
CARACTERÍSTICAS DO CLIMA URBANO EM PRESIDENTE PRUDENTE/SP A PARTIR DE DADOS DE TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA DO AR E TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO

Renata dos Santos Cardoso*

Margarete Cristiane de Costa Trindade Amorim[†]

Resumo: *O processo de urbanização modifica o clima local, pois as formas materiais presentes na cidade, bem como as atividades que nela se desenvolvem, provocam alterações nos elementos do clima como a temperatura, umidade relativa do ar, direção e velocidade do vento. Destes, a temperatura tem se destacado nos estudos sobre o clima urbano, pois as características da área urbana promovem seu aumento tanto no ar quanto nos alvos da superfície. Nesse sentido, este estudo teve como objetivo identificar as alterações térmicas intraurbanas e suas magnitudes, relacionando-as com os tipos de uso e ocupação da superfície do solo no município de Presidente Prudente-SP. Para tanto, realizaram-se análises das diferenças térmicas e higrométricas entre o urbano e o rural, em um mês representativo do verão (fevereiro), e a verificação da temperatura da superfície através do sensoriamento remoto no infravermelho termal. Os resultados apresentaram que os tipos de tempo, assim como as características da superfície foram responsáveis pelas maiores ou menores diferenças entre a área urbana e a rural, o que demonstra a importância de se adequar o planejamento urbano às características do ambiente local.*

Palavras-chave: *Clima urbano; temperatura, umidade relativa do ar; Landsat 7; temperatura da superfície; Presidente Prudente.*

Urban climate characteristics in Presidente Prudente/SP from temperature and relative air humidity data and remote sensing techniques

Abstract: *The urbanization process modifies the local climate, since the urban materials and activities cause changes on climatic elements such as air temperature, relative humidity, wind speed and direction. Of these, the temperature has been highlighted in urban climate studies due to the city's surface characteristics which promote its increase both in the air and on the surface targets. Therefore, this study aimed to identify thermal intra-urban changes and their magnitudes, relating them to the types of land use and occupation in Presidente Prudente. Thus, analyzes of thermal and hygrometric differences between the urban and rural areas were done on typical month in summer (February), and the surface temperature was verified by thermal infrared remote sensing. The results presented that the types of weather as well as the city's surface characteristics were responsible for the largest and smallest differences among the urban and rural areas, which demonstrate the importance of adequate urban planning for the local environment characteristics.*

Keywords: *Urban climate; temperature and relative air humidity; Landsat 7; surface temperature; Presidente Prudente.*

* Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Geografia da Faculdade de Ciências e Tecnologia da UNESP, campus de Presidente Prudente SP. e-mail: renatacardoso16@gmail.com

[†] Profa. Dra. do curso de Graduação e de Pós-Graduação em Geografia da Faculdade de Ciências e Tecnologia da UNESP, campus de Presidente Prudente SP. Bolsista de produtividade em pesquisa do CNPq. e-mail: mccta@fct.unesp.br

INTRODUÇÃO

O processo de urbanização no Brasil consiste em um fenômeno recente que cresceu de forma significativa, a partir do século XX. Começou-se a observar, nos anos 1940, o aumento das taxas de urbanização no país, mas nesse período a população ainda era rural, em sua maioria. Na década de 1970, a população brasileira tornou-se mais urbana e, desde então, não houve regressão nos percentuais de urbanização, chegando à taxa de 81% no ano 2000, como demonstraram os resultados obtidos pelo IBGE através do censo do mesmo ano. “Atualmente, já se fala em uma taxa de urbanização de 83 a 84%, tendo em vista as estimativas de crescimento populacional no Brasil” (SANTOS, 2009, p. 179).

De acordo com Santos (1981, p. 3), “no início do século XIX a população urbana brasileira era menos de 2%; na metade do século XX a população urbana havia crescido para 21% e na década de 1980 os números já chegavam a 41,5%”. Já em 1991, conforme destaca Conti (1998), a população urbana era de mais de 74% e, segundo os dados divulgados pelo censo do IBGE de 2010, 84,35% da população brasileira vive nas cidades.

Em contrapartida ao crescente processo de urbanização, as cidades brasileiras não dispunham de infraestrutura que comportasse o grande contingente populacional, o que resultou na emergência de uma série de problemas socioambientais. Dentre eles, destacam-se a falta de moradia ou condições insalubres de habitação, falta de saneamento básico, de abastecimento de água, uso inadequado da superfície do solo urbano, ocupação em áreas de risco, entre vários outros que interferiam na qualidade de vida da população. Monteiro (1976) destaca que as cidades são o lugar da mais efetiva interação entre o homem e a natureza, e, mesmo ocupando pequenas parcelas do território, constituem a maior transformação da paisagem natural, apresentando diferentes formas de poluição do ar, água, solo e subsolo, incluindo modificações na morfologia e estrutura do ambiente urbano.

Desse modo, as formas de construções nas cidades remetem ao processo de adaptação do homem ao meio natural, e ao longo do tempo foram se distanciando das características do seu entorno. Em virtude do desenvolvimento tecnológico e da descoberta de novos materiais, as tradições locais próprias de adaptação ao sítio foram descartadas, desprezando-se a experiência de adaptação natural acumulada durante séculos (DUMKE, 2007).

As novas características construtivas das cidades, resultado das transformações na paisagem decorrentes da urbanização, alteram o equilíbrio entre a superfície e a atmosfera. Essas mudanças no ambiente urbano evidenciam-se através da retirada da vegetação original e impermeabilização do solo, que dificultam a infiltração das águas pluviais, favorecendo o escoamento superficial; a concentração e a disposição das edificações, que modificam a circulação dos ventos; o tipo de material construtivo, que altera o índice de albedo, entre outros.

Com a expansão das cidades, modifica-se substancialmente a paisagem natural. A grande concentração de áreas construídas, parques industriais, adensamento populacional, pavimentação asfáltica, associados à concentração de poluentes, criam condições para alterar o comportamento da baixa troposfera (camada limite), em ambientes urbanos (LOMBARDO, 1985, p. 23).

Não obstante, “o campo também sofreu transformações na paisagem no decorrer do tempo, mas é nas cidades que os efeitos do ar comprometido produzem alterações nos elementos climáticos de maneira mais intensa” (AMORIM, 2000, p. 23). Isso porque as formas materiais assumidas pela cidade, assim como as atividades que nela se desenvolvem, alteram o balanço de radiação da superfície, produzindo um aquecimento diferenciado no interior da cidade e entre esta e a área rural do entorno.

Além disso, o balanço energético urbano difere de uma cidade para outra e varia de acordo com os fatores, tais como: a impermeabilização do solo, a densidade de construções, o material utilizado nas edificações, a verticalização, a presença de vegetação arbórea nas calçadas e nos quintais das residências, entre outros.

Como produto das modificações que as superfícies, materiais e as atividades das áreas urbanas provocam nos balanços de energia, massa e movimento (OKE, 1978), o clima é evidenciado através das anomalias em seus elementos (temperatura, umidade relativa do ar, direção e velocidade do vento), principalmente quando o processo de urbanização carece de planejamento adequado ao ambiente que a cidade está inserida.

Fatores como a retirada da vegetação original, a impermeabilização do solo, a canalização de córregos, as alterações do relevo, a concentração de edificações, o aumento da circulação de pessoas e veículos, além do lançamento de partículas e gases poluentes na atmosfera, provocam mudanças no comportamento da atmosfera sobre a cidade.

Assim, a forma adotada pelo homem para habitar a cidade demonstra que cada vez mais as condições do ambiente têm sido alteradas no sentido de se adaptarem às suas intenções.

Portanto, o crescimento populacional e o adensamento urbano sem um planejamento adequado às características do ambiente em que a cidade está inserida, e até mesmo às necessidades dos habitantes, têm refletido negativamente na qualidade ambiental urbana.

O município de Presidente Prudente não foge a esse cenário de transformações, apresentando problemas como a canalização de seus rios e córregos ou alteração dos seus cursos; alterações das superfícies naturais cobertas por vegetação; impermeabilização do solo; produção artificial de calor, entre outros. Assim, “a variação das atividades humanas nos espaços internos diferenciados, como parques, ruas, casas, indústrias e a configuração física da cidade contribuem para as variações climáticas, notando-se alterações mais significativas de temperatura, umidade e vento” (LOMBARDO, 1985, p. 77).

Dentre os elementos do clima que mais sofrem variações devido à influência da superfície urbana na atmosfera local, a temperatura tem se destacado nos estudos sobre o clima urbano, pois as características da cidade, como a rugosidade, o uso e a ocupação do solo, a permeabilidade, o albedo, as propriedades térmicas dos materiais construtivos, entre outros, promovem seu aumento tanto no ar quanto na estrutura urbana. Assim, a utilização do sensoriamento remoto no infravermelho termal tem auxiliado cada vez mais nas análises climáticas, visto que fornece informações da superfície terrestre que possibilitam a associação entre os diferentes tipos de uso e ocupação da superfície e as diferenças térmicas.

Todavia, conforme destacam Machado e Azevedo (2006, p. 81), também é necessária a utilização de informações provenientes do interior da camada das coberturas (UCL – Urban Canopy Layer), pois estas permitem uma nova perspectiva, através da qual “o balanço energético pode ser experienciado do ponto de vista do pedestre e não apenas de um ponto de vista exclusivamente extraterreno”.

Nesse contexto, acredita-se que a associação entre as medições pontuais de dados climatológicos e a temperatura da superfície urbana em Presidente Prudente, pode contribuir para o conhecimento mais detalhado do ambiente urbano. Além disso, o apontamento das áreas com diferenças térmicas elevadas poderá servir de subsídio ao poder público municipal, pois saberia em quais localidades direcionar ações que visem o conforto térmico.

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Presidente Prudente está situada no oeste do Estado de São Paulo (Figura 1), entre os paralelos de

22° 07' de latitude sul e 51° 23' de longitude oeste, com área urbana de aproximadamente 60 km² e população estimada de 218.960 habitantes (IBGE, 2013).

Localizada no planalto ocidental, constitui-se essencialmente por rochas do grupo Bauru e dista cerca de 560 km da capital paulista. Com altitude média de 472m acima do nível do mar, seu relevo é formado basicamente por colinas médias, amplas, morrotes alongados e espigões. As colinas amplas estão presentes na porção norte do município, nas margens do Rio do Peixe, e “as colinas médias são observadas na extremidade sul onde se encontra o córrego do Cedro e os morrotes e espigões, predominantes no município abrangendo cerca de 80% de seu território” (AMORIM, 2000, p. 45).

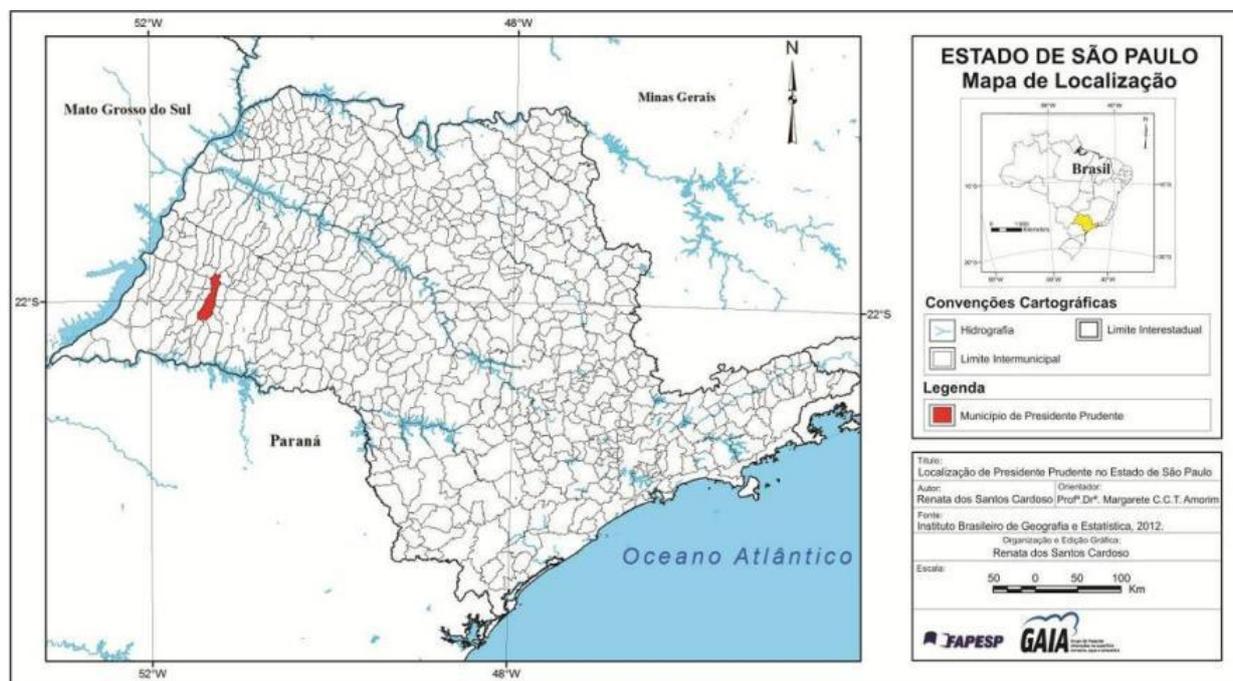


Figura 1 – Localização de Presidente Prudente no Estado de São Paulo.

Fonte: IBGE. Org.: Cardoso (2012).

Quanto às características da área urbana de Presidente Prudente, esta apresenta grande diversidade de ocupação do solo, pois os bairros mais antigos são densamente construídos e com significativa cobertura vegetal arbórea nas calçadas e quintais.

Por outro lado, as áreas residenciais que surgiram nas últimas três décadas, que são a grande maioria, apresentam-se com edificações esparsas, com gramado e vegetação arbórea. Na mesma época foram construídos conjuntos habitacionais para atender às classes populares. Os lotes destinados à população de baixa renda eram menores e com materiais construtivos menos adequados ao clima tropical e ao conforto térmico e ambiental (paredes finas e telhados de fibrocimento ou asbestos), que armazenam muito calor e produzem inércia térmica (AMORIM,

2005).

Com base na assertiva de Sant'Anna Neto e Tommaselli (2009, p. 9), de que “conhecer as características do clima local e as combinações dos tipos de tempo que atuam na cidade é fundamental para o planejamento urbano e para a utilização dos recursos provenientes da atmosfera em proveito das ações pela sociedade”, é essencial a descrição do contexto climático em que Presidente Prudente se insere para o estudo do seu clima urbano.

A cidade de Presidente Prudente localiza-se sob um regime de clima tropical, numa área de transição climática, sofrendo a atuação da maioria dos sistemas atmosféricos presentes na América do Sul. Enquanto os sistemas tropicais lhe conferem elevadas temperaturas de primavera e verão, os sistemas extratropicais ocasionam episódios de invasão das frentes frias e do ar polar no outono e inverno, provocando baixas temperaturas (SANT'ANNA NETO; TOMMASELLI, 2009).

Presidente Prudente apresenta um clima tropical, com duas estações definidas, um período de verão/outono, mais quente (temperaturas médias das máximas entre os 27 °C e 29°C) e muito chuvoso (entre 150 e 200 mm mensais) e invernos amenos (com temperaturas médias das mínimas entre os 16°C e 18°C) e menos úmidos (chuvas mensais entre os 20 e 50 mm) (AMORIM; MONTEIRO, 2011, p. 5).

Portanto, a sazonalidade climática da cidade pode ser resumida a um período quente e chuvoso entre outubro e março e, outro mais ameno e seco, entre abril e setembro, quando as temperaturas caem com a entrada das massas polares (BARRIOS; SANT'ANNA NETO, 1996).

OS PROCEDIMENTOS DA PESQUISA

Os dados meteorológicos utilizados no trabalho foram registrados por estações meteorológicas automáticas do tipo “*Vantage PRO 2*” da marca “*Davis Instruments*”, instaladas nos dois pontos descritos a seguir. A escolha dos locais pautou-se nos tipos de uso e ocupação da terra presentes em cada um, a fim de comparar as diferenças de temperatura e umidade relativa do ar, existentes entre cidade e o campo de Presidente Prudente.

1. **Urbano:** o primeiro ponto selecionado foi denominado urbano (Figura 2) e está localizado a 22°07'03,60" S e 51°23'55,10" O, com altitude de aproximadamente 416 metros em relação a nível do mar. Encontra-se na área próxima ao centro da cidade, em um bairro residencial, com média cobertura vegetal arbórea nas calçadas e quintais, característico dos bairros mais antigos de

Presidente Prudente.

Trata-se de uma área densamente construída, com alta pavimentação do solo, sendo que as construções predominantes no entorno de onde foi instalada a estação meteorológica caracterizam-se por serem de alvenaria com telhados de cerâmica.



Figura 2 – Imagem do Bairro Santa Helena. O destaque em vermelho refere-se ao ponto onde foi instalada a estação meteorológica automática.

Fonte: Google Earth TM mapping service/NASA/TerraMetrics copyright. Acesso em: fev. de 2011.



Figura 3 – Imagem do ambiente rural. O destaque em vermelho refere-se ao ponto onde foi instalada a estação meteorológica automática.

Fonte: Google Earth TM mapping service/NASA/TerraMetrics copyright. Acesso em: fev. de 2011.

2. Rural: o segundo ponto selecionado foi denominado rural (Figura 3) por se localizar fora da malha urbana, mais especificamente no Parque Ecológico Cidade da Criança, situado às coordenadas 22° 11'58,54" S e 51° 23'48,68" O (cerca de 9 km distante do ponto na cidade).

A Cidade da Criança está a aproximadamente 398m de altitude em relação ao nível do mar, no Km 561 da Rodovia Raposo Tavares, em Presidente Prudente, e o local onde foi instalada a estação meteorológica automática possui, no seu entorno, cobertura vegetal rasteira e arbórea.

Os dados foram registrados a cada duas horas, no mês de fevereiro de 2011 (representativo do verão), com o propósito de verificar as características da temperatura e da umidade relativa do ar, de acordo com a atuação de diferentes sistemas atmosféricos.

A partir da análise dos dados obtidos, optou-se por destacar quatro horários do dia nos quais as diferenças se apresentaram mais significativas, sendo eles: 4h, 10h, 16h e 20h. Associado às informações dos dados das estações meteorológicas, realizou-se a análise dos sistemas atmosféricos regionais do mês em questão através das cartas sinóticas de superfície, de imagens do satélite GOES e dos Boletins Técnicos disponibilizados pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do INPE.

Considerando-se os dados registrados nos quatro horários anteriormente citados, foram organizados gráficos e tabelas com o objetivo de comparar as diferenças de temperatura e umidade relativa nos dois ambientes escolhidos (urbano e rural). A opção nesse trabalho foi por analisar as diferenças desses elementos climáticos de acordo com os sistemas atmosféricos atuantes em horários determinados e não se utilizar de médias diárias ou horárias, pois as médias mascaram os eventos extremos que interferem no desconforto sentido pela população.

Também se buscou, por meio de técnicas de sensoriamento remoto, obter a temperatura qualitativa da superfície de Presidente Prudente e relacioná-la com os diferentes tipos de uso e ocupação da superfície e com as características dos elementos climáticos, tais como temperatura do ar, umidade relativa do ar, precipitação e ventos.

Para se verificar as temperaturas da superfície intraurbana em Presidente Prudente, foi utilizada a imagem do canal do infravermelho termal (banda 6) do satélite Landsat 7, com intervalo espectral de 10,4 a 12,5 μm , resolução espacial de 60 metros e cena composta por 183 x 183 quilômetros.

A imagem do satélite Landsat 7 para a cidade de Presidente Prudente foi adquirida gratuitamente através do site da organização "*United States Geological Survey*" (USGS), e corresponde à órbita/ponto 222/075, do dia 23 de fevereiro de 2003 às 10 horas e 10 minutos, horário de Brasília. Os procedimentos para o mapeamento da temperatura da superfície foram realizados no

software IDRISI Andes versão 15.0. Utilizaram-se as constantes de calibração do sensor do satélite para a conversão dos números digitais (DN) em energia radiante, representados em tons de cinza. Em seguida, a partir da energia radiante foi possível obter a temperatura efetiva dos alvos, em Kelvin, que posteriormente foi convertida para graus Celsius, acompanhada da atribuição de falsa cor para a obtenção da imagem colorida.

Posteriormente, para a seleção das áreas que compreendem a cidade na imagem de satélite, foi importada a malha urbana georreferenciada e assim foram possíveis as análises da distribuição da temperatura da superfície em Presidente Prudente.

Por fim, em decorrência de alguns problemas no satélite Landsat 7, não foi possível trabalhar com imagens mais recentes. Assim, buscou-se como alternativa analisar os tipos de alvos na superfície em imagens do Google Earth, também mais antigas (2003 e 2006), o que não prejudicou a análise da carta de temperatura da superfície associada às características de uso e ocupação da superfície.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

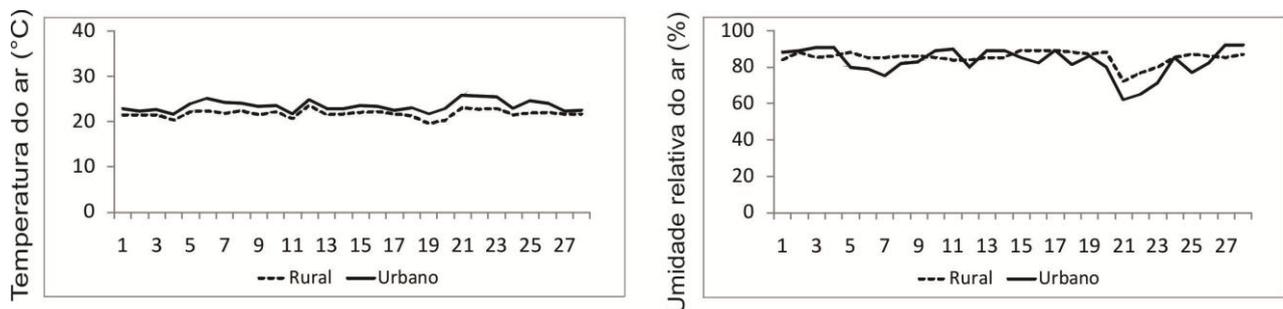
Análise dos sistemas atmosféricos em fevereiro de 2011

De acordo com o Boletim Técnico do CPTEC, no mês de fevereiro, as chuvas ocorreram abaixo da média histórica na maior parte da Região Sudeste, déficit associado principalmente ao deslocamento de um episódio de ZCAS para o sul. A exceção ocorreu em áreas isoladas e no oeste paulista, influenciados pelo mesmo sistema e também favorecidos pela formação de áreas de instabilidade associadas a efeitos termodinâmicos. Em Presidente Prudente, por exemplo, o total pluviométrico em fevereiro foi de 230mm.

De forma geral, verificou-se que fevereiro apresentou três momentos bem marcados por condições atmosféricas instáveis, sendo estes na primeira quinzena e na última semana do mês. As linhas de instabilidade, mas principalmente a configuração e permanência prolongada da ZCAS, foram responsáveis pelos totais pluviométricos mais elevados durante o mês (acima de 30mm), altos percentuais de umidade relativa do ar e diminuição das temperaturas nos horários de análise.

Diferenças térmicas e higrométricas entre o campo e a cidade no mês de fevereiro de 2011, às 4h

Durante esse horário foram identificadas diferenças térmicas abaixo dos 2°C, sobretudo na primeira quinzena do mês, com exceção dos dias 6 e 7, que exibiram 2,7°C e 2,5°C de diferença entre o campo e a cidade. Já a última semana de fevereiro também mostrou diferenças térmicas acima de 2°C, com os dias 21 e 22 registrando 2,9°C sob atuação da massa de ar Tropical continental (Gráfico 1).



Gráficos 1 e 2 - Temperatura e umidade relativa do ar no campo e na cidade em Presidente Prudente no mês de fevereiro de 2011, às 4h.

No dia 6, atuou na região a massa de ar Equatorial continental, conferindo estabilidade ao tempo e proporcionando a maior diferença térmica do horário, enquanto no dia 7, sob influência de um cavado registrou-se precipitação de 1mm no rural e 3mm no urbano.

No que diz respeito às diferenças higrométricas, estas se apresentaram menores ou iguais a 8% durante até o 20º dia do mês, exceto no dia 7 no qual se registrou 10% (Tabela 1). Na última semana, os dias 21, 22 e 25 apresentaram 10%, 12% e 10%, nesta sequência, de diferença de umidade relativa do ar entre o campo e a cidade.

No dia 25, por exemplo, sob influência de linhas de instabilidade, registrou-se 10% de diferença higrométrica, o que pode ser explicado pelo fato de ter chovido mais no campo do que na cidade (21mm no ponto rural e 4mm no urbano), além de ter sido registrada velocidade do vento de 1,3m/s no rural enquanto no urbano a situação foi de calmaria.

Tabela 1 – Diferenças térmicas e higrométricas entre o campo e a cidade de Presidente Prudente no mês de fevereiro de 2011, às 4h.

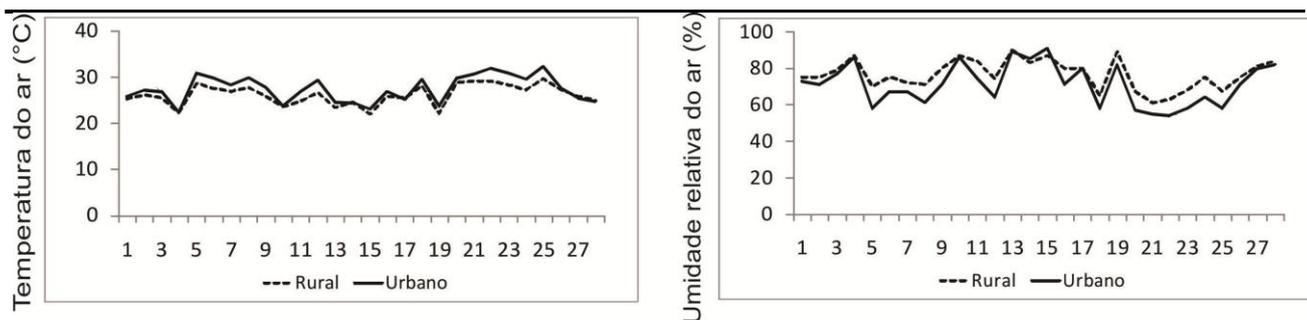
| Dias | Diferenças Térmicas (°C) | Diferenças Higrométricas (%) | Velocidade do Vento Urbano (m/s) | Velocidade do Vento Rural (m/s) |
|------|--------------------------|------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| 1 | 1,4 | -4 | 0,4 | 8 |
| 2 | 1 | -1 | 0,4 | 6,3 |
| 3 | 1,2 | -6 | 0,4 | 3,1 |
| 4 | 1,3 | -5 | 0,9 | 5,4 |
| 5 | 1,8 | 8 | 0 | 1,3 |
| 6 | 2,7 | 6 | 0,9 | 0,4 |
| 7 | 2,5 | 10 | 1,8 | 0,4 |
| 8 | 1,8 | 4 | 0 | 1,3 |
| 9 | 1,9 | 3 | 1,3 | 8 |
| 10 | 1,4 | -4 | 0 | 0 |
| 11 | 1 | -6 | 0,9 | 0,4 |
| 12 | 1,2 | 4 | 0 | 4,9 |
| 13 | 1,5 | -4 | 0,9 | 6,3 |
| 14 | 1,2 | -4 | 0,4 | 1,8 |
| 15 | 1,6 | 4 | 0,4 | 2,7 |
| 16 | 1,3 | 7 | 2,2 | 2,7 |
| 17 | 0,9 | 0 | 3,1 | 6,7 |
| 18 | 1,9 | 7 | 2,7 | 1,8 |
| 19 | 2,1 | 1 | 0 | 1,3 |
| 20 | 2,5 | 8 | 1,8 | 0,4 |
| 21 | 2,9 | 10 | 2,7 | 1,8 |
| 22 | 2,9 | 12 | 0,4 | 0,4 |
| 23 | 2,6 | 9 | 1,3 | 0,4 |
| 24 | 1,4 | 0 | 1,3 | 0,4 |
| 25 | 2,8 | 10 | 0 | 1,3 |
| 26 | 2,1 | 4 | 1,3 | 0,4 |
| 27 | 0,6 | -7 | 1,8 | 4 |
| 28 | 0,8 | -5 | 2,7 | 1,3 |

Fonte: Estações Meteorológicas Automáticas Vantage Pro 2 – Davis Instruments.

Diferenças térmicas e higrométricas entre o campo e a cidade no mês de fevereiro de 2011, às 10h

Nesse horário, as diferenças térmicas durante a primeira quinzena exibiram valores mais elevados em relação ao horário analisado anteriormente. Os dias 5, 6, 8, 11 e 12 registraram diferenças acima de 2°C, sendo que no dia 12, sob atuação da ZCAS registrou-se 2,7°C, numa situação em que houve 7mm de precipitação no rural e 3mm no urbano.

Entretanto, entre os dias 13 e 21, as diferenças de temperatura ficaram abaixo de 1,6°C, sendo que a partir do dia 22 até o dia 25 estas aumentaram novamente, chegando a registrar 2,8°C no dia 22 sob influência da massa Tropical continental (Gráfico 3).



Gráficos 3 e 4 - Temperatura e umidade relativa do ar no campo e na cidade em Presidente Prudente no mês de fevereiro de 2011, às 10h.

Quanto às maiores diferenças higrométricas, estas também foram observadas durante a primeira quinzena de fevereiro e na última semana do mês (10% a 12%). No dia 5, por exemplo, sob atuação da massa equatorial continental, a diferença de umidade relativa do ar foi de 12% entre o campo e a cidade (Tabela 2).

Tabela 2 – Diferenças térmicas e higrométricas entre o campo e a cidade de Presidente Prudente no mês de fevereiro de 2011, às 10h.

| Dias | Diferenças Térmicas (°C) | Diferenças Higrométricas (%) | Velocidade do Vento Urbano (m/s) | Velocidade do Vento Rural (m/s) |
|------|--------------------------|------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| 1 | 0,6 | 2 | 0,4 | 4,5 |
| 2 | 1,1 | 4 | 1,3 | 2,2 |
| 3 | 1,5 | 2 | 1,8 | 4 |
| 4 | -0,1 | 1 | 0,9 | 3,1 |
| 5 | 2,2 | 12 | 2,2 | 2,7 |
| 6 | 2,2 | 8 | 2,2 | 4 |
| 7 | 1,3 | 5 | 2,2 | 2,2 |
| 8 | 2,1 | 10 | 2,7 | 3,1 |
| 9 | 1,8 | 9 | 1,8 | 2,2 |
| 10 | 0,1 | 1 | 0,9 | 1,8 |
| 11 | 2,1 | 10 | 2,2 | 4,5 |
| 12 | 2,7 | 10 | 0,9 | 4 |
| 13 | 1,2 | 1 | 0,9 | 1,8 |
| 14 | -0,1 | -2 | 0,4 | 4,5 |
| 15 | 1,1 | -4 | 1,8 | 3,6 |
| 16 | 0,9 | 9 | 3,1 | 3,6 |
| 17 | -0,2 | 0 | 2,7 | 4,5 |
| 18 | 1,4 | 7 | 2,7 | 4,5 |
| 19 | 1,6 | 7 | 0,4 | 2,7 |
| 20 | 1,1 | 10 | 4 | 1,8 |
| 21 | 1,5 | 6 | 3,1 | 3,1 |
| 22 | 2,8 | 9 | 1,3 | 3,1 |
| 23 | 2,6 | 10 | 0,9 | 4,5 |
| 24 | 2,3 | 11 | 0,9 | 4,9 |
| 25 | 2,6 | 9 | 2,2 | 2,7 |
| 26 | 0,4 | 4 | 2,7 | 2,7 |
| 27 | -0,4 | 1 | 3,1 | 2,2 |
| 28 | -0,2 | 2 | 4,9 | 6,3 |

Fonte: Estações Meteorológicas Automáticas Vantage Pro 2 – Davis Instruments.

Diferenças térmicas e higrométricas entre o campo e a cidade no mês de fevereiro de 2011, às 16h

Às 16h, as diferenças térmicas estiveram abaixo de 2°C na maioria dos dias, com exceção dos dias 6, 7, 8, 13, 20, 21, 22 e 25 que apresentaram valores entre 2°C e 4,4°C. Os dias 8, 12, 22 e 25 registraram 3,6°C, 3,6°C, 3,4°C e 3,8°C, respectivamente (Tabela 3).

No dia 7 registrou-se 4,4°C, sob atuação de um cavado, com 12,45mm de precipitação no rural e 2,03mm no urbano. No dia 8, houve o registro de precipitação nos dois pontos de medição de dados, no entanto os totais pluviométricos também foram diferentes: 10,67mm de chuva no rural e 0,51mm no urbano.

A mesma situação ocorreu nos dias 12 e 25, nos quais provavelmente tenha sido a diferença nos totais pluviométricos entre o campo e a cidade um dos fatores que proporcionaram as diferenças de temperatura, visto que as maiores velocidades do vento também foram verificadas no ponto rural (6,7m/s no dia 12 e 9,8m/s no dia 25), enquanto o ponto urbano exibiu valores inferiores a 0,5m/s.

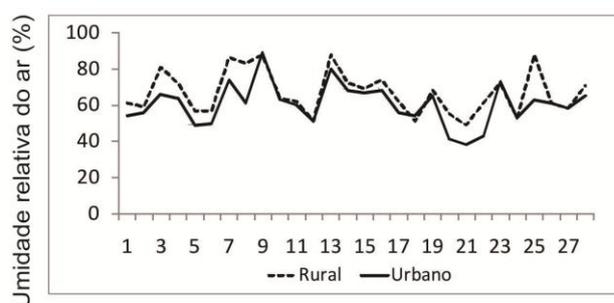
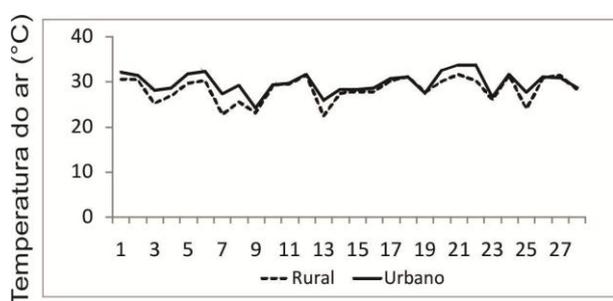
Tabela 3 – Diferenças térmicas e higrométricas entre o campo e a cidade de Presidente Prudente no mês de fevereiro de 2011, às 16h.

| Dias | Diferenças Térmicas (°C) | Diferenças Higrométricas (%) | Velocidade do Vento Urbano (m/s) | Velocidade do Vento Rural (m/s) |
|-------------|---------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------|
| 1 | 1,5 | 7 | 0,9 | 4,5 |
| 2 | 1 | 3 | 0,4 | 4 |
| 3 | 3 | 15 | 0,4 | 4,5 |
| 4 | 1,7 | 8 | 0,9 | 5,8 |
| 5 | 2 | 8 | 0,9 | 5,8 |
| 6 | 2,1 | 7 | 1,3 | 6,3 |
| 7 | 4,4 | 12 | 1,3 | 4,9 |
| 8 | 3,6 | 22 | 1,3 | 7,2 |
| 9 | 1,1 | -1 | 0,4 | 7,6 |
| 10 | 0,2 | 1 | 0,4 | 6,3 |
| 11 | 0,1 | 2 | 1,3 | 5,4 |
| 12 | 0,1 | 0 | 0,4 | 6,7 |
| 13 | 3,6 | 8 | 1,3 | 10,7 |
| 14 | 1 | 4 | 0,4 | 2,7 |
| 15 | 0,5 | 2 | 4,5 | 4,5 |
| 16 | 0,9 | 6 | 2,7 | 4,5 |
| 17 | 0,5 | 6 | 0,9 | 3,1 |
| 18 | 0,1 | -3 | 1,3 | 4 |
| 19 | -0,2 | 3 | 2,2 | 1,8 |
| 20 | 2,4 | 14 | 1,3 | 3,1 |
| 21 | 2,1 | 11 | 1,8 | 2,7 |
| 22 | 3,4 | 18 | 0,9 | 4,5 |
| 23 | 0,5 | -1 | 1,8 | 6,3 |
| 24 | 0,2 | 0 | 0,4 | 4,5 |

| | | | | |
|----|------|----|-----|-----|
| 25 | 3,8 | 25 | 0,9 | 9,8 |
| 26 | 0,3 | 0 | 1,8 | 3,1 |
| 27 | -0,4 | 0 | 1,3 | 2,7 |
| 28 | 0,6 | 6 | 4 | 4,5 |

Fonte: Estações Meteorológicas Automáticas Vantage Pro 2 – Davis Instruments.

Em relação às diferenças higrométricas, estas também apresentaram valores elevados que variaram entre 11% e 25% durante a primeira e a última semana do mês, com o registro de percentuais abaixo de 10% entre os dias 9 e 19 (Gráfico 6). No dia 8, com as características de temperatura e precipitação descritas acima, a diferença chegou a 22%, enquanto no dia 25, quando houve totais pluviométricos mais elevados no campo do que na cidade, o percentual atingiu 25%.



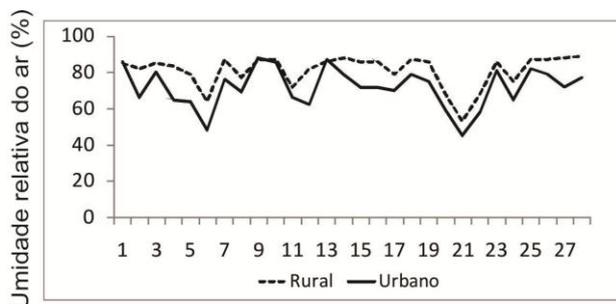
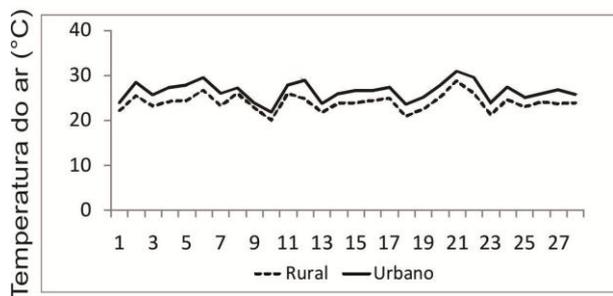
Gráficos 5 e 6 - Temperatura e umidade relativa do ar no campo e na cidade em Presidente Prudente no mês de fevereiro de 2011, às 16h.

Diferenças térmicas e higrométricas entre o campo e a cidade no mês de fevereiro de 2011, às 20h

Às 20h, as diferenças de temperatura entre os dois pontos não chegaram a atingir o máximo registrado no horário anterior (4,4°C), todavia, em decorrência da perda de radiação ser mais rápida no campo do que na cidade, houve um aumento significativo do número de dias com diferenças térmicas acima de 2,5°C, totalizando 14 dias ao longo do mês.

No dia 12 registrou-se a maior diferença do horário, 4,2°C, sob atuação da ZCAS, com precipitação de 3mm no urbano e 7mm no rural e velocidade do vento de 0,4m/s e 10,7m/s, respectivamente. Quanto às diferenças higrométricas, estas também apresentaram valores elevados no decorrer de fevereiro e, assim como as diferenças térmicas, mesmo sem atingir os percentuais máximos

registrados às 16h (25%), verificaram-se valores acima de 10% durante 13 dias (Gráfico 8).



Gráficos 7 e 8 - Temperatura e umidade relativa do ar no campo e na cidade em Presidente Prudente no mês de fevereiro de 2011, às 20h.

Os dias 4 e 12 foram os que exibiram as maiores diferenças, 18% e 20%, respectivamente, sob condições atmosféricas instáveis que provocaram diferenças nos totais pluviométricos entre a cidade e o campo, assim como velocidades do vento maiores no ponto rural, sobretudo no dia 12 (0,4m/s no ponto urbano e 10,7m/s no rural) (Tabela 4).

Tabela 4 – Diferenças térmicas e higrométricas entre o campo e cidade de Presidente Prudente no mês de fevereiro de 2011, às 20h.

| Dias | Diferenças Térmicas (°C) | Diferenças Higrométricas (%) | Velocidade do Vento Urbano (m/s) | Velocidade do Vento Rural (m/s) |
|------|--------------------------|------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| 1 | 1,9 | -1 | 1,8 | 10,3 |
| 2 | 2,9 | 16 | 2,2 | 0,4 |
| 3 | 2,4 | 5 | 0 | 0,9 |
| 4 | 3,1 | 18 | 0 | 1,8 |
| 5 | 3,5 | 15 | 0,4 | 2,2 |
| 6 | 2,9 | 16 | 0,4 | 4,9 |
| 7 | 2,7 | 11 | 5,4 | 2,7 |
| 8 | 1,2 | 8 | 1,3 | 1,3 |
| 9 | 1 | -1 | 0 | 0,4 |
| 10 | 1,9 | 1 | 1,8 | 13 |
| 11 | 1,9 | 6 | 0,4 | 3,1 |
| 12 | 4,2 | 20 | 0,4 | 10,7 |
| 13 | 1,8 | -1 | 0,9 | 1,3 |
| 14 | 2,1 | 9 | 1,3 | 1,8 |
| 15 | 2,7 | 14 | 1,3 | 0,4 |
| 16 | 2,3 | 14 | 0,4 | 0,4 |
| 17 | 2,4 | 9 | 2,2 | 1,8 |
| 18 | 2,5 | 8 | 5,4 | 13 |
| 19 | 2,7 | 11 | 2,7 | 0,4 |
| 20 | 2,6 | 9 | 0,4 | 0,9 |
| 21 | 2,2 | 8 | 0 | 0,4 |
| 22 | 3,6 | 10 | 0 | 0,4 |
| 23 | 2,6 | 5 | 0,9 | 8 |
| 24 | 2,8 | 10 | 0,4 | 3,1 |
| 25 | 2,1 | 5 | 0,4 | 4,9 |
| 26 | 1,9 | 8 | 0 | 2,7 |

| | | | | |
|----|-----|----|-----|-----|
| 27 | 3,1 | 16 | 0 | 2,7 |
| 28 | 1,9 | 12 | 3,1 | 0,4 |

Fonte: Estações Meteorológicas Automáticas Vantage Pro 2 – Davis Instruments.

De forma geral, através da análise dos gráficos e das tabelas de diferenças termo-higrométricas entre o campo e a cidade e das cartas sinóticas do mês de fevereiro, verificou-se que os sistemas atmosféricos estáveis proporcionaram diferenças significativas entre os pontos de registros dos dados. Contudo, em algumas condições de tempo instáveis, foram observadas diferenças elevadas, que coincidiram com o registro de totais pluviométricos e velocidades do vento superiores no campo.

Assim, destaca-se o horário das 16h, pois as diferenças térmicas apresentaram valores elevados, chegando a atingir 4,4°C, provavelmente por ter sido um mês bastante chuvoso e com diferenças nos totais pluviométricos e na velocidade do vento entre o campo e a cidade. Já no período noturno houve um número maior de dias com diferenças acima de 2,5°C e às 10h houve diferenças acima de 2°C.

Análise da temperatura da superfície no dia 23 de fevereiro de 2003

A carta da temperatura da superfície apresenta o mapeamento da temperatura dos alvos no dia 23 de fevereiro, um mês de verão tipicamente chuvoso, através do qual é possível observar as áreas urbanas mais aquecidas do que as rurais. Além da importância da umidade da superfície para essa configuração, tal padrão decorre da substituição das superfícies naturais por materiais construtivos, que possuem a característica de armazenarem por mais tempo a radiação absorvida durante o dia, inclusive demorando mais tempo para se resfriarem.

Por outro lado, o campo se aquece com maior rapidez, mas também perde calor absorvido com maior velocidade, apresentando temperaturas mais amenas em comparação à área urbanizada. Essa característica pode ser explicada pelo fato de que o solo, quando coberto por vegetação, perde energia através dos processos de fotossíntese, evaporação e evapotranspiração, sendo que nos dois últimos há a transformação do calor sensível em calor latente, diminuindo a temperatura. A partir dessa primeira caracterização, pode-se analisar com mais detalhes a carta de temperatura de 23 de fevereiro de 2003, captada às 10 horas e 10 minutos (Figura 4), considerando algumas características dos elementos do clima, registrados na estação meteorológica localizada na UNESP, no dia do imageamento pelo satélite.

No que se refere à variável temperatura, esta apresentou máxima de 32,6°C e mínima de 22,1°C, e umidade relativa do ar de 68%. Quanto à precipitação, houve o registro de um total pluviométrico de 211,1mm, concentrado nas três primeiras semanas do mês, totalizando 14 dias com chuva.

Tendo em vista tais informações e considerando a área urbana mais aquecida do que a rural (diferença térmica de 12°C), foram selecionados 10 pontos distribuídos na carta de temperatura que mais se destacaram por apresentarem temperaturas mais elevadas ou mais baixas, e através dos quais foi realizada a análise das características do entorno e sua relação com a temperatura dos alvos.

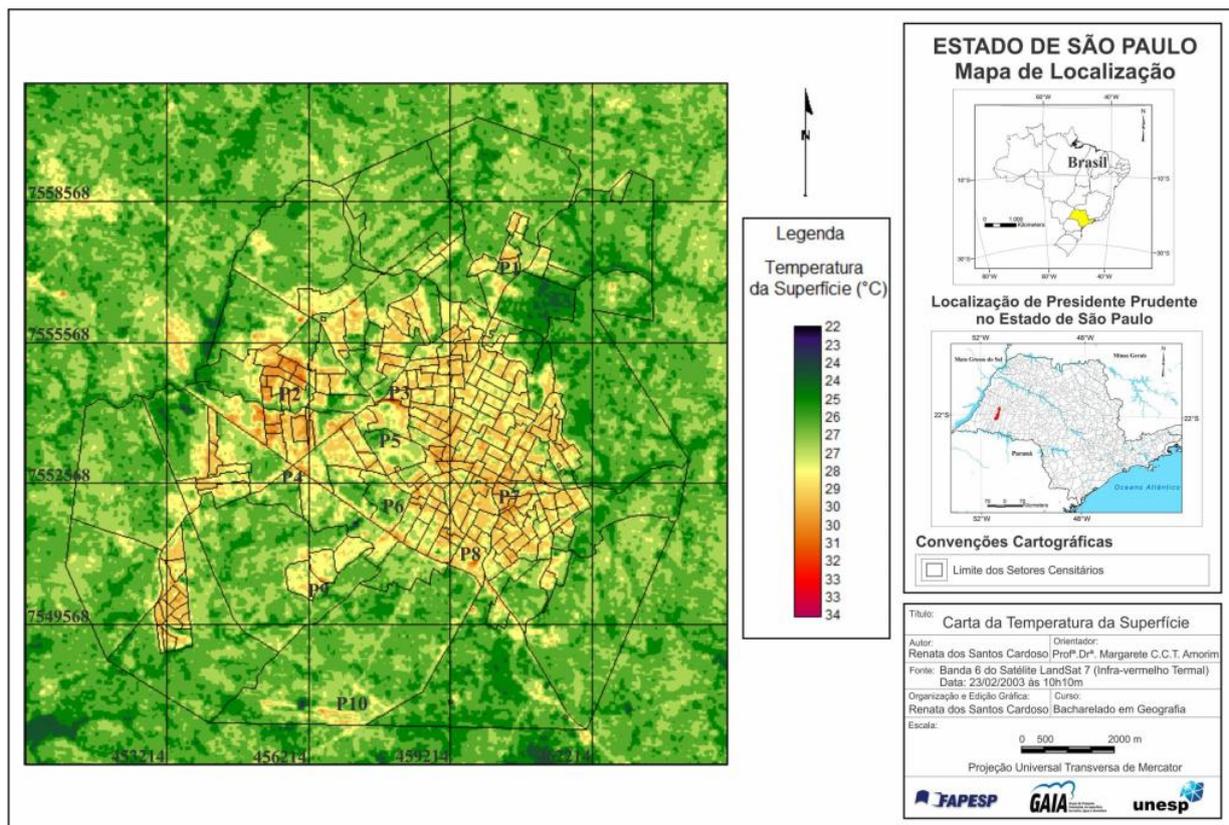


Figura 4 - Carta de temperatura da superfície elaborada a partir da imagem do infravermelho termal (banda 6) do sensor ETM+ do Landsat 7 de 23 fevereiro de 2003. Fonte: United States Geological Survey (USGS). Disponível em: <<http://earthexplorer.usgs.gov/>>. Org.: Cardoso (2012).

O ponto 1 corresponde aos bairros populares localizados no nordeste da cidade, mais especificamente no Bairro Brasil Novo (Figura 5) e seus arredores. Em um descontinuo com a malha urbana, esse bairro apresenta lotes densamente construídos, com vegetação arbórea bastante esparsa, exibindo temperatura elevada entre 29°C e 30°C.



Figura 5 – Entorno do Ponto 1 (2003).



Figura 6 – Entorno do Ponto 1 (2003).

Fonte: Google Earth TM mapping service/NASA/TerraMetrics copyright. Acesso em: ago. de 2012.

Já a figura 6 se refere à área da Mata do Furquim com vegetação arbórea mais densa encontrada próxima aos bairros na porção nordeste, que apresentou temperatura de 23°C, enquanto as redondezas marcadas por vegetação rasteira apresentaram temperaturas inferiores às das áreas construídas, com variação de 25°C a 27°C.

Na figura 7, há o destaque para uma área urbana localizada especificamente no bairro residencial popular COHAB (Ponto 2), caracterizado por ser uma área densamente construída com pouca vegetação arbórea nas calçadas e ausência dessas nos quintais, visto que esses não apresentam espaços permeáveis sem construções. Além disso, é perceptível o predomínio de residências com telhados de fibrocimento, que somado às características citadas acima proporcionaram temperaturas da superfície de 30°C a 31°C.



Figura 7 – Entorno do Ponto 2 (2006).

Fonte: Google Earth TM mapping service/NASA/TerraMetriccopyright. Acesso em: ago. de 2012.

Outro ponto de destaque é o 3 (Figura 4), cujas características do seu entorno podem ser observadas nas figuras 8 e 9. Com temperaturas acima de 30°C, chegando a atingir a máxima de 34°C, o shopping constituiu a área mais aquecida. Isso devido ao estacionamento de concreto e a cobertura metálica, pois essas superfícies expostas à radiação solar direta possuem albedo baixo e emissividade maior, resultando na maior absorção de calor e sua permanência no ambiente do entorno.

Na figura 9, o bairro residencial Jardim Paulista corresponde a uma área densamente construída, porém com a presença de vegetação arbórea esparsa nas calçadas e em alguns quintais. Além de haver o predomínio de edificações com telhados de cerâmica, proporcionando temperaturas mais baixas em relação à COHAB (em torno de 27°C e 28°C).



Figura 8 – Entorno do Ponto 3 (2003).

Figura 9 – Entorno do Ponto 3 (2003).

Fonte: Google Earth TM mapping service/NASA/TerraMetrics copyright. Acesso em: ago. de 2012.

O ponto 4 e seu entorno, localizados na porção sudoeste da cidade, apresentaram temperatura de 29°C a 31°C nas áreas construídas e vias pavimentadas de grande circulação. Na figura 10 é possível identificar quarteirões densamente construídos com pouca ou nenhuma vegetação arbórea nas calçadas e nos quintais, enquanto na figura 11 há construções esparsas e edifícios comerciais com coberturas metálicas próximas à rodovia.



Figura 10 – Entorno do Ponto 4 (2006).

Figura 11 – Entorno do Ponto 4 (2006)

Fonte: Google Earth TM mapping service/NASA/TerraMetrics copyright. Acesso em: ago. de 2012.

É importante destacar que a imagem de 27 de fevereiro 2003, utilizada para identificar os tipos de uso e ocupação da superfície, não cobre toda a cidade. Portanto, recorreu-se em alguns casos à imagem de 3 de setembro de 2006 para completar as análises, sendo que nesta há uma parcela significativa de solo exposto. Porém, essa característica não foi detectada na carta de temperatura como a mais aquecida, pois provavelmente na época do imageamento (23 de fevereiro de 2003), esta parcela da superfície estivesse com cobertura vegetal, justificando assim a temperatura de 27°C.

A figura 12 corresponde ao entorno do ponto 5, onde se localiza a FCT-UNESP. Apesar de rodeada por bairros residenciais densamente construídos, estes apresentam vegetação arbórea esparsa, sendo que a cobertura vegetal de maior porte no campus da faculdade propiciou temperaturas entre 25°C e 26°C.

O entorno do ponto 6 refere-se ao cemitério da cidade, onde foram identificadas temperaturas semelhantes às do ponto 5. Como pode ser observado na figura 13, há significativa concentração de vegetação arbórea de grande porte nessa área, enquanto no bairro ao lado (Cidade Universitária) tem-se construções com telhados de cerâmica, mas com pouca vegetação nas calçadas, apresentando 28°C de temperatura da superfície.



Figura 12 – Entorno do Ponto 5 (2003).



Figura 13 – Entorno do Ponto 6 (2003).

Fonte: Google Earth TM mapping service/NASA/TerraMetrics copyright. Acesso em: ago. de 2012.

O ponto 7 foi selecionado na porção leste da cidade e corresponde ao bairro residencial popular Vila Brasil (Figura 14). A área em questão é densamente construída e as casas possuem telhados predominantemente de cerâmica, porém, quanto à cobertura vegetal, há apenas algumas árvores bastante esparsas nas calçadas. A temperatura da superfície variou de 28°C a 29°C neste ponto, chegando aos 30°C nos quarteirões sem vegetação.



Figura 14 – Entorno do Ponto 7 (2003).



Figura 15 – Entorno do Ponto 8 (2003).

Fonte: Google Earth TM mapping service/NASA/TerraMetrics copyright. Acesso em: ago. de 2012.

Na figura 15 é possível observar as características do ponto 8, onde a temperatura detectada foi de 29°C a 31°C. Essa área, onde está localizado o Rodoserv Prudente, apresenta um grande estacionamento com cobertura de concreto e edificações com coberturas metálicas, inclusive nos seus arredores, e canteiros com gramíneas e pouca vegetação arbórea.

O entorno do ponto 9 (Figura 16) compreende o Residencial Damha e áreas de pastagem. Em 2006 os terrenos ainda não estavam totalmente construídos, apresentando solo exposto e praticamente nenhuma vegetação arbórea nos lotes, características que podem explicar a detecção de temperaturas da superfície elevadas (entre 28°C e 29°C).



Figura 16 – Entorno do Ponto 9 (2006).



Figura 17 – Entorno do Ponto 10 (2006).

Fonte: Google Earth TM mapping service/NASA/TerraMetrics copyright. Acesso em: ago. de 2012.

Como pode ser visto na figura 17, o ponto 10 abrange o aeroporto de Presidente Prudente, também rodeado por áreas de pastagem com pouca cobertura vegetal arbórea. Devido à pista de concreto e à presença de vias secundárias e porções de solo exposto, foram verificadas temperaturas da superfície de 30°C a 31°C.

De maneira geral, observou-se que no intraurbano as superfícies densamente construídas apresentaram as maiores temperaturas, principalmente em bairros populares onde as habitações possuem telhados de fibrocimento, com pouca ou nenhuma vegetação arbórea nas calçadas e quintais, e em alvos com coberturas metálicas e de concreto. No entanto, no rural e pontos da cidade com presença de áreas verdes exibiram temperaturas superficiais mais amenas, em torno de 25°C e 26°C, enquanto nos corpos d'água a temperatura mínima detectada foi de 22°C.

Percebe-se, assim, que apesar da significativa diferença de temperatura entre o urbano e o rural, é no ambiente urbano, com distintas formas de uso e ocupação do espaço, que as anomalias térmicas são mais expressivas. Sendo que tais anomalias são decorrentes, sobretudo, da falta de um planejamento adequado para direcionar a ocupação da cidade, o que tem refletido em disparidades sociais e ambientais cada vez mais visíveis na paisagem, bem como problemas ambientais de diversas ordens e alterações no seu clima urbano (AMORIM, 2000).

Conforme destaca Pedro (2008, p. 34), as desigualdades estão expressas na materialização dos processos que levam à diferenciação entre os bairros, e tais desigualdades são geradas a partir da forma como ocorreu o processo de produção do espaço urbano, “que envolve os agentes de produção, sendo estes o poder público e privado responsável na tomada de decisões, sejam estas políticas, econômicas e sociais”.

Como a produção do espaço urbano segue a lógica da reprodução capitalista, portanto gerador de espaços segregados e fragmentados, longe de se produzir um sistema que respeite e se adapte às condições ambientais e naturais, é de se esperar que esta contradição resulte em impactos altamente sensíveis aos diversos grupos sociais que habitam a cidade de forma também desigual, tornando as desigualdades sociais, ainda mais agudas (SANT'ANNA NETO, 2011, p. 45).

Dessa forma, o efeito do clima urbano sobre um determinado espaço construído de maneira desigual, resultará em anomalias com magnitudes também diferenciadas, tendo em vista que “uma sociedade desigual, estruturada em classes sociais, não dispõe dos mesmos meios para lidar com a ação dos fenômenos atmosféricos, de forma a minimizar ou otimizar os seus efeitos (SANT'ANNA NETO, 1998, p. 58-59).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A transformação da natureza para satisfação das necessidades humanas é um processo inevitável, porém a expansão urbana sem um planejamento adequado às características do ambiente em que a cidade está inserida, e até mesmo às necessidades dos habitantes, tem refletido negativamente na qualidade ambiental urbana.

Nesse sentido, os estudos sobre clima urbano podem contribuir para o planejamento das cidades, pois fornecem informações para a compreensão dos fatores que tornam a atmosfera urbana diferente da rural, sobretudo no que diz respeito às anomalias térmicas.

Nesse estudo, a análise dos dados de temperatura e umidade relativa do ar no campo e na cidade de Presidente Prudente permitiu identificar diferenças termo-higrométricas em diferentes condições de uso e ocupação da superfície do solo. Além disso, considerar a ação dos sistemas atmosféricos também foi importante, pois em situações de estabilidade atmosférica estes atuaram como intensificadores das diferenças térmicas e higrométricas entre os dois pontos de registro de dados.

Os resultados demonstraram que em condições de tempo estáveis as diferenças termo-higrométricas entre o ponto rural e o ponto urbano foram mais perceptíveis, o que pode resultar em situações insalubres para os habitantes, devido à intensificação do calor na área urbana. Entretanto, sob a atuação de sistemas atmosféricos instáveis houve a homogeneização da temperatura, com exceção de alguns episódios no mês de fevereiro nos quais a diferenças no total pluviométrico e na velocidade do vento entre o campo e a cidade favoreceram o registro de diferenças termo-higrométricas mais elevadas.

A elaboração da carta de temperatura de superfície permitiu identificar os locais onde a superfície se apresentava mais aquecida, no momento da captura da imagem, assim como realizar análises acerca da temperatura dos alvos em relação aos tipos de materiais presentes nas superfícies urbanas e rurais. Os resultados comprovaram que as áreas com maior densidade de construção e/ou com coberturas que potencializam o aumento da temperatura, menores índices de vegetação arbórea ou a ausência de áreas verdes e solos expostos, constituíram-se os locais com os valores mais elevados de temperatura da superfície. Dessa forma, a associação desses dois procedimentos (medição em pontos fixos e sensoriamento remoto no infravermelho termal) auxiliou no conhecimento mais detalhado do ambiente urbano, pois possibilitou a identificação dos locais na cidade que se apresentam mais aquecidos conforme o material construtivo.

As superfícies com temperaturas elevadas tendem a provocar o desconforto térmico e necessitam de medidas para reverter essa situação, ressaltando assim a importância do material construtivo adequado e da vegetação no balanço energético, que propiciam temperaturas amenas. Nesse contexto, Presidente Prudente necessita de maior investimento em ações de planejamento e de gestão que priorizem as questões ambientais através da implantação de áreas verdes e revitalização das que já existem, porque muitas delas não cumprem as suas funções, pela ausência de cobertura vegetal arbórea.

Destaca-se também a necessidade de aperfeiçoar a distribuição dos espaços verdes na totalidade da área urbana, favorecendo sua conexão no interior da cidade e nos seus arredores, a fim de otimizar os efeitos da vegetação para o conforto térmico e a biodiversidade. Contudo, para se obter tais condições é necessário que se tomem os devidos cuidados com a escolha das espécies para evitar possíveis problemas com a interferência das raízes das árvores nas calçadas ou das copas com as redes de elétricas.

Ao mesmo tempo em que se realça o papel das áreas verdes, é preciso evitar a canalização fechada dos córregos, pois os cursos d'água na área urbana também podem amenizar as altas

temperaturas no seu entorno. Deve-se, ainda, evitar a utilização de materiais construtivos que armazenem muito calor, assim como construções em terrenos muito pequenos, que acabam sendo completamente impermeabilizados, pois essas ações poderão contribuir para amenizar a temperatura tanto na cidade quanto no interior das edificações, proporcionando uma melhoria da qualidade de vida dos habitantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMORIM, M. C. C. T. **O clima urbano de Presidente Prudente/SP**. São Paulo, 2000. 378p. Tese (Doutorado em Geografia) - FFLCH - USP.
- AMORIM, M. C. C. T. Intensidade e forma da ilha de calor urbana em Presidente Prudente/SP. **Geosul**, v. 20, n. 39: 65-82, UFSC – Florianópolis/Brasil, 2005.
- AMORIM, M. C. C. T.; MONTEIRO, A. As temperaturas intraurbanas: exemplos do Brasil e de Portugal. **Confins** [Online], 13 | 2011, posto online em 30 Novembro 2011, Consultado o 12 Abril 2012. URL: <http://confins.revues.org/7284> ; DOI : 10.4000/confins.7284
- BARBIRATO, G. M. **Clima e cidade: a abordagem climática como subsídio para estudos urbanos**. Maceió: EDUFAL, 2007.
- BARRIOS, N. A. Z.; SANT'ANNA NETO, J. L. A circulação atmosférica no extremo oeste paulista. **Boletim climatológico**, Presidente Prudente, v.1, n.1, p.8-9, março 1996.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. **População estimada 2013**. Disponível em: <<http://cod.ibge.gov.br/232SR>>. Acesso em: 30 jun. 2014.
- CONTI, J. B. **Clima e meio ambiente**. 3 ed. Atual, São Paulo. 1998.
- DUMKE, E. M. S. **Clima urbano/conforto térmico e condições de vida na cidade** – uma perspectiva a partir do Aglomerado Urbano da Região Metropolitana de Curitiba (AU-RMC) 2007. Tese de Doutorado. Programa de Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento, Universidade Federal do Paraná.
- LOMBARDO, M. A. **Ilha de Calor nas metrópoles: O exemplo de São Paulo**. São Paulo: Hucitec, 1985. 244p.
- MACHADO, A. J. AZEVEDO, T. R. A distribuição espacial dos termos do balanço de energia em superfície a partir de imagem orbital e observação de campo. **Revista do Departamento de Geografia**, n.19, p. 81-91, 2006.
- MONTEIRO, C. A. de F. **Teoria e Clima Urbano**. IGEOG, USP, Série Teses e Monografias nº 25, São Paulo, 1976.

OKE, T. R. *Boundary Layer Climates*. Methuen & Ltd A. Halsted Press Book, John. Wiley & Sons, New York, 1978, 372p.

PEDRO, L. C. **Ambiente e Apropriação dos Compartimentos Geomorfológicos do Conjunto Habitacional Jardim Humberto Salvador e do Condomínio Fechado Damha-Presidente Prudente-SP**. 2008, 153 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.

SANT'ANNA NETO, J. L. Clima e organização do espaço. **Boletim de Geografia**, 16: 119-131, Maringá, 1998.

SANT'ANNA NETO, J. L.; TOMMASELLI, J. T. G. **O tempo e o clima de Presidente Prudente**. Presidente Prudente: FCT/UNESP, 2009.

SANT'ANNA NETO, J. L. O clima urbano como construção social: da vulnerabilidade polissêmica das cidades enfermas ao sofisma utópico das cidades saudáveis. **Revista Brasileira de Climatologia** (online), v. 8, p. 45-60, 2011.

SANTOS, C. D. A formação e produção do espaço urbano: discussões preliminares acerca da importância das cidades médias para o crescimento da rede urbana brasileira. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional** (online), v. 5, n. 1, p. 177-190, jan-abr/2009, Taubaté, SP, Brasil.

SANTOS, M. **Manual de geografia urbana**. Hucitec. São Paulo, 1981.

Artigo submetido em: 18/10/2013

Artigo Aceito em: 24/06/2014