



INFLUÊNCIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO NO MICROCLIMA URBANO

Marcus Gonçalves Euclides Borges (1); Fernando Oscar Ruttkay Pereira (2);

(1) Mestre em Arquitetura e Urbanismo – PósARQ – Labcon/ARQ – Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil – e-mail: marcus.borges@gmail.com

(2) Professor do Programa de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo – PósARQ – Labcon/ARQ – Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil – e-mail: feco@arq.ufsc.br

RESUMO

O crescimento urbano juntamente com a falta de planejamento adequado das cidades brasileiras, provocam degradações e impactos ambientais, impondo transformações ao ambiente e consequentemente ao clima. A expressão mais perceptível dessa alteração é o aumento da temperatura do ar. Embora estudos na área da climatologia urbana tenham contribuído para entender questões ambientais, apenas nos últimos anos tem havido maior atenção para fatores microclimáticos no planejamento das cidades, principalmente para as de pequeno e médio porte. Este trabalho visou avaliar o impacto do ambiente construído na formação de microclimas no campus da Universidade Federal de Santa Catarina, em Florianópolis/SC. Analisaram-se os aspectos físicos como a altura dos edifícios, o uso do solo, as áreas verdes e o tipo de recobrimento do solo, monitorando-se as condições higrotérmicas através das variáveis temperatura e umidade relativa do ar. Foram verificados 10 pontos com tipos diferentes de ocupação do solo, às 06:00h, 09:00h, 12:00h, 15:00h, 18:00h e 20:00h, no período de verão. Utilizou-se o método de agrupamento na análise estatística, permitindo a visualização de semelhanças entre amostras e posterior análise de regressão linear múltipla. Os resultados obtidos demonstram influência do ambiente construído na variação térmica da área de estudo, sendo a área edificada a variável de maior influência, com uma diferença máxima de 3°C em relação à área verde. A pesquisa do comportamento térmico do campus da UFSC contribui para os estudos na área da climatologia urbana e no planejamento da distribuição das edificações e de áreas verdes, bem como constituir-se em material de consulta e referência para os urbanistas e comunidade acadêmica.

Palavras-chave: Arquitetura, Microclima, Vegetação

1. INTRODUÇÃO

Até a primeira metade do século XIX, as cidades eram essencialmente um centro político-administrativo e um centro de comércio, constituindo-se numa unidade espacial bem definida pelos seus limites físicos. Porém, a partir da revolução industrial tem-se a primeira grande ruptura na morfologia tradicional. As cidades passam a expandir-se dando origem a ocupações dispersas e à indefinição dos perímetros urbanos, exibindo assim, uma nova realidade geográfica.

O êxodo da população rural para as cidades, na maioria das vezes, ocorre de forma muito rápida e desordenada, sem um planejamento adequado de ocupação, provocam assim, vários problemas que interferem na qualidade de vida dos habitantes.

Este crescimento desordenado das cidades, principalmente os grandes centros, causa sérios danos, tanto no ambiente natural quanto no construído. Tal situação aponta para a necessidade de revisão do modelo de cidade e dos processos de planejamento e projeto urbano.

Neste ambiente, o balanço de energia sofre intensas alterações, resultantes da impermeabilização do solo e consequentemente o aumento da temperatura do ar, transformando as cidades em verdadeiras Ilhas de Calor (IC).¹

Estas alterações climáticas trazem consigo, em um ritmo cada vez mais acelerado, problemas ainda mais graves, tais como desconforto, aumento do estresse térmico e do consumo de energia para condicionamento artificial, conforme observado por Taha et. al. (1988) e Rosenfeld et. al. (1995).

A inserção de estudos sobre a climatologia urbana no planejamento das cidades, principalmente as de pequeno e médio porte, permitem a obtenção de um ordenamento do uso e ocupação do solo, com a definição das áreas adensáveis e não adensáveis, áreas verdes a serem protegidas, ampliadas ou criadas, bem como para a análise da localização dos distritos industriais (ASSIS, 1990).

É sob esse contexto que se destaca também a importância das áreas verdes e sua influência no microclima urbano, e a mitigação dos efeitos prejudiciais da urbanização, tais como enchentes, aquecimento das superfícies urbanas, baixa qualidade do ar, além do aumento do efeito da ilha de calor urbana.

2. OBJETIVO

O objetivo deste artigo é avaliar o impacto do ambiente construído do campus da Universidade Federal de Santa Catarina sobre a modificação dos microclimas.

3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A cidade de Florianópolis, capital de Santa Catarina, está localizada no litoral Sul do Brasil, entre os paralelos 27°10' e 27°50' de latitude sul e entre os meridianos 48°25' e 48°35' de longitude oeste. Abrange uma área de 433,32 km², possui uma população de 408.161 habitantes e densidade demográfica de aproximadamente 942 hab./km² segundo estimativas do IBGE - Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, no ano de 2009.

Florianópolis apresenta temperatura média anual de 20,4°C e variação anual de 7,8°C entre os valores médios mensais das temperaturas médias (24,3°C em fevereiro e 16,5°C em julho, maior e menor média, respectivamente). A umidade relativa do ar é alta, influenciada principalmente pela maritimidade, com média anual em torno de 82%, sendo a média mensal mínima de 80% em novembro e dezembro e a máxima 84% no inverno. Os ventos predominantes sopram do quadrante norte associados à massa de ar Tropical Atlântica. Os ventos do quadrante sul, também freqüentes, são

¹ Ilha de Calor é o fenômeno que ocorre nas cidades, onde a temperatura nas áreas centrais é mais alta em comparação com as zonas periféricas ou rurais, ocorrem especialmente em noites calmas e sem nuvens (KATZSCHNER, 2007)

os mais velozes, com rajadas de até 80 km/h, estando associados à atuação da massa Polar. A pluviosidade é bastante significativa, aproximadamente 1500 mm/ano, não existindo estação seca.

3.1. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

A bacia do Itacorubi localiza-se em Florianópolis na região centro-oeste da ilha de Santa Catarina, entre as coordenadas de 27°34'07" - 27°37'57" de latitude Sul e 48°28'25" - 48°33'00" de longitude Oeste.

A Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) localiza-se na Bacia do Itacorubi, que possui uma área aproximada de 23 km², sendo um típico relevo litorâneo. As áreas de cabeceira possuem declives acentuados e à jusante segue-se à planície costeira, cuja declividade é muito baixa, em cotas próximas ao nível do mar (NEA, 2008).

O campus universitário ocupa um vale em forma de ferradura cuja abertura é voltada para a Baía Norte, estando abrigado do vento sul pelas elevações que determinam sua conformação relativamente plana, com diversos córregos e algumas áreas com vegetação nativa remanescente.

A área reservada para a cidade universitária possuía inicialmente 919.500 m². Hoje, ela ocupa uma área com mais de um milhão de metros quadrados, sendo que 323.260 m² são de área construída.



FIGURA 1: Foto aérea da Universidade Federal de Santa Catarina - Área de estudo

Assim como as cidades de pequeno e médio porte, que requerem a abertura de novas áreas para sua expansão, o Campus da UFSC, através da criação de novos cursos de graduação e de pós-graduação, gera um aumento contínuo por novas áreas construídas, provocando assim, uma redução dos espaços verdes, podendo acarretar diminuição da qualidade ambiental do campus.

De acordo com a Universidade Federal de Santa Catarina (2005), a demanda por novos espaços construídos tende a continuar, gerando pressão sobre as áreas consideradas de preservação e áreas verdes, o que poderá levar a uma inversão entre a área verde hoje existente no Campus e a área construída, transformando-o num maciço bloco edificado com acentuada verticalidade, sem espaços livres ou públicos.

4. METODOLOGIA

A metodologia utilizada baseou-se no mapeamento e caracterização física da área de estudo, campus da Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, proposto por Katzchner (1997) e Mendonça

(2003) que consiste através do levantamento topográfico, ocupação do solo, altura das edificações, existência de áreas verdes e tipo de revestimento do solo para posterior seleção dos pontos onde foram realizadas as medições, seguidas pelo tratamento estatístico dos dados.

O trabalho de coleta de dados em campo foi realizado em dias de céu claro, nenhuma nebulosidade e calmaria, tanto no verão quanto no inverno (OKE, 2004). Desta forma, os dados coletados representam uma boa amostragem do processo de trocas térmicas, o que possibilita considerar os resultados como tendência de comportamento térmico da área.

Para o levantamento dos dados climatológicos foram utilizadas estações fixas. Este procedimento é freqüentemente usado em pesquisas ambientais, sendo conveniente, sobretudo quando não se dispõem de uma ampla equipe de trabalho. Ele permite que se desenvolva um monitoramento simultâneo e contínuo em vários pontos da área de estudo, realizando medições das variáveis climáticas em pontos pré-definidos.

Para a realização do monitoramento das condições higrotérmicas ambientais, foi utilizado o equipamento eletrônico de aquisição de dados, constituído por aparelhos registradores de temperatura e umidade do ar, modelo HOBO H8.

As medições de campo ocorreram durante os meses de fevereiro/março e agosto/setembro de 2009, verão e inverno, respectivamente, sendo que os registros ocorreram, simultaneamente, em 10 pontos com tipos diferentes de ocupação do solo, às 06:00h, 09:00h, 12:00h, 15:00h, 18:00h e 20:00h em dias típicos de céu claro, sem nuvens e ventos fracos, conforme observado anteriormente.

Para evitar a interferência da radiação solar e obter a temperatura e umidade relativa do ar e proteger o equipamento foram utilizados abrigos de madeiras constituídos de paredes duplas contendo pequenas aberturas desencontradas entre uma parede externa e outra interna, permitindo a livre circulação do ar, mas evitando incidência solar direta. As superfícies internas foram revestidas com folha de alumínio. A parede externa do abrigo foi pintada na cor branca (Fig.2).



FIGURA 2: Abrigo Meteorológico
Fonte: Gomes, 2008

4.1. AMBIENTE DE MEDIÇÃO

Segundo Oke (2004), a área de captação de um sensor não é simetricamente distribuída ao redor do sensor, tratando-se de uma forma elíptica alinhada na direção do vento, sendo que o sinal captado por ele origina-se através do transporte do mesmo.

Sendo assim, optou-se pelo monitoramento apenas do vento norte, uma vez que este é o vento predominante em Florianópolis e é caracterizado pela elevada umidade, que ajuda a amenizar o calor na primavera e no verão. A orientação sul foi descartada, uma vez que, os ventos deste quadrante, são os mais velozes e estão associados à atuação da massa Polar (mP). O encontro das Massa Tropical

Atlântica (mTa) e Tropical Continental (mTc) com a mP dão origem à frente fria polar, que ocasiona bruscas mudanças no tempo atmosférico em qualquer estação do ano.

4.2. ANÁLISE DOS DADOS

Para a realização das análises dos dados, utilizou-se o método de agrupamento. Esta forma de análise possibilita organizar os dados observados em unidades semelhantes. O propósito desta técnica é interligar as amostras em sucessivos agrupamentos utilizando alguma medida de similaridade.

Em seguida, foram realizadas análises de regressão linear múltipla, correlacionando os parâmetros de ocupação do solo com os dados de temperatura e umidade relativa do ar obtido nos monitoramentos.

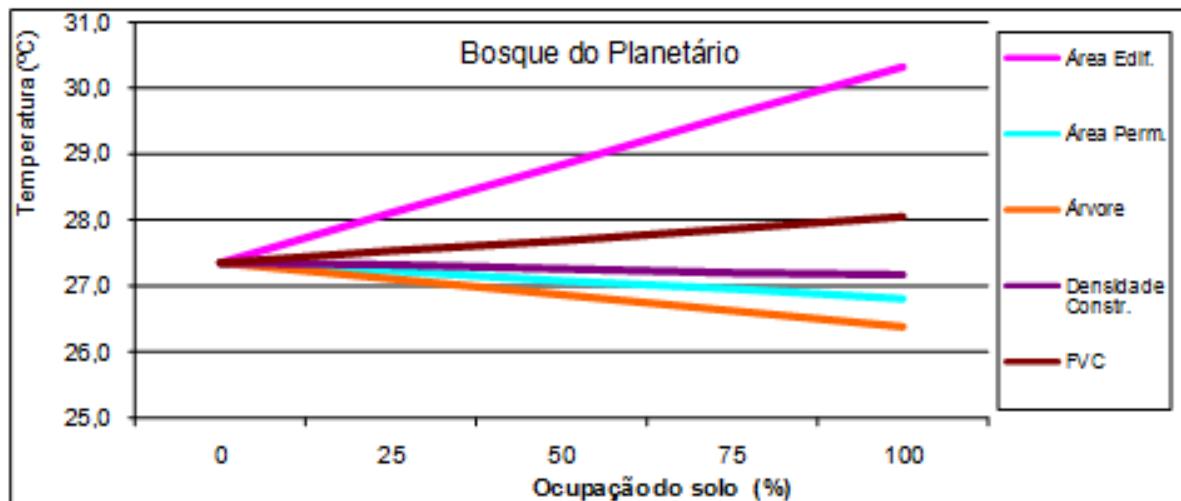
Determinadas as equações de correlação das variáveis climáticas, temperatura e umidade relativa do ar, em função das variáveis urbanas foi possível determinar quais elementos mais influenciaram na variação da temperatura e umidade relativa do ar.

5. RESULTADOS

As menores temperaturas mensuradas, no verão, foram registradas no Bosque do planetário, área ocupada em sua quase totalidade por árvores, enquanto que a mais elevada foi obtida no Centro de filosofia e ciências humanas (CFH), área mais edificada e de pouca vegetação.

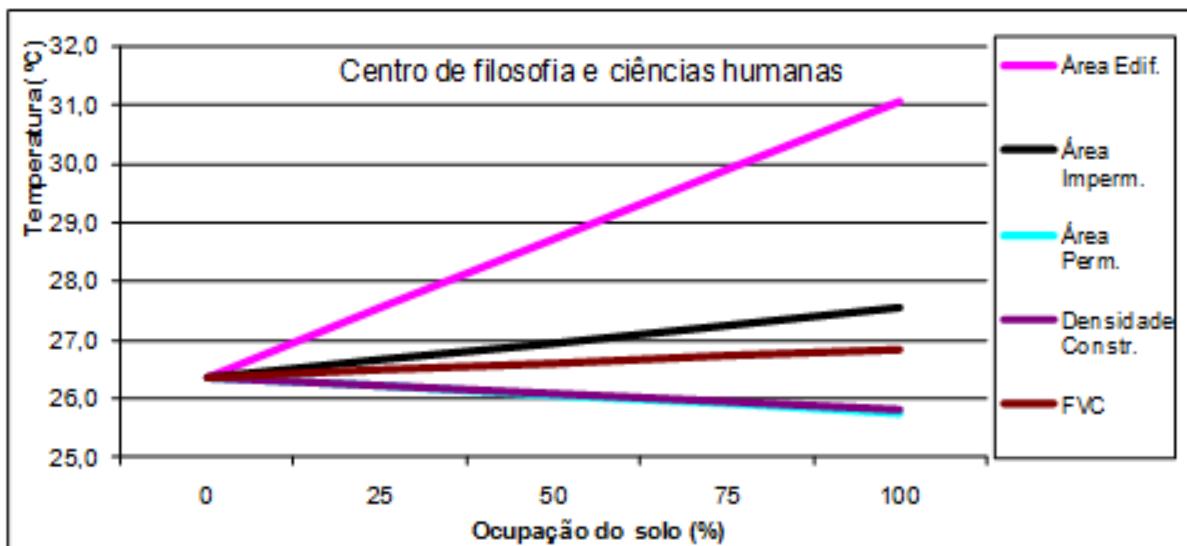
Ao substituir na equação as variáveis urbanísticas por valores de ocupação, observa-se que ocorre a elevação da temperatura do ar no Bosque do planetário, quando há uma substituição da área arborizada pela edificada (GRÁFICO 1), em concordância com os resultados apresentados em trabalhos sobre o clima urbano, desenvolvidos por Ca et. al. (1998), Shashua-Bar e Hoffman (2000) e Spronken-Smith e Oke, (1998), que destacam a influência exercida pelas árvores na redução da temperatura do ar se devido tanto ao sombreamento promovido pelas árvores quanto à absorção de grande parte da radiação solar. De acordo com Ca et. al. (1998) a redução da temperatura proporcionada pelas pequenas áreas arborizadas é de 1 a 2 °C.,

GRÁFICO 1: Gráfico preditivo do comportamento da temperatura do Bosque do planetário, no verão.



Por sua vez, no gráfico 2, que representa o CFH, a área edificada exerce destacada influência na elevação da temperatura. É possível verificar que, ao se aumentar a área permeável tem-se redução nos valores da temperatura do ar.

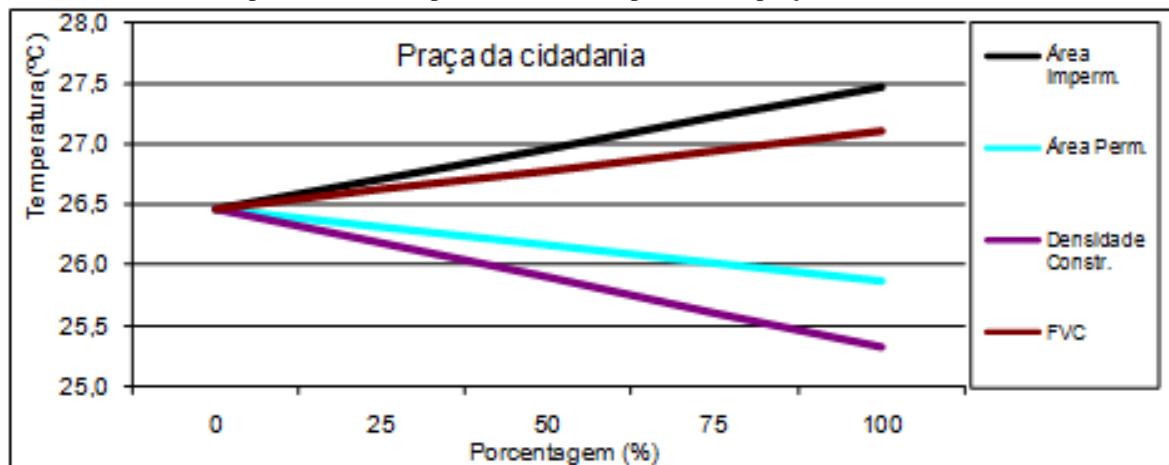
GRÁFICO 2: Gráfico preditivo do comportamento da temperatura no CFH, no verão.



A praça da cidadania mesmo sem a presença de edificações apresenta valores elevados de temperatura. Esta condição se justifica devido ao fato de esta área possuir além de uma grande área impermeabilizada um grande fator de visão do céu (76%), que permite um maior acesso da radiação solar, que consequentemente, absorverá uma parte significativa da radiação incidente, promovendo assim um aquecimento do ar deste recinto (GRÁFICO 3).

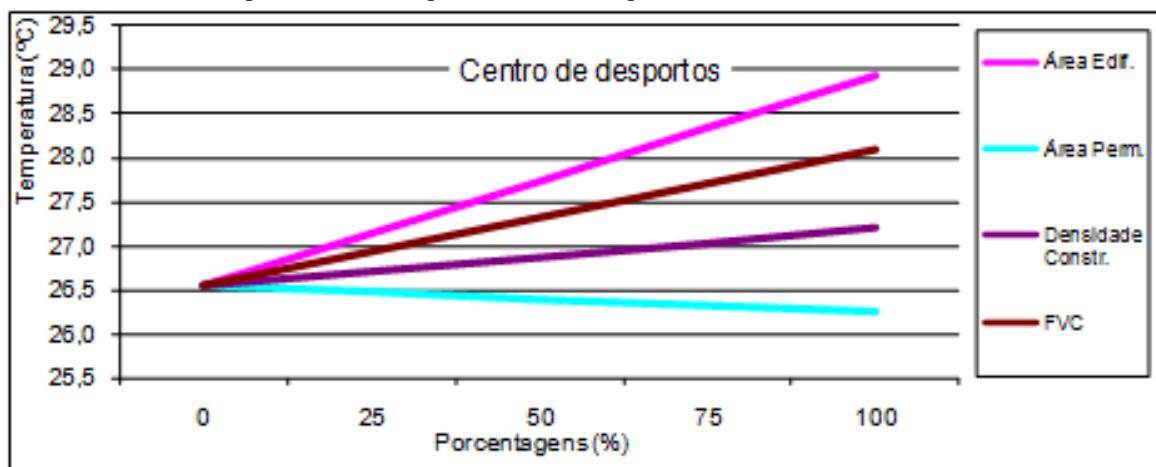
Segundo Asaeda et. al. (1993), a impermeabilização do solo exerce forte influência sobre o comportamento térmico de um ambiente, principalmente as áreas recobertas com pavimento asfáltico, que absorvem consideravelmente maior quantidades de radiação solar.

GRÁFICO 3: Gráfico preditivo do comportamento da temperatura na praça da cidadania, no verão.



Ao contrário da praça da cidadania que apresenta grande área impermeabilizada, o Centro de Desportos (CDS) apresenta uma grande área de solo permeável, entretanto, não apresenta temperaturas mais amenas. Segundo Mizuno et. al. (1991), uma superfície revestida somente com grama, sem o fator sombreamento provocada pelas árvores, não contribui muito para a redução da temperatura do ar, fato observado no gráfico 4.

GRÁFICO 4: Gráfico preditivo do comportamento da temperatura do CDS, no verão.



Segundo Ometto (1981), a influência das áreas gramadas está condicionada diretamente a quantidade de água presente no solo, uma vez que esta determinará uma maior ou menor absorção da energia radiante que será utilizada no processo de evapotranspiração, que resultará em liberação de vapor d'água para o ambiente, contribuindo assim, para o arrefecimento do ar.

6. CONCLUSÃO

Através das análises realizadas, foram identificadas variações microclimáticas entre os pontos de medições. Tais alterações demonstraram relação com o local monitorado, evidenciando assim, a influência do ambiente construído sobre o comportamento térmico. Em face dos dados obtidos conclui-se que:

O aumento da temperatura está altamente relacionado com o aumento das áreas edificadas ou impermeabilizadas, sendo maior para a primeira.

O aumento da arborização ou áreas permeáveis apresenta relação direta com a redução da temperatura, entretanto, a capacidade de amenização da temperatura pela vegetação, no caso de árvores isoladas implantadas ao longo das vias, depende mais da densidade da vegetação do que da quantidade de árvores no local.

7. REFERÊNCIAS

- ASAEDA, T.; CA, V. T. **Heat storage of pavement and its effect on the lower atmosphere.** Atmospheric Environment. v. 30, p. 413-427, 1996.
- ASSIS, Eleonora. S. **Mecanismos de desenho urbano apropriados à atenuação da ilha de calor urbana: Análise de desempenho de áreas verdes em clima tropical.** 1990. 164 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1990.
- CA, Vu T; ASAEDA, Takashi, ABU, Eusuf M. **Reductions in air conditioning energy caused by a nearby park.** Energy and Buildings. v. 29, p. 83-92, 1998.
- GOMES, P. S. **Ocupação do solo e microclimas urbanos:** O caso de Montes Claros - MG. 2008. 213 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008
- KATZCHNER, Lutz. **Urban climate studies as tools for urban planning and architecture.** In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 5., Salvador, 1997. **Anais... . Bahia, ANTAC.** p.49-58.
- MENDONÇA, Francisco. **Clima e planejamento urbano em londrina:** Proposição metodológica e de intervenção urbana a partir do estudo do campo termo-higrométrico. In: MONTEIRO, C. A. F; MENDONÇA, F. **Clima Urbano.** São Paulo: Contexto, 2003. p. 93-120.
- MIZUNO M. et al. **Effects of land use on urban horizontal atmospheric temperature distributions.** Energy and Buildings, n.15-16, 1991, p.165-176.
- NEA (Núcleo de Estudos da Água) / LABDREN (Laboratório de Drenagem Urbana) / Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Florianópolis. **Hidrologia da Bacia do Itacorubi.** Disponível na Internet <<http://www.labdren.ufsc.br>>.
- OKE, T. R. **Initial guidance to obtain representative meteorological observation at urban site.** IOM Report, TD. In press, World Meteorological Organization Geneva, 2004
- OMETTO, J. C. **Bioclimatologia vegetal.** São Paulo: Agronomica ceres, 1981. 425p
- ROSENFELD, Arthur, AKBARI, Hashem, BRETZ, Sarah. FISHMAN, B.L.; KURN, D. M.; SAILOR, David, TAHA, Haider. **Mitigation of urban heat islands:** materials, utility programs, updates. Energy and Buildings, v.22, p.255-265, 1995.
- SHASHUA-BAR, Milo E.; HOFFMAN, Limor. **Vegetation as a climatic component in the design of an urban street. An empirical model for predicting the cooling effect of urban green areas with trees.** Energy and Buildings, v. 31, p. 221-235, 2000.
- SPRONKEN-SMITH, R.A., OKE, T.R., **The thermal regime of urban parks in two cities with different summer climates.** Int. J. Remote Sens. v.19, p. 2085-2104, 1998
- TAHA, H; AKBARI, H; ROSENFELD, A; HUANG, J.. **Residential cooling loads and the urban heat island - the effects of albedo.** Building and Environment, v. 23, 1988, Pages 271-283
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. Comissão Permanente de Planejamento Físico. **Plano diretor do Campus da UFSC:** diretrizes e proposições. Florianópolis: UFSC, 2005. 59 p.