

## **VENTILAÇÃO E INSOLAÇÃO: CRITÉRIOS PARA A CONSTRUÇÃO DE DIAGRAMAS DE ORIENTAÇÕES PREFERENCIAIS PARA DORMITÓRIOS EM MACEIÓ-AL**

**Alexandre Toledo**

GECA/ARQ/CTEC/Universidade Federal de Alagoas  
R. Alm. Lamego, 943/604 – Centro, CEP 88015-600, Florianópolis – SC  
e-mail: [altoledo@terra.com.br](mailto:altoledo@terra.com.br)

### **RESUMO**

A Arquitetura Bioclimática considera a relação Sol-ar para a correta orientação dos edifícios, visando o melhor aproveitamento das condições climáticas. Para os climas quentes e úmidos, a ventilação natural e o sombreamento são as estratégias bioclimáticas indicadas para promoverem o conforto térmico dos usuários e o resfriamento da envolvente dos edifícios. O presente artigo tem como objetivo estabelecer critérios para a orientação dos dormitórios em Maceió-AL, que levem em consideração essas estratégias. A metodologia partiu do cruzamento dos dados do clima de Maceió e da análise da desejabilidade de ventilação e insolação para as quatro estações do ano, para os períodos da manhã e da tarde. Os resultados são apresentados em diagramas octogonais de Orientações Preferenciais que permitem a escolha mais adequada das orientações a serem adotadas para os dormitórios.

### **ABSTRACT**

The bio-climatic architecture considers the relationship of sun/air for the correct orientation of buildings, aiming at the better usage of the climatic conditions. Under hot and humid climates, natural ventilation and the shading are considered as the bio-climatic strategies that are recommended to promote the thermal comfort of the users and the cooling of the building's design. The aim of this paper is to establish criteria for the orientation of bedrooms in Maceió-AL where such strategies are taken into consideration. The methodology was based on the comparison of the data of the climate of Maceió and the analysis of the desirability of the intensity of the sun and ventilation for the four seasons of the year, considering the morning and afternoon periods. The results are presented in octagonal charts of Preferred Orientations that allow for the most suitable choice to be adopted for the bedrooms.

### **1. INTRODUÇÃO**

A arquitetura bioclimática considera a relação Sol-ar para a correta orientação dos edifícios, visando o melhor aproveitamento das condições climáticas, referentes à captação ou proteção dos ventos e da insolação. Entretanto, a escolha da orientação pode estar condicionada a vários outros aspectos: a topografia, dimensões e localização do terreno; o atendimento aos índices urbanísticos; as barreiras geradas pelo entorno natural e/ou construído; o desfrute das visuais da paisagem; as tipologias dos edifícios, incluindo as exigências de privacidade e isolamento do ruído.

Compete ao projetista escolher a melhor orientação para o edifício, mediante os objetivos almejados. Ele deverá ter a consciência dos impactos ambientais que suas decisões de projeto possam implicar, levando em conta o conforto dos usuários e o comportamento térmico do edifício, mediante sua interação com as condições climáticas locais.

À primeira vista, as recomendações bioclimáticas de sombreamento e ventilação natural para climas quentes e úmidos contrapõem-se aos preceitos higienistas de insolação e proteção dos ventos (frios), há muito disseminados no Brasil (ROLNIK, 1997). Defendiam-se as vantagens da insolação matinal dos dormitórios, devido aos seus efeitos germicidas, e a conseqüente orientação preferencial Leste ou Norte para as suas aberturas. Entretanto, a insolação nos dormitórios, dificilmente, pode ser assegurada, no trópico quente e úmido, sem o comprometimento do conforto térmico de seus usuários.

Por outro lado, essa questão passa a ter um atenuante, devido ao hábito da utilização dos dormitórios — para a função dormir — só até as primeiras horas da manhã. Porém, quando os dormitórios comportam também outros usos pela manhã, o problema do aquecimento matinal pode ser razão de desconforto térmico, sobretudo durante o verão e meias-estações, devido à carga térmica, proveniente da radiação solar direta e refletida pelo entorno, transmitida pelas aberturas e envolvente.

O presente artigo é parte da dissertação de mestrado apresentada ao PROPARG/UFRGS (TOLEDO, 2001) e tem como objetivo estabelecer critérios para a construção de Diagramas de Orientações Preferenciais para os dormitórios, que levem em consideração as estratégias bioclimáticas recomendadas para Maceió-AL.

## **2. OS DIAGRAMAS DE ORIENTAÇÕES PREFERENCIAIS**

Os Diagramas de Orientações Preferenciais, em geral, consideram os efeitos da relação Sol-ar para determinar qual a melhor orientação para o edifício ou para um ambiente do edifício (SÁ, 1942; PLAZOLA CISNEIRO e PLAZOLA ANGUSTIANO, 1982; e MASCARÓ, 1991). Todos eles, entretanto, só analisam situações de orientações preferenciais unilaterais.

Para efeito de ventilação natural dos edifícios, definir apenas a melhor orientação unilateral poderá não ser eficiente. Pois, em geral, não se obtém bons resultados para ventilação por efeito do vento em sistemas de aberturas unilateral, mesmo em situação favorável de captação, por não promover diferenças significativas de pressão nas aberturas.

Por outro lado, as orientações combinadas podem permitir mais opções de escolha e resolver as situações conflitantes entre insolação e ventilação natural (OLGYAY, 1998 e HERTZ, 1998). Nesses casos, devem ser consideradas combinações de duas, três e quatro orientações.

Tendo em vista as recomendações bioclimáticas de ventilação natural e sombreamento, propostas por LAMBERTS, PEREIRA e DUTRA (1997) para Maceió, pode-se considerar que a melhor situação para os dormitórios deve ser aquela que permita a melhor captação de ventos e o menor ganho de calor. Nesse sentido, para Maceió (9° 39'Sul), ALUCCI, CARNEIRO e BARING (1986) propõem as orientações NE, L ou SE para os dormitórios, para a maior parte do ano (clima QQ ou QC, dias quentes e noites quentes ou confortáveis) e N, NE, L, SU ou S, para os meses mais frios (clima CC, dias e noites confortáveis), em função da solicitação térmica e da latitude (faixa de 0 a 15° de latitude).

Para a definição de um Diagrama de Orientações Preferenciais para os dormitórios em Maceió, torna-se necessário considerar os percursos do Sol, através da carta solar para essa latitude, e o regime de ventos local, por estação. Entretanto, não só a orientação favorável irá definir bom resultado de desempenho, como também as tipologias construtivas e o detalhamento dos elementos arquitetônicos.

## **3. METODOLOGIA**

A metodologia partiu do cruzamento dos dados do clima de Maceió e do critério de desejabilidade (ou indesejabilidade) de ventilação natural e insolação para as quatro estações do ano, para os períodos da manhã e da tarde. A seguir, qualificou as orientações, utilizando uma escala de cinco categorias (ruim, aceitável, regular, bom e ótimo).

Os Diagramas propostos partiram da metodologia utilizada por MASCARÓ (1991), para a montagem do Diagrama de Orientações para Porto Alegre. Além das situações de Verão e Inverno, também foram analisadas as situações de Primavera e Outono, bem como para os períodos da manhã e tarde.

O formato circular foi substituído pelo octogonal, devido aos dados de frequência de ventos disponíveis para Maceió só apresentarem oito direções (GOULART, LAMBERTS e FIRMINO, 1997).

### 3.1 Caracterização Climática de Maceió

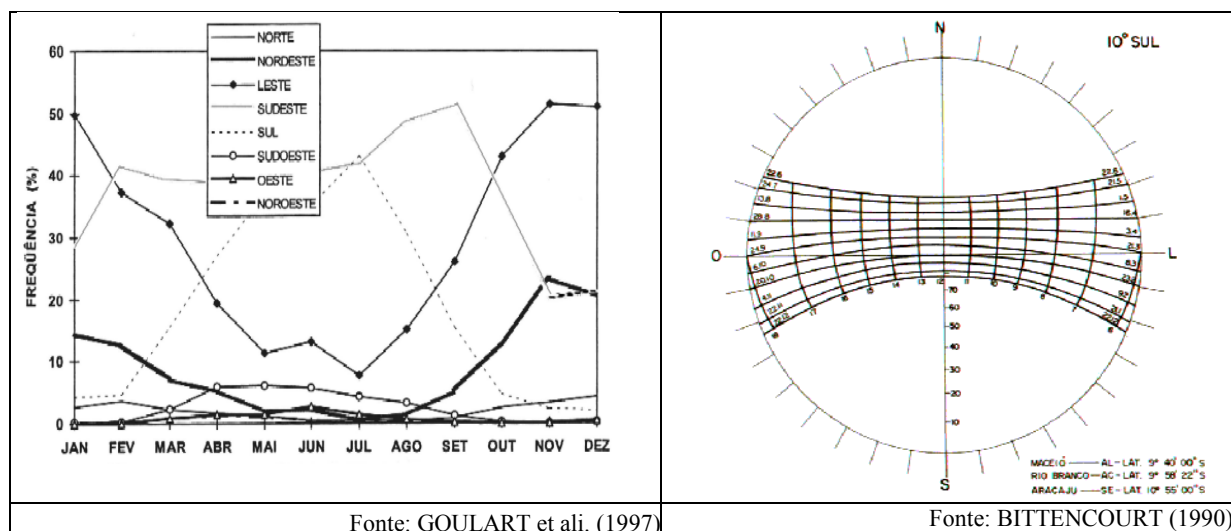
Maceió possui clima quente e úmido, sem grandes variações de seus elementos climáticos, quer seja nos períodos diários ou nos períodos estacionais (LIMA e BITTENCOURT, 1988). Constitui exemplo de constância de nível térmico que caracteriza o litoral nordestino brasileiro, onde a baixa latitude, a radiação solar intensa e a proximidade de grandes massas de água provocam a alta umidade do ar (BARBIRATTO,1998).

O comportamento médio dos parâmetros meteorológicos, a frequência dos ventos e a carta solar para Maceió são apresentados na Tabela 1 e Figuras 1 e 2, respectivamente.

**Tabela 1 – Comportamento Médio dos Parâmetros Meteorológicos de Maceió (1961-1990)**

MÊS	TEMPERATURAS (°C)			PRESSÃO ATM. (mb)	PRECIPITAÇÃO (mm)	UMIDADE REL. (%)	INSOLAÇÃO (h)
	MÉDIAS	MÁXIMAS	MÍNIMAS				
JAN	26,5	29,9	23,3	1007,0	58,2	76,3	281,3
FEV	26,7	30,2	23,4	1006,8	63,3	76,8	244,3
MAR	26,6	30,0	23,4	1006,6	134,7	79,0	240,0
ABR	26,1	29,3	23,2	1007,4	225,0	80,8	215,8
MAI	25,3	28,2	22,7	1008,6	344,7	82,9	193,9
JUN	24,3	27,3	21,8	1010,6	263,9	81,7	186,3
JUL	23,7	26,7	21,1	1011,7	216,2	80,7	199,1
AGO	23,7	26,7	21,1	1011,8	134,0	78,3	212,9
SET	24,5	27,6	21,6	1010,7	85,8	77,3	229,5
OUT	25,3	28,5	22,3	1009,0	58,8	76,4	268,5
NOV	25,9	29,3	22,5	1007,1	30,6	75,7	281,7
DEZ	26,3	29,7	22,9	1006,9	38,4	76,2	192,3

Fonte: INMET



**Figuras 1 e 2 – Frequência Mensal de Direção dos Ventos e Carta Solar para Maceió**

### 3.2 Critérios Considerados

O critério de deseabilidade de ventilação natural e insolação foi utilizado por estação e período do dia, considerando as ocorrências das temperaturas médias, máximas e mínimas e das umidades relativas.

Para o Verão (dezembro/janeiro/fevereiro – temperaturas mais altas e umidades mais baixas) foram consideradas as seguintes proposições: ventilação necessária e insolação inconveniente, tanto pela manhã quanto pela tarde.

Para o Outono e Primavera (março/abril/maio e setembro/outubro/novembro – temperaturas e umidades intermediárias) foram consideradas as seguintes proposições: ventilação — desejável, tanto pela manhã quanto pela tarde; e insolação — aceitável, pela manhã, e inconveniente, pela tarde.

Para o Inverno (junho/julho/agosto – temperaturas mais baixas e altas umidades) foram consideradas as seguintes proposições: ventilação — aceitável, pela manhã e desejável, pela tarde; e insolação — desejável, pela manhã, e aceitável, pela tarde.

Para a captação de ventos, foi considerada a soma das frequências das três direções incidentes, a partir da seguinte escala: soma inferior a 5% – insignificante; entre 5 e 25% – pequena; entre 25 e 45% – moderada; entre 45% e 65% – grande; e superior a 65% – muito grande. Para a insolação, ausência ou presença, no período. A qualificação das situações é apresentada no Quadro 1.

**Quadro 1 - Qualificações para o Verão, Outono/Primavera e Inverno**

PERÍODO	VERÃO		OUTONO E PRIMAVERA		INVERNO		QUALIFICAÇÃO
	VENTIL.	INSOL.	VENTIL.	INSOL.	VENTIL.	INSOL.	
MANHÃ	Grande	Ausência	Grande Moderada	Presença Ausência	Pequena	Presença	O
TARDE	Muito Grande	Ausência	Muito Grande Grande	Presença Ausência	Moderada Pequena	Presença Ausência	
MANHÃ	Moderada	Ausência	Moderada	Presença	Moderada ou Insignificante	Presença	MB
TARDE	Grande	Ausência	Grande Moderada	Presença Ausência	Grande Insignificante	Presença Ausência	
MANHÃ	Pequena Muito Grande	Ausência Presença	Pequena	Presença ou Ausência	Grande Pequena ou Insignificante	Presença Ausência	B
TARDE	Moderada	Ausência	Pequena	Ausência	Pequena	Presença	
MANHÃ	Insignificante Moderada	Ausência Presença	Moderada ou Insignificante	Ausência	Moderada	Ausência	A
TARDE	Pequena Moderada	Ausência Presença	Muito Grande Moderada	Ausência Presença	Insignificante Moderada	Presença Ausência	
MANHÃ	Insignificante	Presença	Muito Grande Insignificante	Ausência Presença	Grande	Ausência	R
TARDE	Insignificante Insignificante	Ausência Presença	Pequena ou Insignificante	Presença	Grande	Ausência	

**LEGENDA:** QUALIFICAÇÃO: O – ótimo MB – muito bom B – bom A – aceitável R - ruim

Para a análise geral das estações, em todos os casos, foram consideradas as seguintes situações:

ÓTIMA — apenas para combinações de ótima (manhã e tarde);

MUITO BOA — para combinações de muito boa (manhã e tarde), boa e ótima ou muito boa e ótima;

BOA — para combinações de boa (manhã e tarde), e aceitável e muito boa;

ACEITÁVEL — para combinações de aceitável (manhã e tarde), aceitável e boa, e ruim e boa;

RUIM — para combinações de ruim (manhã e tarde), ou ruim e aceitável.

Para a análise geral do ano, foram consideradas as seguintes situações:

ÓTIMA — apenas para combinações de ótima (todas as estações);

MUITO BOA — para pelo menos três ocorrências;

BOA — para combinações de muito boa, com aceitável e ruim;

ACEITÁVEL e RUIM — para combinações de até duas ocorrências da mesma categoria.

#### 4. DIAGNÓSTICOS

Os Diagnósticos para manhã, tarde e geral de Verão, Outono, Inverno, Primavera e Anual são apresentados nos Quadros 2 a 6.

**Quadro 2 - Diagnósticos para o Verão**

ORIENTAÇÃO	VENTOS	INSOLAÇÃO		DIAGNÓSTICOS		
		MANHÃ	TARDE	MANHÃ	TARDE	GERAL
L	MG	P	A	B	O	MB
SE	MG	P	A	B	O	MB
S	M	P	P	A	A	A
SO	I	A	P	A	R	R
O	I	A	P	A	R	R
NO	I	A	A	A	A	A
N	P	A	A	B	A	A
NE	G	A	A	O	B	MB

**Quadro 3 - Diagnósticos para o Outono**

ORIENTAÇÃO	VENTOS	INSOLAÇÃO		DIAGNÓSTICOS		
		MANHÃ	TARDE	MANHÃ	TARDE	GERAL
L	G	P	A	O	O	O
SE	MG	A	A	R	R	R
S	MG	A	A	R	A	R
SO	M	A	A	A	MB	A
O	I	A	P	A	R	R
NO	I	A	P	A	R	R
N	I	P	P	R	R	R
NE	P	P	A	B	B	B

**Quadro 4 - Diagnósticos para o Inverno**

ORIENTAÇÃO	VENTOS	INSOLAÇÃO		DIAGNÓSTICOS		
		MANHÃ	TARDE	MANHÃ	TARDE	GERAL
L	G	P	A	B	MB	MB
SE	G	A	A	R	R	R
S	G	A	A	R	R	R
SO	M	A	A	A	A	A
O	I	A	P	B	A	A
NO	I	A	P	B	A	A
N	I	P	P	MB	A	B
NE	P	P	A	O	B	MB

**Quadro 5 - Diagnósticos para a Primavera**

ORIENTAÇÃO	VENTOS	INSOLAÇÃO		DIAGNÓSTICOS		
		MANHÃ	TARDE	MANHÃ	TARDE	GERAL
L	G	P	A	O	B	MB
SE	G	P	A	MB	B	B
S	I	P	P	MB	B	B
SO	P	A	P	B	A	A
O	I	A	P	A	R	R
NO	I	A	P (1 mês)	A	A	A
N	M	P (1 mês)	P (1 mês)	MB	A	B
NE	G	P (1 mês)	A	O	B	MB

**LEGENDA:**

VENTOS: MG - muito grande G - grande M - moderada P - pequena I - insignificante

INSOLAÇÃO: P - presença A - ausência

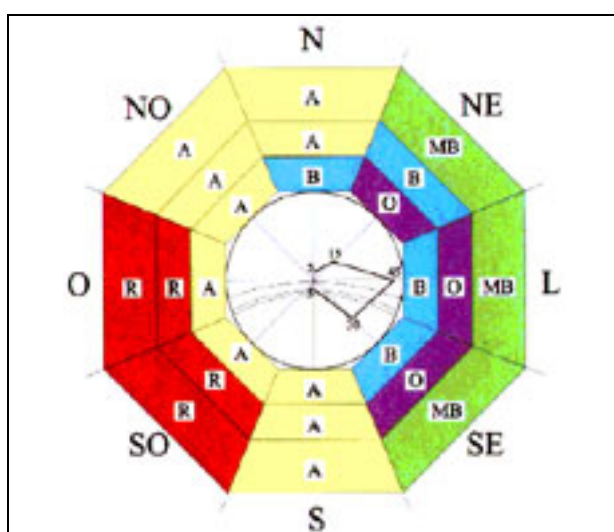
DIAGNÓSTICOS: O - ótimo MB - muito bom B - bom A - aceitável R - ruim

**Quadro 6 - Diagnósticos para o Ano**

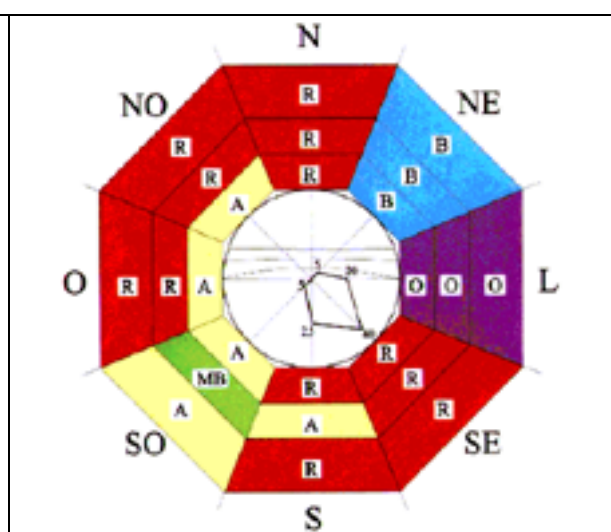
ORIENTAÇÃO	DIAGNÓSTICOS				
	VERÃO	OUTONO	INVERNO	PRIMAVERA	ANO
L	MB	O	MB	MB	MB
SE	MB	R	R	B	B
S	A	R	R	B	A
SO	R	A	A	A	A
O	R	R	A	R	R
NO	A	R	A	A	A
N	A	R	B	B	B
NE	MB	B	MB	MB	MB

## 5. DIAGRAMAS PROPOSTOS

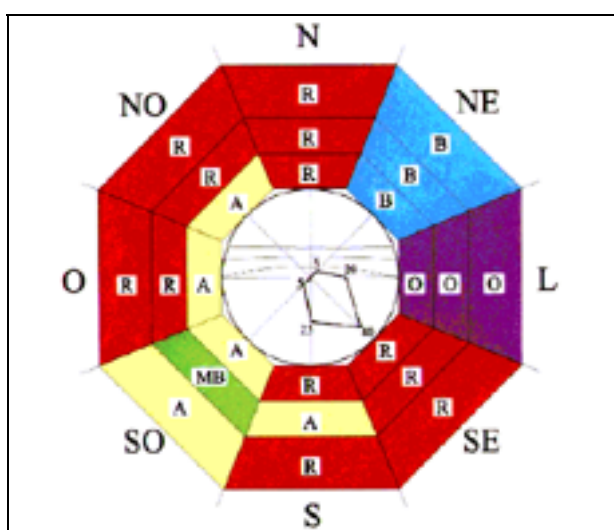
Os Diagramas de Verão, Outono, Inverno, Primavera e Anual são apresentados nas Figuras 3 a 6.



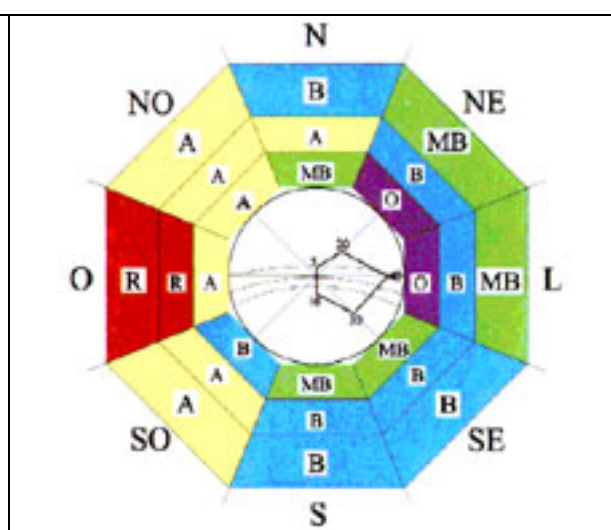
**Figura 3 – Diagrama de Verão**



**Figura 4 – Diagrama de Outono**



**Figura 5 – Diagrama de Inverno**



**Figura 6 – Diagrama de Primavera**

**LEGENDA:** o octógono interno corresponde ao período da manhã, o intermediário ao da tarde e o externo aos dois períodos em simultâneo.

As melhores e as piores orientações para os dormitórios, por estação, são:

**Verão** (dezembro/janeiro/fevereiro)

Melhores – manhã: a NE (ótima), seguida pelas N, L e SE (boas); tarde: a L e a SE (ótimas), seguidas da NE (boa). Para os dois períodos em simultâneo, as orientações NE, L e SE (muito boas). Piores – manhã: não há orientações ruins, são aceitáveis as orientações S, SO, O e NO; tarde: a SO e O. Para os dois períodos em simultâneo, as orientações SO e O.

**Outono** (março/abril/maio)

Melhores – manhã: a L (ótima), seguida da NE (boa); tarde: a L (ótima), seguida das SO (muito boa) e da NE (boa). Para os dois períodos, a orientação L (ótima), seguida da NE (boa). Piores – manhã: a N, SE e S; tarde: a N, SE, O e NO. Para os dois períodos, as orientações N, SE, S, O e NO.

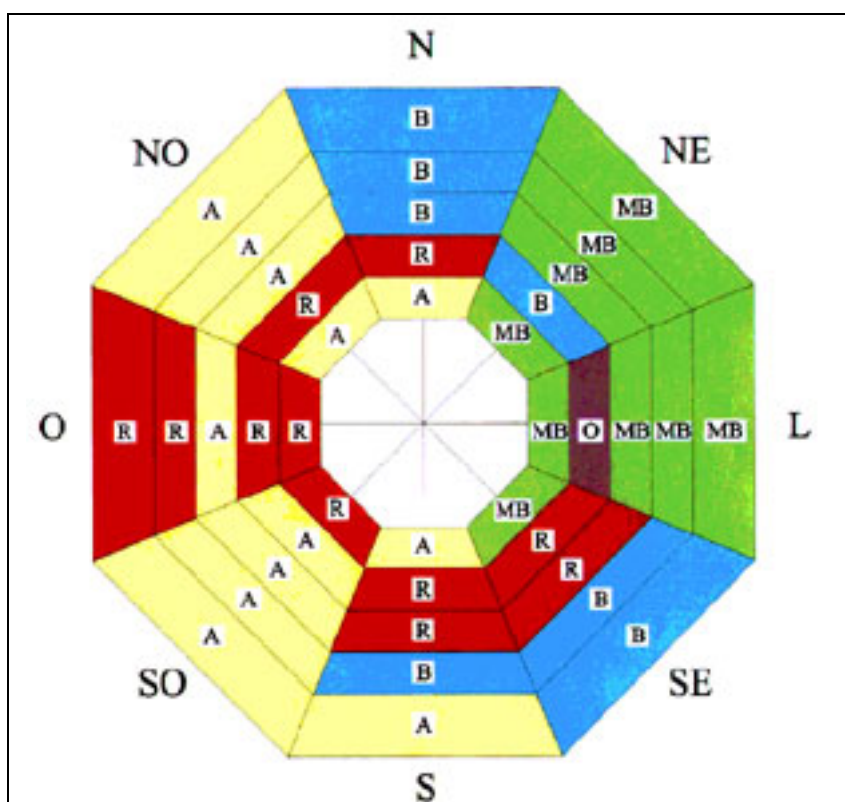
**Inverno** (junho/julho/agosto)

Melhores – manhã: a L (ótima), seguida da NE (boa); tarde: a L (ótima), seguidas da SO (muito boa) e NE (boa). Para os dois períodos, as orientações L (ótima) e NE (boa). Piores – manhã: N, SE e S; tarde: a N, SE, O e NO. Para os dois períodos, as orientações N, SE, S, O e NO.

**Primavera** (set/out/nov)

Melhores – manhã: as NE e L (ótimas), seguidas das N, SE e S (muito boas) e da SO (boa); tarde: as NE, L, SE, e S (boas). Para os dois períodos, as orientações NE e L (muito boas), e as N, SE e S (todas boas). Piores – manhã: não há orientações ruins, são aceitáveis as orientações O e NO; tarde: apenas a O. Para os dois períodos, apenas a orientação O.

O Diagrama do Ano é apresentado na Figura 7.



**Figura 7 – Diagrama do Ano**

LEGENDA: o octógono interno corresponde ao Verão, seguido do Outono, Inverno e Primavera, e o externo corresponde ao Ano todo.

As melhores orientações para os dormitórios, para o Ano, são: NE e L (ambas muito boas), seguidas das orientações N e SE (ambas boas). E as piores: apenas a orientação O, sendo aceitáveis as orientações SO e NO.

## 6. CONCLUSÕES

O critério utilizado de desejabilidade de ventilação natural e insolação permite alcançar resultados mais detalhados — organizados por estações, por ano e por períodos manhã e tarde — para a escolha da orientação preferencial para os dormitórios. A estratégia bioclimática de sombreamento poderá resolver a indesejabilidade de insolação nas fachadas, ampliando as orientações preferenciais.

Os resultados obtidos diferem do proposto por ALUCCI, CARNEIRO e BARING (1986), para climas quentes e de baixas latitudes. Para os meses de Inverno (CC), a metodologia adotada exclui as orientações N, SE e S sugeridas; para os meses de Verão (QQ), coincide com o proposto; e para os meses de Outono e Primavera (QC), exclui a orientação SE, para o Outono, e inclui as orientações N e S, para a Primavera.

Recomendam-se como orientações preferenciais para os dormitórios, em Maceió, para os dois períodos em simultâneo, as orientações: Leste e Nordeste (ambas muito boas), seguidas das Sudeste e Norte (ambas boas) — que por isso devem ser estimuladas. E como indesejáveis as orientações: Oeste (ruim), Sul, Sudoeste e Noroeste (aceitáveis), nessa ordem — que por isso devem ser evitadas.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALUCCI, M. P.; CARNEIRO C. de M.; e BARING, J. G. de A. (1986) *Implantação de conjuntos habitacionais : recomendações para adequação climática e acústica*. São Paulo: IPT.
- BARBIRATTO, G. de M. (1998) *Aplicação de modelo de balanço de energia para análise do ambiente térmico urbano de Maceió-AL*. São Carlos. Tese (Doutorado em Engenharia) Escola de Engenharia de São Carlos, USP.
- BITTENCOURT, L.S. (1990) *Uso das cartas solares : diretrizes para arquitetos*. Maceió: EDUFAL.
- GOULART, S.; LAMBERTS, R.; FIRMINO, S. (1997) *Dados climáticos para projeto e avaliação energética de edificações para 14 cidades brasileiras*. Florianópolis: UFSC.
- HERTZ, J. B. (1998) *Ecotécnicas em arquitetura*. São Paulo: Pioneira.
- LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. (1997) *Eficiência energética na arquitetura*. São Paulo: PW.
- LIMA, B.; BITTENCOURT, L.S. (1988) *Análise do clima de Maceió*. Maceió: ARQ/UFAL.
- MASCARÓ, L. (1991) *Energia na edificação*. São Paulo: Projeto.
- OLGYAY, V. (1998) *Arquitectura y clima*. Barcelona: Gustavo Gili.
- PLAZOLA CISNEIROS, A.; PLAZOLA ANGUIANO, A. (1982) *Arquitectura habitacional*. México –DF: Limusa.
- ROLNIK, Raquel. (1997) *A cidade e a lei*. São Paulo: Nobel.
- SÁ, P. (1942) *A orientação dos edifícios nas cidades brasileiras*. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional.
- TOLEDO, A. M. (2001) *Ventilação natural e conforto térmico em dormitórios: aspectos bioclimáticos para uma revisão do código de obras e edificações de Maceió*. Porto Alegre. 270 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura), PROPARG, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.