



ANÁLISE COMPARATIVA URBANO-RURAL DA TEMPERATURA DO AR EM CIDADE DE CLIMA TROPICAL

HIAGO PEREIRA BARBOSA¹
MARGARETE CRISTIANE DE COSTA TRINDADE AMORIM²

Resumo: Presidente Prudente localiza-se no oeste do Estado de São Paulo, região de confronto entre os sistemas atmosféricos tropicais e extratropicais. O objetivo deste trabalho foi o de analisar as diferenças térmicas em períodos distintos (manhã e noite), nos ambientes rural e urbano, em dias representativos das estações do outono e da primavera. O bairro Jardim Maracanã localiza-se na porção noroeste da cidade de Presidente Prudente, enquanto o ambiente rural em questão localiza-se na porção sudeste. Os horários escolhidos para a análise foram os das 6h e 20h. Os resultados encontrados mostraram que a densidade de construções aliada a ausência de vegetação no ambiente urbano, contribuíram para o maior aquecimento do urbano se comparado com o rural, em grande parte dos dias analisados.

Palavras chave: temperatura do ar, clima urbano, clima tropical

Abstract: Presidente Prudente is located in the west of São Paulo State, the region of confrontation between the tropical and extratropical weather systems. The aim of this study was to analyze the thermal differences at different times (morning and evening), in rural and urban environments, in representing the autumn and spring seasons days. The Garden Maracanã neighborhood located in the northwestern portion of the city of Presidente Prudente, while the rural environment in question is located in the southeastern portion. Those chosen for the analysis were the times of 6am and 8pm. The results showed that the density of the buildings combined absence of vegetation in the urban environment, contributed to greater warming of the urban compared with the rural, largely the study period.

Keywords: air temperature, urban climate, tropical climate

1 – Introdução

As cidades são as áreas onde as pessoas mais percebem os efeitos das alterações climáticas em escala local, efeitos esses decorrentes da interferência provocada na estrutura e na forma urbana pelas ações humanas, que ocasionam trocas de energia entre a superfície urbana e a atmosfera.

Spósito (2003) afirma que a cidade é o resultado da maior capacidade social de transformação do espaço natural, e é parte desse espaço, como também está submetida às dinâmicas e aos processos da natureza.

¹ Graduando em Geografia e Bolsista FAPESP, Universidade Estadual Paulista, Campus Presidente Prudente. E-mail de contato: hiagopb30@gmail.com

² Professora Dra. do Departamento de Geografia, Universidade Estadual Paulista, Campus Presidente Prudente. E-mail de contato: mccta@fct.unesp.br



Os primeiros estudos referentes ao clima das cidades passaram a ser realizados em decorrência do processo de urbanização e de industrialização, que ocorreram em cidades europeias em meados do século XIX. Já em cidades de países subdesenvolvidos, o acelerado e desordenado processo de urbanização após a 2ª Grande Guerra estimularam os estudos investigativos do clima das cidades.

No Brasil, com o crescimento das cidades, sobretudo das áreas metropolitanas, foram realizados estudos para averiguar as condições térmicas a partir dos anos de 1960. Outro aspecto importante, é que grande parte da população brasileira foi morar nas áreas urbanas, mostrando ainda mais, a importância de se estudar essas áreas.

O intenso êxodo rural que se observou após a década de 1950 nos países tropicais deu origem a um acelerado e desordenado processo de urbanização. Em tais países a formação de extensas áreas metropolitanas, além de uma expressiva rede de cidades grandes, médias e pequenas tem atraído estudiosos das mais diferentes áreas do conhecimento para os problemas decorrentes da aglomeração humana nos pequenos espaços representados pelas cidades (MENDONÇA, 1994).

Diante disso, não só as metrópoles merecem dada atenção de estudos climáticos. As cidades de pequeno e médio porte são ambientes propícios para a realização desses estudos, haja vista o crescimento da população urbana, a forma e estrutura urbana e as diferentes variáveis presentes que são fundamentais em estudos desse tipo.

Dessa forma, o processo de urbanização é bastante significativo em termos de alterações na paisagem urbana. É também fator de alteração na atmosfera urbana, criando assim um ambiente com características específicas de temperatura e umidade do ar, ou seja, as alterações pelas atividades humanas realizadas no ambiente urbano criam um clima urbano.

Cabe ressaltar que cada cidade apresenta especificidades e histórico de organização e formação do espaço urbano diferenciados, variáveis essas que aumentarão ou diminuirão os efeitos das condições climáticas em escala local. Importante, ainda observar que o processo de urbanização, sem sombra de dúvidas, é o principal fator na geração do clima das cidades, ou seja, de um clima urbano específico.

1.1 - Objetivos

O presente trabalho tem como objetivo analisar as diferenças térmicas em períodos distintos (manhã e noite) nos ambientes rural e urbano na cidade de Presidente Prudente (SP), em dias representativos da estação do outono e da primavera, de forma comparativa.



1.2 - Procedimentos metodológicos

Para a elaboração deste trabalho, primeiramente foi realizado um levantamento bibliográfico sobre o tema clima urbano e as características da área de estudo, o qual serviu de subsídio para o entendimento do Sistema Clima Urbano (S.C.U.), sobretudo no que se refere às variações da temperatura do ar e ao canal termodinâmico.

O aporte teórico-metodológico e conceitual utilizado para a realização desse trabalho está pautado no S.C.U. elaborado por Monteiro (1976), onde o autor considera o sistema como complexo, adaptativo, dinâmico e aberto.

Monteiro (1990) considera os condicionantes geocológicos e geourbanos (dinamismo e estrutura urbana) importantes na análise do clima das cidades, visando um diagnóstico integrado da cidade com o meio ambiente.

O registro dos dados meteorológicos foi realizado por 03 sensores automáticos do tipo *Humidity-temperature logger*, da marca *ThermaData™* e do modelo *HTD D10450507* instalados no ambiente urbano. No ambiente rural foi utilizada uma estação meteorológica automática do tipo *Vantage PRO 2* da marca *Davis Instruments*.

Os sensores automáticos foram acoplados em abrigos meteorológicos de baixo custo ABC, desenvolvido por Armani e Galvani (2005). Foram instalados com auxílio de uma haste a cerca de 1,5 m de altura, conforme normas da Organização Meteorológica Mundial (*WMO: World Meteorological Organization*).

Os dados meteorológicos foram registrados durante os meses de maio e outubro de 2012, escolhidos como meses representativos das estações do outono e da primavera, respectivamente. Os horários escolhidos para a análise presente no trabalho foram os seguintes: 6h e 20h.

Para análise dos resultados foi utilizado o *software Surfer*, a partir deste foram elaborados painéis espaço-temporais por meio do método de interpolação da krigagem. No eixo y foi plotado os pontos de registro dos dados meteorológicos; no eixo x foi plotado os dias de registro dos dados meteorológicos; já no eixo z as diferenças térmicas entre os pontos de registro. Cabe ressaltar que o cálculo das diferenças térmicas foi realizado subtraindo os pontos de referência do urbano em relação ao rural.

2 – Discussão

Nas últimas décadas as cidades brasileiras têm crescido de forma acelerada, e em muitos casos, com ausência de um planejamento adequado que vise o ordenamento territorial das mesmas, levando em consideração suas características físicas.



De acordo com Mendonça (1994) a cidade é o exemplo mais evidente da modificação do clima em escala local, devido a introdução de formas artificiais, como as edificações, a concentração de equipamentos e pessoas, a impermeabilização do solo, a canalização de córregos e dentre outras formas de intervenção.

Diante dessa substituição do natural, pelas edificações e construções, a cidade gera uma atmosfera própria, que responderá de acordo com os padrões construtivos, ausência ou presença das áreas verdes, a densidade de construções, os padrões de uso do solo, a exposição às vertentes, dentre outros fatores.

Nessa perspectiva, Monteiro (1976) afirma que as alterações no ambiente urbano resultarão em impactos que poderão ser sentidos por três canais de percepção humana. O primeiro se refere ao conforto térmico, o segundo a qualidade do ar e o terceiro aos impactos ocasionados pelas diversas formas de precipitação, vendavais e secas.

Situações de impactos ocasionados pelas chuvas com perdas materiais e humanas, poluição do ar e principalmente ocorrências de desconforto térmico ocasionado pelas altas temperaturas, são indícios das modificações do clima em escala local pelas diversas atividades humanas.

Diversos estudos têm mostrado que são as áreas urbanas com maior densidade de construções e ausência de vegetação arbórea que apresentam temperaturas mais elevadas se comparadas com o ambiente rural.

A título de exemplo, Ortiz (2011) ao estudar a cidade de Cândido Mota (SP) concluiu que as análises a partir dos pontos fixos, apontaram que a cidade apesar de pequena, já apresenta alterações em seu campo térmico em dias representativos da estação do verão, encontrando diferenças térmicas que atingiram a marca dos 8°C.

Ugeda Júnior (2011) realizou um trabalho sobre a cidade de Jales (SP), no estudo foi analisado o comportamento térmico e higrométrico de forma comparativa do espaço intraurbano com o entorno rural, evidenciando episódios com diferenças de 10°C, onde o valor máximo de diferença foi de 14,2°C. Além disso, esse estudo traz diversas informações sobre o planejamento urbano, associadas aos atributos geoecológicos e geourbanos presentes na cidade, mostrando a existência de um clima urbano específico em uma cidade de pequeno porte.

Barros (2012) estudou cinco bairros na cidade de Cuiabá (MT), localizados nas proximidades de Várzea Grande, zona leste. Neste estudo o autor apresenta a relação existente entre as alterações do uso e ocupação do solo urbano no decorrer do tempo, obtendo resultados significativos de aumento de temperatura. Foram encontradas



amplitudes térmicas, com valores de 4°C a 6,8°C, na estação chuvosa e seca, respectivamente.

Dessa forma, os estudos comparativos entre a temperatura do ar no urbano e rural, constitui uma das melhores formas de medir o quanto as alterações realizadas pelas ações humanas, influenciam nas condições térmicas urbanas. Ou seja, é a melhor forma de verificar a influência do homem no clima, em escala local.

Os estudos comparativos da temperatura do ar, além de contribuir para o desenvolvimento da própria climatologia e da organização do espaço urbano, podem ser também instrumento para a realização de práticas de planejamento urbano, buscando assim alcançar possíveis soluções para os problemas ambientais presentes nas cidades.

3 – Resultados

3.1 - Caracterização da área de estudo

O município de Presidente Prudente localiza-se no oeste paulista, apresenta uma população de 207 mil habitantes com uma área de 563 km² (IBGE, 2010). É a sede da 10ª Região Administrativa do Estado de São Paulo, exercendo influência regional em 53 municípios do seu entorno.

Presidente Prudente exerce uma grande influência sobre as cidades adjacentes, já que do ponto de vista do mercado consumidor e do mercado de trabalho, desempenha a função de cidade polo, pois alguns moradores das cidades vizinhas se deslocam até ela para trabalhar e realizar o consumo de bens e serviços. A cidade tem uma grande importância no contexto econômico e político na região oeste do estado, pertencente a 10ª Região Administrativa do estado de São Paulo, sendo esta a sede regional (FUNDAÇÃO SEADE, 2012).

Apresentando uma superfície de 563 km², sendo que 16,5600 km² estão em perímetro urbano. Localizada no oeste do estado de São Paulo, a 22° 07' 04" de latitude sul e 51° 22' 57" de longitude oeste, com uma distância de aproximadamente 558 km da capital São Paulo (IBGE, 2010).

O clima da cidade é caracterizado por duas estações bem definidas, a chuvosa que vai de outubro a março e a seca que se estende de abril a setembro. Os meses mais quentes (com altas temperaturas) do ano se estendem entre outubro e novembro, ou seja, na estação da primavera. As chuvas na região, onde está localizada a cidade são ocasionadas, predominantemente pela entrada de frentes polares atlânticas e pela atuação de zonas de convergência.

Sant'Anna Neto e Silva (2011) realizaram uma classificação climática para a raia divisória dos estados de SP, PR e MS, caracterizando a área onde se situa de Presidente



Prudente - SP, como a unidade climática III (ou Domínio Climático do extremo oeste Paulista).

A mesma é marcada por intensas chuvas que ocorrem de dezembro a fevereiro. O período mais seco é formado pelo trimestre de junho a agosto e as maiores temperaturas não ocorrem nos meses de verão, e sim, durante os meses de setembro e outubro. Esta unidade climática se apresentou sob o domínio da tropical atlântica a maior parte do ano. [...] a área é influenciada o ano todo pela massa tropical continental, com índices mais expressivos durante todo o mês de novembro e com maior frequência de participação de instabilidades tropicais de janeiro a março. (SANT'ANNA NETO e SILVA, 2011, p. 125).

A área de estudo, onde foram registrados os dados meteorológicos referentes ao ambiente urbano, localiza-se na porção noroeste da cidade de Presidente Prudente. O bairro Jardim Maracanã foi implantado no final da década de 1980, e teve um crescimento populacional mais acentuado a partir dos anos 2000, com implantação de estabelecimentos comerciais e serviços, e mais residências.

As características físicas do bairro apresentam certa diversidade - no que tange a declividade, ou seja, a área leste do bairro está próxima a um fundo de vale com canalização aberta. Já a área norte do bairro está situada em um divisor de águas, sendo a área com maiores valores de altitude.

O ponto 1 é localizado nas proximidades do fundo de vale. Seu entorno é constituído por lotes residenciais com vegetação arbórea no interior e na calçada. Possui também vegetação em quantidade significativa ao leste e sul. O uso de solo predominante é residencial, com ocupação destinada as áreas verdes e espaços não construídos em diversos lotes.

O ponto 2 é localizado ao oeste do bairro. Seu entorno é constituído pelo padrão de uso do solo residencial, com presença de lotes comerciais e de serviços, principalmente no eixo da Avenida Salim Farah Maluf. A vegetação dessa área é incipiente, sendo poucos os lotes que possuem parte do quintal e da calçada com presença de vegetação.

O ponto 3 é localizado ao norte do bairro, o seu entorno é constituído pela predominância de uso do solo residencial, com incipiente uso comercial. A vegetação da área é pouco presente na maioria dos lotes, alguns apenas apresentam árvores nas calçadas e interior dos quintais. Há presença de lotes vazios, sobretudo com solo exposto ou áreas em construção.

O ponto rural em questão localiza-se na área sudeste da cidade de Presidente Prudente, fora da malha urbana, apresentando como características de entorno, cobertura vegetal do tipo rasteira e arbórea, além de uma densidade baixa de construção.

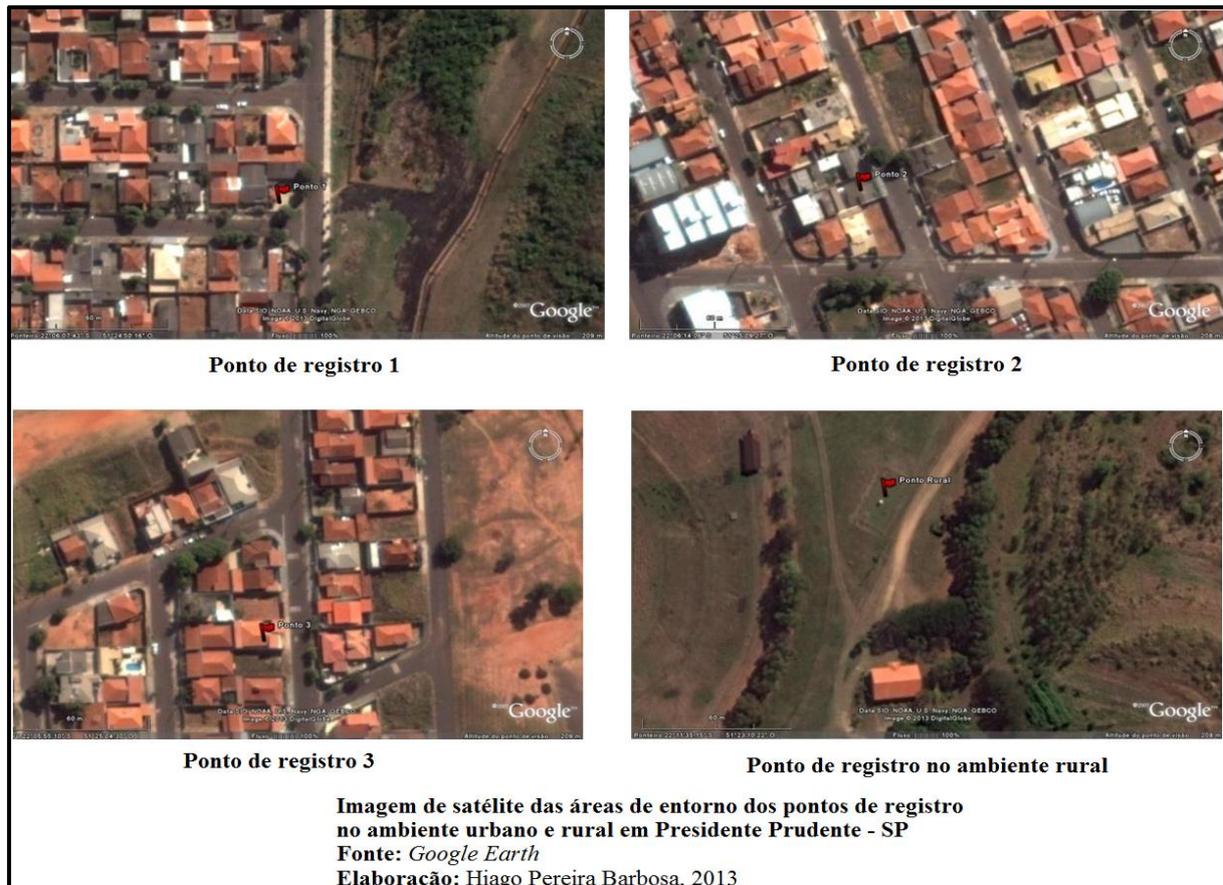


Figura 01 – Imagens de satélite com localização dos pontos de registro no ambiente urbano e rural em Presidente Prudente (SP)
Fonte: Google Earth™ Mapping Service, 2012.

3.2 – Análises da temperatura do ar

No horário das 6h nos dias representativos da estação do outono as diferenças entre os pontos urbanos em relação ao rural variaram entre $-1,8^{\circ}\text{C}$ a $2,4^{\circ}\text{C}$, enquanto que nos dias representativos da primavera os valores foram entre -1°C a $3,6^{\circ}\text{C}$.

Em dias representativos da estação do outono as diferenças foram negativas nos episódios do dia 11 e 31 (no ponto 1), concordando com a atuação de um sistema atmosférico instável nesses dias, presença de uma de Frente Polar Atlântica na região.

Nos demais dias as diferenças foram positivas, mostrando que os pontos urbanos estiveram mais aquecidos se comparados ao rural, no período da manhã, referente ao horário das 6h.

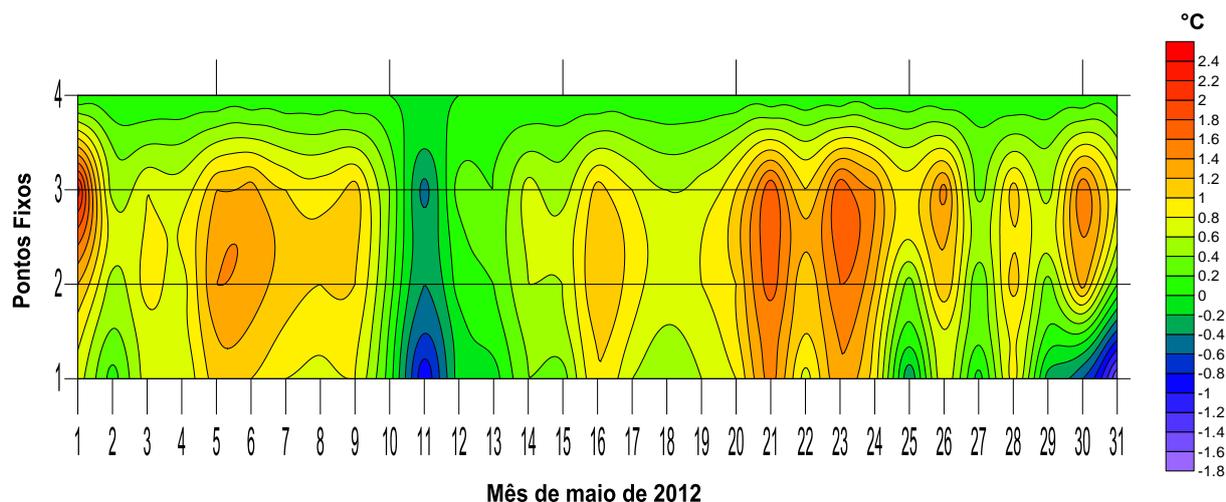


Figura 02 – Diferenças térmicas entre os pontos fixos urbano e rural às 6h

Em dias representativos da primavera as diferenças térmicas foram mais evidentes e expressivas em determinados episódios. A título de exemplo, no dia 19 com valores de 3,5°C, 3°C e 2,9°C, nos pontos 3, 2 e 1, respectivamente; com atuação da massa de ar Tropical Atlântica.

Já no dia 23 todos os pontos urbanos estiveram mais frios que o ponto rural, apresentando valores negativos de -0,5°C, -0,7°C e -0,9°C, nos pontos 3, 2 e 1, respectivamente. A atuação da Frente Polar Atlântica nesse dia proporcionou a homogeneização dos valores térmicos, estando o ponto rural mais aquecido que os urbanos.

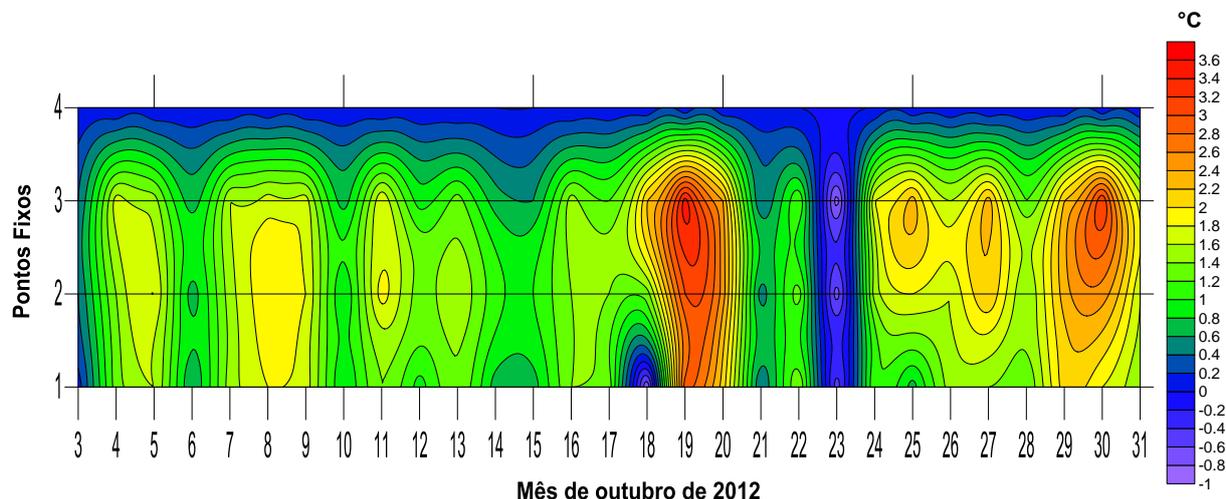


Figura 03 – Diferenças térmicas entre os pontos fixos urbano e rural às 6h

No horário das 6h as diferenças térmicas são mais evidentes em dias representativos da primavera, conforme os dados coletados em campo, presentes nesse trabalho. Esse fato pode ser explicado pela circulação regional que contribui para uma



atmosfera mais quente e úmida na primavera, sobretudo na área urbana, onde esse efeito é maximizado.

No período noturno as diferenças entre os ambientes urbano e rural são mais expressivas, sobretudo pela estrutura da superfície diferenciada, ou seja, a diferenciação dos materiais, usos da terra entre a cidade e o campo.

Nesse sentido, no horário das 20h foram registradas diferenças acima dos 3°C em dias representativos do outono e de até 4,6°C em dias representativos da primavera. Outro ponto a ser destacado é que no mês de maio de 2012 apenas o ponto 1 apresentou valores negativos, enquanto que no mês de outubro de 2012 não foram registrados valores negativos, ou seja, os pontos urbanos se apresentaram mais aquecidos que o rural.

No mês de maio de 2012 as diferenças registradas com maiores intensidades foram observadas no dia 1, 6, 7, 8 e 21. Nesses dias houve a atuação de massas de ar estáveis, com céu claro, ventos fracos e ausência de precipitação.

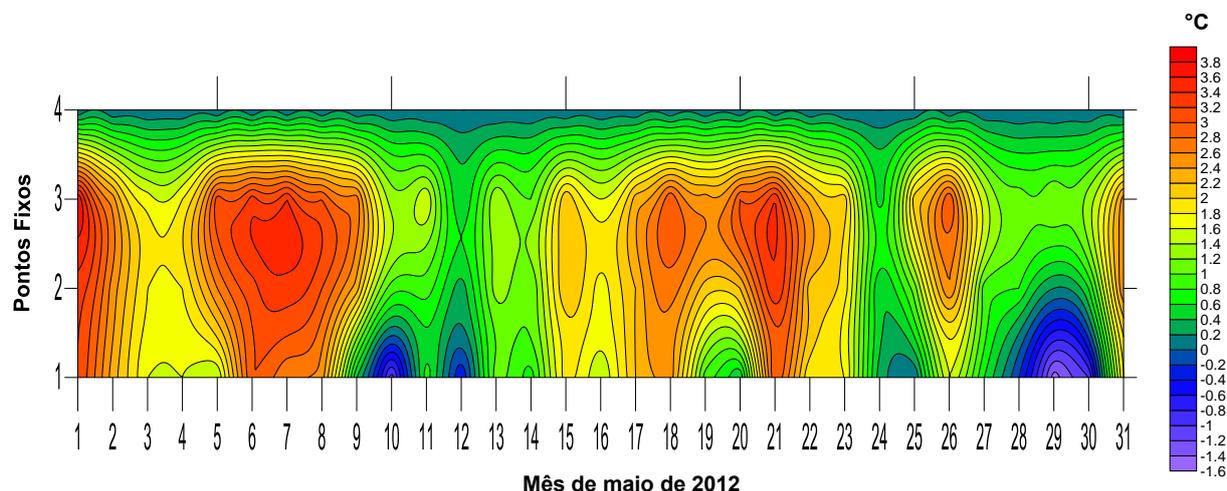


Figura 04 – Diferenças térmicas entre os pontos fixos urbano e rural às 20h

No mês de outubro de 2012 as diferenças no horário das 20h foram bem significativas, sobretudo em dias com céu claro e ventos fracos, aliado a atuação de massa de ar Tropical Atlântica, como exemplo no dia 8 com valores de 4,4°C, 4,3°C e 3,1°C, nos pontos 3, 2 e 1, respectivamente.

No dia 31 com forte atuação de uma massa Tropical Atlântica sobre a região foram registradas as maiores diferenças térmicas do horário, com valores de 4,6°C, 4,2°C e 3,4°C obtidos nos pontos 3, 2 e 1, respectivamente.

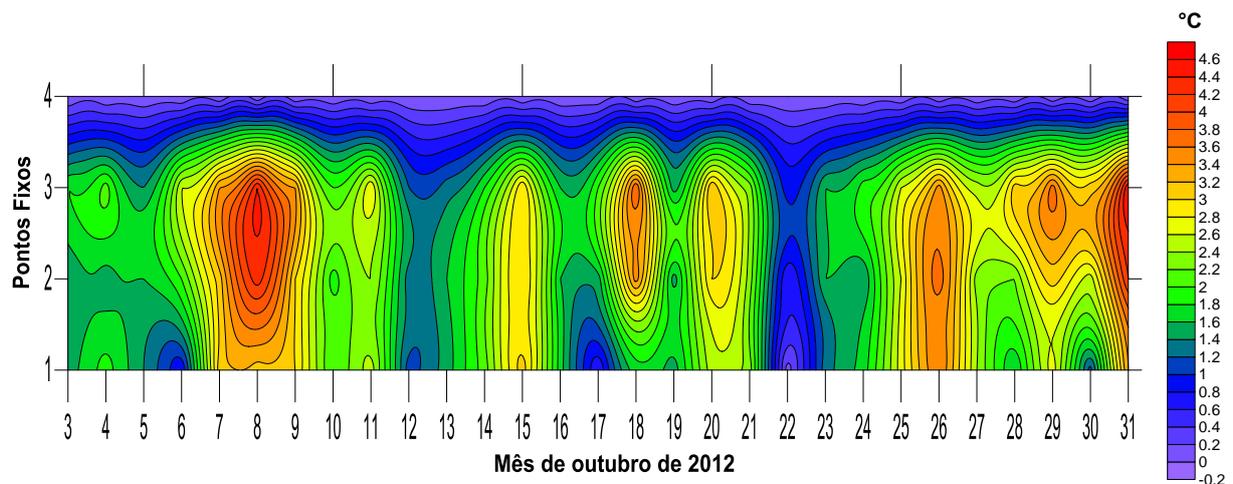


Figura 05 – Diferenças térmicas entre os pontos fixos urbano e rural às 20h

Num comparativo entre as estações da primavera e do outono, percebe-se que há uma diferenciação na intensidade das diferenças térmicas, como também uma maior presença de dias em que os pontos urbanos se apresentaram mais aquecidos que o rural em dias representativos da primavera. Enquanto que no outono, há maior presença de ventos e sistemas atmosféricos que propiciam uma atmosfera mais amena, se comparados com dias na primavera. Fica evidente, que a cidade implica na modificação da atmosfera e da superfície urbana, potencializando maior aquecimento do ar, sobretudo no período noturno.

4 – Conclusões

Os trabalhos relacionados à temática de clima urbano se fazem de grande importância para a sociedade, pois por meio destes pode-se buscar maneiras de melhorar a qualidade de vida das pessoas que vivem nas cidades.

Os resultados desse trabalho mostraram que as diferenças térmicas, na área urbana comparada com o ambiente rural, são ocasionadas principalmente pela densidade de construções, aliada a ausência de vegetação arbórea na cidade, que contribuíram para o aumento da temperatura do ar no urbano.

O que se observou foi o aumento das diferenças térmicas no horário das 20h se comparado com o horário das 6h, sobretudo em dias representativos da primavera. Fato explicado, pela liberação do calor que é armazenado durante o dia pela superfície presente na cidade.



Os diferentes tipos de uso e ocupação do solo aliados com a presença ou ausência da vegetação urbana contribuem para a minimização ou potencialização das diferenças térmicas no período noturno, como também a influência de fundos de vales com canalização aberta que influenciam na diminuição da temperatura do ar. Logicamente, levando-se em consideração o sistema atmosférico atuante, ou seja, a relação existente entre a atmosfera regional e a superfície urbana que contribuíram para as diferenças térmicas encontradas, ora maximizando-as, ora minimizando-as.

Para a amenização das diferenças de temperatura do ar entre os pontos urbanos em relação ao rural, seria adequada a destinação de parte dos lotes, de áreas não edificadas, para áreas com cobertura vegetal arbórea e não impermeabilizadas. Outro aspecto não menos importante é a plantação de árvores nas calçadas que auxiliam na diminuição da temperatura do ar nos ambientes urbanos.

A implantação de áreas verdes destinadas ao lazer deve ser prioridade do poder público para com os moradores que residem no bairro, haja vista que há presença desses locais destinados ao mesmo fim. Porém, a realidade presente é outra, as áreas destinadas ao verde não têm efetivação de fato, se existissem poderiam contribuir para a amenização de altas temperaturas durante o dia, e principalmente durante a noite que ocasionam desconforto a população.

Por meio de ações de caráter individual, coletiva e do poder público se torna possível a implantação da arborização urbana, e até mesmo uma melhor utilização de materiais construtivos que possibilitem uma qualidade térmica mais eficaz nos ambientes urbanos, afetando diretamente no bem estar, desempenho físico e melhor convívio entre as pessoas.

Agradecimentos

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo financiamento da pesquisa referente ao processo de nº 2012/01604-4.

5 - Referências Bibliográficas

- **Livros**

MENDONÇA, Francisco de Assis. **O clima e o planejamento urbano de cidades de porte médio e pequeno** – proposição metodológica para estudo e sua aplicação à cidade de Londrina/PR. 1994. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.



MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. **Teoria e Clima Urbano**. São Paulo: Instituto de Geografia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1976. 181p. (Série Teses e Monografias, n. 25).

ORTIZ, Gislene Figueiredo. **O clima urbano de Cândido Mota**: análise do perfil térmico e higrométrico em episódios de verão. Presidente Prudente, 2011. 158 f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista (UNESP). Presidente Prudente, janeiro de 2012.

UGEDA JÚNIOR, José Carlos. **Clima Urbano e Planejamento na cidade de Jales – SP**. Presidente Prudente, 2011. 383 f. Tese (Doutorado em Geografia). Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista (UNESP). Presidente Prudente, janeiro de 2012.

- **Capítulos de livros**

SANT'ANNA NETO, João Lima e SILVA, Carlos Batista. Dinâmica atmosférica e tipologia climática da área de integração paisagística da Raia Divisória São Paulo – Paraná – Mato Grosso do Sul. In: PASSOS, Messias Modesto dos. (org.), **A raia divisória São Paulo Paraná Mato Grosso do Sul (Cenas e Cenários)**. 1. ed. São Paulo: Outras expressões, 2011. p. 8 -132

SPÓSITO, Maria Encarnação Beltrão. Sobre o debate em torno das questões ambientais e sociais no urbano. In: CARLOS, Ana Fani Alessandri e LEMOS, Amália Inês Geraiges. **Dilemas Urbanos**: novas abordagens sobre a cidade. São Paulo: Editora Contexto Acadêmica 2003, p. 358-363.

- **Revistas científicas**

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. Adentrar a cidade para tomar-lhe a temperatura. **Revista Geosul**, Florianópolis, v.5, n.9, p. 61-79, 1990.

- **Fontes eletrônicas**

ARMANI, Gustavo e GALVANI, Emerson. Avaliação do desempenho de um abrigo meteorológico de baixo custo. In: X Reunión Argentina y IV Latinoamericana de Agrometeorología. 2005, Buenos Aires. **Anais...** Buenos Aires. Disponível em: <agro.unc.edu.ar/~clima/AADA/Congresos/MDQ/116.htm> Acesso em: 12 mai. 2012.

BRASIL, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Censo demográfico 2010**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default.shtm>>. Acesso em: 22 dez. 2012

SÃO PAULO (Estado), Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados – SEADE. **Perfis municipais**. Disponível: em <<http://www.seade.gov.br/produtos/perfil/perfilMunEstado.php>>. Acesso em: 10 dez. 2012.