



Assunto: **AVALIAÇÃO CLIMÁTICA DE MAHONEY**

Autor: PAULO AFONSO RHEINGANTZ

Os dados e recomendações desenvolvidos por C. Mahoney, publicados inicialmente pelo Centro de Construção e Planejamento das Nações Unidas, podem ser utilizados para diagnóstico em qualquer clima do mundo. Sua utilização é bastante simples, possibilitando determinar as especificações/exigências climáticas dos edifícios projetados. Em climas compostos, como o do Sul do Brasil, os requisitos/exigência sazonais podem ser contraditórios. O sistema de dimensionamento pode ser utilizado de forma acessível para determinar a importância relativa dos elementos conflitantes. Este sistema deve considerar a duração e a severidade dos vários fatores climáticos.

Do ponto de vista das influências climáticas no projeto de edifícios, as recomendações não constituem um completo e contínuo processo de projeto, mas indicam estágios / fases onde os fatores climáticos devem ser considerados/analísados em conjunto com os demais fatores determinantes do projeto.

Para facilitar sua compreensão, os quadros foram preenchidos com os dados da Estação Praça XV da Cidade do Rio de Janeiro.

QUADRO 01: TEMPERATURA DO AR (TBS)

Localidade	RIO DE JANEIRO/Pça XV	TMA = 26,1°	TMA = temperatura média anual
Longitude	43° 10' W	VMA = 06,7°	VMA = variação média anual [(TMM _{max}) - (TMM _{min})]
Latitude	22° 54' S	TMM_{max} = 33,7°	TMM _{max} = máxima média mensal mais alta
Altitude	5,32 m	TMM_{min} = 18,4°	TMM _{min} = mínima média mensal mais baixa

QUADRO 01/1 - TEMPERATURA DO AR (TBS)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Média das Máximas	29,4	30,2	29,4	27,8	26,4	25,2	25,3	25,6	25,0	26,0	27,4	28,6
Média das mínimas	23,3	23,5	23,3	21,9	20,4	18,7	18,4	18,9	19,2	20,2	21,4	22,4
Amplitude Média	06,1	06,7	06,1	05,9	06,0	06,5	06,9	06,7	05,8	05,8	06,0	06,2

TMA é obtida pela média aritmética entre o valor mais alto da temperatura média mensal TMM_{max} (33,7°C) e o valor mais baixo da temperatura média mensal TMM_{min} (18,4°C), ou seja: 26,1°C

VMA é obtida pela diferença entre o valor mais alto das máximas médias mensais (33,7°C) e o valor mais baixo das mínimas médias mensais (18,4°C) = 15,3°C

QUADRO 02: UMIDADE RELATIVA, CHUVA E VENTO

GRUPO DE UMIDADE	MÉDIA DE UMIDADE RELATIVA (u _r)
G-1	menos que 30%
G-2	de 30 a 50%
G-3	de 50 a 70%
G-4	acima de 70%

QUADRO 02/1 - UMIDADE RELATIVA DO AR (%)

Média das Máximas												
Média das Mínimas												
Média	79,0	79,0	80,0	80,0	80,0	79,0	77,0	77,0	79,0	80,0	79,0	80,0
GRUPO DE UMIDADE	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

QUADRO 03: DIAGNOSE

LIMITES DE CONFORTO POR GRUPO DE UMIDADE

u _r média (%)	grupo de umidade	TMA > 20° C		TMA 15 a 20° C		TMA < 15° C	
		DIA	NOITE	DIA	NOITE	DIA	NOITE
0 a 30	GRUPO 1	26 - 24	17 - 25	23 - 32	14 - 23	21 - 30	12 - 21
30 a 50	GRUPO 2	25 - 31	17 - 24	22 - 30	14 - 22	20 - 27	12 - 20
50 a 70	GRUPO 3	23 - 29	17 - 23	21 - 28	14 - 21	19 - 26	12 - 19
70 a 100	GRUPO 4	22 - 27	17 - 21	20 - 25	14 - 20	18 - 24	12 - 18



RIGOR TÉRMICO:

Q = temperatura acima dos limites de bem estar (no exemplo do Rio de Janeiro/Praça XV, > 27°C/dia e > 21°C/noite)

F = temperatura abaixo dos limites de bem estar (no exemplo do Rio de Janeiro/Praça XV, < 22°C/dia e < 17°C/noite)

- = temperatura nos limites de bem estar (22°C < dia < 27°C / 14°C < noite < 20°C)

QUADRO 04: INDICADORES (GRUPO DE SINTOMAS DE RIGOR)

INDICADORES DE UMIDADE (U):	
U-1:	movimento do ar é indispensável ocorre quando temos temperatura elevada e alta umidade (G-4), temperatura elevada e umidade moderada (G-3 e G-2), ou quando houver variação diurna de temperatura inferior a 10°C.
U-2:	movimento do ar é conveniente ocorre quando a temperatura está nos limites de bem estar se combinam com uma umidade elevada (G-4).
U-3:	proteção contra chuva é necessário afotar precauções contra a penetração de chuva, quando a pluviosidade excede a 200 mm por mês.

INDICADORES DE ARIDEZ (A):	
A-1:	necessidade de armazenamento térmico ocorre quando coincide uma forte variação diurna de temperatura (mais de 10°C) com umidade moderada ou baixa (G-1, G-2 ou G-3).
A-2:	conveniência de dormir ao ar livre ocorre quando a temperatura noturna é elevada (rigor térmico noturno (Q) e a umidade é baixa (G-1 ou G-2). Pode ser necessário quando as noites são confortáveis ao ar livre, mas no interior das habitações faz muito calor como consequência de grande armazenamento térmico (ou seja: dia Q, noite -, grupo de umidade G-1 ou G-2 e quando a variação diurna de temperatura é superior a 10°C.
A-3:	problemas de inverno ou estação fria ocorre quando a temperatura de dia cai por baixo dos limites de bem estar (rigor térmico de dia F).

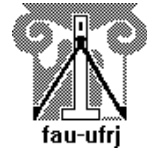
RESUMO DAS RECOMENDAÇÕES RELATIVAS AO PROJETO:

a. QUANTO AO TRAÇADO / IMPLANTAÇÃO:

- edifícios orientados sobre o eixo leste-oeste, com as elevações maiores voltadas para norte e sul para reduzir a exposição ao sol, quando:
 - é necessário armazenamento térmico A-1 até dez meses ao ano, ou
 - é necessário armazenamento A-3 entre 5 e doze meses ao ano.
- edifícios deverão estar dispostos ao redor de pequenos pátios, quando:
 - é necessário armazenamento térmico A-1 durante 11 ou 12 meses ao ano, ou
 - estação fria – armazenamento térmico A-3 – é menor do que 5 meses ao ano.

b. QUANTO AO ESPAÇAMENTO:

- edifícios espaçados para permitir a penetração das brisas, quando:
é indispensável movimento de ar U-1 durante 11 ou 12 meses ao ano, devendo o espaço entre as fileiras paralelas de habitações ser cinco ou mais vezes maior do que a altura dos edifícios.



4. edifícios espaçados para permitir a penetração da brisa é necessário quando U-2 ocorrer entre dois e dez meses ao ano, prevendo-se no entanto, proteção contra o vento quente ou frio.
5. edifícios agrupados de forma compacta, quando o movimento do ar U-1 é necessário por um período de até dois meses ao ano.

c. QUANTO AO MOVIMENTO DO AR:

6. edifícios dispostos em fileira, com aberturas nas paredes norte e sul, quando:
 - 6.1. é indispensável o movimento de ar U-1 por um período superior a dois meses ao ano, ou
 - 6.2. é conveniente quando o movimento do ar U-1 durante um ou dois meses ao ano e o armazenamento térmico A-1 durante até cinco meses.
7. edifícios dispostos em fileira dupla quando:
 - 7.1. não é necessário movimento do ar U-1 por mais de dois meses ao ano, ou
 - 7.2. é conveniente movimento do ar U-2, devendo ser prevista a possibilidade de ventilação temporária cruzada, ou
 - 7.3. se o vento dominante é indispensável ou as limitações do terreno dificultam o movimento do ar, deverá ser prevista a instalação de ventiladores de teto (pé-direito mínimo 2,70m).
8. edifícios com compartimentos dispostos em fileira dupla, quando:
 - 8.1. nunca é necessário o movimento do ar U-1 para conseguir bem estar, ou
 - 8.2. quando é necessário manter o bem estar U-2 somente durante um mês ou menos, durante um ano.

d. VÃOS E ABERTURAS NAS PAREDES:

9. edifícios deverão ter vãos e aberturas grandes (de 40% a 80% da superfície das paredes) nas elevações norte e sul quando é necessário armazenamento térmico A-1 durante período inferior a dois meses ao ano e não há estação fria A-3. As janelas não precisam estar inteiramente cobertas com vidro, mas deverão estar protegidas contra o sol, a luminância da abóbada celeste e a chuva, preferencialmente através de beirais de telhado.
10. edifícios deverão ter vãos e aberturas pequenos (menos de 25% da superfície das paredes) se é necessário armazenamento térmico A-1 durante período de 11 ou 12 meses ao ano e a estação fria dura menos de dois meses.
11. em todas as situações restantes, os edifícios deverão ter vãos e aberturas médios (entre 25% e 40% da superfície das paredes) nas elevações norte e sul.
 - 11.1. as aberturas podem ser localizadas nas paredes orientadas para leste quando a estação fria A-3 é longa (mais de seis meses).
 - 11.2. as aberturas podem ser localizadas nas paredes orientadas para oeste nos climas frios e temperados, mas esta orientação deve ser evitada na zona tropical.

e. PAREDES:

12. os edifícios devem ter paredes leves (pouca inércia térmica) se for necessário armazenamento térmico A-1 por um período inferior a dois meses ao ano, podendo ainda:



12.1. paredes internas também devem ser leves em que a estação quente seja úmida for de curta duração, ou

12.2. paredes internas devem ser pesadas se a variação anual de temperatura for superior a 20°C, combinada com a estação quente-úmida.

13. os edifícios devem ter paredes externas e internas pesadas, com grande capacidade calorífica se é necessário armazenamento térmico A-1 durante um período de três a doze meses ao ano.

f. COBERTURAS:

14. os edifícios devem ter coberturas leves, mas isoladas, quando é necessário armazenamento térmico A-1 em períodos de até cinco meses ao ano.

15. os edifícios devem ter coberturas pesadas, com grande capacidade calorífica, quando é necessário armazenamento térmico A-1 por um período de mais de seis meses ao ano.

atenção: não deverão ser utilizados, nas zonas tropicais, elementos zenitais horizontais ou outras aberturas protegidas com vidros na cobertura.

g. DORMIR AO AR LIVRE:

16. previsão de espaço para dormir ao ar livre quando ocorre o indicador de aridez A-2 por período de mais de um mês ao ano. Estes espaços devem ficar expostos à parte mais fria do céu noturno (o zenite) para permitir a perda de calor por irradiação para o exterior.

h. PROTEÇÃO CONTRA A CHUVA:

17. quando ocorrer em precipitações freqüentes e intensas quando ocorre o indicador U-3 em mais de três meses ao ano: corredores e circulações cobertos, beirais largos, alpendres / varandas amplos.

RESUMO DAS RECOMENDAÇÕES RELATIVAS AO PROJETO DO EDIFÍCIO:

Quando o projeto é concebido globalmente, deve ser desenvolvido até o estágio onde todos os projetos complementares estejam satisfatoriamente resolvidos, e não apenas o projeto climático. De cada ponto de vista, todos os elementos devem ser re-examinados até a exaustão, sendo detalhado com grande precisão, quanto ao seu dimensionamento e forma.

Durante esta etapa de desenvolvimento do projeto, a solução climaticamente mais correta pode ser modificada, se em benefício do global, com base em princípios estéticos, econômicos, estruturais, construtivos ou até mesmo exigências legais de urbanismo. O re-exame pode resultar em um projeto de elementos que possam melhorar (ou otimizar) a performance climática da edificação.

Esta fase do projeto apresenta duas tarefas primordiais:

1. determinar a forma e dimensões dos elementos que ainda não foram projetados ou que apenas tenham especificados os principais requisitos técnicos.



2. re-examinar componentes / elementos projetados inicialmente, quando o projeto necessita modificações / alterações para possibilitar a melhora de sua performance climática.

A seguir, são apresentadas algumas recomendações para o projeto de elementos do edifício.

a. DIMENSÃO DE VÃOS E ABERTURAS:

1. vãos / aberturas grandes (de 40% a 80% da superfície da parede), quando não seja necessário armazenamento térmico ou quando seja necessário armazenamento térmico A-1 em, no máximo um mês durante o ano, e devem estar dispostas de modo que a brisa passe ao nível do corpo.
2. vãos / aberturas médios (de 25% a 40% da superfície da parede), quando:
 - 2.1. é necessário armazenamento térmico A-1 durante menos de dois meses ao ano e estação fria A-3 de um a doze meses ao ano, ou,
 - 2.2. é necessário armazenamento térmico A-1 durante período de dois a cinco meses ao ano.atenção: as aberturas / vãos deverão permitir, durante os meses de inverno, a penetração dos raios de sol no interior do edifício.
3. vãos / aberturas pequenos (de 15% a 20% da superfície da parede), quando for necessário armazenamento térmico A-1 de seis a dez meses ao ano.
4. vãos / aberturas muito pequenos (de 10% a 20% da superfície da parede), quando for necessário armazenamento térmico durante mais de dez meses e a estação fria A-3 dure menos de quatro meses ao ano. Devem ser tomados cuidados especiais para evitar a penetração dos raios de sol no interior do edifício durante a prolongada estação quente.
5. vãos / aberturas médios (de 25% a 40% da superfície da parede), quando for necessário armazenamento térmico A-1 durante mais de dez meses ao ano e a estação fria A-3 seja mais prolongada (de quatro a doze meses ao ano), para permitir que o sol penetre durante os meses frios.

b. POSIÇÃO DOS VÃOS E ABERTURAS:

6. quando o movimento de ar U-1 é imprescindível por mais de três meses ao ano e é necessário armazenamento térmico A-1 por período inferior a seis meses ao ano, as aberturas devem ser posicionadas de forma a que a brisa incida diretamente nos habitantes da edificação. A orientação preferencial é a norte / sul, mas deve ser priorizada a orientação na direção dos ventos dominantes em relação à orientação solar.
7. quando o movimento do ar U-1 é essencial por um período de um ou dois meses e é necessário armazenamento térmico por período superior a seis meses ao ano, ou quando o movimento do ar é conveniente U-2 por período de mais de dois meses ao ano os quartos podem ser agrupados em fila dupla, mas com aberturas nas paredes internas. Neste caso, a orientação solar (norte ou sul) deve ser preferencial à orientação na direção dos ventos dominantes.

c. PROTEÇÃO DOS VÃOS / ABERTURAS:

8. quando a estação fria A-3, for inferior a três meses ao ano, deve haver completa exclusão da luz direta / radiação solar durante todo o ano.



atenção: quando ocorrer estação fria longa (mais de seis meses ao ano), o sol pode ser admitido no interior do edifício na estação fria.

9. quando ocorrer o indicador U-3 e a precipitação exceder a 200mm durante período superior a dois meses ao ano, é necessária a utilização de mecanismo de proteção contra a chuva nas aberturas (venezianas, brises horizontais, janelas basculantes, além de beirais amplos).

d. PAREDES E PISOS:

10. quando é necessário armazenamento térmico A-1 durante menos de dois meses ao ano, pisos e paredes devem ter baixa capacidade térmica. Podem ser executados com blocos ou tijolos furados, com mais de 40% de vazios, por uma reduzida / fina parede maciça ou por paredes de compensado duplo seladas com tratamento e proteção contra insetos e vermes. as faces externas podem ser reflexivas.
11. quando é necessário armazenamento térmico A-1 por período superior a dois meses ao ano, pisos e paredes devem ser pesados, de grande capacidade térmica. Tijolos maciços, blocos ou adobe (tijolo seco ao sol) com mais de 300mm de espessura. Paredes com espessura inferior, com aproximadamente 100mm são satisfatórias se isoladas em sua face exterior.

e. TELHADOS / COBERTURAS:

12. quando é necessário armazenamento térmico A-1 por período inferior a dois meses ao ano, e U-1 (o movimento de ar é indispensável) em mais de dez meses ao ano, podem ser utilizados telhados leves de baixa capacidade térmica (transferência térmica inferior a três horas). Deve ter superfície reflexiva e forro isolado. O emprego de um vão / sótão é recomendado.
13. Quando:
 - 13.1. nas mesmas condições de movimento de ar indispensável (U-1 em mais de dez meses ao ano) ou,
 - 13.2. quando o armazenamento térmico A-1 é necessário por período superior a três meses ao ano e o movimento de ar U-1 é indispensável por período inferior a nove meses ao ano, ou,
 - 13.3. quando é necessário armazenamento térmico A-1 por período inferior a cinco meses ao ano, a cobertura pode ser leve, mas o forro deve ser bem isolado.

Esta exigência pode ser atendida com a utilização de cobertura externa reflexiva, colchão de ar entre a cobertura e o forro, e forro com camada isolante de isopor ou similar com 25 mm de espessura e revestimento de alumínio brilhante na face superior .

14. nas demais situações, a cobertura deve ser pesada, com grande capacidade térmica (mais de oito horas de transferência térmica).

f. TRATAMENTO DO ESPAÇO EXTERNO À EDIFICAÇÃO:

15. quando o indicador A-2 ocorre em mais de um mês ao ano, é necessário prever espaço ao ar livre para dormir. O melhor local é na cobertura (zenite é a parte mais fria do céu), que deve ser plana e resistente ao tráfego – terraço.



16. quando o indicador U-3 ocorre em mais de um mês ao ano, ou seja, pluviosidade mensal superior a 200 mm, devem ser tomadas precauções na drenagem pluvial das coberturas. Calhas, tubos de descida, ralos, caixas de areia, devem ser utilizados, bem como telas nas aberturas / vãos para proteção contra os mosquitos. Em construções de baixo custo, são admitidos beirais sem calhas, desde que o beiral tenha aproximadamente 1,0 m e o telhado tenha caimento superior a 30%.

BIBLIOGRAFIA:

- MASCARÓ, Lúcia R. de. Luz, Clima e Arquitetura, 3.ed. São Paulo: Nobel, 1983.
KOENIGSBERGER, O. H. et al. Manual of Tropical Housing and Building. Londres: Longman, 1973.
PRIETTO, Pedro Luiz M. – Dados Climáticos de Pelotas – Pelotas: UFPel, 1981.