

ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS NOTURNAS DOS ELEMENTOS CLIMÁTICOS EM UM EPISÓDIO DE VERÃO NO MUNICÍPIO DE TEODORO SAMPAIO-SP

ANALYSIS OF NOCTURNAL CHARACTERISTICS OF CLIMATE ELEMENTS IN SUMMER ANEPISODE IN TEODORO SAMPAIO-SP CITY

Gabriela Narcizo de Lima¹

Margarete Cristiane de Costa Trindade Amorim²

Resumo: O município de Teodoro Sampaio localiza-se no extremo Oeste do Estado de São Paulo à 22°31'57" de latitude sul e 52°10'03" de longitude Oeste, estando a uma altitude média de 321 metros, e integrando a região conhecida como Pontal do Paranapanema. O objetivo da pesquisa foi avaliar as diferenças de temperatura e umidade relativa do ar entre a zona rural e urbana do município de Teodoro Sampaio, em três horários do período noturno (19h, 21h e 23h), decorrentes do tipo de uso e ocupação do solo, a fim de detectar a geração de um clima próprio das áreas urbanas, ou seja, o clima urbano. Para isso, foram coletados dados de temperatura, umidade relativa do ar, direção e velocidade do vento, pressão atmosférica e precipitação em 28 dias do mês representativo do verão (fevereiro de 2007) em um ponto característico do meio urbano e outro do rural. A metodologia consistiu na instalação de duas estações meteorológicas automáticas, sendo uma na área densamente construída de Teodoro Sampaio e outra na Sede do Parque Estadual do Morro do Diabo. Foram realizadas análises dos sistemas atmosféricos regionais, por meio das imagens do satélite GOES, nos dias de registro dos elementos do clima. O mês de fevereiro, típico de verão, apresentou muitas chuvas, decorrentes da atuação de quatro sistemas frontais e duas ZCAS ao longo do mês. As temperaturas não variaram muito, sofrendo pequenas quedas, apenas nos episódios de atuação das Frentes Frias e da Massa Polar Tropicalizada. As maiores diferenças ocorreram às 21h, quando se atingiram as máximas do período analisado, com valores de 5,7°C e 39%.

Palavras chave: clima urbano, temperatura, umidade relativa do ar, Teodoro Sampaio.

Abstract: Teodoro Sampaio's city is located in the extreme west of the state of São Paulo at 22°31'57" south latitude and 52°10'03" west longitude, with an average altitude of 321 meters, integrating the region known as Pontal do Paranapanema. The objective of the survey was to evaluate the differences of temperature and relative humidity between urban and rural area of Teodoro Sampaio's city, in three hours of the night period (19h, 21h and 23h), resulting from the type of use and occupation of soil, in order to detect the creation of a climate of urban areas, so the urban climate. For this reason, were collected data of temperature, relative humidity,

¹ Mestranda em Geografia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho/ FCT. Endereço profissional: Departamento de Geografia Humana e Regional. Rua Roberto Simonsen, 305. 19060-900 - Presidente Prudente, SP - Brasil, E-mail: bielanl@yahoo.com.br

² Professora Doutora do Departamento de Geografia da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho/ FCT. Departamento de Geografia Humana e Regional. Rua Roberto Simonsen, 305 19060-900 - Presidente Prudente, SP - Brasil, E-mail: mccta@fct.unesp.br

direction and wind speed, atmospheric pressure and precipitation in 28 days of the month representative of the summer (February 2007) in a characteristic point of urban and another of rural. The methodology was the installation of two automatic weather stations, being one in a densely built area of Teodoro Sampaio and other in the ground of the Parque Estadual do Morro do Diabo (PEMD). We performed analyses of regional atmospheric systems, through the images of the GOES satellite, on the registration of the elements of the climate. On February, typical of summer, had many rains, resulting from the performance of four systems front and two ZCAS over the month. The temperatures did not vary much, suffering minor falls, only in episodes of acting in the Cold Front and Weak Polar Mass. The major differences could be observed at 21h, being the most representative, when it reached the maximum of analysis period, with values of 5.7°C and 39%.

Key words: Urban climate; temperature; relative humidity; Teodoro Sampaio/SP

Introdução

O processo de produção capitalista, que ganhou força no século XIX, levou o homem do campo para as cidades, aumentando rapidamente a população destes núcleos e alterando fortemente seus sítios.

No Brasil, este fenômeno ganhou visibilidade entre as décadas de 1950 e 1960, e vem crescendo continuamente desde então.

“Em 1940 a população urbana representava apenas 31,24% do total, passando para 36,16% em 1950, 44,67% em 1960, 55,92% em 1970, 67,59% em 1980, 75,59% em 1991 e 78,36% em 1996.(...)” (AMORIM, 2000, p.16)

De acordo com o Censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, no ano de 2000, a população urbana brasileira ultrapassou dois terços da população total do país e atingiu a marca dos 138 milhões de pessoas.

O crescimento da urbanização que a sociedade moderna tem presenciado está gerando graves mudanças nas paisagens naturais .

Si bien el nivel de desarrollo em los procesos de urbanización e industrialización há sido considerado, generalmente, como um indicador de progreso, no es menos cierto que este desarrollo ha comportado um problema importante, que podría resumirse em el deterioro general del medio em las ciudades [...]. (GARCÍA, 1991 – 1992, p. 137).

A substituição dos ambientes naturais por áreas urbanas gera o aumento das temperaturas na escala local. Este fenômeno ocorre em função de vários fatores, tais como a diminuição das áreas verdes, a canalização dos córregos, o aumento das indústrias que liberam poluentes na atmosfera entre outras atividades inerentes à vida nas cidades, que além de gerarem o aumento nas temperaturas, causam a redução da umidade relativa, dando origem a um clima particular, denominado clima urbano.

A evidência de tal alteração no meio ambiente é dada pelo próprio fato de atribuir-se às cidades um clima específico, designado, convencionalmente, de clima urbano. Partindo-se do princípio de que as cidades efetivamente apresentam um clima diferenciado de sua vizinhança rural e que, é um espaço onde se encontra o maior

número de pessoas residindo e atuando, há necessidade de levar-se em consideração as características da atmosfera daí decorrentes. (DANNI, 1987, p.4)

A definição do que é clima urbano se dá em termos da comparação com seu entorno próximo e das diferenças entre estes.

Possivelmente, a variação na distribuição da temperatura seja a mais significativa alteração gerada pela urbanização. Este elemento do clima das cidades repercute no desempenho das pessoas em suas atividades diárias e também agrava problemas relacionados com a qualidade ambiental.

A umidade relativa do ar, intimamente relacionada à temperatura, é outro elemento de grande importância quando tratamos de clima urbano, pois esta amplia a sensação térmica percebida pelos habitantes urbanos e está diretamente ligada a outros elementos do clima.

O impacto que o rápido processo de urbanização confere às transformações globais é dos mais complexos, pois é nas cidades que os problemas ambientais mais se agravam.

Um grande ícone no estudo de clima urbano no Brasil é Monteiro, que em 1976 propõe, fundamentando seus estudos na Teoria Geral dos Sistemas, o Sistema Clima Urbano, que é uma análise baseada na percepção humana do ambiente urbanizado, e cujos resultados visam o planejamento da cidade.

O Sistema Clima Urbano deve ser compreendido através de três subsistemas, denominados Termodinâmico, Físico-químico, e Higrométrico. É um sistema aberto, adaptativo e evolutivo composto pelo clima local e pela cidade.

O canal de percepção Termodinâmico está relacionado ao conforto térmico do ambiente, já o Físico-químico é a análise da qualidade do ar sobre a cidade e o Higrométrico relaciona-se ao impacto meteórico, que nas regiões intertropicais caracteriza-se como impacto pluvial concentrado.

O clima urbano será particular a cada ambiente urbanizado. Para Monteiro (1990 p.8) o clima da cidade pode ser entendido como um sistema aberto e adaptativo, que ao receber energia do ambiente no qual se insere a modifica substancialmente.

As proposições de MONTEIRO (1976) foram amplamente difundidas e aplicadas no Brasil, e são utilizadas ainda hoje em vários estudos da climatologia urbana.

O crescimento urbano no Brasil acarretou a derrubada de grandes áreas florestais em várias regiões do país. No oeste do Estado de São Paulo não foi diferente, pois além do surgimento dos centros urbanos, o uso do solo rural predominantemente voltado para a agropecuária, resultou em fortes transformações em sua vegetação natural ao longo dos anos.

O Oeste Paulista, uma região que sofreu intensas transformações antropogênicas, ocasionadas pela ação de grileiros e especuladores imobiliários, ocupada pelos cafeicultores e ainda atravessada por ferrovias, grandes consumidoras de lenha, teve sua vegetação natural, com predomínio de matas, rapidamente extinta e substituída por culturas e pastagens. (BOIN, 2000, p.8).

O que atualmente se vê no Oeste paulista são cidades de médio e pequeno porte. A vegetação natural ficou restrita a algumas pequenas parcelas do território,

que se localizam principalmente na área que corresponde ao Parque Estadual do Morro do Diabo, no município de Teodoro Sampaio.

Como as cidades são dinâmicas, ou seja, tendem a se transformar constantemente, ampliando-se horizontal e verticalmente, provocam com frequência novas e maiores alterações na atmosfera que as recobre. Neste sentido, os estudos de clima urbano são imprescindíveis, principalmente nas cidades brasileiras ainda pouco exploradas.

Mesmo as pequenas e médias cidades muitas vezes apresentam características que modificam o clima local e que estão diretamente ligadas às formas de uso do solo.

As cidades de porte médio e pequeno possuem então características geográficas bastante diferenciadas daquelas de grande porte e metropolitanas, e apresentam, portanto, consideráveis facilidades para a identificação de suas paisagens intra-urbanas; estas, previamente identificadas, permitirão uma melhor compreensão da interação sociedade-natureza na construção do clima urbano (MENDONÇA, 2003 p.96)

Para Monteiro (1991, p. 14) a análise climática em cidades médias se torna mais fácil, e ajuda a responder questões, como a partir de que ponto e grau hierárquico uma cidade passa a oferecer condições para a criação de um clima urbano.

Neste sentido, esta pesquisa buscou comparar as características da temperatura, umidade relativa do ar e a direção e velocidade do vento entre o campo e o núcleo urbano de uma cidade de pequeno porte (Teodoro Sampaio - SP), com o objetivo de investigar prováveis anomalias no comportamento do clima em condições adversas de uso e ocupação do solo.

Materiais e métodos

A metodologia para coleta de dados de temperatura, umidade relativa do ar, direção e velocidade do vento consistiu na instalação de estações meteorológicas automáticas do tipo “*Vantage PRO 2*” da marca “*Davis Instruments*”, adquiridas com verba do Projeto Temático aprovado pela FAPESP (Dinâmicas socioambientais, desenvolvimento local e sustentabilidade na raia divisória São Paulo – Paraná – Mato Grosso do Sul), na área rural da porção oeste do Estado de São Paulo (Parque Estadual do Morro do Diabo) e na área urbana de Teodoro Sampaio.

Foram utilizados dados das duas estações fixas (urbano e rural) registrados a cada duas horas, durante 28 dias do mês de fevereiro de 2007.

Associado ao levantamento de campo foi efetuada uma análise dos sistemas atmosféricos regionais, através de imagens do satélite GOES e das cartas sinóticas de superfície disponibilizadas diariamente no *site* da marinha do Brasil.

Para análise dos resultados foram elaborados gráficos utilizando-se o *software* EXCEL, permitindo a comparação entre campo e cidade, além de gráficos de análise rítmica, com o auxílio do *software* Corel DRAW 10, a fim de analisar a variação dos elementos climáticos de acordo com os sistemas atmosféricos atuantes, nos dois ambientes com uso e ocupação do solo diferenciados.

Resultados e discussão

O estudo do clima urbano

Com o crescimento das cidades o ambiente natural é modificado. Ao construir as cidades, os homens introduzem novos equipamentos e materiais neste ambiente, o que causa modificações no clima local.

De acordo com Danni (1987, p.25) o processo de crescimento urbano impõe um caráter particular à baixa troposfera, produzindo assim, condições atmosféricas locais diferentes das apresentadas nas áreas próximas. Assim forma-se um clima particular, chamado de clima urbano.

Sendo o clima um dos elementos de primeira ordem a compor a paisagem geográfica, nas cidades ele é resultante da interação entre as componentes da dinâmica atmosférica zonal, regional e local e os do espaço urbano – rural construído. O clima urbano é então derivado das seguintes principais alterações no ambiente natural: retirada da cobertura vegetal, introdução de novas formas de relevo, concentração de edificações, concentração de equipamentos e pessoas, impermeabilização do solo, canalização do escoamento superficial, rugosidade da superfície, lançamento concentrado e acumulação de partículas e gases na atmosfera e produção de energia artificial. (MENDONÇA, 1994, p.7)

As transformações produzidas pelo homem na atmosfera urbana afetam o balanço de energia e o balanço hídrico. O espaço urbanizado modifica o albedo, pois os materiais urbanos possuem propriedades radiativas distintas das encontradas em um ambiente não antropizado.

Também influenciam na geração do clima urbano a morfologia do sítio onde está a cidade, a circulação de veículos e pessoas, o número e tipo de indústrias, a densidade de edificações, assim como a presença ou ausência de áreas verdes e arborização nas ruas.

Por alterar o balanço de energia (albedo) a cidade produz diferentes taxas de aquecimento e resfriamento, se comparado à área rural próxima, gerando regimes térmicos distintos e ocasionando a formação do fenômeno “Ilha de Calor”.

La isla de calor o isla térmica urbana consiste en que las ciudades suelen ser, especialmente de noche, más cálidas que el medio rural o menos urbanizado que las rodea. Singularmente, el área urbana que presenta temperaturas más elevadas suele coincidir con el centro de las ciudades, allí donde las construcciones y edificios forman un conjunto denso y compacto.(...) (GARCÍA, 1991, p.47)

Não há uma causa única para a formação das “ilhas de calor”, trata-se de um conjunto de processos que García (1991) resume bem em seu artigo “ La intensidad de la ‘isla de calor’ de Barcelona. Comparación con otras ciudades españolas.”

- a) un mayor almacenamiento de calor durante el día en la ciudad, gracias a las propiedades térmicas y caloríficas de los materiales de construcción urbanos, y su devolución a la atmosfera durante la noche;
- b) la producción de calor antropogénico (calefacción, industria, transporte, alumbrado, etc.);
- c) la disminución de la evaporación, debido a la sustitución de la superficie originaria por un suelo pavimentado y a la eficacia de los sistemas de drenaje urbanos (alcantarillado, ect.);

- d) una menor pérdida de calor sensible, debido a la reducción de la velocidad del viento originada por los edificios;
- e) un aumento de la absorción de radiación solar, debido a la *captura* que produce la singular geometría de calles y edificios, que contribuye a un albedo relativamente bajo;
- f) una disminución de la pérdida de calor durante la noche por irradiación, debido también a las características geométricas de calles e edificios que reducen el factor de visión del cielo (SVF) y
- g) un aumento de la radiación de onda larga que es absorbida y reemitida hacia el suelo por la contaminada atmósfera urbana. (GARCÍA, 1991, p.47).

A intensidade da ilha de calor também pode variar de acordo com as condições atmosféricas atuantes, com as características do relevo e com a densidade de edificações da área de estudo.

Sob condições atmosféricas ideais, ou seja, em condições de céu claro e com vento calmo, ocorre a máxima intensidade da ilha de calor. Com relevo pouco acidentado, as temperaturas mais altas são observadas nas áreas mais densamente construídas e com pouca vegetação. Horizontalmente há diminuição da temperatura à medida que há a aproximação da zona rural, caracterizada por um gradiente horizontal mais brando, este esquema geral é interrompido por locais quentes e frios associados com densidades de prédios altos e baixos. (...) (AMORIM, 2000, p. 29)

O clima próprio gerado pelos centros urbanos provoca efeitos que são sentidos cada vez mais pela população pois gera um desconforto térmico, afetando diretamente a vida dos habitantes urbanos.

De acordo com García (1991, p.133-141), desde o estabelecimento, a partir do século XVII de observações meteorológicas realizadas com aparelhos, se produziu um passo decisivo para o futuro nascimento da climatologia urbana. A construção posterior de séries regulares e sistemáticas de observações meteorológicas de algumas cidades permitiram detectar as mudanças produzidas nos elementos climáticos pelo crescimento destas cidades.

Foi no início da era industrial, em Londres que nasceu o primeiro estudo sobre clima urbano, feito por Luke Howard em 1833.

“A preocupação em estudar o comportamento dos elementos climáticos em superfícies urbanizadas é conhecida desde o século XIX, destacando-se o trabalho pioneiro de Howard (1833) (TARIFFA, 1977, p. 59-80)”

Neste estudo, Howard analisou observações meteorológicas do período de 1797 à 1831 e relatou as primeiras características do clima de Londres, advertindo sobre a formação do fenômeno da neblina urbana “city fog” e das “ilhas de calor”.

Posterior a Howard, Emilien Renou (1815-1902), em um estudo sobre a cidade de Paris, também demonstrou interesse pelo aumento de temperatura detectado nas cidades, consequência da substituição dos materiais naturais e do lançamento de poluentes pelas fábricas.

[...] Emilien Renou (1815-1902), en un trabajo sobre la ciudad de Paris (Renou, 1862), también muestra un gran interes ante el incremento de temperatura observado en la ciudad y trata de encontrar una explicación, sin dejar a un lado sus dudas acerca Del problema de la exposición de los termômetros. Sin embargo, en un

trabajo ulterior (Renou, 1868), su conclusión es tajante: la diferencia entre el campo y la ciudad es de 1°C, a la misma altitud. Además manifiesta muy certeramente como la diferencia de temperatura durante la noche entre la ciudad y los alrededores, particularmente en el caso de las ciudades más grandes, es mayor cuando se produce un tiempo con unas características meteorológicas determinadas que favorezcan en gran medida el enfriamiento por irradiación. (GARCÍA, 1991, p.139)

Já nos últimos anos do século XIX, Hann advertiu sobre o aumento da temperatura nos centros das cidades em relação às áreas mais afastadas, denominando este fenômeno de *“standt temperatur”*.

O termo *“urban heat island”*, ou ilha de calor urbana, foi introduzido na climatologia urbana, já no século XX, por Manley para designar um dos principais fenômenos do clima urbano.

Após a II Guerra Mundial, devido ao rápido crescimento das áreas urbanas, associado ao processo de industrialização, ocorreu o aumento do interesse por parte dos pesquisadores pelo estudo do clima urbano, fazendo com que estas pesquisas se multiplicassem extraordinariamente.

O agravamento dos problemas provocados pela contaminação do ar fez com que aumentasse também o interesse pelo estudo dos processos atmosféricos urbanos, gerando uma linha particular de investigação sobre a contaminação da atmosfera das cidades.

Já em meados do século do século XX, Chandler realizou um estudo sobre o clima de Londres, que se tornaria referência para estudos posteriores da climatologia urbana.

“(…) la década de los cincuenta, cuando, tras la conocida obra de Chandler sobre el clima de Londres (1965), se establezcan las pautas metodológicas que los estudios Del clima urbanosiguen en la actualidad” (GOMEZ; GARCIA, 1984, p 5)

Foi a partir desta década, que se consolidou a utilização da observação direta dos elementos climáticos baseadas em dados obtidos pelas redes meteorológicas, mesmo, levando-se em consideração as limitações impostas pela ausência, em muitas áreas destes dados.

Além das obras de Chandler, mostram-se também importantes, entre os anos de 1970 e 1980, os trabalhos realizados por Bryson, Landsber, Lowry, Oke, entre outros.

Los estudios más relevantes sobre el tema (Bryson, Chandler, Landsberg, Lowry, etc.) coinciden al afirmar que la ciudad actúa como un factor modificador importantedel clima regional y crea unas condiciones medioambientales concretas, definidas como microclima urbano. A ello contribuyen los edificios, el material y trazado de las calles como componentes específicos de la ciudad; el tráfico y la industria, reflejo de las actividades humanas. Se gera así un entramado complejo de interrelaciones mutuas con las connotaciones de un sistema dinámico específico, denominado por alguns autores “subsistema climático urbano” (Figueiredo). Las resultantes Del mismo se manifiestan en la peculiar distribución Del viento de la ciudad como consecuencia del rozamiento con las edificaciones y el encauzamiento por las arterias urbanas; en unos balances hídricos y térmicos diferentes a los existentes en el espacio

extraurbano; en la composición de la atmosfera, degrada como consecuencia de la contaminación. (GOMEZ; GARCIA, 1984, p. 6)

Em 1984, Gómez e Garcia realizaram um estudo sobre a ilha de calor em Madrid, encontrando diferenças de até 4°C nas médias e 7°C nas mínimas. Pelo contrário, os autores afirmaram que nas máximas as diferenças entre os pontos foram bastante inferiores, tanto no verão quanto no inverno, afirmando, também, que neste caso a distância do ponto em relação ao centro da cidade não foi um fator condicionante.

Outra característica bastante relevante deste trabalho se localiza no fato de os autores encontrarem diferenças térmicas secundárias nas periferias urbanas, o que caracteriza a existência de sub-centros em Madrid.

Maria do Carmo Moreno García também escreveu vários trabalhos sobre o clima urbano, dando ênfase a diversos aspectos de relevância em estudos deste gênero, como a cartografia das ilhas de calor, a realização de um histórico dos estudos de climatologia desde seu surgimento e uma proposta de terminologia castelhana para a climatologia urbana.

García (1990), em seu trabalho “La cartografía del fenómeno de la isla de calor”, relacionou um dos principais fenômenos estudados em climatologia, as ilhas de calor, e sua representação cartográfica.

Partindo da definição do que são ilhas de calor, a autora afirmou ser indispensável sua representação cartográfica para o entendimento de sua forma e configuração. Em um segundo momento do trabalho se assinalaram alguns problemas que são detectados no momento de se representar cartograficamente este fenômeno e foram apontadas possíveis soluções para eles.

Finalmente, a autora apresentou os procedimentos cartográficos mais comumente utilizados na representação das ilhas de calor, ilustrando com exemplos das cidades de Londres, Vancouver, Madrid e Barcelona.

Em 1991, a mesma autora (GARCÍA, 1991) realiza um estudo sobre a intensidade da ilha de calor em Barcelona, fazendo uma comparação com outras cidades da Espanha. Os resultados foram obtidos através de registros efetuados ao longo de transectos urbanos e da análise comparativa de dados de dois observatórios, um localizado no centro urbano e outro mais periférico. As conclusões da autora foram de que a ilha de calor de Barcelona apresenta uma intensidade notável, atingindo valores de até 8°C, mas que estas diferenças apresentaram consonância com as proporções populacionais e com a extensão urbana.

Ainda em 1991, García publicou um estudo detalhado sobre a climatologia urbana ao longo da história, desde a antiguidade até os nossos dias, acrescentando a contribuição do mundo clássico e medieval, além dos estudos pioneiros do século XIX aos trabalhos realizados hoje. Para concluir, a autora fixou a atenção no verdadeiro nascimento da climatologia ocorrido no início do século XX e no espetacular desenvolvimento desta ciência nas décadas seguintes.

García (1997), realizando uma proposta de terminologia castelhana para os principais termos da climatologia urbana, afirmou ser esta, uma especialidade bastante jovem na Espanha, que ainda necessita da criação de termos comuns sobre seus principais conceitos, esforçando-se para que a adoção desta terminologia resulte em clara e fácil compreensão por parte dos usuários.

A autora propôs onze termos, com suas denominações originais em inglês, explicando de modo detalhado o porque de tal proposta.

No trabalho de Ganho (1992) intitulado “Insolação e Temperatura em Coimbra: Regimes médios e prováveis na estação meteorológica do IGU”, o autor afirma ser uma base necessária aos estudos de climatologia o conhecimento do regime dos elementos climáticos da região pesquisada.

Nesta perspectiva, Ganho (1992) caracterizou os regimes normais e prováveis de temperatura e insolação na estação meteorológica do Instituto Geofísico da Universidade de Coimbra, a partir da análise de parâmetros de tendência central, de dispersão, e de calendários de probabilidades, de séries seculares das variáveis em estudo.

Hough (1998), em “Naturaleza y ciudad: Planificación urbana y procesos ecológicos” mostrou como, juntando-se os processos urbanos e naturais a nível local, surge uma nova linguagem de desenho para a evolução das cidades. Afirmou, também, em seu trabalho, que o meio ambiente urbano tem sido tratado sobre uma base pouco sistemática, e que temos nos preocupado com a economia sem reparar nos problemas sociais ou do meio ambiente. Em consequência, as soluções para tais problemas tem se mostrado simplistas e fragmentadas.

Com o rápido desenvolvimento dos estudos sobre o clima das cidades pelo mundo, cresce também o interesse por parte dos pesquisadores brasileiros em entender os fenômenos gerados pelos centros urbanos, que atuam como transformadores do clima local.

Em 1976, Monteiro propõe, fundamentando seus estudos na Teoria Geral dos Sistemas, o Sistema Clima Urbano, que é uma análise baseada na percepção humana do ambiente urbanizado, e cujos resultados visam o planejamento da cidade.

Para o estudo do Sistema Clima Urbano, Monteiro (1976) sugere a adoção de três subsistemas, o canal de percepção Termodinâmico, que está relacionado ao conforto térmico do ambiente, o Físico-químico, que é a análise da qualidade do ar sobre a cidade e o Higrométrico relacionado ao impacto meteórico, que nas regiões intertropicais caracteriza-se com impacto pluvial concentrado.

O clima urbano será particular a cada ambiente urbanizado específico. Para Monteiro (1990 p.8) o clima da cidade pode ser entendido como um sistema aberto e adaptativo, que ao receber energia do ambiente no qual se insere a modifica substancialmente.

Em 1977, Tarifa estudou as características termo higrométricas no município de São José dos Campos, onde comparou dados coletados em áreas rurais e urbanas, encontrando grandes variações nas temperaturas, principalmente no período diurno, constatando, assim, a presença da Ilha de Calor sobre o núcleo urbano do município.

Analisando a região metropolitana de São Paulo, Lombardo (1985) também detectou forte presença de Ilha de Calor urbana, principalmente nas primeiras horas do período noturno. Em seu estudo Lombardo (1985) levou em consideração, principalmente, a qualidade ambiental e a influência do crescimento urbano sobre ela.

Em 1990 Monteiro publicou três artigos com o objetivo de auxiliar nas pesquisas do clima urbano, um deles inclusive intitulado “Por um Suporte Teórico e Prático para Estimular Estudos Geográficos de Clima Urbano” (MONTEIRO, 1990), onde afirmou que para se realizar o estudo do clima urbano é necessário que se realizem análises meteorológicas sobre as cidades, considerando-as como “fatos geográficos”, definindo, assim, uma estratégia de abordagem para se conduzir as pesquisas. Afirmou, também, que é preciso se conhecer todos os aspectos relativos

à cidade, inclusive a cultura da sociedade em que ela está inserida, para um melhor entendimento de suas formas de ocupação e das atividades realizadas em seu interior.

No mesmo ano Monteiro e Sezerino (1990), complementando os estudos já realizados, introduziram o conceito de campo térmico, tomando por base as análises realizadas na cidade de Florianópolis, onde, com a utilização de miniabrigos munidos de psicrômetros instalados em pontos fixos, característicos de ambientes bem diferenciados, tanto em altitude como em número de edificações, dentro do núcleo urbano detectaram fortes diferenças na temperatura nos vários horários analisados.

Em 1994, baseando seus estudos na cidade de Londrina, localizada no estado do Paraná, Mendonça identificou quinze diferentes “ambientes climáticos”. Realizando coletas nos meses de verão e inverno detectou a presença de fortes Ilhas de Calor urbana, com valores muitas vezes superiores a 10°C.

Pitton (1997) fez um balanço da forte influência dos centros urbanos no clima, onde afirmou que o organismo urbano constitui um dos principais reflexos da atuação do homem sobre o meio natural.

Sua pesquisa se concentra no campo térmico, pois é a partir deste que se produzem as características climáticas da cidade, afirmando que nos estudos de clima urbano o enfoque sistêmico é ainda necessário e útil e retomando a idéia de Monteiro (1976) que abordou o clima urbano como “sistema singular” que compreende o fato natural e o fato social.

Amorim (2000) realizou um trabalho em que estuda os efeitos de uma cidade (Presidente Prudente – SP) de porte médio localizada próxima ao Trópico de Capricórnio e a uma distância aproximada de 600km do oceano.

Realizando uma análise temporal e espacial do município e levando em conta vários aspectos como a forma de ocupação do sítio, o relevo natural, a presença ou ausência de arborização nas ruas e a densidade de edificações, Amorim (2000) identificou a presença de Ilha de Calor urbana durante todo o dia, apresentando maiores magnitudes no amanhecer e no pôr-do-sol.

No ano de 2002 Sant’Anna Neto organizou em uma publicação estudos de algumas cidades brasileiras como São Luís no estado do Maranhão, Aracajú em Sergipe, Campo Grande em Mato Grosso do Sul, Petrópolis no Rio de Janeiro, Sorocaba, Penápolis e Presidente Prudente, em São Pulo.

Amorim (2002), estudou as características do clima urbano de Presidente Prudente, cidade localizada no estado de São Paulo a uma distância aproximada de 560km da capital.

O município de Presidente Prudente tem sua área urbana situada sobre um espigão divisor de águas, com altitudes que variam de 375 metros a pouco mais de 480 metros. A autora afirmou que para o entendimento do clima urbano do município foi preciso levar em consideração fatores como o tipo de uso e ocupação do solo. Apontou também a importância da presença de áreas verdes e arborização nas ruas para amenizar as temperaturas e contribuir para o balanço de umidade no interior do núcleo urbano.

Araújo e Sant’Anna Neto (2002), analisaram o processo de urbanização e as formas de ocupação no município de São Luís, que, mesmo sendo uma cidade localizada bem próximo a zona equatorial, recebendo assim insolação mais direta, também influencia no clima local, devido as formas de ocupação do sítio e as atividades realizadas em seu interior.

Pinto (2002) em estudo sobre o clima local do município de Aracajú, capital do estado de Sergipe, afirmou que a cidade pode ser considerada privilegiada pelas chuvas, se comparada aos demais municípios do território nordestino, pois possui uma variabilidade inferior aos demais, comportamento característico das localidades litorâneas. No entanto, Pinto (2002) afirmou que a elevada média pluviométrica não implica necessariamente em uma boa distribuição cronológica dessa precipitação, e que o município também enfrenta dificuldades com relação as chuvas.

Sobre a cidade de Campo Grande, Anunciação e Sant'Anna Neto (2002), concluíram que a presença de Ilhas de Calor e Ilhas de Frescor independem da estação do ano, sendo presentes tanto no verão como no inverno, períodos este, analisados no estudo.

Hack (2002), focou seu estudo no clima urbano da cidade de Petrópolis, cidade localizada na Serra dos Órgãos, a 895 metros de altitude, fazendo parte da Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro.

Com seu estudo, Hack (2002), concluiu que por sua altitude elevada, Petrópolis apresenta temperaturas mais amenas na maior parte do ano, e foi através da análise climatológica de 1931 a 1975 que pode verificar que o município não apresenta estação seca, elegendo o ano de 1988 como o mais chuvoso da série.

Em estudo sobre o município de Sorocaba, Tavares (2002), buscou definir padrões climáticos decorrentes dos processos de urbanização, relacionando os aspectos regionais, locais e urbanos em sua análise.

Tavares (2002), baseou seus estudos na diferenciação diária dos elementos climáticos, principalmente a temperatura, analisando os anos de 1987, 1988, 1989 e o primeiro semestre de 1990.

Silva, Tommaselli e Amorim (2002), estudaram o clima urbano de Penápolis em um episódio de inverno, onde puderam perceber a presença do fenômeno Ilha de Calor principalmente no período noturno, apresentando picos no horário das 21h.

Viana (2006), em estudo sobre o clima urbano de Teodoro Sampaio, cidade que também é estudada nesta pesquisa, definiu sete pontos de coleta de dados que abrangiam bairros com características de uso e ocupação do solo bem distintos.

Durante a pesquisa, Viana (2006) realizou também transectos no período da noite, entre 20h30 e 21h.

As leituras dos pontos fixos foram realizadas nos horários das 7h, 9h, 15h e 21h em treze dias do mês de janeiro de 2005 e oito dias do mês de julho do mesmo ano.

Como resultado, Viana (2006) encontrou um padrão. As áreas urbanas densamente construídas, com pavimentação e pouca vegetação apresentaram-se mais aquecidas e com umidade relativa menor que as adjacentes, que contam com menor densidade de construções e ruas sem pavimentação e a área rural, que dentre todas se apresentou mais fresca e úmida.

Para a melhor compreensão do clima urbano, Monteiro (1976), propõem uma discussão mais detalhada sobre às questões escalares, afirmando que "*o clima se posiciona no espaço concreto, tridimensional da superfície terrestre através daquilo que lhe constitui o arcabouço – as formas do terreno*" (MONTEIRO, 1976, p.104).

Não é possível entender o clima urbano sem inseri-lo em uma escala maior de análise. "*O espaço urbanizado, que se identifica a partir do sítio, constitui o núcleo do sistema que mantém relações íntimas com o ambiente regional imediato em que se insere*" (MONTEIRO, 1976, p. 96).

O entendimento do local não é suficiente para sua total compreensão, é preciso relacioná-lo com o clima regional, pois é neste que se dá a atuação dos sistemas meteorológicos que influem diretamente nos fenômenos locais.

O clima local se insere em climas sub-regionais e sazonais, assim como pode ser subdividido até os microclimas. A cidade tanto se integra em níveis superiores como se divide em setores, bairro, ruas, casas, ambientes internos etc. As divisões do ponto de vista sistêmico são inconseqüentes, importando predominantemente as relações entre as diferentes partes em que se compõe ou decompõe o sistema para o desenvolvimento das funções organizadoras. (MONTEIRO, 1976, p. 96).

Os estudos de clima urbano têm grande importância, pois buscam entender uma dinâmica atmosférica diferenciada gerada pelos núcleos urbanos e que afetam diretamente a vida da população das cidades.

Um dos fatores que mais afeta a população urbana é o desconforto térmico ocasionado pelo aumento da temperatura dentro do núcleo urbano, gerado, pela retirada dos materiais naturais e sua substituição pelos materiais urbanos. Além da temperatura, o conceito de conforto térmico envolve também outros aspectos climáticos como, a radiação solar, o vento e a umidade do ar, servindo sempre como parâmetro a sensação humana do ambiente.

O principal objetivo dos estudos sobre o Conforto Térmico é a busca de alternativas para intervenção no ambiente, visando o melhor planejamento na construção das cidades, para que ocorra um maior equilíbrio entre o homem e as variáveis climáticas.

Caracterização da área de estudo

O município de Teodoro Sampaio localiza-se no extremo oeste do estado de São Paulo, à 22°31'57" de latitude Sul e 52°10'03" de longitude Oeste, estando a uma altitude média de 321 metros, e integrando a região conhecida como Pontal do Paranapanema.

Teodoro Sampaio tem como limites os municípios de Rosana, Euclides da Cunha Paulista, Presidente Epitácio, Marabá Paulista e Mirante do Paranapanema, e está inserido na 10ª Região Administrativa do Estado, que tem como pólo regional a cidade de Presidente Prudente. Conta com uma área total de 1557 km² e uma população de 20003 habitantes, segundo dados do CENSO do IBGE no ano de 2003.

É também no município de Teodoro Sampaio que se localiza o Parque Estadual do Morro do Diabo (PEMD), que é o ponto mais alto da região, com 599,5 metros de altitude. Nesta pesquisa a Sede do PEMD que fica a 255 metros de altitude caracteriza o meio rural, cujos dados obtidos pela Estação Meteorológica Automática aí instalada, serão comparados aos do meio urbano.

De acordo com Leite (1998), até a década de 1950 a ocupação da região havia ocorrido apenas nas proximidades da estrada de ferro. Com o crescimento da população novos núcleos urbanos foram criados, um deles foi Teodoro Sampaio, cuja fundação data de 7 de janeiro de 1952, e que com o aumento do número de habitantes, instalação de estabelecimentos comerciais, indústrias de madeira,

cerâmicas, olarias e demais serviços, foi elevado a Distrito em 1959 e a Município em 1964.

Já no final da década de 1980 e início dos anos de 1990, devido aos grandes projetos de construção de usinas hidrelétricas pela CESP nos rios Paraná e Paranapanema a região sofreu grandes transformações econômicas e o município de Teodoro Sampaio foi desmembrado, no ano de 1991, em três partes, dando origem aos municípios de Rosana, Euclides da Cunha Paulista e Teodoro Sampaio, o número de empregos aumentou e com ele o número de habitantes das cidades. Neste período ocorreu também um grande crescimento na agricultura e principalmente na pecuária da região.

No ano de 2003, segundo dados do IBGE, os rebanhos bovinos do município atingiram o número de 104199 cabeças, o que evidencia a força da pecuária na região até os dias de hoje.

A partir dos anos de 1990 houve o aumento do número de empresas em Teodoro Sampaio, que apresentou contínuo crescimento ao longo dos anos. O núcleo central do município destina-se exclusivamente à moradia e comércio, e se caracteriza como uma área densamente construída com pouca vegetação arbórea.

Todo o entorno da zona central apresenta-se também como uma região densamente construída, mas que, no entanto possui maior quantidade de vegetação, contando com árvores de médio e grande porte.

Seguindo mais para a periferia da cidade encontram-se bairros ainda em construção, alguns mesmo sem pavimentação asfáltica e poucas casas comerciais. Não há no município nenhum edifício acima de quatro pavimentos.

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

Em estudo realizado por Viana (2006) referente ao mesmo município com o objetivo de detectar prováveis anomalias climáticas decorrentes das formas de uso do solo, é possível perceber a influência que este fator tem sobre o clima local.

Para sua pesquisa, Viana (2006) definiu sete pontos de coleta que abrangiam bairros com características de uso e ocupação do solo bem distintos (Figura 01). Nos pontos foram instalados mini-abrigos que contavam com psicrômetros, para medidas de temperatura e umidade relativa do ar e uma fita de cetim na parte inferior do aparelho, utilizada para indicar a direção do vento. A velocidade do vento foi estimada a partir da "Escala de Belfort", ou seja, sem a utilização de aparelhos. Durante a pesquisa, Viana (2006) realizou também transectos no período da noite, entre 20h30 e 21h.

Dos sete pontos escolhidos, seis se localizavam dentro da malha urbana de Teodoro Sampaio, e um na área rural próxima. As leituras foram realizadas no horário das 7h, 9h, 15h e 21h em treze dias do mês de janeiro de 2005 e oito dias do mês de julho do mesmo ano.

Como resultado, nos períodos de inverno e verão, Viana (2006) encontrou um padrão. As áreas urbanas densamente construídas, com pavimentação e pouca vegetação apresentaram-se na maior parte dos dias mais aquecidas e com umidade relativa menor que as adjacentes, que contam com menor densidade de construções e ruas sem pavimentação e a área rural, que dentre todas se apresentou mais fresca e úmida.

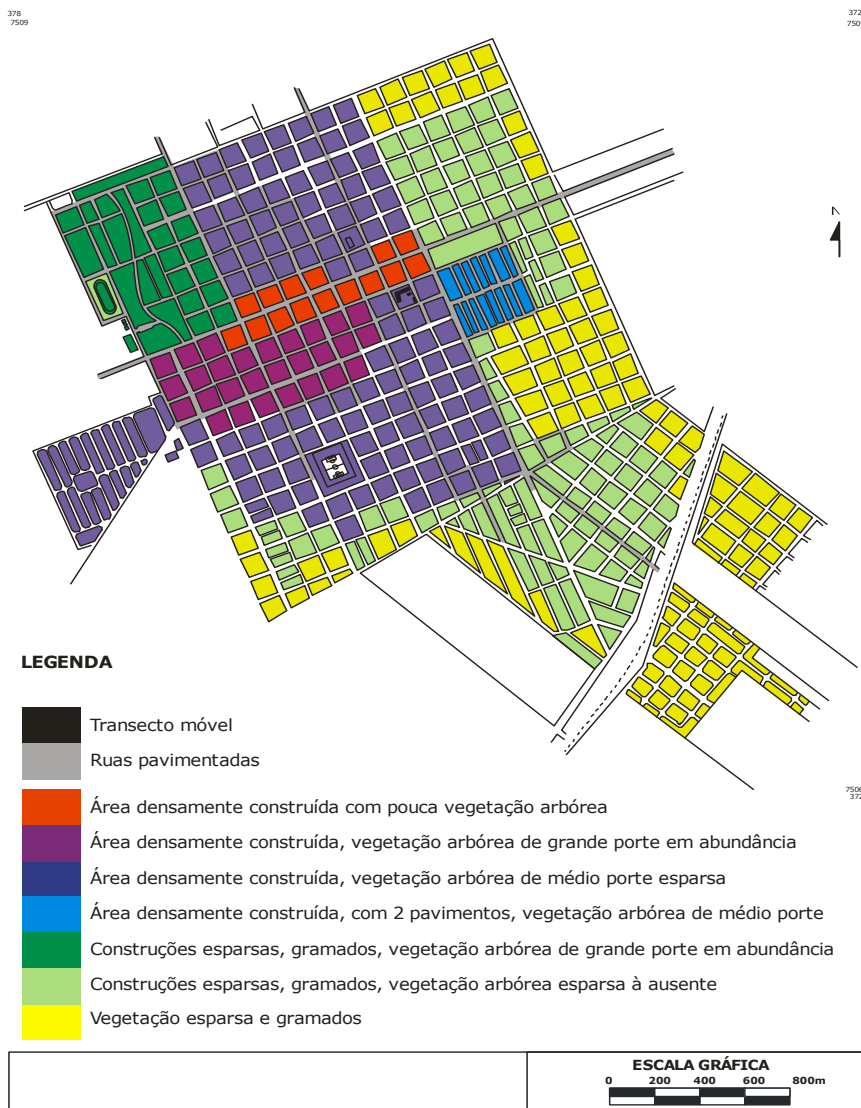


Figura 01 - Uso e Ocupação do Solo no Município de Teodoro Sampaio
Fonte: VIANA (2006, p. 47).

A região apresenta relevo uniforme e suave, com altitudes que variam, segundo Boin (2000, p. 15), entre 300m e 500m, sendo inferiores a 300m somente nos vales dos rios Paraná e Paranapanema.

A drenagem da região é de baixa densidade, pois, mesmo contando com a presença de dois grandes rios, não apresenta rios caudalosos em seu interior. “*Sua drenagem é organizada, na maior parte, por rios conseqüentes e alinhados, segundo estruturas regionais (...)*” (BOIN, 2000, p.15).

A caracterização dos sistemas que mais freqüentemente atuam sobre o oeste do estado baseou-se na análise sobre a circulação atmosférica do extremo oeste paulista de Sant’Anna Neto e Barrios (1996, p. 8 – 9).

Como o extremo Oeste paulista se localizada mais ao Sul do estado, mostra-se como uma área de alternância das massas polares e tropicais. Nota-se, no entanto, a forte presença da massa Tropical Atlântica, que atua durante o ano todo e que por sua origem marítima apresenta umidade alta, pressões ligeiramente elevadas e constantes ventos, vindos principalmente de leste e nordeste.

Ao avançar sobre o continente a Massa Tropical Atlântica sofre modificações como o aumento das temperaturas, declínio da umidade relativa e também das

pressões, assim, passa a ser denominada Massa Tropical Atlântica Continentalizada.

Também durante o verão, o oeste do estado presencia a entrada das massas Equatorial Continental, que tem sua origem na planície amazônica e traz consigo umidade e temperaturas elevadas, e a Tropical Continental, que precede a entrada da Frente Polar Atlântica, caracterizando-se também por temperaturas elevadas, mas com umidade variável, podendo ocasionar chuvas ou não.

A Frente Polar Atlântica, que se origina pelo choque entre sistemas tropicais e polares, mostra-se com mais força no inverno, por ser uma estação que apresenta condições mais favoráveis para ocorrência de frontogênese, porém, pode ser detectada durante todo o ano. Como um eixo secundário da Frente Polar Atlântica, surge a Frente Polar Reflexa.

Com atuação principalmente no inverno, mas podendo estar presente em outros períodos do ano, a Massa Polar Atlântica gera a queda das temperaturas e aumento gradativo da pressão atmosférica. O seu enfraquecimento dá origem a um sistema modificado, denominado Massa Polar Atlântica Modificada, que se caracteriza por temperaturas em elevação e declínio das pressões, apresentando ventos de leste e nordeste.

A ocorrência de sistemas estabilizadores de tempo provoca uma queda na quantidade de chuvas no oeste do estado durante o outono e o inverno, caracterizando-se este período como ligeiramente mais seco em relação ao de primavera e verão.

Características do tempo em fevereiro de 2007

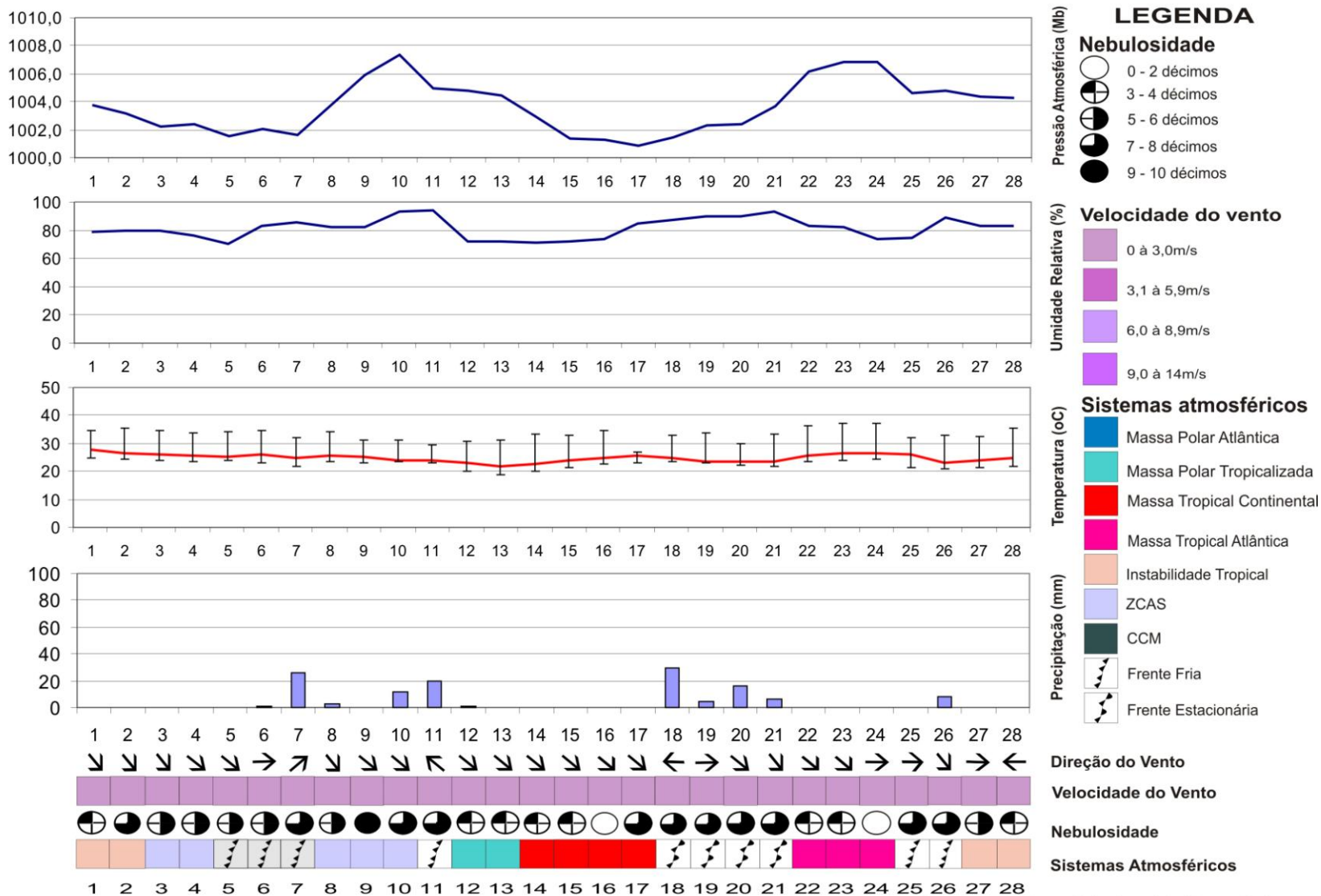
A partir dos dados registrados pelas estações meteorológicas automáticas, e por meio da interpretação das imagens de satélite GOES foi possível a realização de uma breve análise referente às características dos elementos do clima em Teodoro Sampaio no mês de fevereiro do ano de 2007 que foi sintetizada no Gráfico de Análise Rítmica (FIGURA 02).

Nos dias 1 e 2 de fevereiro, sob a atuação de uma Instabilidade tropical, as temperaturas médias permaneceram abaixo de 30°C, no entanto, as máximas ultrapassaram esta marca nos dois dias. Não foi registrada nenhuma precipitação, mas a Umidade Relativa do Ar se manteve acima de 75% em ambos os dias às 9h.

Com a atuação da ZCAS (Zona de Convergência do Atlântico Sul), a Pressão Atmosférica apresentou uma ligeira queda até o dia 4, as temperaturas mantiveram-se estáveis, com ventos de noroeste e velocidade de no máximo 3,0m/s. A umidade relativa do ar apresentou uma ligeira queda, de 76% no dia 3 para 71% no dia 4, às 9h.

Com a chegada de uma Frente Fria no dia 5, que atuou até no dia 7, causando chuvas nos dias 6 e 7 as temperaturas, tanto rurais como urbanas tenderam a diminuir, a umidade relativa do ar aumentou consideravelmente, atingindo 90% no dia 7 às 9h e as pressões permanecem entre 1000,0 Mb e 1002,0Mb.

Uma nova ZCAS, que atuou sobre a região até o dia 10, deixou o céu encoberto e o tempo instável, causando chuvas nos dias 8 e 10. A pressão atmosférica apresentou clara elevação, atingindo o maior valor registrado no mês de fevereiro às 9h no dia 10, com pouco mais de 1007,0Mb. A umidade relativa do ar se elevou, atingindo 97% também no dia 10.



Fonte: Estação Meteorológica Automática Vantage Pro2
Org: Gabriela Narcizo de Lima

Figura 02: Gráfico de Análise Rítmica – Fevereiro de 2007 – Teodoro Sampaio (rural)

No dia 11, sob a atuação de uma Frente Fria, que foi acompanhada pela Massa Polar Tropicalizada, registrou-se chuva e suave queda de temperatura até o dia 14. A pressão atmosférica diminuiu em relação aos dias anteriores, e a umidade relativa manteve-se estável até o dia 11, apresentando uma ligeira queda posteriormente.

Entre os dias 14 e 17 de fevereiro, uma Massa Tropical Continental fez com que as temperaturas máximas se elevassem, causando também a queda da pressão atmosférica. Não foi registrada nenhuma precipitação na região durante estes dias.

Até o dia 21, uma Frente Estacionária gerou céu encoberto e tempo instável, com chuvas nos dias 18, 19, 20 e 21. A umidade relativa do ar aumentou, se mantendo ao redor de 90% no ponto rural às 9h, os ventos não ultrapassam 3,0m/s, vindos principalmente de oeste e noroeste e as temperaturas médias não ultrapassaram 25°C.

Após a atuação da Frente Estacionária, chegou à região uma Massa Tropical Atlântica, que tem como forte característica a elevação nas temperaturas. A massa de ar permaneceu até o dia 24, causando aumento da pressão atmosférica e queda na umidade relativa do ar.

Uma nova Frente Fria trouxe chuvas no dia 26 e conseqüente declínio nas temperaturas. A Instabilidade Tropical, que acompanhou a Frente, atuou até o final do mês de fevereiro mantendo as temperaturas mais amenas e a pressão atmosférica entre 1004,0Mb e 1006,0Mb.

Comparação da temperatura e umidade relativa do ar entre a cidade e o campo em Teodoro Sampaio

Variação térmica e higrométrica às 19h

Às 19h, as diferenças, principalmente higrométricas, foram bastante significativas, sendo sua análise de muita relevância, assim como a das 21h, quando foram registradas as maiores diferenças do período.

Já no início do mês a diferença na umidade relativa do ar atingiu o valor de 30% no dia 2/02, além de 19%, 18% e 21% nos dias 1/02, 4/02, e 6/02 respectivamente.

A partir do dia 7/02, com a atuação da Frente Fria, e a ocorrência de precipitações até o dia 12/02, essa diferença tendeu a diminuir ligeiramente, variando entre 3% e 16%. A diferença térmica permaneceu entre 0.3°C a 1.4°C.

Dos dias 13/02 ao 16/02, com a atuação da Massa Polar Tropicalizada e posteriormente da Massa Tropical Continental, não ocorreu nenhuma precipitação e os ventos não ultrapassaram 3m/s, condições favoráveis para que as diferenças entre campo e cidade se ampliassem.

No dia 14/02 a diferença térmica foi de 4.3°C enquanto a higrométrica atingiu 28%, também no dia 16/02 essas diferenças foram 4.1°C e 28% respectivamente.

Já no dia 17/02, ainda com a Massa Tropical Continental atuando a temperatura urbana se igualou àquela registrada no ponto rural, enquanto a diferença higrométrica foi de apenas 4%.

Com a atuação da Frente Estacionária, que deixou o tempo instável nos dias 18/02, 19/02, 20/02 e 21/02 causando chuvas, as temperaturas, tanto urbana quanto rural, sofreram ligeira queda, ficando um pouco mais amenas, também as diferenças térmicas entre os pontos no horário analisado diminuíram, não ultrapassando 2°C.

Não ocorreu nenhuma precipitação durante a atuação da Massa Tropical Atlântica nos dias 22/02, 23/02 e 24/02, o céu ficou claro e os ventos foram fracos,

colaborando para que as diferenças térmicas e de umidade relativa ar voltassem a subir, atingindo as máximas do mês às 19h no dia 24/02, com 4.7°C e 33%.

Uma nova Frente Fria atuou sobre a região entre 25/02 e 26/02, e causou uma pequena precipitação, diminuiu as diferenças entre a cidade e o campo, que, no entanto, voltaram a subir no dia 27/02 quando passou a atuar a Instabilidade Tropical.

As maiores diferenças térmicas e higrométricas do mês de fevereiro às 19h, que podem ser observadas nos gráficos 01 e 02, ocorreram nos dias 1/02, 2/02, 4/02, 6/02, 13/02, 14/02, 15/02, 16/02, 19/02, 22/02, 23/02, 24/02, 27/02 e 28/02, sendo as mais representativas 4,7°C e 33%, referentes ao dia 24/02.

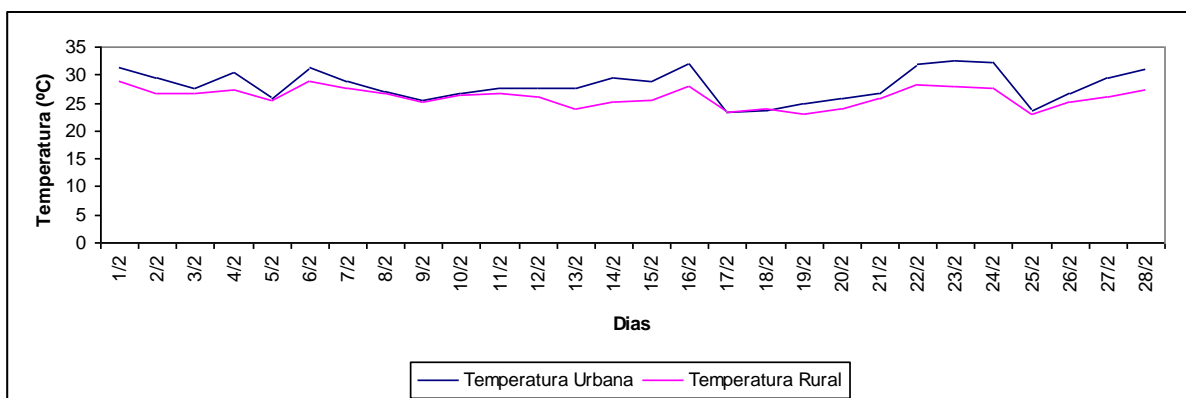


Gráfico 01: Temperatura no campo e na cidade no mês de Fevereiro de 2007 às 19h.

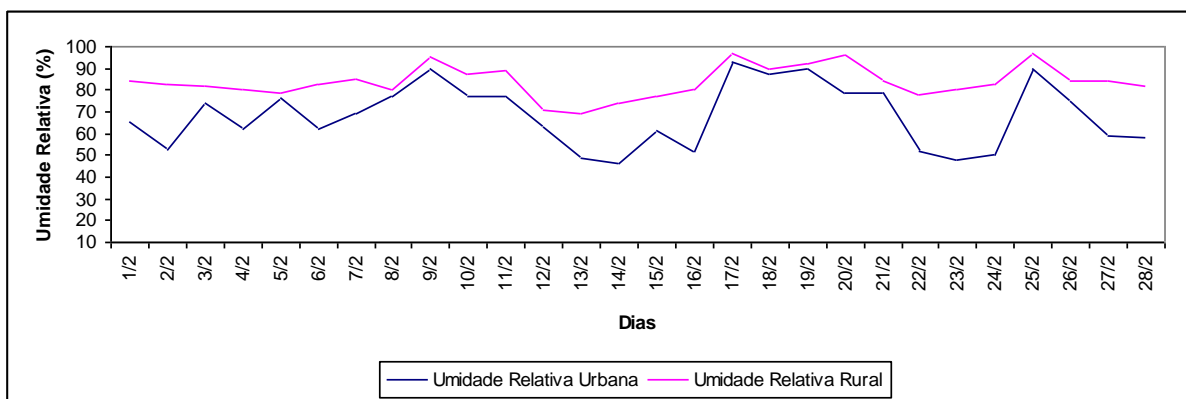


Gráfico 02 - Umidade relativa do ar no campo e na cidade no mês de Fevereiro de 2007 às 19h.

Variação térmica e higrométrica às 21h

As 21h as diferenças entre os pontos foram altas, chegando às máximas de 5.7°C e 37% no dia 24/02.

Nos primeiros dias do mês, com a atuação da Instabilidade Tropical até o dia 2/02, e da ZCAS até o dia 4/02 as diferenças térmicas e higrométricas entre o urbano e o rural variaram de 2.8°C a 3.7°C e 17% a 25% respectivamente.

Com a chegada de uma Frente Fria no dia 5/02 e a ocorrência de precipitações, as diferenças sofreram queda até o dia 11/02, quando se registrou a atuação de uma nova Frente Fria.

No dia 9/02, devido à ocorrência de precipitações nos dias 8/02 e 10/02 causadas pelo tempo instável gerado pela atuação da ZCAS, a diferença térmica foi de apenas 0.1°C, enquanto a higrométrica atingiu 4% às 21h.

Dos dias 12/02 ao 16/02, a Massa Polar Tropicalizada e posteriormente a Massa Tropical Continental trouxeram tempo estável à região, o céu permaneceu claro, os ventos foram menores que 3m/s e não ocorreu nenhuma precipitação. Durante este período as diferenças térmicas e na umidade relativa do ar entre os pontos urbano e rural voltaram a subir, chegando a 4.6°C e 32% no dia 16/02 às 21h.

As diferenças sofreram queda até o dia 21/02, quando já se registrava a atuação de uma Frente Estacionária, que causou chuva nos dias 18/02, 19/02, 20/02 e 21/02. Um bom exemplo foi o dia 17/02, no qual se registrou às 21h uma diferença térmica de apenas 0.1°C.

Entre 22/02 e 24/02, com a presença da Massa Tropical Atlântica e a ocorrência de condições sinóticas favoráveis ao aumento das diferenças entre os ambientes urbano e rural, as diferenças térmicas foram de 4.8°C (22/02), 4.9°C (23/02) e 5.7°C (24/02) e as higrométricas foram 30% (22/02), 29% (23/02) e 37% (24/02).

Uma nova Frente Fria e a Instabilidade Tropical que marcaram o fim do mês de fevereiro geraram ligeira diminuição das grandes diferenças registradas nos dias anteriores. Neste período, principalmente devido à precipitação do dia 26/02, as diferenças higrométricas e térmicas não ultrapassaram 20% e 3.4°C respectivamente.

As maiores diferenças higrométricas do horário analisado ocorreram nos dias (GRÁFICOS 03 – 04): 1/02 (20%), 2/02 (25%), 3/02 (17%), 4/02 (25%), 6/02 (24%), 7/02 (20%), 11/02 (12%), 12/02 (18%), 13/02 (39%), 14/02 (37%), 15/02 (24%), 16/02 (32%), 20/02 (11%), 21/02 (12%), 22/02 (30%), 23/02 (29%), 24/02 (37%), 26/02 (17%), 27/02 (18%) e 28/02 (20%).

Também nos dias 1/02, 2/02, 3/02, 4/02, 6/02, 7/02, 13/02, 14/02, 15/02, 16/02, 22/02, 23/02, 24/02, 26/02, 27/02 e 28/02 ocorreram as maiores diferenças térmicas (GRÁFICOS 03 – 04 e TABELA 02), que foram 2.9°C, 2.9°C, 2.8°C, 3.7°C, 3.3°C, 2.7°C, 5.4°C, 6°C, 4°C, 4.6°C, 4.8°C, 4.9°C, 5.7°C, 2.4°C, 3.4°C e 2.4°C respectivamente.

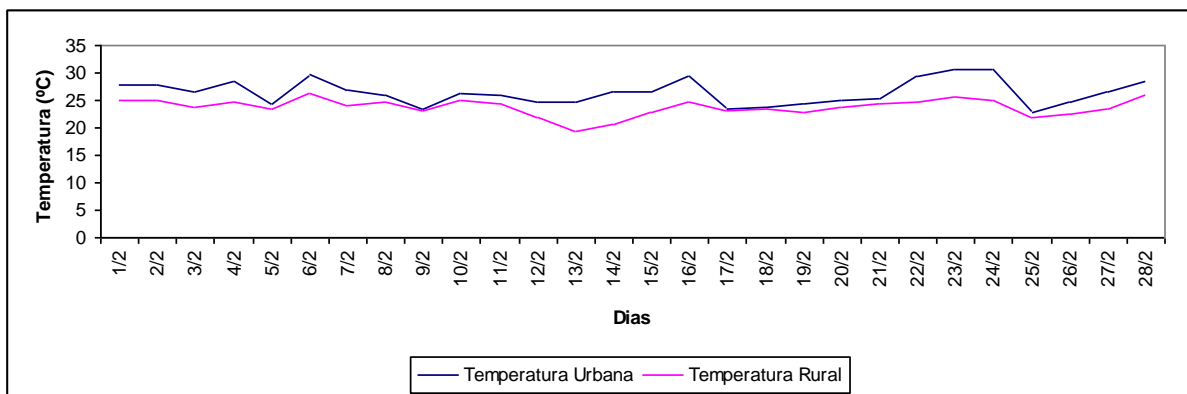


Gráfico 03: Temperatura no campo e na cidade no mês de Fevereiro de 2007 às 21h.

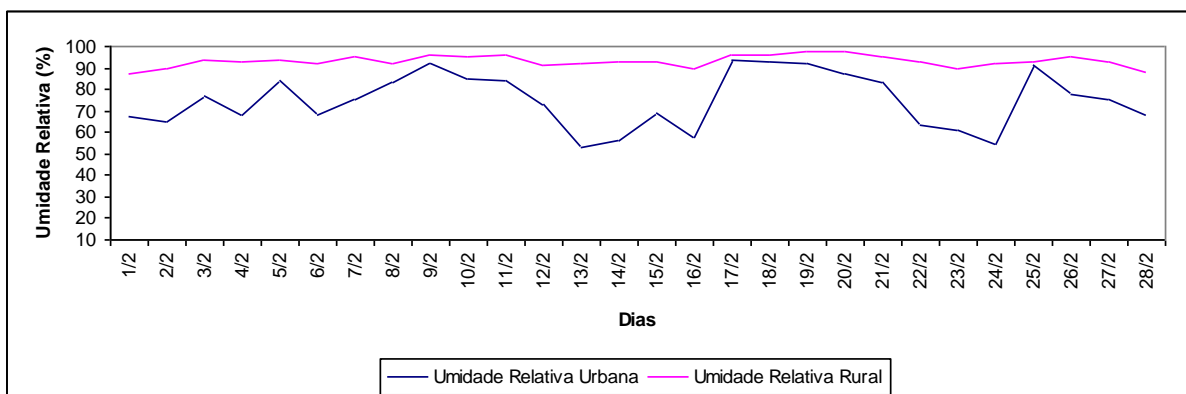


Gráfico 04: Umidade relativa do ar no campo e na cidade no mês de Fevereiro de 2007 às 21h.

Variação térmica e higrométrica às 23h

Como é possível perceber pela análise dos gráficos 05 e 06 e da tabela 03, o horário das 23h foi bastante representativo das diferenças térmicas e higrométricas que ocorrem entre os ambientes urbano e rural, decorrentes principalmente dos processos de uso e ocupação do solo dos núcleos urbanos.

Nos dias 1/02, 2/02, 3/02, 4/02, 6/02, 7/02, 12/02, 13/02, 14/02, 15/02, 16/02, 21/02, 23/02, 24/02, 26/02 e 28/02 ocorreram as maiores diferenças térmicas e higrométricas registradas no mês de análise às 23h, que foram respectivamente (GRÁFICOS 05 – 06): 3.7°C e 24%, 2.2°C e 15%, 3.1°C e 11%, 3.9°C e 22%, 3.1°C e 23%, 2.4°C e 13%, 3.9°C e 22%, 5.5°C e 35%, 5.5°C e 33%, 4.2°C e 23%, 3.8°C e 24%, 5°C e 32%, 4.6°C e 26%, 2.5°C e 14% e 2.3°C e 16%.

Nos primeiros dias do mês analisado, entre 1/02 e 4/02, as diferenças foram consideráveis, variando a térmica de 2.2°C a 3.9°C e a higrométrica de 11% a 24%.

Com a chegada de um sistema frontal, que diminuiu as temperaturas em ambos os pontos e causou chuvas nos dias 6/02 e 7/02, essas diferenças sofreram ligeiro declínio, permanecendo baixas também durante a atuação da ZCAS até o dia 10/02. No dia 11/02 as diferenças continuaram baixas, mas aí, já resultado de uma nova Frente Fria, que também causou precipitação.

Entre os dias 12/02 e 17/02 as condições sinóticas se mostraram favoráveis ao aumento das diferenças entre os pontos, ou seja, não ocorreu nenhuma precipitação, os ventos mantiveram-se fracos e o céu permaneceu claro durante todo o período.

Nos dias 13/02 e 14/02 ocorreram as maiores diferenças térmicas do mês às 23h, com o valor de 5.5°C, também nestes dias as diferenças na umidade relativa do ar entre os pontos foram altas, 33% e 35% respectivamente.

Com a atuação da Frente Estacionária sobre a região a partir do dia 18/02, e a ocorrência de precipitações até o dia 21/02 as diferenças diminuíram, voltando a subir somente a partir do dia 23/02, já sob atuação da Massa Tropical Atlântica. No dia 24/02, registrou-se 4.6°C de diferença térmica e 26% de diferença na umidade relativa do ar entre o ponto urbano e aquele localizado na sede do PEMD.

Do 25/02 até o final do mês, a atuação da Frente Fria e da Instabilidade Tropical, fez com que as diferenças térmicas e higrométricas entre os pontos diminuíssem, sendo de apenas 0.8°C e 8% no dia 27/02.

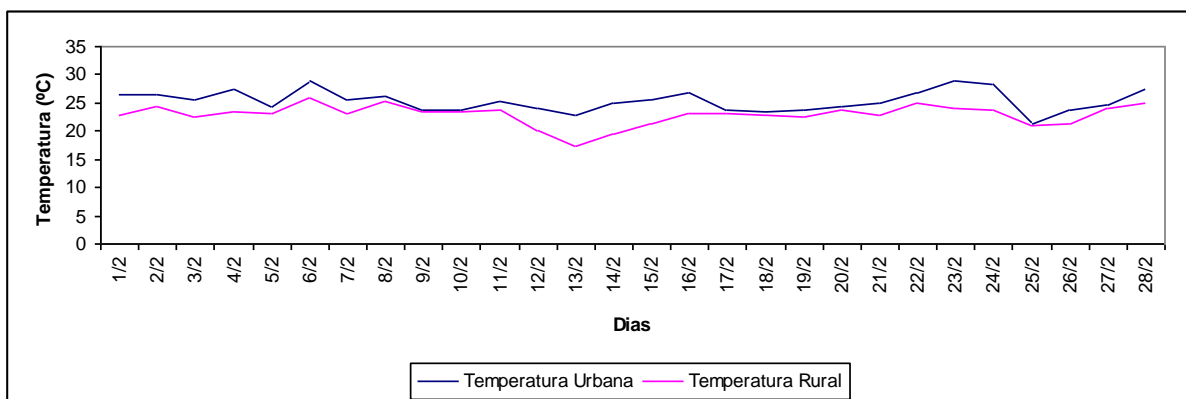


Gráfico 05 - Temperatura no campo e na cidade no mês de Fevereiro de 2007 às 23h.

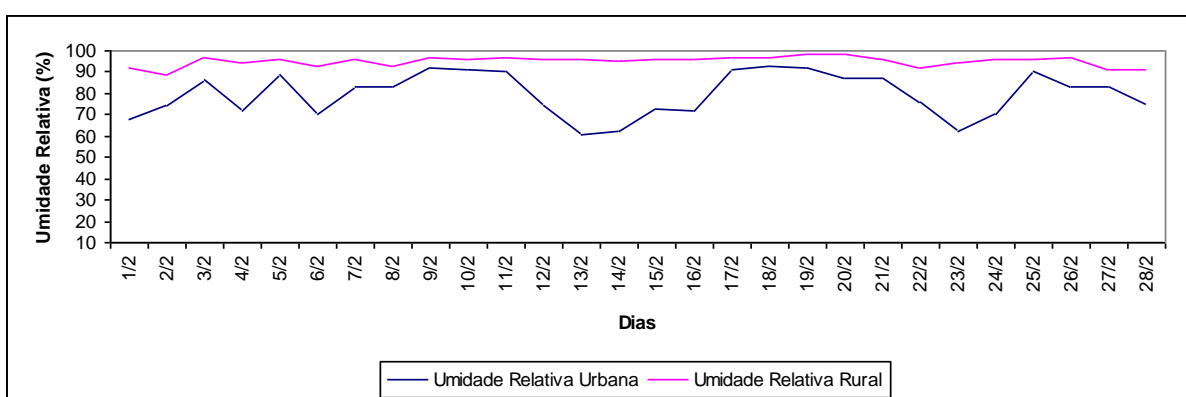


Gráfico 06 - Umidade relativa do ar no campo e na cidade no mês de Fevereiro de 2007 às 23h.

Considerações finais

O mês de fevereiro, típico de verão, se caracterizou pelo elevado número de dias com chuva (06/02, 07/02, 08/02, 11/02, 12/02, 18/02, 19/02, 20/02, 21/02 e 26/02), decorrentes da atuação de quatro sistemas frontais e duas ZCAS ao longo do período.

As temperaturas permaneceram altas, sofrendo pequenas quedas, apenas nos episódios de atuação das Frentes Frias e da Massa Polar Tropicalizada, nos dias 12/02 e 13/02.

Os horários analisados representaram bem as diferenças geradas pelos núcleos urbanos em relação ao seu entorno, principalmente 21h, período em que se registraram as maiores diferenças, 5,7°C e 39%

As maiores diferenças térmicas e higrométricas ocorreram nos episódios em que as condições sinóticas foram favoráveis a formação da ilha de calor, ou seja, céu claro e ventos de baixa velocidade.

Esta pesquisa mostrou que o meio urbano interfere fortemente no clima local, atingindo diretamente a vida do homem urbano.

Em estudo realizado por Viana (2006), já citado anteriormente, referente ao mesmo município, notaram-se grandes semelhanças nos resultados, mesmo levando-se em conta as diferenças metodológicas entre os dois trabalhos.

Como resultado, no período analisado, Viana (2006) encontrou um padrão. As áreas urbanas densamente construídas, com pavimentação e pouca vegetação apresentaram-se em muitos dias mais aquecidas e com umidade relativa menor que

as adjacentes, que contam com menor densidade de construções e ruas sem pavimentação e a área rural, que dentre todas se apresentou mais fresca e úmida.

Este padrão também pôde ser observado nesta pesquisa, onde o meio urbano, em quase todos os dias analisados apresentou temperaturas mais elevadas e umidade relativa menor que as encontradas no meio rural, o que evidencia a interferência dos núcleos urbanos no clima local.

Teodoro Sampaio, mesmo sendo uma cidade de pequeno porte, já possui um clima urbano, gerado pela ocupação do solo no crescimento da cidade. Essas diferenças podem ser minimizadas por meio do melhor planejamento na cidade, que deve ser realizado a fim de nortear a implantação de áreas verdes, da arborização de ruas nos bairros mais carentes de vegetação e no disciplinamento do uso e da ocupação do solo.

O planejamento urbano é um tema que deve ser discutido não só pelo poder público, mas também pela população, que de forma consciente, ou não, contribui na geração do clima urbano.

Referências Bibliográficas

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

BARRIOS, N. A. Z; SANT'ANNA NETO, J. L. **A Circulação Atmosférica no Extremo Oeste Paulista**. Boletim Climatológico, Presidente Prudente, v.1, n.1, p. 8-9, março 1996.

BOIN, M. N. **Chuvas e Erosão no Oeste Paulista**: uma análise climatológica aplicada. Rio Claro/ SP, 2000. 264p. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) IGCE, Universidade Estadual Paulista.

BOLETIM CLIMATOLÓGICO. Presidente Prudente: Faculdade de Ciências e Tecnologia – UNESP, 1996, ano 01, n.01.

DANNI, I. M. **Aspectos Temporo-espaciais da Temperatura e Umidade relativa de Porto Alegre em Janeiro de 1982**: contribuição ao estudo do clima urbano. São Pulo, 1987. 129p. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.

GANHO, N. Insolação e Temperatura em Coimbra: Regimes médios e prováveis na estação meteorológica do IGU. **CADERNOS DE GEOGRAFIA**, Coimbra, nº11, p. 55 – 85, 1992.

GARCÍA, M.C. M. La Cartografía del Fenómeno de la “Isla de Calor”. **NOTES DE GEOGRAFIA FÍSICA**, Barcelona, v. 19, p. 73 – 81, 1990.

GARCÍA, M.C. M. La Intensidad de la “Isla de Calor” de Barcelona. Comparación con otras Ciudades Españolas. **ALÍSIOS Revista de Geografía**, Barcelona, v.1, p. 47-53, 1991.

GARCÍA, M.C. M. Unas Notas Históricas Acerca de la Climatología Urbana. **NOTES DE GEOGRAFIA FÍSICA**, Barcelona, v. 20- 21, p. 137 – 141, 1991-1992.

GARCÍA, M.C. M. Una Propuesta de Terminología Castellana en Climatología Urbana. **INVESTIGACIONES GEOGRÁFICAS**, Barcelona, p. 89 – 98, 1997.

GOMEZ, A. L.; GARCIA, F. F. La Isla de Calor en Madrid: Avance de un Estudio de Clima Urbano. **ESTUDIOS GEOGRÁFICOS**, Madrid, n. 174, p. 5 – 34, 1984.

HOUGH, M. **Naturaleza y Ciudad**: Planificación urbana y procesos ecológicos. Barcelona: Editora Gustavo Gili S.A, 1998. 281p.

LEITE, J. F. **A Ocupação do Pontal do Paranapanema**. São Paulo : Hucitec, 1998. 202p.

LOMBARDO, M.A. **Ilha de Calor nas Metrôpoles**: o exemplo de São Paulo. São Paulo: Hucitec, 1985. 244p.

MENDONÇA, F. de A. **O clima e o Planejamento Urbano de Cidades de Porte Médio e Pequeno**: proposição metodológica para estudo e aplicação à cidade de Londrina, PR. São Paulo, 1994. 322p. Tese (Doutorado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.

MENDONÇA, F. A Clima e planejamento urbano em Londrina. **Clima Urbano**. Org. Mendonça, F; Monteiro, C. A de F. São Paulo: Contexto, 2003.

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

MONTEIRO, C. A. de F. **O Clima e a Organização do Espaço no Estado de São Paulo**: problemas e perspectivas. São Paulo: IGOG/USP, 1976 . 54p. (Série Teses e Monografias).

MONTEIRO, C. A. de F. **Clima e Excepcionalismo**: conjecturas sobre o desempenho da atmosfera como fenômeno Geográfico. Florianópolis/SC: ed. da UFSC, 1991. 241p.

MONTEIRO, C. A. de F. Por um suporte teórico e prático para estimular estudos geográficos do clima urbano no Brasil. **GEOSUL** , Florianópolis, v.5, n.9, p. 7-19, 1990.

MONTEIRO, C. A. de F. Adentrar a cidade para tomar-lhe a temperatura. **GEOSUL**. Florianópolis, v.5, n.9, p.61-79, 1990.

MONTEIRO, C. A. de F. A cidade como processo derivador ambiental e estrutura geradora de um “clima urbano”. **GEOSUL**, Florianópolis, v.5, n.9. p. 80-114, 1990.

PARQUE ESTADUAL DO MORRO DO DIABO: Plano de Manejo. Santa Cruz do Rio Pardo – SP: Viena, 2006.

PITTON, S. E. C. **As Cidades como Indicadores de alterações térmicas**. São Paulo, 1997. 272p. Tese (Doutorado em Geografia Física)- Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.

SANT'ANNA NETO, J. L. (org) **Os Climas das Cidades Brasileiras**. Presidente Prudente: UNESP, 2002. 227p.

SUAREZ, J. M. **Contribuição à Geologia do Extremo Oeste do Estado de São Paulo**. Presidente Prudente- SP, 1973. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista.

TARIFA, J. R. Análise Comparativa da Temperatura e Umidade na Área Urbana e Rural de São José dos Campos (SP). **GEOGRAFIA**, v. 2, n. 4, p. 59 – 80, outubro 1977.

VIANA, S. S. M. *Caracterização do Clima Urbano em Teodoro Sampaio/ SP*. Presidente Prudente, 2006. 190p. Tese (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia , UNESP.

IMAGENS DO SATÉLITE GOES - Disponível em: <http://www.cptec.inpe.br>, acesso em 02/02/2007.

CENSO DO IBGE 2000 – Disponível em:
<http://www.ibge.gov.br/ibgeteen/pesquisas/demograficas.html>, acesso em 15/02/2007

Recebido em 30 de março de 2010.

Revisado em 08 de junho de 2010.

Aceito em 02 de agosto de 2010.