

MÉTODO INTEGRADO DE ANÁLISE CLIMÁTICA PARA ARQUITETURA APLICADO À CIDADE DE BELO HORIZONTE, MG

Eleonora Sad de Assis

Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais
Rua Paraíba, 697 30130-140 Belo Horizonte MG Tel.: (31)3269-1851 Fax: (31)3269-1818
E-mail: elsad@dedalus.lcc.ufmg.br

RESUMO

Apresenta-se um procedimento de análise climática para a geração de recomendações e subsídios ao projeto arquitetônico, que vem sendo aplicado no ensino de graduação da Escola de Arquitetura da UFMG. Tomando como estudo de caso a cidade de Belo Horizonte, a base disponível de dados médios mensais da estação meteorológica local é transformada em dados horários para melhorar a interpretação usando índices de conforto térmico, bem como possibilitar a transcrição de resultados para a carta solar local, integrando o processo de análise climática através de instrumentos acessíveis de linguagem gráfica.

ABSTRACT

This paper presents a procedure for the climatic assessment applied to architectural design. This procedure has been used in graduation teaching at the UFMG School of Architecture. Considering the case of the city of Belo Horizonte, MG, an available series of monthly data from the local meteorological station were transformed into hourly data to improve climatic analysis through a thermal comfort indexes. This procedure also showed how to plot the results from the comfort index to the local sun path chart, combining diverse and accessible graphic tools in a climatic evaluation process.

1. INTRODUÇÃO

A análise dos dados climáticos de uma certa região ou área constituem a base para a articulação de princípios do conforto térmico em várias fases do desenvolvimento do projeto arquitetônico. Entretanto, a abordagem de condicionamento térmico das edificações extrapola a ciência da climatologia, exigindo a integração de outros tipos de informação, tais como a fisiologia humana e a capacidade de adaptação das populações a diferentes condições climáticas, instrumentos técnicos para a determinação e registro adequado, para subsidiar a tomada de decisão, do comportamento das variáveis ambientais locais que afetam o projeto, bem como métodos ou procedimentos de aplicação de resultados em cada etapa do projeto.

A dificuldade deste tipo de abordagem é que a grande variação de condições regionais resulta na necessidade de enfatizar fatores ambientais diferentes para cumprir com os requisitos de conforto térmico, de modo que as recomendações finais para o projeto não podem ser rígidas ou padronizadas. Por outro lado, enquanto subsídio à tomada de decisão, os métodos ou procedimentos devem ser capazes de gerar resultados confiáveis sem grande demora, de modo que é desejável que o registro de resultados possa ser feito numa linguagem acessível ao projetista.

Neste trabalho, apresenta-se um procedimento para o tratamento de dados climáticos e registro de seus resultados em ferramentas gráficas que podem ser integradas ao processo de projeto de maneira acessível e rápida. Este procedimento vem sendo aplicado nas disciplinas de graduação que tratam do conforto térmico dos ambientes, no curso de Arquitetura e Urbanismo da EAUFMG.

2. UMA PERSPECTIVA PARA A REGIONALIZAÇÃO DE ÍNDICES DE CONFORTO TÉRMICO NO TERRITÓRIO NACIONAL

O Brasil possui uma grande diversidade climática, em função de seu vasto território, abrangendo condições úmidas, áridas, quentes e temperadas. FROTA e SCHIFFER (1995) apresentaram um mapa climático simplificado, baseado em dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), considerado suficiente para a abordagem da adequação da arquitetura ao clima, numa escala mais abrangente.

A partir deste mapa genérico, é possível discutir uma perspectiva de regionalização na aplicação de índices de conforto térmico nos vários domínios climáticos do país, considerando que, embora os seres humanos sejam fisiologicamente muito semelhantes, as adaptações de grupos populacionais às condições do clima local ocasionam distintas respostas com relação ao conforto térmico.

Os índices de conforto térmico relacionam um conjunto de variáveis do ambiente (tais como temperatura do ar, umidade, velocidade de vento e radiação solar) às respostas dos indivíduos, em função do tipo de atividade, vestimenta, sexo, idade, etc.. Como são produzidos a partir de amostras populacionais adaptadas a um determinado tipo de clima, a escolha de um ou outro tipo de índice deve, no mínimo, observar a semelhança das condições climáticas onde será aplicado, além do tipo de atividade para a qual o ambiente projetado se destina.

Embora exista uma grande quantidade de índices atualmente disponíveis, a maior parte deles desenvolvida para ambientes interiores, FROTA e SCHIFFER (1995) consideram que alguns poucos têm aplicação no Brasil: a *Carta Bioclimática* de Olgyay, o *Índice de Temperatura Efetiva* de Yaglou e Houghthen ou o *Índice de Temperatura Efetiva Corrigida* de Vernon e Warner, e o *Índice de Conforto Equatorial*, também conhecido como *Índice de Singapura* de Webb. A estes, acrescentaríamos o *Diagrama Bioclimático* de Givoni (GIVONI, 1976, 1992), que parece adequado às regiões de clima quente e seco do país.

A Carta Bioclimática de Olgyay é, segundo FROTA e SCHIFFER (1995), um índice biofísico, pois relaciona as condições de conforto às trocas térmicas entre o corpo humano e o ambiente. As variáveis ambientais consideradas são temperatura do ar e umidade relativa, indicando as condições requeridas de velocidade de vento ou de radiação solar para corrigir condições desconfortáveis de calor e de frio respectivamente. Este índice foi produzido para regiões de *clima temperado* dos Estados Unidos, indivíduos com roupas leves, atividade sedentária ou trabalho leve (OLGYAY e OLGAYAY, 1963). No caso brasileiro, pode ser aplicado na região sul e áreas serranas.

O Índice de Temperatura Efetiva é considerado um índice subjetivo (FROTA e SCHIFFER, 1995), pois foi desenvolvido a partir das respostas subjetivas de conforto diante da variação das condições de temperatura do ar (ou de temperatura radiante), umidade e velocidade do vento. A zona de conforto sobre o nomograma foi proposta depois por KOENIGSBERGER e outros (1977) para habitantes de *climas quentes e úmidos*, normalmente vestidos e fazendo trabalho leve. ARAÚJO (1996) demonstrou que este índice é adequado para a região litorânea do nordeste brasileiro, sendo também utilizado no estado de São Paulo (FROTA e SCHIFFER, 1995).

O Índice de Conforto Equatorial de Webb foi desenvolvido utilizando uma amostra populacional aclimatada à *condições equatoriais quentes e úmidas*, podendo ser aplicado, de acordo com FROTA e SCHIFFER (1995) à região amazônica. Semelhantemente ao Índice de Temperatura Efetiva, relaciona as variáveis de temperatura do ar e umidade às respostas de conforto dos indivíduos.

O Diagrama Bioclimático de Givoni (1976) é um índice desenvolvido originalmente para uma amostra de população aclimatada a *regiões quentes e secas*. Está plotado sobre a carta psicrométrica do local, subdividindo-a basicamente em três zonas: a zona de conforto; a zona estendida de conforto, onde, lançando mão de certos recursos passivos controlados pela arquitetura, tais como a ventilação, a inércia térmica dos materiais de construção, a insolação direta ou a refrigeração por evaporação, é possível resgatar as condições de conforto e, finalmente, a zona onde se faz necessário o uso de energia operante para resgatar as condições de conforto, através do aquecimento, da desumidificação mecânica ou da umidificação mecânica do ar. A zona de conforto deste índice foi delimitada considerando-se uma velocidade do ar de 2 m/s. De acordo com a classificação de FROTA e SCHIFFER (1995), pode ser considerado um índice subjetivo de conforto térmico.

A Figura 1 mostra uma perspectiva de regionalização na aplicação destes índices em território

brasileiro. Ressalte-se o caráter provisório desta perspectiva, uma vez que são poucas as experiências de validação dos índices no país e muita pesquisa ainda precisa ser feita para se chegar a um quadro consolidado dos índices mais recomendados a cada região e lugar.

3. PREPARAÇÃO DA BASE DE DADOS CLIMÁTICOS PARA APLICAÇÃO

Como se observa na Figura 1, cada índice trabalha com um certo conjunto de variáveis, nem todas disponíveis diretamente na base de dados mais acessível de que se dispõe no país, que são as normais climatológicas (BRASIL, 1992). Por outro lado, para as aplicações em arquitetura e construção civil os dados médios disponíveis são insuficientes para a análise de desempenho térmico das edificações, pois é necessário verificar o comportamento que a construção tem ou terá ao longo de 24 horas.

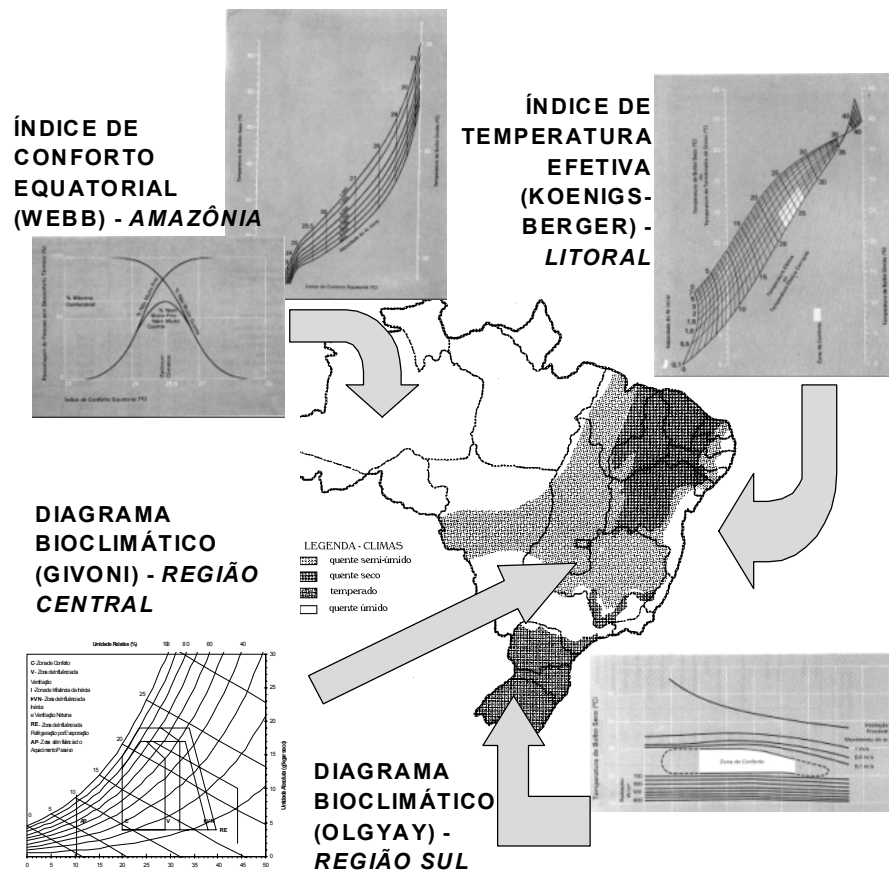


Figura 1 – Regionalização dos índices de conforto térmico. Mapa climático extraído de FROTA e SCHIFFER (1995).

Assim, é necessário preparar a base de dados disponível para a análise que objetiva gerar subsídios para o projeto arquitetônico, quando não há dados horários locais das variáveis climáticas utilizadas pelo índice escolhido. Estas variáveis geralmente são a pressão atmosférica ou a altitude local, a temperatura do ar seco, a temperatura do ar úmido ou a umidade relativa, a velocidade e direção do vento (pelo menos a primeira e segunda dominante), e a radiação solar. Esta última não será tratada neste trabalho.

ALUCCI (1992) propôs um procedimento para gerar a variação horária de temperatura do ar e umidade relativa a partir dos dados médios de temperatura máxima, média e mínima, e de umidade relativa média. Os dados horários médios mensais de *temperatura do ar* são obtidos pelo ajuste dos dados locais à curva-padrão da Organização Mundial de Meteorologia (WMO):

$$T = T_x - (T_x - T_n).j \quad [\text{Eq. 01}]$$

onde: T é a temperatura média mensal horária, (°C)
 Tx é a temperatura média mensal das máximas, (°C)
 Tn é a temperatura média mensal das mínimas, (°C)
 j é o valor de ajuste da curva horária de temperatura, a partir da hora 0 até as 23 horas: 0,75; 0,78; 0,82; 0,87; 0,89; 0,96; 1,00; 0,93; 0,76; 0,57; 0,41; 0,28; 0,15; 0,11; 0,02; 0,00; 0,04; 0,08; 0,15; 0,46; 0,56; 0,64; 0,73; 0,70.

Para a determinação da variação horária de *umidade relativa* a partir de um único valor mensal – a umidade relativa média – o modelo apresentado por ALUCCI (1992) pressupõe que a massa d'água existente no ar permanece constante. Assim, calcula-se uma pressão de vapor para os dados médios mensais de temperatura do ar e umidade relativa, que é considerada fixa, chamada de pressão de vapor de referência (Pvref), possibilitando a determinação horária da umidade relativa em função da temperatura média mensal horária (T) e da pressão de saturação correspondente a cada temperatura, segundo as equações seguintes:

$$P_{\text{sat}} = 6,23 \cdot \text{EXP}(T \cdot 0,0553) \text{ se } T > 25^\circ\text{C} \quad [\text{Eq. 02}]$$

$$P_{\text{sat}} = 4,98 \cdot \text{EXP}(T \cdot 0,0640) \text{ se } T \leq 25^\circ\text{C} \quad [\text{Eq. 03}]$$

onde: P_{sat} é a pressão de saturação calculada para uma dada temperatura do ar, (mmHg)

$$P_{\text{vref}} = \text{UR} \cdot P_{\text{sat}} / 100 \quad [\text{Eq. 04}]$$

onde: P_{vref} é a pressão de vapor de referência, (mmHg)
 UR é a umidade relativa média mensal ou média horária, (%)

No caso do Diagrama Bioclimático de Givoni, quando a carta psicrométrica traz no eixo das ordenadas a variável *umidade absoluta*, para a plotagem dos valores horários através de uma planilha ou um programa computacional, esta variável pode ser calculada por:

$$\text{UA} = (\text{UR}/100) \cdot (622 \cdot P_{\text{sat}}) / (\text{Patm} - P_{\text{sat}}) \quad [\text{Eq. 05}]$$

onde: UA é a umidade absoluta do ar, (g/kg ar seco)
 Patm é a pressão atmosférica média mensal ou anual, (mmHg)

Algumas estações climatológicas da rede-padrão brasileira são auxiliares e não medem todas as variáveis climáticas. Quando não há dados de pressão atmosférica, mas a altitude local é conhecida, pode-se estimar a *pressão atmosférica média*, segundo COSTA (1982), através da seguinte equação:

$$\text{Patm} = 764,57 \cdot [1 - 0,191 \cdot (1,226/10332) \cdot H]^{5,23} \quad [\text{Eq. 06}]$$

onde: Patm é a pressão atmosférica média mensal, (mmHg)
 H é a altitude local, (m)

No caso dos índices que utilizam a *temperatura do ar úmido* ou temperatura de bulbo úmido, esta pode ser determinada por:

$$T' = T - [(P_{\text{sat}} - P_{\text{v}}) / A \cdot \text{Patm}] \quad [\text{Eq. 07}]$$

onde: T' é a temperatura do ar úmido, (°C)
 Pv é a pressão de vapor, (mmHg)
 A é uma constante para T' ≥ 0 °C, igual a 7,99.10⁻⁴

4. ANÁLISE CLIMÁTICA BASEADA NO CRUZAMENTO DE RESULTADOS ENTRE UM ÍNDICE DE CONFORTO TÉRMICO E AS TABELAS DE MAHONEY

A utilização de um único critério, no caso um índice de conforto térmico, pode, em razão de seus limites, levar a erros de interpretação, comprometendo todo o resultado da análise climática, pois a maior parte deles não foi desenvolvida para aplicação na etapa de concepção arquitetônica, sendo mais apropriados para avaliação pós-ocupação, ou o índice ainda não está validado para a região em estudo.

Desse modo, é mais seguro cruzar os resultados de dois critérios, verificando a convergência ou não de seus resultados. Já que boa parte dos índices de conforto não faz indicação alguma dos recursos arquitetônicos a serem mobilizados para uma eventual correção de períodos de desconforto térmico, o outro critério adotado deve necessariamente fazê-lo. O uso das Tabelas de Mahoney como segundo critério parece, então, o mais adequado, uma vez que elas resultam especificamente em recomendações para o projeto arquitetônico.

A Figura 2 mostra a aplicação do procedimento apresentado no item anterior ao caso de Belo Horizonte, MG, utilizando o Diagrama Bioclimático de Givoni, enquanto a Tabela 1 mostra a aplicação das Tabelas de Mahoney à mesma cidade – neste caso, uma adaptação das tabelas apresentadas em KOENIGSBERGER e outros (1977) para facilitar sua utilização, desenvolvida há alguns anos pelo Prof. Antônio Carlos Del Negro, da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UFRJ.

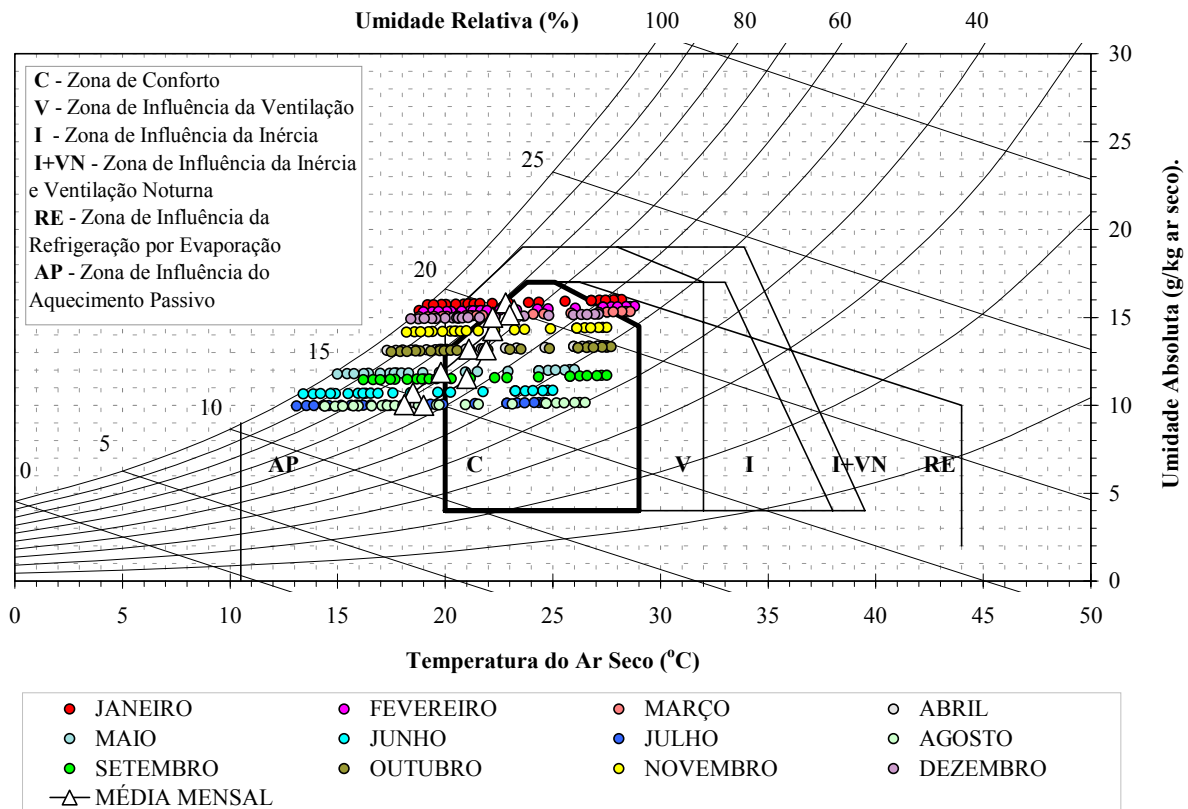


Figura 2 – Diagrama Bioclimático de Givoni para Belo Horizonte, com a variação estimada de 24 h para os dados médios mensais. Fonte de dados: BRASIL, 1992.

Tabela 1 - Tabelas de Mahoney aplicadas aos dados de Belo Horizonte

GH	TMA $\leq 15^\circ$		15° < TMA < 20°		TMA $\geq 20^\circ$		Local: <u>Belo Horizonte</u>	Período: <u>1961-1990</u>
	Dia	Noite	Dia	Noite	Dia	Noite		
1	21-30	12-21	23-32	14-23	26-34	17-25	Longitude: <u>43,56° W</u>	Fonte de dados: BRASIL (1992)
2	20-27	12-20	22-30	14-22	25-31	17-24		
3	19-26	12-19	21-25	14-21	23-29	17-23		
4	18-24	12-18	20-25	14-20	22-27	17-21		

		Mês	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ		
1	Temperatura Média Máx (Tx)		28.2	28.8	28.6	27.5	26.0	25.0	24.6	26.5	27.2	27.7	27.5	27.3	28.8	T _{max}
10	Limites de Conforto Diurno	máx	27	27	27	27	27	27	29	29	29	29	27	27		
		mín	22	22	22	22	22	22	23	23	23	23	22	22		
11	Stress térmico diurno		Q	Q	Q	Q	C	C	C	C	C	C	Q	Q		
2	Temperatura Média Mín (Tn)		18.8	19.0	18.8	17.3	15.0	13.4	13.1	14.4	16.2	17.5	18.2	18.4	13.1	T _{min}
12	Limites de Conforto Noturno	máx	21	21	21	21	21	21	23	23	23	23	21	21		
		mín	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	21.0	TMA
13	Stress térmico noturno		C	C	C	C	F	F	F	F	F	C	C	C		
3	A.M.M. = Tx - Tn		9.4	9.8	9.8	10.2	11.0	11.6	11.5	12.1	11.0	10.2	9.3	8.9	15.7	AMA
4	Umidade Relativa Média Máx (URx)														GH	
5	Umidade Relativa Média Mín (URn)														< 30%	1
6	Umidade Relativa Média (UR)		79.0	75.1	74.7	73.9	72.5	71.4	68.7	64.5	65.1	69.8	74.1	78.0	30-50	2
7	Grupo Higrométrico (GH)		4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	4	4	50-70	3
8	Precipitação Pluviométrica Média		296.3	188.4	163.5	61.2	27.8	14.1	15.7	13.7	40.5	123.1	227.6	319.4	> 70%	4
9	Direção dos Ventos	dom	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E		
		sec	N/SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	N	SE	1491	mm

Obs.: A ordem de preenchimento deste quadro segue a numeração nele indicada, à esquerda. A classificação do grupo higrométrico (GH) no item 7 está no quadro auxiliar à direita; os limites de conforto dos itens 10 e 12 estão no quadro auxiliar superior, em função do valor encontrado para TMA (média aritmética entre T_{max} e T_{min}) e para o GH de cada mês.

CLASSIFICAÇÃO DOS INDICADORES

Indicador	Stress Térmico	GH	AMM	Chuva
H1	Q _{DIURNO}	4		
	Q _{DIURNO}	2/3	< 10°	
H2	C _{DIURNO}	4		
H3				> 200 mm
A1		1/2/3	> 10°	
A2	Q _{NOTURNO}	1/2		
	Q _D /C _N	1/2	> 10°	
A3	F _D /F _N			

INDICADORES

RESULTADO

Característica principal	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	FINAL	
H1 VENTILAÇÃO é essencial	X	X	X	X							X	X	H1	6
H2 VENTILAÇÃO é desejável					X	X							H2	2
H3 Proteger contra CHUVA													H3	0
A1 INÉRCIA TÉRMICA							X	X	X	X			A1	4
A2 Área para dormir ao AR LIVRE													A2	0
A3 Problemas na estação FRIA													A3	0

Obs.: Cada mês recebe uma única classificação. Para classificar um mês, verifica-se se ele cumpre simultaneamente com todas as características de cada indicador, no quadro de Classificação dos Indicadores. A ordem de entrada neste quadro é de H1 para A3, ou seja, começa-se verificando se o mês em questão pode ser considerado H1; se não, passar sucessivamente e na ordem ao próximo indicador.

TOTAL DE INDICADORES						RECOMENDAÇÕES ARQUITETÔNICAS					
ÚMIDO			ÁRIDO								
H1	H2	H3	A1	A2	A3						
6	2	0	4	0	0						

1. PLANTA DE SITUAÇÃO

		0 a 10			Construções orientadas segundo eixo longitudinal leste-oeste, a fim de diminuir a exposição ao sol.
		11 ou 12		5 a 12	Plantas compactas com pátios internos.

2. ESPAÇAMENTO ENTRE CONSTRUÇÕES

11 ou 12					Grandes espaçamentos para favorecer a penetração do vento.
2 a 10					Como acima, mas com proteção contra vento quente ou frio.
0 ou 1					Distribuição compacta.

3. CIRCULAÇÃO DE AR

3 a 12					Construções com orientação simples, aberturas que permitam circulação de ar permanente.
1 ou 2			0 a 5		Construções com orientação dupla, circulação de ar cruzada, aberturas de ar controláveis.
0	2 a 12				Basta renovação higiênica do ar.
	0 ou 1				

4. DIMENSÕES DAS ABERTURAS

		0 ou 1		0	Grandes: 40% a 80% das fachadas norte e sul.
		2 a 5		1 a 12	Médias: 25% a 40% da superfície das paredes.
		6 a 10			Intermediárias: 20% a 35% da superfície das paredes.
		11 ou 12		0 a 3	Pequenas: 15% a 25% da superfície das paredes.
				4 a 12	Médias: 25% a 40% da superfície das paredes.

5. POSIÇÃO DAS ABERTURAS				
3 a 12				Aberturas nas paredes norte e sul, à altura do corpo humano, do lado exposto ao vento.
1 ou 2			0 a 5	
0	2 a 12		6 a 12	Como acima, mas também aberturas nas paredes internas.
6. PROTEÇÃO DAS ABERTURAS				
			0 a 2	Proteger da insolação direta.
		2 a 12		Proteger da chuva.
7. PAREDES E PISOS				
			0 a 2	Construções leves, baixa inércia térmica.
			3 a 12	Construções maciças, tempo de transmissão térmica superior a 8 horas.
8. COBERTURA				
10 a 12			0 a 2	Leve (pouca inércia), superfície refletora, uso de câmara de ar.
			3 a 12	Leve e bem isolada.
0 a 9			0 a 5	
			6 a 12	Maciça, tempo de transmissão térmica superior a 8 horas.
9. ESPAÇOS EXTERIORES				
			1 a 12	Espaço para dormir ao ar livre.
		1 a 12		Adequada drenagem para a chuva.
		3 a 12		Proteção contra chuvas violentas.

5. TRANSCRIÇÃO DOS RESULTADOS PARA A CARTA SOLAR LOCAL

As análises climáticas feitas com os índices de Temperatura Efetiva ou com a Carta Bioclimática de Olgay resultam em quadros de balanço horário mensal de necessidades climáticas, como se pode ver em KOENIGSBERGER e outros (1977) e em OLGAY e OLGAY (1963), respectivamente.

Pareceu-nos mais útil, porém, transcrever estes resultados para a carta solar local, já que a análise de orientação solar e aos ventos do local da construção costuma ser o passo seguinte à interpretação do(s) índice(s) de conforto, como subsídio aos estudos de implantação, definição de partido arquitetônico, setorização de ambientes e volumetria do edifício.

Verificando-se em que zona do índice de conforto está cada ponto horário, em cada mês, pode-se determinar sobre a carta solar local as zonas de conforto correspondentes, integrando o resultado da análise climática de um modo visualmente mais fácil de ser apreendido pelo projetista e absorvido durante a concepção do projeto e dos estudos preliminares. A Figura 4 mostra a aplicação para a cidade de Belo Horizonte. Deve-se ressaltar que esta representação corresponde aos resultados do índice de conforto térmico somente – os resultados da aplicação do método de Mahoney (tabela final de Recomendações Arquitetônicas) devem ser usados complementarmente, após a verificação de sua consistência com os resultados obtidos com a aplicação do índice de conforto térmico escolhido.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALUCCI, M. P. (1992) Conforto térmico, conforto luminoso e conservação de energia elétrica: procedimentos para o desenvolvimento e avaliação de projeto de edificações. São Paulo, 225p. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo.
- ARAÚJO, V. M. D. (1996) Parâmetros de conforto térmico para usuários de edificações escolares no litoral nordestino. São Paulo, 179p. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo.
- BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária, Dep. Nacional de Meteorologia (1992) *Normais climatológicas 1961-1990*. Brasília, DNMET, 84p.
- COSTA, E. C. (1982) *Arquitetura ecológica: condicionamento térmico natural*, São Paulo, Editora Edgard Blücher, 264p.
- FROTA, A. B., SCHIFFER, S. R. (1995) *Manual de conforto térmico*, São Paulo, Studio Nobel, 2ª edição, 243p.
- GIVONI, B. (1976) *Man, climate and architecture*. London, Applied Science Publishers, 2nd edition, 1976, 483p.

GIVONI, B. (1992) Comfort, climate and building design guidelines. *Energy and Buildings*, v. 18, p. 11-23.

KOENIGSBERGER, O. H., INGERSOLL, T. G.; MAYHEW, A., SZOKOLAY, S. V. (1977) *Viviendas y edificios en zonas calidas y tropicales*. Madrid, Paraninfo, 328p.

OLGYAY, V., OLGAY, A. (1963) *Design with climate: bioclimatic approach to architectural regionalism*, New Jersey, Princeton University Press, 190p.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Victor Mourthé Valadares, pelo auxílio no desenvolvimento deste procedimento e interesse no ensino de sua aplicação.

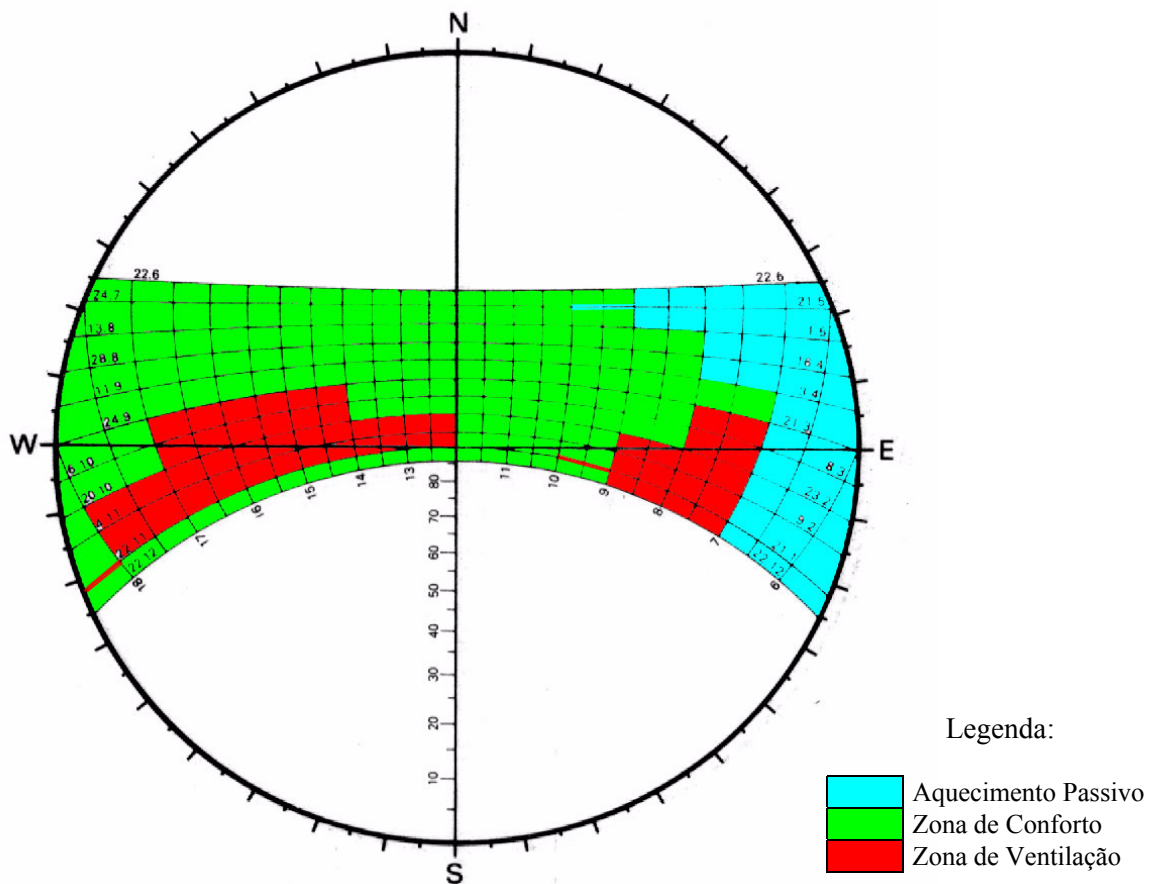


Figura 4 – Carta solar latitude 20° S com análise climática integrada para Belo Horizonte