

COMPORTAMENTO TÉRMICO EM UMA FRAÇÃO URBANA NO MUNICÍPIO DE SÃO CARLOS.

Juliano Souza Vasconcelos (*), Léa Cristina Lucas de Souza*, Bernardo Arantes do Nascimento Teixeira*

*UFSCar, Universidade Federal de São Carlos. Email: julianojsv@yahoo.com.br

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo estudar o comportamento térmico da cidade de São Carlos, Estado de São Paulo, na proximidade da região central do município no período seco de inverno, bem como a relação com coeficientes urbanísticos elaborados pelo Plano Diretor local. A urbanização causa efeitos ambientais, econômicos e sanitários. Um dos efeitos negativos é a ilha do calor, consequência da concentração da população urbana e da industrialização. As suas causas são decorrentes da estrutura de cânions de prédios, diversas superfícies impermeáveis, a falta de vegetação, o aumento de calor e o consumo de energia (BARIE e HEIDENS, 2013). O microclima em áreas construídas com a vizinhança imediata de áreas verdes difere das regiões não plantadas. A metodologia dessa pesquisa baseou-se na caracterização térmica e na análise da área rural e urbana caracterizadas pelos dados da estação do INMET e pelos pontos de medição no centro de São Carlos, respectivamente. Para a fração estudada, foram considerados quatro pontos de observação (A, B, C e D), através de levantamentos com mapas, imagens e visitas *in loco*. As temperaturas noturnas são o parâmetro térmico que evidenciam de maneira mais clara a influência da morfologia urbana sobre o ambiente térmico. As diferenças de temperaturas noturnas no ponto A são as que mais se aproximam das temperaturas noturnas da área rural, com aproximadamente 0,9°Celsius acima da área urbana. Nos pontos B, C e D as diferenças são maiores do que 2°Celsius, com tendência que o ponto C alcance temperaturas noturnas mais altas, com uma média de 2,5°C a mais do que a área rural. Assim, a temperatura na região central estudada apresenta um acréscimo em relação à área rural.

PALAVRAS-CHAVE: Microclima; Urbanização; Efeitos ambientais; Ilha de calor; Climatologia urbana.

INTRODUÇÃO

A urbanização causa efeitos ambientais, econômicos e na saúde. Um dos efeitos negativos é a ilha do calor, consequência da concentração da população urbana e industrialização. As principais causas incluem a estrutura de cânions de prédios, as superfícies impermeáveis, a falta de vegetação, o aumento de calor e o consumo de energia (BARIE e HEIDENS, 2013). O crescimento das cidades, a partir da segunda revolução industrial, ocorreu de forma acelerada e com pouco planejamento.

Devido a essa rápida urbanização em países em desenvolvimento, questões ambientais ganharam maior atenção em cidades com climas tropicais, porque a qualidade de vida em áreas urbanas depende das condições climáticas e microclimáticas proporcionadas pelos espaços da cidade. No Brasil o processo de migração rural urbana foi intenso a partir da década de 60 (MONTEIRO e MENDONÇA, 2003).

1. Consequências na urbanização no aspecto térmico em São Carlos

De acordo com Lima (2007), São Carlos, município do Estado de São Paulo, presenciou o mesmo processo. No ano de 1857 surgiram os primeiros arruamentos na cidade, a qual ainda era um vilarejo. Com a economia cafeeira no seu auge, a atração de imigrantes era intensa à expansão urbana e de loteamento, com a formação dos lotes de 1889 até 1893 com um crescimento de quase 50% da área urbana. De 1894 até 1929 a mesma cresceu 4,67% e de 1894 a 1929 cresceu 11,25%. Entre 1940 e 1950, o município teve o surgimento de novos loteamentos, que se multiplicaram, e, com isso, o tecido urbano ficou heterogêneo. A verticalização se intensificou após 1974 e 1975, com a otimização do uso do solo na região central. Após 1977, a cidade São Carlos se configurou com o centro adensado e edificações verticalizadas e as periferias extensas e rarefeitas, mesmo com planos urbanísticos, até contribuíram para tal situação.

2. Microclima e influência do clima no ambiente urbano

A definição do clima urbano pela Organização Meteorológica Mundial é a mudança de condições meteorológicas, que é causada através das áreas construídas, isto, combinadas com as ações humanas.

Ren, Ng e Katzschner (2009) dizem que o clima é um dos elementos do ambiente físico, que muitas vezes é ignorado no planejamento urbano.

O microclima em áreas construídas com a vizinhança imediata de áreas verdes difere das regiões não plantadas. As principais diferenças estão na velocidade do vento, temperatura do ar, turbulência e radiação, umidade e pureza do ar (GIVONI, 1989).

Oke (2006) expressa a necessidade de descrever as propriedades de áreas urbanas que afetam a atmosfera, em função das escalas que são conferidas pelas dimensões das características morfométricas que compõem uma paisagem urbana. Nesse caso são apontadas como características básicas mais importantes, a estrutura urbana (dimensões dos edifícios e dos espaços entre eles, as larguras de rua e espaçamento de rua), a cobertura urbana (áreas construídas, pavimentadas, solo, com vegetação, água), o tecido urbano (construção e materiais naturais) e o metabolismo urbano (água, calor e poluentes devidos à atividade humana).

Rocha et al. (2011), estudando a influência da morfologia urbana na temperatura do ar, verificaram que a presença da vegetação e a permeabilidade do solo contribuem na minimização da ilha de calor e na consequente diminuição da temperatura do ar noturno. O mesmo estudo demonstra que áreas com maior ocupação e maior pavimentação levam a ilhas de calor noturnas mais intensas.

OBJETIVO

O objetivo foi estudar o comportamento térmico da cidade de São Carlos na proximidade do centro no período seco de inverno e a relação com coeficientes urbanísticos elaborados pelo Plano Diretor do município.

METODOLOGIA UTILIZADA

A metodologia dessa pesquisa baseou-se na caracterização térmica e na análise da área rural e área urbana caracterizada pelos dados da estação do INMET e pelos pontos de medição no centro de São Carlos.

1. Caracterização dos índices urbanísticos da área de estudo

A área de estudo corresponde a uma fração urbana situada em área central da cidade de São Carlos, localizada na região central do Estado de São Paulo. Esta cidade possui as seguintes coordenadas geográficas: latitude 22°01'06.10" Sul e longitude 47°53'28.09" Oeste. Está implantada entre as altitudes de 560 e 1.000 metros, com média de 856 metros de altitude, apresentando temperatura média anual de 19,6°Celsius.

Para a fração estudada, foram considerados quatro pontos de observação (A, B, C e D), através de levantamentos com mapas, imagens e visitas *in loco*. A figura 1 mostra o mapa com detalhes da região estudada.

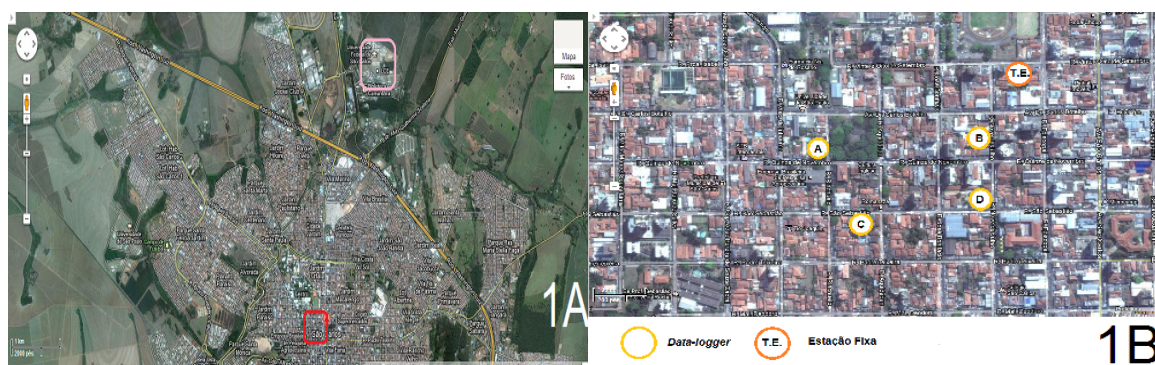


Figura 1: Mapa de São Carlos. 1A. Estação do INMET (rosa) e pontos de medição (vermelho). 1B.

Os pontos de observação apresentam as características constantes da Tabela 1.

Tabela 1. Coeficientes urbanísticos para os pontos de observação.

Ponto	Coefficiente de Aproveitamento	Coefficiente de Ocupação	Coefficiente de Cobertura Verde
A	26%	20%	35%
B	138%	58%	6%
C	62%	49%	10%
D	97%	60%	3%

2. Caracterização térmica dos pontos de observação

Em período seco, entre Julho e Agosto, nos pontos de coleta urbanos foram realizadas medições de dados térmicos, correspondentes à temperatura do ar e umidade relativa do ar, enquanto foram registrados dados climáticos rurais, disponibilizados pela estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Para as medições intra-urbanas foram instalados equipamentos nos quatro pontos de coleta A, B, C e D. Os equipamentos utilizados para esta coleta foram quatro *data-loggers*, da marca *HOBO Pro v2*, modelo *U23-001*, da *ONSET*, com sensores de temperatura (precisão de -40 a 70 °C) e umidade relativa (0-100%), ambos com erro de 1%. Todos os sensores de temperatura foram protegidos contra a radiação solar direta e posicionados na altura do usuário, equivalendo a 1,5 metros do nível do solo.

RESULTADOS

Os dados foram tratados, obtendo-se as médias das temperaturas noturnas (gráfico 1), as diferenças médias noturnas (gráfico 2), a amplitude térmica média diária (gráfico 3) e as diferenças de amplitudes (gráfico 4). Para as diferenças médias noturnas foi considerado o horário das 18 horas às 6 horas da manhã, para representar o horário sujeito à liberação de calor das superfícies por ondas longas.

Gráfico 1: Média das temperaturas noturnas do ar (das 18 às 6h).

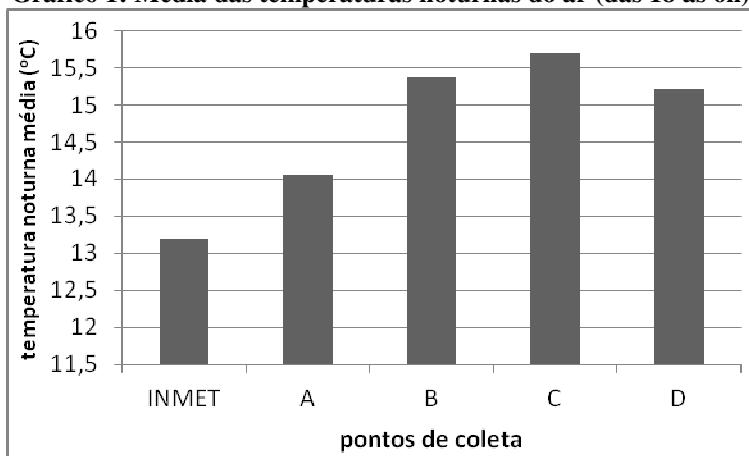
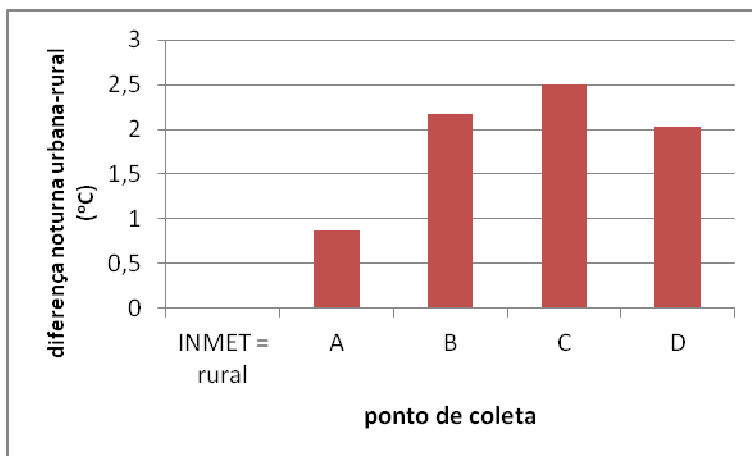


Gráfico 2: Diferença média de temperatura do ar noturna urbana-rural.



As temperaturas noturnas são o parâmetro térmico que evidenciam de maneira mais clara a influência da morfologia urbana sobre o ambiente térmico. As diferenças de temperaturas noturnas. O ponto A é o que mais se aproxima das temperaturas noturnas da área rural, com 0,9°C a mais. Nos pontos B, C e D as diferenças são maiores do que 2°C, com tendência a que o ponto C alcance temperaturas noturnas mais altas, com média de 2,5°C a mais do que a área rural.

Gráfico3: Amplitude térmica do ar média diária.

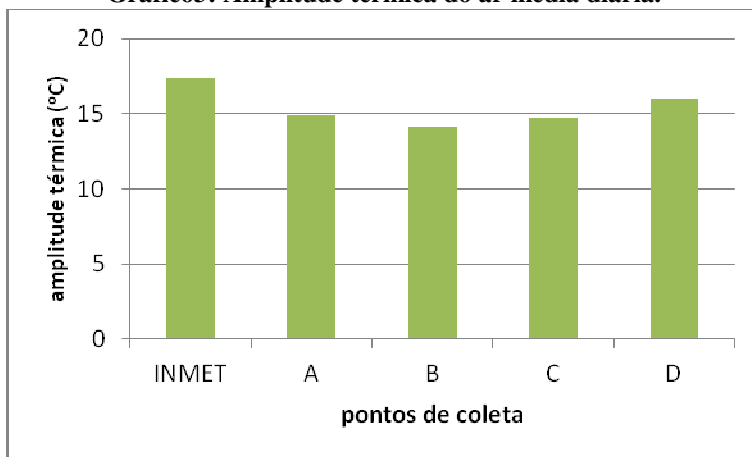
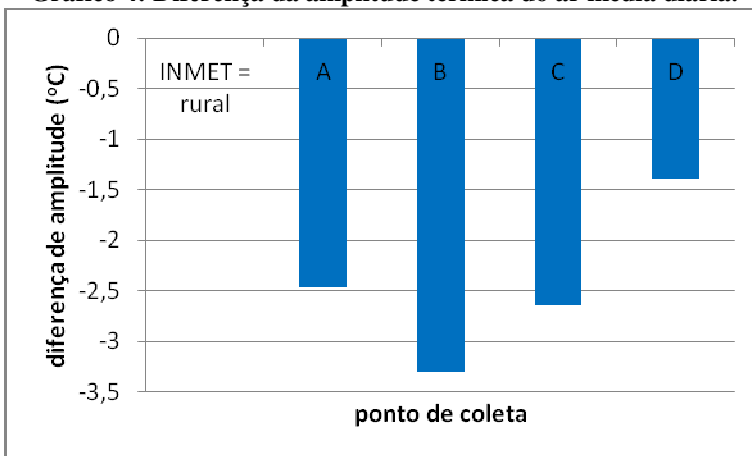


Gráfico 4: Diferença da amplitude térmica do ar média diária.



Os Gráficos 3 e 4 demonstram que o ponto B atinge menores amplitudes do que os demais gráficos. Isso indica a sua maior estabilidade térmica. Dentre os pontos urbanos, o que mais se aproxima da amplitude térmica do INMET é o ponto D, revelando que está sujeito a mudanças significativas de temperaturas entre o dia e a noite.

CONCLUSÕES

A temperatura na região central estudada de São Carlos apresenta um acréscimo em relação à área rural, por conta da elevada urbanização nesta zona em questão, em razão de fatores da constituição dos materiais construtivos. Além disso, este incremento na temperatura urbana também se relaciona com a coloração mais escura destes materiais construtivos, isto, quando comparados aos tons mais claros presentes na vegetação da região rural. O ponto com maior coeficiente de vegetação apresenta comportamento diferenciado para a maioria dos parâmetros térmicos estudados, ou seja, as áreas rurais tendem a ter temperaturas mais amenas. Portanto, o coeficiente de cobertura vegetal é um dos indicadores mais importantes termicamente para a avaliação dos índices urbanísticos, visando um melhor planejamento das cidades.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BARRIE, W; HEIDENS, S; Green roof Technology greatly reduces urban heat island effects. Conference Session C9. Swanson School of Engineering. University of Pittsburg. April 13, 2013. 7 pg.
2. GIVONI, B.; Urban design in different climates. World meteorological organization. World Climate Programme. WMO/TD n° 346. WCAP -10. Dez, 1989.
3. LIMA, R. P.; O processo e o (des)controle da expansão urbana de São Carlos (1857-1977). Dissertação Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. Área de Concentração: Arquitetura e Urbanismo. Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2007. 193 pg.
4. MONTEIRO, C de F.; MENDONÇA, F. (Org.) Clima urbano. São Paulo. Ed. Contexto. 2003. 192 p.
5. OKE, T. R; Initial Guidance to obtain representative meteorological observations at urban sites. World Meteorological. Organization Instruments and Observing Methods. Report No. 81.WMO/TD-No. 1250, 2006. 51 p.
6. REN, C.; NG, E.; KATZSCHNER, L.; Review of worldwide urban climatic map study and its application in planning. In: THE SEVENTH INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATE. 29 June - 3 July 2009. Yokohama. Japan, 2009. 4 p.
7. ROCHA, L. M. V.; et al.; Ocupação do solo e ilha de calor noturna em avenidas marginais a um córrego urbano. Ambiente Construído, v. 11, n. 3, 2011, p. 161- 175.
8. DIAS, I. C. A. A influência das águas pluviais no sistema de esgotamento sanitário. In: *V Exposição de experiências municipais em saneamento*. Assemae. Santo André, 2004. Disponível em http://www.semasa.sp.gov.br/Documentos/ASSEMAE/Trab_59.pdf. Data: 16 de dezembro de 2009
9. Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT). Anais do Seminário de Avaliação de Projetos IPT. Habitação e meio ambiente: assentamentos urbanos precários. São Paulo: IPT, 2002.