

## **CARACTERÍSTICAS DA TEMPERATURA NOTURNA A PARTIR DE TRANSECTOS MÓVEIS EM TEODORO SAMPAIO/SP<sup>1</sup>**

**Simone Scatolon Menotti Viana<sup>2</sup>**

**Margarete Cristiane de Costa Trindade Amorim<sup>3</sup>**

**Resumo** - Este estudo teve como objetivo investigar as características da temperatura do ar intraurbana e da zona rural próxima a Teodoro Sampaio/SP, cidade de pequeno porte, localizada a 22° 53' 25" S e 52° 16' 75" W, no extremo oeste do Estado de São Paulo/Brasil. Para a coleta dos dados referentes à temperatura intraurbana, foram realizadas medidas com termômetro digital, com o sensor preso a uma haste de madeira e acoplado na lateral de um veículo, totalizando 16 pontos de coleta entre às 20h30min e 21h. Além dos pontos móveis, foram realizadas coletas em pontos fixos, com a utilização de miniabrigos meteorológicos. As coletas de dados aconteceram em 13 dias de janeiro de 2005 (17/01 a 29/01), dias representativos do verão – quente e chuvoso - e por oito dias de julho de 2005 (06/07 a 13/07), dias representativos do inverno – temperatura amena e clima seco. Esse estudo concluiu que Teodoro Sampaio, cidade de pequeno porte, com aproximadamente 16.000 habitantes, possui um clima urbano específico, consequência da ocupação do solo e das funcionalidades urbanas capazes de gerar ilhas de calor.

**Palavras chaves** - Clima urbano, transecto móvel, temperatura, uso e ocupação do solo, ilhas de calor.

**Abstract** – This study has got as objective to investigate the characteristics of the intra-urban and rural area air next to Teodoro Sampaio/SP, a small town which is located in 22o 53`25`` S e 52o 16`75``, in the extreme West of São Paulo State/Brazil. For the intra-urban temperature collect measures with digital thermometer were realized, with a sensor tied on a wood stick and joined to a vehicle side, totalizing 16 collecting points between 8.30 p.m. and 9 p.m. Besides the mobile points, collects in fix points were realized, with the using of mini-meteorological-shelters. The data collects happened during 13 days from January of 2005 (01/17 to 01/29), representative days of the summer – hot and rainy – and during eight days of July of 2005 (07/06 to 07/13), representative days of the winter – with lower temperatures and dry. This study concluded that Teodoro Sampaio, a small town with 16.000 inhabitants approximately, has already had a specific urban climate, consequence of the land occupation and the urban functionalities, capable to generate heat islands.

Key-words – urban clime, mobile transect, temperature, use and occupation of the land, warm islands.

### **1. Introdução**

Teodoro Sampaio está localizado a 22° 53' 25'' S e a 52°16'75''W, distante 112 Km de Presidente Prudente e 672 Km da capital São Paulo. O município encontra-se no extremo oeste do Estado de São Paulo (Figura 1).

---

<sup>1</sup> Resultado de pesquisa.

<sup>2</sup> Profª Ms. Aluna do programa de pós-graduação - doutorado em Geografia – Unesp de Presidente Prudente. (simoneviana10@yahoo.com.br)

<sup>3</sup> Profª Drª. do Departamento de Geografia – Unesp de Presidente Prudente. (mccta@fct.unesp.br)

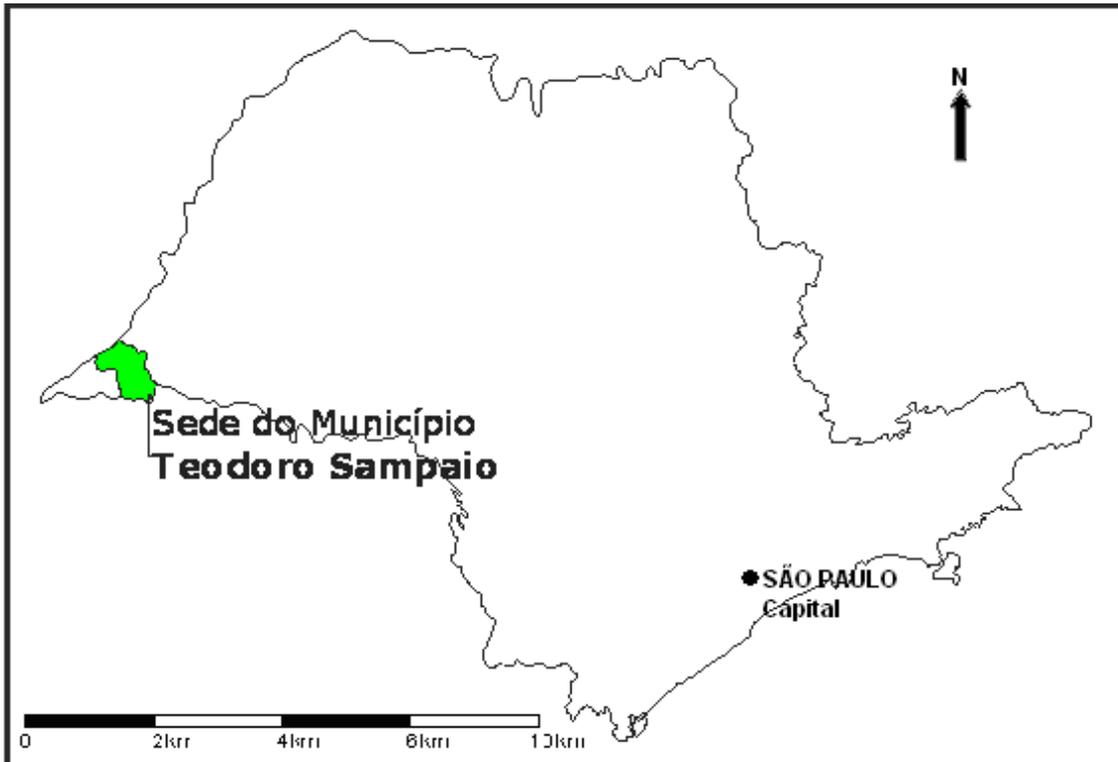


Figura 1 – Localização do município e cidade de Teodoro Sampaio/SP

A cidade de Teodoro Sampaio, como muitas no Brasil, cresceu sem levar em consideração seu contexto ambiental e as condições necessárias para uma boa qualidade de vida das pessoas.

Ao se expandir, provocou mudanças que interferiram nas condições climáticas locais, gerando um clima próprio na cidade. Mudanças estas, relacionadas às características da temperatura e da umidade do ar intraurbana, decorrente do processo de urbanização. Ou seja, a interferência das construções, da circulação de veículos, da retirada da vegetação original, da pavimentação asfáltica e do concreto ocasionou um clima particular à cidade.

Nesse sentido, o clima gerado pelo meio urbano, é fruto das modificações no balanço de energia, que geram as “ilhas de calor”. As ilhas de calor representam o fenômeno mais significativo do clima urbano e sua intensidade depende das condições micro e mesoclimáticas de cada cidade. (BRANDÃO, 2003).

Quando comparadas com o meio rural próximo, as cidades têm a capacidade de gerar um ecossistema próprio que, habitualmente, é caracterizado por altas temperaturas e consequente desconforto térmico.

Assim como a própria definição ou tomada de consciência do fato urbano emergiu do contraste com o campo, foi através dessa dicotomia e dos contrastes entre eles, que o homem tomou consciência de que a própria atmosfera sobre a cidade era sensivelmente diferente daquela do campo (MONTEIRO, 1976, p. 54).

A cidade, através desse ecossistema peculiar, mostra-se com a natureza completamente transformada pelo homem. Pois, expressa as relações sociais de um espaço produzido para se viver dentro dos parâmetros mundiais de modernização desvinculado da sustentabilidade.

O clima constitui-se numa das dimensões do ambiente urbano e seu estudo tem oferecido importantes contribuições ao equacionamento da questão ambiental nas cidades. As condições climáticas destas áreas, entendidas

como clima urbano, são derivadas da alteração da paisagem natural e da sua substituição por um ambiente construído, palco de intensas atividades humanas (MENDONÇA, 2003 p.93).

Nesse sentido, o clima urbano será específico para cada ambiente urbanizado. Mantendo relações com o ambiente regional em que está inserido, pois consiste na modificação dos elementos que compõem a atmosfera. Para Monteiro (1990a), o clima urbano pode ser entendido como um sistema complexo, aberto, adaptativo que, ao receber energia do ambiente maior, no qual se insere, transforma-a substancialmente a ponto de gerar uma produção exportada ao ambiente.

Nesse lócus totalmente construído e transformado, o balanço energético, o balanço hidrológico, o relevo e os elementos da atmosfera são modificados, o que ocasiona transformações na natureza da superfície e na atmosfera, afetando o funcionamento dos componentes climáticos (AMORIM, 2000, p.25).

A complexa geometria das superfícies urbanizadas, a forma e orientação dos edifícios, as propriedades térmicas dos materiais utilizados, a impermeabilização do solo ou o calor liberado pelas diversas atividades antrópicas, são algumas das contribuições decisivas para alterar o balanço energético nas cidades (MONTEIRO A. 1997, p. 206).

O balanço de energia urbana se dá de forma diferenciada de uma cidade para outra e depende de diversos fatores, tais como: tipo e cor dos materiais utilizados nas edificações, densidade de construções, pavimentação, verticalização, presença de áreas verdes e arborização nas calçadas, nos quintais das residências etc.

Os componentes tipicamente utilizados na constituição do meio urbano têm maior capacidade de retenção de calor que os que constituem o meio rural. “O armazenamento de calor no espaço construído associado à pequena perda de calor por evaporação não faz com que o balanço final entre as perdas e os ganhos no ambiente seja nulo, criando condições para a formação de ‘ilhas de calor’(...)” (AMORIM, 2000, p.28).

Assim, o fenômeno ilha de calor é formado através das diferenças do balanço de energia entre a cidade e o campo, sendo uma anomalia térmica, com dimensões horizontais, verticais e temporais. Suas características estão relacionadas com a natureza da cidade (tamanho, densidade de construções, uso do solo) e com as influências externas (clima, tempo e estações). A máxima intensidade da ilha de calor é observada sob condições de tempo atmosférico ideal: céu claro e ventos fracos. Horizontalmente, há diminuição da temperatura do ar e aumento da umidade à medida que há a aproximação com o campo. (OKE, 1982, p.7)

As cidades têm uma atmosfera mais instável o que proporciona diminuição na velocidade do vento em relação ao campo; assim, a tendência do ar, sob condições atmosféricas estáveis, é circular do campo (menos quente - alta pressão) em direção ao centro (mais quente - baixa pressão). (AMORIM, 2000)

A relevância de estudos dessa natureza está em viabilizar maior conhecimento sobre as características da atmosfera urbana e rural, principalmente no que se refere às mudanças climáticas associadas ao uso e a ocupação do solo. As características urbanas associadas aos tipos e graus de adensamento e uso que recobrem o solo têm a capacidade de modificar as características dos elementos climáticos que compõem a atmosfera local.

O tipo de uso e da ocupação do solo podem ainda ter seu efeito maximizado de acordo com as características do relevo existente no sítio urbano. Dessa forma, o estudo deve ater-se ao desenvolvimento do uso e da ocupação solo, associado ao relevo e suas feições resultantes.

Como afirma Monteiro (1990c), é necessário adentrar a cidade e identificar os aspectos dos diferentes dinamismos da vida urbana, como: tráfego de veículos automotores, concentração de aparelhos de ar condicionado, remoção da cobertura vegetal, canalização de córregos, adensamento de construções. Por fim, a cidade deve ser estudada inserindo-a em seu entorno, articulando-se o urbano, o suburbano e o rural.

A maioria dos estudos sobre clima urbano no Brasil tem sido realizada em cidades de grande porte, talvez pelo maior comprometimento da qualidade de vida e pelo fato dos problemas ambientais serem percebidos com mais frequência e gravidade. No Brasil, são poucos os trabalhos relacionados a cidades de pequeno e médio porte, podendo-se citar alguns: Sartori (1979), Mendonça (1994), Sette (1996), Pitton (1997), Amorim (2000), Silva (2003). Na escala internacional, há um maior número de trabalhos relacionados à investigação de clima urbano em cidades de pequeno porte.

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-urbana; estas, previamente identificadas, permitirão uma melhor compreensão da interação sociedade-natureza na construção do clima urbano (MENDONÇA, 2003 p. 96).

Dessarte, este estudo teve o objetivo de investigar as características térmicas intraurbana e da zona rural próxima a Teodoro Sampaio/SP, cidade de pequeno porte, em dias representativos do verão e inverno. E, ainda, dar sugestões para que as diferenças térmicas intraurbana sejam amenizadas.

## **2. Procedimentos metodológicos**

Neste trabalho foram utilizadas as propostas de Monteiro (1976 e 1990), como método de análise que formalizam uma estrutura teórica e metodológica para a compreensão do clima urbano. Tal método tem como base a perspectiva sistêmica para hierarquizar as relações entre o ambiente urbano e as alterações ocorridas nos elementos climáticos sobre a cidade, definindo assim: o Sistema Clima Urbano (S.C.U.).

Para o levantamento de campo, foram realizadas coletas de dados a partir de transectos móveis e pontos fixos.

Para as coletas de dados fixos, utilizou-se a proposta de Monteiro 1990c, que consiste na utilização de miniabrigos meteorológicos. Os miniabrigos meteorológicos foram constituídos de psicrômetros, ou seja, pares de termômetros (bulbo seco e bulbo úmido) para medidas de temperatura e estimativas de umidade relativa do ar e fita de cetim fixada na parte inferior do miniabrigo utilizada para indicar a direção do vento. A velocidade do vento foi estimada a partir da “Escala de Beaufort”, o que possibilitou avaliá-la sem auxílio instrumental. Os miniabrigos foram construídos com madeira, tendo paredes duplas perfuradas para permitir a livre circulação do ar. Foram encaixados em uma haste com 1,50m do solo para que os termômetros não sofressem influência direta da radiação terrestre. Presos a um suporte de madeira os termômetros foram encaixados no interior do miniabrigo. Essa metodologia foi utilizada por Sezerino e Monteiro (1990) e Amorim (2000).

As leituras, nos pontos fixos, foram realizadas simultaneamente em sete pontos, às 21h, por 13 dias de janeiro de 2005 (17/01 a 29/01), dias representativos do verão – quente e chuvoso - e por oito dias de julho de 2005 (06/07 a 13/07), dias representativos do inverno – com temperatura amena e clima seco.

O transecto móvel foi realizado a partir da escolha de um itinerário urbano. Escolheu-se 16 pontos de coleta a partir das características do relevo, da declividade e da hidrologia, sendo estas associadas ao tipo de uso e da ocupação do solo. (Figura 2)

Como se observa na figura 2, as áreas densamente construídas encontram-se localizadas próximas do centro comercial da cidade. Essas áreas se distinguem pelo tipo de vegetação que possuem. As áreas menos construídas estão mais afastadas do centro e possuem menos vegetação arbórea. Quanto ao tipo de uso do solo, a cidade se organiza, principalmente, em comercial e residencial.

O itinerário móvel (Figura 2) atravessou a malha urbana em 30 minutos, e o carro se deslocou com velocidade aproximada de 30 km/h. A velocidade do carro foi baixa para que a resposta do termômetro fosse a esperada para o ponto de coleta. O transecto foi realizado entre

às 20h30min e 21h, juntamente com a leitura noturna dos pontos fixos. Esse procedimento permitiu traçar perfis noturnos de temperatura de acordo com o uso e a ocupação do solo urbano.

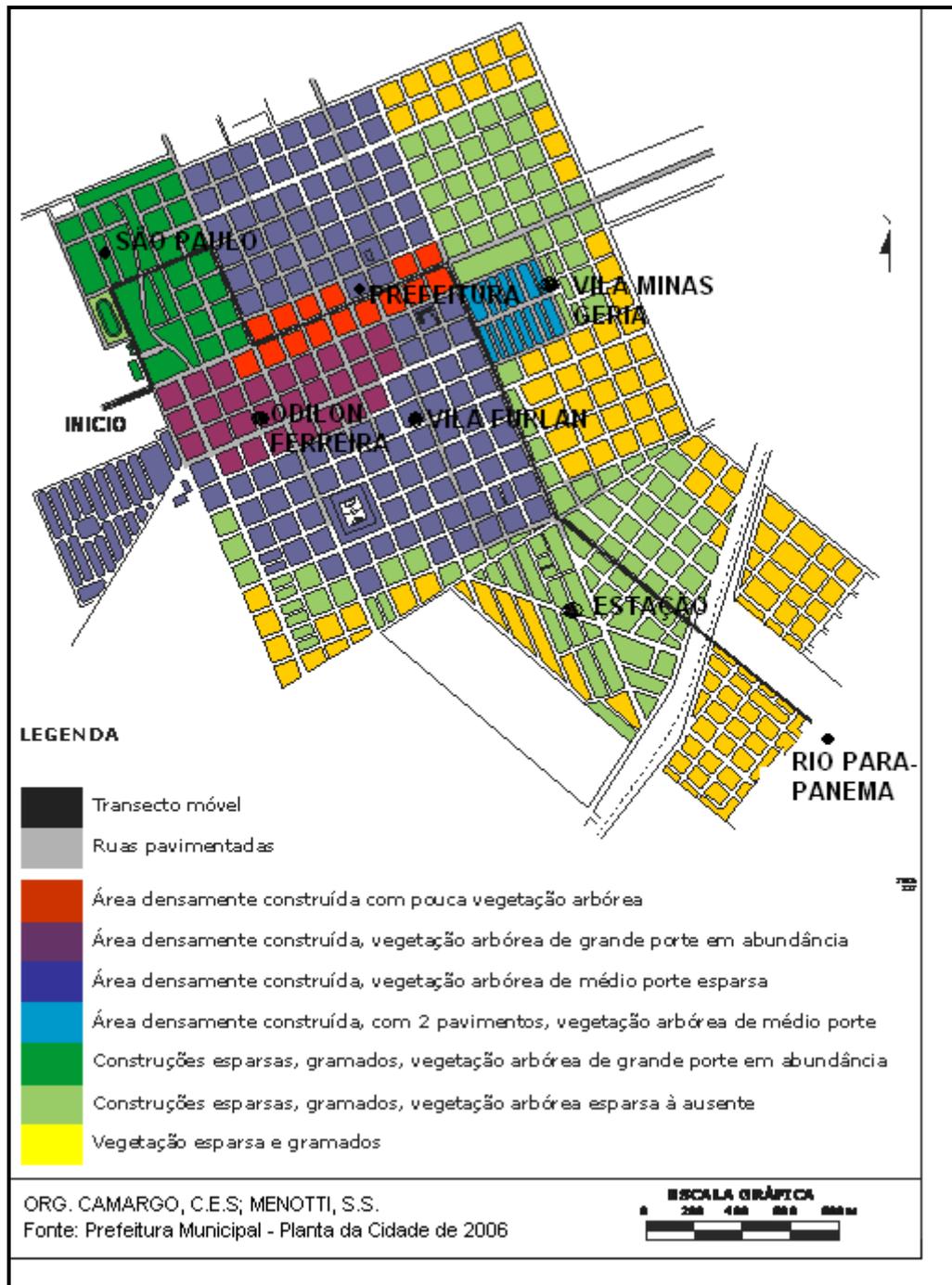


Figura 2: Uso, ocupação do solo, pontos fixos e transecto móvel em Teodoro Sampaio/SP.

De acordo com Gómez (1993), os transectos móveis foram utilizados pela primeira vez por Schmidt, em 1920, para realizar o estudo do clima da cidade de Viena.

No Brasil, esse procedimento vem sendo utilizado em diversos trabalhos e tem se mostrado eficiente, como se observou nos trabalhos realizados por Brandão (1996), na cidade do Rio de Janeiro/RJ; Pitton (1997), em cidades médias (Rio Claro e Araras) e pequenas (Cordeirópolis e Santa Gertrudes) no Estado de São Paulo; Amorim (2002) e Menotti-Viana et al (2004) em Presidente Prudente/SP.

Na literatura internacional, esta metodologia foi muito utilizada, por exemplo, nas pesquisas realizadas por Oke (1982), Gómez (1993), Ana Monteiro (1997) entre outros.

Ao término dos trabalhos de campo, os dados medidos foram digitados e organizados em tabelas para a síntese dos gradientes térmicos. Elaborados perfis noturnos da temperatura associados à ocupação do solo em Teodoro Sampaio, tanto para o verão como para o inverno.

Os sistemas atmosféricos atuantes foram identificados a partir da análise das imagens sinóticas do satélite Goes disponibilizadas diariamente no site do INPE<sup>4</sup>.

### **3. A temperatura intraurbana em Teodoro Sampaio**

No verão, o transecto móvel comprovou a existência de anomalias térmicas, embora, em algumas noites, devido à precipitação, houve homogeneização da temperatura entre os pontos de coleta, como pode ser observado na tabela (1).

Tabela 1 – Transecto móvel: gradientes térmicos intraurbano às 20h30min associado aos sistemas atmosféricos atuantes em janeiro de 2005.

| <b>Dias</b> | <b>Gradiente térmico °C</b> | <b>Sistemas atmosféricos</b> |
|-------------|-----------------------------|------------------------------|
| 17/01       | 1,4                         | Frente Fria                  |
| 18/01       | 0,8                         | (ZCAS)                       |
| 19/01       | 0,8                         | (ZCAS)                       |
| 21/01       | 0,6                         | (ZCAS)                       |
| 22/01       | 1,8                         | Sistema de baixa pressão     |
| 23/01       | 1,2                         | Sistema de baixa pressão     |
| 24/01       | 1,1                         | Sistema de baixa pressão     |
| 25/01       | 0,8                         | Frente Fria                  |
| 26/01       | 0,6                         | Frente Fria                  |
| 27/01       | 0,8                         | Polar Atlântica              |
| 28/01       | 0,9                         | Polar Atlântica              |
| 29/01       | 1,3                         | Polar Atlântica              |

Fonte: pesquisa de campo: 17 a 29 de janeiro de 2005.  
Imagens de satélite Goes.

O perfil noturno de temperatura demonstrou que as áreas centrais da cidade, mais edificadas, com ruas asfaltadas e intenso tráfego de veículos e menor quantidade de vegetação apresentaram temperaturas mais elevadas. Assim, comprovou-se que os materiais constituintes do meio urbano, como o concreto e o asfalto, têm a capacidade de conservar energia, que é liberada para a atmosfera na forma de calor sensível depois do pôr-do-sol, dificultando o resfriamento noturno (Figura 3). As áreas com menor densidade de construções, com vegetação arbórea e gramados, ruas parcialmente ou sem pavimentação apresentaram diminuição na temperatura do ar (Figura 3).

<sup>4</sup> [www.cptec.inpe.br](http://www.cptec.inpe.br).

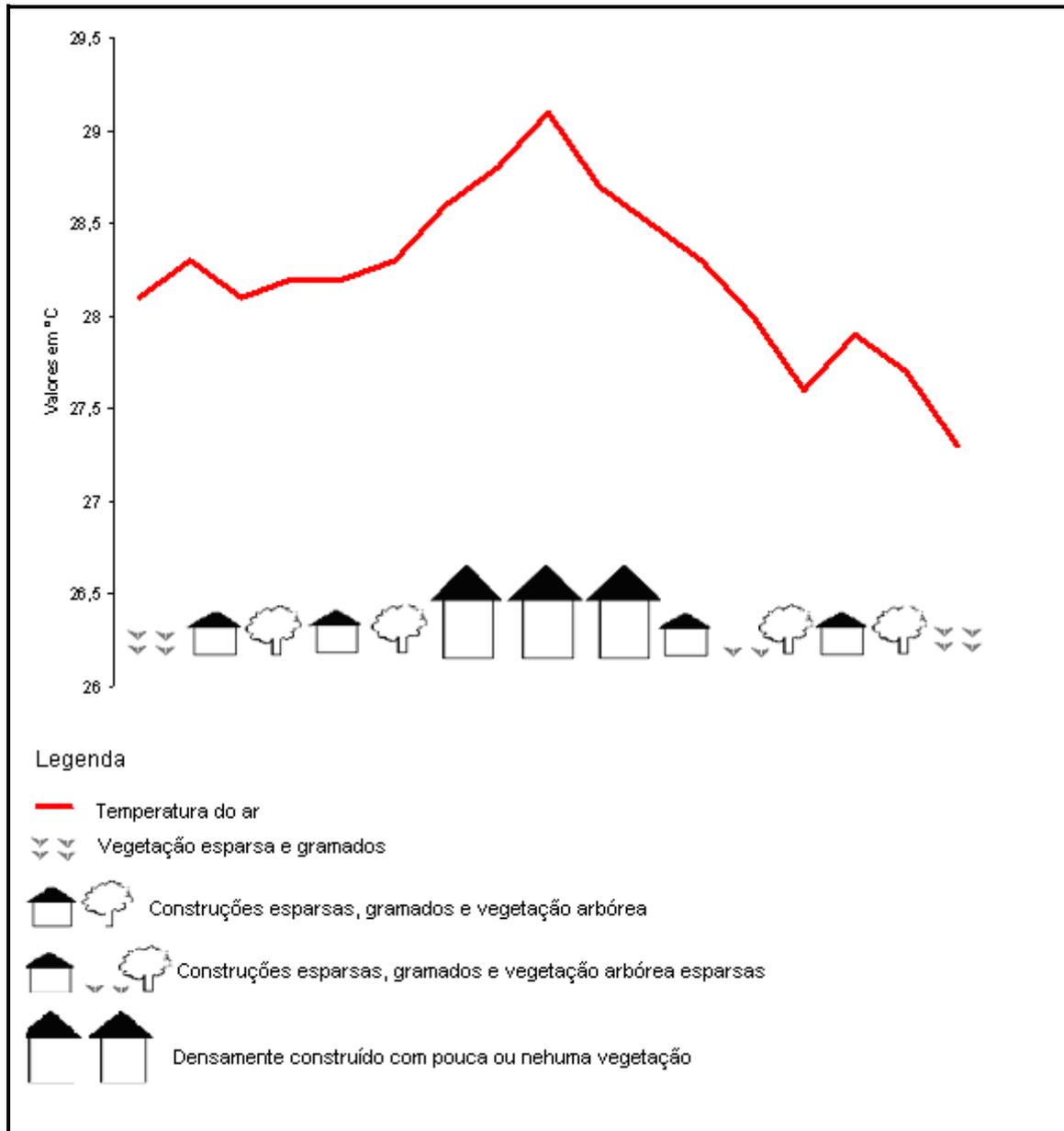


Figura 3 - Teodoro Sampaio: Temperatura do ar a partir de transecto móvel – 22/01/2005 – 20h30min.  
Fonte: Dados da pesquisa de campo.

Em alguns dias, em especial no ponto rural, próximo ao Rio Paranapanema, observou-se ligeira elevação na temperatura, principalmente em dias com perturbações frontais, associadas à precipitação que provocou homogeneização entre a temperatura urbana e a rural (Figura 4). Nos dias em que houve a atuação da massa de ar Polar, essa distribuição se desfez, e a área passou a apresentar a menor temperatura do perfil noturno, como ocorreu no inverno.

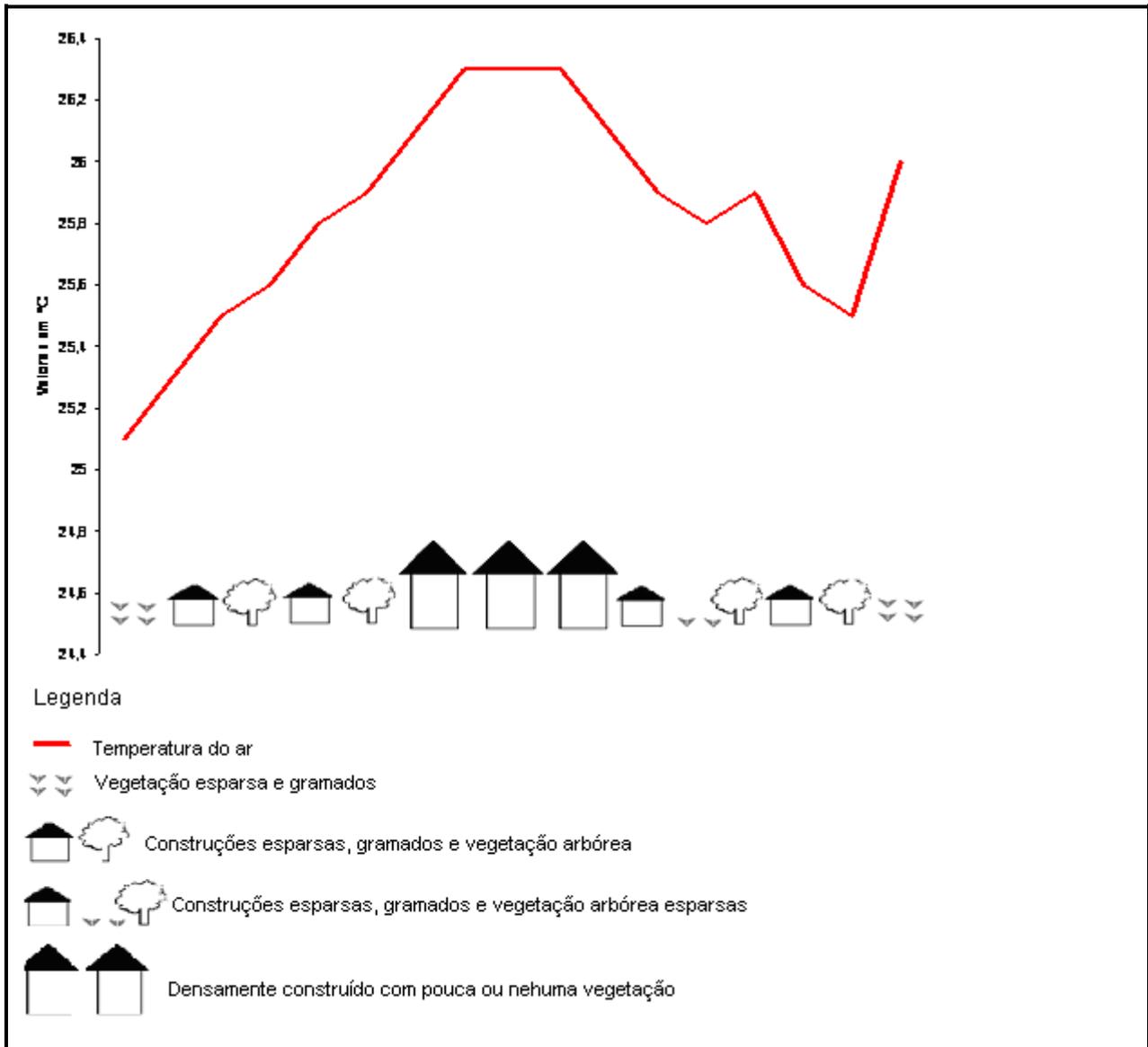


Figura 4 – Teodoro Sampaio: Temperatura do ar a partir de transecto móvel – 17/01/2005 – 20h30min.  
 Fonte: Pesquisa de campo.

Os resultados apresentados pelo transecto móvel foram também observados a partir dos pontos fixos. O maior gradiente térmico entre os pontos foi encontrado no dia 17 de janeiro, sendo de 4°C (Tabela 2). Nesse dia, houve a entrada de uma frente fria.

Na maioria dos dias estudados os gradientes térmicos entre os pontos fixos ficaram entre 1,5°C e 2°C. Os gradientes higrométricos ficaram entre 10% a 20% (Tabela 2). As magnitudes encontradas podem ser classificadas como sendo de fraca a moderada intensidade.

Tabela 2 – Gradientes térmicos e higrométricos às 21h associadas à velocidade do vento e sistemas atmosféricos atuantes em janeiro de 2005

| <b>Dias</b> | <b>Gradiente térmico</b> | <b>Gradiente higrométrico</b> | <b>Velocidade do vento<sup>5</sup></b> | <b>Sistemas atmosféricos</b> |
|-------------|--------------------------|-------------------------------|--|------------------------------|
| 17/01       | 4°C                      | 12,2%                         | 0,6 - 1,7 m/s                          | Frente Fria                  |
| 18/01       | 1,6°C                    | 17,9%                         | 0 - 1,7 m/s                            | (ZCAS) <sup>6</sup>          |
| 19/01       | 2°C                      | 9,2%                          | 1,8 - 5,2 m/s                          | (ZCAS)                       |
| 20/01       | 1,8°C                    | 12,4%                         | 0 - 0,5 m/s                            | (ZCAS)                       |
| 21/01       | 1,5°C                    | 15,1%                         | 0 - 1,7 m/s                            | (ZCAS)                       |
| 22/01       | 1°C                      | 6,8%                          | 1,8 - 3,3 m/s                          | Sistema de baixa pressão     |
| 23/01       | 1,7°C                    | 8,4%                          | 0 - 0,5 m/s                            | Sistema de baixa pressão     |
| 24/01       | 1,6°C                    | 13,8%                         | 0,6 - 3,3 m/s                          | Sistema de baixa pressão     |
| 25/01       | 1,8°C                    | 18,0%                         | 1,8 - 3,3 m/s                          | Frente Fria                  |
| 26/01       | 0,5°C                    | 8,1%                          | 3,4 - 5,2 m/s                          | Frente Fria                  |
| 27/01       | 2,8°C                    | 15,6%                         | 7,5 - 9,8 m/s                          | Polar Atlântica              |
| 28/01       | 1,6°C                    | 10,9%                         | 0,6 - 1,7 m/s                          | Polar Atlântica              |
| 29/01       | 1,4°C                    | 12,2%                         | 0 - 0,5 m/s                            | Polar Atlântica              |

Fonte: Pesquisa de campo: 17 a 29 de janeiro de 2005.

Imagens de satélite Goes

Durante o período representativo do inverno, os transectos móveis evidenciaram para a cidade de Teodoro Sampaio/SP os seguintes gradientes e perfis térmicos: a tabela 3 demonstra que o maior gradiente térmico foi observado no dia 10 de julho, com 4,8°C de diferença entre o ponto mais quente na área central da cidade e o de menor valor de temperatura no ponto rural, próximo ao Rio Paranapanema. O maior gradiente térmico aconteceu sob a atuação de Massa de ar Polar Velha, que tem como característica principal a elevação na temperatura do ar.

Tabela 3 – Transecto móvel: gradientes térmicos intraurbano às 20h30min associada aos sistemas atmosféricos atuantes em julho de 2005.

| <b>Dias</b> | <b>Gradiente térmico °C</b> | <b>Sistemas atmosféricos</b> |
|-------------|-----------------------------|------------------------------|
| 06/07       | 1,2°C                       | Frente Fria                  |
| 07/07       | 1,8°C                       | MPA                          |
| 08/07       | 0,6°C                       | MPA                          |
| 09/07       | 1,8°C                       | MPV                          |
| 10/07       | 4,8°C                       | MPV                          |
| 11/07       | 2,4°C                       | Sistema de Baixa Pressão     |
| 12/07       | 2,7°C                       | Sistema de Baixa Pressão     |
| 13/07       | 2°C                         | Sistema de Baixa Pressão     |

Fonte: Pesquisa de campo: 06 a 13 de julho de 2005

Imagens de satélite Goes.

<sup>5</sup> Valor observado no Rio Paranapanema, local desprovido de construções e obstáculos. Alguns dias o vento se apresentou em rajadas.

<sup>6</sup> ZCAS – Zona de Convergência do Atlântico Sul.

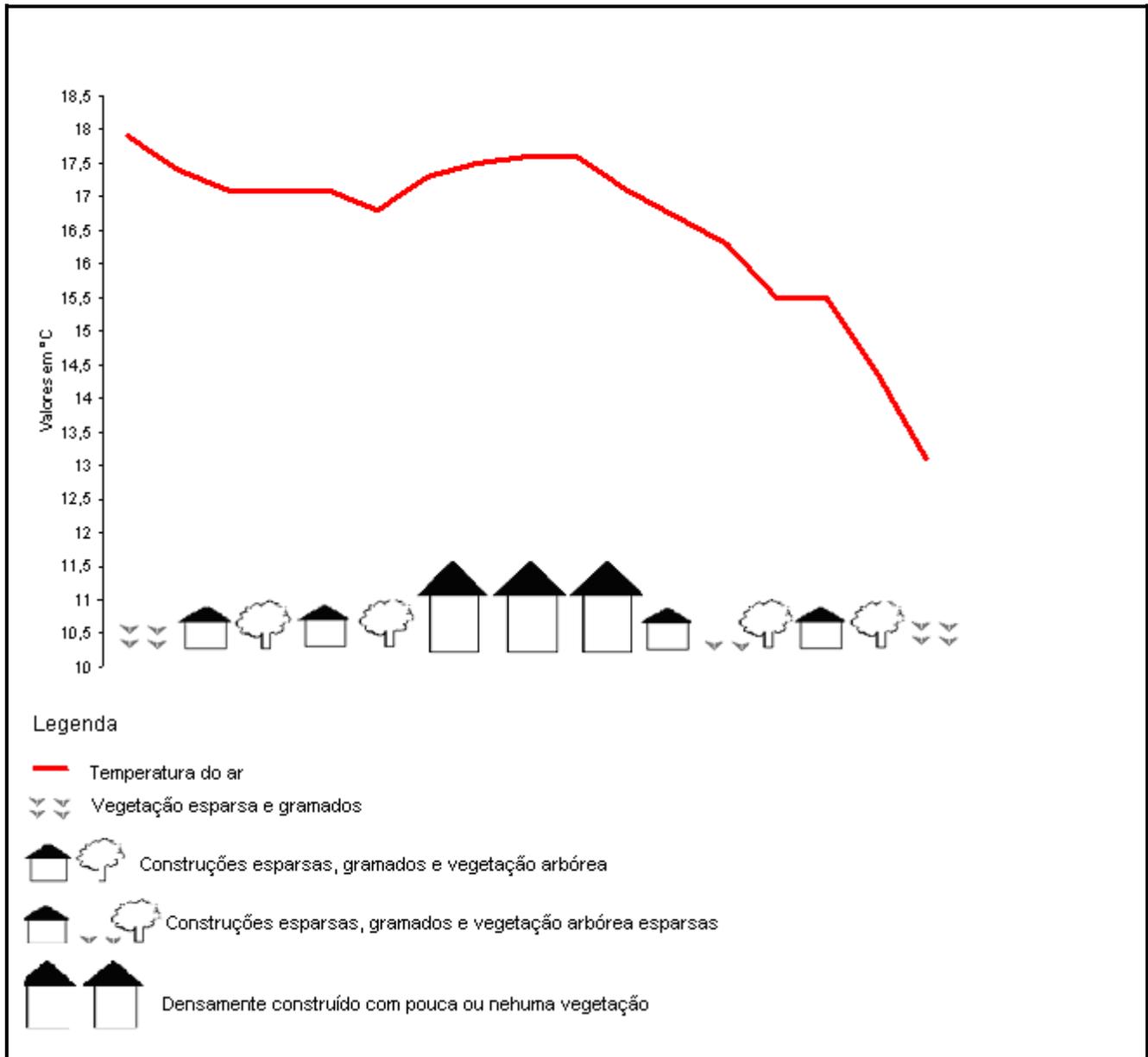


Figura 5 – Teodoro Sampaio: Temperatura do ar a partir de transecto móvel – 10/07/2005 – 20h30min.  
Fonte: Pesquisa de campo

O perfil térmico (Figuras 5 e 6) demonstrou que as áreas com menor densidade de construções, com vegetação arbórea e gramados apresentaram as menores temperaturas; enquanto que, na área central, densamente construída, ruas pavimentadas e intenso tráfego de veículos, principalmente no início da noite, a temperatura do ar apresentou-se elevada.

O ligeiro aumento de temperatura que se verificou no início do transecto (Figura 5) foi consequência do calor gerado pela Cerâmica Vera Cruz, que sempre nos finais de tarde e início da noite estava com suas fornalhas acesas, o que contribuiu com um maior aporte de energia (calor) para o ambiente.

O transecto de inverno evidenciou o papel importante da vegetação intraurbana (árvores e gramados) na diminuição da temperatura do ar. E, também, demonstrou a capacidade que o asfalto e o concreto têm em armazenar calor, pois nas áreas onde as ruas não possuíam pavimentação as temperaturas foram menores.

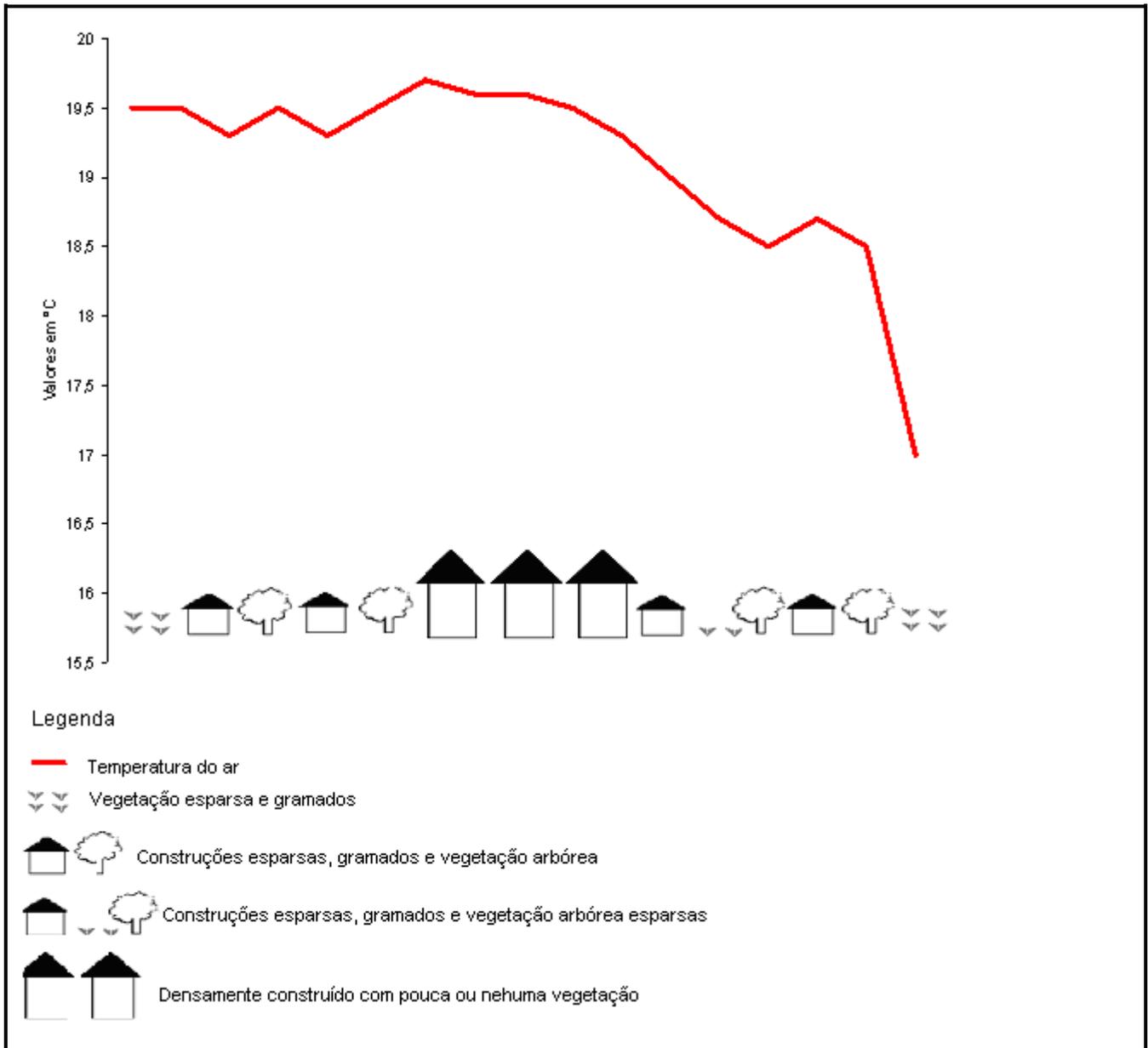


Figura 6 – Teodoro Sampaio: Temperatura do ar a partir de transecto móvel – 12/07/2005 – 20h30min.

Fonte: Pesquisa de campo

Os pontos fixos comprovaram os gradientes térmicos encontrados pelo transecto móvel. No dia 10 de julho, foi observado o maior gradiente térmico (3,5°C) para o horário entre os pontos fixos, o que também ocorreu entre os pontos móveis (Tabela 4).

Tabela 4 – Gradientes térmicos e higrométricos às 21h associadas à velocidade do vento e sistemas atmosféricos atuantes em julho de 2005.

| <b>Dias</b> | <b>Gradiente térmico</b> | <b>Gradiente higrométrico</b> | <b>Velocidade do vento<sup>7</sup></b> | <b>Sistemas atmosféricos</b>           |
|-------------|--------------------------|-------------------------------|--|--|
| 06/07       | 1,8°C                    | 9,0%                          | 0 - 0,5 m/s                            | Frente Fria                            |
| 07/07       | 1,7°C                    | 18,3%                         | 1,8 - 3,3 m/s                          | MPA <sup>8</sup>                       |
| 08/07       | 1,5°C                    | 21,3%                         | 1,8 - 3,3 m/s                          | MPA                                    |
| 09/07       | 3,4°C                    | 23,1%                         | Calmaria                               | MPV <sup>9</sup>                       |
| 10/07       | 3,5°C                    | 26,2%                         | Calmaria                               | MPV                                    |
| 11/07       | 2°C                      | 15,3%                         | 2 - 1,7 m/s                            | Sistema de Baixa Pressão <sup>10</sup> |
| 12/07       | 2,1°C                    | 11,6%                         | Calmaria                               | Sistema de Baixa Pressão               |
| 13/07       | 2,1°C                    | 48,3%                         | Calmaria                               | Sistema de Baixa Pressão               |

Fonte: Pesquisa de campo: 06 a 13 de julho de 2005

Imagens de satélite Goes.

Os dados dos pontos fixos, às 21h, demonstram que, no verão, em muitos dias, houve homogeneização nos valores de temperatura entre os pontos e diminuição da magnitude da ilha de calor, consequência da precipitação dos fins de tarde ou mesmo durante o horário da coleta dos dados. No inverno, sem a presença da precipitação, não houve homogeneização da temperatura e as áreas urbanas continuaram devolvendo calor para a atmosfera. Em contrapartida, as áreas menos urbanizadas juntamente com o ponto rural apresentaram diminuição na temperatura.

Com o pôr-do-sol, houve o início do resfriamento noturno nas duas estações estudadas, o que configurou um novo padrão para a distribuição da temperatura e umidade relativa do ar. As áreas mais urbanizadas apresentaram-se mais aquecidas e com menor índice de umidade relativa. Já as áreas urbanas mais adjacentes e a área rural mostraram-se mais frescas e úmidas.

Durante o verão, a ilha de calor se formou, com maior frequência, no ponto Odilon Ferreira e, em alguns dias na Vila São Paulo. A maior magnitude foi observada na Vila São Paulo e sendo classificada como de forte intensidade. No inverno, a ilha de calor não se configurou em uma área e sim em um eixo. A ilha de calor abrangeu os três pontos, Vila São Paulo, Prefeitura e Vila Furlan. A magnitude observada classifica-se como sendo de moderada intensidade. (Tabela 5)

Tabela 5 - Magnitudes máximas da ilha de calor às 21h

| <b>VERÃO</b> |                  |                            | <b>INVERNO</b> |                  |                            |
|--------------|------------------|----------------------------|----------------|------------------|----------------------------|
| <b>Dia</b>   | <b>Magnitude</b> | <b>Sistema atmosférico</b> | <b>Dia</b>     | <b>Magnitude</b> | <b>Sistema atmosférico</b> |
| 17/jan       | 4°C              | Frente Fria                | 10/jul         | 3,5°C            | MPV                        |

A ilha de calor formada durante o verão, às 21h, nas imediações da Rua Odilon Ferreira, evidenciou a capacidade da conservação de energia depois do pôr-do-sol nas áreas mais edificadas, principalmente no centro da cidade. As propriedades térmicas do meio urbano, com capacidade calorífica e condutividade dos materiais de construção, possibilitaram uma grande estocagem de energia que, liberadas para a atmosfera urbana sob a forma de calor sensível, impedem seu rápido resfriamento noturno. Associado a este fator está o calor

<sup>7</sup> Valor observado no Rio Paranapanema, local desprovido de construções e obstáculos. (\*) rajadas de vento mais fortes.

<sup>8</sup> MPA – Massa Polar Atlântica.

<sup>9</sup> MPV – Massa Polar Velha ou enfraquecida.

<sup>10</sup> O sistema de baixa pressão que atuou no continente estava associado a uma Frente Fria que se deslocou pelo Oceano Atlântico.

antropogênico, gerado pelo intenso tráfego de veículos (caminhões) na área central, principalmente à noite, maximizando o calor que está sendo devolvido pelos materiais utilizados nas construções (concreto e asfalto) para a atmosfera urbana.

No caso da Vila São Paulo, a formação da ilha de calor está vinculada ao funcionamento de uma cerâmica, que nos dias em que a ilha de delimitação estava com suas fornalhas acessas, desde o entardecer.

Às 21h, no verão, formaram-se as ilhas de frescor na Vila São Paulo e no Bairro da Estação com mais persistência. Na Vila São Paulo o que auxiliou na formação da ilha de frescor foi a ocupação do solo, vegetação arbórea e rasteira em quantidade significativa associada ao sistema atmosférico atuante que favoreceu o aumento da temperatura nas demais áreas da cidade. Na Estação, a ocupação do solo foi a principal responsável pela ilha de frescor.

Cabe salientar que, em muitos dias, houve chuva ou garoa antes das leituras noturnas, fato que contribuiu para a homogeneização e ou diminuição da temperatura, principalmente nos primeiros dias do experimento que estavam sob a atuação de uma Frente estacionária associada à Zona de Convergência do Atlântico Sul.

As ilhas de umidade se formaram nas proximidades do Rio Paranapanema e no Bairro da Estação. E as ilhas secas se formaram nas imediações da Rua Odilon Ferreira e em dias específicos na Vila São Paulo associada à ilha de calor.

No inverno, houve uma mudança na definição da área central da ilha de calor. No verão, as ilhas de calor se formaram nas proximidades de Odilon Ferreira e na Vila São Paulo. No inverno, as ilhas se delimitaram na Prefeitura e Vila Furlan; em muitos dias, ambos os pontos apresentaram os mesmos valores de temperatura. As ilhas de calor que se formaram durante a noite permaneceram até o início da manhã.

A ilha de calor formada na área central da cidade (Prefeitura) comprova a capacidade dos materiais tipicamente do meio urbano (concreto e asfalto) de armazenarem e devolverem radiação por mais tempo.

A grande evidência nesse horário, com certeza, foi a formação da ilha de calor na Vila Furlan, local com menor densidade de construções, ruas sem pavimentação e vegetação arbórea e rasteira (gramados e jardins), demonstrando que durante o inverno a vegetação rasteira estando seca e sem umidade não contribuiu para a diminuição da ilha de calor e configuração da ilhas de frescor e umidade.

A ilha de frescor se formou na Estação, como no verão e nos demais horários. As ilhas de umidade estiveram mais presentes na Estação e no Rio Paranapanema com pequeno aparecimento durante as perturbações frontais que elevaram os índices de nebulosidade.

As ilhas secas se formaram na Vila São Paulo e Odilon Ferreira e as ilhas de calor se delimitaram na Prefeitura e Vila Furlan.

#### **4. Considerações finais**

Teodoro Sampaio, cidade de pequeno porte, com população urbana de aproximadamente 16.000 habitantes, apresenta características peculiares quanto ao uso e a ocupação do solo, fruto da sua formação inicial e do seu desenvolvimento posterior. Como muitas cidades, a sua expansão territorial não foi acompanhada por um planejamento urbano adequado.

A caracterização climática associada aos fatores: relevo, hidrografia, uso e ocupação do solo, demonstraram que Teodoro Sampaio possui um clima urbano específico. No verão, os fatores que favoreceram as diferenças térmicas e higrométricas foram: a precipitação abundante, a densidade de construções e os índices de vegetação arbórea e rasteira. A chuva proporcionou dois padrões de distribuição da temperatura e umidade, ou seja, em dias de precipitação mais abundante havia homogeneização dos elementos climáticos entre os pontos e, em dias com ausência de precipitação, aparecia a diferença entre eles. A densidade de construções favoreceu na determinação das magnitudes térmicas e higrométricas. A vegetação rasteira (gramados e

jardins) associada ao orvalho e à chuva foi decisiva nas características térmicas e higrométricas, principalmente, no início da noite.

No inverno, os fatores que influenciaram na distribuição térmica e higrométrica foram: densidade de construções, os índices de vegetação arbórea (grande porte) e a baixa velocidade do vento associada a pouca nebulosidade. Cabe dizer que, durante o inverno, não houve precipitação, e a vegetação rasteira não apresentou a mesma contribuição na diminuição térmica e elevação da umidade relativa, como no verão. E, ainda, as formações das ilhas de calor tiveram contribuições mais evidentes dos sistemas atmosféricos que proporcionaram céu limpo com baixa velocidade do vento.

Quando se compara os gradientes dos pontos fixos e os perfis térmicos do verão e do inverno, é possível concluir que: durante o verão, a definição da ilha de calor na parte central da cidade é mais bem definida. Enquanto que, no inverno, esse padrão não é tão claro, embora, os gradientes térmicos do verão tenham se mostrado inferiores aos apresentados no inverno.

No geral, nos dias representativos do verão, a precipitação homogeneizou as temperaturas o que evidenciou o maior aporte de temperatura na área central, que é densamente construída e com pouca vegetação. Já no inverno, não houve precipitação em nenhum dos dias, e os sistemas contribuíram para evidenciar as características térmicas de cada porção da cidade.

O estudo demonstrou que a inércia calórica dos materiais constituintes do meio urbano (asfalto, concreto), a vegetação (arbórea e rasteira), o calor antropogênico, os sistemas atmosféricos atuantes foram fatores decisivos para a configuração das diferenças térmicas e higrométricas intraurbana em Teodoro Sampaio.

Assim, a pesquisa comprovou que as diferenças térmicas intraurbana registradas na cidade estão ligadas diretamente à heterogeneidade da ocupação do solo e suas funcionalidades, contribuindo para a geração de ilhas de calor. Nesse sentido, a cidade cresceu sem levar em consideração um planejamento adequado. É necessário, portanto, que no planejamento ambiental sejam consideradas as condições climáticas apresentadas pela cidade.

Para amenizar as diferenças térmicas registradas nessa pesquisa, deve-se investir na implantação de novas áreas verdes e na conservação das existentes, visto que a cidade apresenta elevado índice de vegetação arbórea e rasteira em muitos bairros, além da não impermeabilização total dos lotes, e o plantio de jardins nos terrenos destinados às residências.

Assim, um planejamento urbano e ambiental bem elaborado associado a uma mudança de mentalidade da população local pode contribuir para uma cidade com condições térmicas e higrométricas melhores, conseqüentemente, uma melhor qualidade de vida urbana para seus habitantes.

## **5. Referências bibliográficas**

AMORIM, M.C.C.T. *O clima urbano de Presidente Prudente/SP*. São Paulo, 2000. 378p. Tese (Doutorado em Geografia) - FFLCH - USP.

BRANDÃO, A.M. de P.M. *O clima urbano da cidade do Rio de Janeiro*. São Paulo, 1996. 362p. Tese (Doutorado em Geografia Física). Faculdade de Filosofia letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.

BRANDÃO, A.M de P.M. O clima urbano da cidade do Rio de Janeiro. *Clima Urbano*. Org. Mendonça, F; Monteiro, C.A de F. São Paulo:Contexto, p 121 – 153, 2003.

GÓMEZ, A. L., GARCIA, F. F. La isla de calor en Madrid: avance de un estudio de clima urbano. *Estudios Geográficos*, 45, n.174, p.5-34, enero-marzo 1984. 1997.

GÓMEZ, A. L. *El clima de las ciudades españolas*. Madrid. 1993.

MENDONÇA, F.A. *O clima e o planejamento urbano de cidades de porte médio e pequeno. Proposição metodológica para estudo e sua aplicação à cidade de Londrina / PR* São Paulo, 1994. 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.

MENDONÇA, M. *A dinâmica têmporo-espacial do clima subtropical na região conurbada de Florianópolis/SC*. USP. São Paulo, 2002. (Tese de Doutorado)

MENDONÇA, F. A., MONTEIRO, C. A. de F. (org). *Clima urbano*. São Paulo: Contexto, 2003.

MENOTTI-VIANA et al. Estudo de ilhas de calor em Presidente Prudente/SP a partir de transectos móveis. *Formação*. Presidente Prudente, v.2, n.11, p. 35 – 62, 2004.

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*. 25. São Paulo: IGEOG/USP, 1976. 181p. (Série teses e Monografias, 25).

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.a

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

MONTEIRO, C.A de F. A cidade como processo derivados ambiental e estrutura geradora de um "Clima Urbano". *Geosul*, Florianópolis, v.5, n.9, p. 80-114, 1990.c

OKE, T. R., MAXWELL, G. B. Urban heat island dynamics in Montreal and Vancouver. *Atmosphere Environment*, v.09, p. 191-200, july 1974.

OKE, T.R. *Boundary Layer Climate London*, Methuem & LTD. A. Halsted Press Book, John Wiley & Sons, New York, 1978. p 240 - 267.

OKE, T.R. The energetic basis of the urban heat island. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, v.108, n. 455, p.1-24, jan. 1982.

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.

SARTORI, M. G. B. *O clima de Santa Maria, RS: do regional do urbano*. São Paulo, 1979. 166p. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.

SEZERINO, M. L., MONTEIRO, C. A. F. O campo térmico na cidade de Florianópolis: primeiros experimentos. *Geosul*, Florianópolis, v.5, n.9, p. 20-60, 1990.

SILVA, L. T. da. *O clima urbano de Penápolis-SP: uma contribuição ao gerenciamento ambiental da cidade*. 2003. 168p. Dissertação (Mestrado em Conservação e Manejo de Recursos/ Gestão Integrada de Recursos) – Centro de Estudos Ambientais/UNESP/Rio Claro/SP.