (externas), são compostas por tijolos de barro; do lado interno, estas paredes são revestidas com argamassa e pintadas de branco; do lado externo, os tijolos são aparentes.

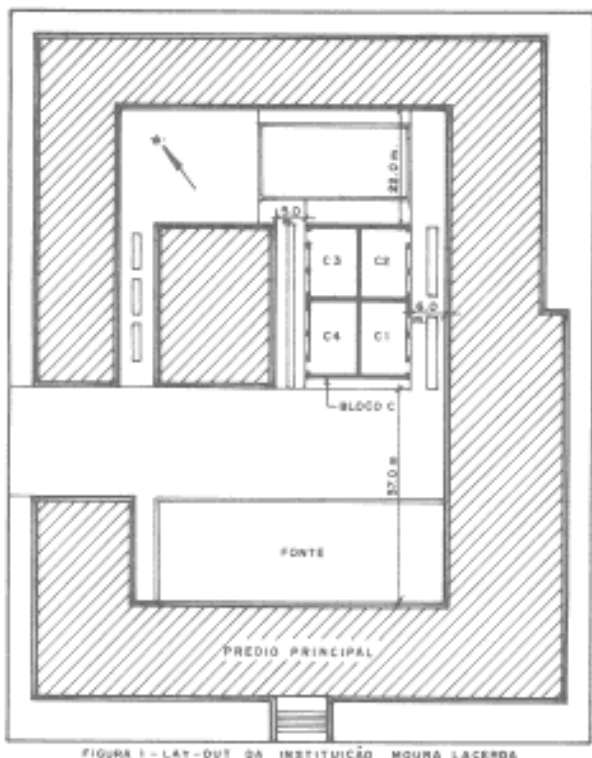


FIGURA 1 - LAY-OUT DA INSTITUIÇÃO MOURA LACERDA

4.2- Metodologia: Instrumentação e Procedimento

Utilizou-se um psicrômetro, que através da relação entre temperatura de bulbo seco (temperatura do ar) e da temperatura de bulbo úmido, permite estabelecer a umidade relativa do ar nas salas.

Como procedimento para as medições, foram escolhidos cinco dias, relativos à semana de 8 a 12 de abril de 1991, já que representa, para Ribeirão Preto, dias relativamente quentes e úmidos.

Para cada um dos dias, foram realizadas leituras das temperaturas de bulbo seco e úmido nos horários de 9 horas, 12 horas, 15 horas e 20 horas e trinta minutos.

4.3- Resultados

Os resultados colhidos com as medições permitiram a elaboração de um quadro comparativo entre os ambientes, que possibilita a identificação das temperaturas de bulbo seco e úmido das salas C1 e C4 e do ar externo, e das condições de céu. Ver tabela 1.

TABELA 1 - Resultado das medições

		8 DE ABRIL							
		9hs	12hs*	15hs	20:30				
SALA	Bulbo seco	-	26,5	29	27				
	Bulbo úmido	-	21,5	23	22,5				
C1	Umidade	-	60%	35%	64%				
SALA	Bulbo seco	-	26	29	27				
	Bulbo úmido	-	22	23	22,5				
C4	Umidade	-	68%	55%	64%				
AR	Bulbo seco	-	34,5	35	21				
EXTER	Bulbo úmido	-	22,5	23	24,5				
NO	Umidade	-	35%	36%	73%				
Condição do céu		Nublado							
		9 DE ABRIL				10 DE ABRIL			
		9hs	12hs	15hs	20:30	9hs	12hs	15hs*	20:30
		24,5	26,5	29	27	26	29	31	28
		21,5	22,5	23	22,5	22	22	23	24
		76%	68%	55%	64%	68%	47%	42%	70%
		24,5	26,5	29	27	26	29	31	28
		21,5	22,5	23	22,5	22	22	23,5	24
		76%	68%	55%	64%	68%	47%	45%	70%
		26,5	27,5	29,5	24,5	27	31	30	26
		22	22,5	23	21	22	23	22,5	23
		64%	61%	58%	71%	61%	42%	38%	76%
Claro/nuvens no final da tarde		Claro/nuvens no final da tarde							
		11 DE ABRIL				12 DE ABRIL			
		9hs*	12hs	15hs*	20:30	9hs	12hs	15hs*	20:30
		25,5	28	30	27,5	26	29	31	28,5
		21	22	22	21,5	21,5	22	23,5	22
		63%	53%	40%	52%	63%	47%	42%	50%
		26	28	29	27,5	26	29	31	28,5
		22	20	23	21,5	21,5	22	23	22
		68%	53%	55%	52%	63%	47%	42%	50%
		28	30,5	32	26,5	27	31	32	27
		22	27,5	28	22	22	22,5	23,5	21,5
		53%	78%	78%	64%	61%	38%	38%	56%
Claro/nuvens no final da tarde		Claro							

* Horários em que se registrou um pequeno aumento de temperatura na sala que estava cheia, em relação a outra que estava semi-cheia ou vazia.

4.4- Análise dos Resultados

Observando-se a tabela 1, nota-se que a temperatura do ar das salas C1 e C4, tendem a ser iguais. Ocorrem, no entanto diferenças máximas de 0.5 C, entre as salas, que correspondem ao horário em que uma sala está ocupada por alunos e outra não. Portanto, influenciando o calor que os próprios alunos geram.

As temperaturas do ar externo, para o período de incidência da radiação solar, foram sempre maiores do que as temperaturas internas nas salas, ocorrendo o inverso para o período da noite. Este efeito é provocado pela inércia térmica dos fechamentos, que recebem calor durante o dia e passam a transmiti-lo à noite.

A umidade relativa do ar, para os horários de medição apresentou-se menor para o ar externo e maior para as salas durante o dia, ocorrendo à noite o inverso. No entanto, para o dia 11 de abril, os horários de 12 e 15 horas também revelam uma maior umidade para o ar externo. Este fato coincide com os horários de maior ocorrência de nuvens no céu.

Sabendo-se que o calor transmitido ao interior do ambiente é resultado principalmente da radiação solar recebida pelos fechamentos, conclui-se que a cobertura é a maior responsável

pelo desconforto térmico ocorrido nas salas C1 e C4. Isto pode ser afirmado visto que, para os horários de medição as paredes das salas não estão sujeitas à insolação, e só a cobertura o está. Apenas após às 15 horas é que a parede da face noroeste recebe radiação solar.

Este fato é decorrente do próprio material empregado na cobertura, pois o fibrocimento tende a ter um coeficiente de transmissão de calor maior do que as telhas de barro.

A ventilação das salas de aula é insuficiente para proporcionar uma retirada de calor do ambiente, pois as aberturas das portas e janelas se situam numa mesma área de pressão do ar. Como para haver ventilação necessita-se de uma diferença de pressão é preciso que as aberturas se localizem em paredes diferentes, com diferentes pressões, do contrário não promove a ventilação cruzada dentro do ambiente.

Segundo VILLAS BOAS(1979), há uma maior ventilação cruzada para edifícios a sotavento de outro se a distância entre eles é maior ou igual a seis vezes a altura do outro. Com isso, constatou-se, apesar do ático apresentar elementos vazados para ventilação, suas construções circundantes, da própria Instituição, possuem uma altura superior à que seria ideal, para que não impedisse o vento na cobertura das salas. A distância entre o bloco C e o prédio principal é de seis metros (ver figura 1), onde deveria ser de sessenta metros.

Assim, as velocidades alcançadas pelo ar não são suficientes para retirada de todo o calor recebido pela cobertura.

Desta forma, o desconforto térmico das salas C1 e C4 é decorrente de uma implantação inadequada, quanto ao vento, em relação aos prédios vizinhos. além de ser, principalmente, conse-

quência do calor ganho pela cobertura nos horários de incidência solar.

4.5- Soluções Para as Salas C1 e C4

Verifica-se, que todas as aberturas existentes, em cada sala, localizam-se na mesma superfície. Para solucionar este problema, pode-se criar novas aberturas, em paredes diferentes, com zonas de pressão diferentes, pois o vento vai da zona de maior pressão, para a de menor pressão atmosférica. Estas aberturas de vem solucionar o problema de falta de ventilação, mas sem causar aumento na temperatura interna das salas, já que com estas aberturas, a incidência solar dentro das salas, seria maior. Para que isto não ocorra, deve-se aumentar os beirais ou ainda recorrer ao uso de pergolados ou brises.

As paredes, ao receber revestimento com argamassa e pintura branca, passam a refletir grande parcela de radiação solar incidente. Já que as cores claras são mais refletoras que as escuras, e consequentemente., absorvem menos calor, A cobertura é a maior fonte de transmissão de calor, nestas salas, reduzindo a quantidade de calor absorvido, diminui a quantidade de calor emitido às salas. Uma das soluções para se reduzir a emissão de calor, propõe a troca das telhas de fibrocimento, por telhas de barro, que apesar de serem de cor escura, trata-se de um material poroso, capaz de conter ar em seus póros, e o ar é um mau condutor.

A ventilação do ático é muito importante, mas neste caso, não pode ser visto como solução já que se constatou que os prédios vizinhos dificultam a passagem do vento até o bloco C. No entanto, ao se promover aberturas também nas laterais noroeste e sudeste, da cobertura criando um lanternim, estaria provocando o efeito chaminé. Assim sendo, com o ar aquecido e se expandindo, haveria uma substituição do ar por diferença de pressão. Sobre o lanternim poder-se-ia colocar uma cumeeira metálica devido ao aquecimento do alumínio, isto provo caria a sucção ao ar quente que circula no ático, com maior eficiência.

Como as soluções ligadas à ventilação não seriam de grande eficiência, visto que o prédio não se encontra implantado de maneira apropriada à ventilação, a sugestão mais eficiente seria a colocação de isolantes térmicos na cobertura, tais como:

-Telhas Bernini (fabricante: Bernini S.A.)

-Telhas Wohaco (fabricante: Wolf Hacker)

-Telhas Termiplan (fabricante: Vasatex)

-Aluterm (telha) (fabricante: Dow-Química)

As indicações para forro isolante térmico, são:

-Gupsitrm (forro) (fabricante: Dow-Química)

-Forro Climatex (fabricante: Climatex S.A.)

-Fibravid (fabricante: Santa Marina),etc.

Todas as soluções aqui apresentadas levariam a uma melhor situação das salas de aula do bloco C, e promoveriam um incremento do pró-

prio aprendido.

5- CONCLUSÃO

As salas de aula aqui estudadas provocam um desempenho térmico desapropriado da _edificação, porém, as sugestões propostas podem proporcionar uma grande melhoria nesta situação. A adoção de algumas destas soluções promoveriam um incremento do próprio aprendizado, pois o conforto térmico deixaria de ser um fator limitante aos estudos.

Considerando-se todas as vantagens que podem ocorrer com a melhoria do conforto térmico, pode-se afirmar que os custos requeridos para solucionar o problema não seriam altos.

6- BIBLIOGRAFIA

- (1) FROTA, A.B./SCHIFFER, S.R. Manual do conforto térmico. São Paulo. Nobel. 1988.
- (2) KOENIGSBERGER, Otto/MAHONEY, Carl/EVANS, Martin. El clima y il diseno de casas. Diseno de viviendas economicas y servicio de la comunidad. Nueva York. Naciones Unidas. 1973. 90p.
- (3) LAMBERTS, Roberto. Desempenho térmico de coberturas leves com ático: bancada de testes e modelo matemático. Porto Alegre. 1983. 96p. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- (4) OLGAY, Victor. Design with Bioclimatic approach to architectural regionalism. 4ed. Princeton. Princeton University. 1973. 190p.
- (5) SOUZA, Léa C.L. de. Desempenho térmico de leves: aplicação do modelo NBSLD. São Carlos. 1990.
- (6) RIVERO, Roberto. Arquitetura e Clima. Acondicionamento térmico natural. Porto Alegre, D.C. Luzzato. 1985. 239p.