



XIENCAC
ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO
NO AMBIENTE CONSTRUIDO

VIIELACAC
ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO
NO AMBIENTE CONSTRUIDO

Búzios - RJ - 2011

CONTRIBUIÇÃO DA VEGETAÇÃO E PERMEABILIDADE DO SOLO PARA O AMBIENTE TÉRMICO EM AVENIDAS DE FUNDO DE VALE

Luciani Maria Vieira Rocha (1); Léa Cristina Lucas de Souza (2)

(1) Arquiteta e Urbanista, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal de São Carlos, lucianirocha@uol.com.br.

(2) Arquiteta, Livre Docente, Professora do Departamento de Engenharia Civil leacrist@ufscar.br.
Universidade Federal de São Carlos, Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Caixa Postal 676, São Carlos, SP, 13565-905, Tel. 51 16 33518295.

RESUMO

Esse artigo tem por objetivo estudar as relações entre a vegetação e a permeabilidade do solo com o ambiente térmico criado ao longo de avenidas em fundo de vale. Para isso foi feita uma caracterização de quatro pontos ao longo do eixo das Avenidas Alberto Andaló e José Munia, que margeiam o Córrego Canela na cidade de São José do Rio Preto. Esses pontos serviram como referência para o levantamento de temperaturas do ar. O resultado da coleta de dados revelou diferenças na temperatura do ar entre os quatro pontos amostrais. A ocupação desses dois trechos do córrego se diferencia principalmente pela presença significativa de vegetação na Avenida José Munia. A relação dos dados com as características de ocupação do solo demonstrou que as áreas com maior ocupação e pavimentação nas ruas e quadras perderam menos calor, levando à formação de ilhas de calor noturnas mais intensas na Avenida Alberto Andaló. Ao mesmo tempo, verificou-se uma influência direta da presença de vegetação e permeabilidade do solo na diminuição da temperatura do ar noturna e, conseqüentemente, uma minimização das ilhas de calor na avenida mais arborizada e com mais áreas livres.

Palavras-Chave: vegetação e clima, fundos de vale, clima urbano e ilhas de calor.

ABSTRACT

This paper studies the relationship between thermal environment and vegetation or permeability along valley avenues. In order to do so, four points of the Avenida Alberto Andaló and José Munia, which follow the Canela creek valley in the city of São José do Rio Preto, were characterized. These points were taken as reference for registering air temperature. The results of that field campaign revealed differences in the air temperature among those four points. The occupation of these two stretches of the stream is mainly distinguished by the significant presence of vegetation in the José Munia Ave. The relationship of these data with the characteristics of land occupation showed that areas with high occupancy and intensely paved areas and city blocks lost less heat, leading to the formation of the highest heat islands during the night period at Alberto Andaló Ave. Also, it was found a significant decrease of air temperature during the night due to the presence of vegetation and soil permeability, thus, minimizing the heat islands on the avenue with more trees and open spaces..

Keywords: vegetation and climate, the valleys, urban climate and heat islands.

1. INTRODUÇÃO

As áreas urbanizadas produzem efeitos na atmosfera de uma região devido às diversas formas de uso e ocupação do solo e estrutura urbana. O grau de transformação das superfícies, os materiais utilizados, a rugosidade, a densidade, a permeabilidade do solo, a contaminação do ar e a geração local de calor, são fatores que irão determinar a reflexão, absorção ou armazenamento da radiação solar, além de produzir efeitos na circulação e atrito da ventilação.

A diferença de resposta térmica entre o ambiente urbano e o rural é principalmente marcada pelo desenvolvimento de ilhas de calor nas áreas urbanas. Parker (2010) esclarece que as ilhas de calor são resultados de propriedades físicas de edifícios e outras estruturas e da emissão de calor pelas atividades humanas. Segundo o autor, formam-se também ilhas de frio em parques e em regiões menos adensadas da cidade. O papel da vegetação na mitigação das temperaturas urbanas é também constatado por Gomes & Lamberts (2009) em estudo realizado em Montes Claros, MG, no qual foi verificado que o aumento da cobertura vegetal é acompanhado por uma diminuição da temperatura. Já o aumento das áreas impermeáveis (calçadas, ruas pavimentadas e asfaltadas) acompanha o aumento da temperatura, devido à diminuição das trocas térmicas de calor latente, pois a diminuição de áreas verdes reduz a perda de calor pelo processo de evapotranspiração. Também considerando a importante influência da vegetação nas condições térmicas, Duarte (2009) propõe um indicador para o planejamento urbano, que relaciona arborização, densidade e superfícies d'água.

O comportamento térmico urbano se altera à medida que a morfologia dos espaços é alterada. Com aumento de impermeabilização e verticalização, mais superfícies acumuladoras de calor e menor porção de céu visível farão com que se acumule o calor absorvido e diminua a dissipação do calor dos ambientes por convecção ou por emissão de ondas longas. Portanto, a melhor geometria para o conforto térmico do espaço urbano é um difícil equilíbrio entre a ocupação do espaço urbano e a obstrução do céu. Se de um lado uma maior ocupação e verticalização com menor porção visível do céu diminuem a perda de calor durante a noite, por outro lado, propicia sombreamento durante o dia. Enquanto que uma densidade construída menor, baixa verticalização e maior porção de céu visível possibilitam maior tempo de acesso solar, fazendo com que os ambientes mais abertos recebam maior quantidade de radiação direta incidente durante o dia (SOUZA et.al., 2009). Além disso, a forma urbana altera a velocidade do vento regional, reduzindo, na maior parte das vezes, ou acelerando a movimentação do ar, por exemplo, quando se configura um efeito de canalização nas ruas, o que reduz temporariamente a intensidade da ilha de calor (BARBIRATO et al,2007).

Os benefícios do sombreamento em equilíbrio com a menor perda de calor por obstrução da dissipação são apontados por Emmanuel (2005) como solução de controle da incidência solar para amenizar as ilhas de calor urbanas. Segundo o autor as áreas expostas ao sol, pavimentadas ou não apresentam pouca diferença frente à radiação, e as áreas sombreadas por árvores ou edificações, da mesma forma, tem comportamento semelhante sob ação da insolação. Evidencia, no entanto, a vantagem do sombreamento obtido pelo uso de arborização, pois esses elementos, não absorvem a radiação interceptada para depois dissipar aos poucos como as edificações por consumirem a maior parte da energia para sua sobrevivência, além de oferecerem menor resistência à dissipação do calor sob suas copas.

Na abordagem do clima em áreas urbanas, Oke (2006) propõe para a escala local, o estudo de uma área dentro da cidade que possua características semelhantes de desenvolvimento, como um bairro com densidade homogênea ou mesma altura dos edifícios, que sofrem a influência de um conjunto de microclimas. Uma abordagem em microescala procura estudar os microclimas gerados a partir da influência de um edifício, de uma rua ou de árvores, alcançando uma pequena área do entorno.

O sistema viário, tratado como espaço dos automóveis, não considera, na maior parte das vezes, o nível de conforto humano no ambiente externo. A proteção às condições climáticas extremas ou à qualidade dos passeios não é comum no cotidiano do pedestre. As vias públicas, em muitos casos, tomaram o lugar de várzeas dos cursos d'água, ou então foram construídas sobre os cursos d'água no processo de ocupação e expansão urbana. A relação com o território, espaço natural sobre o qual se assenta a cidade, em geral foi a de desprezar a existência de rios, córregos, presença de vegetação, bem como a topografia do lugar e suas características climáticas.

Adotando uma abordagem em microescala, realizou-se um estudo procurando verificar a interação da temperatura do ar com a caracterização do ambiente urbano em área de ocupação ao longo de um curso d'água na cidade de São José do Rio Preto, SP. Duas avenidas margeiam o Córrego Canela, uma com o córrego canalizado e fechado, outra com parte de várzea preservada. Este artigo apresenta a seguir a descrição da área selecionada, a metodologia aplicada, os resultados encontrados e as principais considerações.

2. METODOLOGIA

Com o objetivo de estabelecer parâmetros para comparação entre os dois trechos do córrego, que se diferenciam sobretudo pela presença de vegetação e permeabilidade do solo, a metodologia aplicada baseia-se na análise da relação entre a temperatura do ar e as características de cobertura do solo encontradas através da coleta de dados térmicos e caracterização da ocupação do solo no entorno e de quatro pontos amostrais, sendo dois em cada avenida.

O cálculo de áreas construídas e demais áreas para o estudo foi estimado a partir de imagens de satélite do Google Earth, considerando uma área com 100 m de raio de influência a partir de cada ponto, através da elaboração de desenhos digitais sobre a planta de quadras e lotes.

Comparando a relação entre as características da superfície das áreas de estudo e as temperaturas do ar encontradas nos dois trechos do córrego, buscou-se verificar a variação no grau de influência dessas características, indicando tendência para diminuir ou aumentar a temperatura do ar.

2.1 Área de estudo

Com uma população de 337.289 habitantes, São José do Rio Preto, é a cidade onde se situa a área de estudo, no interior paulista (Figura 1). Sendo um pólo regional com comércio denso e diversificado, atrai consumidores dos bens e serviços oferecidos bem como trabalhadores empregados no município, implicando em elevadas taxas de crescimento anual ao longo das últimas décadas.



Figura 1 – Localização da cidade de São José do Rio Preto no estado de São Paulo. Fonte: adaptado de <http://www.transportes.gov.br>, acessado em 10/08/2010.

Assim como o Córrego Canela, outros fundos de vale urbanos são eixos importantes da malha viária (Figura 2): o Córrego Borá – Av. Bady Bassit e Av. Juscelino Kubitschek, o Rio Preto – Av. Philadelpho Gouveia Neto, o córrego Aterradinho – Av. Murchid Homsí, o córrego Piedade – Av. Ernani Pires e outros. Como resultado do processo histórico marcado por diferentes propostas de desenho urbano, parte dos córregos Canela e Borá tiveram suas margens suprimidas e foram canalizados e fechados na década de 50.

A SP-310 - Rodovia Washington Luis- Principal ligação com São Paulo, no sentido sul, estabelece um marco divisor da expansão da cidade e, por consequência, do tratamento das margens dos córregos Borá e Canela. De um lado as margens desses córregos foram ocupadas por avenidas, restando um canteiro central de aproximadamente sete metros, com presença de grama, palmeiras e arbustos de pequeno porte. Do outro o córrego permaneceu a céu aberto e as margens foram preservadas com 70 m em média de um lado a outro, com a presença em alguns trechos de vegetação de médio e grande porte.

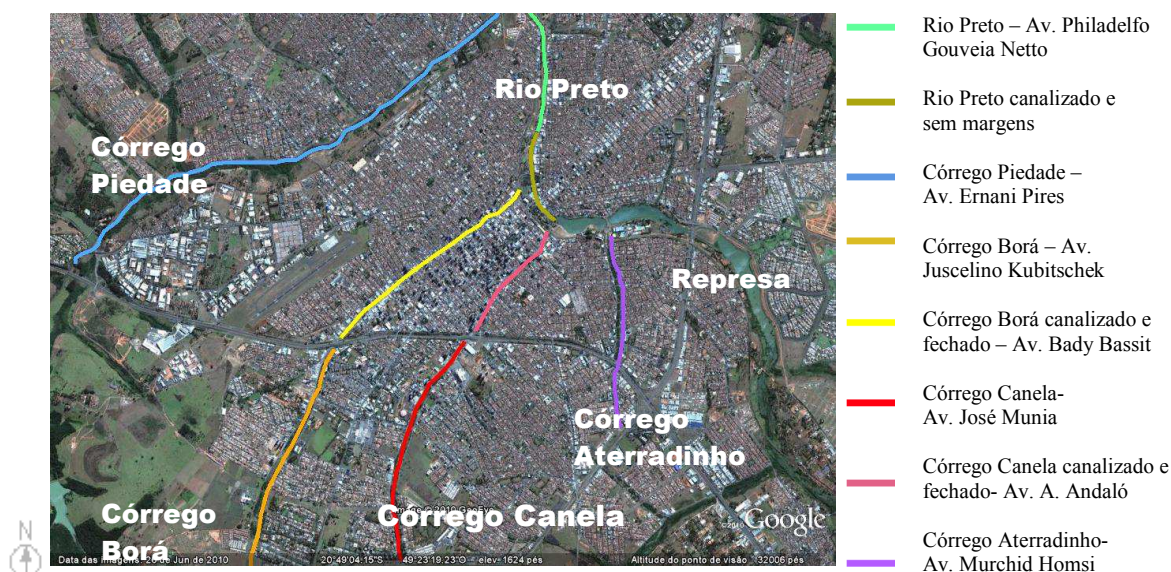


Figura 2- Eixos das principais avenidas em fundo de vale na malha urbana.
 Fonte: Elaborado a partir de vista satélite acessada no Google Earth em 05/08/2010.

2.2 Seleção dos pontos amostrais

Assim, o trecho selecionado como área de estudo está delimitado por duas avenidas ao longo do eixo do córrego Canela. Essas avenidas, além de serem elementos importantes do sistema viário, abrigam um importante centro comercial e bancário no trecho da Alberto Andaló, que corta a área central, tendo importância histórica na cidade. A Avenida José Munia é uma ocupação mais recente, possuindo lotes maiores no entorno, muitos deles utilizados como áreas institucionais, shopping center, hipermercado, serviço público, lazer, poucos lotes com uso residencial e alguns ainda vazios.

Além dos pontos amostrais, foram considerados dados de duas estações meteorológicas como referência: Cetesb (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo) e do IAC (Instituto Agrônomo de Campinas). Esta última é a referência para determinar as intensidades de ilhas de calor.

Na foto aérea da figura 3 estão indicados os quatro pontos amostrais. Os pontos 1 e 2 na Av. Andaló; 3 e 4 na Av. José Munia. Ao fundo pode ser observada uma parte da represa municipal, e entre as duas avenidas, é possível perceber que um viaduto eleva a Rodovia Washington Luis por sobre o córrego.

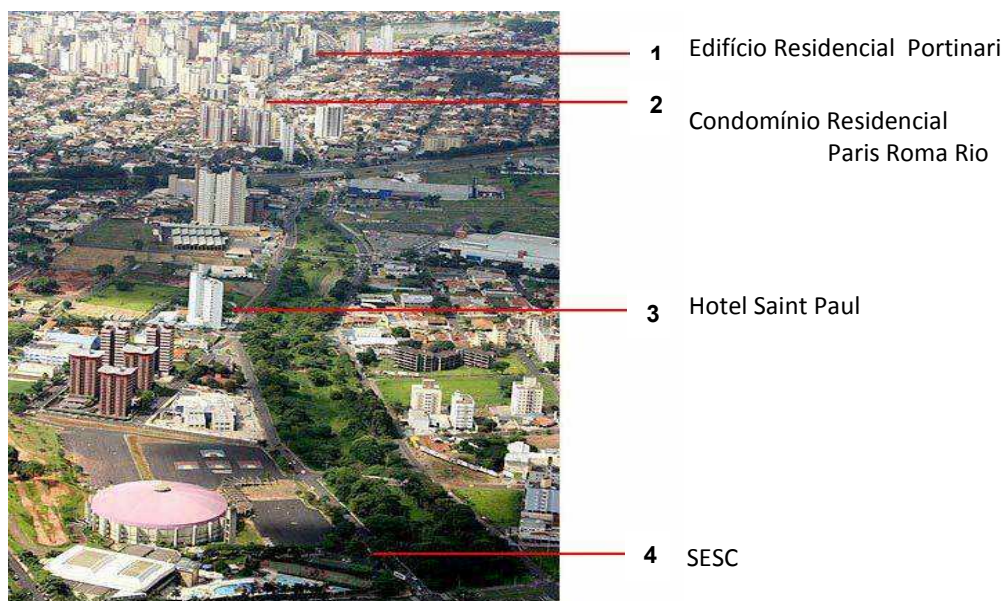


Figura 3 - Pontos amostrais de 1 a 4 em vista aérea. Fonte: (adaptado) Prefeitura Municipal.

As áreas de abrangência dos quatro pontos de medição e da estação meteorológica da Cetesb foram caracterizadas por elementos espaciais de cobertura do solo. A partir dessas informações, observando que se trata de uma estimativa, foram calculadas taxas de cobertura e impermeabilização do solo em porcentagem da área total.

Para o cálculo de permeabilidade do solo, foram considerados como áreas impermeáveis: o pavimento asfáltico e as áreas ocupadas por construções, somadas a uma porcentagem da área livre das quadras, estimada em 30% da área total das quadras, sendo 10% equivalente aos passeios e 20% equivalente à área de superfícies livres revestidas e impermeabilizadas nos lotes. Essa porcentagem foi definida tendo por base o estudo das proporções em uma das quadras. Como área permeável, considerou-se a área livre descoberta nas quadras e os canteiros ou margens vegetados em ambas as avenidas. Os passeios foram tratados como áreas livres das quadras ou como áreas de canteiros e várzea preservada.

2.3 Dados térmicos

A coleta de dados térmicos foi feita com a instalação fixa de data-loggers em quatro pontos, obedecendo às condições possíveis dentro dos seguintes parâmetros: possibilidade de instalação a uma altura de 2 a 3 m e de 2 a 3 m de distância do alinhamento; autorização dos responsáveis pelo imóvel e; segurança dos aparelhos. Os sensores, data-loggers com proteção solar, conforme figura 4, foram fixados em postes metálicos em área livre com jardim frontal, sendo a distância entre o primeiro e o último ponto de 2,7 Km (figura 5), coletaram dados horários de 08 a 22 de abril de 2010.

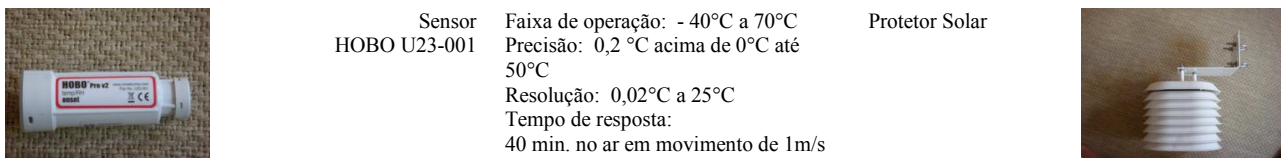


Figura 4- Sensores Data-Logger utilizados.

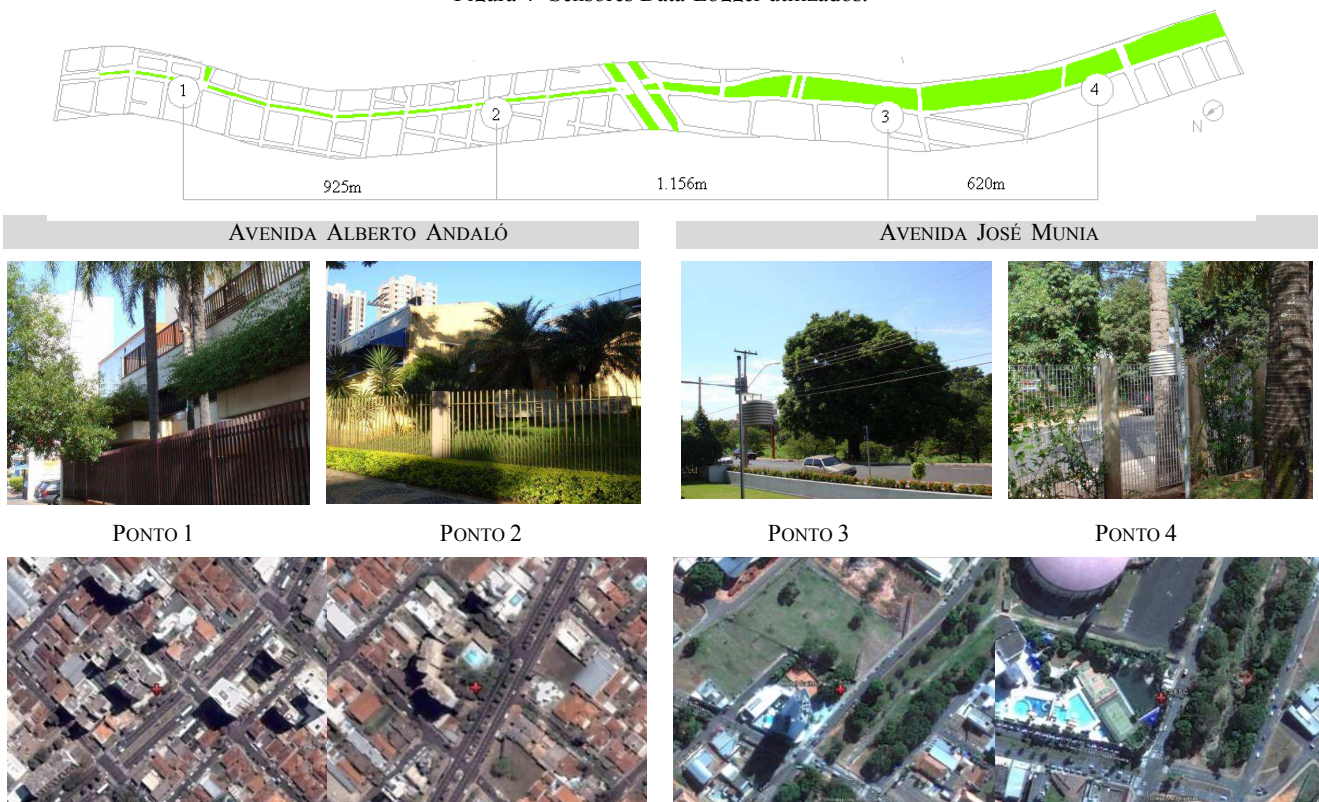


Figura 5- Sensores instalados nos locais de medição.

A estação de monitoramento automático da Cetesb localiza-se em área urbanizada bastante adensada, no Bairro Eldorado, e a estação do IAC em área mais afastada da ocupação urbana, no distrito de Engenheiro Schmidt.

3. RESULTADOS

3.1 Características de cobertura do solo

Os principais resultados alcançados são aqui expostos para análise e discussão. A figura 6 demonstra comparativamente as variáveis de cobertura do solo em porcentagem da área total.

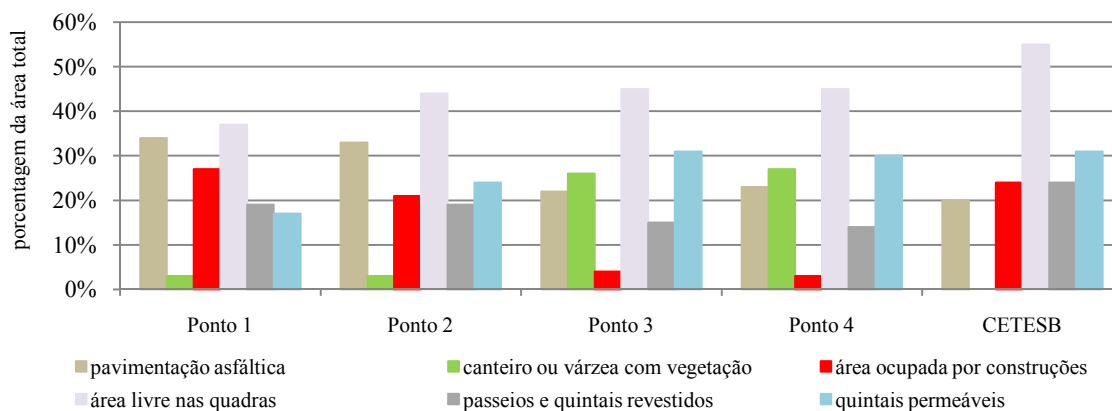


Figura 6- Ocupação do solo nas áreas estudadas.

Além de possuir as maiores áreas verdes os pontos 4 e 3, na Avenida José Munia, a presença de árvores de médio e grande porte também é marcante nas margens dos córregos arborizados. Enquanto os pontos 1 e 2, na Avenida Alberto Andaló, com palmeiras no canteiro central, têm a maior área ocupada por construções e também a maior quantidade de prédios com 10 e 15 pavimentos. O ponto 3 tem apenas um prédio de 15 pavimentos.

A figura 7 demonstra a variação da permeabilidade do solo nas áreas estudadas. Pode-se perceber que a superfície do solo permeável é bem maior nas áreas de estudo dos pontos 3 e 4, e é justamente a várzea do córrego preservada que garante essa permeabilidade maior do solo.

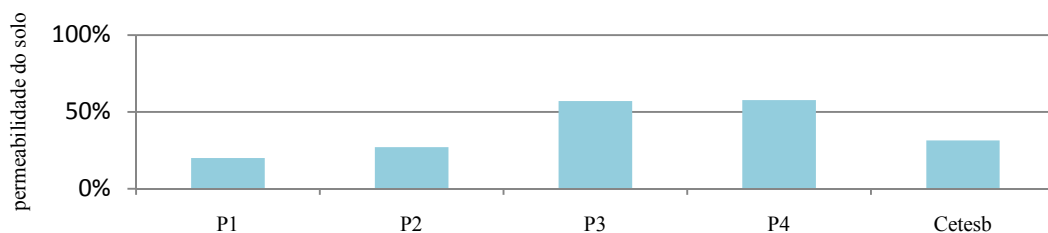


Figura 7- Permeabilidade do solo nas áreas estudadas.

3.2 Temperatura do ar

O período de medição apresentou céu claro, parcialmente nublado em alguns dias, porém sem precipitação, Ao longo de quinze dias verificou-se um constante aumento da temperatura do ar.

Na média, as temperaturas encontradas nos quatro pontos da avenida no período apresentam pouca diferença. As temperaturas mais baixas ocorrem em geral às 7 horas todos os dias em todos os pontos. Entre 8 e 12 horas as áreas ganham mais calor com a incidência solar. Os pontos onde se verifica maior ganho de calor são a estação de referência do IAC e o ponto 4, com mais áreas livres, que ganham gradativamente mais calor, acumulando um ganho das 8h ao meio dia em média 12°C e 11°C, respectivamente. Os pontos 1 e 2 ganham menos calor a cada hora, acumulando aproximadamente 9°C das 8h às 12h.

As temperaturas mais altas ocorrem em geral entre 15 e 16 horas todos os dias em todos os pontos. Ao cair da tarde, a perda de calor nos pontos ocorre quase nas mesmas proporções que o ganho de calor. A partir das 18horas a perda de calor aumenta e é bem maior na estação de referência do IAC, seguida pelo ponto 4, depois o ponto 3 e a estação da CETESB, na mesma sequência. Os pontos 1 e 2, com o solo muito mais pavimentado e ocupado por construções, a perda de calor é mais lenta. Em média a diferença de perda de calor acumulada das 18 às 22horas entre a estação IAC e o ponto 4 é de aproximadamente 3°C e entre o ponto 4 e ponto 2 de 2°C.

Com o por do sol, os pontos 3 e 4, com mais arborização e áreas livres, apresentaram as menores temperaturas. Já os pontos 1 e 2 mais ocupados por construções, serão os mais quentes à noite, a partir das 19h e por toda a madrugada. Comparando o ponto 4 com o ponto 2 verifica-se, neste período, que a diferença é maior no início da noite, alcançando 2 °C, na maioria dos dias, e mais de 3°C em alguns dias.

Em todo o período de medição pode-se observar um comportamento diferenciado entre os períodos noturno e diurno. Durante o dia a temperatura do ar nos pontos 1 e 2 é pouco mais baixa que nos pontos 3 e 4. Durante a noite a situação se inverte: as temperaturas nos pontos 1 e 2 alcançam valores mais altos que nos pontos 3 e 4.

Analisando a temperatura do ar nos pontos, durante o dia o ponto 4 é o de maior temperatura, na maioria das vezes das 8 às 17horas, e o ponto 2 é o de maior temperatura das 19 às 7horas da manhã. Já as menores temperaturas à noite são no ponto 4 e durante o dia o ponto 1 na maioria das vezes, e em alguns horários o ponto 2 ou 3.

Comparando a diferença entre os pontos mais aquecidos e mais resfriados nas avenidas em uma média horária, a diferença durante o dia fica em 0,8°C na média, enquanto a diferença no período noturno fica em 1,5°C na média.

A máxima temperatura foi encontrada na estação de referência do IAC, com 33,6°C e a menor temperatura do ar foi medida também na estação do IAC com 12,4°C. A figura 8 mostra uma média da variação da temperatura do ar nas áreas de estudo no decorrer do dia.

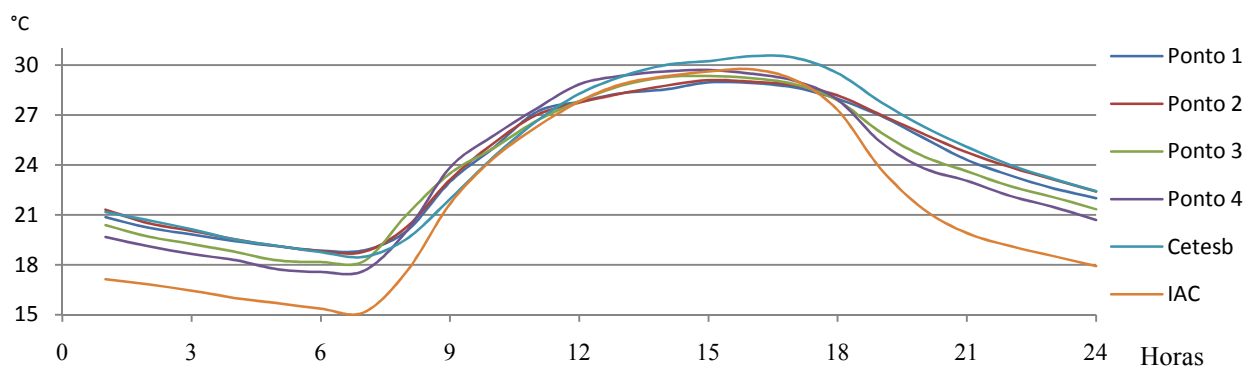


Figura 8 - Média horária da temperatura do ar nos pontos no período de 8 a 22 de abril.

Durante o dia em geral as temperaturas do ar nos pontos de medição foram bem próximas, com diferenças entre si menores que 1°C, com valores próximos ao da estação de referência do IAC das 10horas às 18 horas, chegando a ser menores das 12 às 17 horas nos pontos 1, 2 e 3. Em todos os dias configurou-se uma ilha de calor noturna nas áreas, sendo a menor no ponto 4, permanecendo assim até as 7 horas. A maior diferença com a estação de referência do IAC foi encontrada na estação da CETESB, seguida pelos pontos 2 e 1. O ponto 3 teve temperatura pouco maior que o ponto 4. (Figura 9)

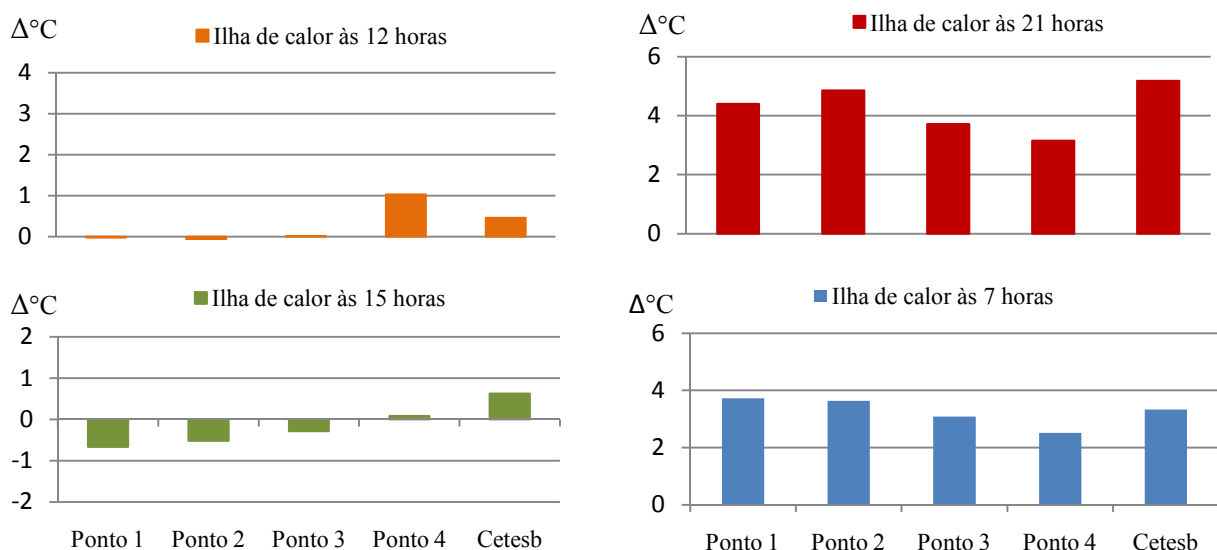


Figura 9 – Ilha de calor média nos pontos.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

O quadro da Figura 10 faz uma exposição geral dos resultados obtidos com a caracterização das áreas e os resultados encontrados para as temperaturas do ar médias, diurna e noturna, registradas no período de abril.

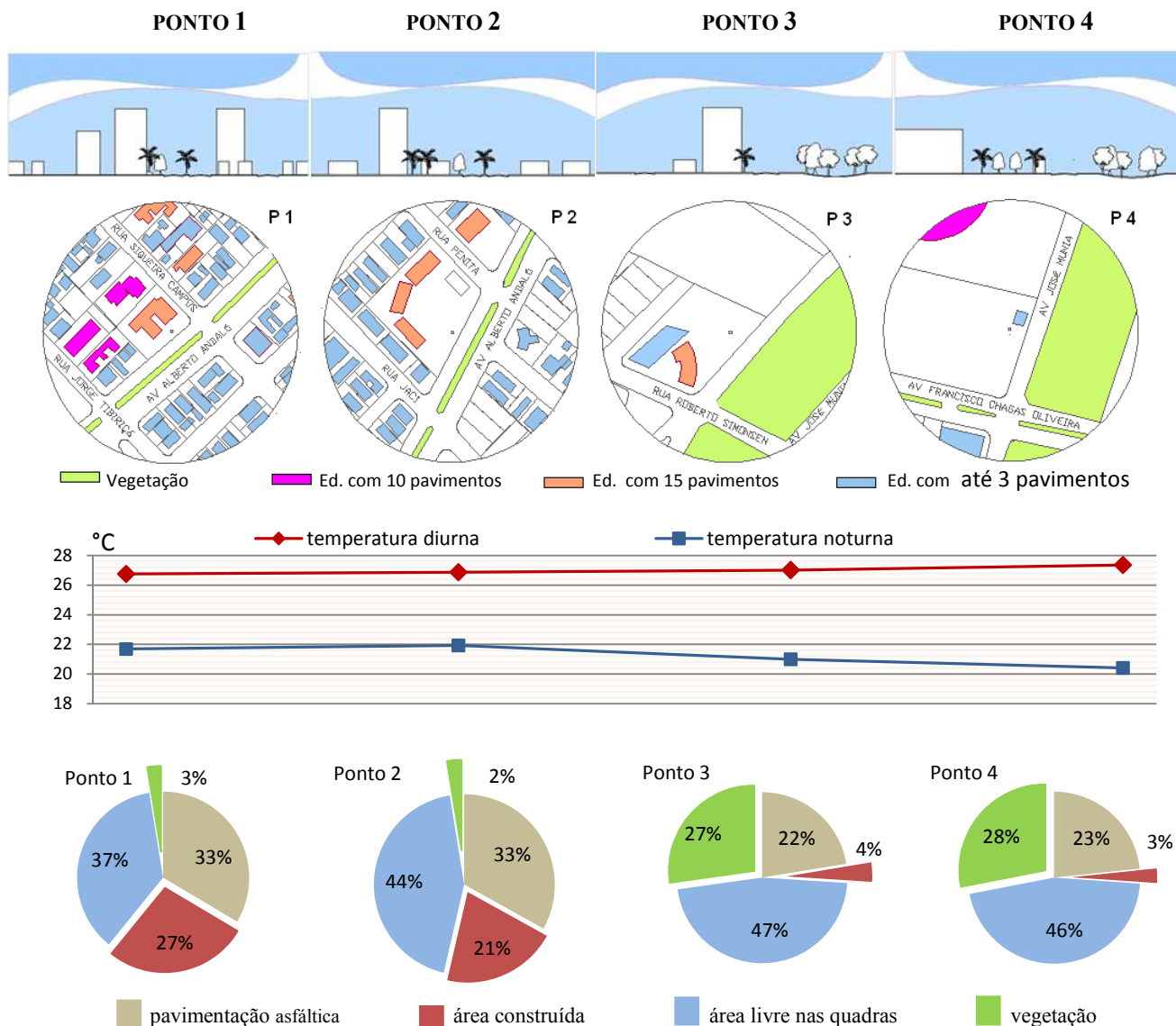


Figura 10 – Perfil, ocupação do solo e temperatura do ar nas áreas dos quatro pontos amostrais.

4.1 Relação das características de cobertura do solo com a temperatura do ar e ilhas de calor.

Apesar da limitação do número de pontos amostrais, foi realizada uma análise para verificação da tendência de comportamento das temperaturas do ar e intensidade de ilhas de calor em relação aos parâmetros urbanos.

Na análise da relação entre as características de cobertura do solo com a temperatura do ar e ilhas de calor noturnas, a presença de vegetação e a permeabilidade do solo contribuíram para amenizar as temperaturas à noite, enquanto as superfícies revestidas e as construções contribuíram para diminuir a perda de calor. Neste período as temperaturas mais baixas foram encontradas na Avenida José Munia, que tem mais áreas livres e uma vegetação significativa.

Por outro lado, a temperatura do ar média no período da tarde, foi pouco mais baixa na Avenida Alberto Andaló, nas áreas de abrangência dos pontos de medição 1 e 2, contrariando a expectativa. Esse fato pode estar relacionado com a maior área ocupada por construções e existência de prédios altos, sugerindo que a existência de sombreamento tenha levado a um menor aquecimento dos pontos de medição nessa avenida.

Os resultados dessas tendências para a intensidade de ilha de calor noturna em função de algumas das características de cobertura do solo são apresentados na Figura 11, onde as setas indicam a tendência para elevação ou queda da temperatura do ar.

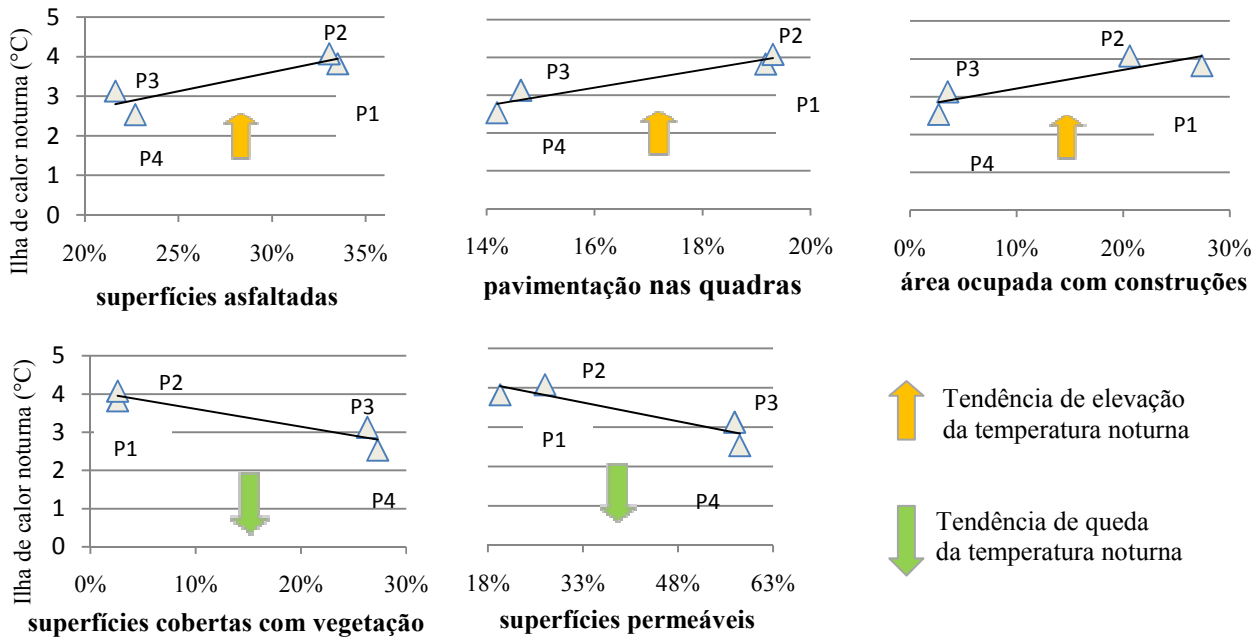


Figura 11 – tendência do comportamento da temperatura do ar em relação ao incremento dos parâmetros urbanos

Observou-se que as características que mais contribuem para amenizar a temperatura noturna minimizar a formação de ilhas de calor são a vegetação e a permeabilidade do solo; e que a pavimentação das quadras e a área ocupada por construções são fatores importantes que contribuem para o acúmulo de calor intensificando as ilhas de calor noturnas, inclusive quando acrescentado à análise a área da estação de referência da CETESB.

Na variação de intensidade das ilhas de calor noturnas apresentada na figura 12, considerando a média dos valores horários das 19 às 7 horas, percebe-se que a ilha de calor é menor nos pontos 3 e 4, que são mais arborizados e possuem uma ocupação menor do solo. Nos pontos 1 e 2, a intensidade da ilha de calor é maior. Na área da estação da CETESB é um pouco maior que os pontos 1 e 2.

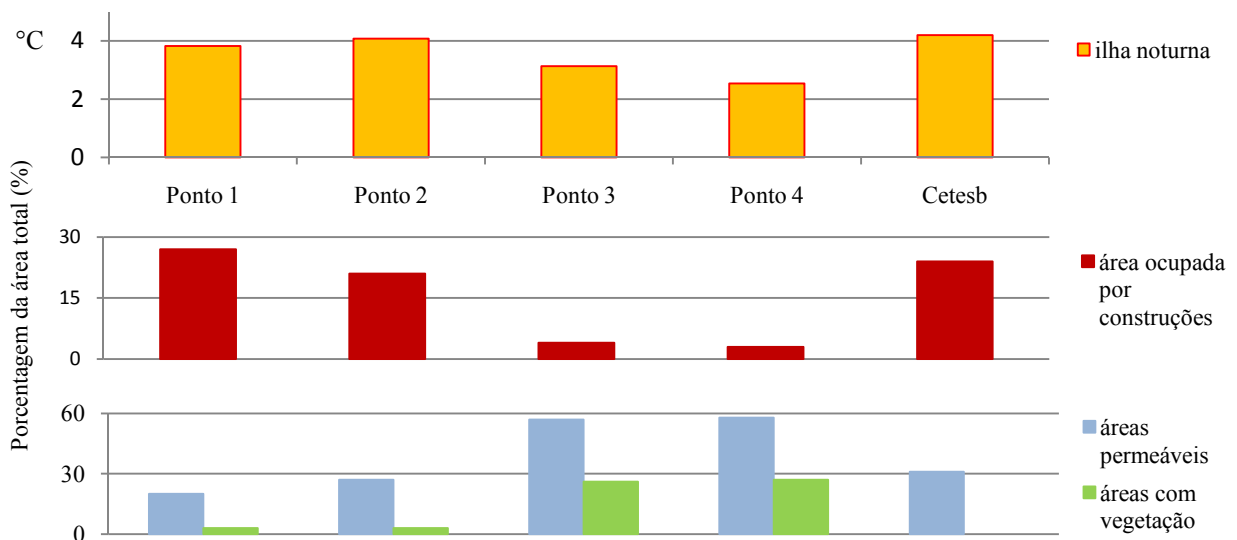


Figura 12 – Variação da intensidade de ilhas de calor noturnas e características de cobertura do solo.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como esperado, com base na literatura e também nos resultados obtidos, as áreas com maior superfície coberta com vegetação apresentaram uma tendência de diminuição da temperatura do ar no período noturno.

Na relação da temperatura do ar com as variáveis de cobertura do solo, os resultados apontaram que a permeabilidade e as áreas vegetadas influenciaram de forma direta na diminuição da temperatura do ar, amenizando as ilhas de calor noturnas.

As áreas vegetadas são fundamentalmente as responsáveis pelo aumento da permeabilidade nas áreas de estudo, do ponto 1 em direção ao ponto 4, já que o cálculo de permeabilidade considerou as áreas vegetadas e as áreas permeáveis nos lotes, que teve pouca variação entre as áreas, comparando-se com a variação das áreas com vegetação.

O asfalto tem uma parte de sua influência atribuída à diminuição da permeabilidade do solo e outra à capacidade de armazenar calor. Já as construções, além da capacidade de armazenar calor, têm uma influência na porosidade, influenciando a circulação do ar em função dos espaços entre as edificações e a altura das mesmas.

Os pontos 1 e 2 são os únicos com vários edifícios altos, o que aumenta o volume de massa construída, armazenando maior quantidade de calor, além de influenciar na ventilação, na incidência de radiação nas superfícies e na obstrução da visão do céu. A sombra projetada pelos edifícios altos da Avenida Andaló pode ser apontada como uma das razões para a temperatura do ar nos pontos 1 e 2 ter sido sempre um pouco mais baixa que nos pontos 3 e 4 durante o dia, no período de incidência solar.

Outra observação é que a velocidade do vento nas duas estações meteorológicas de referência foi sempre mais alta no período diurno. A maior velocidade do vento pode ser apontada como uma das razões para que as temperaturas nas duas estações tenham valor aproximado neste período. O vento também pode ter influência no fato das áreas menos arborizadas da avenida terem apresentado valores pouco mais baixos que os pontos mais arborizados nesse período. A menor largura da via e a existência de construções altas, podem ter contribuído para um efeito Venturi ou de canalização do vento.

Ao comparar duas formas de ocupação diferentes, o estudo permite afirmar que as áreas com maior adensamento acumularam mais calor e as áreas com maior cobertura vegetal perderam calor mais rapidamente. Por essa razão é preciso estabelecer diretrizes bioclimáticas, orientadas para o conforto ambiental e saúde da população, no planejamento da expansão da área urbana ou ocupação dos vazios existentes, bem como na urgente adequação das áreas já ocupadas.

Por fim, acredita-se que outros estudos poderão ressaltar o benefício da presença da vegetação como elemento importante para o equilíbrio da ocupação do solo e amenização das ilhas de calor, contribuindo para a efetivação de uma política de recuperação dos fundos de vale urbanos, e indicando a viabilidade de projetos para aos espaços livres ainda existentes na área urbana com potencial para tornarem-se áreas verdes arborizadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBIRATO, G. M.; SOUZA, L. C.L.; TORRES, S. C. **Clima e Cidade -A abordagem climática como subsídio para estudos urbanos**. EDUFAL, Maceió, 2007.164p.
- CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo **Sistema de Informação de qualidade do ar – QUALAR**. http://www.cetesb.sp.gov.br/Ar/ar_qualar.asp
- DUARTE, D.H.S. **Variáveis urbanísticas e microclimas urbanos - modelo empírico e proposta de um indicador**. Revista Fórum Patrimônio: Clima urbano e planejamento das cidades. Vol. 3, n. 2., 2009.
- EMMANUEL, M. R.. **An Urban Approach to Climate- Sensitive Design**. Spon Press, p.63-89, Londres, 2005.
- GOMES, P. S.; LAMBERTS, R. **O estudo do clima urbano e a legislação urbanística: considerações a partir do caso de Montes Claros, MG**. Ambiente Construído, v.9, n.1, p. 73-91, jan./mar. Porto Alegre, 2009.
- IAC – Instituto Agrônomo de Campinas. **CIAGRO - Centro integrado de informações agrometeorológicas**. <http://www.ciiagro.sp.gov.br/rede.html>
- INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – CPTEC – **Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos**. <http://www.cptec.inpe.br/>.
- MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M.. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. Oficina de Textos, p. 11 – 107, São Paulo, 2007.
- OKE, T. R. **Initial Guidance to Obtain Representative Meteorological Observations at Urban Site, Instruments and Methods of Observation Program**. IOM Report N° 81, WMO/TD 1250, p.1 – 33, World Meteorological Organization, 2006.
- PARKER, D. **Urban heat island effects on estimates of observed climate change**. Interdisciplinary Review: Climate Change, vol. 1, n.1, p.123-133. London, 2010.
- SOUZA, L. C. L. ; TENTE, C. M.; GIUNTA, M. B.; NAKATA, C. M.. **Fator de visão do céu e intensidade de ilhas de calor na escala do pedestre em uma fração urbana de Bauru-SP**. Anais do ENCAC - X Encontro nacional e VI Encontro da América Latina de Conforto no Ambiente Construído, p.182 – 189, Natal, 2009.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à agência de fomento CAPES, pela bolsa de apoio financeiro concedida à pesquisadora mestrand.