

ESTUDO PILOTO : CONFIGURAÇÃO URBANA E CLIMA AO LONGO DE CÓRREGO URBANO EM SÃO JOSÉ DO RIO PRETO

L. M. V. Rocha, L. C. L. Souza e F. J. V. Castilho

RESUMO

O objetivo deste artigo é demonstrar o resultado de um estudo piloto para investigar a interferência térmica da morfologia urbana ao longo do eixo do Córrego Canela na cidade de São José do Rio Preto, estado de São Paulo, região sudeste do Brasil. A Rodovia federal Washington Luis, estabelece um marco divisor no tratamentos das margens do córrego ocupadas pelas avenidas Alberto Andaló e José Munia. De um lado o córrego foi canalizado e tamponado, do outro permaneceu a céu aberto, com presença de vegetação em alguns trechos. O estudo revelou diferenças na temperatura do ar e na umidade relativa do ar entre os pontos amostrais como resultado dos dados parciais coletados em novembro de 2009. Relacionando os dados térmicos com as características de cobertura do solo das áreas estudadas, foi encontrada uma dependência direta do aumento da vegetação com a diminuição da temperatura do ar e o aumento da umidade relativa do ar.

1 INTRODUÇÃO

O desconforto térmico nos espaços urbanos está entre os diversos problemas criados pela urbanização acelerada. Apesar de inúmeros benefícios trazidos à sociedade e melhorias para as cidades, o desenvolvimento, apresentando configurações pautadas na maioria das vezes pelos interesses econômicos, traz consigo muitos danos como grandes aglomerações e formação de ilhas de calor.

A proteção às condições climáticas extremas ou a qualidade dos passeios, não são comuns no cotidiano do pedestre. Na ocupação e expansão urbana as vias públicas, em muitos casos, tomaram o lugar de várzeas dos cursos d'água, ou então foram construídas sobre os cursos d'água. 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.

De acordo com Dacanal *et. al.* (2008), os fundos de vale em área urbana interferem no clima. Quando vegetados têm ótimo desempenho térmico, proporcionando a formação de microclima mais úmido e com menor temperatura. Já quando são canalizados e tem sua vegetação natural suprimida, apresentando suas margens ocupadas com grande adensamento, deixam de favorecer a diminuição da temperatura do ar e a condução do ar fresco ao longo dos vales ou através deles.

Este estudo pretende identificar se há diferença na relação das condições climáticas com as características do desenho urbano em dois trechos do córrego Canela, que se diferenciam, sobretudo pela presença de vegetação e permeabilidade do solo. A hipótese considerada é

que a presença da vegetação promova uma diminuição nos patamares de temperatura do ar e uma elevação na umidade relativa do ar.

O eixo do córrego Canela localiza-se no centro da cidade, tendo uma importância, tanto viária, como histórica, pois foi em torno dos córregos Borá e Canela que a cidade se desenvolveu. As avenidas Alberto Andaló e José Munia, marginais ao córrego, além de serem elementos importantes do sistema viário, abrigam um importante centro comercial e bancário. Na Av. Alberto Andaló, o córrego teve as margens suprimidas e foi canalizado e tamponado. A Av. José Munia, manteve o córrego a céu aberto e as margens arborizadas.

2 DESENHO URBANO E CLIMA

A temperatura do ar eleva-se nas áreas urbanas devido à geração de calor pelo consumo de energias secundárias (eletricidade e combustíveis), pela maior absorção da radiação pelos materiais, em maioria inerte e impermeável, além da diminuição da capacidade de dissipação de calor pela atmosfera devido aos poluentes. Já os ventos são alterados na direção e velocidade pelo tecido urbano, pela variação de densidade construída, orientação e largura das ruas, altura e forma dos edifícios. Por fim, a umidade do ar diminui pela quase nulidade de evapotranspiração, já que a água da chuva escorre rapidamente pelas superfícies impermeabilizadas, uma vez que quase não há vegetação ou solos para retenção da água (Higuera, 2006).

Definir a escala de análise do clima urbano, segundo Oke(2006), pressupõe preliminarmente uma definição das propriedades da área urbana. Para este autor são quatro as características básicas que afetam a atmosfera: a estrutura urbana, definida pela a dimensão dos edifícios, os espaços entre eles e a largura das ruas; o tipo de cobertura, que pode ser revestida de solo, pavimentada, água ou vegetação; o tecido urbano, composto de construções e materiais naturais e; o metabolismo urbano, ou seja, o calor e os poluentes gerados pela atividade humana.

Para Katzschner & Thorsson (2009), analisar o efeito da geometria urbana e dos materiais de construção no microclima é de grande utilidade para o desenvolvimento de diretrizes e ferramentas para o desenho urbano. A localização, orientação e construção de prédios e estruturas, escolha de materiais de superfície, a definição de espaços abertos e outras decisões podem favorecer o comportamento térmico e a ventilação do ambiente.

De acordo com Moura *et. al.* (2006) a ventilação e a radiação são condicionantes importantes para o conforto térmico em uma cidade. Esses autores propõem uma categorização e espacialização de parâmetros como altura das construções, topografia, usos do solo, densidades de ocupação e vegetação, para investigar de que forma o armazenamento de calor e a ventilação afetam o clima. Katzschner (1997) sugere ainda que sejam analisados outros critérios como o tipo de cobertura e o grau de impermeabilização do solo, que são características urbanas importantes.

Roriz & Barbugli (2003), abordando as diferenças climáticas em zonas urbanas de Araraquara, cidade de porte médio no estado de São Paulo, constataram consideráveis diferenças, procurando identificar as causas e analisar as conseqüências. Afirmam que, apesar de ser pequena a influência de cada fator isolado, a ação conjugada entre eles pode ser determinante na formação dos microclimas urbanos. Os fatores considerados na análise foram: a altitude, o ângulo de incidência dos raios solares, a porcentagem de áreas

cimentadas, a porcentagem de áreas verdes e a porcentagem de áreas edificadas. As áreas foram determinadas com base na projeção de fotografias aéreas em um raio de influência de 150m a partir de cada ponto de medição.

Fontes & Mattos(1997), concluíram, com base em estudo de dados obtidos em pesquisa de campo, que a presença da água e vegetação nas áreas de fundo de vale é responsável pela amenização da temperatura do ar nessas regiões em relação ao centro da cidade de São Carlos, no estado de São Paulo.

Outros estudos em Presidente Prudente e São Carlos, no estado de São Paulo, comparam o desempenho térmico de praças com vegetação e sem vegetação, concluindo que há uma diminuição da temperatura do ar nas áreas com vegetação (Amorim & Gomes, 2003 ; Modna & Vecchia, 2003).

Gomes & Lamberts (2009) constataram em estudo realizado em Montes Claros, estado de Minas Gerais, região sudeste do Brasil, que o aumento da cobertura vegetal é acompanhado por uma diminuição da temperatura do ar. Já o aumento das áreas impermeáveis (calçadas, ruas pavimentadas e asfaltadas) acompanha o aumento da temperatura do ar, devido à diminuição das trocas térmicas de calor latente, pois a diminuição de áreas verdes reduz a perda de calor pelo processo de evapotranspiração.

Usualmente a contabilização de área verde nas cidades é feita em função do tamanho da população. Duarte & Serra (2003) propõem um indicador para determinar esse parâmetro em função da densidade construída para cada bairro ou zona da cidade. O objetivo seria manter um padrão de ocupação, uma vez que a proporção de área verde por habitante, ainda que elevada, pode não significar qualidade ou conforto térmico, pois esta área verde pode estar concentrada em um local onde há pouca ou nenhuma população.

A supressão de vegetação e das superfícies naturais, ocupando o solo com construções, ruas e avenidas, levando à impossibilidade de infiltração de água no solo, introduz um fator de retenção maior de calor nas superfícies da cidade contribuindo para a formação de ilhas de calor (Landsberg, 1981).A presença da vegetação traz benefícios relevantes no processo de amenização climática do meio urbano.

A utilização da vegetação é hoje uma estratégia recomendada pelo projeto ambiental que procura reduzir os efeitos da ilha de calor e da poluição urbana, além de reduzir o consumo de energia. Pode-se afirmar que as áreas livres inseridas em áreas verticalizadas, quando vegetadas, agregam valores de umidade do ar, conforto térmico e elementos de qualidade como textura, diferentes volumes e cor na diversidade da paisagem construída.

3 A CIDADE DE SÃO JOSÉ DO RIO PRETO

Com uma população de 337.289 habitantes, São José do Rio Preto está localizada na região noroeste do Estado de São Paulo. O grande crescimento desordenado da ocupação urbana na cidade nas últimas décadas constitui a principal preocupação do município, por causar o agravamento de problemas com o saneamento, saúde e segurança.

A área urbana de São José do Rio Preto é relativamente plana, com espigões amplos e de modestas altitudes, entrecortados por rios e ribeirões, sendo o principal, o Rio Preto, que

corta a cidade no sentido sudeste. Vários pequenos cursos d' água são afluentes do Rio Preto e cortam o sítio urbano da cidade(Castilho, 2006).

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 tratamentos das margens desses dos córregos Borá e Canela.

De um lado esses córregos foram canalizados e suas margens 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 setenta metros em média de um lado a outro, com a presença em alguns trechos de vegetação de médio e grande porte. De um lado da rodovia o Córrego Canela canalizado tem a Av. Alberto Andaló como via marginal e do outro, mantido descoberto, a Av. José Munia.

Em todo o processo histórico verifica-se uma importância cultural da Avenida Alberto Andaló, marginal ao córrego Canela (Lodi, 2006), o que reforça a premissa de que um estudo para este eixo especificamente, relacionando a interferência térmica das configurações urbanas na qualidade de vida pode contribuir para a efetivação de uma política de recuperação dos fundos de vale urbanos.

4 ESTUDO PILOTO

4.1 Seleção dos pontos de medição

Para o estudo piloto foi realizada uma medição em transecto de temperatura do ar e umidade relativa do ar, passando por cinco pontos (Figura 1), às 7, 15 e 21 horas, utilizando um termohigrômetro digital da marca Instrutherm. Os dois primeiros pontos são na Av. Andaló. O terceiro ponto próximo ao cruzamento com a Rodovia Washington Luiz. Os outros dois pontos no trecho onde o córrego está descoberto, na Av. José Munia.



Figura 1- Localização dos pontos de medição. Fonte: imagem obtida no Google Earth.

Na figura 2 estão indicados quatro pontos amostrais. Na mesma figura pode ser observada a área central, mais adensada, próxima à Av. Andaló, início da ocupação da cidade, com quase todas as antigas edificações substituídas por prédios altos. Um viaduto eleva a

Rodovia Washinton Luis por sobre o córrego. A rodovia é um marco na expansão da cidade e na mudança de proposta em relação à ocupação das margens dos córregos.



Figura 2- Pontos amostrais de 1 a 4 em vista aérea. Fonte: Prefeitura Municipal

A Av. José Munia é uma ocupação mais recente, abriga alguns empreendimentos implantados em grandes lotes, como o Shopping Center e o Centro de Eventos. Na figura 3 é possível verificar o último ponto, na continuação da avenida.



Figura 3- Ponto amostral 5 em vista do terraço do Hotel Saint Paul. Fonte : autora

4.2 Caracterização dos pontos de medição

Para a análise morfológica foi considerada uma área com 100m de raio de influência a partir de cada ponto. O cálculo de áreas foi estimado a partir de imagens de satélite do

Google Earth, através de desenhos em AutoCad, conforme Roriz & Barbugli (2003), sobre a planta de quadras e lotes, fornecida pela Prefeitura Municipal .

Foram analisados os seguintes elementos espaciais: áreas ocupadas com construções, áreas livres, áreas com vegetação e áreas asfaltadas. A partir dessas informações, observando que se trata de uma estimativa, foram calculadas taxas de cobertura (Figura 4) e impermeabilização do solo em porcentagem da área total (Moura *et.al*, 2006; Katzchener, 1997).

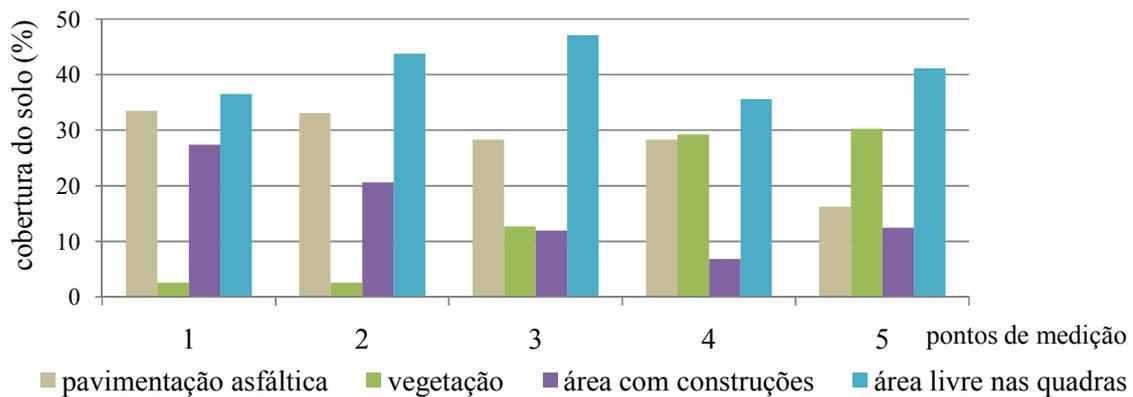


Figura 4 – Cobertura do solo em função da área total das áreas estudadas

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, tendo por base o estudo das proporções em uma das quadras (Figura 5).

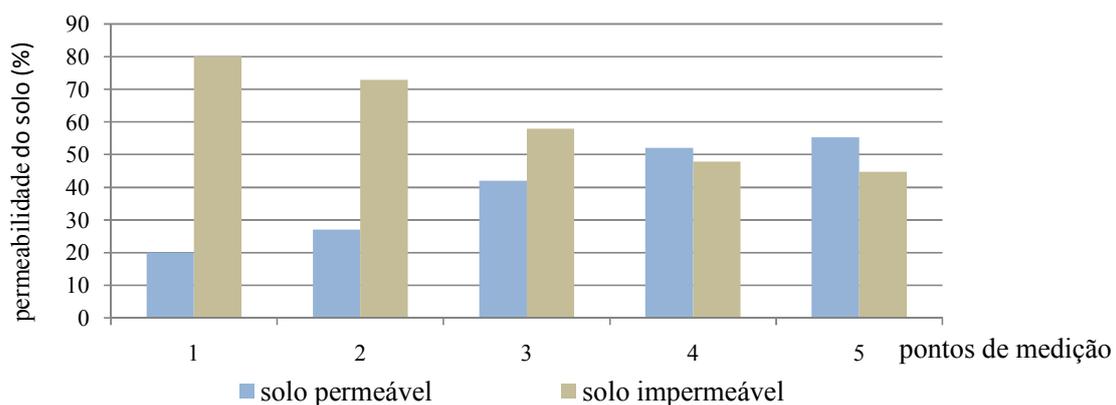


Figura 5 - Permeabilidade da superfície das áreas estudadas.

4.3 Resultados parciais de medição de temperatura do ar e umidade relativa do ar

O período de medição apresentou dias nublados, com grande variação de radiação. Durante o período, final da primavera) observou-se com freqüência a ação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). Esse fenômeno é típico do final da primavera e estende-se por todo verão. A característica principal da ZCAS é a atuação de um sistema

frontológico no Oceano Atlântico (altura da Região Sudeste), esse sistema forma um corredor de umidade que vai desde oceano até a região amazônica. Isto ocorre, pois o sistema frontológico que atua no oceano intensifica a atuação da mEc (Massa Equatorial Continental) que ramifica-se e passa a atuar também na porção Centro-Sul do Brasil.

Durante o trabalho pode-se observar a atuação da ZCAS nos dias 24, 27, 28, 29 e 30, dias em que ocorreram precipitações, fato que atrapalha as medições de temperatura na camada urbana, pois a ausência da radiação solar faz com que a variação térmica intra-urbana seja praticamente nula. Entre os dias 24 e 29 de novembro observou-se atuação de uma frente polar atlântica e em seguida outra (30/11) passou a atuar na porção Centro-Sul (Figura 6).

Cabe ressaltar aqui também que o segundo semestre do ano de 2009 foi marcado pela atuação do fenômeno El-Niño em toda América do Sul, responsável pelo aquecimento das águas do pacífico, o que altera o ritmo de atuação dos sistemas atmosféricos no Centro-Sul brasileiro. Com o El-Niño, o índice de chuvas aumenta no Centro-Sul, conseqüentemente na região de São José do Rio Preto. Esse aumento de chuvas pode ser comprovado pela atuação de dois sistemas frontológicos que provocaram o fenômeno da ZCAS em menos de 8 dias.

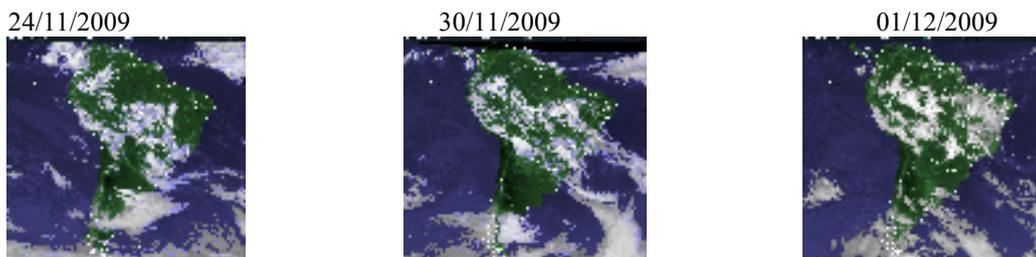


Figura 6 –Seqüência de imagens do Satélite Goes 10

Foi possível a coleta de temperatura do ar e umidade relativa do ar nos três períodos: manhã, tarde e noite, nos dias 25, 26 e 01 de novembro de 2009. Como referência de padrões de temperatura e umidade relativa do ar, foi adotada a estação meteorológica da CETESB, localizada na cidade. As maiores diferenças de temperatura do ar em relação a estação da CETESB, ocorrem no período da tarde, quando todos os pontos estão com temperatura do ar mais elevada (Figura 7).

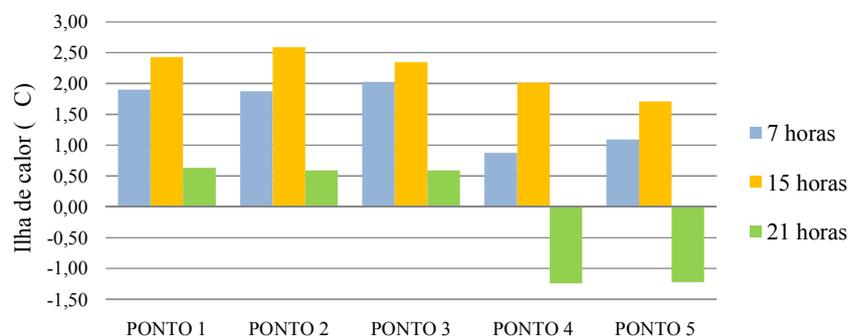


Figura 7 - Diferença de temperatura do ar entre os pontos móveis e a estação local.

Os resultados mostraram um comportamento térmico próximo entre os pontos do mesmo trecho do córrego. Verifica-se a formação de ilhas de calor bem menores nos pontos 4 e 5 no período da manhã, e uma caracterização de ilha de frescor nesses mesmos pontos no período noturno.

Pela manhã a umidade relativa do ar nos pontos é menor que a da estação local (Figura 8). À tarde as diferenças de umidade relativa do ar são muito pequenas. Já no período da noite, todos os pontos apresentaram maior umidade relativa do ar em relação à CETESB.

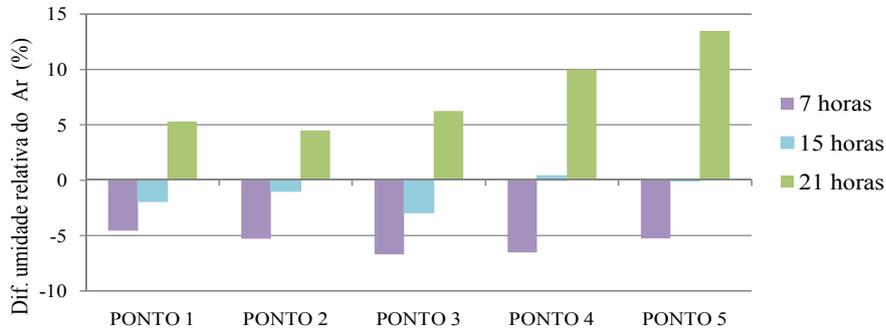


Figura 8- Diferença de umidade relativa do ar entre os pontos e a estação local.

Os resultados indicam que a variação de umidade pode estar relacionada à diferença de cobertura das superfícies e permeabilidade do solo, principalmente à presença de áreas verdes.

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS PARCIAIS

Os quadros seguintes fazem uma exposição geral dos resultados parciais para temperatura do ar e umidade relativa do ar registradas no período da manhã e da noite (Figuras 9 e 10).

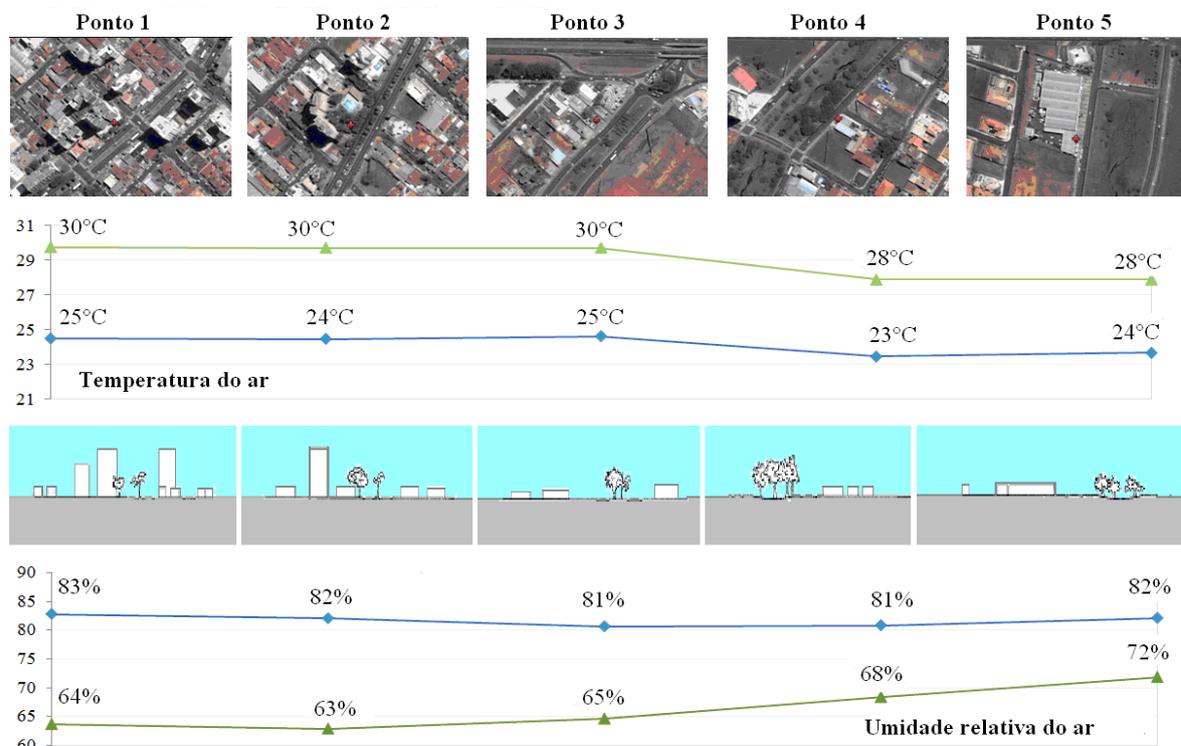


Figura 9 – Temperatura do ar e umidade relativa do ar nas áreas estudadas. Fonte das imagens das áreas : Google Earth.

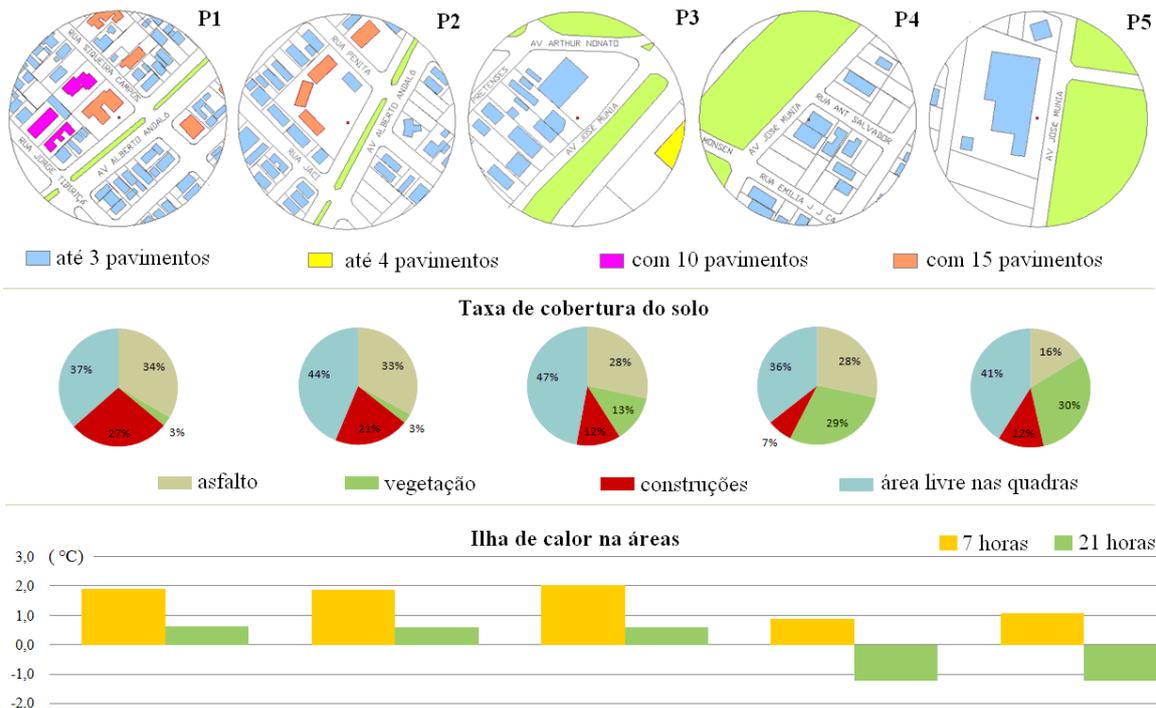


Figura 10 – Tipo de cobertura do solo e ilha de calor nas áreas estudadas.

As correlações da temperatura do ar e umidade relativa do ar com os parâmetros de cobertura das superfícies foram feitas para os valores médios das medições do período da noite, por ser o período onde a diferenciação do comportamento térmico foi maior nos dois trechos do córrego, Av. Alberto Andaló (P1 e P2) e Av. José Munia (P3, P4 e P5).

5.1 Correlações da temperatura do ar com as taxas de cobertura do solo.

Foi possível perceber que a temperatura tem relação com as características de cobertura do solo. À medida que a permeabilidade do solo e a área vegetada aumentam, a temperatura do ar diminui em uma relação direta, quase linear, no sentido do ponto 1 para o ponto 5. Já com relação às outras variáveis, esse efeito de diminuição da temperatura do ar parece ser uma combinação entre a pavimentação asfáltica, áreas construídas e áreas livres (Figura 11 e 12).

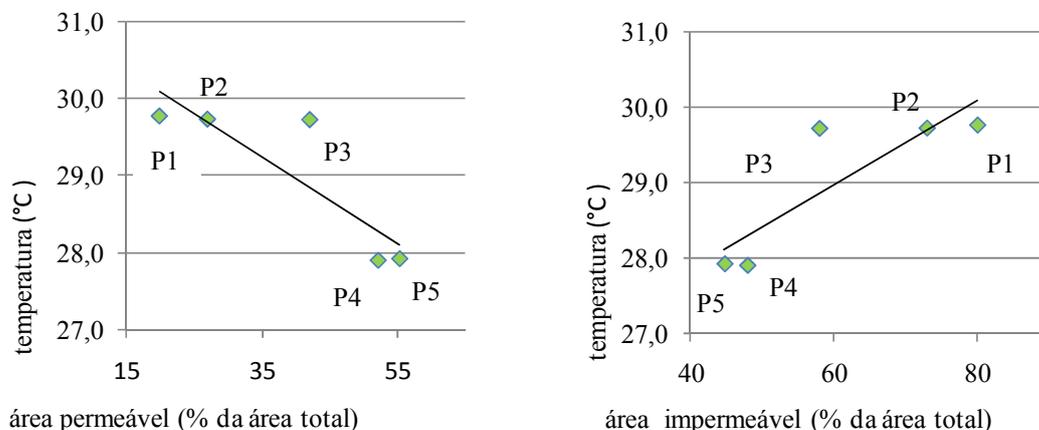


Figura 11- Correlação entre a temperatura do ar e a permeabilidade do solo.

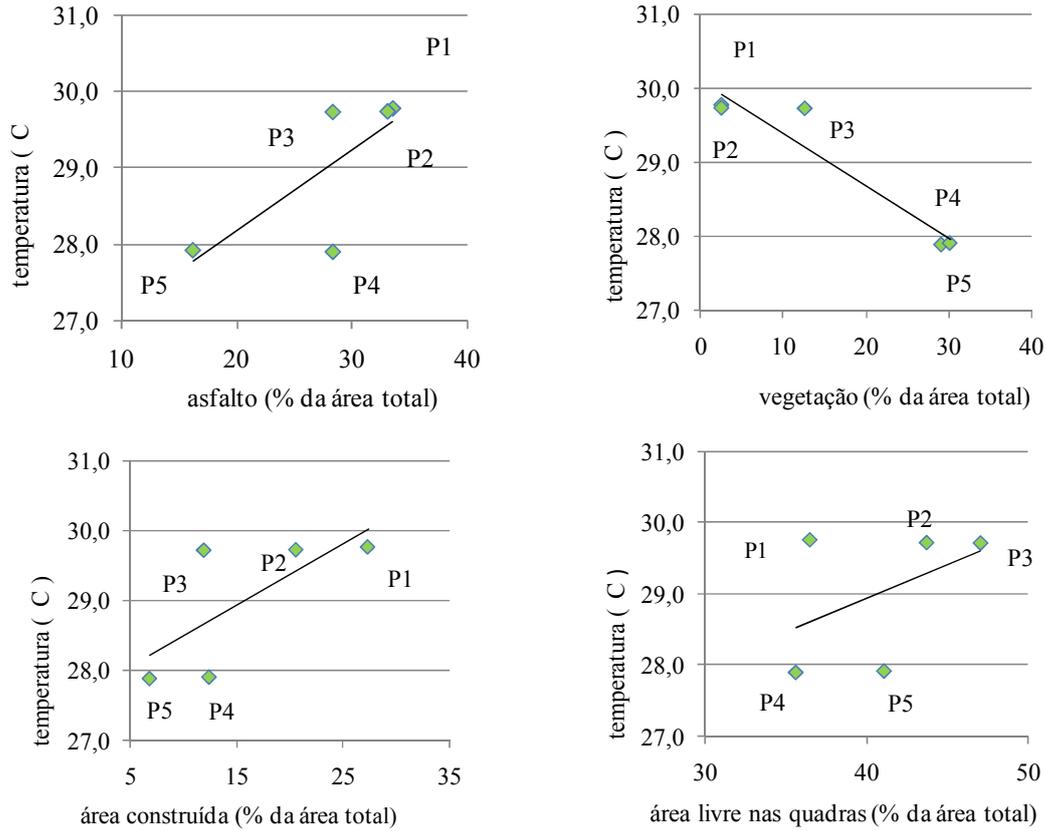


Figura 12- Correlação entre a temperatura do ar e as variáveis de cobertura do solo.

5.2 Correlações da umidade relativa do ar com as taxas de cobertura do solo

A influência da vegetação e da permeabilidade do solo mantém uma linearidade, com os pontos 1 e 2 na Av. Andaló em uma ponta e os pontos 4 e 5 na outra.

As outras variáveis também parecem agir em conjunto como na relação com a temperatura do ar, pois, sozinhas não mantêm uma relação linear no mesmo sentido em que a umidade relativa do ar aumenta (Figuras 13 e 14).

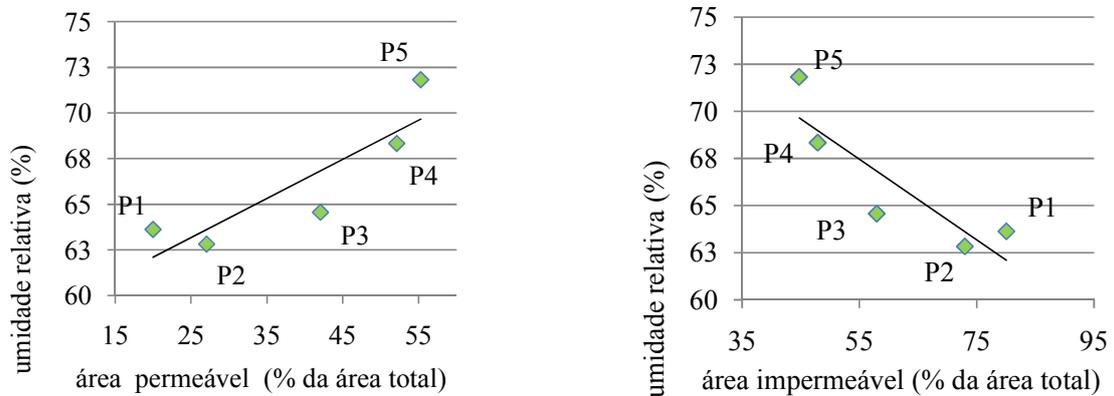


Figura 13- Correlação entre a umidade relativa do ar e a permeabilidade do solo.

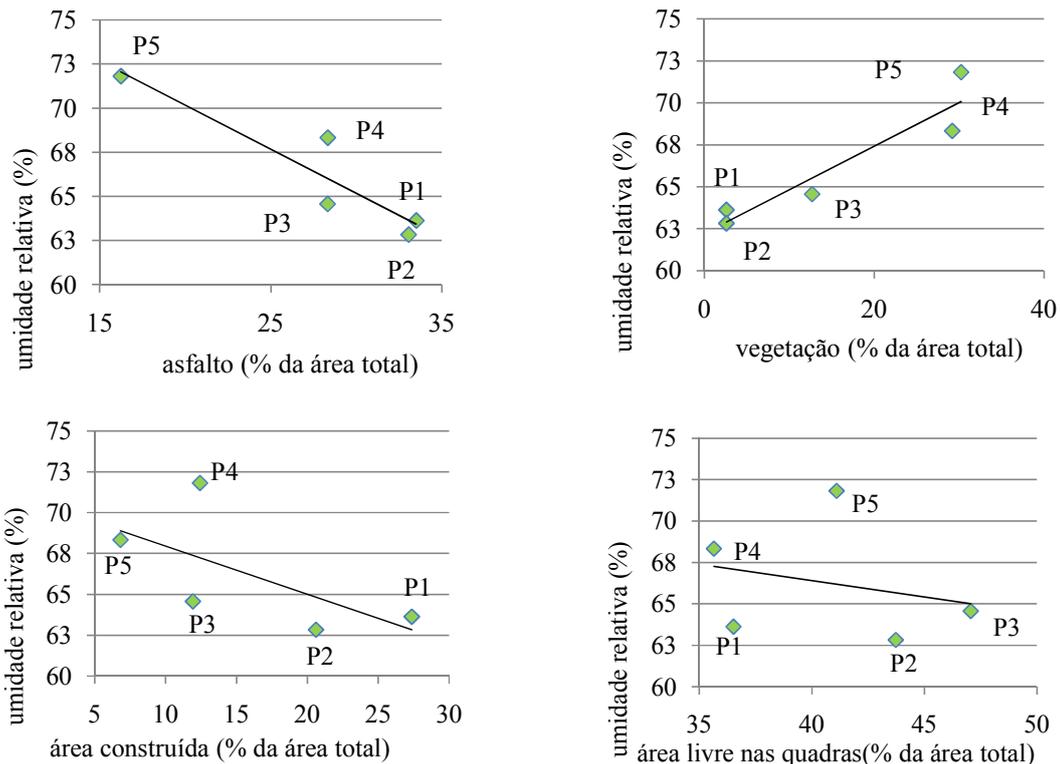


Figura 14- Correlação entre a umidade relativa do ar e as variáveis de cobertura do solo.

6 CONSIDERAÇÕES SOBRE O ESTUDO PILOTO

O estudo piloto demonstrou uma diferenciação do comportamento térmico das áreas estudadas ao longo do eixo do córrego Canela, em dois grupos, um nas áreas dos pontos 1, 2 e 3, os primeiros na Av. Alberto Andaló, o ponto 3, no cruzamento com a rodovia e, num segundo grupo as áreas dos pontos 4 e 5 na Av. José Munia.

Na correlação dos valores de temperatura do ar e umidade relativa do ar, os resultados apontaram que a permeabilidade do solo e as áreas vegetadas influenciaram de forma direta a diminuição da temperatura do ar e o aumento da umidade relativa do ar. Como esperado, as áreas com maior superfície coberta com vegetação apresentaram uma tendência de diminuir a temperatura do ar e aumentar a umidade relativa do ar.

Embora as configurações das áreas dos pontos 1 e 2 sejam bem diferentes do ponto 3, os resultados quase não apresentaram diferença para temperatura do ar e umidade relativa do ar, nessa época de coleta de dados. As variáveis se diferenciam, mas parecem se compensar. A análise possibilitou verificar a influência direta da presença de vegetação e permeabilidade do solo, porém ainda é necessário estudar a relação entre as variáveis “área construída”, “áreas livres nas quadras” e “áreas asfaltadas”, procurando determinar a importância de cada uma delas.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amorim, M. C. T.; Gomes, A. S. **Arborização e Conforto Térmico no Espaço Urbano: Estudo de Caso nas Praças Públicas de Presidente Prudente (SP)**. Caminhos de Geografia (UFU), www.ig.ufu.br/caminhos_de_geografia.html, Página 94, set/2003.

Castilho, F. J. V. **Abordagem geográfica do clima urbano e das enfermidades em São José do Rio Preto/SP** (Dissertação de Mestrado em Geografia). UNESP. Rio Claro, 2006.

Dacanal, C.; Pezzuto, C. C.; Labaki, L. C.; Gomes, V. **Micro clima em Fundos de Vale: Análise de Diferentes Ocupações Urbanas em Campinas, SP**. XII ENTAC. Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Fortaleza, 2008.

Duarte, D. H.S; Serra, G. G. **Padrões de Ocupação do Solo e Microclimas Urbanos na Região de Clima Tropical Continental Brasileira: Correlações e Proposta de um Indicador**. Revista Ambiente Construído, v.3, n.2, p. 7-20. Porto Alegre, 2003.

Fontes, M. S. G.C; Mattos, A. **Investigação Climática em áreas de Fundo de Vale na Cidade de São Carlos, SP**. Anais do IV ENCAC – Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído. ANTAC. Salvador, 1997.

Gomes, P. S.; Lamberts, Roberto. **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.

Google Earth 5. Software disponível gratuitamente em <http://earth.google.com/>

Higueras, E. **Urbanismo Bioclimático**. Editorial Gustavo Gili, SL. Barcelona, 2006.

Katzchener, L.; Thorsson, S. **Microclimatic Investigations as Tool for Urban Design**. ICUC-International Conference on Urban Climate. Yokohama, Japan, 2009.

Katzchener, L. **Urban Climate Studies as tools for urban planning and architecture**. Anais do IV ENCAC – Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído. ANTAC. Salvador, 1997.

Landsberg, H. E. **The Urban Climate**. Academic Press. Nova Iorque, 1981.

Lodi, N. **Águas do Rio Preto**. Diário da Região. São José do Rio Preto, 26 de Nov/ 2006.

Modna, D.; Vecchia, F. **Calor e Áreas Verdes: um estudo preliminar do clima de São Carlos, SP**. ENCAC- COTEDI. Curitiba, 2003.

Moura, T.; Nery, J.; Andrade, T.; Katzchner, L. **Mapeando as Condições de Conforto Térmico em Salvador**. RUA. Revista de Arquitetura e Urbanismo, Vol 7, no1. 2006. <http://www.portalseer.ufba.br/index.php/rua/article/view/3153/2265>.

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. World Meteorological Organization, 2006.

Prefeitura Municipal de São José do Rio Preto. **Planta de Quadras e Lotes em AutoCAD** .

Roriz, M.; Barbugli, R. A. **Mapeamento e Análise de Microclimas Urbanos**. Anais do ENCAC- Encontro Nacional de Conforto do Ambiente Construído. Curitiba, 2003.