

CLIMATOLOGIA E GESTÃO DO ESPAÇO URBANO

Prof^ª. Dr^ª. Margarete Cristiane de Costa Trindade Amorim

Pesquisadora CNPQ

Faculdade de Ciências e Tecnologia – Universidade Estadual Paulista – UNESP Presidente Prudente

Rua Roberto Simonsen, 305, CEP: 19060-900 - Presidente Prudente, (SP) , Brasil

Tel/Fax.: (+ 55 18) 32295375 e 32218212 - mccta@fct.unesp.br

RESUMO

Este artigo tem como objetivo refletir sobre o clima urbano, especialmente sobre as ilhas de calor urbanas no ambiente tropical e sua mitigação por meio do planejamento e da gestão dos espaços urbanos. Na introdução justifica a importância do estudo do clima em cidades médias e pequenas e apresenta a proposta teórica adotada na pesquisa. Na sequência, discute-se sobre a geração das ilhas de calor urbanas no ambiente tropical e suas consequências na vida das pessoas. Como exemplos da geração do clima urbano em cidades pequenas e médias são apresentados resultados de pesquisas realizadas pela investigadora, mostrando a magnitude das anomalias da temperatura detectadas em cidades desses portes. Nessas pesquisas, foram realizadas medidas em pontos fixos e transectos móveis. Os resultados mostraram diferenças de temperatura entre o ambiente rural e as áreas urbanas registradas nos pontos fixos, que chegaram a 10,9°C. Nos transectos móveis foram detectadas ilhas de calor de média e alta magnitudes (acima de 6°C). Para finalizar se faz uma reflexão sobre a gestão do espaço urbano para mitigar os problemas decorrentes das ilhas de calor com o propósito de contribuir com a melhoria da qualidade de vida nas cidades.

Palavras-chave: Clima urbano, ilhas de calor, planejamento, gestão.

ABSTRACT

The objective of this paper is to reflect on urban climate, especially tropical urban heat islands and their mitigation through urban space planning and management. The introduction justifies the importance of climate study in mid-sized and small cities and presents the theoretical proposal adopted in the study. The paper then discusses the generation of tropical urban heat islands and their consequences on people's lives. Results of research conducted by the investigator show the magnitude of temperature anomalies in cities this size and are presented as examples of the generation of urban climate in small and mid-sized cities. Measurements were taken at fixed points and mobile transects in these studies. The results show temperature differences of up to 10.9°C between the rural environment and urban areas recorded at the fixed points. At mobile transects, medium and high magnitude heat islands were detected (over 6°C). In conclusion, a reflection is made on urban space management to mitigate the problems resulting from heat islands with the intention of contributing towards improved quality of life in cities.

Key words: Urban climate, heat islands, planning, management.

RESUMEN

Este artículo tiene el objetivo de reflexionar a respecto del clima urbano, fundamentalmente sobre las islas de calor urbanas en el ambiente tropical y su mitigación a través del planeamiento y de la gestión de los espacios urbanos. En la introducción justificase la importancia del estudio del clima en las ciudades medianas y pequeñas y presentase la propuesta teórica adoptada en la investigación. A seguir, se discute la generación de las islas de calor urbanas en el ambiente tropical y sus consecuencias en la vida cotidiana. Como ejemplos de generación del clima urbano en las ciudades pequeñas y medianas presentase los resultados de las investigaciones realizadas, mostrándose la magnitud de las anomalías de la temperatura observadas en las ciudades de estos portes. En estas investigaciones fueron tomados los datos en puntos fijos y transeptos móviles. Los resultados muestran las diferencias de las temperaturas entre los ambientes rurales y urbanos registradas en los puntos fijos, que llegaron a 10,9°C. En los transeptos móviles fueron detectadas islas de calor de magnitudes medianas y altas (superiores a 6°C). Como resultados se hace una reflexión sobre la gestión del espacio urbano como mitigación de los problemas generados por las islas de calor con el propósito de contribuir a la mejoría de la calidad de vida en las ciudades.

Palabras-claves: Clima urbano, islas de calor, planeamiento, gestión

INTRODUÇÃO

Os estudos do clima na escala do urbano têm papel muito importante na medida em que estão sendo detectadas mudanças significativas na atmosfera, não apenas nos grandes centros, mas também nas cidades pequenas e médias.

No Brasil, de maneira geral, os estudos do clima nas cidades têm se pautado em adaptações da proposta teórico-metodológica de Monteiro (1976), que considera a interrelação dos elementos

da natureza e da sociedade na perspectiva do Sistema Clima Urbano. Segundo essa concepção, a estrutura interna do Sistema Clima Urbano não pode ser definida pela superposição ou adição de suas partes (compartimentação ecológica, morfológica, ou funcional urbana), mas por meio da conexão entre elas.

Sob a perspectiva sistêmica, esse mesmo autor sugeriu a adoção de três subsistemas para o estudo do Sistema Clima Urbano: o termodinâmico (conforto térmico); o físico-químico (qualidade do ar) e o hidrometeorológico (impacto meteorológico).

Este artigo se propõe a discutir a geração das ilhas de calor urbanas e as suas consequências no ambiente tropical; a apresentar os resultados de pesquisas realizadas em cidades pequenas e médias, mostrando a magnitude das anomalias da temperatura detectadas; e a refletir sobre a gestão do espaço urbano para que se possa mitigar os problemas decorrentes das ilhas de calor e contribuir para a melhoria da qualidade de vida nas cidades.

Para se detectar a geração do clima urbano na perspectiva do subsistema termodinâmico, uma primeira análise pode ser realizada a partir da comparação da temperatura urbana com a do campo circundante. Entretanto, a cidade não é um todo homogêneo e possui especificidades intraurbanas, seja do ponto de vista dos fatores físicos, mas especialmente das diferenças existentes nas características do uso e da ocupação do solo no interior da cidade.

Práticas como a impermeabilização dos solos, a utilização de materiais construtivos inadequados, a retirada da cobertura vegetal original, a canalização fechada de rios e córregos, a emissão de poluentes para a atmosfera têm sido frequentes nas cidades. Essas modificações associadas às características naturais dos ambientes tropicais têm proporcionado a geração de ilhas de calor e têm sido registradas situações de desconforto térmico na maioria das cidades onde os estudos têm sido realizados.

A GERAÇÃO DO CLIMA URBANO E AS CONSEQUÊNCIAS DAS ILHAS DE CALOR NO AMBIENTE TROPICAL

No Brasil, o crescimento das cidades ocorreu sem a implantação de infraestrutura urbana adequada ou suficiente para que não ocorresse a degradação do ambiente. As cidades muito embora não ocupem grandes extensões territoriais, são elas as maiores transformadoras do meio natural.

O crescimento urbano, na maioria dos casos, não acompanhou a dinâmica da natureza, resultando no comprometimento da qualidade desses ambientes.

O campo também sofreu transformações na paisagem no decorrer do tempo, entretanto, nas cidades, os efeitos do ar alterado modificam os elementos climáticos de maneira mais intensa. Na perspectiva geográfica, além das diferenças existentes entre a cidade e o campo, torna-se fundamental a compreensão dos mecanismos geradores das diferenças que existem no interior da própria cidade e que interferem de maneira negativa na qualidade de vida das pessoas.

As transformações na paisagem decorrentes da urbanização alteram o balanço de energia e o balanço hídrico urbano. Essas transformações são causadas pela retirada da vegetação original, pelo aumento da circulação de veículos e pessoas, pela impermeabilização do solo, pelas mudanças no relevo, por meio de aterros, canalizações de rios e córregos, concentração de edificação, verticalização urbana, instalação de equipamentos urbanos (parques, praças, edifícios, áreas industriais, residenciais etc.), além do lançamento de partículas e gases poluentes na atmosfera.

As novas características geocológicas e urbanas modificam os elementos do clima dando respostas próprias do clima urbano aos controles e atributos do clima.

A cidade é, portanto, geradora de um clima próprio, resultante 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 de manifestações ligadas ao conforto térmico, à qualidade do ar, aos impactos pluviais e a outras manifestações

capazes de organizar a vida da cidade e deteriorar a qualidade de vida de seus habitantes. (MONTEIRO, 1976, p.122).

Os materiais naturais substituídos pelos urbanos resultam na impermeabilidade dos solos e, além disso, a canalização fechada de córregos provoca o aumento do escoamento superficial. Esses fatores são os principais responsáveis pelas enchentes urbanas, tão comuns nos fundos de vale desses ambientes. Assim, não se pode atribuir, na maioria dos casos, e principalmente nas cidades pequenas e médias, os impactos decorrentes das enchentes e inundações ao aumento ou concentração dos totais de precipitação, mas sim à impermeabilização e inadequação na ocupação do solo urbano.

As ilhas de calor têm sido outro fenômeno detectado nos ambientes urbanos e resultam na formação de bolsões de ar quente decorrentes da capacidade diferenciada dos materiais encontrados na superfície de armazenar e refletir a energia solar. Muitos materiais de construção absorvem e retêm mais radiação solar do que os materiais naturais em áreas rurais ou menos urbanizadas.

Segundo Oke (1978), a característica mais significativa da ilha de calor é sua intensidade, entendida como a diferença entre o máximo da temperatura urbana e o mínimo da temperatura rural.

Esta característica está relacionada com os fatores que contribuem para a formação da ilha de calor, tais como, os fatores naturais (situação sinótica, relevo e presença de superfícies com vegetação e/ou água) ou propriamente urbanos (morfologia urbana e atividades antropogênicas).

O maior aquecimento no ambiente urbano decorre, portanto, da combinação dos materiais utilizados nas construções com as cores escuras das edificações e dos pavimentos, que absorvem e armazenam mais energia solar.

As atividades antropogênicas, como o tráfego de veículos e, nas cidades tropicais, o uso de aparelhos de ar condicionado são grandes consumidores de energia e geram o aumento de calor nos ambientes externos. Esse calor é somado aos materiais urbanos aquecidos durante o dia, através da radiação solar, e é retido entre os edifícios pelas reflexões múltiplas entre eles, assim reduzindo a interface com a atmosfera. As áreas verdes reduzidas e a impermeabilização do solo nas áreas urbanas também contribuem para a intensificação da ilha de calor. A carência de vegetação diminui o processo de evapotranspiração e, conseqüentemente, não há o resfriamento por evaporação na cidade (PINHO, 2000).

Além das causas apresentadas anteriormente, a formação e principalmente a intensidade das ilhas de calor estão relacionadas às condições sinóticas atuantes, que estabelecem o tipo de cobertura do céu, a velocidade e direção do vento e as precipitações. Assim, por exemplo: a ausência de ventos ou brisas leves dificulta a dispersão do calor urbano, fazendo com que ocorra a intensificação da ilha de calor; por outro lado, se a velocidade do vento é mais intensa, a turbulência faz com que o calor seja removido da cidade e, por conseguinte, as diferenças de temperatura entre o urbano e o rural são menores. As nuvens reduzem a recepção e a devolução da radiação e moderam a intensidade da ilha de calor urbana (PINHO, 2000).

Garcia (1996, p. 285), classifica as diferenças térmicas em ilhas de calor de fraca magnitude quando as diferenças entre os pontos mais quentes e mais frios variam de 0°C a 2°C, média magnitude quando variam de 2°C a 4°C, forte magnitude quando variam de 4°C a 6°C e de muito forte quando superiores a 6°C.

As ilhas de calor provocam impactos negativos e afetam as pessoas de diversas maneiras. As cidades localizadas na zona intertropical, naturalmente geram situações de desconforto térmico, que são intensificados pelas ilhas de calor. Além das temperaturas mais elevadas, as ilhas de calor propiciam a circulação do ar na cidade que favorece a concentração de poluentes. As diferenças nas temperaturas provocam diferenças nas pressões, pois na escala local do clima, temperaturas maiores resultam em menores pressões e, conseqüentemente, o ar do entorno mais frio desloca-se para os lugares mais quentes. Nesse percurso, caso haja fontes emissoras de poluição no ar, tais poluentes são carregados para os lugares mais quentes, podendo resultar em problemas de saúde nas pessoas que respiram esse ar.

As ilhas de calor afetam diretamente o conforto e a saúde dos indivíduos, seja por problemas relacionados diretamente ao calor, como o estresse térmico ou por problemas de doenças relacionados à qualidade do ar.

O organismo humano perde calor por meio da pele, do suor e da transpiração. Sob condições atmosféricas consideradas confortáveis, que segundo a Organização Mundial de Saúde (1990) está entre 17°C e 31°C de temperatura, e com baixos níveis de atividade física, a maior parte do calor é perdida por meio da pele. Quando a temperatura do ar está muito elevada ou o nível de atividade física aumenta, o corpo aciona os mecanismos de termorregulação na busca de manter o equilíbrio e começa a suar. Quando o ar se torna mais quente do que a pele, ou a temperatura fica próxima à temperatura do organismo (34°C), ao invés do ar “esfriar” o corpo, ele aquece-o e a transpiração se torna o único meio para o corpo se refrescar.

Essa situação de estresse térmico ocorre facilmente nos ambientes tropicais e se intensificam com as ilhas de calor. Pessoas submetidas a essa situação por longos períodos, especialmente as que fazem parte do grupo de risco, como os idosos, as crianças, as mulheres grávidas, os cardíacos, os asmáticos etc., podem ter problemas dos mais simples aos mais graves, como, por exemplo, irritabilidade, desconcentração, inapetência, desidratação, câibras, desmaios, exaustão pelo calor e até a morte. Gartland (2010) lembra que óbitos relacionados ao calor aumentam durante as ondas de calor, como um evento de 5 dias de calor em Chicago, em julho de 1995, que foi responsável por pelo menos 700 mortes. Embora seja raro um número tão grande de mortes associadas a esse tipo de evento, elas não são incomuns.

No que diz respeito à qualidade do ar, são muitos os efeitos da poluição sobre a função pulmonar e as alergias. Segundo Patz et al. (2000), poluentes atmosféricos como o material particulado, o monóxido de carbono, o dióxido de enxofre e os óxidos de nitrogênio e o ozônio troposférico, podem danificar o tecido pulmonar, irritar os pulmões e agravar doenças respiratórias e doenças cardiovasculares. Além de afetar a poluição do ar, as ilhas de calor aumentam a produção de pólen, intensificando as alergias sazonais, os problemas oftalmológicos e dermatológicos e os ataques de asma.

A MAGNITUDE DAS ILHAS DE CALOR EM CIDADES PEQUENAS E MÉDIAS

Diferentemente do que se imaginava no passado, quando os estudos sobre as ilhas de calor foram realizados em grandes cidades, as ilhas de calor estão sendo diagnosticadas em cidades pequenas e médias, com magnitudes fortes e muito fortes dependendo dos sistemas atmosféricos atuantes nos dias de registros dos elementos do clima.

Como parte de um projeto temático e de um edital universal aprovados pela FAPESP e CNPq, respectivamente, realizaram-se estudos de clima em cidades pequenas e médias, visando a auxiliar no ordenamento territorial das mesmas, podendo, portanto, resultar em ações efetivas para a melhoria da qualidade de vida urbana.

Buscou-se investigar as diferenças da temperatura do ar entre a zona rural do oeste paulista e quatro áreas urbanas (três de pequeno porte e uma de médio porte). Também foram diagnosticadas anomalias térmicas intraurbanas e detectou-se a formação de ilhas de calor nos ambientes urbanos.

As cidades escolhidas para este estudo no estado de São Paulo foram: Teodoro Sampaio, Euclides da Cunha Paulista, Rosana e Presidente Prudente. Além dessas, Paranavaí no estado do Paraná e Nova Andradina no Mato Grosso do Sul.

Para a realização dessa pesquisa foram instaladas estações meteorológicas automáticas no ambiente rural (na sede do Parque Estadual do Morro do Diabo, que tem nas suas proximidades uma área com cobertura original primitiva de floresta tropical), e nas cidades de Rosana, Euclides da Cunha Paulista e Teodoro Sampaio e utilizados os dados da estação meteorológica de Presidente Prudente.

As características dos elementos do clima em Paranavaí/PR e Nova Andradina/MS foram analisadas considerando-se a comparação dos elementos do clima em um ponto representativo do ambiente urbano e outro rural em cada um dos municípios.

As estações meteorológicas automáticas são do tipo “Vantage PRO 2” da marca “Davis Instruments”, e registram dados da temperatura, da umidade relativa do ar, da precipitação, da pressão atmosférica e da direção e velocidade do vento.

Foram organizados e analisados os dados de temperatura do mês de maio de 2007, das 21h, para verificar as diferenças registradas entre o ambiente rural e os pontos fixos das quatro cidades do estado de São Paulo.

Além dos dados registrados nas estações meteorológicas fixas, foram realizadas coletas de temperatura intraurbanas (transectos móveis) para detectar prováveis diferenças térmicas em decorrência do tipo de uso e ocupação do solo e das características do relevo de cada uma das cidades.

Para a realização dos transectos móveis, foram utilizados termômetros digitais, com os sensores presos em hastes de madeira com 1,5m de comprimento, acoplados na lateral de veículos que saíram da periferia (rural), passando pelo centro, chegando ao extremo oposto das quatro cidades simultaneamente nos dias 29 e 30 de maio de 2007. As medições foram efetuadas entre 21h e 21:45h, por se tratar do horário mais adequado, uma vez que as temperaturas não experimentam mudanças rápidas. A coleta de dados com veículos requer que o tempo gasto entre a medida do ponto inicial e do ponto final do itinerário não ultrapasse uma hora, com velocidade que deve variar entre 20 e 30Km/h.

Os levantamentos de campo nos transectos móveis foram realizados em episódios que apresentaram condições sinóticas adequadas, que permitiram baixa velocidade do vento, por serem favoráveis à formação de ilhas de calor. Associado ao levantamento de campo, foi efetuado uma análise dos sistemas atmosféricos regionais, por meio de imagens do satélite GOES e das cartas sinóticas de superfície disponibilizadas no site da marinha do Brasil.

Para a análise dos resultados foram elaboradas cartas de isotermas, através do Software Surfer for Windows, permitindo assim a visualização da variação da temperatura nos diferentes pontos nas quatro cidades paulistas.

Também foram realizados estudos dos elementos climáticos em pontos fixos (rurais e urbanos) nas cidades de Teodoro Sampaio, Rosana, Euclides da Cunha Paulista, Nova Andradina e Paranavaí (em vários horários) em meses representativos do verão e do inverno para as primeiras e de inverno para as duas últimas. Nas três primeiras cidades os meses estudados foram janeiro e agosto de 2007 e em Nova Andradina e Paranavaí, o mês de julho de 2008. Os procedimentos de análise foram os mesmos das cidades pequenas localizadas no oeste paulista.

Características das cidades estudadas

Teodoro Sampaio tem como limites os municípios de Rosana, Euclides da Cunha Paulista, Presidente Epitácio, Marabá Paulista e Mirante do Paranapanema. Conta com área total de 1557 km² e a população, segundo o Censo do IBGE no ano de 2000 era de 20.003 habitantes. A população estimada em 2006 foi de 20.789 habitantes.

A área central da cidade destina-se à moradia, ao comércio e aos serviços, e se caracteriza como uma área densamente construída com pouca vegetação arbórea. Os bairros próximos ao centro também são densamente construídos; entretanto, possuem maior quantidade de vegetação arbórea de médio e de grande portes nas calçadas e nos fundos de quintais. Não há edificações acima de quatro pavimentos.

Na periferia da cidade, alguns lotes estão sem construções, e há ruas sem pavimentação asfáltica e poucas casas comerciais.

Na zona rural de Teodoro Sampaio, o solo é destinado principalmente às pastagens, destinadas à pecuária e para produção de cana-de-açúcar, além de outras lavouras de menor expressividade como a mandioca, o milho e a soja.

Rosana encontra-se a 22° 34' 47" de latitude sul e 53° 03' 33" de longitude a oeste. A sede municipal localiza-se a 236 metros de altitude e aproximadamente a 10 km da confluência dos rios Paraná e Paranapanema, a 7km da margem do Paranapanema e a 1km do rio Paraná. O rio Paraná é o limite territorial natural com o Estado do Mato Grosso do Sul a oeste, e o rio Paranapanema é o limite com o território do Estado do Paraná ao sul. Segundo o Censo 2000, realizado pelo IBGE, a população de Rosana era de 24.229 habitantes, sendo que apenas 26% da população viviam na área urbana e o restante, os outros 74% viviam em áreas rurais. O motivo pelo qual a população rural era maior que a urbana, devia-se ao fato do distrito fundado para receber a população que serviu como mão-de-obra na construção da hidrelétrica de Primavera, chamado Distrito de Primavera, é onde vive a maior parte da população do município. Localiza-se aproximadamente a 15 km da sede municipal, fora do núcleo urbano de Rosana. A população estimada em 2006 foi de 26.814 habitantes.

O município de Rosana ocupa área de aproximadamente 741 km² e apresenta área urbana heterogênea, alternando terrenos vazios e áreas densamente construídas, porém sem a existência de edificações acima de dois pavimentos. A circulação de pessoas e veículos é pequena e não apresenta pavimentação em todas as ruas, principalmente nos bairros periféricos. O entorno da cidade apresenta áreas tipicamente rurais com a presença de pastagens, áreas agricultáveis com pouca vegetação original e os rios Paraná e Paranapanema.

A economia local é movimentada por duas usinas hidrelétricas: a usina de Rosana (Rio Paranapanema) e a de Primavera (Rio Paraná), com eclusa que possibilita o transporte fluvial. As usinas começaram a ser construídas na década de 1970 e trouxeram relativo desenvolvimento local, gerando muitos postos de trabalho principalmente em sua fase inicial.

O setor agropecuário também se destaca na economia do município, principalmente a criação de bovinos nas fazendas de pastagem.

Euclides da Cunha Paulista localiza-se no oeste paulista (latitude de 22° 33' 41" sul e longitude de 52° 35' 25" oeste). Possui uma área de 577km² e a população em 2000 era de 10.214 habitantes. A população estimada em 2006 foi de 10.694 habitantes.

A área urbana é caracterizada por ser densamente construída, com pavimentação nas principais ruas e avenidas. Nos bairros periféricos não há pavimentação asfáltica. As construções são predominantemente para fins residenciais e na Avenida Central há o predomínio do uso comercial e de serviços. A circulação de pessoas e veículos é pequena, com exceção da rodovia que liga a cidade de Teodoro Sampaio a Rosana. A área urbana fica às margens do lago que se formou para a construção da usina hidrelétrica de Rosana no rio Paranapanema.

Presidente Prudente localiza-se a 22° 07' 04" de latitude Sul e 51° 22' 57" de longitude oeste, com população de 189.186 habitantes (Censo do IBGE, 2000) e é sede da 10a região administrativa do Estado de São Paulo. A população estimada em 2006 foi de 206.704 habitantes.

A área urbana de Presidente Prudente apresenta grande diversidade de ocupação do solo, pois os bairros mais antigos (construídos entre as décadas de 1950 e 1970) são densamente construídos e com significativa cobertura vegetal arbórea nas ruas e fundos de quintais.

Por outro lado, as áreas residenciais que surgiram nas décadas de 1980/1990, que são a grande maioria, apresentam-se com edificações esparsas, com gramado e vegetação arbórea. Nesse mesmo período, para atender à demanda por habitação das classes populares, foram construídos os conjuntos habitacionais e loteamentos destinados à população de baixa renda com terrenos menores e materiais construtivos menos adequados ao clima tropical e ao conforto térmico e ambiental (paredes finas e coberturas de fibrocimento ou asbestos), que armazenam muito calor e produzem inércia térmica.

A cidade de Paranavaí localiza-se na porção noroeste do Estado do Paraná. A cidade possui 79.110 habitantes (IBGE, 2000). De acordo com Passos (2006) o noroeste do Paraná foi contemplado com uma concepção moderna de colonização: a construção de vias de circulação e o desenho de pequenos centros urbanos, "coordenados" por cidades de porte médio (Maringá, Paranavaí, Cianorte, Umuarama); ao mesmo tempo, o parcelamento dos lotes rurais obedeceu a uma concep-

ção, cujo objetivo maior era o dinamismo da economia e das relações amplas determinantes para o desenvolvimento regional.

A cidade de Nova Andradina localiza-se na porção sudeste do Estado do Mato Grosso do Sul, com total de 43.495 habitantes (IBGE, 2000). Conforme esclarece Passos (2006), a ocupação do sudeste/sul mato-grossense foi consequência da capitalização observada nas áreas próximas e de ocupação anterior. O fato do capital “externo” se apropriar, majoritariamente do espaço, tem um peso significativo (negativo) na gestão do território, ainda hoje. As desigualdades territoriais permanecem nas condições atuais.

Do ponto de vista climático, estas cidades localizam-se em uma área onde há a alternância dos sistemas tropicais e polares; como consequência, a precipitação nessa área origina-se predominantemente pela penetração da Frente Polar Atlântica, sendo poucos os episódios resultantes de processos convectivos. As ZCAS (Zona de Convergência do Atlântico Sul) que resultam de um corredor de umidade da massa equatorial continental (noroeste/sudeste) intensificam os sistemas frontais sendo também responsáveis pela presença de chuvas principalmente no verão, especialmente no sul do Mato Grosso do Sul e no oeste paulista. As temperaturas são elevadas na maior parte do ano e as chuvas concentram-se na primavera e no verão. No outono e especialmente no inverno há significativa diminuição da precipitação e quedas nas temperaturas decorrentes do avanço de polares intensas.

Os episódios analisados

No estudo realizado nas cidades do oeste de São Paulo, a estação meteorológica automática foi instalada no ponto representativo da área rural na sede do Parque Estadual do Morro do Diabo, próximo da margem direita do rio Paranapanema, ao lado de propriedades rurais, e também próximo à presença de extensa vegetação nativa de floresta tropical. A estação foi instalada em uma extensa clareira, próxima à área de floresta.

No oeste paulista, o mês de agosto é um mês típico de estiagem e em 2007 não foi diferente. No ponto localizado na sede do Parque Estadual do Morro do Diabo, registrou-se 2,28mm nos dias 28 e 29 e totais muito pequenos de precipitação (próximos de 0,25mm) nos dias 4, 9, 18 e 19. Houve persistência de massas de ar polar e polar tropicalizada (3, 4, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 20, 21, 22, 23 e 30) que provocaram temperaturas mínimas diárias abaixo de 15°C na maioria dos dias desse mês.

A estabilidade atmosférica fez com que as diferenças térmicas entre o campo e as cidades se evidenciassem especialmente nos horários noturnos. As diferenças térmicas entre o ponto rural e os pontos localizados nas três cidades e mesmo sendo cidades de pequeno porte, as diferenças foram muito grandes, mostrando que tais cidades são capazes de gerar especificidades que são sentidas pela população, especialmente nos eventos de temperaturas mais elevadas. Foram muito comuns as diferenças excederem os 4°C especialmente nos horários de 1h, 6h, 19h e 21h, chegando a atingir valores superiores aos 8°C. Os valores máximos registrados foram de 9,8°C na cidade de Euclides da Cunha Paulista às 21h, 9,6°C em Rosana (21h) e 8,5°C em Teodoro Sampaio às 19h, todos no dia 23/08 sob a atuação de uma massa de ar polar tropicalizada.

Na figura 1, verificam-se as temperaturas nos pontos às 21h. De maneira geral, na cidade de Euclides da Cunha Paulista, embora também tenha se registrado diferenças significativas em relação ao ponto rural, foi a cidade que teve a temperatura mais baixa, na maioria dos dias, quando comparada com as outras cidades, seguida por Rosana e Teodoro Sampaio. Essas diferenças são decorrentes das características específicas de cada uma delas, conforme será apresentado na análise do mês de maio de 2007.

Às 11h e às 15h, o padrão das diferenças das temperaturas entre o rural e os ambientes urbanos apresentou características muito diferentes quando se comparado com o período noturno e com o início da manhã (6h). As diferenças diminuíram significativamente e, na grande maioria dos dias, foram nulas ou insignificantes (0,1, 0,5°C) ou o ambiente rural apresentou as temperaturas mais elevadas do que as cidades.

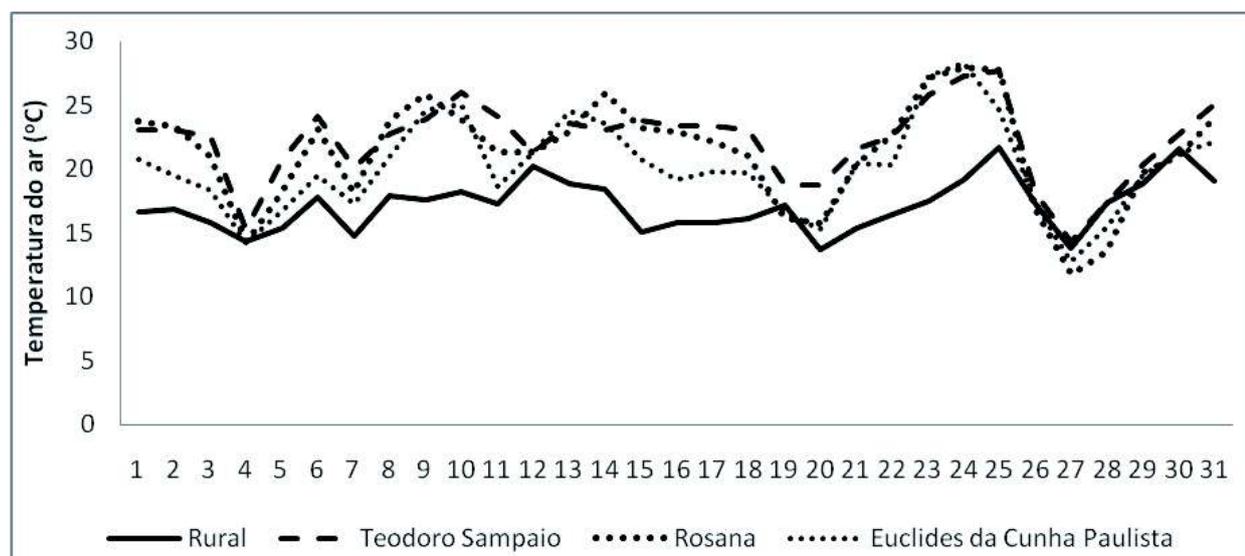


Figura 1 - Gráfico da Temperatura do ar no ambiente rural e nas áreas urbanas de Teodoro Sampaio, Euclides da Cunha Paulista e Rosana no mês de agosto de 2007 às 21h.

Segundo o Boletim Climanálise de janeiro de 2007, esse mês foi classificado entre os cinco mais chuvosos dos últimos 46 anos em grande parte das regiões sudeste e centro-oeste do Brasil. Nessas áreas, as chuvas foram decorrentes principalmente da configuração de episódios de Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). No oeste paulista, esse sistema atuou por 13 dias (1 a 4; 7 a 10, 15 e 16, 25 a 27) e as frentes atuaram por 12 dias (5 e 6; 12 a 14; 17 e 18; 20 a 22; 28 e 29). Esses sistemas trouxeram instabilidade para a atmosfera, registrando-se o total de 355mm na estação localizada na Sede do Parque Estadual do Morro do Diabo, distribuídos, com maior ou menor intensidade por 22 dias do mês (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 18, 19, 20, 23, 27, 28, 29, 30).

Independentemente do total de precipitação nos dias, as diferenças entre o ponto rural e os urbanos foram muito menores quando se compara com o mês representativo do inverno seco (agosto de 2007). As diferenças mesmo sendo pequenas, mostraram também que o campo teve as menores temperaturas do que as cidades no período noturno (1h, 19h, 21h) e às 6h. As diferenças mais representativas ocorreram nos dias sem registros de chuvas ou quando essas ocorreram durante a manhã, dando tempo para que no período noturno as cidades evidenciassem as maiores temperaturas. As maiores diferenças ocorreram nos dias 15, 16, 19, 24, 29, 31. Cabe destacar que nesses dias, as diferenças foram maiores nas três cidades especialmente às 21h (Teodoro Sampaio, 3,9°C, 4,1°C, 3,8°C, 3,8°C, 3,3°C e 3,3°C; Rosana, 4,6°C, 4,6°C, 2,7°C, 4,5°C, 4,4°C, 3,5°C; Euclides da Cunha, 4,2°C, 5°C, 3,6°C, 3,3°C, 2,6°C, 2,5°C), como se verifica na figura 2. Nos horários diurnos (11h e 15h), como no inverno, as diferenças foram pequenas e o campo foi, na maioria dos dias, mais quente do que as cidades.

No mês de maio de 2007, a penetração de massas de ar frias causaram acentuadas quedas de temperatura na região.

Nesse mês, sete sistemas frontais atuaram no Brasil. Segundo o Boletim Climanálise de maio de 2007, este número ficou acima da média que é de seis sistemas. Dos sete sistemas frontais que atuaram no Brasil, quatro deles atingiram diretamente o oeste paulista e resultaram em chuvas muito fracas nos dias 1, 7, 8, 14, 16, 24, 25, 26, 27 e 28, e chuvas um pouco mais intensas nos dias 9, 19, 20, 22, 23, totalizando 72mm no mês, sendo que cerca de 48mm ocorreram nos dias 22 e 23.

Foi, portanto, um mês que predominou a atuação de polares mais intensas e polares enfraquecidas.

Essa breve caracterização é fundamental para a compreensão das diferenças térmicas encontradas entre o ponto representativo do ambiente rural e as áreas urbanas.

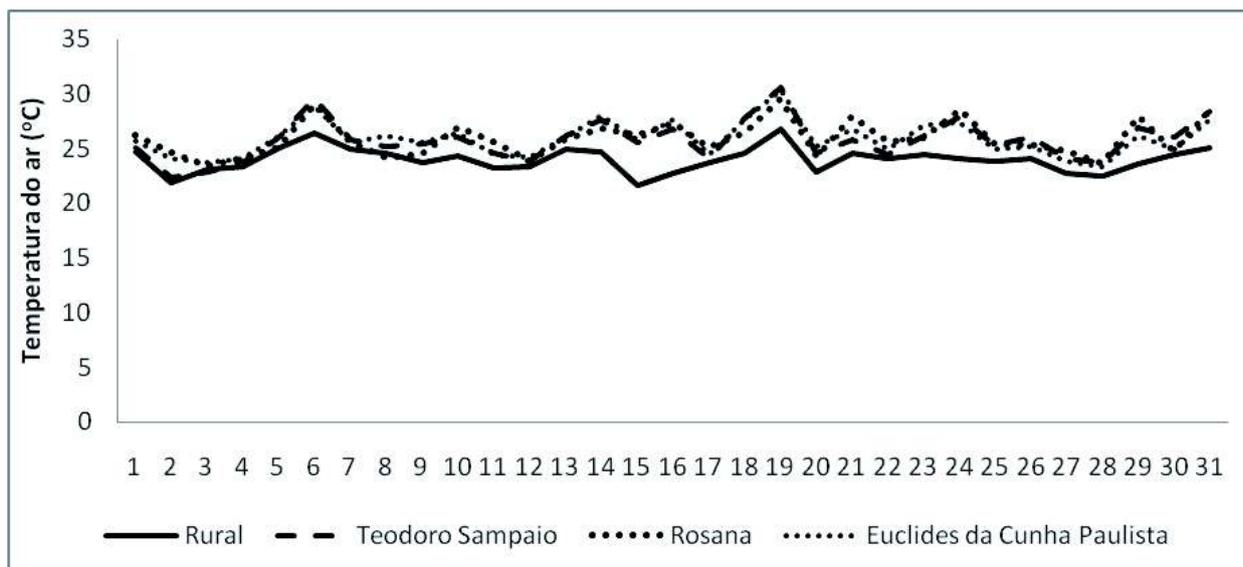


Figura 2 - Gráfico da Temperatura do ar no ambiente rural e nas áreas urbanas de Teodoro Sampaio, Euclides da Cunha Paulista e Rosana no mês de janeiro de 2007 às 21h.

Analisando-se a figura 3, verifica-se que as diferenças entre o ponto representativo do rural e as áreas urbanas foram significativas em todas as cidades.

Sob condições atmosféricas estáveis (céu limpo, baixa velocidade do vento e sem precipitação), as diferenças entre o rural e as cidades foram maiores e chegaram a 8°C em Presidente Prudente e 7,1°C em Teodoro Sampaio no dia 06. Comparando-se as diferenças entre as cidades, verificou-se que embora as diferenças tenham sido pequenas entre elas, Presidente Prudente em vários dias apresentou-se ligeiramente mais quente do que as demais cidades (Figura 3). Teodoro Sampaio foi a segunda com temperaturas mais altas, seguida por Rosana e Euclides da Cunha. Cabe destacar que Euclides da Cunha Paulista está localizada às margens do rio Paranapanema, sendo, possivelmente, o responsável pelas temperaturas um pouco mais baixas, quando comparadas às de outras cidades. Embora Rosana também esteja próxima à confluência dos rios Paraná e Paranapanema, teve temperaturas ligeiramente maiores do que Euclides da Cunha, mas menores do que em Presidente Prudente e em Teodoro Sampaio.

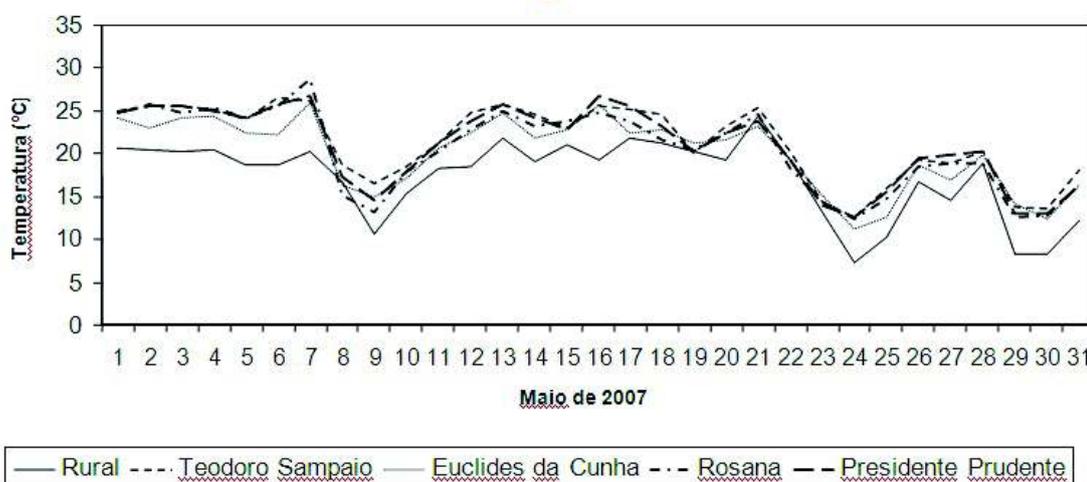


Figura 3 - Gráfico da Temperatura do ar no ambiente rural e nas áreas urbanas de Teodoro Sampaio, Euclides da Cunha Paulista, Rosana e Presidente Prudente no mês de maio de 2007 às 21h.

Assim se verifica que, de certa forma, a presença dos lagos das usinas hidrelétricas de Primavera e Rosana interferem nas características da temperatura das cidades próximas, diminuindo-as ligeiramente, quando se compara com as de outras cidades.

Sob condições atmosféricas instáveis (principalmente com a presença da precipitação em horários próximos às 21h) as diferenças entre o ambiente rural e as cidades foram insignificantes.

Os transectos realizados simultaneamente nas quatro cidades mostraram que a presença de construções, as características do uso do solo e a presença dos lagos das usinas hidrelétricas nas proximidades das áreas urbanas foram os principais responsáveis pela distribuição da temperatura nesses ambientes.

Na cidade de Presidente Prudente, cidade de médio porte, com cerca de 200.000 habitantes, foram observadas as maiores diferenças térmicas intraurbana. Nos bairros densamente construídos, as temperaturas foram maiores do que no ambiente rural do entorno e nos bairros com menor densidade de construções. Como já observado em outras pesquisas realizadas na mesma cidade (Amorim, 2005), esse padrão de distribuição pode se modificar em função da direção e velocidade do vento que desloca as ilhas de calor para outras áreas da cidade.

Sob atuação de polar intensa, como a observada nos dias 29 e 30 de maio de 2007, foram detectadas ilhas de calor nas áreas densamente construídas e as ilhas de frescor foram observadas nos bairros com menor densidade de construções, no ambiente rural e nos fundos de vale, mesmo aqueles inseridos na malha urbana que tiveram os córregos canalizados (Figura 4). Cabe destacar que nesses dois dias esteve presente um vento muito fraco de sudeste, que, associado com as características de fundo de vale, foram responsáveis pela diminuição da temperatura na zona leste da cidade, sofrendo, portanto, interferência do rural, nesses bairros, mesmo sendo esses densamente construídos.

Foram observadas ilhas de calor de forte magnitude, com diferenças entre o ponto mais quente e o ponto mais frio de 4,8°C e 7°C (Tabela 1).

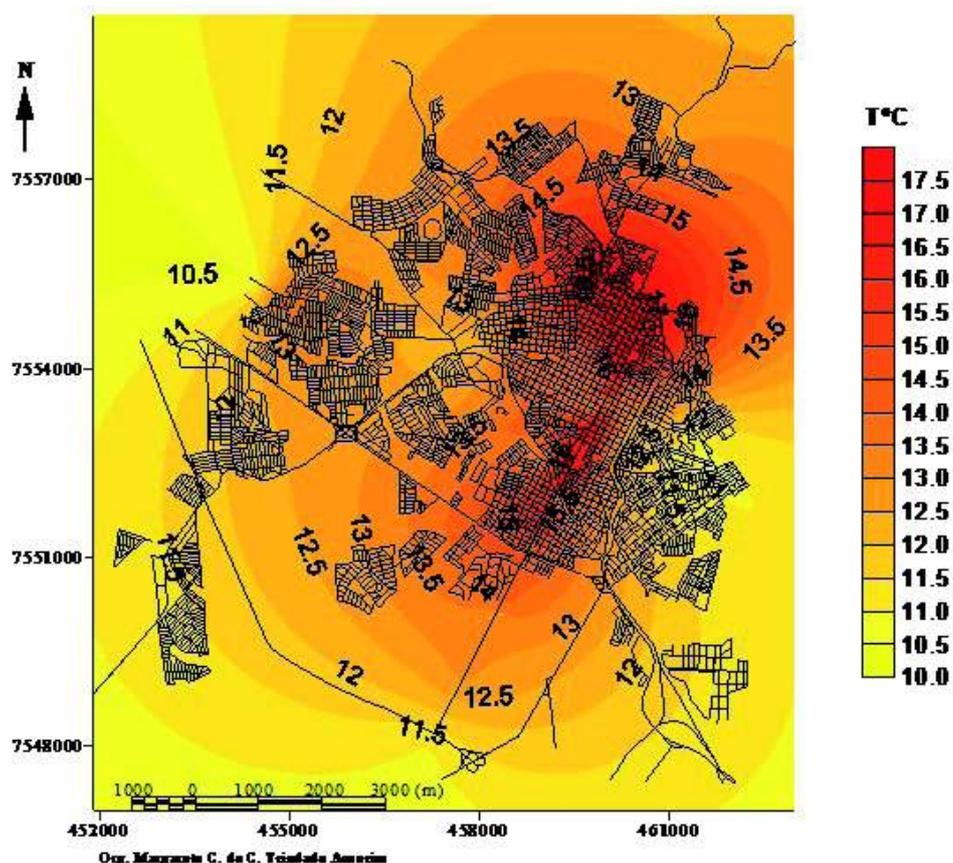


Figura 4 - Presidente Prudente: Temperatura do Ar - 30/05/2007 - 21h

Tabela 1 - Temperaturas máximas, mínimas e diferenças térmicas entre os pontos

Temp.(°C)	Teodoro Sampaio		Euclides da Cunha Paulista		Rosana		Presidente Prudente	
	29/05	30/05	29/05	30/05	29/05	30/05	29/05	30/05
Máxima	13	13,3	14,5	13,4	13,1	13	15,8	17,5
Mínima	10,1	9,5	11,3	10,3	10	10,1	11	10,5
Diferenças	2,9	3,8	3,2	3,1	3,1	2,9	4,8	7

Fonte: Trabalho de Campo – maio de 2007

Nas cidades pequenas as diferenças intraurbanas foram menores (Tabela 1). Foram detectadas ilhas de calor de média magnitude, entre 2,9°C e 3,8°C.

A distribuição espacial da temperatura esteve muito relacionada às características da superfície e, as temperaturas mais altas, não ocorreram apenas nos bairros densamente construídos. Ficou nitidamente configurada a interferência dos lagos das usinas hidrelétricas na formação das ilhas de calor.

Na cidade de Euclides da Cunha Paulista, as maiores temperaturas foram registradas nos bairros densamente construídos e na porção sul da malha urbana (proximidades do lago no Rio Paranapanema). (Figura 5)

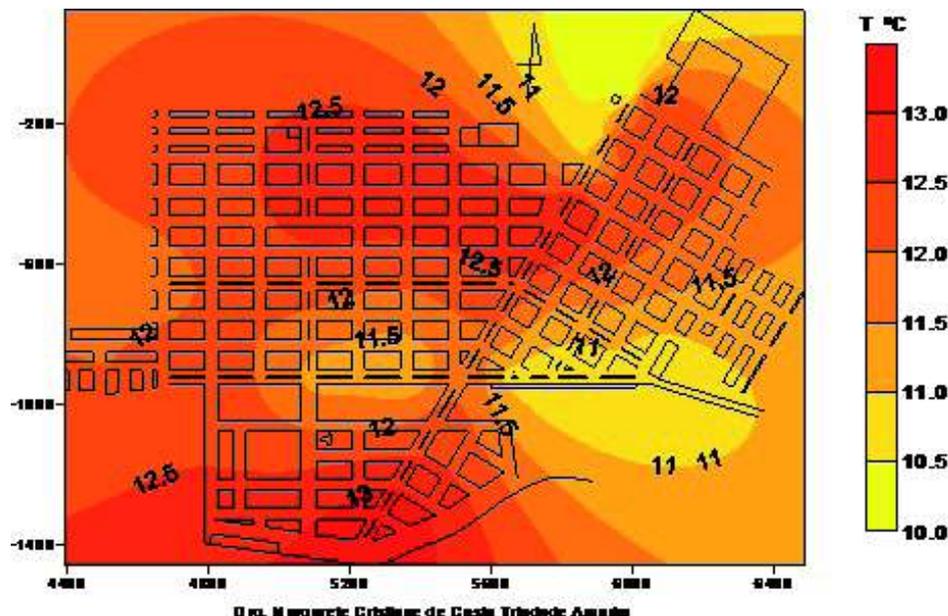


Figura 5 - Euclides da Cunha Paulista: Temperatura do Ar – 30/05/2007 – 21h

Na cidade de Rosana, houve a formação de um bolsão de ar quente entre a área densamente construída (central) e as margens do lago localizado na porção nordeste da malha urbana. (Figura 6).

O fato de se registrarem temperaturas elevadas nas proximidades dos lagos, sendo essas muito parecidas com as das áreas densamente construídas, pode ser explicado considerando-se as especificidades de cada superfície. Nas áreas densamente construídas, pelas características dos materiais construtivos (asfalto, concreto etc.), e pela densidade das construções, existe a capacidade de maior armazenamento de calor, que é liberado lentamente para a atmosfera, quando se compara com as áreas de pastagens, que devolvem o calor para a atmosfera mais rapidamente apresentando, portanto, temperaturas do ar menores, logo depois do anoitecer.

Nas proximidades das superfícies líquidas, as temperaturas mais elevadas ocorrem porque comparativamente com as superfícies sólidas, a água, nos dias de temperaturas baixas (sob atuação de polar), tem a capacidade de armazenar o calor por mais tempo do que a terra. Assim, o ar sobre e próximo às superfícies líquidas tem maiores temperaturas.

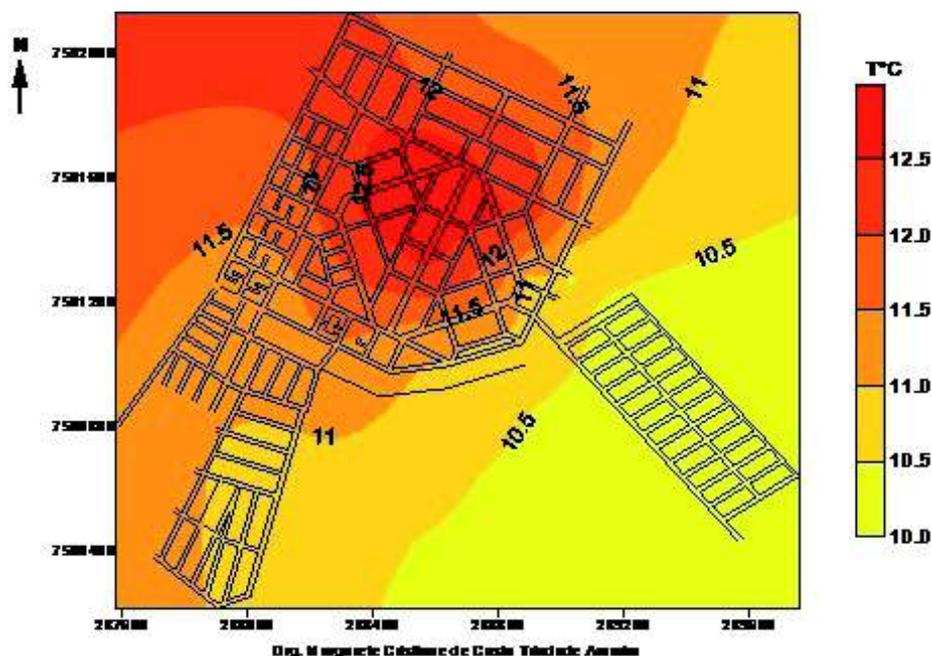


Figura 6 - Rosana: Temperatura do Ar – 30/05/2007 – 21h

Teodoro Sampaio, assim como as outras cidades estudadas, apresentou diferenças térmicas intraurbanas que chegaram a 3,8°C. A área central e os bairros densamente construídos foram também os mais quentes. O núcleo das maiores temperaturas ocorreu na avenida principal que é também uma rodovia que passa no meio da cidade. Neste local também se concentra o comércio e a densidade de vegetação arbórea nas ruas é baixa. (Figura 7).

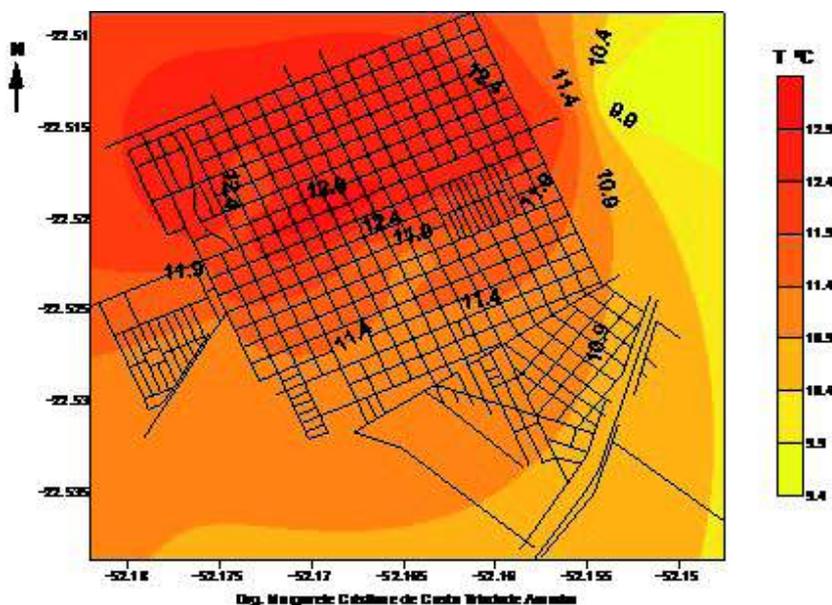


Figura 7 - Teodoro Sampaio: Temperatura do ar – 30/05/2007 – 21h

O mês de julho de 2008 caracterizou-se pela ausência de chuva tanto em Paranavaí como em Nova Andradina. A ausência de precipitação predominou na maior parte do território brasileiro. Segundo o Boletim Climanalise de julho de 2008, choveu abaixo da média histórica em toda a região sudeste e centro-oeste. Somente no dia 23, a atuação do sexto sistema frontal contribuiu para a formação de áreas de instabilidade e ocorrência de chuvas moderadas principalmente no sudeste do

Estado de São Paulo. A massa de ar quente e seco também proporcionou baixos valores de umidade relativa do ar em toda a região sudeste e centro-oeste.

Em Paranavaí registrou-se tanto na área urbana, como na rural, cerca de 8mm no dia 23/07 e 3mm no dia 24/07.

Em Nova Andradina, os totais foram ainda menores, registrando-se 4mm na área urbana e 0,5mm na área rural, no dia 23/07 e em torno de 1mm nos dois ambientes no dia 24/07.

Nos outros dias do mês, não foram registradas precipitações em nenhuma das duas cidades e atuaram sistemas estabilizadores do tempo, extremamente propícios à manifestação do clima urbano.

Sob condições atmosféricas ideais para a manifestação do clima urbano, sem precipitação e ventos fracos, as duas cidades se apresentaram, do ponto de vista térmico, com características diferentes, especialmente depois do por do sol até o amanhecer.

Na cidade de Paranavaí, ao se comparar os dados de temperaturas registradas no ambiente urbano e rural, verificou-se que as maiores diferenças ocorreram no horário de 16h e não no período noturno. Embora o ponto representativo do ambiente urbano seja mais quente que o rural (Figuras 8, 9, 10, 11, 12, 13), na grande maioria de todos os horários estudados, as diferenças não foram tão significativas como foram em Nova Andradina.

Na cidade de Nova Andradina, o ponto representativo do urbano manifestou-se com temperaturas muito mais elevadas do que no do ambiente rural especialmente nos horários noturnos (Figuras 14, 15, 16, 17, 18, 19), com diferenças que chegaram a 10,9°C no dia 19/07 às 2h. Diferenças muito elevadas de temperaturas e próximas a esta também foram registradas nos dias 16 (10,2°C às 20h), 17 (10,2°C às 20h), 18 (9,5°C às 20h), 20 (10,5°C às 2h). Nessa cidade as temperaturas não apresentaram diferenças significativas às 12h e às 16h (Figuras 16 e 17).

No ponto representativo do ambiente rural em Nova Andradina, havia uma extensa área de pastagem com cobertura vegetal arbórea esparsa. Nas proximidades havia uma represa e a estação estava em uma altitude de 388m.

O ponto representativo do urbano em Nova Andradina estava em um bairro próximo ao Centro, densamente construído e caracterizava-se por possuir pequena quantidade de cobertura vegetal arbórea nas ruas e a estação meteorológica foi instalada a 379m de altitude. Assim, as diferenças de temperaturas encontradas dizem respeito às características do uso e da densidade de construções do solo e não por diferenças na altimetria ou no relevo, porque são muito parecidos.

Na cidade de Paranavaí, a estação meteorológica do ponto representativo do rural, foi instalada em área com baixa densidade de construções, com predomínio de vegetação.

O ponto representativo do urbano de Paranavaí estava em um bairro próximo ao centro com alta densidade de construções e alta densidade de cobertura vegetal arbórea especialmente nas calçadas, sendo que em várias ruas, a visão do céu do observador da superfície era interrompida devido à presença das árvores com grandes copas.

A altitude do ponto rural de Paranavaí era de 468m e do urbano de 451m, sendo, portanto altitudes muito próximas.

O elemento diferenciador entre as duas cidades para que as características da temperatura entre o urbano e o rural fossem tão diferentes foi, sem dúvida, a presença da cobertura vegetal arbórea especialmente nas calçadas na cidade de Paranavaí. Os registros das temperaturas mostraram que, apesar de Paranavaí ser maior do que Nova Andradina, as temperaturas na primeira cidade citada foram muito mais próximas ao ambiente representativo do rural, e, portanto, as temperaturas foram menos modificadas pela intervenção humana.

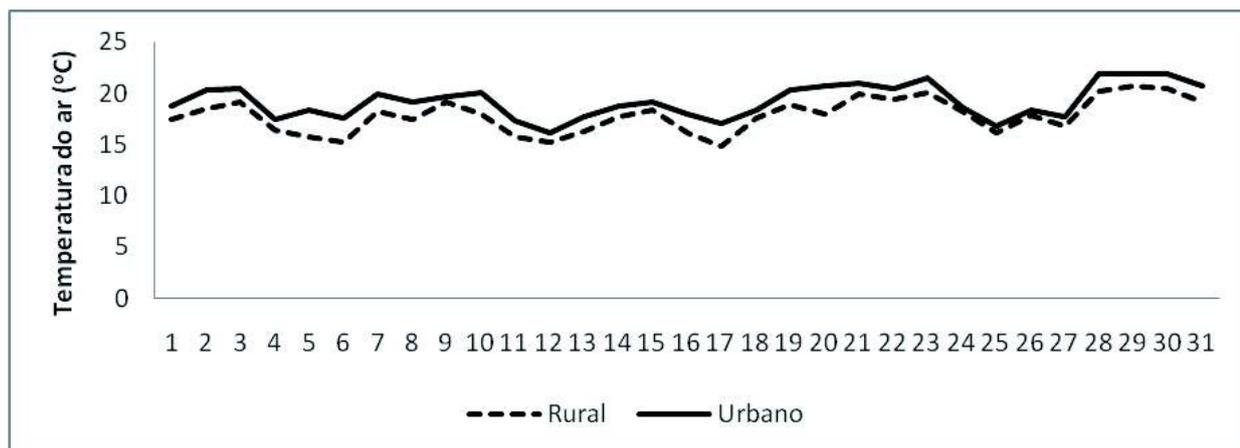


Figura 8 - Gráfico da Temperatura do ar no ambiente rural e na área urbana de Paranavaí no mês de julho de 2008 às 2h

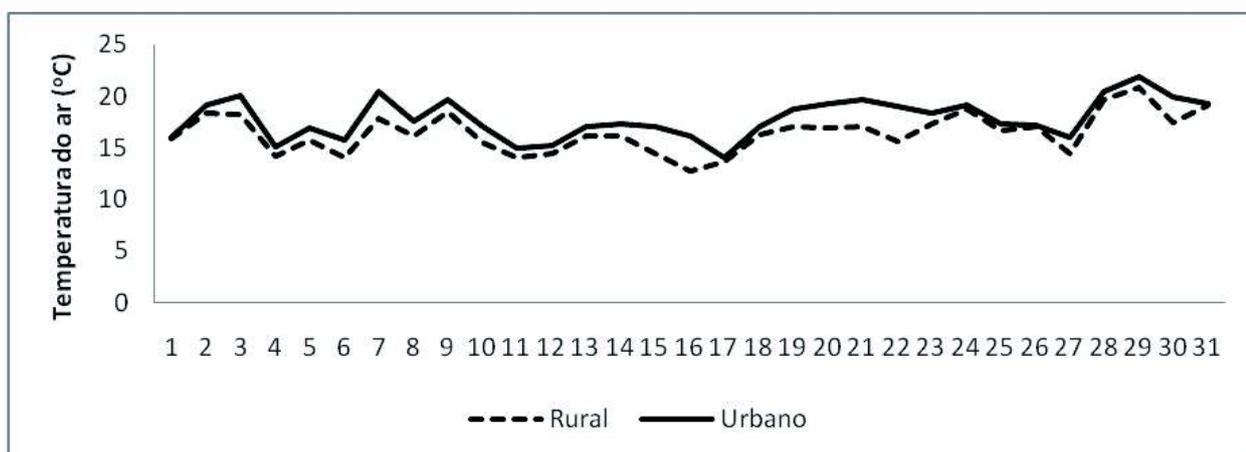


Figura 9 - Gráfico da Temperatura do ar no ambiente rural e na área urbana de Paranavaí no mês de julho de 2008 às 6h

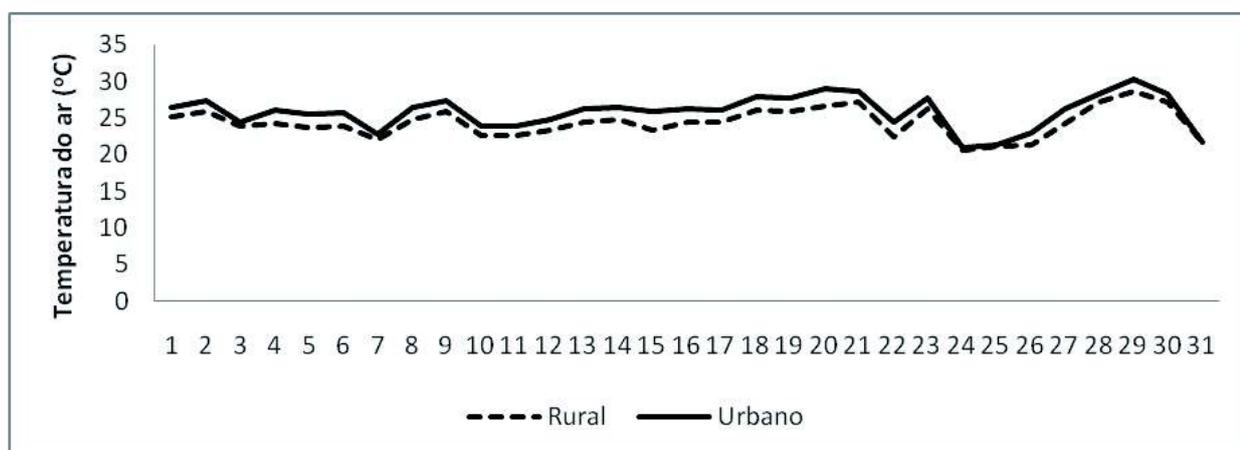


Figura 10 - Gráfico da Temperatura do ar no ambiente rural e na área urbana de Paranavaí no mês de julho de 2008 às 12h

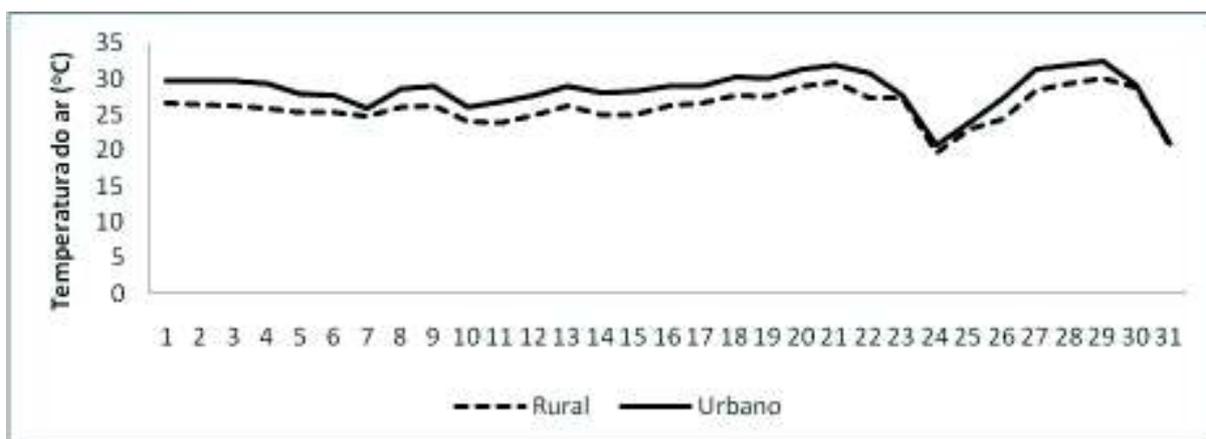


Figura 11 - Gráfico da Temperatura do ar no ambiente rural e na área urbana de Paranavaí no mês de julho de 2008 às 16h

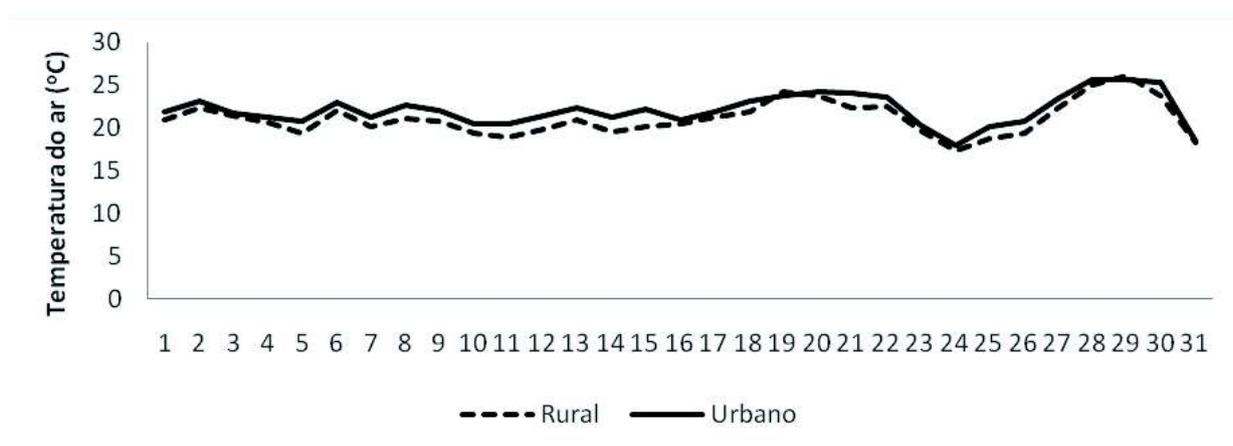


Figura 12 - Gráfico da Temperatura do ar no ambiente rural e na área urbana de Paranavaí no mês de julho de 2008 às 20h

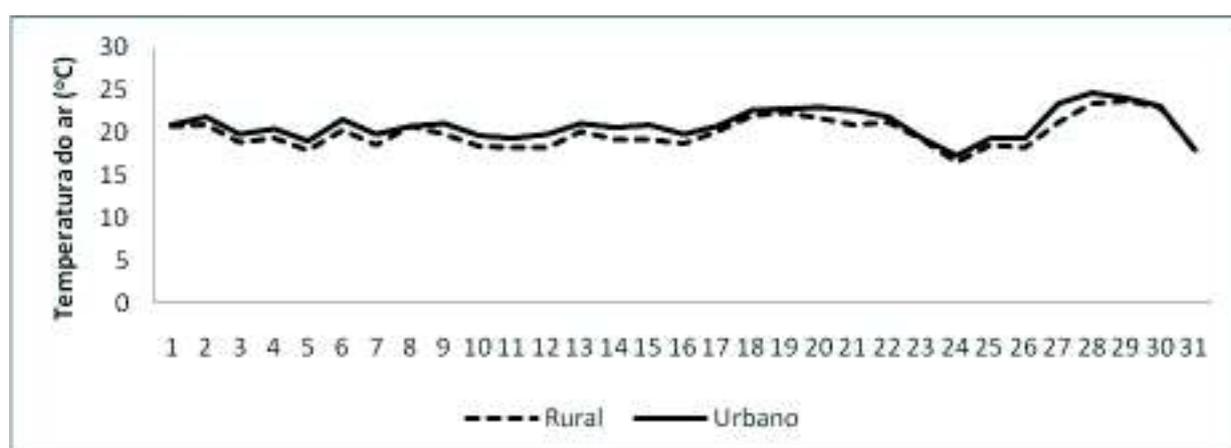


Figura 13 - Gráfico da Temperatura do ar no ambiente rural e na área urbana de Paranavaí no mês de julho de 2008 às 22h

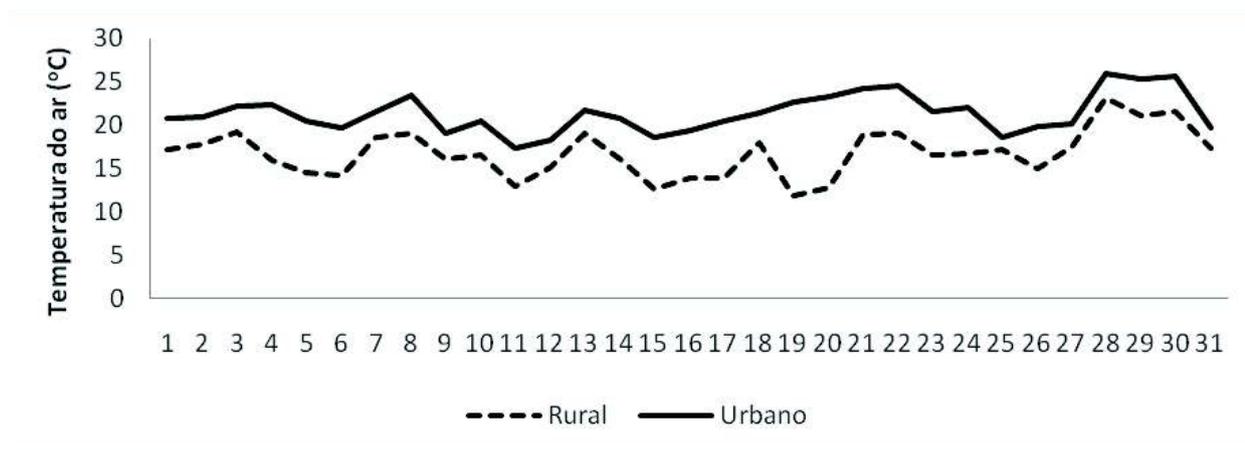


Figura 14 - Gráfico da Temperatura do ar no ambiente rural e na área urbana de Nova Andradina no mês de julho de 2008 às 2h

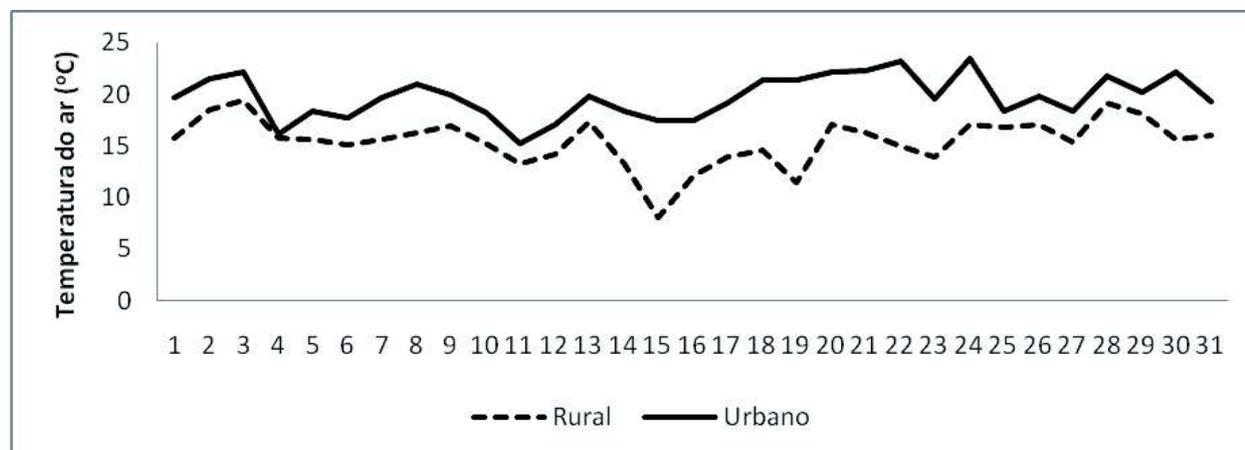


Figura 15 - Gráfico da Temperatura do ar no ambiente rural e na área urbana de Nova Andradina no mês de julho de 2008 às 6h

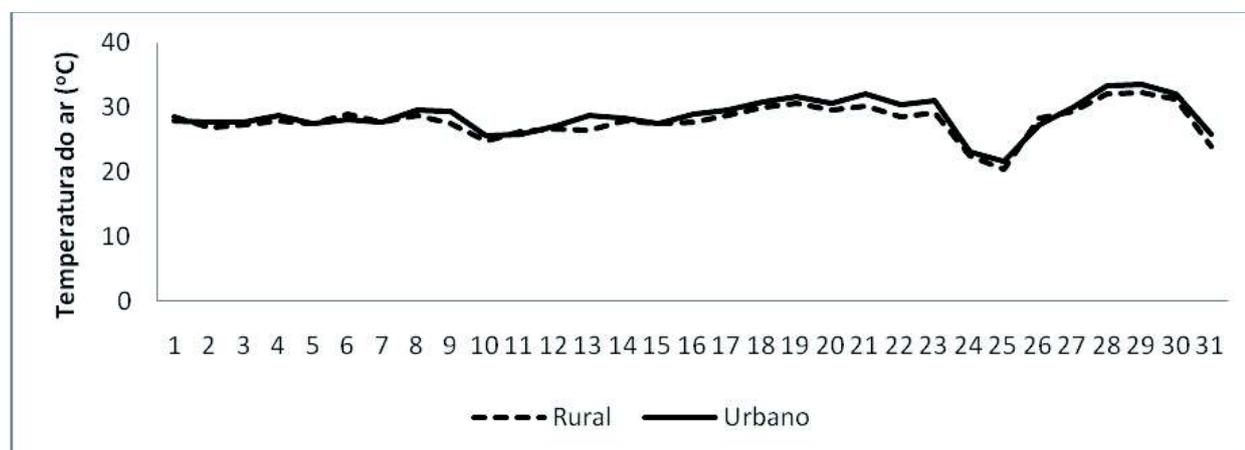


Figura 16 - Gráfico da Temperatura do ar no ambiente rural e na área urbana de Nova Andradina no mês de julho de 2008 às 12h

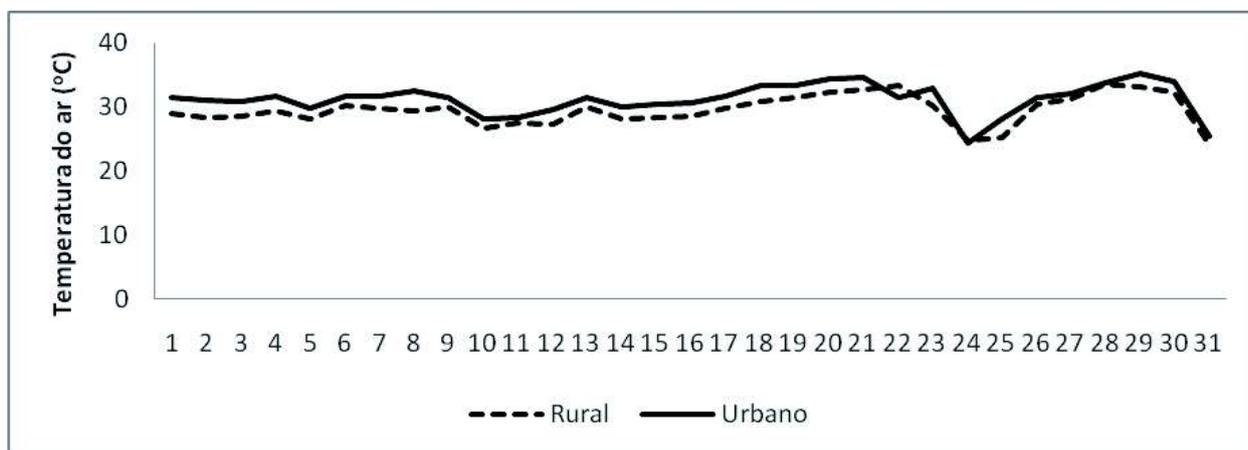


Figura 17 - Gráfico da Temperatura do ar no ambiente rural e na área urbana de Nova Andradina no mês de julho de 2008 às 16h

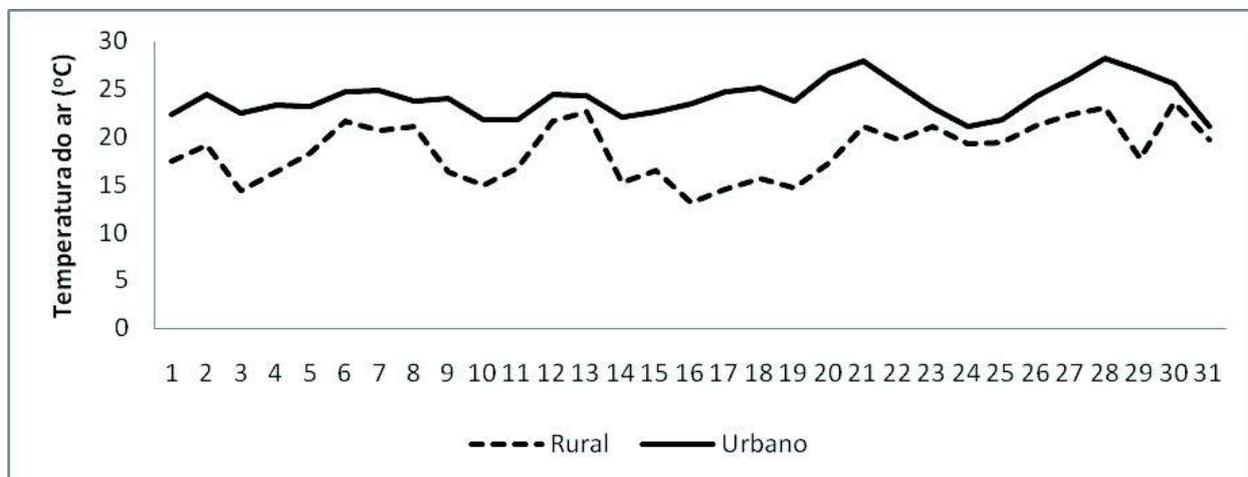


Figura 18 - Gráfico da Temperatura do ar no ambiente rural e na área urbana de Nova Andradina no mês de julho de 2008 às 20h

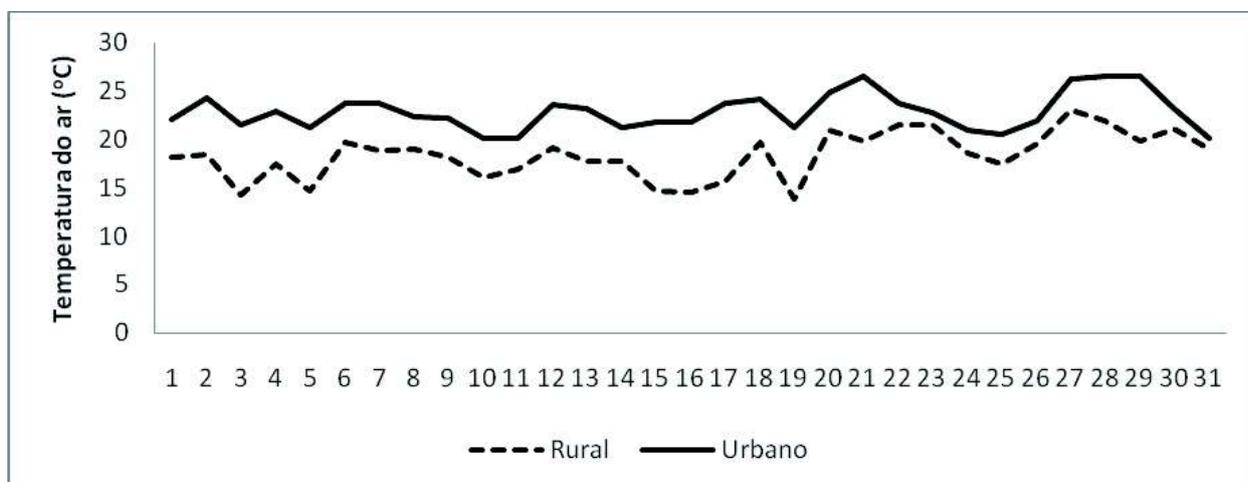


Figura 19 - Gráfico da Temperatura do ar no ambiente rural e na área urbana de Nova Andradina no mês de julho de 2008 às 22h

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Habitualmente o planejamento urbano não considera as condições climáticas locais, cuja tecnologia é importada dos países de altas latitudes. A ocupação colonial deixou como herança, técnicas de construção e desenho urbano adotado dos países europeus, além da estrutura arquitetônica vigente nos Estados Unidos e Europa.

O estudo de clima urbano, além da quantificação das alterações detectadas, torna fundamental uma análise geográfica do fenômeno, ou seja, estabelece relações entre os dados mensurados e os elementos componentes da cidade. Esses estudos podem contribuir para a melhoria da qualidade ambiental, pois a formação das ilhas de calor cria uma circulação do ar na cidade que favorece a concentração de poluentes, podendo provocar distúrbios nas pessoas, tais como doenças respiratórias, circulatórias, e, nos países tropicais, um grande desconforto térmico, provocado pelas altas temperaturas comuns nessas latitudes.

Assim como se observa na literatura sobre o assunto, em estudos realizados em Presidente Prudente (Amorim 2000 e 2005), o armazenamento e a reflexão do calor têm comportamentos diferenciados de acordo com o período do dia. No início da manhã, quando os raios solares incidem de maneira mais inclinada, as áreas densamente construídas provocam o “efeito sombra” dificultando a penetração dos raios solares, resultando em temperaturas mais baixas do que no entorno rural. Por outro lado, lugares com edificações esparsas ou no ambiente rural, a transformação da energia solar de ondas curtas para ondas longas se dá de maneira mais rápida originando ambientes mais quentes.

À medida que a radiação solar se intensifica no decorrer da manhã e no período da tarde, já se observam temperaturas mais altas nas áreas com maior densidade de construções e com menor quantidade de vegetação arbórea nas ruas e nos jardins e no rural.

No período noturno, a atmosfera próxima à superfície na cidade é mais quente do que nas áreas circundantes devido à capacidade dos materiais urbanos em armazenar o calor. Por exemplo, no ambiente rural, com cobertura vegetal, a absorção é de aproximadamente 75% do calor enquanto nas áreas densamente construídas e sem vegetação a absorção de calor pode chegar a 95 ou 98%.

Dependendo das características de cada ambiente urbano, pode se encontrar não apenas uma ilha de calor, mas um arquipélago, com vários lugares com temperaturas mais elevadas. Os principais fatores que interferem nas diferenças da temperatura intraurbana e rural são a elevada capacidade de absorção de calor de superfícies urbanas como o asfalto, paredes de tijolo ou concreto, telhas de barro e de amianto; falta de áreas revestidas de vegetação, diminuindo o albedo, pois quanto maior a área verde, maior é o poder refletor, levando a uma maior absorção de calor; impermeabilização da superfície pelo calçamento e desvio da água por bueiros e galerias, reduzindo a evaporação, e aumentando o calor sensível; concentração de edifícios, que interfere na circulação dos ventos; poluição atmosférica intensificando o efeito estufa; aumento do aquecimento da atmosfera pela queima dos combustíveis fósseis nos veículos e nas indústrias.

As cidades podem ser, portanto, mais ou menos saudáveis dependendo das suas características geocológicas e urbanas, que resultam na geração de ilhas de calor.

Cabe destacar que o conhecimento do ritmo climático tem papel fundamental nos estudos do clima urbano, já que dependendo da sucessão habitual dos tipos de tempo, as cidades onde se observam condições sinóticas predominantemente estáveis, as pessoas que nelas vivem estão mais sujeitas a situações de insalubridade devido à frequência e à intensidade com que as ilhas de calor têm sido detectadas. Por outro lado, sob a atuação de sistemas atmosféricos instáveis que resultam em alta velocidade do vento e precipitações, as ilhas de calor se desfazem, havendo a homogeneização da temperatura nos diferentes pontos da cidade.

As cidades mais sujeitas à geração de ilhas de calor precisam investir no planejamento e na gestão que priorize as questões ambientais por meio da implantação e revitalização da vegetação arbórea não apenas nos parques e praças, mas inclusive nas calçadas, nos jardins e quintais das moradias.

A cobertura de vegetação arbórea e de outros portes contribuem para a melhoria da qualidade da atmosfera por meio da fotossíntese, porque absorve o dióxido de carbono do ar armazenando-o para o seu crescimento e emitem oxigênio para a atmosfera. Além disso, as folhas removem vários poluentes do ar, tais como, óxido de nitrogênio, óxidos de enxofre e as partículas sólidas em suspensão.

A vegetação arbórea que proporciona sombra ajuda a manter a temperatura do ar interno nas edificações, diminuindo o seu aquecimento, além de resfriar a temperatura externa. Além de mitigar as ilhas de calor, a presença de vegetação também contribui para o escoamento superficial, diminuindo as enchentes, porque capturam a água da chuva em suas folhas, galhos e troncos e reduzem e retardam a quantidade de água que atinge o solo. Com o mesmo propósito, os pavimentos permeáveis ou que permitem que a água escoe por entre o pavimento, também são importantes na redução do escoamento superficial e nas enchentes.

Os cursos d'água nos ambientes urbanos também podem ser uma fonte de amenização das altas temperaturas, na medida em que a prática das canalizações fechadas deixe de ser utilizada como principal alternativa para esconder o problema dos esgotos lançados in natura nos mesmos. A prática da utilização de materiais construtivos inadequados, tais como as telhas de fibrocimento, que prevalecem nos bairros e conjuntos habitacionais de população de baixa renda, e as metálicas (alumínio, zinco e aço galvanizado), nas edificações comerciais e industriais, precisa ser revista, porque contribui para o armazenamento do calor.

Assim, algumas dessas atitudes dependem do poder público, mas outras dependem do cidadão que tem um importante papel neste processo.

As dificuldades de aplicação da climatologia urbana no planejamento e na gestão se devem em parte à pequena comunicação entre pesquisadores e agentes do planejamento. Sobre esse assunto, Andrade (2005, p.80) apresenta três pontos importantes: a formação inadequada dos planejadores e arquitetos, a falta de compreensão dos climatólogos quanto às reais necessidades do planejamento urbano e o tipo de prioridades definidas.

Além desses fatores podem também ser considerados como obstáculo à aplicação da climatologia no planejamento urbano, as limitações econômicas, principalmente das construções populares na utilização de materiais construtivos pouco adequados ao clima tropical e ao reduzido tamanho dos lotes; a falta de clareza e coerência das políticas na aprovação de conjuntos habitacionais densamente construídos e loteamentos com terrenos praticamente com toda a sua área construída.

De maneira geral, nos ambientes urbanos, as preocupações com as condições climáticas estão presentes em construções isoladas, valorizando-se, sobretudo os ambientes internos, por meio da climatização e, poucas vezes, o espaço externo é considerado.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade. **O clima urbano de Presidente Prudente/SP**. São Paulo, 2000. 374p. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.

AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade. Intensidade e forma da ilha de calor urbana em Presidente Prudente/SP. *Geosul*, UFSC - Florianópolis, v. 20, n. 39, p. 65-82, 2005.

ANDRADE, Henrique. **O clima urbano** – natureza, escalas de análise e aplicabilidade. Lisboa: Finis terra, XL, 80, 2005, p. 67-91

GARCÍA, FERNÁNDEZ F. **Manual de climatologia aplicada**: clima, medio ambiente y planificación. Madrid: Editorial síntesis, S.A., 1996. 285p.

GARTLAND, Lisa. **Ilhas de Calor**: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas. Tradução: Silvia Helena Gonçalves. São Paulo: Oficina de Textos, 2010. 248p.

MONTEIRO, Ana. **O clima urbano do Porto**: contribuição para a definição das estratégias de planejamento e ordenamento do território. Fundação Calouste Gulbenkian, Junta Nacional de Investigação Científica e

Tecnológica, 1997. 485p.

MONTEIRO, C. A. de F. **Teoria e Clima Urbano**. São Paulo: IGEOG/USP, 1976. 181p. (Série Teses e Monografias, 25).

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

PASSOS, M.M dos. **A Raia Divisória** - Geosistema, Paisagem e Eco-História. Maringá: EDUEM, Vol.1, 2006.

PATZ, J.A.; McGEEHIN, M. A.; BERNARD, S. M.; EBI, K.L.; EPSTEIN, P. R.; GRAMBSCH, A.; GUBLER, D. J.; REITER, P.; ROMIEU, I.; ROSE, J. B.; SAMET, J. M.; TRTANJ, J. The potential health impacts of climate variability and change for the United States: executive summary of the report of the health sector of the U.S. **National Assessment. Environmental Health Perspectives**, 108: 367-376, 2000.

PINHO, O. S.; ORGAZ, M. D. M. The urban heat island in a small city in coastal Portugal. **International Journal of Biometeorology**, 44: 198-203, 2000.

Boletim Climanálise - http://www6.cptec.inpe.br/revclima/boletim/pdfs/janeiro_2007.pdf

Boletim Climanálise - http://www6.cptec.inpe.br/revclima/boletim/pdfs/agosto_2007.pdf

Boletim Climanálise - http://www6.cptec.inpe.br/revclima/boletim/pdfs/maio_2007.pdf

Boletim Climanálise - <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/index0708.shtml>

<http://satelite.cptec.inpe.br/home/>

<https://www.mar.mil.br/dhn/chm/meteo/prev/cartas/cartas.htm>

<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/>

Trabalho enviado em novembro de 2010

Trabalho aceito em dezembro de 2010