

A COBERTURA VEGETAL NO CLIMA QUENTE E ÚMIDO

Elcione Maria Lobato de Moraes*

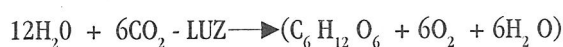
RESUMO: Este artigo tem como objetivo ressaltar a importância da vegetação como suporte para a obtenção de conforto térmico em regiões de clima quente úmido. O trabalho foi desenvolvido com auxílio de uma exaustiva pesquisa bibliográfica apoiada em anteriores trabalhos científicos e nos resultados obtidos em medições de campo realizadas em três estações meteorológicas portáteis montadas no conjunto habitacional Cidade Nova, em Ananindeua/PA. Ao finalizar-se a pesquisa se constatou que as alterações verificadas nas três estações se deram, também, em virtude da existência ou não de cobertura vegetal tanto a nível rasteiro como a nível arbóreo.

1. INTRODUÇÃO

O homem, o único ser vivo da natureza capaz de introduzir modificações no meio com capacidade quase ilimitada de improvisar e criar, a arquitetura, a arte de criar espaços organizados e os vegetais, os fornecedores de energia ao mundo animal, são os elementos indispensáveis para o desenvolvimento das potencialidades da natureza, utilizando-a e direcionando-a no sentido de adequar o ambiente ao seu tipo de vida.

A vida nas condições atuais seria impossível sem a presença dos vegetais, pois são eles ao lado de outros elementos naturais, os únicos seres vivos capazes de reter a energia solar, na qual se processa praticamente

toda a atividade biológica. Este armazenamento é um processo endotérmico e efetivado mediante o processo de fotossíntese, isto é, a síntese de compostos orgânicos a partir da água e do dióxido de carbono, utilizando como fonte de energia a luz que é absorvida pela clorofila dando como produto secundário o oxigênio, o fenômeno da fotossíntese é equacionado da seguinte maneira:



que simplificada fica:



Graficamente, o fenômeno é representado como mostra a figura 1:

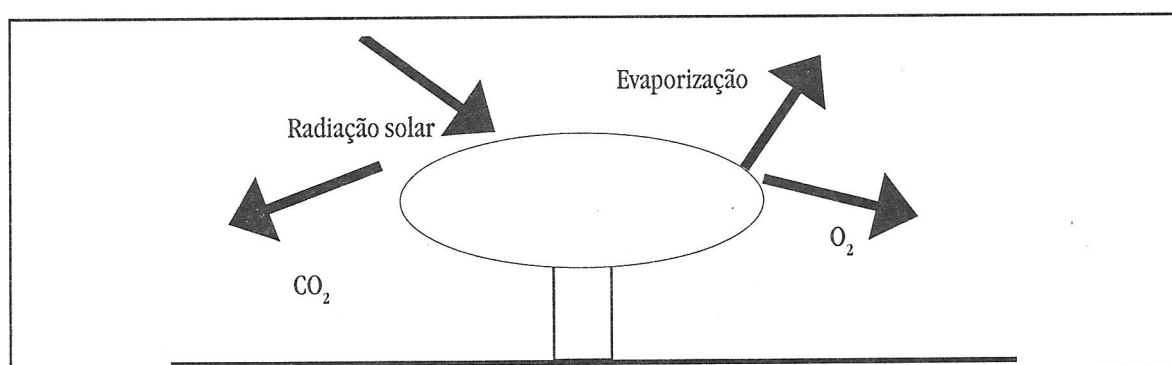


Figura 1: Fenômeno da Fotossíntese

*Arquiteta e Urbanista, Mestra em Arquitetura pela Escola de Engenharia de São Carlos da USP, Doutoranda em Arquitetura na Universidade Politécnica de Madri, Professora adjunta III do Curso de Arquitetura e Urbanismo da UNAMA

Portanto, a utilização da vegetação deve ser vista, não somente, pelo seu contexto estético na integração da paisagem com a cidade, mas também avaliado conjuntamente com os fatores climáticos (temperatura, poluição e sobreamento,...) e ecológicos (utilização do solo, hidrologia, rochas, etc.).

No âmbito deste trabalho, considera-se a importância dos efeitos climáticos produzidos pela vegetação, em função da proteção contra a radiação solar direta, contra os ventos excessivos, contra a poluição do ar e sua influência sobre a umidade.

A influência desses efeitos foram avaliados através de medições de campo, em estações micrometeorológicas portáteis, do comportamento dos principais elementos climáticos.

2. CONSIDERAÇÕES SOBRE O CLIMA QUENTE-ÚMIDO

O clima de um lugar caracteriza-se pelo modo como o tempo se modifica ao longo do ano, o qual pode contrastar-se entre si. Conhecer e controlar os efeitos dos diversos elementos climáticos, que influem na ambientação da paisagem e nas condições do clima, irá proporcionar a obtenção do conforto nas edificações.

O clima quente-úmido, típico da região amazônica brasileira, caracteriza-se por apresentar alta temperatura anual, por dispor de pequena variação diária, por precipitação anual acentuada, por pouco movimento do ar, por radiação solar intensa, céu nebuloso e umidade relativa elevada.

Os valores característicos gerais dessas regiões são:

- Temperatura: 14° a 32° C
- Variação diária e sazonal: 3° a 6° C
- Umidade relativa: 56 a 100%
- Precipitação anual: 2000 mm.
- Vento: 40Km/h

O clima de um local é uma integração no tempo dos estados físicos do ambiente atmosférico, assim sendo é de fundamental importância nas soluções arquitetônicas aplicadas as construções.

As pressões que as variáveis climáticas exercem sobre o clima exigem da edificação respostas morfológicas, técnicas e funcionais, que regulem os efeitos climáticos para a obtenção de níveis de conforto térmico satisfatório e adequado a cada região específica. Como bem define Sabine (1982) em sua dissertação de mestrado, *“o clima é o elemento natural físico que influi indiretamente no conforto ambiental e diretamente no conforto humano”*.

A integração entre os fatores climático (vegetação, solo, relevo,...) e os elementos climáticos (radiação solar, temperatura, umidade, vento) define o clima local e as exigências de uma arquitetura regionalizada. É importante para as regiões de clima quente a forma das construções, tanto na questão da orientação como também na utilização dos materiais de construção e no entorno urbano.

O adensamento das construções, o lançamento dos gases pelo veículos e indústrias, a impermeabilização das vias de circulação, são os principais responsáveis pela formação do chamado **“clima urbano”**, que nada mais é que o clima próprio de cada cidade. Em geral, o clima urbano apresenta temperaturas que chegam a registrar de 1° a 2° C a mais do que as áreas que a circundam. Nas grandes metrópoles estas diferenças podem alcançar 3°C ou mais. (TROPMAIR, 1989).

3. SOLICITAÇÕES TÉRMICAS DAS REGIÕES QUENTE-ÚMIDAS

STARCK (1989), destaca que o conforto interno de um edifício é regulado por quatro elementos: Temperatura do ar interno, velocidade do ar interno, grau de umidade do ar interno e temperatura irradiante média das paredes e teto. Porém, a definição dos critérios de determinação de conforto térmico em regiões de clima quente e úmido ainda é um desafio. Várias experiências tem mostrado que o conforto interno no trópico úmido, depende do índice de temperatura interna dos edifícios. Os objetivos fundamentais da construção em climas tropicais úmidos é manter a casa a uma temperatura absoluta igual a temperatura externa e diminuir a temperatura relativa utilizando-se como recurso, prioritariamente, a ventilação.

Nessas regiões, as construções não deveriam produzir uma inércia térmica muito grande, pois isso dificultaria a retirada do calor interno armazenado durante o dia, prejudicando o resfriamento da construção no período da noite quando a temperatura externa é mais agradável que a interna. Para isso, deve-se prever uma inércia térmica de média a leve, dando especial atenção as vedações, no intento de impedir que haja transmissão de calor para o interior do ambiente. É importante no processo de controle térmico do ambiente a conservação da temperatura absoluta interna inferior a temperatura do ar externo.

A condição de conforto interno nas edificações também irá depender, em grande proporção, do movimento do ar no ambiente. O vento quando bem aproveitado poderá remover, por convecção, o calor e combater a acumulação do ar quente, sobretudo, nas áreas próximas a superfície do telhado. É importante que a cobertura seja protegida da energia solar direta e irradie pouco calor para o interior do ambiente. Além disso, se o ar interno estiver sendo constantemente renovado, a evaporação irá reduzir o grau de umidade interna diminuindo a temperatura efetiva interior.

Para combater a radiação solar direta é importante sobretudo a orientação da edificação, a utilização das eventuais sombras existentes nos períodos mais críticos e a proteção das paredes externas. O propósito de tais medidas é obstruir e refletir os raios solares para evitar acúmulo excessivo de calor. É importante também que as aberturas estejam protegidas, por briseis ou beirais ou, se possível, por elementos naturais. Não é menos importante o dimensionamento e a posição adequada dos vãos.

No caso da cobertura é fundamental para o bom funcionamento de todo o sistema de ventilação natural interna que se permita a circulação do ar nas áreas próximas a sua superfície interna e sobretudo entre ela e o forro, para que não se forme um “colchão de ar quente” nessas áreas.

FROTA (1989), faz uma importante colocação com relação ao arranjo das edificações em lotes, a autora explica que se deve fazer com que as edificações estejam dispostas de modo que permitam que a ventilação atinja todos os lotes e cruzem seus interiores. As ruas se possível devem ser largas e perpendiculares

a direção predominante dos ventos, para que possam ser sobreçadas por vegetação e permitam a utilização de marquises, toldos ou outro elemento de proteção solar.

Quanto ao revestimento do solo, deve-se tentar evitar a utilização de materiais que reflitam em demasia a radiação solar e que tenham grande poder de armazenar calor, isso devido ao fato de que durante a noite haverá a transferência do calor armazenado durante o dia para o interior das edificações. A adoção de gramados nas superfícies livres ajudará na diminuição desses efeitos.

No que se refere ao comportamento térmico dos materiais, duas características distintas deve-se considerar: Uma é a capacidade de transmissão do calor e a outra a capacidade de acumulação térmica do material. A primeira depende principalmente das características físicas do material e a segunda, além das características da primeira, depende também, em grande parte, do peso específico do material. Em tese, os materiais leves têm capacidade de acumulação térmica inferior aos pesados. Portanto, na relação do conforto térmico com tipo de construção em clima quente-úmido, é propício a utilização da construção ligeira, tendo em vista que esse tipo de construção utiliza-se de materiais leves que praticamente não geram inércia térmica, com isso a temperatura da face interna da parede será igual, ou muito próxima, a da face externa.

4. AS ÁREAS VERDES E SEU PAPEL NO CLIMA URBANO

As áreas verdes, e sua carência, são elementos de grande relevância para as condições ambientais das áreas urbanas. A sistemática eliminação da cobertura vegetal no processo de urbanização tem contribuído para o agravamento da qualidade ambiental das cidades.

Experiências realizadas pela Marinha dos Estados Unidos em 1976, relevam que por um lado a ionização atmosférica positiva, isto é o ar normal urbano, provoca grandes transtornos no desempenho das atividades desenvolvidas pelo Homem, transtornos esses que vão desde de uma simples molestia de ânimo psíquico até sérios danos a vida biológica. Por outro

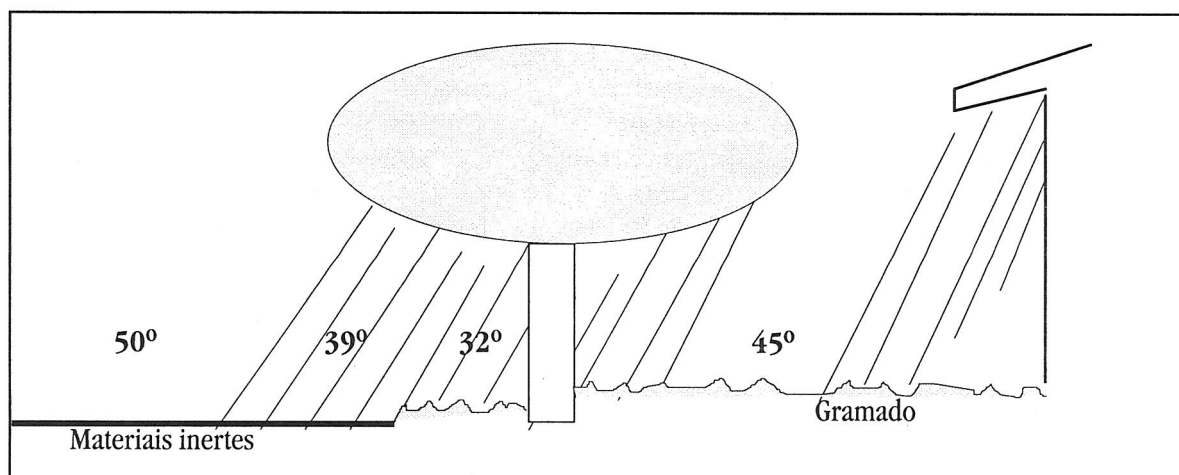


Figura 2: Comportamento térmico dos vegetais e dos materiais inertes.

lado, a ionização negativa, aquela que é produzida pelos fatores ambientais naturais (trovoadas, chuvas, quedas d'água, fontes, bosques, etc.) contribui para a sensação de bem estar do ser humano.

A influência da vegetação no clima dos aglomerados urbanos é bastante evidente especialmente sobre a temperatura. A diminuição do aquecimento varia proporcionalmente com o tamanho da área verde, entretanto, essa variação é reduzida quando a área vegetada é superestimada, neste caso o efeito pode ser notado somente dentro de uma distância relativamente pequena, o que não contribui de forma global ao clima de uma micro-região.

Os efeitos da vegetação sobre o clima foram comprovados com medições em diferentes escalas em Hannover e Bonn, por exemplo, nas quais foram sacadas importantes conclusões, das quais podemos destacar a que revela que em pequenos espaços entre edifícios os efeitos bioclimáticos produzidos pela vegetação implantada entre eles (que depende da localização, concentração e extensão da espécie) são favoráveis a redução da formação das conhecidas "ilhas de calor" no núcleo urbano.

Alguns valores foram coletados em medições de campo realizadas por RIVERO (1986), que demonstram o comportamento dos vegetais em relação comparativa com áreas de piso revestidas por materiais inertes (sobreada e não sombreada por vegetação) e gramado

nas mesmas condições anteriores. Os valores coletados comprovam claramente a importância do sobreamento e do revestimento com elementos vegetais. Veja o resultado da pesquisa na fig. 2.

A vegetação também representa uma fonte de umidade no ambiente urbano, isso acontece através da evapotranspiração dos vegetais que emitem ao ar atmosférico grande quantidade de umidade. A formação de nevoeiros, causada pela queda brusca de temperatura, embora ocasione sérios transtornos a circulação, contribui com o meio ambiente urbano fornecendo aos organismos vivos uma quantidade de umidade que favorece a queda da temperatura. Em dias muito quentes, essa umidade será distribuída às áreas vizinhas pelas brisas decorrentes do movimento do ar, transformando o ambiente em zonas mais confortáveis termicamente.

No que se refere a relação das zonas vegetadas com a ventilação, MORO (1976), relembra que as áreas verdes são áreas designadas a levar o ar renovado aos centros urbanos o que altera positivamente o microclima local. Em períodos de muito calor e alta umidade são as correntes de ar, sobretudo as vindas de áreas vegetadas como as florestas ou grandes reservas florestais, que podem aliviar naturalmente a temperatura. As folhas das árvores possuem camadas-limite que impedem o fluxo no ar do vapor d'água, do dióxido de carbono e outros gases, com isso quando o vento sopra remove essa

camada-limite e possibilita a troca de gases. Vale lembrar que é justamente por não haver obstáculos naturais à ventilação que o clima das regiões desérticas, é ventoso e tempestoso.

Portanto, nas regiões tropicais a presença das áreas verdes, que são abundantes, é de primordial importância para o clima local, sendo que elas dependem da sua disposição e extensão no espaço assim como das condições do sítio urbano e dos atributos humanos da cidade.

Outra variável climática que sofre influência das áreas vegetadas nos centros urbanos é a precipitação. Já é conhecido o valor das áreas verdes na atenuação do impacto pluvial de uma micro-região, embora até o momento se desconheça algum estudo científico que comprove o grau de atuação da vegetação com relação a intensidade e distribuição das chuvas nos centros urbanos. Porém, é fato admitir que a devastação da vegetação jamais modificará o ritmo dos sistemas meteorológico regional, mas poderá modificar sim o seu grau de pluviosidade.

Outro aspecto que é beneficiado pela existência da vegetação está relacionado à conservação do solo e manutenção das vias públicas, se refere a interceptação das águas das chuvas proporcionando maior infiltração e amortecimento do impacto das gotas sobre o solo. Com isso se evita sua lixiviação e transporte dos componentes sólidos, controlando a erosão e assoreamento dos cursos d'água.

Os fenômenos térmicos causados sobre os vegetais em muito beneficia ao clima quente. A fig. 3 mostra como ocorrem os fenômenos de absorção, reflexão e emissão da radiação solar nessas condições.

5. COMPORTAMENTO DA TEMPERATURA NAS TRÊS ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS.

Cada uma das três estações meteorológicas portáteis continha os seguintes aparelhos: Um psicrômetro posicionado a 1,50m de altura do solo, protegido por uma cabine de madeira pintada de cor branca com pequenas aberturas nas quatro paredes, para registrar os valores de temperatura de bulbo seco e bulbo úmido; um anemômetro com as palhetas a 3m de altura do solo, que registrava a velocidade e direção dos ventos predominantes. A umidade relativa do ar foi calculada pela diferença entre os valores de temperatura do termômetro de bulbo seco e bulbo úmido.

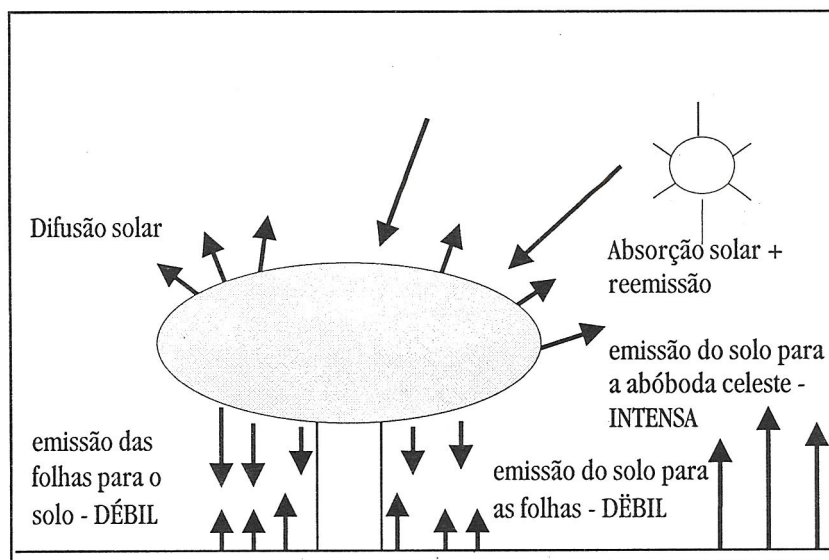


Figura: 3. Fenômeno térmico sobre o vegetal.

As estações foram locadas em diferentes zonas do conjunto: Duas estavam em espaços abertos no núcleo urbano do conjunto, sendo uma em uma ampla área com solo revestido em grama e sem proteção vegetal na cabine de madeira que alojava o psicrômetro;

a outra foi localizada também em uma área urbana sem obstrução da ventilação porém com a cabine sendo protegida da radiação solar pela copa (densa) de uma árvore; a terceira estação foi localizada dentro de uma unidade habitacional básica. A principal preocupação na montagem das estações era manter as mesmas condições de orientação quanto à direção predominante dos ventos e a não obstrução do mesmo por outras edificações.

Os dados foram coletados no espaço de uma semana nos períodos da manhã, tarde e noite. Como parâmetro de comparação os dados coletados foram correlacionados com os dados fornecido pelas estações fixas do Serviço Regional de Previsão de Vão de Belém, SRPV-BE, nos cinco anos precedentes as medidas e no mesmo período medido.

6. ANÁLISES DOS DADOS COLETADOS

Durante a semana de medição, a temperatura nas 3 estações variou entre 24° e 34°C, embora, tenha havido pouca variação de temperatura entre as estações no período da tarde, com exceção das horas de chuva. As temperaturas mais altas foram registradas na estação em que a cabine com o psicrômetro estava localizada debaixo da copa de uma árvore, é fácil concluir que por sua densidade a copa funcionou como uma barreira a ventilação, dificultando a circulação do ar e armazenando energia térmica na zona imediatamente inferior a ela. Houve ainda nessa estação um maior acúmulo da umidade relativa, efeito atribuído ao fenômeno da evapotranspiração das folhas da árvore, embora esse efeito tenha produzido uma queda nos índices de temperatura do ar nos períodos pós-chuva.

Também se pode observar que na unidade habitacional no período da noite, a temperatura era mais elevada que nas áreas abertas, isso se deu devido ao acúmulo de energia recebida durante o dia e transferida para o seu interior durante a noite e a pouca circulação do ar no interior da edificação, esse último poderia ser minimizado se as paredes expostas à radiação solar

estivessem protegidas por vegetação ligeira, se as aberturas estivessem devidamente localizadas para a melhor canalização dos ventos e se houvessem aberturas nas áreas próximas a cobertura que evitassem a formação dos “colchões de ar quente”.

7. CONCLUSÃO

Várias conclusões se pode tirar de tudo o que foi exposto anteriormente, porém algumas, em particular, merecem um especial destaque.

No que se refere ao conforto térmico, pode-se concluir que a temperatura atmosférica está diretamente relacionada com a boa orientação das edificações, com o fluxo dos ventos e com a proteção contra a radiação solar. A ventilação é o elemento climático de maior importância para o conforto das regiões quente e úmida. Se constatou nas medidas realizadas, antes ressaltadas pela revisão bibliográfica, que mesmo em locais onde não exista proteção vegetal contra a radiação solar direta, se pode com o bom proveito da ventilação obter valor de temperatura mais baixos que, por exemplo em áreas sobreadas por vegetação densa, isso no caso de não haver reflexão excessiva por parte da superfície de solo e parede. Por tudo exposto se ressalta o bom comportamento das superfícies gramadas no que se refere ao conforto térmico de micro-regiões.

Portanto, embora saibamos da real importância da vegetação no melhoramento do microclima não é suficientemente eficiente a implantação de árvore com grandes copas ou densas massas verdes, é igualmente importante a correta seleção e disposição das espécies para as finalidades a que se pretende alcançar. Não se pode esquecer que a cobertura vegetal é um auxílio para lograr melhor conforto urbano e interno nas edificações e não um obstáculo para sua obtenção. O êxito da implantação e consolidação de áreas verdes dependerá de um trabalho conjunto a médio e a longo prazo que envolverá profissionais que atuam no campo da urbanização, paisagismo e construção.

8. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- ABBUD, Benedito. **Vegetação e Projeto**: estudo de caso em São Paulo com reflexões de um Arquiteto.. São Paulo: FAU-USP, 1986. Dissertação de mestrado.
- _____. **Vegetação**: um dos elementos estruturadores do espaço. São Paulo: FAU-USP, 1982.
- AKUTSU, Maria, et alli. **Desempenho térmico de edificações habitacionais e escolares**: Manual de procedimentos para avaliação. São Paulo: FAU-USP, 1987. Tese de doutorado.
- CARVALHO, Benjamin de A. **Técnica de orientação dos edifícios**: Insolação, iluminação e ventilação. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico, 1970.
- CAVALHEIRO, Felisberto E. **Urbanização e Alterações Ambientais**: Uma Visão Multidisciplinar. São Paulo: Fundunesp, 1991.
- CHAMESS, Raphael. O paisagismo concebido como arquitetura. Belo Horizonte, 1984.
- CORREA, M. Pio. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das axóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1952. V.6.
- FROTA, A. B. C. , RAMOS, S. **Manual de conforto térmico**. São Paulo: Nobel, 1988.
- GIVONE, B. **Man, climate and architecture**. London: Elsevier Publishing, 1969.
- IZAR, J. L. e GUYOY, A. **Arquitectura bioclimatic**. México: G.Gili, 1983.
- KIM, Ester Ke Kyung. **Organização do espaço e paisagismo de um conjunto habitacional**. São Paulo: FAU-USP, 1977.
- KOENIGSBERGES, MAHONEY, EVANS. **Viviendas y edificios en zonas cálidas y tropicales**. Madrid: Paraninfo, 1977.
- LOMBARDO, Magda. **Ilha de Calor nas Metrôpoles**. O exemplo de São Paulo. São Paulo: Hucitec, 1985.
- MACEDO, Silvio. **Mutação da paisagem urbana**: Higienópolis e arredores. São Paulo: FAU-USP, 1982. Dissertação de mestrado.
- MORAES, Elcione M.L. **A vegetação no auxílio do conforto térmico do conjunto habitacional Cidade Nova**. Belém / PA. São Carlos: EESC - USP, 1992. Dissertação de Mestrado.
- MORO, Dalton A. As áreas verdes e seu papel na ecologia urbana e no clima urbano. **Revista Unimar**. Rio de Janeiro, v.1, 1976.
- RIVERO, R. **Arquitetura e Clima**: condicionamento térmico natural Porto Alegre: . D. C. Luzzato, 1986.
- STARCK N. S., Roberto. **Conforto, Ventilação e Iluminação**. São Paulo: EESC-USP, 1989.
- TROPPEMAIR, Helmut. **Metodologia simples para pesquisar o meio ambiente**. Rio Claro/SP: Unesp, 1989.
- WILMERS, Fritz. **Green for melioration of urban climate**. Institutfor Meteorology and Climatology of University of Hannover. Hannover, 1988.