

DEZ ANOS DEPOIS: ESTUDO DO CLIMA DE CAMPINAS. CARACTERIZAÇÃO E PROPOSIÇÃO DE RECOMENDAÇÕES DE PROJETO PARA CLIMAS COMPOSTOS EM 1998 E EM 2008 – O QUE MUDOU

Mariana Gavranich Lamotta (1); Lucila Chebel Labaki (2)

(1) Estudante de Graduação em Engenharia Civil, marianalamotta@gmail.com

(2) Profa Dra. do Departamento de Arquitetura e Construção, lucila@fec.unicamp.br
Universidade Estadual de Campinas, Departamento de Arquitetura e Construção
Caixa Postal 6021, Campinas - SP, 13083-852, Tel.: (19) 3521-2306.

RESUMO

Muitas vezes, no estudo do clima de um determinado local, os métodos simples de análise podem constituir uma importante ferramenta para o projetista, devido à sua rapidez e facilidade de aplicação. Este projeto foi realizado aplicando a mesma metodologia de Chvatal(1998), a qual caracterizou o clima da cidade de Campinas, usando como parâmetro alguns métodos de comparação e medidas, para o período de 1981 a 1996,. Entre eles cita-se o de Aroztegui(1995), dos Triângulos (proposto por Evans e Schiller(2007)), Mahoney(1977), Akutsu, Vittorino e Kanaciro(1993) e Rivero(1986). A partir dos resultados destes métodos, aplicados agora para o período de 1993 a 2006, caracterizou-se o clima e foi possível propor diretrizes para o projeto nesta cidade. Assim, comparando-se com os resultados de Chvatal, os dados atuais demonstram que o período de verão aumentou, passando a ter um mês a mais. Ocorreu também uma mudança nos grupos de umidade de alguns meses, de umidade baixa para umidade elevada. Isto provocou mudança nas recomendações de projeto, como para o tamanho da aberturas, 40 a 60% das fachadas norte e sul, e no material utilizado para paredes e pisos, de pesadas para leves e refletoras. Há a exigência de uma maior ventilação também nos meses de dezembro e março, principalmente a ventilação seletiva noturna durante os meses de janeiro e fevereiro, pois as altas temperaturas permanecem durante a noite. Para a inércia térmica, ocorreu a diminuição do coeficiente de amortecimento do fechamento horizontal para o período do inverno (agosto). Isto porque o aumento da temperatura média no inverno possibilitou um clima mais ameno durante a noite, não havendo necessidade de armazenar muito calor durante o dia.

Palavras-chave: conforto térmico, diretrizes de projeto, clima.

ABSTRACT

Often, in the study of the climate of a certain place, simple methods of analysis may constitute an important tool for the designer due to its speed and easy application. This project was conducted by applying the same methodology of Chvatal (1998), who determined, for the period from 1981 to 1996, the climate of the city of Campinas, using as parameter some comparison methods and measures. Among them it is the one of Aroztegui(1995), the Triangles (proposed by Evans and Schiller(2007)), Mahoney(1977), Akutsu, Vittorino and Kanaciro(1993) and Rivero(1986). Starting from the results of these methods, however for the period from 1993 to 2006, the climate was characterized and it was possible to propose design guidelines for this city. Thus, comparing with the project of Chvatal, the current data demonstrate that the summer period increased, with one more month. A change also occurred in the humidity groups of some months, from low to high humidity. This caused a change in the size of the openings, 40 to 60% of the walls north and south and in the material used for walls and floors, from heavy to light and reflecting. There is the demand of larger ventilation also in the months of December and March, mainly to night selective ventilation during the months of January and February since the high temperatures remain during the night. For the thermal inertia, there was a decrease in the decrement coefficient for horizontal closing for the winter period (August). This fact is because the increase in average temperature in winter made possible a mild climate during the night, disappearing the need to store much heat during the day.

Keywords: thermal comfort, design guidelines, climate.

1. INTRODUÇÃO

Não é de hoje que o homem busca o bem estar nos ambientes construídos. Já há vários anos é notada a importância e o efeito direto que o conforto ambiental exerce sobre as atividades humanas, sobretudo o conforto térmico. O conhecimento do clima é exigência básica para que o arquiteto projete uma edificação confortável do ponto de vista térmico. As paredes, o piso, a cobertura, as aberturas e as superfícies envidraçadas devem ser concebidas de acordo com as características específicas do clima, as quais são expressas através de elementos como temperatura, umidade relativa do ar, velocidade e direção dos ventos, entre outros. Assim, a partir de estudos realizados com vários métodos, foram propostas diretrizes para o projeto em Campinas, aplicando-se princípios do condicionamento térmico natural. Os métodos utilizados identificam os meses de verão e inverno, como o método expedito de Akutsu, Vittorino e Kanaciro (1993), propõem recomendações para a estrutura térmica da edificação e para o projeto bioclimático, como, respectivamente, o método de Rivero (1986) e as tabelas de Mahoney (1973), e também fornecem subsídios para a fase de concepção, como o método de Aroztegui (1995) e o método dos triângulos proposto por Evans e Schiller (1991 e 1997).

2. OBJETIVO

Este trabalho surgiu justamente com o objetivo de aplicar métodos simples de tratamento de dados climáticos a fim de diagnosticar o clima de Campinas e dessa forma chegar a diretrizes que possam fornecer alguns subsídios para o projetista na fase de concepção. O objetivo é atualizar o trabalho de Chvatal (1998), que determinou estratégias de projeto bioclimático para a cidade de Campinas, com base em dados climáticos de 1981 a 1996.

3. MÉTODO

Para realizar os diagnósticos climáticos foram utilizados os dados do posto meteorológico do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC, 2007), correspondente ao período de 1993 a 2006. Foram coletados os registros médios mensais de temperatura máxima, mínima e média do ar, umidade relativa do ar, amplitude térmica, velocidade e direção do vento, total pluviométrico e insolação diária média.

Tabela 1 – Dados climáticos da região de Campinas do período de 1993 a 2006.

mês	Temp.méd. máxima (°C)	Temp.méd. mínima (°C)	Amplitude média (°C)	Umidade relativa (%)	Chuva total (mm)	Nebulosidade média	Direção ventos	vel. Ventos (m/s)	Insolação diária méd.(h)
JAN	29,5	19,9	9,6	84,1	271,6	6,5	SE	2,4	5,3
FEV	29,5	19,6	9,9	85	226	5,8	C	2,6	6,4
MAR	29,4	19,1	10,4	83	150,2	4,9	SE	2,8	6,6
ABR	28,3	17,3	11,1	82	46,96	3,7	SE	3	7,4
MAI	25,2	14,2	11	81,7	71,37	4,2	C	3,1	5,8
JUN	24,8	12,9	11,9	81,4	36,99	3,1	SE	2,9	5,8
JUL	25,1	12,6	12,5	78,8	27,24	3,1	SE	3,1	5,5
AGO	27,2	13,7	13,5	72,5	22,69	3,2	SE	3,2	6,2
SET	27,7	15,6	12,1	73,5	67,64	3,5	SE	4,1	5,9
OUT	28,9	17,5	11,4	77,9	118,3	4,6	SE	4,2	6,3
NOV	29	18,2	10,9	78	148	5,2	SE	3,8	6,5
DEZ	29,4	19,3	10,1	81	226,5	6,1	SE	3,1	5,7

3.1. Determinação dos períodos de verão e inverno

O método expedito, proposto por Akutsu, Vittorino e Kanaciro(1993), utiliza-se dos valores médios mensais das temperaturas máximas e mínimas. Neste, para a determinação dos meses de verão, identifica-se o mês com a maior média de temperatura máxima, neste caso, o mês de janeiro, que possui a média máxima de 29,5°C. Depois, calcula-se o intervalo entre o qual as temperaturas dos outros meses devem estar para fazerem parte do período de verão:

$$\Delta\text{verão} = 0,10 * (t_{\text{máx}} - t_{\text{mín}})$$

Equação 1

onde $t_{máx}$ é a média das temperaturas máximas do mês mais quente e $t_{mín}$ a média das temperaturas mínimas do mês mais quente. Assim:

$$\Delta\text{verão} = 0,10 * (29,5-19,9) \quad \Delta\text{verão} = 0,96^{\circ}\text{C}$$

Semelhantermente para o período de inverno, escolhe-se o mês com menor média das temperaturas mínimas, neste caso o mês de julho, com $t_{mín} = 12,6^{\circ}\text{C}$, na equação:

$$\Delta\text{inverno} = 0,10 * (t_{máx}-t_{mín}) \quad \text{Equação 2}$$

onde $t_{máx}$ é a média das temperaturas máximas do mês mais frio e $t_{mín}$ a média das temperaturas mínimas do mês mais frio. Assim:

$$\Delta\text{inverno} = 0,10 * (25,1-12,6) \quad \Delta\text{inverno} = 1,25^{\circ}\text{C}$$

Portanto, para o período de verão, os meses que possuem temperaturas máximas entre $28,5^{\circ}\text{C}$ e $30,5^{\circ}\text{C}$ estão no período de verão e os que tiverem temperaturas entre $11,3^{\circ}\text{C}$ e $13,8^{\circ}\text{C}$ estão no período de inverno. Obtiveram-se os meses de Outubro, Novembro, Dezembro, Janeiro, Fevereiro e Março para o período de verão e os meses de Junho, Julho e Agosto para o período de inverno.

3.2. Tabelas de Mahoney

Neste método, proposto por Carl Mahoney(1977), basta que se reúnam um conjunto de dados climáticos e anotá-los em planilhas. A comparação destas com uma zona de conforto torna possível identificar grupos de problemas climáticos. A partir destes grupos são feitas recomendações para a fase de projeto.

Quadro 1 - Normais climatológicas

	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Temp. média máx. °C	29,5	29,5	29,4	28,3	25,2	24,8	25,1	27,2	27,7	28,9	29,0	29,4
Temp. média mín. °C	19,9	19,6	19,1	17,3	14,2	12,9	12,6	13,7	15,6	17,5	18,2	19,3
Amplitude (°C)	9,6	9,9	10,4	11,1	11,0	11,9	12,5	13,5	12,1	11,4	10,9	10,1
Umid. Rel. (%)	84,1	85	83	82	81,7	81,4	78,8	72,5	73,5	77,9	78	81
Chuva (mm)	271,6	226	150,2	46,96	71,37	36,99	27,24	22,69	67,64	118,3	148	226,5
Vel. Vento (m/s)	2,4	2,6	2,8	3	3,1	2,9	3,1	3,2	4,1	4,2	3,8	3,1
Direção vento	SE	C	SE	SE	C	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE

MAX	TMA
29,5	21,0
MIN	AMA
12,6	16,9

TMA: temperatura média anual $TMA = (MAX + MIN)/2$

AMA: amplitude média anual $AMA = MAX - MIN$

Quadro 2 – Diagnóstico

Grupo Umidade		jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	
		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Temperatura °C	Dia	Máx	29,5	29,5	29,4	28,3	25,2	24,8	25,1	27,2	27,7	28,9	29,0	29,4
		LS	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
		LI	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
	Noite	Mín.	19,9	19,6	19,1	17,3	14,2	12,9	12,6	13,7	15,6	17,5	18,2	19,3
		LS	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
		LI	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
Diag.	Dia	Q	Q	Q	Q	C	C	C	Q	Q	Q	Q	Q	
	Noite	C	C	C	C	F	F	F	F	F	C	C	C	

Obs.: Q – quente C – confortável

F – frio

LS – Limite Superior

LI – Limite Inferior

Parâmetros do método

Grupo de umidade	TMA > 20°C		15 < TMA < 20 °C		TMA < 15 °C	
	Dia	Noite	Dia	Noite	Dia	Noite
1 (UR ≤ 30%)	26-34	17-25	23-32	14-23	21-30	12-21
2 (UR 31-50%)	25-31	17-24	22-30	14-22	20-27	12-20
3 (UR 51-70%)	23-29	17-23	21-28	14-21	19-26	12-19

4 (UR>70%)	22-27	17-21	20-25	14-20	18-24	12-18
------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Obs.: TMA – temperatura média anual (quadro 1)

Quadro 3 – Indicadores

Umi-dade	U1	X	X	X	X				X	X	X	X	X	U1=9
	U2					X	X	X						U2=3
	U3	X	X										X	U3=3
Ari-dez	A1													A1=0
	A2													A2=0
	A3													A3=0

Indicadores					
Ind.	Dia	Noite	chuva	Umidade	AMM
U1	Q			4	
	Q			2,3	<10°C
U2	C			4	
U3			>200		
A1				1,2,3	≥10°C
A2		Q		1,2	
	Q	C		1,2	>10°C
A3	F				

AMM: amplitude média mensal

Quadro 4 – Recomendações para o projeto arquitetônico

Totais dos indicadores								
U1	U2	U3	A1	A2	A3			
9	3	3	0	0	0			
Implantação			0-10				1	Fachadas maiores voltadas para norte e sul, visando menor insolação.
			11/dez			5/dez	2	Edifícios compactos, com pátio interno.
Espaçamentos	11/dez						3	Separação ampla, para melhor ventilação.
	2/out						4	Como 3, mas com proteção contra ventos quentes e/ou frios.
	0-1						5	Distribuição compacta dos edifícios.
Ventilação	3/dez						6	Edifícios em fila simples para permitir uma ventilação permanente.
	1/fev			0-5			7	Edifícios em fila dupla com dispositivos para controlar a ventilação.
Tamanho das aberturas	0	2/dez					8	Não é necessário ventilar.
		0-1						
				0-1		0	9	40% a 60% das fachadas norte e sul (ao nível do corpo).
						1/dez	10	25% a 40% das fachadas norte e sul, e/ou este e oeste quando o frio predominar.
			2/mai				11	15% a 25% da fachada

				8/dez		0-3	12	10% a 20% da fachada (proteção contra o sol)
						4/dez	13	25% a 40% da fachada (permitindo sol no período frio)
Posição das aberturas	3/dez						14	Nas fachadas norte e sul, permitindo ventilação no nível dos corpos dos ocupantes.
	1/fev			0-5				
	0			6/dez			15	Como em 14, mas com aberturas nas paredes internas.
Proteção das aberturas						0-2	16	Evitar luz solar direta nos interiores.
			2/dez				17	Proteger da chuva, permitindo ventilação.
Paredes e pisos				0-2			18	Leves, refletoras.
				3/dez			19	Pesadas.
Coberturas	10/dez			0-2			20	Leves, refletoras.
				3/dez			21	Leves, isolantes.
	0-9			0-5				
Exterior					1/dez		22	Pesadas.
			1/dez				23	Prever espaço ao ar livre para dormir.
							24	Proteger das chuvas.

Apenas nos casos F (proteção das aberturas) e I (exterior da edificação) as recomendações não são excludentes.

3.3. Método de Rivero

O método de Roberto Rivero(1986) fornece um gráfico onde é possível determinar a resistência térmica e o coeficiente de amortecimento dos fechamentos opacos. Também possibilita o tratamento dos fechamentos transparentes, problemas da radiação solar, ventilação higiênica e de verão.

No gráfico, a partir da temperatura média, encontram-se, pela respectiva amplitude, dois grupos de linhas, um deles a resistência térmica e o outro o coeficiente de amortecimento. Estes valores são os encontrados para a espessura do fechamento vertical exterior de tijolo maciço (escala superior do gráfico) cuja resistência e coeficiente de amortecimento são os encontrados na escala da parte inferior do gráfico. Para fechamentos horizontais e divisórias internas deve-se consultar as notas ao pé do gráfico. Seguindo com os valores da temperatura média até a segunda parte do gráfico obtém-se, quando estas linhas se interceptam com as já existentes, soluções para os problemas de radiação e ventilação, conforme mostrado na figura 1.

Tabela 2 - Dados utilizados no método de Rivero.

Mês	Temp. média máx. (°C)	Temp. média mín. (°C)	Temp. média (tm) (°C)	Amplitude média (γm) (°C)
Jan	29,5	19,9	24,7	9,6
Fev	29,5	19,6	24,6	9,9
Mar	29,4	19,1	24,3	10,4
Abr	28,3	17,3	22,8	11,1
Mai	25,2	14,2	19,7	11,0
Jun	24,8	12,9	18,9	11,9
Jul	25,1	12,6	18,9	12,5
Ago	27,2	13,7	20,5	13,5
Set	27,7	15,6	21,7	12,1
Out	28,9	17,5	23,2	11,4
Nov	29,0	18,2	23,6	10,9
Dez	29,4	19,3	24,4	10,1

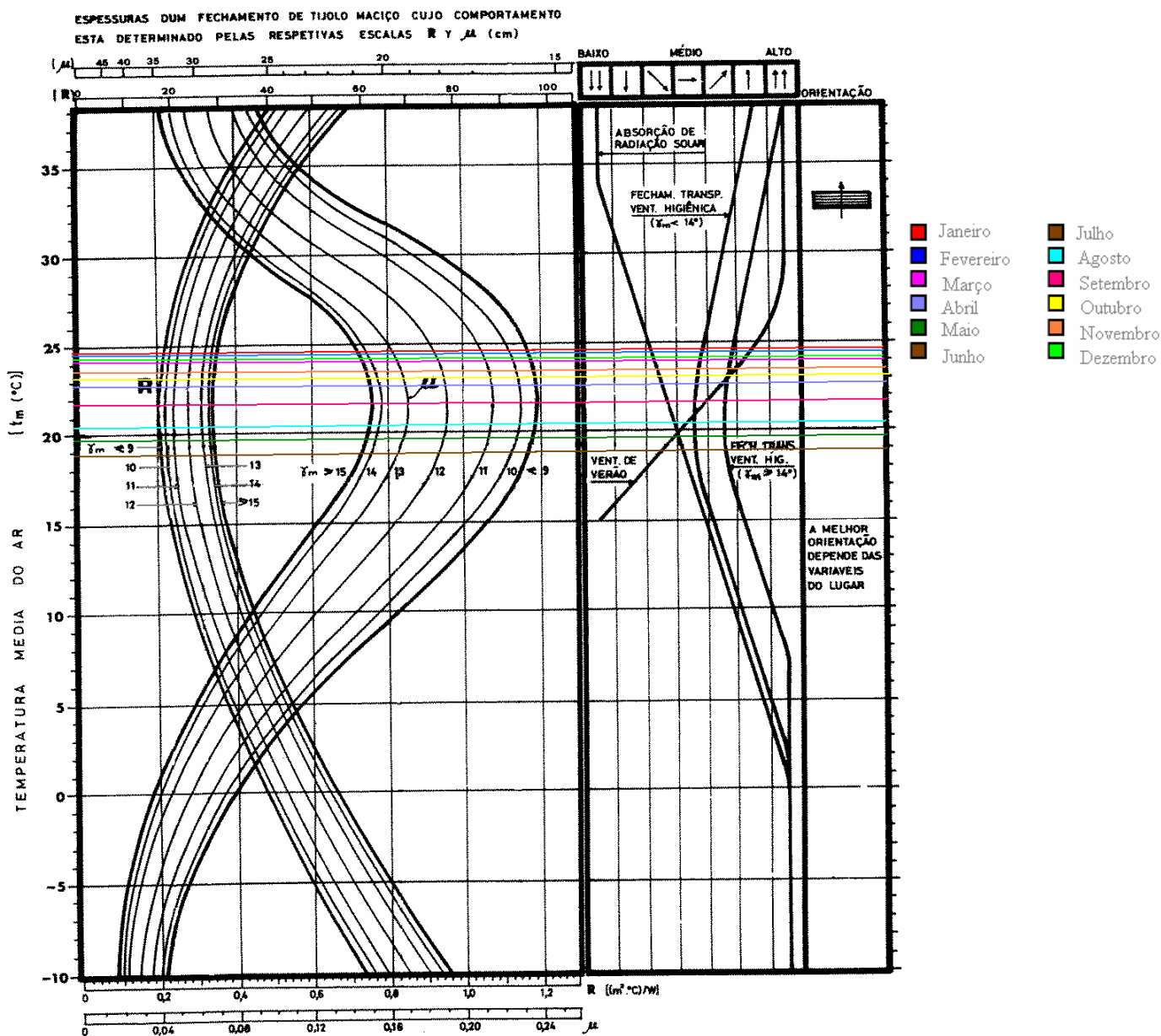


Figura 1 – Gráfico do método de Rivero com os valores da região de Campinas.

Obtiveram-se os seguintes valores para os meses com valores mais extremos, Janeiro e Agosto:

Tabela 3 – Valores das resistências e dos coeficientes de amortecimento.

		Janeiro	Agosto
Fechamentos verticais	R (m ² C/W)	0,24	0,32
	μ (coef. Amort.)	0,23	0,16
Fechamentos horizontais	R (m ² C/W)	0,30	0,40
	μ (coef. Amort.)	0,15	0,10
Divisórias internas	R (m ² C/W)	0,12	0,16
	μ (coef. Amort.)	0,48	0,40

Assim, a espessura de uma parede de tijolo cerâmico de mesmas características térmicas em Janeiro é de 20 cm ($R = 0,24 \text{ m}^2\text{C/W}$) e de 16 cm ($\mu = 0,23$). Em Agosto de 27 cm ($R = 0,32 \text{ m}^2\text{C/W}$) e de 20 cm ($\mu = 0,16$). Continuando t_m até a segunda parte do gráfico obtiveram-se as seguintes recomendações:

3.3.1. Fechamentos transparentes

Fechamentos envidraçados construídos sem exigências especiais, em certas zonas do trópico úmido podem até carecer parcialmente de vidros para assegurar uma ampla ventilação permanente.

3.3.2. Radiação solar

- Maio a Julho: Não se requer nenhuma proteção ou tratamento particular. Os fechamentos envidraçados a leste e a oeste, no mínimo, terão dispositivos exteriores para controlar a radiação solar.

- Agosto a Abril: A eliminação da radiação solar é ainda importante, mas sua solução pode ser conseguida por uma correta forma e orientação; pela coloração apropriada das superfícies; pelo adequado tratamento do solo circundante para diminuir as reflexões e controlar as temperaturas superficiais; por elementos especializados como dispositivos de proteção exteriores para os fechamentos envidraçados.

3.3.3. Ventilação higiênica

As portas e janelas normais do edifício são suficientes para satisfazer estas necessidades.

3.3.4. Ventilação de verão

- Dezembro a Março: Ventilação abundante, permanente, por todo o espaço interior cujas divisões não deverão obstruir a ventilação cruzada. O projeto urbanístico e a orientação dos edifícios favorecerão o aproveitamento dos ventos dominantes.

- Outubro, Novembro e Abril: Ventilação abundante; prever a possibilidade de um controle diurno quando a temperatura do ar exterior é superior à interior.

- Maio a Setembro: Diminuição gradual das previsões sobre a ventilação de verão; levando em conta somente os momentos necessários. Observar, a este respeito, as temperaturas absolutas.

3.3.5. Orientação

- Maio a Julho: Fachadas maiores orientadas a norte-sul.

- Agosto a Abril: A melhor orientação depende das variáveis do lugar.

3.4. Método de Aroztegui

Pelo método de José Miguel Aroztegui(1995), através dos valores da temperatura e amplitude média no gráfico obtém-se o quadrante onde está localizado; no Quadrante A o frio é o principal problema; no B o calor; no C e D o frio ou o calor se combinam com grandes amplitudes. Assim, para cada uma destas regiões existirão diferentes respostas para a concepção do edifício. Existem três tipos de caracterização:

Caracterização global: utilizando-se temperatura e amplitude média anual. Assim, $T_m = 22,3^{\circ}\text{C}$ e $A_m = 11,2^{\circ}\text{C}$.

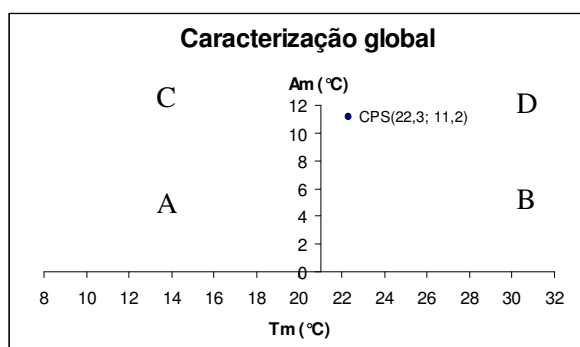


Figura 2 – Caracterização global.

Caracterização sazonal: utilizam-se temperaturas e amplitudes médias do mês mais frio e mais quente. Para o mês mais quente (janeiro) $T_m = 24,7^{\circ}\text{C}$ e $A_m = 9,6^{\circ}\text{C}$ e para o mais frio (julho) $T_m = 18,9^{\circ}\text{C}$ e $A_m = 12,5^{\circ}\text{C}$.

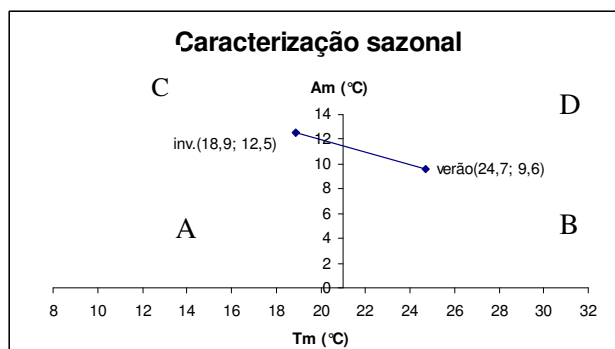


Figura 3 – Caracterização sazonal.

Caracterização do rigor das estações: utilizam-se as temperaturas mínimas médias e amplitudes médias do mês mais frio e temperaturas máximas médias e amplitude média do mês mais quente. Portanto, para o mês

de julho tem-se $T_{mín} = 12,6^{\circ}\text{C}$ e $A_m = 12,5^{\circ}\text{C}$ e para o mês de janeiro $T_{máx} = 29,5^{\circ}\text{C}$ e $A_m = 9,6^{\circ}\text{C}$.

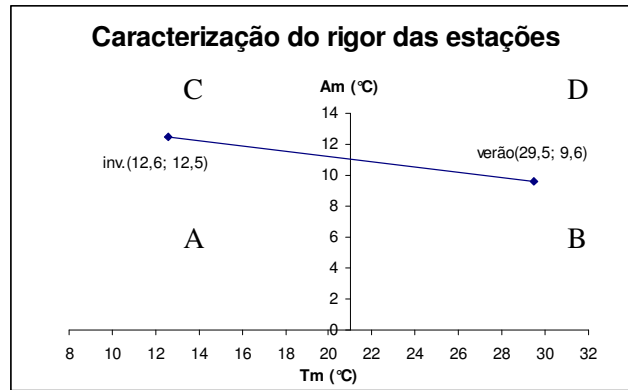


Figura 4 – Caracterização do rigor das estações.

Tabela 4 – Dados de temperatura e amplitude média.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
$T_m(^{\circ}\text{C})$	24,7	24,6	24,2	22,8	19,7	18,9	18,9	20,5	21,7	23,2	23,6	24,4
$A_m(^{\circ}\text{C})$	9,6	9,9	10,4	11,1	11,0	11,9	12,5	13,5	12,1	11,4	10,9	10,1

O edifício deve responder durante todo o ano aos problemas térmicos, porém, neste caso, todas as caracterizações se encontram em zona de transição. Apenas é possível notar que nas duas últimas caracterizações o verão se encontrou no quadrante B, sendo necessário minimizar o aumento da temperatura interna. Segundo Aroztegui(1995), caso a T_m seja menor que 25°C (neste caso $T_m = 24,7^{\circ}\text{C}$), devem existir, em paredes diferentes, aberturas de dimensões normais que permitam a ventilação cruzada, porém esta deve ser controlada com facilidade. Deve-se também proteger os fechamentos opacos e transparentes com vegetação e uma orientação adequada.

3.5. Método dos Triângulos

Neste método proposto por Evans e Schiller(2007) os limites de conforto são estabelecidos para níveis de atividade diferentes. No gráfico é expressa a relação entre a temperatura média (T_m) e a amplitude térmica (A_m). Existem zonas de conforto que são relacionadas a espaços específicos, sendo elas zonas A, B, C e D, para atividades sedentárias, conforto em dormitórios, conforto em espaços de circulação e conforto em espaços externos respectivamente. O gráfico também possui estratégias de conforto para quando as condições estiverem fora das zonas de conforto. Utilizando-se os dados da tabela 4, tem-se o seguinte resultado:

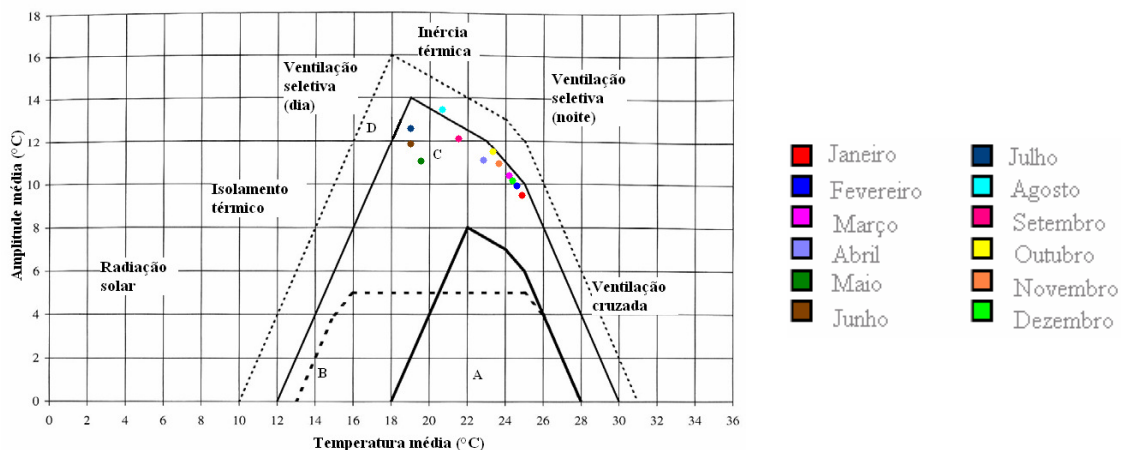


Figura 5 – Gráfico do método dos triângulos com os dados referentes à Campinas.

A tabela seguinte mostra, para cada zona de conforto, as estratégias a serem utilizadas de acordo com o método. Quando as condições estiverem dentro das zonas de conforto não haverá necessidade do uso das estratégias e isto será representado por “X”.

Tabela 5 – Estratégias para obter o conforto térmico.

	A	B	C	D

Jan	Vent.Sel.(noite)	Inércia térmica	X	X
Fev	Vent.Sel.(noite)	Inércia térmica	X	X
Mar	Inércia térmica	Inércia térmica	X	X
Abr	Inércia térmica	Inércia térmica	X	X
Mai	Vent. Sel.(dia)	Inércia térmica	X	X
Jun	Vent. Sel.(dia)	Inércia térmica	X	X
Jul	Vent. Sel.(dia)	Inércia térmica	X	X
Ago	Vent. Sel.(dia)	Inércia térmica	Inércia térmica	X
Set	Inércia térmica	Inércia térmica	X	X
Out	Inércia térmica	Inércia térmica	X	X
Nov	Inércia térmica	Inércia térmica	X	X
Dez	Inércia térmica	Inércia térmica	X	X

Ventilação seletiva (dia/noite): O uso da ventilação seletiva noturna ajuda a reduzir a temperatura. Porém, uma redução na ventilação diurna ajuda a evitar um aumento da temperatura do meio-dia, além de diminuir a amplitude térmica interna em relação à externa.

Inércia térmica: Pode reduzir em até 80% a amplitude interna em relação à externa, já que paredes com alta inércia absorvem o calor durante o dia e o liberam para o interior à noite.

Como são necessárias diferentes estratégias, estas podem ser combinadas para garantir as condições de conforto adequadas. Por exemplo, uma redução efetiva na amplitude térmica traria conforto, porém seria difícil reduzi-la de 11°C para 2°C. Entretanto, uma combinação de uma redução de amplitude e temperatura média conseguiria alcançar este objetivo, não sendo necessários os extremos de nenhuma das estratégias.

3.6. Comparação Final

A tabela a seguir resume as principais características observadas na recomendação atual e a encontrada por Chvatal (1998).

Tabela 6 – Comparação entre recomendações atuais e segundo Chvatal(1998)

Aspecto	Recomendação atual	Recomendação segundo Chvatal
Aberturas	<ul style="list-style-type: none"> • Devem permitir a ventilação cruzada • Protegidas contra o vento diurno do verão vento quente <ul style="list-style-type: none"> • Devem ser reguláveis, para controlar a ventilação do verão e, se necessário, do inverno. • Também devem permitir a ventilação noturna nos meses de Janeiro e Fevereiro • 40 a 60% das fachadas N e S (nível do corpo) • Protegidas da chuva e da luz solar direta 	<ul style="list-style-type: none"> • Orientadas de modo que seja possível ventilação cruzada (aproveitamento do vento: sudeste). • Protegidas contra o vento sudeste no inverno. Maior cuidado com as infiltrações em janelas e portas submetidas a esse vento. • Reguláveis, para que seja possível o controle do fluxo de ar, de modo a atender as exigências de ventilação variáveis ao longo do ano. Não devem ser previstas aberturas permanentes de ventilação. • Posicionadas de forma que o vento incida diretamente sobre os ocupantes no verão (janelas na altura dos usuários) • Com dispositivos exteriores para controlar a radiação solar principalmente no período de setembro a maio, nos horários mais quentes do dia, referentes ao período da tarde. <ul style="list-style-type: none"> • Protegidas contra chuva.
Orientação/ Insolação	<ul style="list-style-type: none"> • Fachadas maiores voltadas para norte/sul • Proteger os fechamentos opacos 	<ul style="list-style-type: none"> • A orientação dos edifícios deve favorecer o aproveitamento do vento predominante (sudeste).

	<p>com vegetação</p> <ul style="list-style-type: none"> • Coloração apropriada 	<ul style="list-style-type: none"> • Controle da radiação solar através da coloração apropriada das superfícies. • Tratamento do solo circundante para controlar as temperaturas superficiais. Uma boa alternativa é o uso da vegetação que também diminui a necessidade de drenagem da água da chuva.
Espaçamento entre as edificações	<ul style="list-style-type: none"> • Separação ampla para melhor ventilação, porém com proteção a vento quentes/frios 	<ul style="list-style-type: none"> • Grande separação entre as edificações para entrada do vento sudeste no verão úmido.
Fechamentos	<ul style="list-style-type: none"> • Devem possuir média a alta inércia térmica, porém com ventilação noturna em Janeiro e Fevereiro para reduzir o calor recebido. 	<ul style="list-style-type: none"> • Inércia térmica de média a alta, devido às grandes amplitudes de temperatura, principalmente no inverno.
Superfícies Envidraçadas	<ul style="list-style-type: none"> • Elementos especializados como dispositivos de proteção exteriores para os fechamentos envidraçados 	<ul style="list-style-type: none"> • Devem possuir dispositivos exteriores para controlar a radiação solar, pois a transmitem diretamente para o ambiente interno.

5. CONCLUSÕES

Com este trabalho foi possível notar, pelo método expedito, que, em relação ao trabalho elaborado por Chvatal (1998), o período de inverno continuou o mesmo, abrangendo os meses de junho a agosto, porém o verão aumentou, passando a ter um mês a mais, o de outubro. Para as recomendações da fase de projeto, fornecidas pelas tabelas de Mahoney (1977), observou-se a mudança especialmente nos grupos de umidade de alguns meses, passando de A1 (de umidade baixa) para U1 e U3 (de umidade elevada). Este aumento da umidade relativa do ar em 7% colaborou para a mudança de alguns aspectos, como o tamanho das aberturas, que passaram de 25 a 40% para 40 a 60% das fachadas norte e sul; o material utilizado para paredes e pisos, de pesados para leves e refletores; e passou a existir a necessidade de proteção contra a chuva para as aberturas e para o exterior. Já com o método de Rivero (1986) notaram-se mudanças em alguns meses em relação à ventilação de verão, necessitando de uma maior ventilação também nos meses de dezembro e março. Em relação à inércia térmica houve diminuição do coef. de amortecimento (paredes leves) do fechamento horizontal para o período do inverno (agosto). Isto porque o aumento da temperatura média no inverno possibilitou um clima mais ameno durante a noite, não havendo necessidade de armazenar muito calor durante o dia. No método de Aroztegui (1995) também foi verificado que as caracterizações se encontram em zonas de transição, portanto os problemas não são claramente definidos e em consequência disto os recursos devem ser medidos com cautela. Para o método dos triângulos notou-se a necessidade do uso da ventilação seletiva diurna também nos meses de maio e agosto, além dos de junho e julho já vistos por Chvatal (1998). Agora também é necessário o uso de ventilação seletiva noturna durante os meses de janeiro e fevereiro. Isto ocorreu já que, de maio a agosto, as T_m são menores e as amplitudes altas, necessitando-se de um ganho de calor diurno para uso noturno. Já em janeiro e fevereiro as altas temperaturas permanecem durante a noite (amplitude menor), sendo necessária a ventilação noturna para amenizar o calor.

6. REFERÊNCIAS

- AKUTSU, M., VITTORINO, F., KANACIRO, C. **Tratamento estatístico de dados climáticos para a definição dos períodos de verão e de inverno**. In: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, 2, 1993, Florianópolis. Anais.... Florianópolis: ANTAC, ABERGO, SOBRAC, 1993. p. 185-191.
- AROZTEGUI, J. M. **El Proyecto para la eficiencia térmica de los edificios**. III Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, Gramado/RS, 1995. (apostila de curso).
- CHVATAL, K. M. S. **A prática do projeto arquitetônico em Campinas, SP e diretrizes para o projeto de edificações adequadas ao clima**. (dissertação de mestrado). Faculdade de Engenharia Civil, UNICAMP, Campinas, 1998.
- EVANS, J. M. **The comfort triangles: a new tool for bioclimatic design**. (Tese de doutorado). Technische Universiteit Delft, 2007.
- KOENIGSBERGER, O. H. et al. **Viviendas y edificios en zonas cálidas y tropicales**. Madrid: Paraninfo, 1977.
- RIVERO, R. **Arquitetura e clima: acondicionamento térmico natural**. 2. ed. Porto Alegre: DC Luzzato/UFRGS, 1986.
- Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Ecofisiologia e Biofísica – Instituto Agrônomo de Campinas, 2007.**