

ANÁLISE DO CAMPO TÉRMICO E HIGROMÉTRICO NA CIDADE DE TAPEJARA-PR: CONSIDERAÇÕES PARA O PERÍODO DE INVERNO

Analysis of hygrometrical and thermal fields in Tapejara - Pr: considerations for the winter time

Gabriela Calderon*
Margarete Cristiane de Costa Trindade Amorim**

***Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP / Presidente Prudente, São Paulo**
profgcalderon@gmail.com / gabi_calderon_@hotmail.com

****Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP / Presidente Prudente, São Paulo**
mccta@fct.unesp.br

RESUMO

O presente artigo tem como objetivo analisar as diferenças de temperatura e umidade relativa do ar registradas entre a área intraurbana e rural de Tapejara/PR, com a finalidade de verificar a ocorrência de ilhas de calor em cidade de pequeno porte. O município possui aproximadamente 15.572 habitantes e localiza-se no noroeste do Estado do Paraná. Para este estudo foi utilizado o método Sistema Clima Urbano proposto por Monteiro (1976), por meio do subsistema termodinâmico, e analisado dados meteorológicos de julho de 2014 da Estação Meteorológica de Cianorte/PR disponibilizadas pelo Instituto Simepar. Foram instalados termohigrômetros digitais em seis pontos representativos da área urbana e um ponto na área rural para coleta dos dados de temperatura e umidade relativa do ar, com a finalidade de analisar as diferenças termohigrométricas entre os sete pontos em três períodos representativos do dia para o mês de julho de 2014. Os resultados mostram diferenças importantes nestes elementos, caracterizando a formação de microclimas próprios, e a existência de ilhas de calor urbana no período do inverno. A escolha da análise de inverno ocorreu pelo fato de esta ser a estação do ano considerada mais crítica pela população local, pois além de ser o período de menor total pluviométrico coincide com a prática das queimadas da palha da cana de açúcar, visto que o município tem no setor sucroalcooleiro a sua principal atividade econômica. Desta forma destacamos que a pesquisa não apresenta representação para a escala anual em função do estudo ter ocorrido apenas para o mês de julho.

Palavras-chave: Clima urbano. Variação térmica. Ilha de calor.

ABSTRACT

This paper presents a study about the temperature and relative humidity difference registered between the urban and the rural area of Tapejara/PR, in order to check the occurrence of heat islands in small cities. The population of the city was around 15.572 inhabitants and is located in the southwest of Paraná. For this essay, we used the proposed method of Urban Climate System, by Monteiro (1976), by means of thermodynamic system, and analyzed the July 2014 meteorological of the Meteorological Station of Cianorte/PR made available by the Simepar Institute. There were installed digital thermohygrometers in six important points of the urban area and one point of the rural area for data gathering of temperature and relative humidity, in order to analyze the thermohigrometrical differences between the seven points in three representative periods of the day for the month of July 2014. The results show important differences in these elements, marking the formation of own microclimates, and the existence of urban heat island in the winter time. The choice of the winter analysis was the fact that this is the season considered more critical by the local population, as well as being the lowest total rainfall period coincides with the practice of burning straw sugar cane, since the municipality has in the sugar and alcohol sector is its main economic activity. In this way we emphasize that the research does not present representation for the annual scale because the study occurred only for the month of July.

Key-words: Urban climate. Thermal variation. Heat island.

1 INTRODUÇÃO

O clima urbano caracteriza-se, frequentemente, pelo aumento da temperatura, tanto superficial quanto do ar, em relação ao seu ambiente rural circunvizinho. O incremento nos valores de temperatura deve-se às condições particulares do meio ambiente urbano, seja por sua rugosidade, ocupação do solo, orientação, permeabilidade e propriedades físicas dos materiais constituintes, entre outros fatores (OKE, 1996). Os estudos atuais abordando o clima das cidades chamam a atenção para a importância desta temática, visto que as inúmeras modificações ocorridas nos elementos do clima afetam a vida de seus habitantes, seja através do desconforto térmico, da qualidade do ar ou através dos impactos pluviométricos.

Sendo assim, a urbanização e todos os processos gerados por ela, alteram a atmosfera urbana, dando condições para a criação de características específicas de temperatura, umidade do ar, evaporação, etc.

Para realizar estudos de clima urbano em cidades de médio e pequeno porte, Mendonça (2000) destaca que a geografia circunvizinha à cidade desempenha papel preponderante na formação de seu clima urbano quanto menor ela for. Trata-se, em muitos casos, de “microclimas urbanos” pontualizados dentro de um clima de floresta, de um clima de montanha, de um clima de cultivo, etc. O estudo do clima em cidades desse porte deve levar em consideração a abordagem geográfica detalhada tanto do fato urbano quanto da área rural regional contígua.

É dentro deste contexto que esta pesquisa se enquadra. A área de estudo está inserida no município de Tapejara, que integra a Mesorregião Noroeste Paranaense e localiza-se entre as coordenadas geográficas de 23°28'28" a 23°48'29" de Latitude Sul, e 52°41'46" a 53°02'50" de Longitude Oeste, com área territorial de 591.399 km² e população estimada em 15.572 habitantes, de acordo com o IBGE (2013), sendo que 13.166 pessoas residem na área urbana do município.

Na maioria dos municípios desta região a pauta agrícola é pouco diversificada, com predominância da cana de açúcar e da mandioca. No município em estudo, no ano de 2012 a cana de açúcar já representava 95,9% da produção total agrícola (IPARDES, 2013). No Paraná, nestas regiões de predominância da atividade sucroalcooleira ainda é muito comum à prática da queima da palha da cana, o que pode contribuir para uma variação dos índices de temperatura e umidade do ar no ambiente intraurbano.

O município situa-se em uma zona de transição climática, localizada pouco ao sul da linha do trópico de Capricórnio. Desta forma, sofre a influência dos sistemas tropicais e subtropicais, o que lhe confere um caráter transicional tanto em escala zonal quanto regional.

Segundo o IBGE, nesta região os verões são quentes e no inverno as geadas são pouco frequentes, com tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, sem estação seca definida.

De acordo com dados dos últimos trinta anos, coletados pela Estação Meteorológica de Umuarama e disponibilizados pelo Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR foi possível verificar algumas condições climáticas regionais.

De acordo com valores médios de precipitação, observa-se que as chuvas são regulares ao longo de todo o ano, com uma maior concentração nos meses de verão e queda expressiva nos meses de inverno (principalmente julho e agosto), e não apresenta estação seca durante o ano, ainda que períodos curtos de estiagem sejam verificados durante o inverno, quando se analisa os dados mensais absolutos para o mesmo período.

Em relação à temperatura do ar, as médias estiveram entre 18°C e 25°C, podendo variar entre 14°C no período de inverno e 30°C no verão. Ao se analisar os valores absolutos para a temperatura do ar registrados nesse período, as mínimas variaram entre -1,4°C e 12,5°C, enquanto as temperaturas máximas absolutas variaram entre 31°C e 39,8°C. Dessa forma observa-se que na região em estudo, os meses de verão são os mais quentes, principalmente os meses de janeiro, fevereiro e dezembro, e os meses de inverno são os que apresentam as temperaturas mais baixas.

O período de inverno é considerado crítico pela população local, pois além de ser o período de menor total pluviométrico na região coincide com a grande concentração de queimadas da palha da cana de açúcar. Este fato associado às características tipicamente urbanas tais como, materiais construtivos, presença de vegetação arbórea, uso e ocupação do solo urbano e características do relevo, podem contribuir para a concentração de poluentes e aumento da temperatura, intensificando as ilhas de calor.

2 O CLIMA URBANO

Entre os problemas ambientais urbanos, as características climáticas são particularmente significativas. Os exemplos mais evidentes de “inadvertida modificação climática” (OKE, 1996) introduzida pela humanidade são encontrados em áreas urbanas. Em áreas densamente povoadas, mudanças no fluxo de vento, balanço de energia, temperatura, umidade, precipitação, entre outros, são esperados. Diversos estudos deram atenção particular para o dossel de ilha de calor urbana (ICU), ou seja, ao fato de que o ar no dossel urbano é geralmente mais quente do que na paisagem circundante (OKE, 1996).

O clima urbano segundo Oke (1978) “resulta das modificações radicais que os processos de urbanização produzem na natureza da superfície e nas propriedades atmosféricas de dado local”. Desta forma, por meio da emissão de poluentes, atividades industriais, desflorestamento e outras atividades antropogênicas, o processo de urbanização provoca alterações na atmosfera urbana, gerando ilhas de calor e ilhas de frescor, conforme a configuração da dinâmica do uso do espaço e resultando na diferenciação dos microclimas urbanos (AMORIM, 2000; DUMKE, 2007).

Desta forma, a cidade é o exemplo mais evidente da modificação do clima local, devido à introdução de formas artificiais, como as edificações, a concentração de equipamentos e pessoas, a impermeabilização do solo, a canalização de córregos, dentre outras (MENDONÇA, 1994; AMORIM, 2010). Com isso, o ambiente urbano vem apresentando anomalias térmicas e higrométricas, criando um verdadeiro clima urbano, conforme define Monteiro (1976).

Segundo Monteiro (1976), clima urbano é o resultado da interferência de todos os fatores que se processam sobre a camada de limite urbano e que agem no sentido de alterar o clima em escala local. Seus efeitos mais diretos são percebidos pela população, por meio das manifestações ligadas ao conforto térmico, à qualidade do ar, aos impactos pluviais e a outras manifestações capazes de desorganizar a vida da cidade e deteriorar a qualidade de vida de seus habitantes.

De acordo com Mendonça (2000), nesse ambiente socialmente construído, o balanço de energia sofre profundas mudanças, sendo que os elementos climáticos mais observados têm sido a temperatura e a umidade relativa do ar (ilha de calor, ilha de frescor, conforto/desconforto térmico, etc.), os ventos (diretamente ligados à dispersão da poluição) e, nas cidades tropicais, a precipitação (inundações, devido à impermeabilização do solo). As atividades socioeconômicas urbanas, de maneira geral, são fatores da formação do clima urbano e sua localização geográfica desempenha influência em tal formação.

Segundo Mendonça (2003) foi a partir do emprego da teoria de sistemas, da noção de dinâmica da atmosfera e das preocupações de alguns climatólogos com a interação estabelecida entre a atmosfera, o sítio (dimensão natural do ambiente urbano) e o fato urbano (materialidade humana), que o clima da cidade passou a ser focado sob um ponto de vista mais holístico e numa dimensão evolutiva, originando os estudos de climas urbanos como se pode observar na atualidade.

Dentro desta perspectiva, ao analisar a qualidade dos ambientes urbanos, muitos autores a correlacionam com as diferenças térmicas e higrométricas no ambiente rural.

Pitton (1997) revela que é a partir do campo térmico que se produzem as características climáticas das cidades. Nessa análise consideram-se também as relações existentes entre os atributos geoecológicos e geourbanos e a geração do fenômeno de ilha de calor, evidenciando as variações e as diferenças de temperatura presentes na cidade.

Porém, grande parte dos estudos sobre clima urbano se volta às cidades de grande porte ou regiões metropolitanas e pouco se conhecia sobre as características do clima urbano para as cidades de médio, e principalmente as de pequeno porte.

De acordo com Mendonça (2003) as cidades de porte médio e pequeno possuem características geográficas bastante diferenciadas daquelas de grande porte e metropolitanas e apresentam, portanto, consideráveis facilidades para a identificação de suas paisagens intraurbanas; estas, previamente identificadas, permitirão uma melhor compreensão da interação sociedade-natureza na construção do clima urbano.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

No Brasil, Monteiro (1976) deu uma grande contribuição aos estudos da climatologia urbana ao formular sua proposta teórico-metodológica pautada na Teoria dos Sistemas, que segundo o autor (2003) traz a “possibilidade alternativa de usar tanto o método indutivo quanto o dedutivo”. Para a realização desta pesquisa foi utilizado o método de Monteiro (1976) denominado Sistema Clima Urbano que de acordo com o autor está pautado em três canais de percepção: o termodinâmico, o hidrometeorológico e o físico-químico. Os três canais de percepção quando integrados são responsáveis pela dinâmica de todo o Sistema Climático Urbano (Monteiro, 1976).

Segundo Mendonça (1994), “O Sistema Clima Urbano é uma proposição de abordagem geográfica do clima e da cidade, ou seja, envolve tanto os elementos de ordem meteorológica da atmosfera quanto os elementos da paisagem urbana em sua dinâmica”.

Dentre os três subsistemas internos ao Sistema Clima Urbano e seus respectivos canais de percepção, Monteiro (1976) explica que o canal físico-químico aborda as questões relacionadas à qualidade do ar, o hidrometeorológico aborda os impactos meteorológicos e o termodinâmico está relacionado aos estudos de conforto térmico. Nesta pesquisa se deu ênfase ao subsistema termodinâmico.

Antes da coleta dos dados meteorológicos foi realizada uma caracterização do uso e ocupação do solo dentro do perímetro urbano, com a finalidade de selecionar os melhores locais para se instalar os equipamentos a serem utilizados.

Para o registro de dados do ambiente urbano e rural próximo, foram utilizados registradores automáticos de temperatura e umidade relativa do ar do tipo *Humidity-temperature logger*, da marca ThermaData™ e do modelo HTD. Tais registradores foram colocados em mini abrigos meteorológicos de madeira, com paredes duplas e perfuradas, a uma altura de aproximadamente 1,50 metros do solo e programados para registros horários.

Os dados de temperatura e umidade relativa do ar foram coletados durante o mês de julho de 2014, tratados estatisticamente no software Excel e posteriormente no software Surfer. Neste último foram elaborados painéis espaço temporais com o objetivo de mostrarem as diferenças destes elementos meteorológicos, apresentadas entre os pontos.

Após a coleta dos dados em campo foi elaborado gráfico de análise rítmica com dados da Estação Meteorológica de Cianorte (disponibilizadas pelo Instituto Simepar), município vizinho ao local de estudo, para se verificar as condições sinóticas regionais durante o mês de julho de 2014. Para verificar os sistemas atmosféricos atuantes, além dos dados de superfície, foram analisadas as Cartas Sinóticas da Marinha do Brasil e imagens do satélite Goes disponibilizadas no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE.

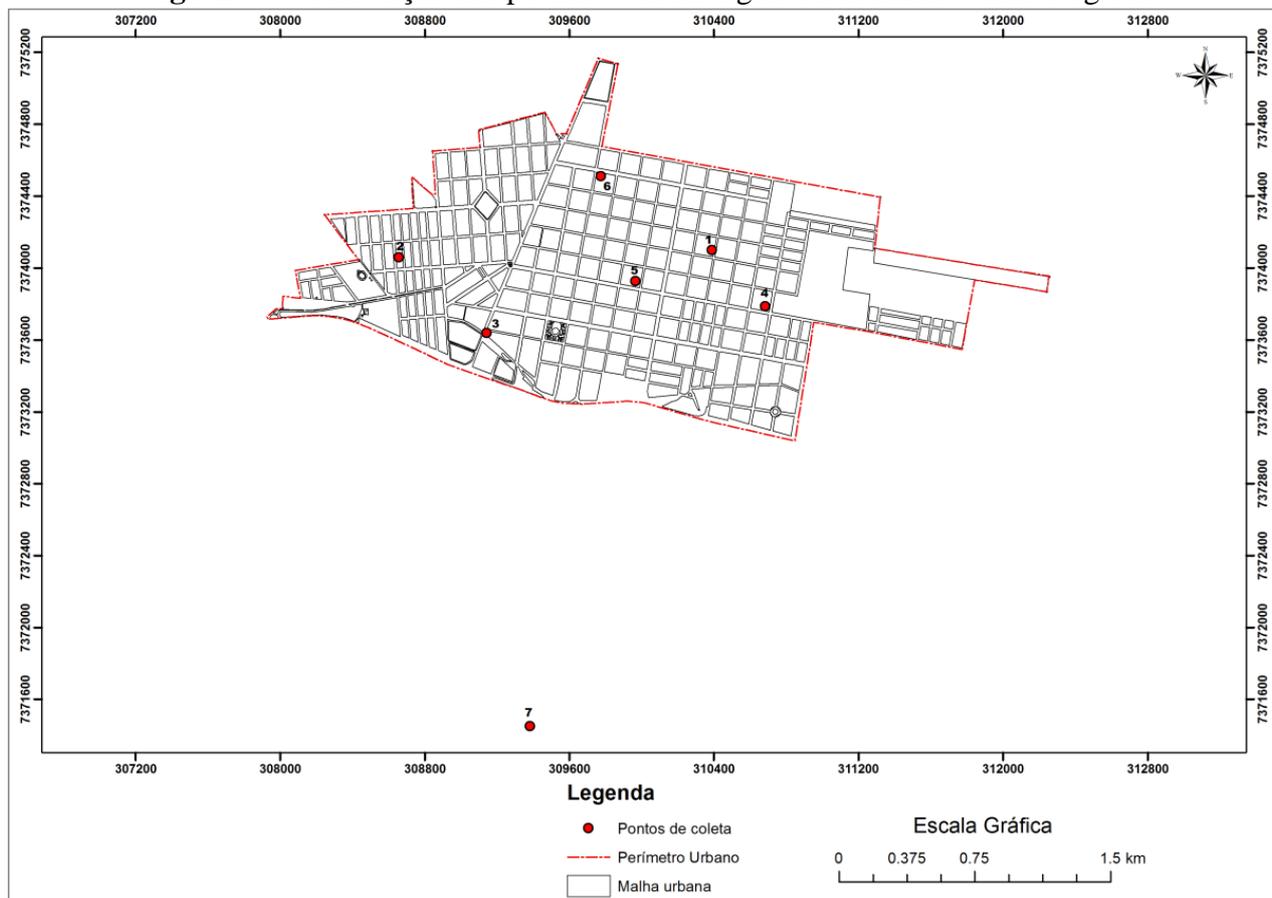
4 RESULTADOS

Para se proceder à coleta dos dados meteorológicos em campo, primeiramente foi realizada uma caracterização de alguns aspectos geocológicos e geourbanos como o relevo, a orientação das

vertentes, a presença de vegetação arbórea, a densidade de construções, os tipos de uso e ocupação da terra, para selecionar os melhores locais a serem instalados os equipamentos utilizados.

Assim, seis pontos foram distribuídos dentro da cidade, de forma a representar diferentes realidades quanto à concentração urbana e à presença de vegetação arbórea. O ponto 7 foi instalado na área rural do município para comparar as diferenças apresentadas entre a cidade e o seu entorno rural, conforme se observa no mapa da figura 1.

Figura 1 – Localização dos pontos fixos de registro dos dados meteorológicos



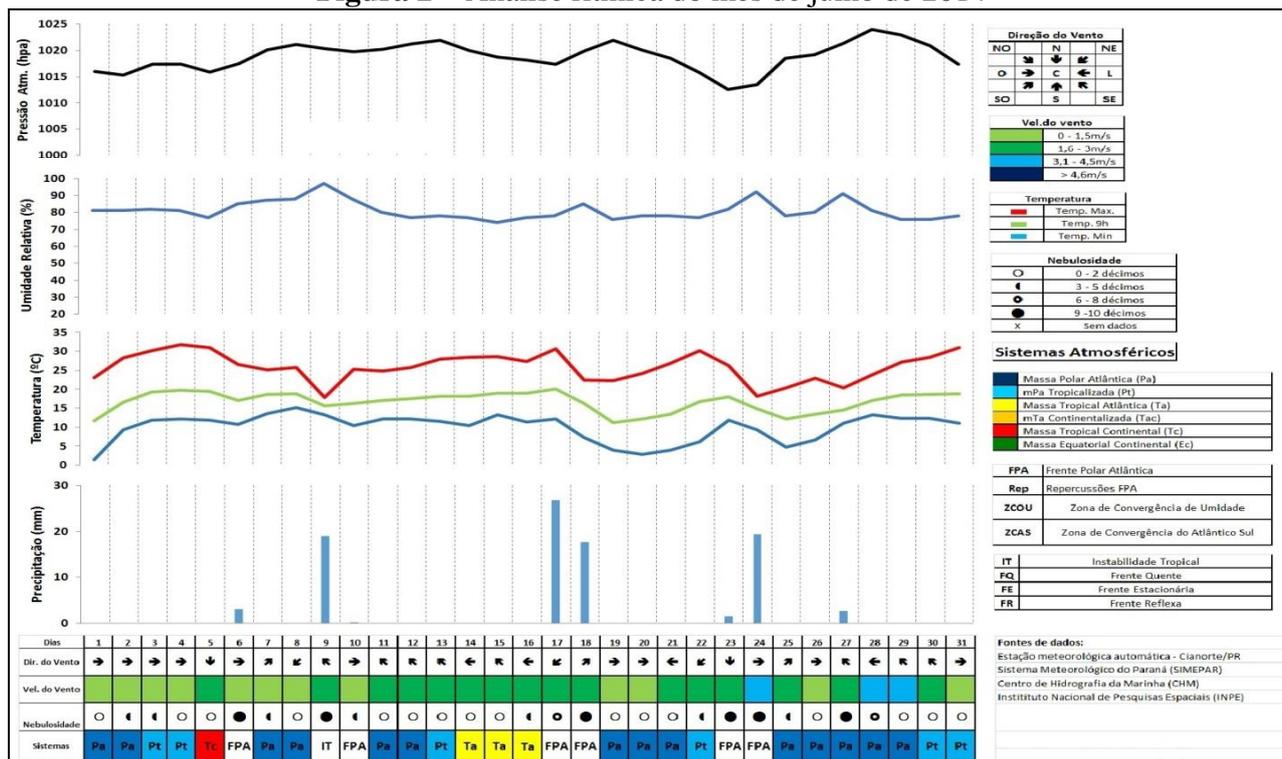
Fonte: Prefeitura Municipal de Tapejara, 2007. Elaborado pelas autoras.

As diferenças de temperatura e umidade relativa do ar foram obtidas considerando o ponto 7 (rural) como zero, de maneira que nos painéis sejam mostradas as diferenças dos demais pontos em relação a ele.

Ao analisarmos as diferenças de temperatura registradas entre os pontos durante o mês de julho observa-se que todos os pontos urbanos apresentaram diferenças positivas em relação ao ponto 7. No entanto, os dados mostraram que os pontos apresentam características diferentes dependendo do período do dia e das condições meteorológicas regionais. Em dias chuvosos ou de ventos fortes, por exemplo, as diferenças entre os pontos foram pequenas. As diferenças entre os pontos também variaram dependendo do horário analisado.

No gráfico de análise rítmica (figura 2) verificou-se que, durante este mês, houve o registro de precipitação nos dias 06, 09, 17, 18, 23, 24 e 27, e o acumulado mensal de chuva foi de 90 mm. Outra característica importante é a velocidade do vento, pois também interfere nas diferenças verificadas entre a cidade e o campo.

Figura 2 – Análise rítmica do mês de julho de 2014



Elaboração: Autoras (2015).

Com relação às características específicas de cada ponto, podemos observar na figura 3 que há uma heterogeneidade em termos de orientação, tipos de vegetação e densidade construtiva.

Verifica-se que o ponto 1 está localizado em um bairro residencial à noroeste da área urbana, com uma alta densidade de construções e com grande presença de vegetação arbórea.

O ponto 2 encontra-se no extremo oeste da cidade e está localizado em uma área residencial, densamente edificada e com vegetação arbórea esparsa o que contribui para um maior armazenamento de calor ao longo do dia e a consequente liberação de calor para o ar durante a noite.

O ponto 3 localiza-se à sudoeste, em uma área da cidade que embora residencial, está próxima ao parque industrial. Apresenta alta densidade de construções e com vegetação arbórea esparsa, porém com consideráveis áreas de vazios urbanos próximos ao local onde o sensor foi instalado, sendo, assim como o ponto 2, o local onde as maiores diferenças de temperatura foram registradas.

Dentre os pontos urbanos, o 4 é o que apresenta características menos expressivas de urbanização, uma área predominantemente residencial, mas que apresenta lotes comerciais e de serviços, porém com baixa densidade de edificações e com vegetação esparsa, localizado à oeste da área urbana.

O ponto 5, encontra-se na região central da cidade, em uma área mista de comércio e residência, densamente edificada e com vegetação arbórea esparsa que se encontra principalmente no fundo dos quintais das residências e canteiro central da avenida.

O ponto 6, localiza-se à norte na área urbana, sendo uma área residencial, densamente edificada e com vegetação arbórea, porém próxima ao início de uma área rural, o que por sua vez pode explicar as menores diferenças de temperatura registradas neste ponto ao longo do mês.

O ponto 7 encontra-se na área rural, distante 1.850m à Sul do perímetro urbano. O entorno caracteriza-se por algumas propriedades com áreas de pastagem e plantação de cana de açúcar, há a presença de vegetação arbórea de grande porte próximo ao local onde o abrigo foi instalado, porém, estava nesse período do ano, quase sem folhas o que permite a circulação de ar.

Figura 3 – Imagens de satélite dos sete pontos onde foram instalados os sensores

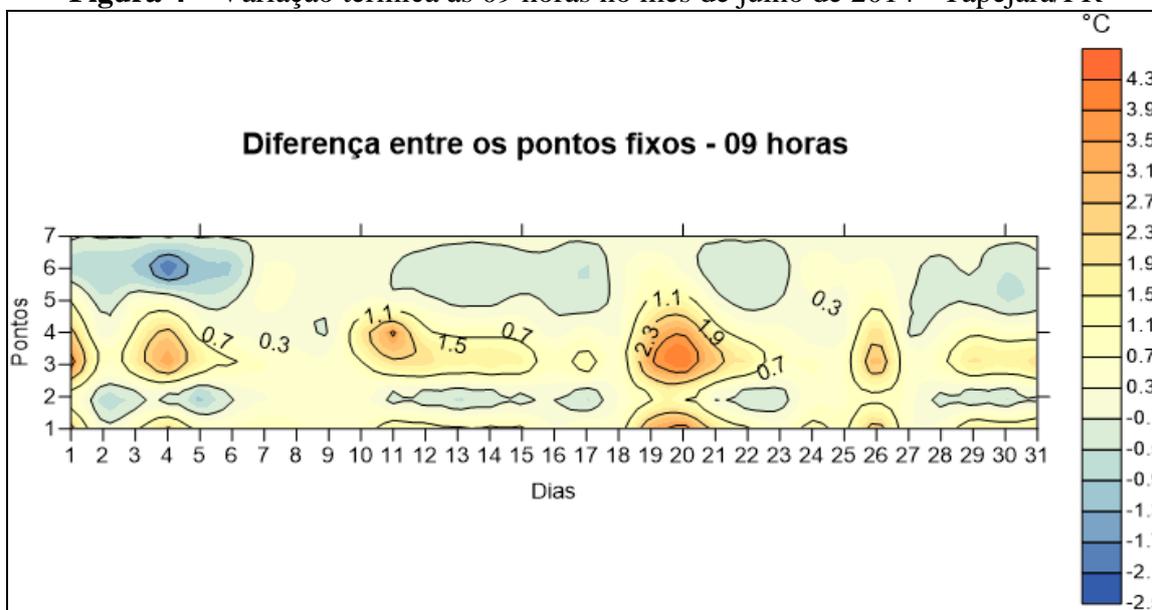
Fonte: Google Earth TM mapping service/NASA (acesso: novembro de 2014). Elaborado pelos autores.

Após a verificação dos sistemas atmosféricos atuantes e das características individuais apresentadas em cada ponto, houve a coleta dos dados meteorológicos e posteriormente a organização dos mesmos para a elaboração dos painéis espaço temporais no software Surfer.

Foram escolhidos horários representativos de cada período do dia, de forma a apresentar os padrões obtidos durante o mês de julho de 2014.

No horário representativo da manhã, no painel espaço temporal com os valores das 09 horas (figura 4), verifica-se que os pontos 1, 3 e 4 foram os que apresentaram as maiores diferenças, enquanto os pontos 2, 5 e 6 apresentaram diferenças menores em relação ao ponto rural, com exceção de alguns dias em que a intensidade da ICU atingiu valores mais elevados também nesses pontos.

Figura 4 – Variação térmica às 09 horas no mês de julho de 2014 - Tapejara/PR

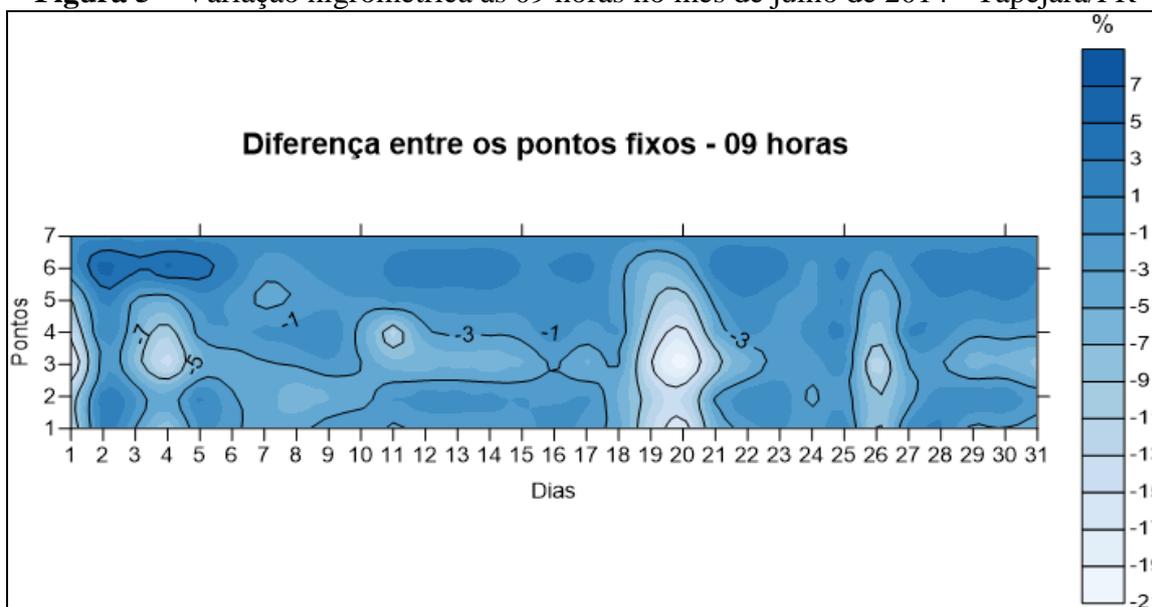


Elaboração: Autoras (2015).

As diferenças considerando todos os pontos variaram entre 4,5°C e -2,3°C. Destacam-se os dias 19 quando todos os pontos urbanos apresentaram ICU com intensidade entre 0,8 e 3,6°C, 20 com intensidade entre 0,2 e 4,5°C e o dia 26 quando todos os pontos urbanos também estiveram mais aquecidos, com intensidades variando entre 0,5 e 3,3°C.

Observando as diferenças de umidade relativa do ar (figura 5), às 09 horas as diferenças variaram entre -21,3 e 6,7%.

Figura 5 – Variação higrométrica às 09 horas no mês de julho de 2014 - Tapejara/PR

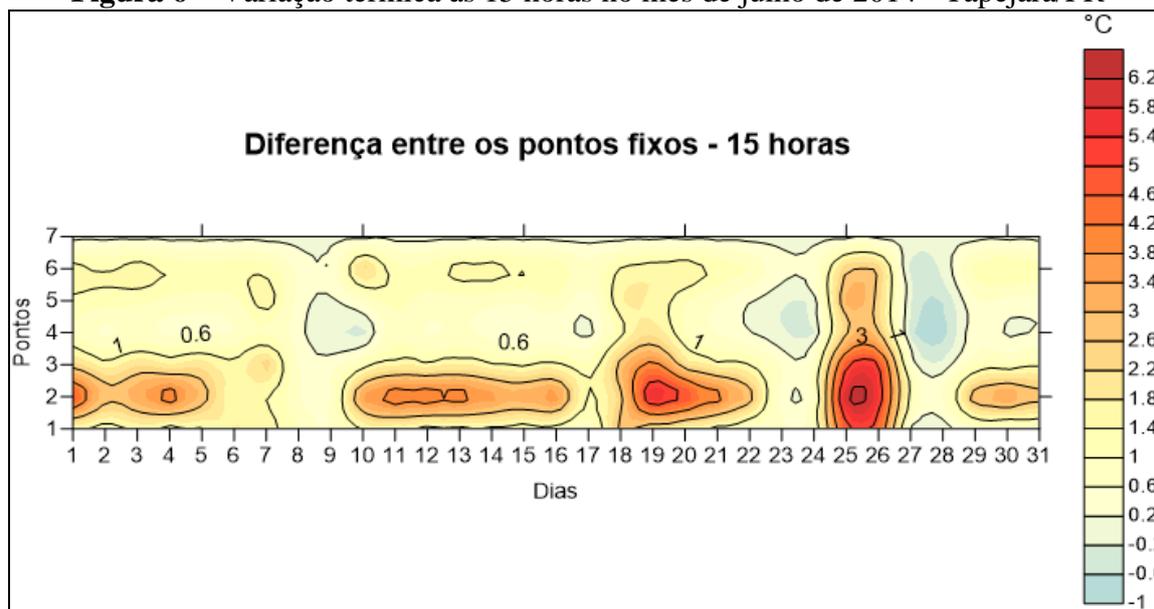


Elaboração: Autoras (2015).

Nos dias 01, 07, 08, 10, 18, 19, 20, 24 e 26 a umidade do ar em todos os pontos esteve menor do que o registrado no ambiente rural. As ilhas secas de maior magnitude ocorreram nos dias 01, quando as diferenças variaram entre -0,6 e -21,3%; 19 quando as diferenças variaram entre -7,0 e -15,5% e 20, quando as diferenças variaram entre -4,8 e -21,1% mais baixa do que os valores registrados no ponto rural.

Para o período da tarde, optou-se por utilizar o horário das 15 horas como representativo deste período. O painel espaço temporal com os valores desse horário (figura 6) mostra o ponto 2 e 3 com as maiores diferenças de temperatura comparado aos valores registrados na área rural.

Figura 6 – Variação térmica às 15 horas no mês de julho de 2014 - Tapejara/PR



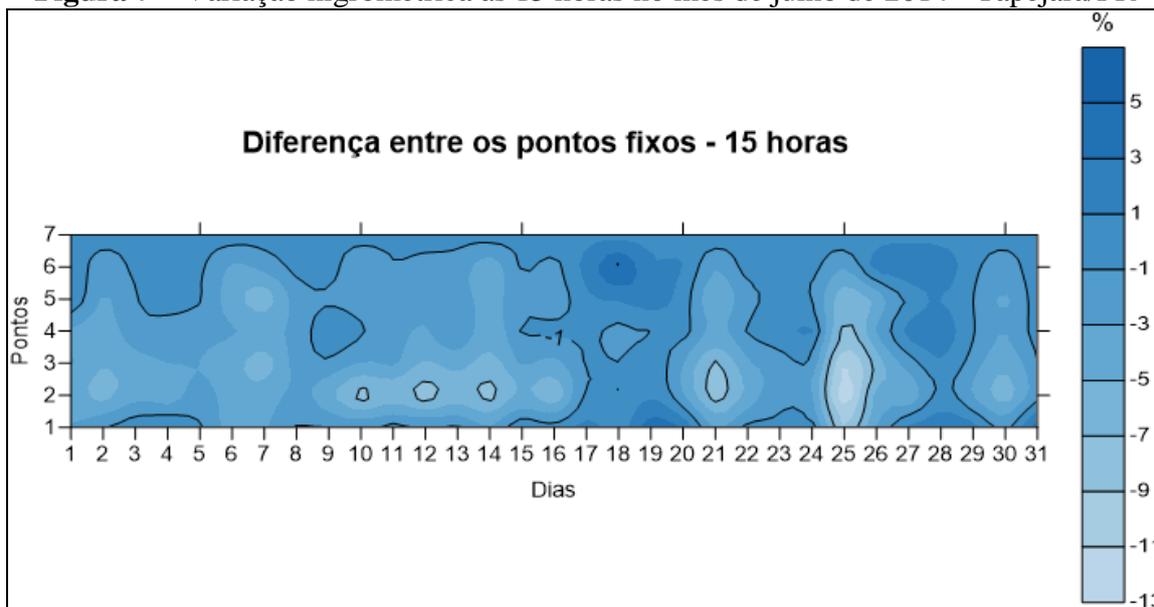
Elaboração: Autoras (2015).

As diferenças considerando todos os pontos variaram entre 6,4°C e -0,8°C. Os pontos urbanos apresentaram diferenças positivas de temperatura em relação à área rural e apenas nos dias com chuva é que alguns pontos, principalmente os pontos 4 e 5 registraram temperaturas mais amenas, porém, essas diferenças não chegaram a -1,0°C.

Destacam-se os dias 25 e 26 quando todos os pontos urbanos apresentaram ICU com intensidade acima de 2,5°C. Nestes dias a área em estudo esteve sob a atuação da massa polar atlântica, sendo que no dia 25 a nebulosidade estava entre 3-5 décimos, com ventos soprando do quadrante sudoeste entre 1,6 e 3 m/s; no dia 26 o céu estava com ausência de nuvens e os ventos do quadrante oeste sopravam entre 0-1,5 m/s.

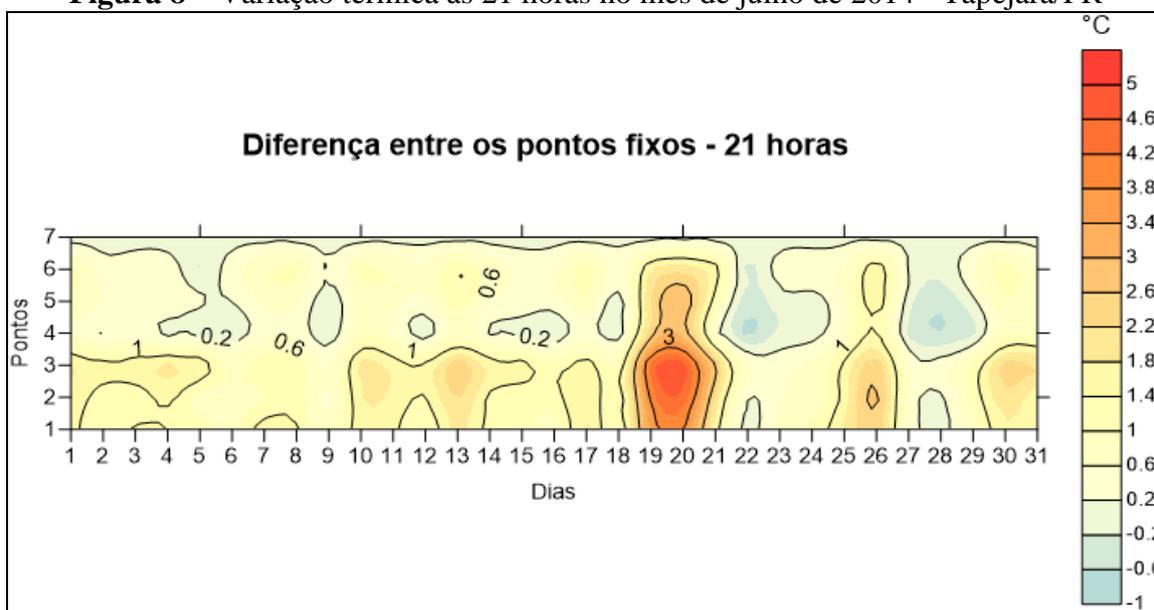
Observando as diferenças de umidade relativa do ar (Figura 7), às 15 horas as diferenças variaram entre -13,2 e 5,7%. Nota-se que no dia 25 foi o que registrou as maiores diferenças negativas, ou seja, neste dia houve a ocorrência das maiores ilhas secas em todos os pontos urbanos.

Neste horário, na maioria dos dias deste mês, com exceção dos dias chuvosos, os pontos urbanos registraram valores de umidade relativa do ar mais baixa do que o registrado no ponto rural. Os pontos 5 e 6 foram os que registraram alguns dias com diferenças positivas, no entanto essas diferenças não foram tão significativas.

Figura 7 – Variação higrométrica às 15 horas no mês de julho de 2014 - Tapejara/PR

Elaboração: Autoras (2015).

Considerando o período noturno, os valores das 21 horas (figura 8) mostram que os pontos 1, 2 e 3 foram os que apresentaram as maiores diferenças, com valores de até 4,0 a 5,0°C mais quente do que a área rural em alguns dias do mês.

Figura 8 – Variação térmica às 21 horas no mês de julho de 2014 - Tapejara/PR

Elaboração: Autoras (2015).

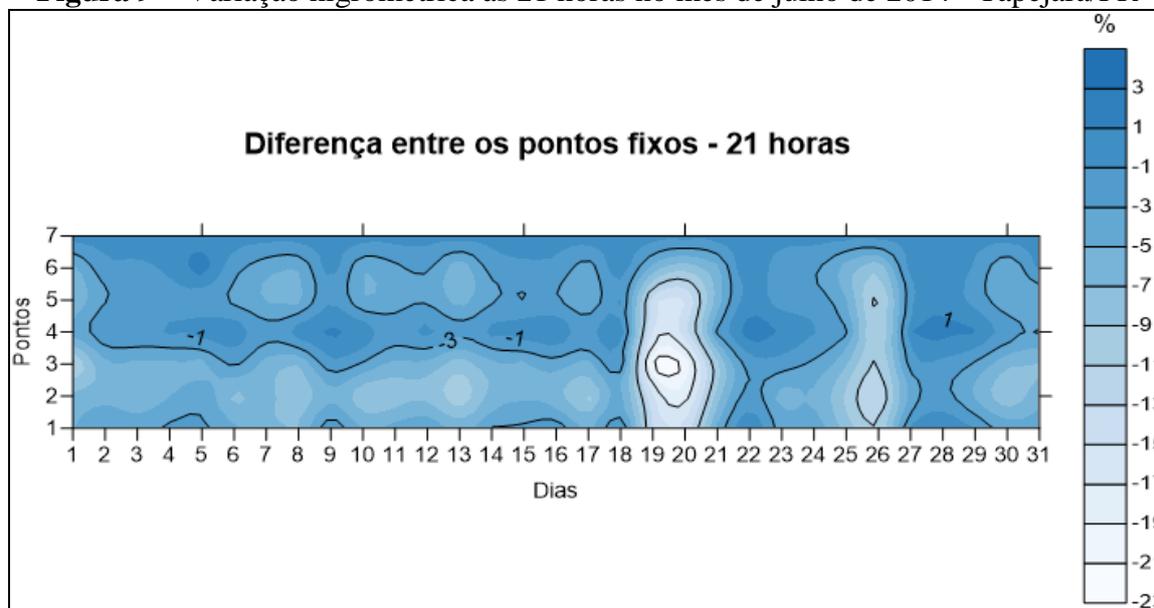
Neste horário, as diferenças de temperatura do ar considerando todos os pontos urbanos variaram entre 4,9°C e -0,8°C. Todos os pontos apresentaram diferenças grandes em relação ao ponto rural, apenas em alguns dias é que os pontos 4, 5 e 6 registraram ilhas de calor com intensidades menores, principalmente em dias com chuva.

Destacam-se os dias 19 e 20 quando todos os pontos urbanos apresentaram ICU com intensidade entre 2,0 e 5,0°C, e o dia 26 quando todos os pontos urbanos também estiveram mais aquecidos, com intensidades variando entre 1,5 e 3,0°C. Apenas em dez dias é que alguns dos

pontos registraram diferenças negativas de temperatura, porém, com valores inferiores a $1,0^{\circ}\text{C}$. Nos demais dias do mês todos os pontos registraram ilhas de calor, com intensidades variadas.

Observando as diferenças de umidade relativa do ar (figura 9), às 21 horas as diferenças variaram entre $-22,6$ e $2,4\%$.

Figura 9 – Variação higrométrica às 21 horas no mês de julho de 2014 - Tapejara/PR



Mais uma vez a relação entre temperatura e umidade relativa do ar se mantém, visto que para os dias com ilhas de calor de maior intensidade também foram os dias em que houve o registro das maiores ilhas secas.

Os dias 19, 20 e 26 também foram os que apresentaram as maiores ilhas secas. Durante todo o mês apenas os pontos 4 e 6 apresentaram ilhas úmidas em alguns dias. Nos demais pontos em todos os dias houve o registro de ilhas secas, variando a intensidade das mesmas.

Desta forma verifica-se que as maiores diferenças de temperatura foram registradas nos dias em que a umidade relativa do ar nos pontos urbanos estava menor do que na área rural. Destacam-se os dias 19, 20, 25 e 26 porque além das maiores diferenças de temperatura registradas na cidade foram também registradas as maiores diferenças negativas de umidade relativa do ar, independente do horário analisado.

No painel de diferenças de umidade, as áreas em azul mais escuro, que não passaram dos 7% , representa os dias em que a umidade estava maior do que a registrada no ponto 7 rural, de onde se obteve as diferenças. Nos dias chuvosos ou com ventos fortes, observou-se que as diferenças de temperatura do ar foram menores, e para os dias claros e calmos, sobretudo sob a atuação da massa Polar, foram registradas as maiores diferenças tanto de temperatura quanto de umidade relativa do ar, entre as áreas intraurbanas e a área rural.

5 CONCLUSÃO

As variações intraurbanas, tanto de temperatura quanto de umidade relativa do ar, em comparação com o ambiente rural próximo, analisadas neste estudo, permitem afirmar que a cidade possui um microclima próprio.

Ainda que nos pontos urbanos tenha-se registrado alguns períodos em que as diferenças de temperatura do ar tenham sido inexpressivas, durante grande parte do mês de julho de 2014,

considerando os horários analisados, todos os pontos urbanos apresentaram temperaturas mais elevadas do que no ponto instalado na área rural.

Em dias chuvosos, no caso deste estudo associados à Frente Polar Atlântica, observou-se que as ilhas de calor desapareceram, havendo assim uma homogeneização de temperatura em todos os pontos urbanos, estando os valores muito próximos aos registrados na área rural. Alguns dias em que não houve registro de chuvas, mas que os ventos estiveram mais intensos, essa configuração também foi apresentada.

Para os dias com atmosfera estável, sobretudo associados à massa Polar, as diferenças de temperatura foram bem mais expressivas, em alguns dias chegando próximo de 6,5°C, caracterizando assim ilha de calor de forte magnitude.

As áreas que apresentaram as maiores diferenças foram os pontos 2 e 3, áreas residenciais, densamente construídas associadas à baixa presença de vegetação arbórea. Áreas onde há uma grande densidade de construções, sobretudo comerciais e de serviços, mas que, no entanto, possuem uma maior presença de vegetação arbórea, como é o caso do ponto 5, foi verificada a ocorrência de ilhas de calor de até 3,5 °C, o que mostra a importância da vegetação em áreas urbanas. Já para as áreas em que a densidade de construções é menor, as diferenças de temperatura também foram menos expressivas.

As diferenças de umidade relativa do ar comprovam uma relação direta sobre o aumento das temperaturas na cidade, visto que para os dias em que foi registrada umidade do ar mais baixa nos pontos urbanos, foram justamente registradas as maiores diferenças de temperatura em relação à área rural.

É importante destacar ainda, que como a cidade é de pequeno porte, considerando a posição do ponto de coleta dos dados as diferenças variaram também em relação ao horário analisado. O ponto 2, por exemplo, que está no extremo oeste da malha urbana, demorou um pouco mais para apresentar as ilhas de calor mais intensas do que o ponto 4, que fica a leste da cidade, bem como a perda de calor para a atmosfera também foi mais lenta ao final do dia; o que mostra que a incidência direta dos raios solares também interfere na análise das variações termohigrométricas.

Desta forma, verificou-se que, apesar da coleta de dados ter ocorrido em apenas um mês e da ausência de dados de uma série histórica mais ampla para que sejam analisadas de maneira mais aprofundada à interferência direta da forma de ocupação no microclima urbano, constata-se a importância da presença da vegetação arbórea e de um planejamento urbano adequado respeitando-se a dinâmica climática local.

REFERÊNCIAS

AMORIM, M. C. C. T. **O clima urbano de Presidente Prudente/SP**. 2000. 374f. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

AMORIM, M. C. C. T. Climatologia e gestão do espaço urbano. **Mercator** (Fortaleza. Online), v. 9, p. 71-90, 2010.

BRASIL, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades Brasileiras**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/xtras/perfil.php?codmun=412680>>. Acessado em: 28 ago. de 2013.

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)**.

Tese de Doutorado. Programa de Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento. Universidade Federal do Paraná-UFPR, Curitiba, 2007.

MENDONÇA, F. de A. **O Clima e o Planejamento Urbano das Cidades de Porte Médio e Pequeno**: Proposições Metodológicas para Estudo e sua Aplicação à Cidade de Londrina/PR. Tese (Doutorado) PPLCH/USP, São Paulo. 1994, 298p.

MENDONÇA, F. de A. O Clima urbano de cidades de porte médio e pequeno: aspectos teórico-metodológicos e estudo de caso. In: **Variabilidade e Mudanças Climáticas**: implicações ambientais e socioeconômicas. Organização João Lima Sant'Anna Neto e João Afonso Zavatini. Maringá:Eduem, 2000.

MENDONÇA, F de A. O estudo do clima urbano no Brasil: Evolução, tendências e alguns desafios. In: **Clima Urbano**. Organização: Francisco Mendonça e Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro. São Paulo, Editora Contexto, 2003.

MONTEIRO, C. A. de F. **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).

MONTEIRO C. A. de F. **Clima Urbano**. Organização: Francisco Mendonça e Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro. São Paulo, Editora Contexto, 2003, 2003.

OKE, T. R. *Boundary Layer Climates*. 2. ed. **New York**: Routledge, 1996, 435p.

PARANÁ, **Caderno Estatístico Município de Tapejara**. Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social - IPARDES. Curitiba, PR, dezembro de 2013.

PITTON, S. E. C. **As cidades como indicadores de alterações térmicas**. São Paulo, 1997. Tese (Doutorado em Geografia). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo (USP).

Data de submissão: 27.05.2016

Data de aceite: 28.11.2017

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.