



III ENCONTRO NACIONAL I ENCONTRO LATINO-AMERICANO

Gramado, RS, 4 a 7 de julho de 1995

METODOLOGIA PARA ANÁLISE DA OBSTRUÇÃO SOLAR E ABÓBADA CELESTE

Daisy Souza e Fernando O. R. Pereira, PhD

Universidade Federal de Santa Catarina

Dept. Arquitetura e Urbanismo - Laboratório de Conforto Ambiental

88040-900-Florianópolis/SC ☎ (048) 2319741 📠 (048) 2319770

RESUMO

O presente trabalho visa a descrição de uma metodologia onde são considerados aspectos relativos à insolação e iluminação natural na atividade de planejamento urbano. Esta metodologia baseia-se no tratamento de três fontes distintas de informação: as condições climáticas do local; as exigências psico-fisiológicas das pessoas frente a estas condições climáticas e a geometria do entorno construído; buscando assim maiores informações para a aferição de desempenho da forma de ocupação do solo urbano.

ABSTRACT

The main purpose of the present study is to describe a methodology where solar radiation and daylight in urban planning activities are considered. This methodology is based on the treatment of three different sources of information. local climatic data; psycho-physiological requirements of people for thermal comfort and the built environment geometry; searching for better quality in the use of urban ground.

PALAVRAS- CHAVE

Projeção estereográfica; envelope solar; regulação; planejamento urbano

INTRODUÇÃO

Este estudo procura, primeiramente, oferecer parâmetros básicos para melhor conhecimento das características ambientais da cidade de Florianópolis/SC.

Visa, também, apresentar uma metodologia para planejamento e análise do desempenho da estrutura urbana da cidade, no que diz respeito ao impacto da insolação e iluminação natural no ambiente construído. Em última análise, busca servir de instrumento gráfico a arquitetos, planejadores e autoridades, que poderão basear-se em seus dados na busca de uma melhor e mais saudável configuração urbana.

METODOLOGIA PROPOSTA

A metodologia proposta, tendo como base os trabalhos de Arostegui (1981), Pereira & Mincache (1990) e Pereira (1994), foi desenvolvida segundo as seguintes etapas:

1ª etapa: obtenção e produção de informações climáticas (temperatura do ar e radiação solar) para caracterização das condições ambientais em Florianópolis (dias típicos mensais),

2ª etapa: definição e ponderação, através dos dias típicos mensais para Florianópolis, da magnitude e intervalo dos períodos de desejabilidade e indesejabilidade da radiação solar; traduzidos em valores definidos como “*fatores de ponderação*”.

3ª etapa: produção dos valores chamados “*radiações ponderadas*” (produto dos fatores de ponderação pelas radiações solares diretas incidentes nas fachadas) que serão utilizados no método gráfico (projeção estereográfica das trajetórias aparentes do sol), para possibilitar a análise da obstrução solar pelo efeito de mascaramento.

DADOS DE TEMPERATURA

Os dados de temperaturas médias mensais para Florianópolis, bem como os dados de amplitude média mensal, foram obtidos graficamente de acordo com Goulart (1993), que estabeleceu valores mensais de temperatura média através de duas curvas, uma para verão e outra para inverno; gerando uma terceira curva média, com valores de temperaturas médias mensais típicas, que serviram de fonte para este trabalho. Para cada mês, as temperaturas médias diárias foram calculadas em um período de dez anos, sendo agrupadas em ordem decrescente e encontrada a temperatura para o nível 2,5%.

O presente trabalho serviu para aprofundar estes cálculos, determinando a distribuição típica mensal de temperatura durante as diferentes horas do dia. Para isto, fatores horários de multiplicação foram utilizados, juntamente com a amplitude média mensal.

Para o cálculo da temperatura horária foi necessário primeiramente a determinação dos valores de temperatura máxima e mínima, que foram obtidos a partir das seguintes equações:

$$T_{\text{máx}} = T_{\text{tm}} + A/2 \quad (1)$$

$$T_{\text{mín}} = T_{\text{tm}} - A/2 \quad (2)$$

onde T_{tm} = temperatura típica mensal.

As temperaturas horárias foram então obtidas através da equação:

$$T_{\text{h}} = T_{\text{máx}} - (F_{\text{h}} * A) \quad (3)$$

onde F_{h} = fator horário de multiplicação.

CRUZAMENTO ENTRE CONDIÇÕES CLIMÁTICAS E EXIGÊNCIAS PSICO-FISIOLÓGICAS

Definição da Temperatura Neutra. O ser humano é capaz de sobreviver sob diversas condições de temperatura, entretanto, dentro da grande amplitude de variação climática, há um determinado valor que pode ser considerado ótimo para os padrões de conforto humano; valor de temperatura este que não precisaria ser maior ou menor; possibilitando um melhor rendimento das pessoas em suas atribuições diárias. Porém, não existe na natureza nenhum ambiente que atenda a tais características todo o tempo. É o caso de Florianópolis, que situa-se a 27° 32' de latitude Sul, e possui clima mesotérmico úmido, com duas estações bem definidas ao longo do ano.

Em busca deste valor de temperatura ideal, definido como “*temperatura neutra*”, diferentes equações têm sido propostas e testadas (Givoni, 1992; Szokolay, 1986 e Aroztegui, 1981), resultando em valores diferenciados para cada mês do ano. São elas:

$$T_{\text{n}} = 2.6 + 0.831 * T_{\text{tm}} \quad (4)$$

$$T_{\text{n}} = 11.9 + 0.543 * T_{\text{tm}} \quad (5)$$

$$T_{\text{n}} = 17.6 + 0.31 * T_{\text{tm}} \quad (6)$$

onde T_{tm} = temperatura típica mensal.

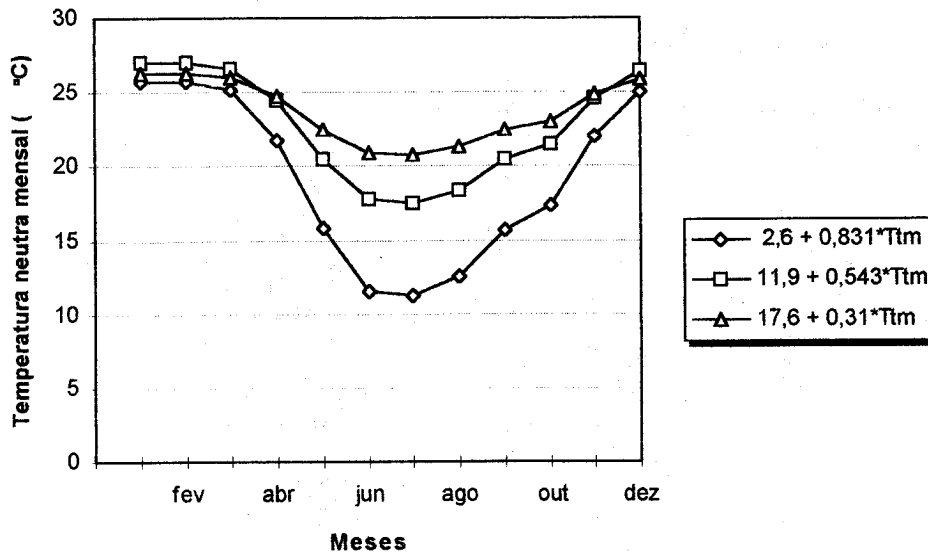


Figura 1: Variação da temperatura neutra mensal em função da temperatura típica mensal (Ttm).

Foi escolhida para desenvolvimento deste estudo a equação (6), proposta por Humphreys (apud Aroztegui, 1981), por ser, entre as três formulações testadas, a que apresentou resultados mais coerentes com a realidade climática de Florianópolis. Testes com as demais equações apontaram a inexistência de radiações indesejáveis (negativas) em meses e orientações em que, reconhecidamente, a radiação solar contribui para o excesso da carga térmica.

Produção dos Fatores de Ponderação. O afastamento entre a temperatura neutra e a temperatura do ambiente, hora-a-hora, servirão para avaliar a sensação fisiológica térmica.

A magnitude deste afastamento é traduzida em *fatores de ponderação* (F.P.) das radiações solares. Segundo Szokolay (1980), o calor, ou qualquer outro estado físico do ambiente é percebido por toda a superfície do corpo através da pele; e a resposta humana, segundo a lei de Fechner é proporcional ao logaritmo do estímulo. Em 1960, Stevens (apud Szokolay, 1980) reformulou esta lei estabelecendo que a magnitude da sensação é proporcional à força do estímulo, chegando assim à seguinte formulação matemática:

$$FP = |T_a - T_n|^{\text{exp}} \quad (7)$$

onde: T_a = temperatura ambiente
 T_n = temperatura neutra
 exp = expoente (calor = 1.5 / frio = 1.0)

Recomenda-se a divisão da diferença pela metade pois, segundo Aroztegui (1981), devido ao fato de que os níveis de excitação sensíveis são apreciados por intervalos de incremento da temperatura do ambiente, estes, segundo estudos empíricos, são da ordem de dois graus centígrados nas temperaturas normais.

Os FP, portanto, representam a síntese das informações até o momento obtidas, e expressam a satisfação ou insatisfação produzidas no usuário frente a uma determinada situação. Esta unidade terá o sinal positivo para indicar satisfação, e negativo na situação inversa.

Obtenção das Radiações Ponderadas. A obtenção das *radiações ponderadas* (RP) é feita através do produto dos fatores de ponderação pela radiação solar direta incidente nas superfícies, hora-a-hora, para cada orientação.

Obtidos então os valores das R.P., estes serão lançados sobre o diagrama de trajetórias do sol na hora correspondente (ver Figura 3 no final do trabalho). No diagrama, o balanço da exposição às R.P. pode ser tratado diretamente, de modo gráfico, através do método de mascaramento.

Cada linha do diagrama corresponde a um par de datas, sendo que os valores acima da linha correspondem às R.P. dos meses de janeiro a maio; e os abaixo, dizem respeito aos meses de julho a novembro. O ideal na avaliação das R.P. seria buscar excluir do ambiente construído os valores negativos e admitir os positivos.

EXEMPLOS DE APLICAÇÃO DA METODOLOGIA

Ambiente Construído. O que se quer ressaltar é a aplicabilidade do método para fixar critérios de desempenho na regulamentação de proteções solares; utilizando as radiações ponderadas como padrão deste desempenho (Aroztegui, 1981).

Pelo uso do transferidor de sombras consegue-se uma ferramenta prática para o projeto e avaliação de proteções solares; as quais procura-se projetar visando a interceptação das radiações indesejáveis (expressas através de valores negativos); e permitir a penetração das radiações desejáveis (positivas).

As radiações podem ser qualificadas, através dos sinais +/- que indicam desejabilidade e indesejabilidade, respectivamente. Podem também ser quantificadas, através do somatório da radiação interceptada ou aproveitada pela abertura. Através deste somatório é possível identificar áreas de preferência da utilização dos para-sóis.

O ideal no projeto de uma proteção externa seria conseguir total interceptação de radiações indesejáveis sem com isso obstruir uma boa visão de partes do céu; e sem interceptar radiações desejáveis.

Planejamento Urbano. O uso dos gráficos de RP a nível de planejamento urbano pode servir na determinação de áreas diferenciadas com relação ao gabarito médio permitido aos edifícios; como mostra um estudo semelhante feito na cidade de Porto Alegre (Pereira, 1994).

Este enfoque pode servir de suporte a estudos mais aprofundados no planejamento urbano de uma cidade, através do conceito do *envelope solar*, definido por Knowles (apud Pereira & Mincache, 1990), como “o maior volume que uma edificação pode ocupar (acima do terreno), de forma a permitir o acesso ao sol e luz natural da vizinhança imediata”. Este conceito, por não impôr restrições ao projeto quanto à forma de ocupação do solo, serve como indicador de variadas configurações urbanas e, também, como parâmetro de aferição de desempenho do ambiente construído do ponto de vista da insolação (Pereira et al, 1995).

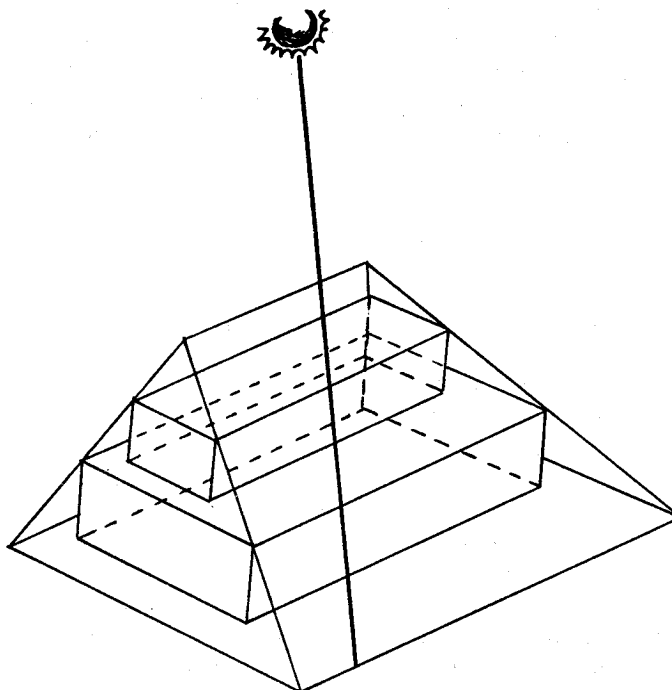


Figura 2: Desenho esquemático do Envelope Solar (Pereira & Mincache, 1990)

PRODUTOS E FUTUROS DESENVOLVIMENTOS

Os resultados da metodologia aplicada, no sentido da ocupação volumétrica controlada (otimizada), podem ser veiculados através de:

- ⌘ ângulos verticais e horizontais, medidos a partir de um determinado nível ou abertura (linhas de propriedade);
- ⌘ um espaço tridimensional no qual a insolação e iluminação natural possam ser definidos e protegidos de obstruções (envelope solar);
- ⌘ locais e horas do dia nas quais são proibidas obstruções da insolação ou da visão de parte do céu.

Esta é a caracterização do envelope solar viável, citado anteriormente, e que seria a etapa seguinte aos estudos até aqui realizados; estudos estes que servem de base para futuros desenvolvimentos na área de controle e regulação da configurações urbanas.

CONCLUSÃO

Este estudo buscou oferecer subsídios para profissionais das áreas de arquitetura e planejamento, na definição e caracterização dos objetivos de planejamento urbano que visem qualidade de insolação e iluminação natural. Justamente por ser uma contribuição à configuração urbana de toda uma cidade, este trabalho não pode ser tomado como regra e muito menos estar desligado de um planejamento geral, que deve atender a um grande número de variáveis na concepção da estrutura e infraestrutura urbana.

As maiores dificuldades sentidas foram no tratamento de dados climáticos, que envolvem várias etapas e estudos que ainda apresentam problemas de definições no que diz respeito ao Brasil.

Enfim, o presente estudo procurou simplificar, a nível de operação, os princípios científicos conhecidos, na tentativa de atender a uma preocupação atual, que tem sido planejar a ocupação do solo urbano de forma a atender às exigências humanas de uma determinada localidade.

Agradecimentos

Este trabalho foi desenvolvido com o auxílio do Programa de Bolsas de Iniciação Científica da Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação / Departamento de Apoio à Pesquisa da UFSC.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AROZTEGUI, José Miguel. Método para projeto e avaliação de para-sóis externos visando a otimização de seu desempenho térmico para um clima dado. In: *Anais do I Simpósio Latino-Americano da racionalização da Construção e sua Aplicação às Habitações de Interesse Social*. São Paulo, 1981.
2. GIVONI, Baruch. Confort, Climate Analysis and Building Design Guidelines. In: *Energy and Buildings*. 1992. vol. 18, p.11-23.
3. GOULART, Solange. *Dados climáticos para avaliação de desempenho térmico de edificações em Florianópolis*. Dissertação de Mestrado. Florianópolis, 1993.
4. PEREIRA, Fernando O. R. *Uma Metodologia para Indicações de Ocupação do Ambiente Urbano: Controle da Obstrução do Sol e da Abóbada Celeste*. Monografia de Concurso para Professor titular do Dept. de Arquitetura e Urbanismo da UFSC. Florianópolis, 1994.
5. PEREIRA, Fernando O. R. & MINCACHE, J.A. Insolação no Ambiente Construído: Critério para sua Regulação e Normalização. In: *Anais do I Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído*. Gramado/RS, 1990 p.201-107.
6. PEREIRA, Fernando O.R.; TURKIENICZ, B. & CLARO, A. A Methodology for Sunlight Urban Planning: Computer-based Solar and Sky Vault Obstruction Analysis. In: *4th International Conference on Computers in Urban Planning and Management*. Melbourne, Australia, 1995 (aceito para publicação e apresentação).
7. SZOKOLAY, S.V. Climate Analysis Based on the Psychrometric Chart. In: *International Journal of Ambient Energy*. 1986. vol. 7, n.4 p. 171-182.

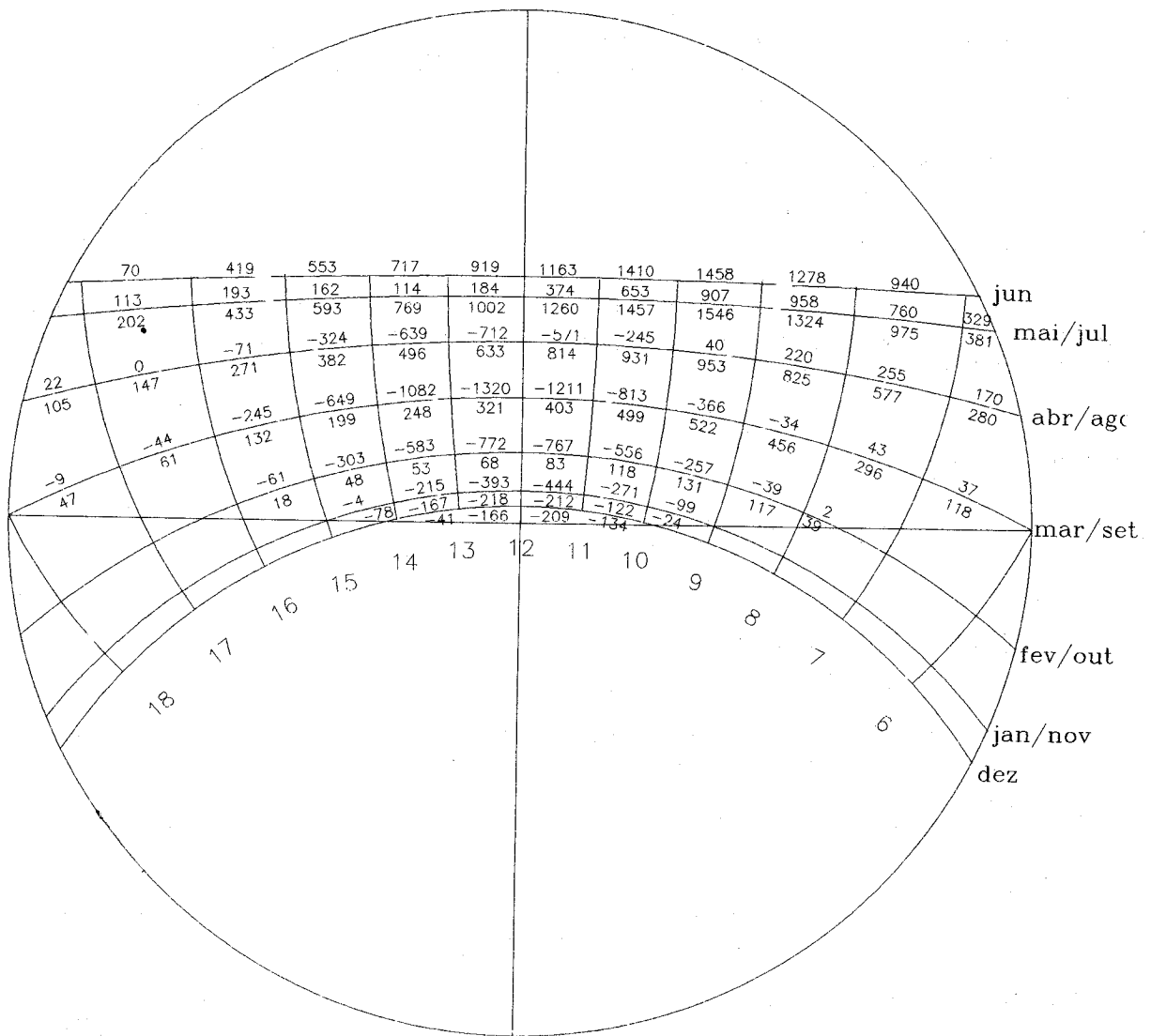


Figura 3: Radiações Ponderadas para a orientação Norte em Florianópolis, apresentadas sobre o diagrama de trajetórias aparentes do sol.