

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO TÉRMICO DE UMA RESIDÊNCIA: COMPARAÇÃO ENTRE A APLICAÇÃO DO PROGRAMA DE SIMULAÇÃO ARQUITROP E DO MÉTODO DO C.S.T.B.

Odair de Moraes; Lucila C. Labaki.

Departamento de Arquitetura e Construção, Faculdade de Engenharia Civil - UNICAMP
Caixa Postal 6021 - CEP 13083-970 - Campinas/SP - Brasil
Tel. (019) 3788 2384; Fax: (019) 3788 2411
e-mail: lucila@fec.unicamp.br

RESUMO

Este trabalho apresenta os resultados da avaliação do desempenho térmico de uma residência de dois pavimentos, localizada na região central da cidade de Campinas, SP, por simulação computacional e métodos experimentais. A simulação foi realizada através do programa ARQUITROP. Os resultados experimentais foram aplicados ao Método do CSTB (Centre Scientifique et Technique du Batiment – Paris), bem como para o cálculo do Voto Médio Estimado. São demonstrados os resultados obtidos e as soluções adotadas para superar as dificuldades encontradas nos dois processos.

ABSTRACT

This work presents the results of the evaluation of the thermal performance of a two-storey house, located in the central area of the city of Campinas, SP, through computer simulation and experimental methods. The simulation was accomplished using the program ARQUITROP. The experimental results were applied to the Method of CSTB (Centre Scientifique et Technique du Batiment - Paris), as well as for the calculation of the Predicted Mean Vote. The obtained results and the solutions adopted to overcome the difficulties found in the two processes are demonstrated.

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho teve como meta a avaliação do desempenho térmico de uma residência na região central da cidade de Campinas, SP, através de métodos experimentais e por simulação computacional. A residência é uma edificação de dois pavimentos, construída junto ao alinhamento de uma rua estreita de um lote também estreito (4,70 x 26,40 m). Esta residência teve o seu desempenho térmico avaliado através do programa de simulação ARQUITROP (RORIZ e BASSO, 1990) em um estudo anterior, desenvolvido por MORAES e LABAKI (1999). No presente trabalho são apresentados os resultados da avaliação do desempenho térmico da mesma edificação, através da utilização do Método do CSTB (Centre Scientifique et Technique du Batiment. Paris – CROISET, 1968).

Os resultados obtidos através do CSTB foram comparados com os valores encontrados na avaliação com o uso do ARQUITROP. Foram feitas medições “in loco” das temperaturas externas (bulbo seco, bulbo úmido) e internas (bulbo seco, bulbo úmido e temperatura de globo), além da velocidade do ar interno, com o objetivo de se avaliar o conforto térmico do ambiente interno da edificação através do Método do Voto Médio Estimado (FANGER, 1970). Essas medições foram feitas nos períodos de verão e inverno.

2. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS E RECOMENDAÇÕES ARQUITETÔNICAS PARA CAMPINAS

Para a região de Campinas, foram adotados os dados meteorológicos de temperatura, umidade relativa e velocidade do vento do Setor de Climatologia Agrícola do IAC – Instituto Agrônomo de Campinas, do período de 1983 a 1997. As recomendações de projeto, a partir dos dados climáticos, obtidas através das Tabelas de Mahoney (KOENIGSBERGER et al. 1977) são: as edificações devem se orientar-se no eixo leste - oeste, ficando voltadas para o norte ou sul as fachadas de maiores dimensões, para reduzir a exposição ao sol. As edificações devem ser separadas para permitir a entrada do vento; devem também estar em uma única fila, com as janelas nas paredes norte e sul para assegurar o movimento do ar através de ampla ventilação cruzada, as aberturas devem ser de tamanho médio, entre 20 e 40 % da área da parede. As aberturas devem ter proteção para evitar a radiação solar e a chuva. As paredes internas e externas devem ser pesadas. O telhado deve ser leve, bem isolado e com uma transmitância térmica não inferior a $0,8 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$. A residência, cuja planta baixa é apresentada na Fig. 1, obedece, às recomendações de Mahoney.

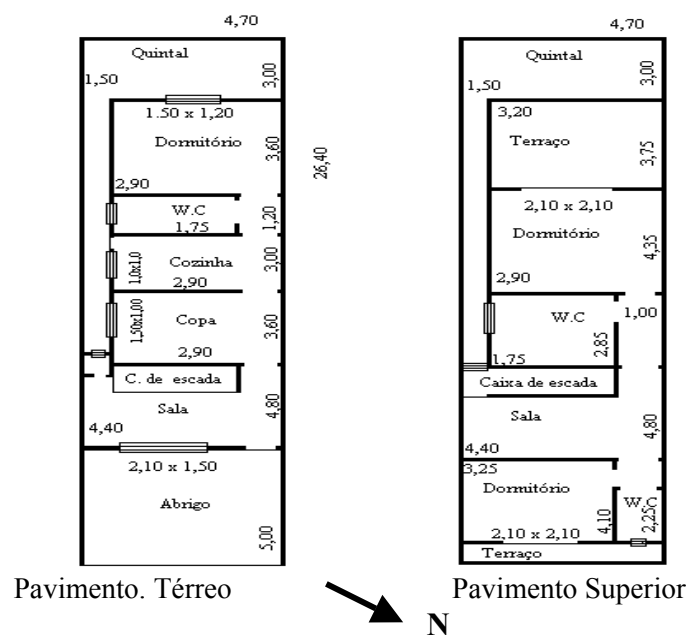


Figura 1 Planta baixa da edificação (sem escala)

3. CARACTERIZAÇÃO DA EDIFICAÇÃO

A edificação é de dois pavimentos, com 2,80 m de pé direito. No pavimento inferior estão o abrigo (coberto), a sala de estar, um lavabo, a copa, a cozinha, um W.C e um dormitório, perfazendo um total de 90 m^2 de área construída. No pavimento superior há um terraço coberto, um dormitório tipo suite, uma sala de estar, um banheiro, um dormitório e um terraço sem cobertura, totalizando $76,20 \text{ m}^2$ de área construída. A disposição dos ambientes, as dimensões e aberturas, são conforme o projeto da Figura 1. O telhado é de telhas de barro tipo plan sobre madeiramento de peroba, o forro (0,10 m de espessura) e o piso (0,15 m de espessura) do pavimento superior são de laje pré moldada. As paredes internas e externas são de tijolos maciço comuns de barro com espessura de 15 cm. As paredes são revestidas com massa fina em ambas as faces; os forros também são revestidos com massa fina. A cozinha, lavabo e banheiros tem sua paredes revestidas de azulejo, do piso até a altura do teto; os pisos foram executados em material cerâmico, com exceção dos dormitórios que são de tacos de madeira. As janelas possuem caixilho metálico (ferro) com vidros do tipo canelado com 3mm de espessura, sem proteção solar (com exceção da janela da copa que tem uma cortina de tecido tipo voal); as portas de entrada, da cozinha e as de acesso dos dormitórios aos terraços possuem caixilho metálico (ferro) com vidros canelados de 3 mm de espessura, as portas dos dormitórios possuem cortinas de tecido estampado.

4. PARTE EXPERIMENTAL

As medições “in loco” das temperaturas externas (bulbo seco, bulbo úmido) foram realizadas no abrigo no período da manhã, por ser o único local onde os equipamentos de medição não sofreriam a incidência do sol e ter a sua entrada totalmente aberta (4,40 m x 2,80 m). Os equipamentos foram colocados próximos da entrada do abrigo, pois o objetivo era medir a temperatura do ar. No período da tarde as medições foram feitas no quintal, devido a presença do sol no abrigo. As temperaturas internas (bulbo seco, bulbo úmido e a temperatura de globo) e a velocidade do ar foram medidas na sala de estar e no dormitório do pavimento inferior e, no dormitório suite, na sala de estar e no dormitório social do pavimento superior. Os ambientes foram escolhidos por se localizarem nos extremos da residência (sala de estar e dormitório no pavimento inferior; dormitório social e dormitório tipo suite no pavimento superior) e a sala de estar do pavimento superior por ser um ambiente contíguo ao dormitório tipo suite. Os equipamentos utilizados foram o termômetro comum de mercúrio, o termômetro de globo e o anemômetro de fio quente modelo TSI 8330. Os procedimentos utilizados nas medições da temperatura foram os preconizados na Norma ISO 7726/85. O intervalo de leitura entre uma medição e outra foi de 2 horas, com início às 6:00 horas e término às 22:00 horas. As medições “in loco” da temperatura foram realizadas no período de inverno (14 dias) e de verão (12 dias). Com relação as aberturas (janelas abertas ou fechadas), os ambientes foram analisados de acordo com a ocupação normal da casa: no período de inverno, somente as janelas da cozinha e as dos banheiros ficaram abertas o dia todo; no período de verão as janelas permaneceram abertas durante algumas horas do dia.

5. RESULTADOS

5.1 Método do VME

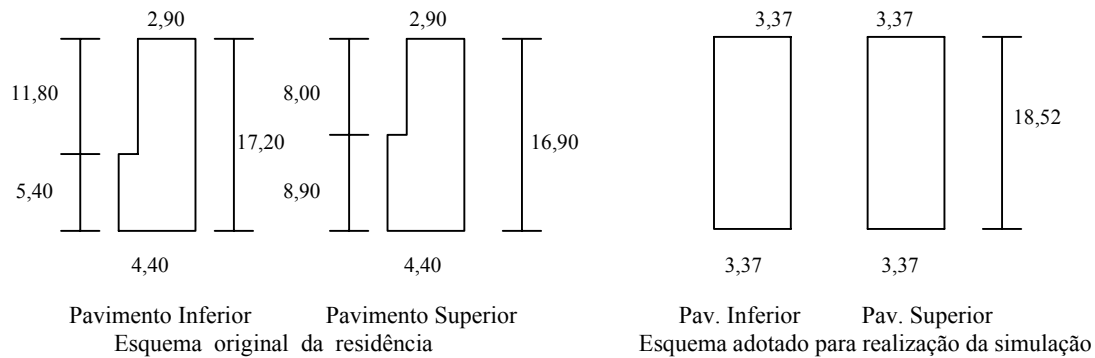
De posse dos resultados obtidos nas medições “in loco” foi feita a avaliação do conforto térmico do ambiente interno da edificação através do Voto Médio Estimado (FANGER, 1970), realizado através da utilização do programa CONFI (EVANS, 1993). O Voto Médio Estimado foi calculado em função da hora das medições. No período de inverno a temperatura estava amena e a vestimenta usada foi; roupa íntima curta, meias, calças leves de algodão, camisa de manga curta e sapato (0,7 clo – Anexo E da Norma ISO 7730-1994), no período de verão a vestimenta do usuário no momento da medição coincidiu com a usada no período de inverno (0,7 clo) e a taxa de calor metabólico de 93 W correspondente a atividade sedentária (Anexo A da Norma ISO 7730-1994.)

No período de inverno, a avaliação foi realizada para o dia definido como o mais frio (22/07/97). Os pavimento inferior e superior apresentaram um bom conforto térmico (neutralidade térmica); a maior porcentagem estimada de insatisfeitos no pavimento inferior foi de 5% das 6:00 horas às 18:00 horas (VME variando de -0,1 a 0,1) e no pavimento superior de 6% às 14:00 horas (VME = 0,2).

No período de verão a avaliação foi realizada para o dia definido como o mais quente (23/02/98). O pavimento inferior apresentou uma leve sensação de calor das 6:00 horas às 16:00 horas (VME variando de 1,2 a 1,5) e uma sensação de calor às 18:00 horas (VME = 1,51), a porcentagem estimada de insatisfeitos no pavimento inferior foi de 52% às 18:00 horas. O pavimento superior apresentou ligeira sensação de calor das 6:00 às 10:00 horas (VME variando de 1,3 a 1,4) e uma sensação de calor das 12:00 às 18:00 horas. (VME variando de 1,5 a 1,7). A maior porcentagem estimada de insatisfeitos no pavimento superior. foi de 62% às 16:00 horas (VME = 1,7).

5.2 Aplicação do Programa de Simulação ARQUITROP

O programa Arqitrop (RORIZ e BASSO, 1990) foi utilizado para a simulação térmica da edificação Para a aplicação do programa de simulação foi necessário fazer algumas alterações no esquema original da casa (Fig. 2). As alterações foram necessárias porque o Arqitrop considera que o pavimento inferior e superior possuem as mesmas dimensões; as alterações foram feitas após a realização de diversas simulações no esquema original da residência (MORAES e LABAKI, 1999). O programa de simulação foi aplicado considerando primeiro o pavimentos inferior e em seguida o pavimento superior do novo esquema da residência. O pavimento inferior e superior em algumas horas dos períodos de inverno e de verão se encontram dentro da zona considerada de conforto (Tabelas 2, 3, 4 e 5).



Nos esquemas (sem escala) não se considerou a espessura das paredes externas.

Fig. 2 – Adaptações feitas ao esquema da residência para aplicação do programa de simulação.

5.3 Método do CSTB

O Método do CSTB (CROISSET, 1968) foi aplicado sobre o mesmo esquema utilizado no programa de simulação ARQUITROP (Fig.2). No CSTB também levou-se em conta os períodos de verão e de inverno e os cálculos foram desenvolvidos de hora em hora, considerando o início às 7:00 horas e o término às 17:00 horas. No período de inverno foram determinados nos pavimentos inferior e superior: os ganhos de calor solar, as perdas de calor devido à diferença de temperatura interna e externas, as perdas de calor devido a ventilação e o ganho de calor devido a ocupação.

Os valores obtidos (Tabela 1) para a temperatura interna de inverno dos pavimento inferior e superior, através da seqüência de cálculo do método, não foram condizentes com um período de inverno na cidade de Campinas. Algumas hipóteses podem ser levantadas para se tentar explicar tal ocorrência:

- 1 - a intensidade da radiação solar da América do Sul (Região de Campinas), é maior que a radiação na Europa (França) por estarem em latitude diferentes,
- 2 - a equação de cálculo da temperatura interna de inverno do Método do CSTB foi desenvolvida levando-se em conta as temperaturas do inverno europeu, que é bem mais rigoroso que o brasileiro.

TABELA 1 – Temperatura interna do ambiente em °C obtida através do Método do CSTB

Pavimento Inferior											
Hora	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00
Temp.	14,23	17,33	21,00	24,68	27,74	29,55	29,68	29,9	28,37	26,42	24,02

Pavimento Superior											
Hora	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00
Temp.	14,71	19,27	24,93	29,12	33,00	35,06	37,21	37,60	36,07	32,59	25,25

Sendo o inverno brasileiro bem mais ameno que o europeu, surgiu a idéia de se calcular a temperatura interna do período de inverno, utilizando a equação de cálculo da temperatura interna do período de verão do próprio Método do CSTB. Determinou-se então a inércia – peso da parede (inclusive piso e teto) dos pavimentos inferior e superior, calculou-se a temperatura interna máxima do pavimento inferior e superior (período de inverno) e, através do Nomograma calculou-se a Temperatura Efetiva Corrigida - TEC (FROTA e SCHIFFER (1988). Segundo esse método, é considerada confortável a região com TEC entre 22 e 27 °C, valores de temperatura válidos para o conforto térmico da maior parte das regiões tropicais (KOENISBERGER et al. 1977). Os pavimento inferior e superior em algumas horas do período de inverno se encontram dentro da zona de conforto (Tabelas 2 e 3). O mesmo método foi aplicado para o período de verão. Os pavimento inferior e superior em algumas horas do período de verão se encontram dentro da zona considerada de conforto (Tabelas 4 e 5).

6. COMPARAÇÃO ENTRE OS RESULTADOS OBTIDOS NOS DOIS MÉTODOS

Nas Tabelas 2, 3, 4 e 5 é apresentada a comparação dos resultados da avaliação para os pavimentos inferior e superior, nos períodos de inverno e de verão da residência analisada, obtidos através do Voto Médio Estimado, do Método do CSTB e do programa de simulação ARQUITROP. No ARQUITROP foi utilizada como temperatura de conforto térmico a temperatura de 22 a 27 °C que segundo KOENISBERGER et al. (1977), são os valores de temperatura válidos para o conforto térmico da maior parte das regiões tropicais.

**TABELA 2 – Comparação entre o Voto Médio Estimado, o CSTB e o ARQUITROP
Período de Inverno – Pavimento Inferior**

Horas	Voto Médio Estimado		Método do CSTB		ARQUITROP	
	Temp.°C medida	Conforto Térmico	TEC. °C	Conforto Térmico 22 a 27 °C	Temp. °C	Conforto Térmico 22 a 27 °C
6:00	19,0	Neutralidade térmica				
7:00			14,9	Fora da Zona	17,1	Fora da Zona
8:00	19,5	Neutralidade térmica	17,3	Fora da Zona	16,1	Fora da Zona
9:00			19,2	Fora da Zona	17,4	Fora da Zona
10:00	19,5	Neutralidade térmica	21,3	Fora da Zona	19,2	Fora da Zona
11:00			23,2	Dentro da Zona	21,0	Fora da Zona
12:00	19,5	Neutralidade térmica	24,5	Dentro da Zona	22,6	Dentro da Zona
13:00			23,0	Dentro da Zona	23,2	Dentro da Zona
14:00	19,9	Neutralidade térmica	22,5	Dentro da Zona	23,6	Dentro da Zona
15:00			22,0	Dentro da Zona	24,0	Dentro da Zona
16:00	20,0	Neutralidade térmica	21,5	Fora da Zona	24,3	Dentro da Zona
17:00			20,5	Fora da Zona	24,2	Dentro da Zona
18:00	19,8	Neutralidade térmica				

TEC – Temperatura Efetiva Corrigida

**TABELA 3 – Comparação entre o Voto Médio estimado, o CSTB e o ARQUITROP
Período de Inverno – Pavimento Superior**

Horas	Voto Médio Estimado		Método do CSTB		ARQUITROP	
	Temp.°C medida	Conforto Térmico	TEC. °C	Conforto Térmico 22 a 27 °C	Temp. °C	Conforto Térmico 22 a 27 °C
6:00	19,0	Neutralidade térmica				
7:00			14,8	Fora da Zona	16,7	Fora da Zona
8:00	19,0	Neutralidade térmica	16,5	Fora da Zona	15,9	Fora da Zona
9:00			19,1	Fora da Zona	17,1	Fora da Zona
10:00	19,3	Neutralidade térmica	20,3	Fora da Zona	19,2	Fora da Zona
11:00			23,0	Dentro da Zona	21,1	Dentro da Zona
12:00	20,0	Neutralidade térmica	23,8	Dentro da Zona	23,0	Dentro da Zona
13:00			22,1	Dentro da Zona	24,2	Dentro da Zona
14:00	20,6	Neutralidade térmica	22,1	Dentro da Zona	24,8	Dentro da Zona
15:00			22,0	Dentro da Zona	25,2	Dentro da Zona
16:00	20,5	Neutralidade térmica	21,0	Fora da Zona	25,5	Dentro da Zona
17:00			20,3	Fora da Zona	25,3	Dentro da Zona
18:00	20,5	Neutralidade térmica				

TEC – Temperatura Efetiva Corrigida

TABELA 4 – Comparação entre o Voto Médio estimado, o CSTB e o ARQUITROP – Período de Verão – Pavimento Inferior

Horas	Voto Médio Estimado		Método do CSTB		ARQUITROP	
	Temp. °C medida	Conforto Térmico	TEC. °C	Conforto Térmico 22 a 27 °C	Temp. °C	Conforto Térmico 22 a 27 °C
6:00	25,5	Leve sensação de calor				
7:00			20,0	Fora da Zona	23,4	Dentro da Zona
8:00	25,8	Leve sensação de calor	20,8	Fora da Zona	22,6	Dentro da Zona
9:00			23,5	Dentro da Zona	23,5	Dentro da Zona
10:00	26,0	Leve sensação de calor	25,8	Dentro da Zona	25,3	Dentro da Zona
11:00			27,8	Fora da Zona	27,0	Dentro da Zona
12:00	26,5	Leve sensação de calor	28,8	Fora da Zona	28,0	Fora da Zona
13:00			27,8	Fora da Zona	28,4	Fora da Zona
14:00	26,8	Leve sensação de calor	27,8	Fora da Zona	28,6	Fora da Zona
15:00			27,3	Fora da Zona	28,5	Fora da Zona
16:00	26,8	Leve sensação de calor	26,8	Dentro da Zona	28,5	Fora da Zona
17:00			25,8	Dentro da Zona	28,6	Fora da Zona
18:00	27,0	Sensação de calor				

TEC – Temperatura Efetiva Corrigida

TABELA 5 – Comparação entre o Voto Médio estimado, o CSTB e o ARQUITROP Período de Verão – Pavimento Superior

Horas	Voto Médio Estimado		Método do CSTB		ARQUITROP	
	Temp. °C medida	Conforto Térmico	TEC. °C	Conforto Térmico 22 a 27 °C	Temp. °C	Conforto Térmico 22 a 27 °C
6:00	25,7	Leve sensação de calor				
7:00			20,0	Fora da Zona	23,2	Dentro da Zona
8:00	26,2	Leve sensação de calor	21,0	Fora da Zona	22,4	Dentro da Zona
9:00			23,0	Dentro da Zona	23,5	Dentro da Zona
10:00	26,5	Leve sensação de calor	25,0	Dentro da Zona	25,2	Dentro da Zona
11:00			27,0	Dentro da Zona	27,2	Dentro da Zona
12:00	27,0	Sensação de calor	28,5	Fora da Zona	28,5	Fora da Zona
13:00			27,5	Fora da Zona	29,3	Fora da Zona
14:00	27,7	Sensação de calor	27,4	Fora da Zona	29,7	Fora da Zona
15:00			27,0	Dentro da Zona	29,6	Fora da Zona
16:00	28,2	Sensação de calor	26,8	Dentro da Zona	29,6	Fora da Zona
17:00			25,9	Dentro da Zona	29,7	Fora da Zona
18:00	27,3	Sensação de calor				

TEC – Temperatura Efetiva Corrigida

7 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

a – O Método do CSTB também foi aplicado no esquema original da edificação (Fig. 1). Nas Tabelas 6 e 7 são apresentadas as comparações entre as zonas de conforto térmico para o inverno e o verão, considerando a aplicação do Método do CSTB no esquema original da edificação (Fig. 1) e o realizado utilizando o esquema do programa ARQUITROP (Fig. 2).

Nas Tabelas 6 e 7 é possível observar que nas horas analisadas o conforto térmico é o mesmo, tanto usando o esquema original da residência quanto o esquema utilizado no ARQUITROP.

TABELA 6 - Comparação entre as Zonas de Conforto Térmico obtidos no Método do CSTB utilizando o esquema original da residência e o esquema utilizado no ARQUITROP (Inverno)

Período de Inverno – Zona de Conforto Térmico – temperatura de 22 a 27 °C								
Horas	Pavimento inferior				Pavimento Superior			
	Esquema Original		Esquema do Arquitrop		Esquema Original		Esquema do Arquitrop	
	TEC. °C	Zona. Conforto	TEC. °C	Zona. Conforto	Temp. °C	Zona. Conforto	Temp. °C	Zona. Conforto
7:00	14,8	Fora	14,9	Fora	14,8	Fora	14,8	Fora
8:00	17,5	Fora	17,3	Fora	17,0	Fora	16,5	Fora
9:00	19,5	Fora	19,2	Fora	19,0	Fora	19,1	Fora
10:00	21,0	Fora	21,3	Fora	21,8	Fora	20,3	Fora
11:00	23,8	Dentro	23,2	Dentro	23,8	Dentro	23,0	Dentro
12:00	24,5	Dentro	24,5	Dentro	24,8	Dentro	23,8	Dentro
13:00	25,0	Dentro	23,0	Dentro	23,0	Dentro	22,1	Dentro
14:00	22,5	Dentro	22,5	Dentro	22,5	Dentro	22,1	Dentro
15:00	22,0	Dentro	22,0	Dentro	22,3	Dentro	22,0	Dentro
16:00	21,5	Fora	21,5	Fora	21,5	Fora	21,0	Fora
17:00	20,8	Fora	20,5	Fora	21,0	Fora	20,3	Fora

TEC – Temperatura Efetiva Corrigida

TABELA 7 - Comparação entre as Zonas de Conforto Térmico obtidos no Método do CSTB utilizando o esquema original da residência e o esquema utilizado no ARQUITROP (Verão)

Período de Inverno – Zona de Conforto Térmico – temperatura de 22 a 27 °C								
Horas	Pavimento inferior				Pavimento Superior			
	Esquema Original		Esquema do Arquitrop		Esquema Original		Esquema do Arquitrop	
	TEC. °C	Zona. Conforto	TEC. °C	Zona. Conforto	Temp. °C	Zona. Conforto	Temp. °C	Zona. Conforto
7:00	20,0	Fora	20,0	Fora	20,0	Fora	20,0	Fora
8:00	22,0	Dentro	22,0	Dentro	22,0	Dentro	22,0	Dentro
9:00	23,9	Dentro	23,5	Dentro	24,0	Dentro	23,0	Dentro
10:00	25,8	Dentro	25,8	Dentro	26,0	Dentro	25,0	Dentro
11:00	27,8	Fora	27,8	Fora	28,3	Fora	28,0	Fora
12:00	29,0	Fora	28,8	Fora	29,8	Fora	28,5	Fora
13:00	28,0	Fora	27,8	Fora	27,5	Fora	27,5	Fora
14:00	28,0	Fora	27,8	Fora	27,5	Fora	27,4	Fora
15:00	27,0	Dentro	27,3	Fora	27,0	Dentro	27,0	Dentro
16:00	27,0	Dentro	26,8	Dentro	26,5	Dentro	26,8	Dentro
17:00	26,0	Dentro	25,8	Dentro	26,0	Dentro	25,9	Dentro

TEC – Temperatura Efetiva Corrigida

b – Da análise das tabelas conclui-se que o Método do CSTB no caso da residência (Fig. 1) é o mais indicado para a avaliação do seu desempenho térmico. Chega-se a esta conclusão pelo fato de que o conforto térmico obtido usando o esquema original da edificação (Fig. 1) e o criado para a aplicação do ARQUITROP (Fig. 2) serem coincidentes, embora apresente algumas temperaturas efetivas diferentes. A aplicação do ARQUITROP, utilizando o esquema original da edificação (Fig.1), não foi possível devido aos fatores já relatados anteriormente. Porém, não se deve esquecer que no Método do CSTB, o cálculo da temperatura interna do período de inverno foi realizado utilizando-se a equação do período de verão do próprio do Método do CSTB pelos motivos já abordados anteriormente.

c – Outro fato a ser observado é o índice de coincidência do conforto térmico entre o Método do CSTB e do ARQUITROP, que no período de inverno no pavimento inferior foi de 73% e no superior foi de 82%; no período de verão o índice de coincidência do conforto térmico foi de 55% tanto para o pavimento inferior como superior (Tabelas 2, 3, 4 e 5). Aqui a provável explicação deve estar relacionada ao processo de cálculo que cada um segue para a determinação da temperatura que é utilizada para a verificação do conforto térmico.

d – Diante dos resultados obtidos o projetista fica realmente em dúvida sobre qual dos dois processos de avaliação do desempenho térmico que deve ser utilizado na avaliação da residência da Figura 1. A dúvida maior se resume em saber até que ponto as alterações realizadas estão corretas e, se os resultados obtidos podem ser considerados como sendo os valores fiéis do desempenho térmico da edificação.

f – A realização de novas simulações em outras edificações podem fornecer novos dados e elementos que possam vir a auxiliar a elucidar essas dúvidas.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CROISSET, M. (1968) *L' Hygrothermique dans le Batiment*, Ed. Eyrolles, Paris.
- EVANS, J M (1993) CONFI – Programa Para Calcular El Confort Termico usando El Metodo Desarrollado por Fanger Segun La Norma Internacional ISO 7730/84, Centro de Investigación Habitat y Energia, FDU, UBA, Argentina.
- FANGER, P. O. (1970) *Thermal Comfort. Analysis and Application in Environmental Enginneering*, Ed. Danish Technical Press, Copenhagen.
- FROTA, A. B., SCHIFFER, S. R. (1988) *Manual de Conforto Térmico*, Ed. Nobel São Paulo, 228p.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, Geneva. (1994) – *ISO 7730*; moderate thermal environments – determination of PMV and PPD indices and specification for thermal comfort. Geneva.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION Geneva. (1985) – *ISO 7726*; thermal environments instruments and methods for measuring physical quantities. Geneva.
- KOENIGSBERGER , O. H. et al. (1977) *Viviendas y Edificios en Zonas Cálidas y Tropicales*, Ed. Paraninfo, Madrid.
- MORAES, O., LABAKI, L. C. (1999) Avaliação do desempenho térmico de uma residência através da aplicação do programa de simulação ARQUITROP: dificuldades encontradas, in *Anais do V Encontro e II Encontro latino-americano de Conforto Térmico no Ambiente Construído*, Fortaleza CE, CD-ROM
- RORIZ, M. , BASSO, A. (1990) *Arquitrop versão 3.0*, São Carlos, SP.
- RORIZ, M. (1991) *Conforto Térmico e Economia de Energia em Edificações*. Universidade Federal de São Carlos, São Paulo.