



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS**

**A INFLUÊNCIA DA URBANIZAÇÃO NO CLIMA DAS CIDADES  
DE PETROLINA/PE E JUAZEIRO/BA**

**AUTOR: PÉRICLES TADEU DA COSTA BEZERRA**

**CAMPINA GRANDE/PB  
FEVEREIRO/2009**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS**

**A INFLUÊNCIA DA URBANIZAÇÃO NO CLIMA DAS CIDADES**  
**DE PETROLINA/PE E JUAZEIRO/BA**

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado em Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento às exigências para obtenção do Grau de Mestre.

**Autor:** Péricles Tadeu da Costa Bezerra

**Orientadores:** Pedro Vieira de Azevedo

Mário de Miranda Vilas Boas Ramos Leitão

**CAMPINA GRANDE/PB**

**FEVEREIRO/2009**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

B574i

2009 Bezerra, Péricles Tadeu da Costa

A influência da urbanização no clima das cidades de Petrolina/PE e Juazeiro/BA / Péricles Tadeu da Costa Bezerra. — Campina Grande, 2009.

106 f.

Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais.

Referências.

Orientadores: Prof. Dr. Pedro Vieira de Azevedo e Prof. Dr. Mário de Miranda Vilas Boas Ramos Leitão.

1. Zona Urbana e Rural. 2. Índice de Conforto Térmico 3. Ilha de Calor I. Título.

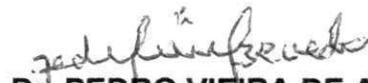
CDU – 551.58 (043)

**PÉRICLES TADEU DA COSTA BEZERRA**

**A INFLUÊNCIA DA URBANIZAÇÃO NO CLIMA DAS CIDADES DE PETROLINA/PE  
E JUAZEIRO/BA**

**APROVADA EM: 27/02/2009**

**BANCA EXAMINADORA**



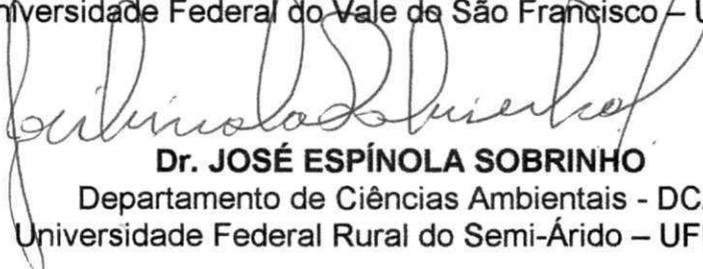
**Dr. PEDRO VIEIRA DE AZEVEDO**

Centro de Tecnologia e Recursos Naturais - CTRN  
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG



**Dr. MÁRIO DE MIRANDA VILAS-BOAS RAMOS LEITÃO**

Departamento de Engenharia Agrícola - DEAg  
Universidade Federal do Vale de São Francisco – UNIVASF



**Dr. JOSÉ ESPÍNOLA SOBRINHO**

Departamento de Ciências Ambientais - DCA  
Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA



**Dr. VICENTE DE PAULO RODRIGUES DA SILVA**

Centro de Tecnologia e Recursos Naturais - CTRN  
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG

*A meus pais, Maurício e Isabel, pelo apoio incondicional na vida.*

*A minha esposa, Maria Luiza, pela paciência, incentivo e amor, elementos fundamentais para a realização deste trabalho.*

*A minhas filhas, por me fazerem mais feliz a cada dia.*

## SUMÁRIO

<b>AGRADECIMENTOS.....</b>	<b>vi</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>viii</b>
<b>LISTA DE QUADROS.....</b>	<b>ix</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>x</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>xiii</b>
<b>1 – INTRODUÇÃO.....</b>	<b>01</b>
<b>2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>04</b>
<b>2.1 – CLIMA URBANO.....</b>	<b>04</b>
<b>2.2 – ILHA DE CALOR.....</b>	<b>06</b>
<b>2.3 – CONFORTO TÉRMICO.....</b>	<b>09</b>
<b>3 – MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>14</b>
<b>3.1 – CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....</b>	<b>14</b>
<b>3.2 – ASPECTOS HISTÓRICOS.....</b>	<b>16</b>
<b>3.3 – ASPECTOS GEOGRÁFICOS.....</b>	<b>18</b>
<b>3.4 – ASPECTOS CLIMÁTICOS.....</b>	<b>19</b>
<b>3.5 – ASPECTOS URBANOS.....</b>	<b>19</b>
<b>3.6 – INSTRUMENTAÇÃO E DADOS.....</b>	<b>22</b>
<b>3.6.1 – Estação 01: Petrolina – Asfalto.....</b>	<b>27</b>
<b>3.6.2 – Estação 02: Petrolina – Parque.....</b>	<b>29</b>
<b>3.6.3 – Estação 03: Juazeiro – Calçamento.....</b>	<b>31</b>
<b>3.6.4 – Estação 04: Zona Rural.....</b>	<b>33</b>
<b>3.7 – MÉTODOS.....</b>	<b>35</b>
<b>3.7.1 – Ilha de calor.....</b>	<b>35</b>
<b>3.7.2 – Conforto térmico.....</b>	<b>36</b>
<b>4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>38</b>
<b>4.1 – TEMPERATURA À SUPERFÍCIE.....</b>	<b>38</b>
<b>4.2 – TEMPERATURA DO AR.....</b>	<b>54</b>
<b>4.3 – UMIDADE RELATIVA DO AR.....</b>	<b>79</b>
<b>4.4 – VELOCIDADE DO VENTO.....</b>	<b>82</b>
<b>4.5 – DIREÇÃO DO VENTO.....</b>	<b>85</b>
<b>4.6 – PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA.....</b>	<b>87</b>

<b>4.7 – AVALIAÇÃO TÉRMICA DO AMBIENTE.....</b>	<b>88</b>
<b>5 – CONCLUSÕES.....</b>	<b>100</b>
<b>6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>101</b>

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e saúde.

À Universidade Federal do Vale do São Francisco, onde trabalho, por apoiar a qualificação permanente de seu corpo docente.

À Universidade Federal de Campina Grande pela acolhida e por me proporcionar a possibilidade de realizar este curso.

À memória de meus avós pelo exemplo de dedicação à vida.

À minha tia, Maria de Lourdes, pelos constantes aconselhamentos e ao meu tio Pedrosa, por acreditar na ciência como elemento positivo de transformação da sociedade.

A meu sogro, José Luís, pelo estímulo permanente e à minha sogra, Maria Luiza, pelo apoio logístico, pedagógico e vibração durante todo o curso.

Aos demais familiares, pelo incentivo e carinho.

Ao amigo Romildo Morant, pela parceria e companheirismo firmados.

Ao professor Pedro Vieira, pela orientação sensata e competente além da amizade e confiança consolidados ao longo do curso.

Ao professor Mário Miranda, pela disponibilização dos equipamentos para a pesquisa além da permanente boa vontade em me ajudar a desvendar os caminhos da climatologia urbana.

Ao Magnífico Reitor da Universidade Federal do Vale do São Francisco, professor e amigo José Weber, pelo incentivo na realização do mestrado.

Ao Vice Reitor da Universidade Federal do Vale do São Francisco, professor e amigo Paulo César, pelo exemplo de determinação na busca de objetivos.

Aos professores José Espínola, Vicente Rodrigues, Bernardo Barbosa e Gertrudes Macário pelas análises, críticas e sugestões durante a construção desta dissertação.

Aos amigos conquistados no decorrer do curso, em particular a Ary Vieira e sua família, por todo apoio ofertado enquanto estive longe de casa.

Ao aluno e amigo, Jorge Duarte, pelo auxílio na tabulação dos dados.

Aos docentes e técnicos administrativos integrantes da Pós-Graduação em Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

## RESUMO

A intensa urbanização observada nas últimas décadas está ocasionando importantes mudanças ambientais ao redor do planeta, com destaque para as alterações das condições climáticas e aumento da temperatura do ar nas cidades. Este estudo avaliou os efeitos da urbanização sobre o clima das cidades de Petrolina em Pernambuco e Juazeiro na Bahia, municípios com aproximadamente quinhentos mil habitantes, localizados em pleno semi-árido brasileiro. Com o objetivo de avaliar a influência de três diferentes tipologias do espaço urbano sobre o microclima, foram realizados experimentos de campo durante os períodos de inverno (agosto/2007) e verão (dezembro/2007 e janeiro/2008). Para tanto, foram instaladas, simultaneamente, três estações micrometeorológicas nos seguintes locais: (i) área urbana comercial com revestimento asfáltico na superfície; (ii) área urbana residencial com revestimento em paralelepípedo (calçamento) na superfície; e (iii) área urbana de lazer (parque) com revestimento gramado na superfície. Além das análises entre os dados obtidos nessas três áreas, também foram efetuadas comparações, para os mesmos períodos sazonais, entre cada área urbana citada e a área rural, representada pela estação meteorológica da Universidade Federal do Vale do São Francisco, localizada em Petrolina. Os valores observados para a temperatura máxima à superfície na área urbana foram 69,0°C no verão e 50,2°C no inverno, bem mais altos que os da área rural, 39,3°C no verão e 33,1°C no inverno. Os registros máximos da temperatura do ar também apresentaram o mesmo comportamento: área urbana com 38,2°C no verão e 32,5°C no inverno e área rural com 37,2°C no verão e 31,9°C no inverno. Durante o verão, as áreas com maior densidade urbana apresentaram desconforto térmico no período vespertino e ilha de calor durante o período noturno, com intensidade de até 7,0°C na área asfaltada e 6,0°C nas áreas de calçamento e do parque. Portanto, os resultados obtidos nesta pesquisa confirmaram a hipótese de que as estruturas urbanas influenciam o clima das cidades estudadas.

Palavras-chave: Zonas urbana e rural, índice de conforto térmico, ilha de calor.

## ABSTRACT

The intense urbanization observed in the last decades have caused important environmental changes around the world with emphasis to the changes in the climatic conditions and air temperature increases in the urban cities areas. This study evaluated the effects of urbanization on the climate of the cities of Petrolina in Pernambuco state and Juazeiro in Bahia state, municipalities with approximately five hundred thousand people, located in the heart of the brazilian semi arid region. To evaluate the influence of three different types of urban space on the microclimate, the field experiments were conducted during the winter (August/2007) and summer (December/2007 and January/2008). For both, were installed, while three micrometeorological stations in the following places: (i) commercial urban area with asphalt coating on the surface; (ii) living urban area with coated in parallelepiped (paving) on the surface; (iii) entertainment urban area (park) with the surface coating lawn. Besides the analysis data obtained in these three locations, comparisons were made with data of the same seasonal periods of each urban area and the rural area obtained in the meteorological station of the Federal University of the San Francisco Valley, located in Petrolina. The observed values for the maximum temperature at the surface in the urban area were 69.0°C in summer and 50.2°C in winter and higher than those in rural areas, 39.3°C in summer and 33.1°C in winter. The records of the maximum air temperature also showed the same pattern: urban area with 38.2°C in summer and 32.5°C in winter and rural area with 37.2°C in summer and 31.9°C in winter. During the summer, with higher density urban areas had discomfort in the afternoon heat and the heat island during the night, with intensity of 7.0°C in asphalt and 6.0°C in the area of paving, and park. Therefore, the results obtained in this study confirmed the hypothesis that urban structures influence the climate of the cities studied.

Key-words: Urban and rural zones, thermal comfort index, heat island.

## LISTA DE QUADROS

Quadro 01 : Aspectos fisiográficos das cidades de Petrolina e Juazeiro. Adaptado do censo demográfico do Brasil – IBGE(2007).....	22
Quadro 02 : Identificação das estações e tipologia das áreas estudadas.....	24
Quadro 03 : Avaliação térmica do ambiente em função do IDT.....	36
Quadro 04 : Intervalos horários para avaliação térmica do ambiente.....	37

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01 : Estatística descritiva das médias de temperaturas à superfície no período de inverno.....	39
Tabela 02 : Diferenças entre a temperatura média horária registrada à superfície na área com asfalto e a registrada à superfície na área rural durante o período de inverno ( $\Delta T_{s1}$ ).....	41
Tabela 03 : Diferenças entre a temperatura média horária registrada à superfície na área do parque e a registrada à superfície na área rural durante o período de inverno ( $\Delta T_{s2}$ ).....	42
Tabela 04 : Diferenças entre a temperatura média horária registrada à superfície na área com calçamento e a registrada à superfície na área rural durante o período de inverno ( $\Delta T_{s3}$ ).....	43
Tabela 05 : Estatística descritiva das médias de temperaturas à superfície no período de verão.....	46
Tabela 06 : Diferenças entre a temperatura média horária registrada à superfície na área com asfalto e a registrada à superfície na área rural durante o período de verão ( $\Delta T_{s4}$ ).....	49
Tabela 07 : Diferenças entre a temperatura média horária registrada à superfície na área do parque e a registrada à superfície na área rural durante o período de verão ( $\Delta T_{s5}$ ).....	50
Tabela 08 : Diferenças entre a temperatura média horária registrada à superfície na área com calçamento e a registrada à superfície na área rural durante o período de verão ( $\Delta T_{s6}$ ).....	51
Tabela 09 : Estatística descritiva das médias de temperaturas do ar no período de inverno.....	55
Tabela 10 : Diferenças entre a temperatura média horária do ar registrada na área com asfalto e a registrada na área rural durante o período de inverno ( $\Delta T_{a1}$ ).....	57
Tabela 11 : Diferenças entre a temperatura média horária do ar registrada na área do parque e a registrada na área rural durante o período de inverno ( $\Delta T_{a2}$ ).....	58

Tabela 12 : Diferenças entre a temperatura média horária do ar registrada na área com calçamento e a registrada na área rural durante o período de inverno ( $\Delta Ta_3$ ).....	59
Tabela 13 : Classificação da intensidade da ilha de calor na área com asfalto durante o período de inverno .....	63
Tabela 14 : Classificação da intensidade da ilha de calor na área do parque durante o período de inverno .....	64
Tabela 15 : Classificação da intensidade da ilha de calor na área com calçamento durante o período de inverno .....	65
Tabela 16 : Estatística descritiva das médias de temperaturas do ar no período de verão.....	67
Tabela 17 : Diferenças entre a temperatura média horária do ar registrada na área com asfalto e a registrada na área rural durante o período de verão ( $\Delta Ta_4$ ).....	69
Tabela 18 : Diferenças entre a temperatura média horária do ar registrada na área do parque e a registrada na área rural durante o período de verão ( $\Delta Ta_5$ ).....	70
Tabela 19 : Diferenças entre a temperatura média horária do ar registrada na área com calçamento e a registrada na área rural durante o período de verão ( $\Delta Ta_6$ ).....	71
Tabela 20 : Classificação da intensidade da ilha de calor na área com asfalto durante o período de verão.....	75
Tabela 21 : Classificação da intensidade da ilha de calor na área do parque durante o período de verão.....	76
Tabela 22 : Classificação da intensidade da ilha de calor na área com calçamento durante o período de verão.....	77
Tabela 23 : Estatística descritiva das médias de umidade relativa do ar no período de inverno.....	79
Tabela 24 : Estatística descritiva das médias de umidade relativa do ar no período de verão.....	81
Tabela 25 : Estatística descritiva das médias de velocidade do vento no período de inverno.....	83

Tabela 26 : Estatística descritiva das médias de velocidade do vento no período de verão.....	84
Tabela 27 : Avaliação térmica da área de asfalto durante o período de inverno.....	89
Tabela 28 : Avaliação térmica da área de parque durante o período de inverno.....	90
Tabela 29 : Avaliação térmica da área de calçamento durante o período de inverno.....	91
Tabela 30 : Avaliação térmica da área rural durante o período de inverno.....	92
Tabela 31 : Avaliação térmica da área de asfalto durante o período de verão.....	93
Tabela 32 : Avaliação térmica da área de parque durante o período de verão.....	94
Tabela 33 : Avaliação térmica da área de calçamento durante o período de verão.....	95
Tabela 34 : Avaliação térmica da área rural durante o período de verão.....	96

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01 :	Localização geográfica da área estudada. Adaptado da cartilha “Nova Delimitação do Semi-Árido Brasileiro”, Ministério da Integração Nacional-2005.....	14
Figura 02 :	Áreas urbana de Petrolina/PE e Juazeiro/BA em imagem de satélite adaptada do <i>Google Earth</i> .....	15
Figura 03 :	Vista aérea parcial da zona urbana de Petrolina/PE e Juazeiro/BA.....	16
Figura 04 :	Precipitação pluviométrica e normal climatológica na estação do INMET em Petrolina/PE.....	19
Figura 05 :	Painel da área urbana de Petrolina/PE.....	20
Figura 06 :	Painel da área urbana de Juazeiro/BA.....	21
Figura 07 :	Estação micrometeorológica utilizada e seus principais componentes.....	23
Figura 08 :	Imagem de satélite das cidades de Petrolina e Juazeiro evidenciando a distribuição das estações. Adaptado do <i>Google Earth</i> .....	25
Figura 09 :	Calibração prévia dos sensores.....	26
Figura 10 :	Imagem de satélite da cidade de Petrolina evidenciando a localização da estação em área pavimentada com asfalto. Adaptado do <i>Google Earth</i> .....	27
Figura 11 :	Estação instalada em área pavimentada com asfalto no centro comercial de Petrolina/PE.....	28
Figura 12 :	Evidência da proteção do experimento com cavaletes.....	28
Figura 13 :	Imagem de satélite da cidade de Petrolina evidenciando a localização da estação na área do Parque Josepha Coelho. Adaptado do <i>Google Earth</i> .....	29
Figura 14 :	Estação instalada em área urbana de lazer do Parque Josepha Coelho em Petrolina/PE.....	30
Figura 15 :	Evidência do revestimento gramado da superfície e da arborização no local.....	30

Figura 16 :	Imagem de satélite da cidade de Juazeiro evidenciando a localização da estação em área revestida com calçamento em paralelepípedo Adaptado do Google Earth.....	31
Figura 17 :	Estação instalada em área urbana residencial na cidade de Juazeiro/BA.....	32
Figura 18 :	Evidência do revestimento em paralelepípedo (calçamento) na superfície.....	32
Figura 19 :	Imagem de satélite da cidade de Petrolina evidenciando a localização da estação 04, situada em área rural, na Fazenda Experimental da UNIVASF. Adaptado do <i>Google Earth</i> .....	33
Figura 20 :	Estação instalada na Fazenda Experimental da UNIVASF, zona rural de Petrolina/PE.....	34
Figura 21 :	Evidência do revestimento da superfície em grama e dos principais componentes da estação.....	34
Figura 22 :	Temperatura média diária à superfície nas áreas de asfalto, parque, calçamento e zona rural durante o período de inverno.....	39
Figura 23 :	Temperatura média horária à superfície no período de inverno.....	40
Figura 24 :	Diferença média diária da temperatura à superfície ( $\Delta T_s$ ) entre as estações urbanas e a estação rural no período de inverno.....	45
Figura 25 :	Diferença média horária da temperatura à superfície ( $\Delta T_s$ ) entre as estações urbanas e a estação rural no período de inverno.....	46
Figura 26 :	Temperatura média diária à superfície nas áreas de asfalto, parque, calçamento e zona rural, durante o período de verão.....	47
Figura 27 :	Temperatura média horária à superfície no período de verão .....	48
Figura 28 :	Diferença média diária de temperatura à superfície ( $\Delta T_s$ ) entre as estações urbanas e a estação rural no período de verão.....	53
Figura 29 :	Diferença média horária da temperatura à superfície ( $\Delta T_s$ ) entre as estações urbanas e a estação rural no período de verão.....	53
Figura 30 :	Temperatura média diária do ar nas áreas de asfalto, parque, calçamento e zona rural durante o período de inverno.....	55
Figura 31 :	Temperatura média horária do ar no período de inverno.....	56
Figura 32 :	Diferença média diária da temperatura do ar ( $\Delta T_a$ ) entre as estações urbanas e a estação rural no período de inverno.....	61

Figura 33 :	Diferença média horária da temperatura do ar ( $\Delta T_a$ ) entre as estações urbanas e a estação rural no período de inverno.....	61
Figura 34 :	Temperatura média diária do ar nas áreas de asfalto, parque, calçamento e zona rural durante o período de verão.....	67
Figura 35 :	Temperatura média horária do ar no período de verão.....	68
Figura 36 :	Diferença média diária de temperatura do ar ( $\Delta T_a$ ) entre as estações urbanas e a estação rural no período de verão.....	73
Figura 37 :	Diferença média horária da temperatura do ar ( $\Delta T_a$ ) entre as estações urbanas e a estação rural no período de verão.....	73
Figura 38 :	Umidade relativa do ar média nas áreas de asfalto, parque, calçamento e zona rural durante o período de inverno.....	80
Figura 39 :	Umidade relativa do ar média nas áreas de asfalto, parque, calçamento e zona rural durante o período de verão.....	81
Figura 40 :	Velocidade média do vento nas áreas de asfalto, parque, calçamento e zona rural durante o período de inverno.....	83
Figura 41 :	Velocidade média do vento nas áreas de asfalto, parque, calçamento e zona rural durante o período de verão.....	84
Figura 42 :	Direção predominante do vento nas áreas de asfalto, parque, calçamento e zona rural durante o período de inverno.....	85
Figura 43 :	Direção predominante do vento nas áreas de asfalto, parque, calçamento e zona rural durante o período de verão.....	86
Figura 44 :	Precipitação pluviométrica na área rural durante o período de inverno.....	87
Figura 45 :	Precipitação pluviométrica nas áreas de asfalto, parque, calçamento e zona rural durante o período de verão.....	88
Figura 46 :	Gradiente vertical de temperatura nas áreas de asfalto, parque, calçamento e zona rural durante o período de inverno.....	98
Figura 47 :	Gradiente vertical de temperatura nas áreas de asfalto, parque, calçamento e zona rural durante o período de verão.....	99

## 1 – INTRODUÇÃO

A Região Nordeste do Brasil ocupa a porção norte-oriental do país, situada entre 1° e 18°30' de latitude Sul e entre 34°30' e 40°20' de longitude Oeste de Greenwich. É constituída por nove estados: Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia e possui uma área aproximada de 1.219.000km<sup>2</sup>, segundo descrição apresentada por Cirillo et al. (2007). A maior parte do Nordeste brasileiro é caracterizada como região semi-árida, expressão normalmente usada para descrever o clima das localidades com precipitações médias anuais entre 250 e 500mm, cuja vegetação é composta prioritariamente por arbustos que perdem as folhas nos meses mais secos ou por pastagens que secam na época de estiagem. O semi-árido nordestino possui uma área pouco superior a 980.000km<sup>2</sup>. É uma terra caracterizada por elevadas temperaturas, irregularidade das chuvas, longos períodos de secas, fortes deficiências hídricas nos rios, solos rasos, ecossistemas xerófilos e com aproximadamente vinte milhões de habitantes.

As cidades de Petrolina em Pernambuco e Juazeiro na Bahia estão localizadas no semi-árido nordestino e em uma das regiões que mais se destaca por se encontrar em pleno processo de crescimento socioeconômico devido à fruticultura irrigada, notadamente o cultivo de uva e manga para exportação. Associado ao crescimento econômico decorrente das atividades ligadas ao agronegócio, essas cidades têm experimentado mudanças importantes no padrão de consumo e demandas por novos serviços para atendimento aos anseios da população que habita a área urbana. A ocupação do solo por construções, a pavimentação com concreto asfáltico, concreto de cimento ou utilização da pedra granítica (calçamento) associados à redução de áreas verdes no espaço urbano são algumas das principais mudanças.

Assim como em muitas outras localidades do Brasil, as vias públicas da área urbana dessas cidades são geralmente estreitas, sem arborização e em sua grande maioria pavimentadas utilizando-se revestimento asfáltico ou paralelepípedo. As edificações e demais estruturas constituintes do ambiente urbano não tiveram em seu planejamento preocupação com a circulação dos ventos ou com a utilização de materiais construtivos adequados ao clima da região que pudessem reduzir o aquecimento das áreas centrais das cidades e ofertar condições satisfatórias de

conforto térmico à população. Por conseguinte, as estruturas urbanas implantadas continuam a impactar negativamente o microclima desses municípios.

Como conseqüências da falta de incorporação das variáveis climáticas regionais no planejamento urbano são potencializadas as condições para absorção de uma acentuada carga térmica pela superfície, o que proporciona temperaturas bem mais elevadas na área urbana das cidades do que na área rural circundante. Esse fenômeno, conhecido como “ilha de calor”, é o grande responsável pelo desconforto térmico enfrentado pelos moradores das médias e grandes cidades brasileiras. Os impactos de tais alterações no ambiente urbano não se resumem ao desconforto térmico criado, podendo acarretar também grandes efeitos econômicos e sociais, uma vez que fenômenos de aquecimento urbano, poluição do ar, precipitações intensas, inundações e desabamentos passam a fazer parte da vida das cidades, causando transtorno e prejuízos a seus habitantes e aos cofres públicos. O uso de pavimentação impermeabilizando grandes faixas de solo natural, a inserção de calor a partir de fontes antropogênicas e a diminuição de áreas verdes modificam o balanço de energia, alterando as trocas térmicas entre a superfície e o ambiente, gerando, assim, um clima típico para as áreas urbanas. Esses pontos, considerados conjuntamente, caracterizam o fenômeno da urbanização incompleta alheios ao conceito de planejamento estratégico para obtenção de um desenvolvimento ambientalmente adequado para a região semi-árida.

De acordo com Santos (2004), várias pesquisas demonstram que a “ilha de calor” urbana, dentre outros fatores, tem uma forte relação com a morfologia das cidades, esta entendida como sendo uma combinação das formas construídas aliadas ao relevo, à paisagem natural e à ação antropogênica. Para Oliveira (1988), a quantidade de radiação solar absorvida pela cidade é que vai determinar o seu efeito sobre o clima urbano. Esta depende da capacidade de absorção e retenção dos materiais das edificações e dos tipos de revestimento do solo e da duração da exposição do sol. Se os espaços urbanos fossem construídos com materiais que tivessem cores claras e possuísem mais áreas arborizadas, a maior parte da radiação solar incidente seria refletida, conseqüentemente, as superfícies seriam mais frias e os ventos circulariam de forma a minimizar temperaturas elevadas.

O cenário atual da região do semi-árido nordestino e em particular do póo Petrolina/PE e Juazeiro/BA, no Vale do São Francisco, revela a necessidade de reformular o nível de infra-estrutura do ambiente urbano existente, incorporando aos

planos diretores de desenvolvimento urbano, novos e importantes componentes: a adequação às características climáticas regionais e o respeito ao meio ambiente.

Analisado sob esta ótica, o clima assume um papel fundamental na composição do espaço urbano, constituindo-se em um dos fatores mais relevantes para a produção de qualidade ambiental do espaço construído. Seu estudo, além de contribuir para o desenvolvimento da climatologia, traz, inevitavelmente, desdobramentos práticos na busca de soluções para os problemas ambientais das cidades e conseqüente melhoria da qualidade de vida na área urbana.

Diante do exposto, evidencia-se que a hipótese motivadora deste estudo está atrelada aos impactos das ações do homem sobre o clima urbano. Segundo Maitelli (1994), as conseqüências do efeito urbano sobre o clima são de difícil avaliação. O ideal seria a realização de medidas das características climáticas locais antes da urbanização, para que as alterações climáticas atuais pudessem ser comparadas e explicadas. Porém, como isso raramente é possível de ser realizado, o mais comum é estabelecer uma comparação entre a área urbanizada e uma região rural não muito distante. Pode ser também esclarecedor realizar comparações entre áreas com características diferenciadas de uso do solo, localizadas em áreas centrais ou nos arredores das cidades.

Apesar de Petrolina e Juazeiro pertencerem a dois Estados distintos, elas constituem um único aglomerado urbano, e estudos sobre o clima dessas cidades podem e devem ser feitos de forma conjunta e associada. Assim, propor uma caracterização do comportamento do microclima nessas cidades significa contribuir com uma ferramenta para o planejamento urbano da região semi-árida nordestina. Em vista da insuficiência de estudos técnicos e científicos sobre o clima urbano nessa região, a presente pesquisa teve por **objetivo geral** analisar a influência da urbanização no clima das cidades de Petrolina e Juazeiro.

Para atingir esse objetivo geral, os seguintes **objetivos específicos** foram definidos:

1. Identificar a ocorrência e intensidade de ilha de calor na área urbana das cidades de Petrolina e Juazeiro;
2. Avaliar o nível de desconforto térmico nas cidades de Petrolina e Juazeiro;
3. Relacionar o comportamento do clima e a configuração urbana dessas cidades.

## **2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

A seguir, são apresentados relatos sucintos sobre algumas pesquisas publicadas em âmbito nacional e/ou internacional sobre clima urbano, ilha de calor e conforto térmico.

### **2.1 – CLIMA URBANO**

O entendimento de que a cidade é um ambiente modificador do clima e que as atividades humanas provocam alterações na atmosfera desencadearam estudos sobre um clima específico que se forma nas cidades, intitulado de clima urbano. Os estudos pioneiros que demonstraram preocupações com a modificação da atmosfera das cidades foram realizados em Londres, em 1661, onde já se observava que a queima do carvão impactava na temperatura da cidade devido ao aumento da concentração de poluentes na atmosfera. Entretanto, a literatura científica sobre clima urbano é relativamente recente e somente a partir da Segunda Guerra Mundial, com o grande crescimento de áreas metropolitanas e o aumento da industrialização, intensificaram-se os estudos sobre essa temática, tendo em vista a contaminação do ar, sobretudo nas áreas urbanas das metrópoles.

Segundo Dumke (2007), os primeiros estudos brasileiros a respeito do clima urbano foram desenvolvidos na década de setenta, dentre os quais se destacam os trabalhos efetuados no Rio de Janeiro/RJ e em Marabá/PA, todos com o objetivo de subsidiar o planejamento urbano dessas cidades. A proposta teórico-metodológica criada por Monteiro (1975), intitulada Sistema Clima Urbano (SCU), fundamentada na Teoria Geral dos Sistemas (TGS) de Ludwig von Bertalanffy, constituiu uma importante contribuição brasileira aos estudos de climatologia urbana, ressaltou Dumke (2007).

Bitan (1990) realizou um estudo de reabilitação climática para uma cidade histórica localizada na porção quente e árida de Israel. Essa pesquisa foi parte de um plano geral de desenvolvimento que ofertava projetos adequados ao clima no âmbito urbano, no âmbito dos bairros e no âmbito das edificações da região. Já em 1992 o mesmo autor apresenta um conceito mais abrangente para planejamento urbano climático e ambiental, ressaltando que, nas áreas urbanas, a qualidade climática seria tão importante quanto a qualidade do ar.

Ao fazer comparações entre a zona rural e a zona urbana, Lombardo (1996) concluiu que a cidade modifica o clima através das alterações na superfície. As

grandes superfícies horizontais e verticais respondem diferentemente tanto à quantidade e à qualidade da radiação solar incidente, como ao regime do vento. Além disso, distintos materiais que compõem suas superfícies têm boa condutividade térmica e capacidade calorífica. Os efeitos na temperatura do ar, causados pelas distintas formas de uso do solo, em escala topoclimática de diversas áreas distribuídas no centro da cidade de Curitiba/PR foram estudados por Cunico et al. (2002). Esses autores constataram que os ambientes de maior adensamento urbano correspondem aos de aquecimento mais rápido da temperatura do ar. Já em áreas verdes observou-se retardamento no aquecimento em cerca de 2h30min.

Para Katzshchner (1997) são três os aspectos que influenciam o clima urbano: ventilação e balanço de energia, topografia da área e a estrutura urbana. Ainda de acordo com o autor, para caracterizar o clima urbano é necessário identificar os efeitos das áreas edificadas e das áreas verdes em geral, além de suas respectivas tipologias. Na Alemanha, conclui Katzshchner, os planos para ocupação do espaço urbano são desenvolvidos por bairros com a participação de climatologistas desde a fase dos estudos preliminares. Todas as decisões são tomadas em um ambiente multidisciplinar para escolha das regiões apropriadas para adensamento, verticalização e áreas verdes. Tais definições são adotadas em função do mapeamento da circulação do ar e das ilhas de calor urbanas já identificadas.

Em estudos acerca de possíveis impactos no clima de cidades no México, decorrentes do processo intenso de urbanização observado nas últimas décadas, Jáuregui (2005) concluiu que o acréscimo na temperatura média das grandes cidades, observado principalmente no período noturno, está associado não só a fatores de ordem global, mas também à crescente urbanização do país. Essa situação traz implicações diretas para a saúde e o bem-estar da população.

Almeida (2006) estudou a configuração urbana de Maceió/AL e sua relação com os microclimas, a partir das características físicas das áreas pesquisadas. Também realizou medições “in loco” de temperatura do ar, umidade relativa do ar e velocidade dos ventos. A autora observou a existência de microclimas diferenciados na malha urbana de Maceió, determinados pela influência da configuração urbana das áreas estudadas, tais como: a relação entre densidade construída e temperaturas mais elevadas do que em áreas abertas; diferenças entre áreas pavimentadas e solo natural tanto nos valores de temperatura como na diminuição da umidade relativa do ar e a pouca influência da vegetação dispersa.

## 2.2 – ILHA DE CALOR

Ao estudar a qualidade de vida da população em grandes cidades de países com elevado grau de crescimento econômico, Lombardo (1985) concluiu que os habitantes de áreas urbanas se tornavam mais vulneráveis às enfermidades cardiovasculares, principalmente àquelas pessoas de idade avançada. Afirmou ainda que a poluição do ar e as ilhas de calor constituíam exemplos de alterações das condições climáticas locais impostas pela urbanização, caracterizando ilha de calor urbana como sendo uma área na qual a temperatura do ar é mais elevada que nos seus arredores. Em estudos posteriores, durante orientação ao trabalho de Santana (1997), a autora relacionou o clima a aspectos urbanos na cidade de Fortaleza/CE com o objetivo de detectar relação entre uso do solo, forma urbana e diferenças de temperatura do ar. Temperaturas mais elevadas ocorreram no período diurno em zonas com maiores concentrações de edificações enquanto as temperaturas mais amenas foram encontradas em áreas mais arborizadas e com presença de corpos de água.

Segundo Givoni (1989) diversos fatores contribuem para o desenvolvimento de ilhas de calor urbano, com destaque para: a diferença entre o balanço de radiação na área urbana e em seus arredores descampados; o armazenamento de energia solar pelas edificações; a geração de calor pelas atividades urbanas e outras fontes de calor sazonais. Em estudos publicados no ano de 1998, ao analisar os modelos de clima urbano existentes, o autor enfatiza a importância de considerar “densidade construída” como parâmetro diretamente relacionado ao aquecimento urbano. Ainda segundo Givoni (1998), a densidade das diferentes áreas construídas na cidade afeta os microclimas pontualmente e, pelo seu efeito cumulativo, determina a modificação do clima regional pela urbanização.

Ao estudar os efeitos da ocupação urbana sobre o aumento na temperatura do ar provocado por ações antropogênicas na área metropolitana de Tóquio, Kimura & Takahashi (1991) adotaram um modelo numérico e classificaram a superfície, de acordo com a tipologia de uso, em: áreas construídas; áreas verdes; áreas pavimentadas; áreas de solo nu e superfícies de água. Durante a realização da pesquisa, esses autores detectaram, no centro de Tóquio, uma ilha de calor com intensidade de 3°C no período noturno e cerca de 1°C no período diurno.

Brádzil (1994) afirmou que a ilha de calor é intensamente relacionada com o crescimento populacional. Ao comparar áreas urbanas e áreas rurais na República

Tcheca, o autor encontrou tendências de aumento da temperatura do ar estimadas entre 0,07 e 0,08°C, por década. O fenômeno ilha de calor urbano tem sido observado em muitas cidades de distintos regimes climáticos, topografia e densidades populacionais. Nessa mesma linha, os estudos de Camilloni & Barros (1996) sugerem que devido à complexidade em incluir todos os fatores que contribuem para afetar a ilha de calor urbano, a distribuição da população é o parâmetro mais freqüentemente utilizado.

Ilhas de calor em área urbana e com intensidade de 15°C foram detectadas em pesquisas realizadas com quase quarenta estações meteorológicas instaladas na cidade de Atenas, na Grécia, por Santamouris (1998). O autor concluiu que os edifícios da região central de Atenas consomem quase o dobro de energia para suprir as necessidades de resfriamento quando comparados com edifícios mais afastados da área central da cidade.

Ao analisar os resultados obtidos em pesquisa acerca das mudanças climáticas nas cidades de Campina Grande/PB e Patos/PB, Silva (1998) concluiu que em ambas, revestimentos de superfícies em asfalto ou em paralelepípedo são fatores que contribuem para a formação de ilhas de calor. A autora também observou que a temperatura do ar em estação meteorológica localizada em área não-urbanizada apresentava valores mais amenos que nas áreas urbanizadas das referidas cidades.

Oke et al. (1999) realizaram medições de balanço de energia na Cidade do México durante a estação seca em uma área densamente construída. Os resultados mostraram um ambiente que armazenava grande quantidade de calor durante o período diurno, liberando-o durante a noite. Conclusão semelhante foi obtida por Mendonça (2003), quando analisou algumas peculiaridades do campo térmico da cidade de Londrina/PR. Com base em dados meteorológicos coletados em pontos previamente selecionados e com a realização de dois transectos, o autor observou uma magnitude de 10°C no aumento da temperatura das áreas urbanas, sobretudo no período noturno, em dias de céu limpo e sem vento.

Ribeiro (2000), observando dados diários, mensais e anuais de temperatura e umidade relativa do ar, durante um período de dez anos (entre 1989 e 1999), estudou os impactos da expansão urbana nas variações climáticas do Distrito Federal. Posteriormente, ao realizar medições durante o mês de março do ano de 2000 em pontos considerados de elevada temperatura, o autor observou ilhas de calor no setor industrial e no centro da cidade de Taguatinga.

Costa (2001) estudou a influência da estrutura urbana sobre o comportamento da ilha de calor durante as épocas chuvosa e menos chuvosa na cidade de Belém/PA. Os resultados mostraram a presença bem definida da ilha de calor urbana na cidade, principalmente na época menos chuvosa, quando a sua intensidade alcançou valores da ordem de 4,5°C nos bairros mais urbanizados, sendo de apenas 2,0°C na época mais chuvosa, pois os efeitos combinados da grande nebulosidade e precipitação proporcionaram menores contrastes térmicos entre os ambientes urbanos estudados. O autor observou também que dentre os elementos da estrutura urbana com potencial para proporcionar variações meteorológicas significativas, a vegetação apresentou um papel fundamental no sentido de amenizar as temperaturas máximas do ar, diminuindo o desconforto térmico da região.

Pinho (2003) desenvolveu sua monografia de conclusão de curso com o objetivo de observar a ilha de calor em Cuiabá/MT no ano de 2002 e comparar os resultados de sua pesquisa com aqueles evidenciados por estudos anteriores, visando acompanhar esse fenômeno climático. A maior intensidade da ilha de calor detectada no ano de 2002 foi de 5,7°C, no período noturno e na estação seca. Assim como nos estudos realizados anteriormente, a ilha de calor estava localizada na região central da cidade. Porém, nos estudos realizados em 1990 e 1994 a intensidade da ilha de calor era de 2,5 e 5°C, respectivamente. Esse estudo revela um aumento constante na intensidade da diferença térmica encontrada. Por fim, o autor concluiu que este aumento crescente pode estar relacionado com a intensificação do processo de urbanização da cidade, onde a verticalização é uma das características mais marcantes. Em outra vertente de investigação, Gomes & Amorim (2003) estudaram o conforto térmico em praças públicas e outras áreas de lazer na cidade de Presidente Prudente, interior de São Paulo, baseando-se no Índice de Temperatura Efetiva de Thom. Concluíram que as áreas providas de um número maior de árvores apresentaram índices de conforto maior que àquelas desprovidas de vegetação.

Ao estudar ilha urbana de calor em São Paulo utilizando-se sensores ASTER e MODIS, Sousa & Baptista (2005) observaram que tanto a imagem ASTER quanto a imagem MODIS sofreram variação térmica na mesma faixa de temperatura, sendo que, a ilha de calor é melhor visualizada na imagem MODIS devido ao tamanho do pixel, pois a rugosidade urbana não influencia intensamente na construção de

isotermas, promovendo maior aproximação dos resultados apresentados na imagem. Ao contrário do que ocorre na imagem ASTER, pois a geração de isotermas é fortemente influenciada pela rugosidade urbana, impedindo a demonstração da realidade com os resultados obtidos na imagem.

A caracterização climática para a cidade de Teodoro Sampaio/SP foi realizada por Viana (2006) em sua dissertação de mestrado a partir da análise do clima regional com base na dinâmica atmosférica e na análise do clima local realizada com as observações-mensurações de dados de temperatura do ar, umidade relativa do ar e direção e velocidade do vento. Na caracterização climática regional e local foram consideradas as influências do relevo, da hidrografia e do uso e ocupação do solo, nas modificações do clima urbano de Teodoro Sampaio/SP. A autora observou que as ilhas de calor e frescor, bem como as ilhas úmidas e secas, apresentaram magnitudes e comportamento diferenciados, de acordo com o horário e a estação do ano, o uso e a ocupação do solo e o sistema atmosférico atuantes. As maiores magnitudes da ilha de calor no verão foram observadas durante o máximo do aquecimento diurno às 15h e se delinearão nas áreas mais periféricas da cidade.

Com objetivo de localizar ilhas de calor na cidade de São José dos Campos/SP em macro-escala (rural e urbana) utilizando imagens do Landsat-5 e em micro-escala (intra-urbana) utilizando imagens do HSS, Andrade et al. (2007) observaram que o adensamento horizontal pode influenciar mais negativamente a temperatura local do que o próprio adensamento vertical. A amplitude térmica identificada na pesquisa entre a área urbana e a área de entorno foi de 6 a 8° C, às 10h local, caracterizando a existência do fenômeno ilha de calor.

### **2.3 – CONFORTO TÉRMICO**

Segundo Lamberts & Xavier (2002), conforto térmico pode ser definido como a sensação de bem-estar experimentada por uma pessoa, como resultado da combinação satisfatória da temperatura, umidade relativa e velocidade relativa do ar associado à atividade desenvolvida e com a vestimenta usada. As sensações são subjetivas, isto é, dependem das pessoas, portanto um ambiente confortável termicamente para uma pessoa pode ser frio ou quente para outra. Assim, entende-se como condições ambientais de conforto aquelas que propiciam bem-estar ao maior número possível de pessoas.

Ao pesquisar sobre a influência que a arborização pode exercer no controle climático das cidades, Stulpnagel et al. (1990) constataram que a vegetação ameniza o clima urbano, incidindo principalmente sobre a temperatura e umidade relativa do ar. Nessa mesma vertente, Lombardo (1990) avaliou as relações existentes entre a vegetação e o conforto térmico em cidades de clima tropical. Nesses estudos, a autora concluiu que os efeitos da temperatura do ar em áreas urbanas podem ser minimizados através da arborização de seus arredores.

A interação térmica entre o indivíduo e o ambiente é extremamente complexa, tendo sido objeto de vários estudos, como aqueles desenvolvidos por Nicol (1993). De acordo com o autor, os processos internos pelos quais as pessoas produzem e respondem ao calor são estudados por fisiologistas, as sensações das pessoas sobre o ambiente são estudadas por psicólogos, enquanto que, os processos de transferência de calor entre o homem e o ambiente são avaliados por físicos. A estes três aspectos devem ser somados fatores sociais que determinam a maneira pela qual as pessoas reagem ao ambiente. Nicol (1993), na verdade, questiona se seria a Engenharia Ambiental ou áreas ligadas às Ciências Sociais que deveriam decidir como as necessidades dos usuários poderiam ser satisfeitas nas edificações, evidenciando o caráter multidisciplinar nos estudos sobre clima urbano.

Acerca da importância da efetivação de análises e medições contínuas, pode-se citar também Duarte (2000), que em sua tese sobre padrões de ocupação do solo e microclimas urbanos na região de clima tropical e continental, comprovou uma correlação numérica entre a temperatura do ar e parâmetros de ocupação do solo em sete pontos do espaço construído, evidenciando a existência de fenômenos climáticos urbanos diferenciados para o período diurno e noturno.

Silva et al. (2003), em sua pesquisa sobre o conforto térmico na cidade de Uberlândia/MG, afirmou que o homem passa a sentir diretamente os efeitos de suas ações sobre o clima, efeitos esses que são agravados pela falta de planejamento urbano uma vez que todas as variáveis climáticas que atuam no conforto térmico são alteradas pelas ações antrópicas.

Ao estudar a variabilidade e mudança climática no Distrito Federal em sua tese de doutorado, Steinke (2004) concluiu que a desaceleração na expansão urbana durante a última década implicou em aumento do adensamento urbano. Para a autora, é inegável que a substituição das áreas verdes por asfalto, cimento, entre outros materiais, provocou modificações no balanço de energia. Contudo, essas

modificações estão relacionadas às áreas que foram modificadas – as cidades, configurando o que se conhece como clima urbano.

Almeida Júnior (2005) demonstrou que as condições climáticas locais da cidade de Cuiabá/MT estão intimamente ligadas com o uso do solo, principalmente com a carência do que chamou de indivíduos arbóreos nas áreas urbanizadas. Levando em consideração que a urbanização tem influência direta no clima da cidade, torna-se necessária a elaboração de medidas preventivas de orientação quanto à ocupação do solo urbano, adequando-o às características climáticas locais, conclui o autor.

O clima urbano na cidade de Campina Grande/PB foi estudado utilizando-se os dados de temperatura e umidade relativa do ar e comparando medições realizadas na área urbana e suburbana da cidade. Nestas pesquisas, Sousa Júnior (2006) com base em análises das variáveis meteorológicas constatou mudanças significativas na maioria das séries analisadas em torno do ano de 1985, estabelecendo essa data como limite dos períodos de pré-urbanização intensa e pós-urbanização intensa. Ainda segundo o autor, a urbanização produziu variabilidade climática significativa na cidade. Em outra pesquisa realizada em Campina Grande/PB, Brito (2007), em sua dissertação de mestrado, concluiu que a temperatura média do ar na cidade vem aumentando a uma taxa de 0,037°C por ano, enquanto que a umidade relativa decresce a uma taxa de 0,175% por ano afetando o nível de conforto térmico do local. O autor concluiu ser possível determinar o nível de conforto térmico da cidade baseado na escala de desconforto térmico de Thom.

Na pesquisa desenvolvida por Giralt (2006), acerca do conforto térmico de espaços públicos abertos na cidade de Torres/RS, com base nas análises entre as variáveis ambientais e as variáveis da forma urbana, geraram subsídios para uma revisão da legislação urbanística, através da incorporação dos aspectos climáticos no estabelecimento de dispositivos legais, principalmente com referência às alturas e aos recuos das edificações. O autor identificou quais atributos da forma urbana afetam em maior ou menor escala o clima local propondo a readequação de alguns espaços com vegetação e alteração no revestimento da superfície, evidenciando que os atributos da forma urbana da cidade de Torres têm produzido mudanças nas variáveis ambientais, afirmando que existe um clima urbano próprio para essa cidade.

As pesquisas realizadas em Piracicaba/SP por Coltri (2006) afirmam que cidades de pequeno e médio porte devem ter um estudo climático diferenciado daquelas de grande porte, pois as áreas vizinhas dessas cidades têm forte influência no clima urbano. No estudo desenvolvido foi possível observar que a intensidade das ilhas de calor do município está diretamente ligada à sazonalidade da cultura da cana-de-açúcar uma vez que as temperaturas encontradas na época da entressafra são superiores às encontradas na safra, fato que só evidencia a estreita relação entre os fatores antropogênicos e o clima da cidade.

Ao avaliar cenários de impacto das propriedades da superfície sobre conforto térmico humano na cidade de São Paulo em dissertação de mestrado, Gouvêa (2007) estabeleceu relações qualitativas entre a degradação das condições de conforto térmico humano e a urbanização. Ao utilizar uma série de onze anos de dados e o Índice de Temperatura Efetiva proposto por Missenard, a autora evidenciou a influência do adensamento de construções e da presença de vegetação no conforto térmico em diversas regiões da cidade.

A importância de se considerar os aspectos bioclimáticos no desenvolvimento do planejamento urbano, por meio de revisão dos critérios que estabelecem a disposição acerca da altura e afastamento entre edificações, foram analisadas por Dumke (2007). A autora ressaltou que se faz necessário que tais estratégias sejam orientadas e viabilizadas para que, quando adotadas, alcancem todas as parcelas da população, reduzindo o gasto energético em aquecimento artificial pelas classes mais abastadas e minimizando o desconforto térmico das parcelas mais desfavorecidas da população.

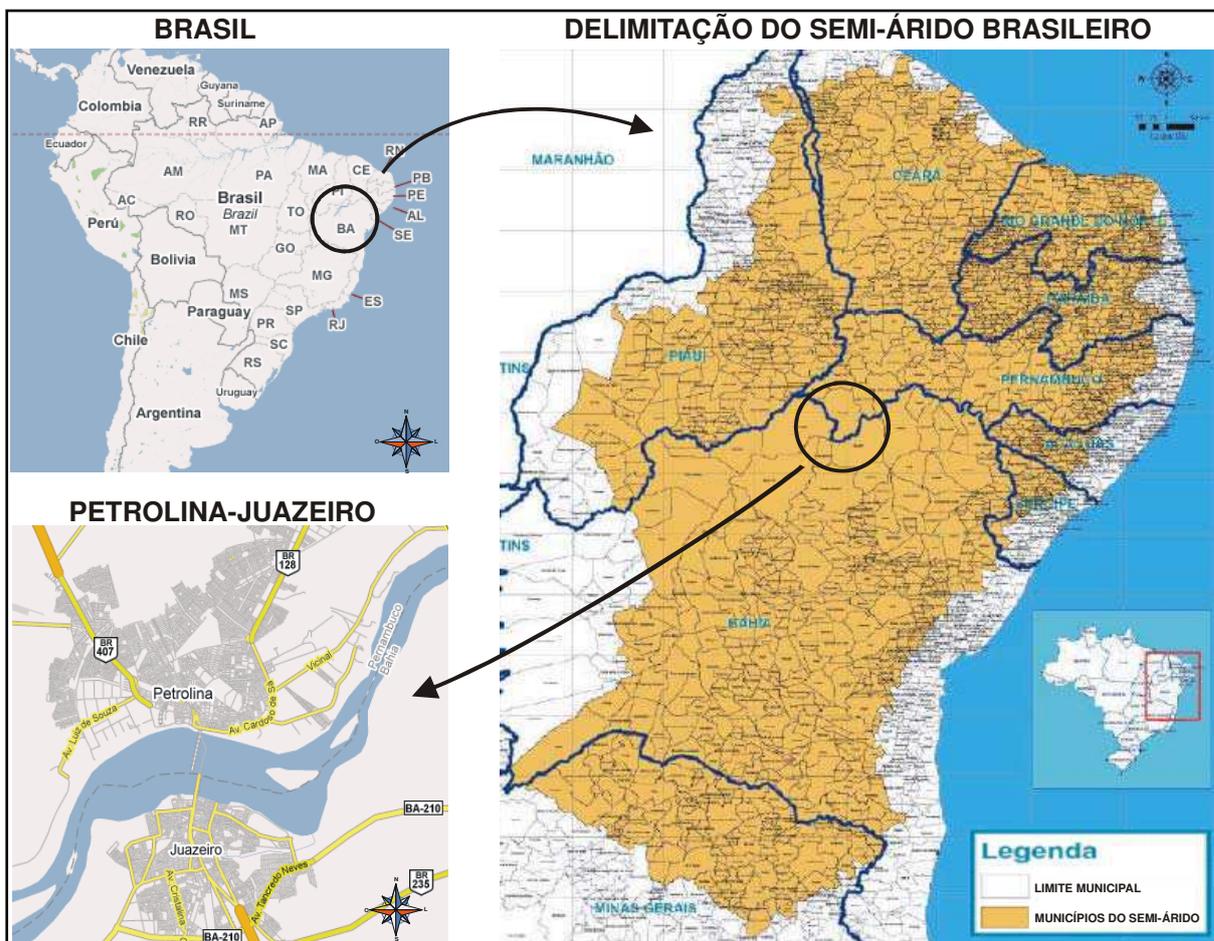
Pesquisas realizadas por Cox (2008) na cidade de Várzea Grande/MT sugeriram a implementação de ações de planejamento urbano, tais como: regularização dos loteamentos com respeito às porcentagens de área verde exigidas pela legislação; reordenamento do fluxo de veículos, com a finalidade de conter o processo de formação da ilha de calor e de minimizar as influências da urbanização no clima da cidade. Os resultados obtidos nessa pesquisa evidenciaram que os maiores valores de temperatura e os menores valores de umidade relativa são encontrados nos grandes corredores comerciais da cidade – áreas de alta densidade urbana, impermeabilização completa do solo, arborização escassa e fluxo constante e intenso de veículos.

Diante do exposto, observa-se que existe um grande interesse da sociedade e do meio científico em torno das questões climáticas. Esse fenômeno se deve ao fato de que alterações na dinâmica do clima são responsáveis por impactos já sentidos na atualidade, com destaque para o aumento da temperatura, afetando diretamente as condições de qualidade de vida nas áreas urbanas das cidades. É preciso considerar, no entanto, que alterações nos parâmetros atmosféricos podem ser decorrentes de transformações ocorridas localmente e não apenas em decorrência de fatores globais. Nesse sentido, este trabalho apresenta uma contribuição aos estudos climáticos e/ou de planejamento urbano, ao realizar uma análise dos parâmetros atmosféricos como subsídios para serem desenvolvidas avaliações do espaço físico das cidades, tendo por pressuposto que o clima influencia o meio e o meio influencia o clima. Ao configurar-se em um estudo de caso, esta pesquisa teve seu desenvolvimento completo efetuado nos municípios de Petrolina e Juazeiro, ambos integrantes da região sem-árida do nordeste brasileiro.

### 3 – MATERIAL E MÉTODOS

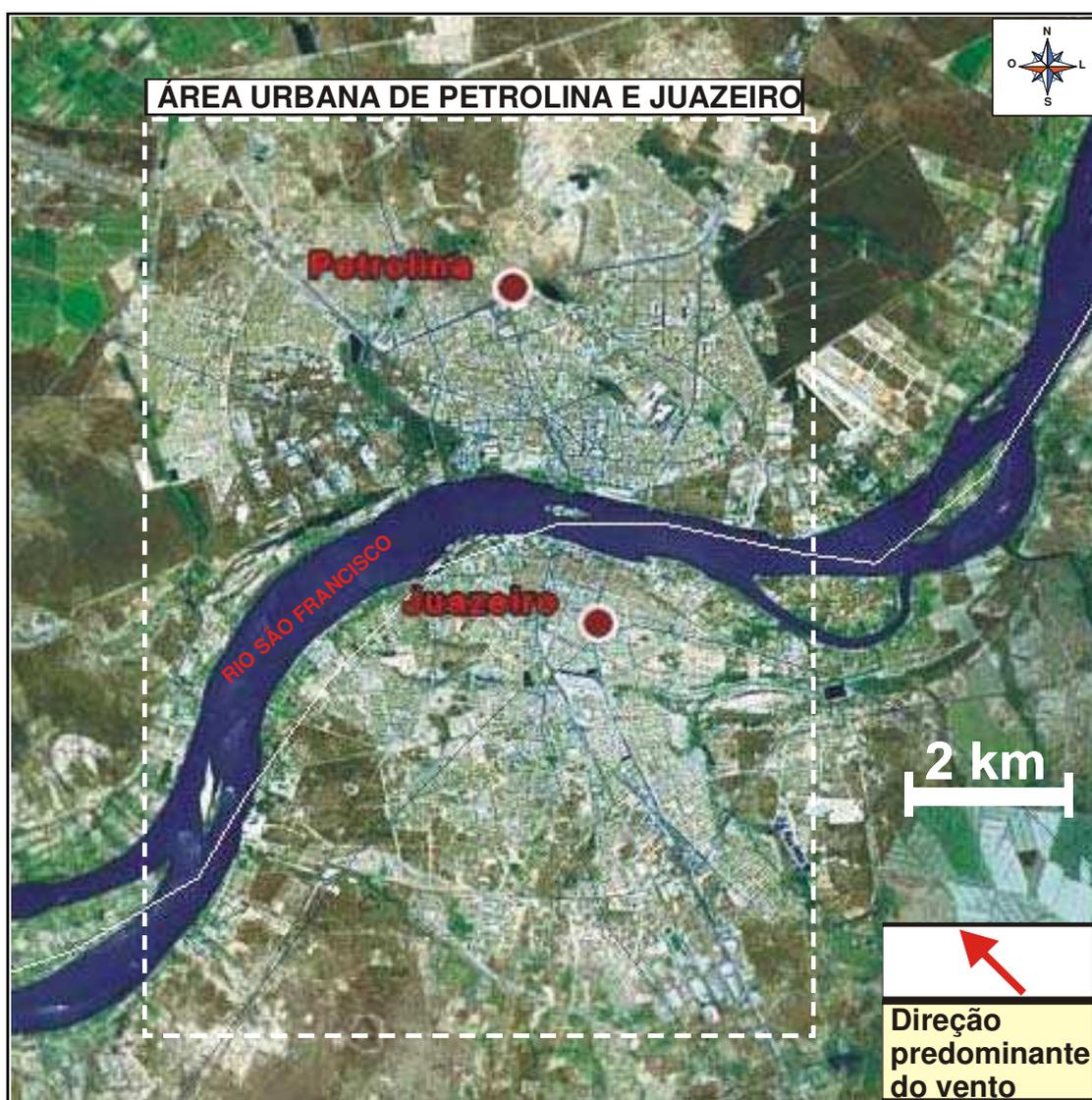
#### 3.1 – CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Situado no semi-árido do Nordeste brasileiro, às margens do Rio São Francisco, extremo Oeste de Pernambuco e Norte da Bahia, o Pólo Petrolina/Juazeiro caracteriza-se basicamente pelo regime de escassez de chuvas. Além da irregularidade, também é observado concentração das precipitações pluviométricas num período de três meses, durante o qual ocorrem sob a forma de fortes aguaceiros de pequena duração. Tem a Caatinga como vegetação predominante e apresenta temperaturas elevadas. A figura a seguir localiza geograficamente a área estudada.



**Figura 01:** Localização geográfica da área estudada. Adaptado da cartilha “Nova Delimitação do Semi-Árido Brasileiro”, Ministério da Integração Nacional - 2005.

Petrolina e Juazeiro são integrantes da bacia do rio São Francisco, maior rio genuinamente nacional. O São Francisco tem um volume superior ao do rio Nilo e recolhe as águas de uma área de 640.000 km<sup>2</sup>, formando uma das mais importantes Bacias Hidrográficas do Brasil. O Vale do São Francisco é seguramente um país, dentro de outro país. Em uma de suas subdivisões, denominada de submédio São Francisco, situam-se os municípios de Petrolina e Juazeiro, cujos climas das áreas urbanas constituíram o objeto de estudo dessa pesquisa. As Figuras 02 e 03 exibem imagens da área urbana desses municípios, evidenciado que apesar de serem geopoliticamente pertencentes a dois Estados distintos, constituem uma malha urbana única, separadas apenas pelo “Velho Chico”.



**Figura 02:** Área urbana de Petrolina/PE e Juazeiro/BA em imagem de satélite adaptada do *Google Earth*.

Por serem cidades planas e ainda com poucos prédios altos, Petrolina e Juazeiro, têm seus aspectos urbanos mais representativos traduzidos nas diferentes formas de uso, ocupação e impermeabilização do solo como se pode constatar na imagem a seguir.



**Figura 03:** Vista aérea parcial da zona urbana de Petrolina/PE e Juazeiro/BA.

### 3.2 – ASPECTOS HISTÓRICOS

A cidade de Juazeiro surgiu pelos fins do século XVII no ponto de passagem do cruzamento de duas “estradas”: a fluvial, representada pelo rio São Francisco e os caminhos terrestres das bandeiras. A fluvial, abrindo aos exploradores duas estradas únicas, à nascente e à foz, levando os “homens do Sul” ao encontro dos “homens do Norte”; a segunda, os caminhos das bandeiras paulistas de Domingos Sertão, dos baianos de Garcia d’Ávila, dos pernambucanos de Francisco Caldas e dos portugueses de Manuel Nunes. O ponto exato onde o cruzamento das duas velhas estradas ocorria era denominado Passagem do Juazeiro, local onde os boiadeiros faziam a travessia do rio São Francisco e era assinalada por um frondoso juazeiro, árvore da família das ramnáceas (*Zizyphus joazeiro*), em cuja proximidade se formou

o povoado conhecido como Juazeiro Velho, que deu origem ao município atual. Juazeiro foi criada em 1833, sendo que desde 1596 seu território já era percorrido pelo bandeirante Belchior Dias Moreira. Foi elevada a categoria de Vila e posteriormente comarca, tornando-se cidade em 15/07/1878 pela Lei nº 1.814.

Já Petrolina tem seu nome em homenagem ao então Imperador Dom Pedro II e a sua esposa Dona Leopoldina. Originariamente era denominada "Passagem de Juazeiro", em face da localização da vizinha cidade de Juazeiro, na margem oposta do Rio São Francisco no Estado da Bahia, sendo ponto de apoio do desenvolvimento da zona sertaneja do Estado, com vias de acesso para os Estados do Piauí, Ceará, Bahia, Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo. Em consequência, foram surgindo os primeiros sinais de presença humana formando-se pequeno aglomerado de pessoas que se fixavam no local, dedicando-se às atividades pesqueiras e agrícolas de subsistência. Em meados do ano de 1858, um Frade Capuchinho, Frei Henrique, lançou a pedra fundamental de uma capela que foi transformada depois em Igreja Matriz, sendo então trazida de Santa Maria da Boa Vista a imagem de Nossa Senhora dos Anjos (imagem portuguesa), em festiva procissão fluvial. Em 1862 a Capela de Santa Maria Rainha dos Anjos foi elevada à condição de Igreja Matriz ficando a povoação "Passagem de Juazeiro", elevada à categoria de freguesia pela lei nº 530, de 7 de junho de 1862, através do empenho do tenente-coronel da Guarda Nacional José Crispiniano Rodrigues Coelho Brandão – presidente da vila de Petrolina até 1875, recebendo a localidade a denominação de Petrolina. Posteriormente, tornou-se Comarca pela lei nº 1.444, de 8 de junho de 1879; município em 25 de abril de 1893, sendo o seu primeiro prefeito, o tenente-coronel Manuel Francisco de Sousa Júnior. Foi instalada oficialmente como município em 21 de setembro de 1895, sendo seu primeiro bispo Dom Antônio Maria Malan. Esses dois municípios experimentaram um acentuado crescimento socioeconômico nos últimos 25 anos devido à produção e exportação de frutas, notadamente uva e manga para o mercado europeu. As cidades são interligadas pela ponte Presidente Dutra, com aproximadamente 800m de vão sobre o rio São Francisco, possibilitando a formação de um conglomerado urbano de médio porte, que mesmo política e administrativamente distintos sempre possuíram a dinâmica espacial de uma só região. Para diminuir ainda mais as barreiras políticas e administrativas dessa região e fomentar a integração de Petrolina e Juazeiro com outros municípios vizinhos, foi instituído pela Lei Complementar nº 113, de 19 de

setembro de 2001, e regulamentada pelo Decreto nº 4366, de 9 de setembro de 2002, a Região Administrativa Integrada de Desenvolvimento do Pólo Petrolina e Juazeiro - RIDE. Ela engloba mais de 800 mil habitantes numa área com cerca de 34.000 km<sup>2</sup>. Abrange quatro municípios de Pernambuco: Lagoa Grande, Orocó, Petrolina e Santa Maria da Boa Vista; e quatro municípios da Bahia: Casa Nova, Curaçá, Juazeiro e Sobradinho.

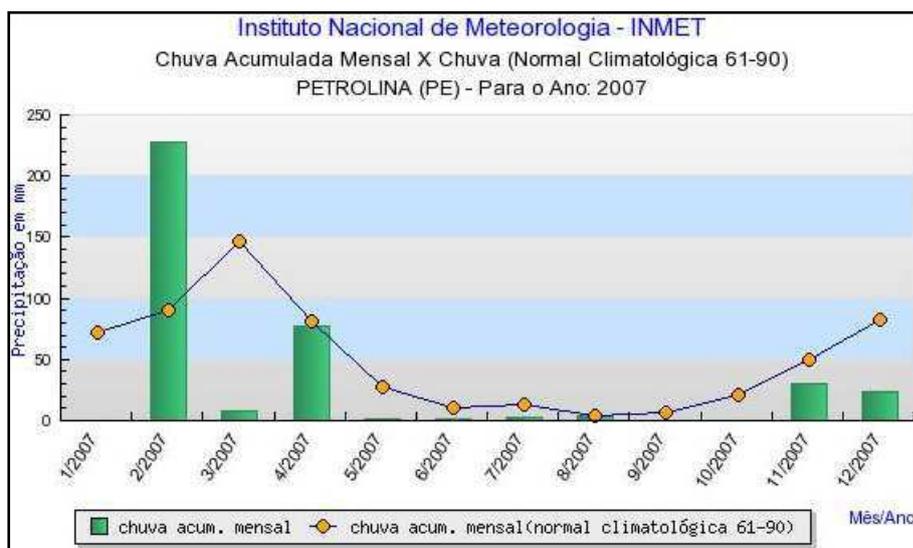
### **3.3 – ASPECTOS GEOGRÁFICOS**

Juazeiro está incluso na bacia hidrográfica do rio São Francisco. No território do município encontram-se além do “Velho Chico” os rios Curaçá, Malhada da Areia, Salitre, Tourão, Mandacaru e Maniçoba. O relevo pode ser caracterizado como pediplano sertanejo, várzeas e terraços aluviais. Enquanto que os solos variam entre eutróficos, vertissolos, litólicos eutróficos, cambissolo, aluviais, pozólico vermelho - amarelo eutrófico e regossolo distrófico. Nessas terras, encontram-se alguns minerais, como o amianto, cobre, mármore, calcário, jaspe, salitre, calcita e manganês. A geologia classifica os solos juazeirenses como rochas básicas quartzo biotita, biotita granitos, depósitos aluvionares e coluvionares. Ou ainda, ultra básicas anfibiólitos, calcários, depósitos fluviais. A vegetação que cobre o município é a caatinga arbórea aberta com e sem palmeiras e caatinga arbórea densa sem palmeiras.

O município de Petrolina está situado a oeste do estado de Pernambuco, também às margens do rio São Francisco. A partir da década de 80, com a expansão da agricultura irrigada, tornou-se um dos maiores pólos agro-exportadores do país. Tem população estimada em 285.339 habitantes, dos quais mais de 50 mil moram na zona rural e quase 235 mil vivem na zona urbana do município. Possui uma área de 4.756,80 km<sup>2</sup>. Os limites geográficos são: Ao sudeste com o município de Dormentes (PE), a leste com Lagoa Grande (PE), ao sul com Juazeiro (BA), a oeste com Casa Nova (BA) e noroeste com Afrânio (PE). O relevo do sítio urbano é plano e suas cotas médias bem superiores às dos níveis máximos do rio, o que livra a cidade da possibilidade de inundações. A vegetação rural nativa dominante é a caatinga, mas na zona urbanizada, a paisagem é também bastante árida em função da escassez de massas de vegetação.

### 3.4 – ASPECTOS CLIMÁTICOS

Segundo a Classificação climática de Köppen-Geiger, o clima de Juazeiro e Petrolina se apresenta como tropical semi-árido, tipo BshW, seco e quente na parte norte e semi-árido quente estépico na parte sul, caracterizado pela escassez e irregularidade das precipitações com chuvas no verão e forte evaporação em consequência das altas temperaturas. O período chuvoso ocorre entre os meses de novembro e abril. A precipitação média anual é de 399 mm e a temperatura média anual é de 24,2°C. A Figura 04 apresenta gráfico referente à precipitação pluviométrica registrada na Estação Meteorológica do Instituto nacional de Meteorologia-INMET no ano 2007, associados à normal climatológica para essa variável climática. Entretanto, em concordância com Barbugli (2004), pode-se afirmar que independentemente da classificação climática de uma região, existirá sempre, dentro dela, diversas variações. Assim sendo, os fenômenos climáticos em áreas urbanas merecem um estudo complementar para sua melhor compreensão.



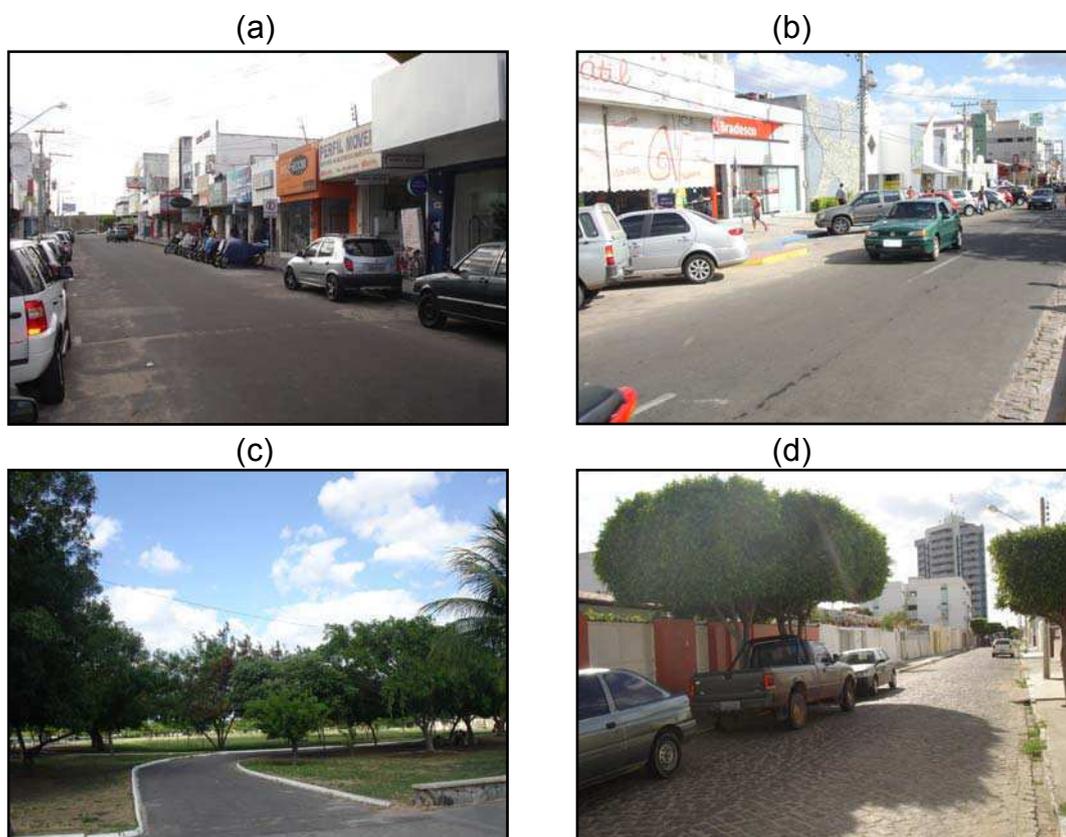
**Figura 04:** Precipitação pluviométrica e normal climatológica na estação do INMET em Petrolina/PE.

### 3.5 – ASPECTOS URBANOS

O uso do solo nas cidades de Petrolina e Juazeiro apresenta uma conformação característica para cidades de seu porte. Observa-se a existência de corredores comerciais distribuídos nas vias de maior tráfego e, entre eles, regiões residenciais. Entre os corredores mais significativos estão Av. Souza Filho, Av. da Integração e Av. Cardoso de Sá em Petrolina; Av. Santos Dumont, Av. Adolfo Viana e Av. Antônio Carlos Magalhães em Juazeiro. Por ser de fundação mais antiga, Juazeiro apresenta

ruas mais estreitas e casas típicas do estilo colonial. Já Petrolina, apesar da conotação de planejamento e modernidade a ela atribuída, possui uma forte concentração de edificações na área comercial e central da cidade. Observa-se, através da conformação urbana que essa região foi crescendo de acordo com a necessidade e vontade da população, sem obediência ao planejamento proposto para ocupação da malha urbana. Fator importante no processo de urbanização e integração dos municípios foi a construção da ponte Presidente Dutra, interligando Petrolina e Juazeiro. Construída na década de 50, tem um tráfego diário de aproximadamente 35 mil veículos e extensão de 801 metros. Outra importante característica das cidades é o seu caráter horizontal. São poucos os prédios com vários pavimentos, sendo em Petrolina sua maior ocorrência. A principal diferença entre as áreas mais e menos densas se dá principalmente pela impermeabilização do solo, presença de maior ou menor quantidade de vegetação e pelo distanciamento entre as construções. Na seqüência, é apresentado um registro da conformação urbana das duas cidades.

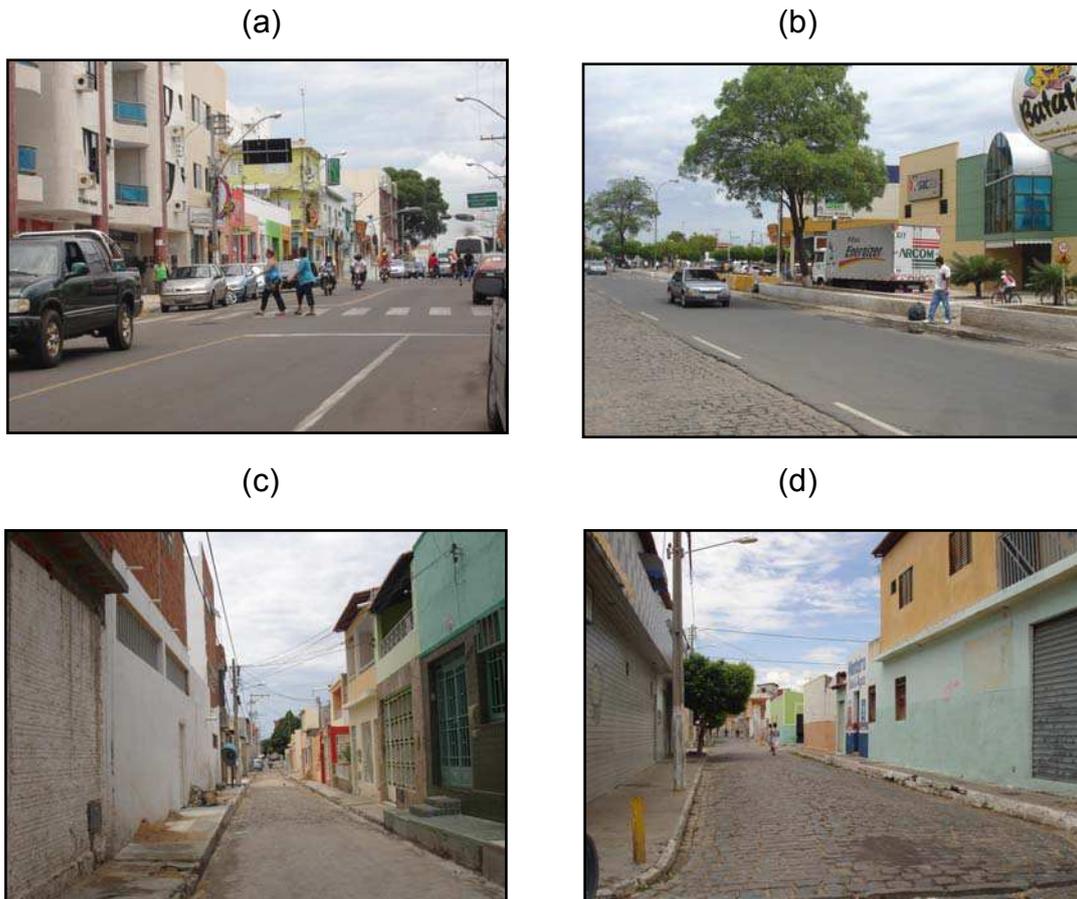
- **PETROLINA:**



**Figura 05:** Painel da área urbana de Petrolina/PE.

Onde: (a) Avenida Souza Júnior na área urbana comercial; (b) Avenida Souza Filho na área urbana comercial; (c) Parque Municipal Josepha Coelho em área urbana de lazer; (d) Rua Presidente Dutra na área urbana residencial.

- **JUAZEIRO:**



**Figura 06:** Painel da área urbana de Juazeiro/BA.

Onde: (a) Avenida Santos Dumont na área urbana comercial; (b) Avenida Adolfo Viana na área urbana comercial; (c) Rua Cesário da Silva em área urbana residencial; (d) Travessa São José na área urbana residencial.

Para melhor evidenciar os dados apresentados neste item, apresenta-se a seguir o Quadro 01, onde estão sintetizados os principais aspectos fisiográficos das cidades de Petrolina e Juazeiro.

ASPECTOS FISIAGRÁFICOS	MUNICÍPIO	
	PETROLINA/PE	JUAZEIRO/BA
Latitude	09°23'55" (Sul)	09°24'42" (Sul)
Longitude	40°30'03" (Oeste)	40°29'55" (Oeste)
Altitude	376 m	368 m
Área	4.756,8 km <sup>2</sup>	6.389,6 km <sup>2</sup>
Área urbana	55,0 km <sup>2</sup>	40,0 km <sup>2</sup>
População	285.339 hab	240.627 hab
Clima	Semi-árido	Semi-árido
Relevo	Plano	Plano
Vegetação	Caatinga	Caatinga

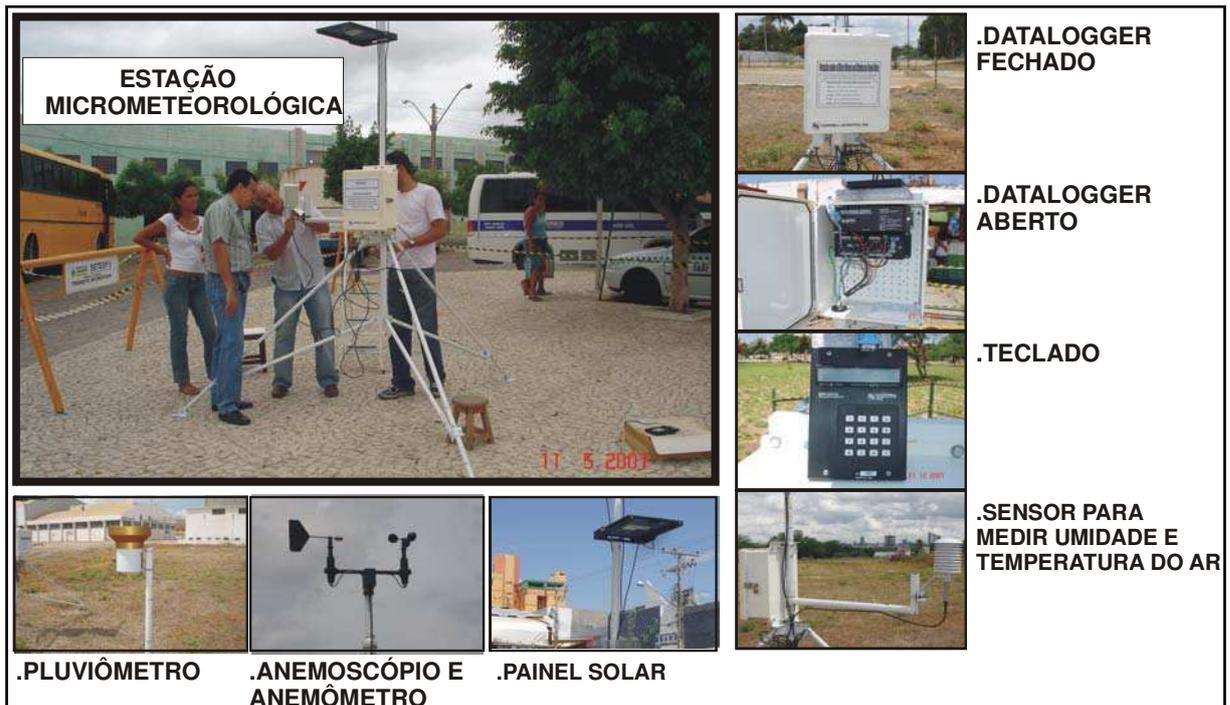
**Quadro 01:** Aspectos fisiográficos das cidades de Petrolina e Juazeiro. Adaptado do Censo Demográfico do Brasil – IBGE(2007).

### 3.6 – INSTRUMENTAÇÃO E DADOS

A presente pesquisa foi desenvolvida nas cidades de Petrolina, Estado de Pernambuco, e em Juazeiro, Estado da Bahia. Foram realizadas duas campanhas experimentais, sendo uma durante o mês de agosto de 2007 - período do inverno - e outra durante os meses de dezembro de 2007 e janeiro de 2008 - período do verão.

Para obtenção dos dados de campo foram instaladas e operadas, simultaneamente, três estações micrometeorológicas, sendo duas na área urbana de Petrolina e uma na área urbana de Juazeiro. Os dados climáticos em condições normais, ou seja, sem a influência da urbanização, foram obtidos na Estação Meteorológica Automática da Universidade Federal do Vale do São Francisco - UNIVASF, situada na zona rural de Petrolina.

A Figura 07 exibe os elementos constituintes de cada estação.



**Figura 07:** Estação micrometeorológica utilizada e seus principais componentes.

Os parâmetros climáticos da área urbana de Petrolina e Juazeiro foram monitorados através de equipamentos instalados em torres de observação montadas em locais com diferentes tipologias. Os instrumentos utilizados foram:

- Sensor de temperatura, constituído por termopares de cobre-constantan, para medir a temperatura à superfície, afixados sobre cada superfície analisada;
- Psicrômetro elétrico para medição da temperatura e umidade relativa do ar (sonda HMP 45C, Campbell) afixado na torre de observação e instalado a uma altura de 1,50m;
- Anemômetro sensível a variações de 0,2 m/s para medir a velocidade do vento, instalado no topo da torre de observação a 3,0 metros de altura, constituído por um rotor com três conchas hemisféricas as quais acionam um sensor eletrônico;
- Anemoscópio para medir a direção do vento, instalado no topo da torre de observação a 3,0 metros de altura;
- Pluviômetro para medir a precipitação pluviométrica;
- Sistema automatizado de coleta de dados (datalogger CR-10x, Campbell), onde foram conectados todos os sensores, permitindo o monitoramento dos elementos climáticos de forma contínua durante 24 horas por dia;
- Teclado removível, para programação do datalogger;

- Módulo de armazenamento de dados para a retirada e transporte dos dados de campo para um microcomputador;

- Painel solar para alimentação da bateria do datalogger.

Durante o período de observação também foram obtidos dados na Estação Meteorológica da Universidade Federal do Vale do São Francisco, situada na zona rural de Petrolina. A referida estação possui os mesmos equipamentos instalados nas torres de observação mencionadas.

Os sensores de medição dos parâmetros climáticos foram conectados a sistemas automáticos de aquisição de dados, programados para efetuar leituras das variáveis observadas a cada dois segundos, gerar médias a cada trinta minutos e emitir um relatório com valores extremos ao final do dia.

Os resultados obtidos nos locais de observação foram comparados entre si e com aqueles que representam uma situação natural, observados na estação rural. Para destacar as características dos locais pesquisados, apresenta-se um quadro resumo com a tipologia da área de instalação de cada estação e de seus arredores.

<b>ESTAÇÃO</b>	<b>TIPOLOGIA DA ÁREA</b>
Estação 01: Petrolina – Asfalto	Zona urbana comercial; revestimento da superfície em <b>asfalto</b> ; vias estreitas; ausência de arborização; elevado fluxo de pedestres e veículos.
Estação 02: Petrolina - Parque	Zona urbana de lazer; revestimento da superfície em grama; <b>parque</b> a céu aberto, arborizado e utilizado para a prática de atividades físicas e recreação.
Estação 03: Juazeiro - Calçamento	Zona urbana residencial; vias estreitas; revestimento da superfície em paralelepípedo ( <b>calçamento</b> ); ausência de arborização; elevado fluxo de veículos e pedestres.
Estação 04: Zona Rural	Zona <b>rural</b> ; revestimento da superfície em grama; plantio de culturas; áreas de solo sem vegetação (solo nu).

**Quadro 02:** Identificação das estações e tipologia das áreas estudadas.

De acordo com Oke (2004), em estudos com um pequeno número de estações dentro da área urbana, deve ser decidido qual será o principal alvo, para que se possa instalar os equipamentos e monitorar um local com características típicas bem definidas que representem bem o alvo escolhido. Dessa forma, a seleção dos locais para a instalação dos instrumentos teve como base levantamentos realizados mediante visitas de campo, tomando-se por referência a representatividade da área. O local escolhido levou em consideração também a segurança dos aparelhos, para

preservar a integridade do patrimônio e do experimento. Os sensores foram calibrados para garantir a eficácia das medições e comparações entre os parâmetros observados. Em virtude dos aspectos abordados foram eleitas as quatro localidades citadas para o desenvolvimento da pesquisa. A Figura a seguir ilustra a distribuição espacial das estações escolhidas com suas respectivas coordenadas geográficas obtidas com aparelho de georeferenciamento.



**Figura 08:** Imagem de satélite das cidades de Petrolina e Juazeiro evidenciando a distribuição das estações. Adaptado do *Google Earth*.

No início das atividades de campo todos os equipamentos foram submetidos a um processo de calibração a fim de uniformizar as medidas dos parâmetros climáticos avaliados, minimizando possíveis distorções de leituras em função da utilização de diversos sensores de forma simultânea, conforme se pode observar na Figura 09 apresentada a seguir.



**Figura 09:** Calibração prévia dos sensores.

No período de inverno, as campanhas experimentais foram realizadas entre os dias 10/08 e 24/08/2007, totalizando quinze dias contínuos de medições. Já no período de verão, os estudos de campo ocorreram entre os dias 16/12/2007 e 15/01/2008, totalizando trinta e um dias contínuos de medições.

Os dados de cada estação foram coletados diariamente e transferidos para um microcomputador, analisados e processados em forma de planilhas e gráficos com auxílio dos programas “PC208W 3.3”, “Quattro Pro” e “Excel”.

Para melhor compreensão dos locais onde foram instaladas as estações micrometeorológicas e das características da área que representam, apresenta-se a seguir informações complementares acerca de cada local estudado.

### 3.6.1 – Estação 01: Petrolina - Asfalto

Localizada em área pavimentada com asfalto na Avenida Sousa Filho, o principal corredor comercial da cidade de Petrolina. Essa estação buscou monitorar a área de maior densidade urbana do perímetro estudado, que tem como características principais: grande extensão de área construída, pavimentação asfáltica predominante, ausência de arborização representativa, grande fluxo de veículos e de pedestres. Coordenadas do local: 9°23'17"S, 40°29'56"W. Altitude: 386,3m. As Figuras 10, 11 e 12 registram a localização e o funcionamento dessa estação.



**Figura 10:** Imagem de satélite da cidade de Petrolina evidenciando a localização da estação em área pavimentada com asfalto. Adaptado do *Google Earth*.



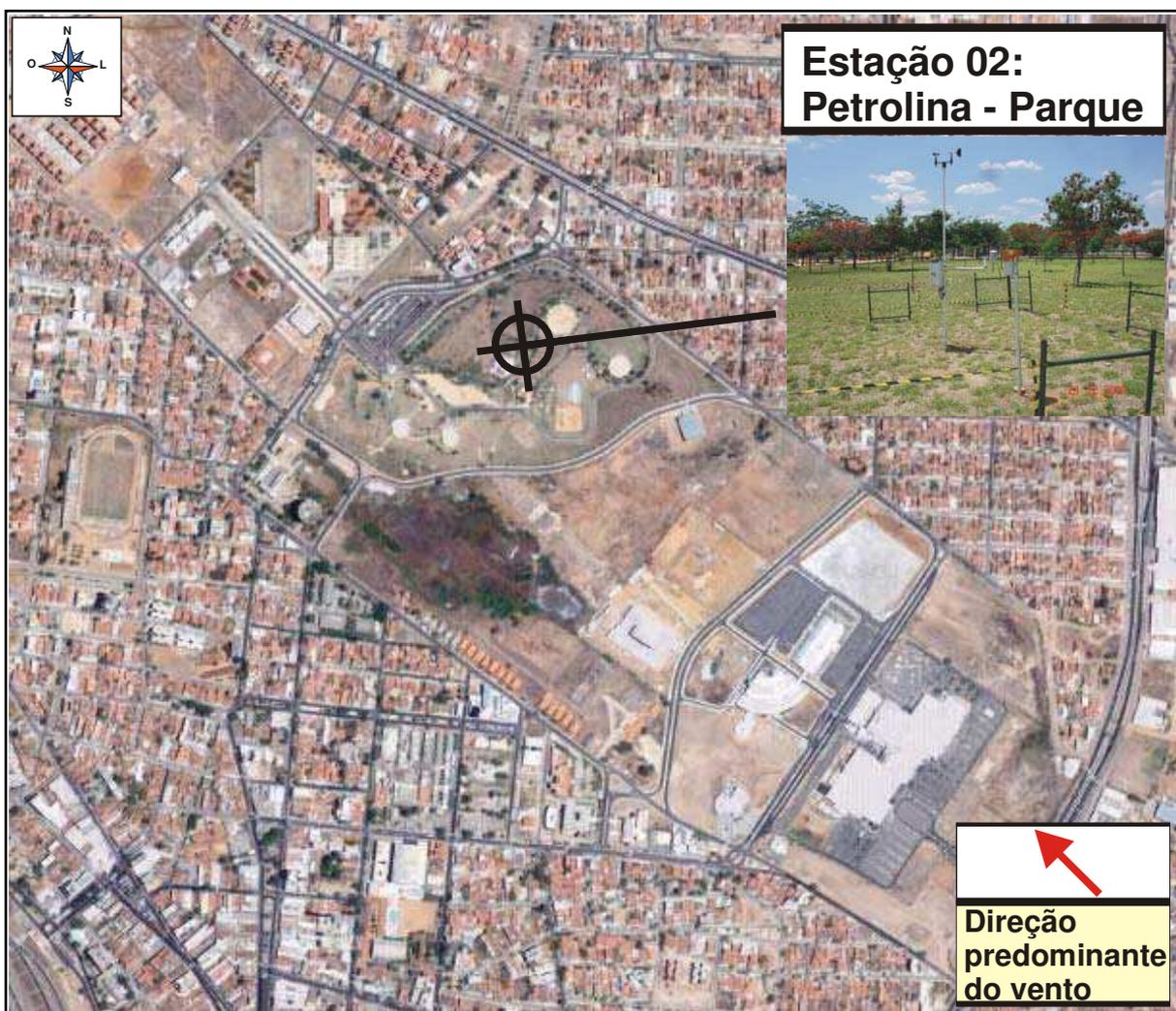
**Figura 11:** Estação instalada em área pavimentada com asfalto no centro comercial de Petrolina/PE.



**Figura 12:** Evidência da proteção do experimento com cavaletes.

### 3.6.2 – Estação 02: Petrolina – Parque

Instalada em ambiente arborizado e aberto do Parque Municipal Josepha Coelho, maior área de lazer pública existente na zona urbana de Petrolina com aproximadamente 140.000m<sup>2</sup> de área permeável. Esta localidade tem como principal característica a extensa área de vegetação rasteira (grama), árvores de médio porte, faixas de solo nu e baixa densidade urbana. É muito utilizada para a prática de atividades físicas e recreação. Coordenadas do local: 9°24'48”S, 40°30'53”W. Altitude: 356,8m. As Figuras 13, 14 e 15 registram a localização e o funcionamento dessa estação.



**Figura 13:** Imagem de satélite da cidade de Petrolina evidenciando a localização da estação na área do Parque Josepha Coelho. Adaptado do *Google Earth*.



**Figura 14:** Estação instalada em área urbana de lazer do Parque Josepha Coelho em Petrolina/PE.



**Figura 15:** Evidência do revestimento gramado da superfície e da arborização no local.

### 3.6.3 – Estação 03: Juazeiro - Calçamento

Estação instalada na área urbana da cidade de Juazeiro, localizada ao lado da Avenida Antônio Carlos Magalhães, bairro Country. Essa área tem predominância de imóveis residenciais, apresentando superfície revestida em paralelepípedo e asfalto, predominando o primeiro tipo de revestimento. Pode ser qualificada como área de alta densidade urbana, com inúmeras vias estreitas e carentes de arborização. Coordenadas do local: 9°19'29"S, 40°33'36"W. Altitude: 377,2m. As Figuras 16, 17 e 18 registram a localização e o funcionamento dessa estação.



**Figura 16:** Imagem de satélite da cidade de Juazeiro evidenciando a localização da estação em área revestida com calçamento em paralelepípedo. Adaptado do *Google Earth*.



**Figura 17:** Estação instalada em área urbana residencial na cidade de Juazeiro/BA.

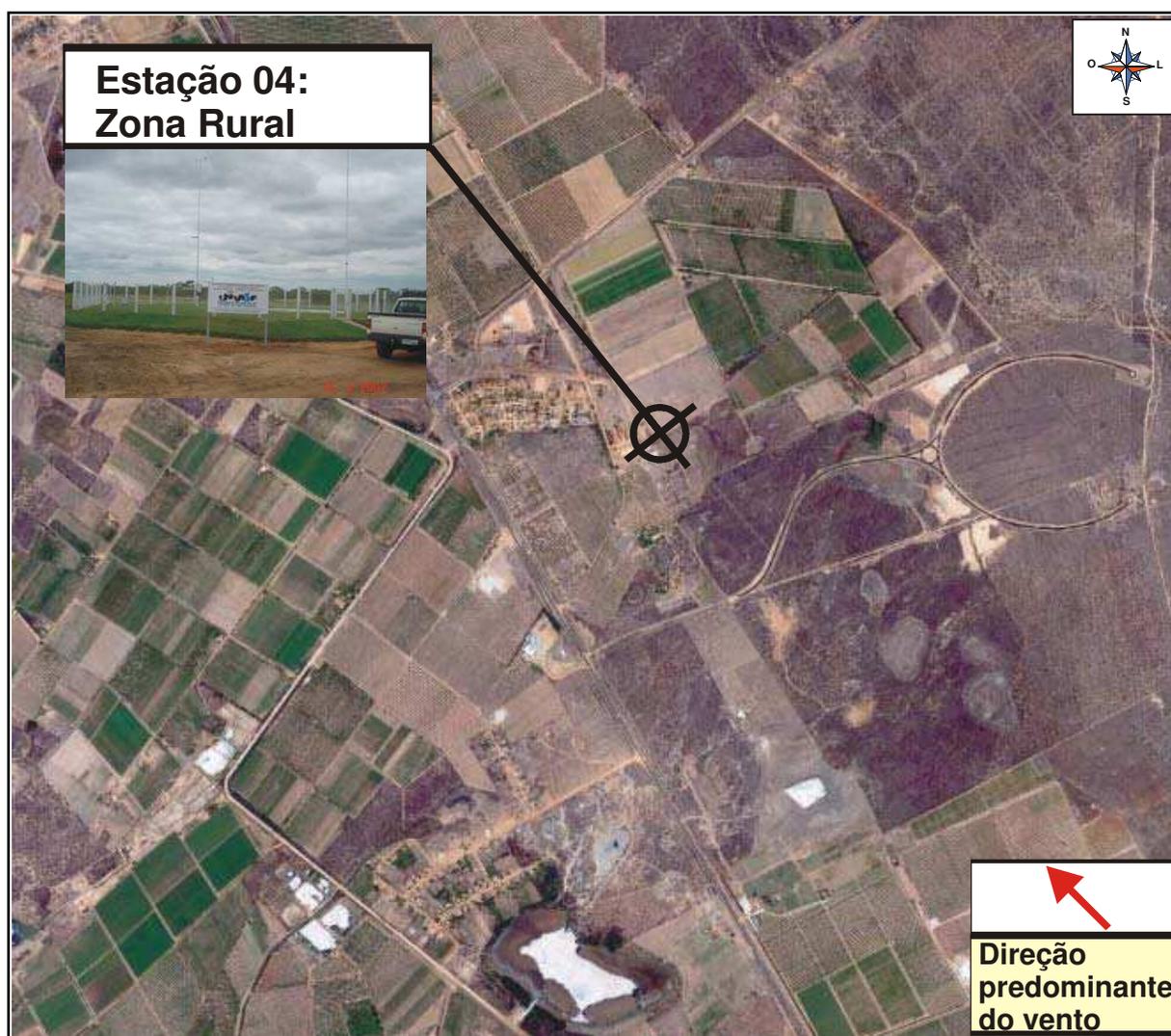


**Figura 18:** Evidência do revestimento em paralelepípedo (calçamento) na superfície.

#### **3.6.4 – Estação 04: Zona Rural**

Localizada na zona rural do município de Petrolina, essa estação representa o comportamento do clima sem a influência das estruturas urbanas. Distante aproximadamente 13 km do centro da cidade, apresenta extensa área de solo natural sem revestimento alternando com a existência de culturas agrícolas no entorno da estação. Coordenadas do local: 9°23'50"S, 40°30'07"W. Altitude: 366,7m. As Figuras 19, 20 e 21 registram a localização e o funcionamento dessa estação.

**Figura 19:** Imagem de satélite da cidade de Petrolina evidenciando a localização da



Estação 04, situada em área rural, na Fazenda Experimental da UNIVASF. Adaptado do *Google Earth*.



**Figura 20:** Estação instalada na Fazenda Experimental da UNIVASF, zona rural de Petrolina/PE.



**Figura 21:** Evidência do revestimento da superfície em grama e dos principais componentes da estação.

### 3.7 – MÉTODOS

O roteiro metodológico para realização dessa pesquisa foi constituído de quatro fases, que podem ser genericamente resumidas em:

- **Primeira Fase:** consistiu na definição tanto da área de estudo (Petrolina e Juazeiro) quanto do subsistema a ser estudado (Termodinâmico), envolvendo conhecimento geográfico prévio da região.
- **Segunda Fase:** nesta etapa do trabalho, elaborou-se o embasamento teórico e referencial bibliográfico. Ainda nesta fase, setorizou-se a área de estudo em ambientes geográficos diferenciados (zona urbana comercial; zona urbana residencial; zona urbana de lazer e zona rural) objetivando posterior instalação das estações micrometeorológicas.
- **Terceira Fase:** neste momento da pesquisa as características do ambiente urbano e sua dinâmica já eram conhecidas. Durante esta fase foram levantados os dados de campo nas campanhas experimentais realizadas em dois períodos do ano: inverno e verão.
- **Quarta Fase:** finalizadas as campanhas de campo, passou-se a tabular os dados obtidos para efeito de análises das configurações climáticas encontradas e possíveis ocorrências de ilhas de calor e desconforto térmico correlacionados a elas. Uma vez realizadas essas análises, passou-se a exercitar a formulação de sugestões na perspectiva de planejamento e desenvolvimento urbano.

#### 3.7.1 – Ilha de calor

Nesta pesquisa, as medições realizadas da temperatura do ar em áreas urbanas durante os dois períodos de estudo foram comparadas entre si e com aquelas efetuadas na área rural, a fim de que se pudesse caracterizar a existência de ilha de calor nos ambientes estudados. Os resultados obtidos juntamente com as análises efetuadas são apresentados no item 4.

A análise comparativa dos dados permitiu, além da observância da existência de ilhas de calor (IC) na região urbana estudada, a classificação de sua intensidade, de acordo com o estabelecido por Gomez et al. (1993), conforme parametrização indicada a seguir:

- Ilha de calor de **fraca intensidade**, quando as diferenças de temperatura do ar oscilam entre 0° e 2°C;
- Ilha de calor **moderada**, quando as diferenças de temperatura do ar se situam entre 2° e 4°C;
- Ilha de calor de **forte intensidade**, quando as diferenças de temperatura do ar oscilam entre 4°C e 6°C e;
- Ilha de calor de intensidade **muito forte**, quando as diferenças de temperatura do ar ultrapassam 6°C.

### 3.7.2 – Conforto térmico

Para avaliação do conforto térmico nas cidades de Petrolina e Juazeiro, utilizou-se o método de Thom, citado por Silva et al. (2006), que emprega os parâmetros de temperatura e umidade relativa do ar para avaliação das condições de conforto ou desconforto térmico. O nível de desconforto térmico para os locais estudados, avaliado através do índice de desconforto de Thom (IDT), foi obtido a partir da seguinte equação:

$$IDT = Ta - (0,55 - 0,0055.UR).(Ta - 14,5) \quad (3.1)$$

Onde: Ta = temperatura do ar (°C) e UR = umidade relativa do ar (%).

Para a caracterização térmica de cada ambiente estudado, foi utilizada a referência também apresentada por Silva et al.(2006), onde o IDT é empregado como parâmetro definidor das condições de conforto ou desconforto térmico, de acordo com o que se segue:

FAIXA	IDT (°C)	AVALIAÇÃO TÉRMICA DO AMBIENTE
1	IDT ≤ 14,9	Desconfortável
2	15,0 ≤ IDT ≤ 19,9	Confortável
3	20,0 ≤ IDT ≤ 26,4	Conforto parcial
4	IDT ≥ 26,5	Desconfortável

**Quadro 03:** Avaliação térmica do ambiente em função do IDT.

Para avaliar de forma mais detalhada as ocorrências de ilhas de calor e os índices de conforto térmico estudados, optou-se, nesta pesquisa, por dividir o dia em períodos que evidenciassem separadamente cada intervalo horário.

Assim sendo, os parâmetros necessários à caracterização da Ilha de Calor (IC) e do Índice de Desconforto de Thom (IDT) foram obtidos a partir de médias aritméticas para intervalos de uma hora, conforme indicado no quadro a seguir:

<b>INTERVALO HORÁRIO PARA AVALIAÇÃO TÉRMICA DO AMBIENTE</b>	
00:00h – 01:00h	12:00h – 13:00h
01:00h – 02:00h	13:00h – 14:00h
02:00h – 03:00h	14:00h – 15:00h
03:00h – 04:00h	15:00h – 16:00h
04:00h – 05:00h	16:00h – 17:00h
05:00h – 06:00h	17:00h – 18:00h
06:00h – 07:00h	18:00h – 19:00h
07:00h – 08:00h	19:00h – 20:00h
08:00h – 09:00h	20:00h – 21:00h
09:00h – 10:00h	21:00h – 22:00h
10:00h – 11:00h	22:00h – 23:00h
11:00h – 12:00h	23:00h – 24:00h

**Quadro 04:** Intervalos horários para avaliação térmica do ambiente.

Conforme já explicitado anteriormente, foram efetuadas observações simultâneas em ambiente urbano com concentração de atividades comerciais, em ambiente urbano com concentração de unidades residenciais e em ambiente urbano de lazer. As campanhas experimentais para coleta de dados compreenderam observações contínuas durante quinze dias consecutivos no inverno e durante trinta e um dias consecutivos no verão. Os dados obtidos em áreas urbanas durante os dois períodos de estudo foram comparados entre si e com os dados observados na área rural, a fim de que se pudesse caracterizar em cada faixa horária, a ocorrência, ou não, de ilhas de calor e desconforto térmico nos ambientes estudados.

## **4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Levando-se em conta que foram realizadas medições em quatro pontos distintos, optou-se por trabalhar a partir de uma abordagem descritiva, analisando-se separadamente os resultados de cada campanha sazonal: inverno e verão. Inicialmente, foi organizada uma tabela onde são apresentados os valores extremos, as médias e o desvio-padrão das variáveis estudadas. Posteriormente, são apresentadas figuras que ilustram os resultados obtidos em todas as áreas da pesquisa através de gráficos comparativos.

Segundo Pinho (2003), a metodologia empregada no desenvolvimento desta pesquisa é uma das formas mais adotadas por aqueles que buscam compreender o comportamento climático, qual seja: a comparação dos dados entre estações meteorológicas instaladas em áreas urbanas e rurais da região estudada, trabalhando com as diferenças entre os parâmetros climatológicos observados em cada estação. Dentre os autores que já fizeram uso dessa metodologia para estudar o clima urbano, destacam-se: Lombardo (1985), Maitelli (1994), Silva (1998), Gouvêa (2007), dentre outros.

### **4.1 – TEMPERATURA À SUPERFÍCIE**

Para avaliar o comportamento da temperatura à superfície ( $T_s$ ), medida com termopares de cobre-constantan afixados sobre o revestimento da superfície estudada, os resultados obtidos durante cada campanha experimental são apresentados através de tabelas e gráficos para cada período sazonal.

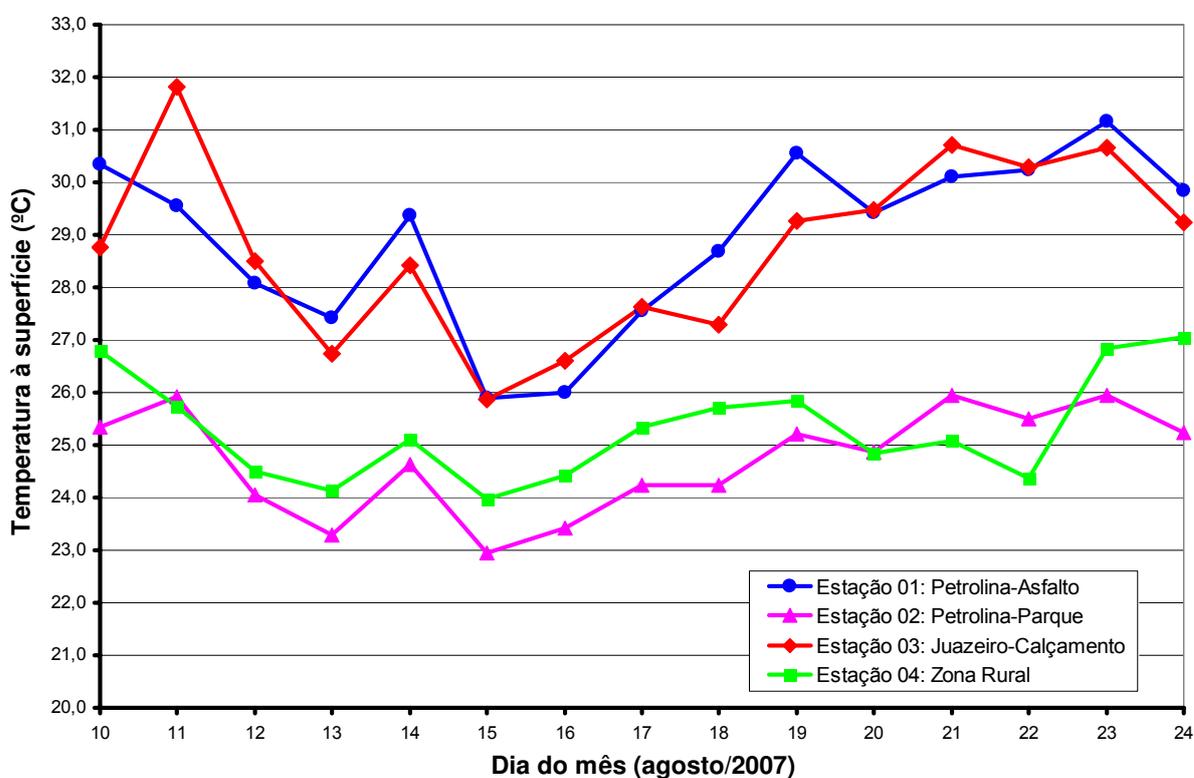
#### **a) INVERNO**

A Tabela a seguir mostra que o valor mínimo de 15,5°C foi observado na Estação 02, localizada no parque municipal de Petrolina, enquanto que o valor máximo de 50,2°C foi registrado na Estação 03, localizada na zona urbana residencial de Juazeiro. A menor média de temperatura à superfície foi registrada na área do parque e a maior na área de asfalto. A maior amplitude térmica – diferença entre as temperaturas máximas e mínimas – foi registrada na área de calçamento, (32,8°C) e a menor (12,0°C), ocorreu na área rural. As temperaturas mínimas ocorreram no início das manhãs e as máximas no turno da tarde.

**Tabela 01:** Estatística descritiva das médias de temperatura à superfície no período de inverno.

TEMPERATURA À SUPERFÍCIE (Ts)						
ESTAÇÃO ANALISADA	MÍNIMA		MÁXIMA		MÉDIA (°C)	DESVIO - PADRÃO
	Ts(°C)	Hora	Ts(°C)	Hora		
Estação 01: Petrolina - Asfalto	18,3	05:28	50,0	12:30	28,9	7,5
Estação 02: Petrolina - Parque	15,5	06:03	35,7	15:51	24,7	5,2
Estação 03: Juazeiro - Calçamento	17,4	05:42	50,2	13:21	28,5	7,3
Estação 04: Zona Rural	21,1	06:16	33,1	13:58	25,3	2,9

A figura a seguir, apresenta comparativamente os valores médios diários da temperatura à superfície em cada área estudada durante o período do inverno.

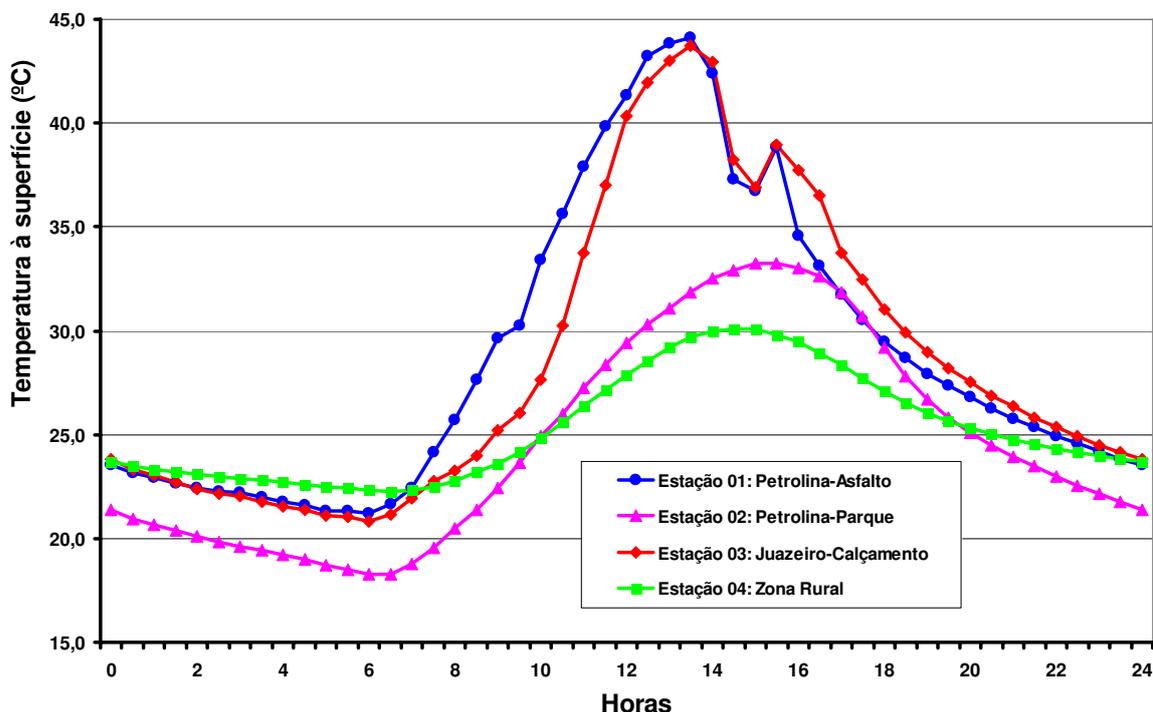


**Figura 22:** Temperatura média diária à superfície nas áreas de asfalto, parque, calçamento e zona rural durante o período de inverno.

Ao analisar a Figura 22, constata-se que, durante o período de inverno, o comportamento das curvas correspondentes às áreas densamente urbanizadas, com comércios e residências, superfícies impermeabilizadas e alto fluxo de pedestres e de veículos, apresentaram valores para “Ts” maiores que os registrados na área urbana de lazer e na área rural. Atribui-se à arborização, ao revestimento

gramado da superfície e maior circulação do ar, o fato de que, mesmo localizada na zona urbana, a área do parque apresentou os menores valores médios de temperatura à superfície durante onze dos quinze dias de medição no período do inverno.

Para melhor avaliar o comportamento da temperatura à superfície ao longo do dia e em todas as áreas estudadas, foi construído gráfico comparativo das médias de “Ts” obtidas para intervalos de meia hora, conforme se observa na Figura 23 a seguir.



**Figura 23:** Temperatura média horária à superfície no período de inverno.

Observa-se na Figura 23, um comportamento bastante semelhante entre a temperatura à superfície das áreas de asfalto e de calçamento. Essas áreas apresentaram valores bastante elevados no período entre 11:00h e 17:00h sendo que, entre 12:00h e 14:00h, ambos os valores de “Ts” foram superiores à 40°C. Já as áreas do parque e da zona rural não apresentaram registros tão altos. Os valores mais baixos de temperatura à superfície foram observados na área do parque, no horário entre 00:00h e 10:00h.

Com objetivo de ampliar a avaliação acerca do comportamento da temperatura à superfície, foram efetuadas comparações entre as diferenças de temperaturas médias registradas em cada estação urbana com a estação rural. Os resultados obtidos estão na tabela a seguir.

**Tabela 02:** Diferenças entre a temperatura média horária registrada na superfície na área com asfalto e a registrada à superfície na área rural durante o período de inverno ( $\Delta T_{s1}$ ).

		$\Delta T_{s1}(^{\circ}\text{C}) = T_s \text{ ASFALTO} - T_s \text{ RURAL}$														
FAIXA HORÁRIA	DATA	10/08/2007	11/08/2007	12/08/2007	13/08/2007	14/08/2007	15/08/2007	16/08/2007	17/08/2007	18/08/2007	19/08/2007	20/08/2007	21/08/2007	22/08/2007	23/08/2007	24/08/2007
	00:00h–01:00h		-1,7	-0,6	0,6	0,2	-0,5	-0,7	-1,5	-2,1	-2,0	-1,9	0,6	1,5	0,9	1,3
01:00h–02:00h		-1,7	-0,6	0,3	0,1	-0,8	0,2	-1,8	-2,3	-2,5	-2,4	0,1	1,1	0,5	0,9	-0,2
02:00h–03:00h		-1,9	-0,6	-0,1	0,6	-0,5	0,1	-2,0	-2,2	-2,8	-2,8	-0,3	1,3	0,1	0,6	0,1
03:00h–04:00h		-2,2	-0,7	-0,4	0,8	-1,3	-0,5	-2,0	-1,8	-3,0	-2,9	-0,6	1,4	-0,2	0,3	0,0
04:00h–05:00h		-2,0	-1,4	-0,5	0,0	-1,4	-1,5	-2,0	-1,4	-3,0	-3,0	-0,8	1,4	-0,5	0,0	-0,5
05:00h–06:00h		-2,4	-1,5	0,3	-0,3	-1,4	-0,7	-2,2	-1,1	-2,9	-3,1	-1,0	1,4	-0,7	-0,3	-0,8
06:00h–07:00h		-0,5	-0,8	0,2	-0,4	0,4	0,6	-0,6	-0,6	-1,3	-2,4	-0,1	1,8	-0,2	0,3	0,1
07:00h–08:00h		4,2	0,1	0,4	1,4	2,3	1,2	1,8	1,7	2,9	4,2	3,3	2,9	3,4	4,1	0,4
08:00h–09:00h		8,2	3,2	0,9	2,7	10,1	2,9	2,3	4,2	8,6	9,6	4,0	4,4	6,2	8,8	2,7
09:00h–10:00h		13,1	5,4	2,7	5,2	11,0	4,6	4,0	7,2	10,6	11,1	6,0	6,1	8,8	9,1	5,2
10:00h–11:00h		15,9	8,1	10,3	11,2	14,1	6,3	4,8	8,6	15,0	15,5	9,6	8,8	12,5	13,7	7,7
11:00h–12:00h		15,0	8,9	14,6	12,1	15,5	6,9	8,2	9,9	15,1	17,0	13,6	14,1	18,8	15,8	11,0
12:00h–13:00h		15,6	13,7	14,9	12,9	16,0	8,0	11,2	11,6	15,4	18,2	16,2	17,6	20,3	16,1	12,5
13:00h–14:00h		14,1	15,4	13,8	11,0	14,9	6,5	11,7	11,6	12,4	16,9	13,8	15,9	19,0	13,9	10,8
14:00h–15:00h		5,7	9,3	6,9	7,8	6,3	5,4	4,3	4,6	3,3	7,4	8,8	7,6	11,3	7,1	8,0
15:00h–16:00h		5,4	9,1	6,9	5,8	6,9	4,0	5,3	5,1	5,1	8,5	9,5	9,0	11,1	7,6	6,5
16:00h–17:00h		1,8	5,7	4,0	3,7	4,4	2,4	1,7	1,6	1,8	4,9	5,5	5,4	7,1	3,7	3,2
17:00h–18:00h		0,7	4,1	2,6	2,1	3,1	1,1	0,7	1,1	1,0	3,7	4,3	4,3	5,7	2,7	1,8
18:00h–19:00h		0,2	3,4	2,1	1,2	2,4	0,7	0,3	0,7	0,4	3,3	3,7	3,6	4,9	2,2	1,2
19:00h–20:00h		0,0	3,0	1,7	0,7	1,5	0,4	-0,4	0,2	0,1	3,2	3,4	3,1	4,3	1,7	0,6
20:00h–21:00h		-0,2	2,6	1,3	0,4	0,8	0,1	-1,0	-0,2	-0,3	2,6	3,0	2,7	3,8	1,3	-0,2
21:00h–22:00h		-0,5	2,2	0,9	0,4	0,1	-0,3	-1,5	-0,6	-0,6	2,1	2,7	2,3	3,1	0,7	-0,7
22:00h–23:00h		-0,3	1,7	0,7	0,1	-0,4	-0,6	-1,8	-1,0	-1,0	1,7	2,3	1,9	2,3	0,2	-1,0
23:00h–24:00h		-0,8	1,1	0,4	-0,2	-0,8	-1,0	-1,7	-1,6	-1,4	1,1	2,0	1,4	1,7	0,1	-1,4
<b>MÉDIA</b>		<b>3,6</b>	<b>3,8</b>	<b>3,6</b>	<b>3,3</b>	<b>4,3</b>	<b>1,9</b>	<b>1,6</b>	<b>2,2</b>	<b>3,0</b>	<b>4,7</b>	<b>4,6</b>	<b>5,0</b>	<b>6,0</b>	<b>4,7</b>	<b>2,8</b>
<b>VALOR MÁXIMO</b>		<b>15,9</b>	<b>15,4</b>	<b>14,9</b>	<b>12,9</b>	<b>16,0</b>	<b>8,0</b>	<b>11,7</b>	<b>11,6</b>	<b>15,4</b>	<b>18,2</b>	<b>16,2</b>	<b>17,6</b>	<b>20,3</b>	<b>16,1</b>	<b>12,5</b>

**Tabela 03:** Diferenças entre a temperatura média horária registrada à superfície na área do parque e a registrada à superfície na área rural durante o período de inverno ( $\Delta T_{s_2}$ ).

		$\Delta T_{s_2}(^{\circ}\text{C}) = T_s \text{ PARQUE} - T_s \text{ RURAL}$														
FAIXA HORÁRIA	DATA	10/08/2007	11/08/2007	12/08/2007	13/08/2007	14/08/2007	15/08/2007	16/08/2007	17/08/2007	18/08/2007	19/08/2007	20/08/2007	21/08/2007	22/08/2007	23/08/2007	24/08/2007
	00:00h–01:00h		-4,2	-3,2	-1,4	-2,4	-2,1	-3,2	-2,7	-3,7	-3,8	-3,4	-2,0	-1,1	-1,0	-0,9
01:00h–02:00h		-4,2	-3,2	-1,8	-2,5	-2,4	-3,2	-3,1	-3,9	-4,5	-4,0	-2,6	-1,6	-1,6	-1,4	-3,2
02:00h–03:00h		-4,1	-3,3	-2,4	-2,6	-2,6	-3,2	-3,6	-4,3	-5,0	-4,6	-3,0	-2,0	-2,2	-1,9	-3,2
03:00h–04:00h		-4,5	-3,4	-2,8	-2,4	-3,0	-3,2	-3,8	-4,4	-5,5	-5,2	-3,4	-1,9	-2,8	-2,3	-3,1
04:00h–05:00h		-4,8	-3,6	-3,2	-2,9	-3,4	-4,0	-3,7	-3,6	-5,7	-5,4	-3,8	-1,9	-3,4	-2,9	-3,4
05:00h–06:00h		-4,9	-4,4	-3,3	-3,3	-3,6	-4,2	-3,9	-3,4	-5,7	-5,8	-3,9	-1,8	-3,9	-3,6	-3,9
06:00h–07:00h		-4,6	-4,1	-3,3	-3,3	-3,2	-3,7	-3,6	-3,1	-5,1	-5,7	-3,8	-1,7	-3,8	-3,6	-3,7
07:00h–08:00h		-2,7	-3,1	-3,2	-2,6	-2,1	-3,1	-2,7	-2,3	-3,3	-3,7	-2,3	-1,3	-2,1	-1,5	-3,7
08:00h–09:00h		-0,4	-3,0	-3,0	-1,7	-0,5	-2,6	-1,7	-0,5	-1,7	-1,8	-1,2	-0,5	-1,0	-0,6	-4,0
09:00h–10:00h		0,7	-1,7	-2,3	-0,7	0,9	-1,0	-0,9	0,4	0,4	-0,3	-0,5	0,5	0,5	1,0	-2,6
10:00h–11:00h		1,6	-0,2	-0,8	0,2	1,5	0,1	0,2	0,7	1,4	0,8	0,5	1,7	2,5	0,8	-1,5
11:00h–12:00h		1,5	1,5	0,6	0,8	1,5	1,4	1,3	1,0	1,2	1,9	1,1	3,0	4,3	0,3	-0,3
12:00h–13:00h		1,2	3,2	1,3	1,7	1,2	2,1	1,9	1,4	0,8	2,3	3,1	2,7	4,9	0,0	0,2
13:00h–14:00h		1,2	4,8	2,3	2,2	1,6	2,6	2,4	1,5	1,2	2,8	3,7	2,9	5,6	0,7	1,1
14:00h–15:00h		1,8	5,7	3,2	2,5	2,4	2,3	3,0	1,6	2,2	3,7	4,4	4,2	6,3	1,9	1,5
15:00h–16:00h		1,9	6,5	4,4	2,4	3,0	1,8	3,3	1,9	3,0	4,5	4,8	5,5	6,8	3,0	1,7
16:00h–17:00h		1,8	6,0	5,0	2,2	3,0	1,9	3,2	2,2	3,3	4,7	4,8	5,8	6,8	3,4	1,6
17:00h–18:00h		0,8	4,9	3,2	0,7	2,3	1,1	2,0	1,9	2,1	3,6	3,9	4,5	5,7	2,5	0,8
18:00h–19:00h		-0,8	2,9	1,4	-0,4	1,0	0,1	0,4	0,5	0,1	1,6	2,0	2,7	3,8	0,8	-0,4
19:00h–20:00h		-1,5	1,8	0,3	-1,2	0,1	-0,5	-0,9	-0,8	-1,1	0,9	0,9	1,6	2,5	-0,4	-1,3
20:00h–21:00h		-2,0	1,0	-0,4	-1,4	-0,7	-0,8	-1,8	-1,6	-1,7	0,3	0,4	0,9	1,8	-1,1	-2,3
21:00h–22:00h		-2,4	0,3	-0,8	-1,6	-1,4	-1,2	-2,5	-2,0	-2,2	-0,3	-0,2	0,3	1,2	-1,7	-3,1
22:00h–23:00h		-2,8	-0,1	-1,3	-1,7	-2,0	-1,5	-3,0	-2,5	-2,6	-0,9	-0,6	-0,2	0,4	-2,4	-3,6
23:00h–24:00h		-3,0	-0,7	-2,0	-1,9	-2,6	-2,1	-3,4	-3,1	-3,0	-1,2	-0,7	-0,5	-0,4	-3,1	-4,0
<b>MÉDIA</b>		<b>-1,4</b>	<b>0,2</b>	<b>-0,4</b>	<b>-0,8</b>	<b>-0,5</b>	<b>-1,0</b>	<b>-1,0</b>	<b>-1,1</b>	<b>-1,5</b>	<b>-0,6</b>	<b>0,1</b>	<b>0,9</b>	<b>1,3</b>	<b>-0,5</b>	<b>-1,8</b>
<b>VALOR MÁXIMO</b>		<b>1,9</b>	<b>6,5</b>	<b>5,0</b>	<b>2,5</b>	<b>3,0</b>	<b>2,6</b>	<b>3,3</b>	<b>2,2</b>	<b>3,3</b>	<b>4,7</b>	<b>4,8</b>	<b>5,8</b>	<b>6,8</b>	<b>3,4</b>	<b>1,7</b>

**Tabela 04:** Diferenças entre a temperatura média horária registrada à superfície na área com calçamento e a registrada à superfície na área rural durante o período de inverno ( $\Delta T_{s3}$ ).

$\Delta T_{s3}(^{\circ}\text{C}) = T_s \text{ CALÇAMENTO} - T_s \text{ RURAL}$															
DATA FAIXA HORÁRIA	10/08/2007	11/08/2007	12/08/2007	13/08/2007	14/08/2007	15/08/2007	16/08/2007	17/08/2007	18/08/2007	19/08/2007	20/08/2007	21/08/2007	22/08/2007	23/08/2007	24/08/2007
00:00h–01:00h	-1,6	-0,9	1,0	0,5	-0,6	-0,3	-1,2	-1,5	-2,2	-2,0	0,7	1,7	1,4	1,4	-0,1
01:00h–02:00h	-1,7	-1,1	0,6	0,1	-0,8	0,1	-1,7	-1,7	-2,8	-2,6	0,1	1,1	0,7	0,9	-0,5
02:00h–03:00h	-1,9	-1,2	0,2	0,1	-0,8	-0,1	-1,9	-1,9	-3,3	-3,3	-0,3	1,0	0,3	0,5	-0,3
03:00h–04:00h	-2,2	-1,3	-0,1	0,2	-1,5	-0,7	-2,1	-1,5	-3,5	-3,6	-0,7	1,2	-0,2	0,1	-0,6
04:00h–05:00h	-2,3	-1,6	-0,2	-0,7	-1,5	-1,4	-2,1	-1,1	-3,6	-3,7	-1,0	1,1	-0,5	-0,2	-0,9
05:00h–06:00h	-2,6	-2,4	0,2	-1,2	-1,5	-0,6	-2,4	-1,0	-3,7	-3,7	-1,3	1,0	-0,8	-0,5	-1,4
06:00h–07:00h	-1,1	-1,9	-0,2	-1,4	-0,3	0,1	-1,2	-0,7	-2,6	-2,4	-0,6	1,3	-0,1	0,3	-0,4
07:00h–08:00h	0,7	-0,4	0,1	0,7	0,5	0,0	0,4	-0,1	-1,5	-1,0	1,0	2,1	2,0	1,7	-0,4
08:00h–09:00h	0,2	0,8	0,5	2,1	2,0	1,5	1,3	0,2	-0,3	-0,6	2,3	3,4	2,9	0,9	0,8
09:00h–10:00h	0,1	2,3	2,5	2,5	2,9	3,4	2,7	1,8	1,7	0,6	4,3	4,7	3,6	0,0	2,4
10:00h–11:00h	5,2	4,4	5,2	7,4	6,1	4,9	3,3	5,3	6,4	4,2	7,0	7,3	9,3	8,8	5,8
11:00h–12:00h	11,0	6,6	11,1	7,0	10,4	6,2	7,8	13,2	14,5	13,2	12,7	14,6	16,6	14,4	8,5
12:00h–13:00h	12,9	9,2	14,5	11,7	14,2	7,9	13,2	14,4	13,5	16,7	13,5	17,6	19,5	16,0	9,6
13:00h–14:00h	13,6	10,9	14,9	10,1	14,4	6,9	14,2	13,9	11,2	16,8	15,8	16,8	19,3	14,9	9,0
14:00h–15:00h	6,0	7,3	8,9	7,1	7,4	5,9	6,1	5,2	3,7	8,3	10,0	9,5	12,4	8,0	6,6
15:00h–16:00h	6,0	8,8	10,1	6,1	8,5	4,5	8,0	5,7	6,0	11,5	11,2	12,1	14,5	10,6	7,0
16:00h–17:00h	4,2	7,8	7,9	4,6	6,4	3,6	4,7	3,6	4,4	8,4	8,5	9,5	11,1	7,6	4,9
17:00h–18:00h	2,0	5,7	4,9	2,7	5,0	2,0	3,0	2,3	2,2	6,2	6,4	7,1	8,2	5,0	2,9
18:00h–19:00h	0,9	4,6	3,6	1,4	3,7	1,3	1,9	1,2	1,1	4,9	5,2	5,7	6,5	3,6	1,9
19:00h–20:00h	0,4	3,8	2,9	0,9	2,5	0,8	0,9	0,5	0,4	4,3	4,4	4,7	5,4	2,8	0,9
20:00h–21:00h	0,0	3,3	2,2	0,6	1,7	0,4	0,2	0,0	-0,3	3,4	3,8	3,9	4,6	2,0	-0,1
21:00h–22:00h	-0,4	2,8	1,8	0,4	0,9	-0,1	-0,4	-0,4	-0,7	2,7	3,3	3,3	3,7	1,2	-0,7
22:00h–23:00h	-0,5	2,2	1,4	0,1	0,3	-0,4	-0,9	-1,1	-1,2	2,1	2,7	2,7	2,8	0,4	-1,2
23:00h–24:00h	-1,1	1,6	1,9	-0,3	-0,2	-0,8	-0,9	-1,7	-1,6	1,5	2,2	2,0	2,0	0,1	-1,6
<b>MÉDIA</b>	<b>2,0</b>	<b>3,0</b>	<b>4,0</b>	<b>2,6</b>	<b>3,3</b>	<b>1,9</b>	<b>2,2</b>	<b>2,3</b>	<b>1,6</b>	<b>3,4</b>	<b>4,6</b>	<b>5,6</b>	<b>6,1</b>	<b>4,2</b>	<b>2,2</b>
<b>VALOR MÁXIMO</b>	<b>13,6</b>	<b>10,9</b>	<b>14,9</b>	<b>11,7</b>	<b>14,4</b>	<b>7,9</b>	<b>14,2</b>	<b>14,4</b>	<b>14,5</b>	<b>16,8</b>	<b>15,8</b>	<b>17,6</b>	<b>19,5</b>	<b>16,0</b>	<b>9,6</b>

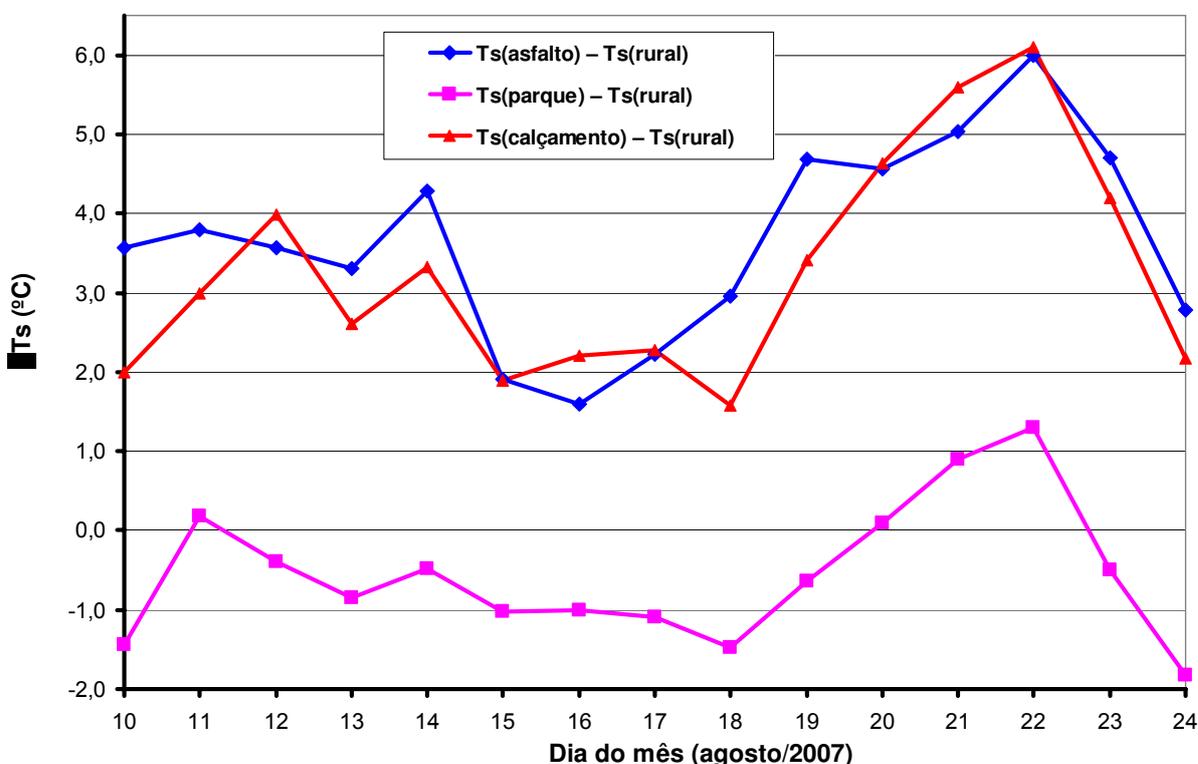
Os resultados da Tabela 02 indicam que, durante o período do inverno, a temperatura média diária à superfície na área urbana com revestimento asfáltico apresentou valores superiores aos da área rural e, por consequência, as diferenças entre elas foram positivas todos os dias, assim como na maioria dos intervalos horários. A maior diferença média diária registrada entre as áreas analisadas foi de 6,0°C, observada no dia 22/08/2007, cujo intervalo entre 12 e 13 horas registrou um pico de 20,3°C. Tal fato é atribuído à alta densidade urbana no entorno dessa estação, associado ao revestimento asfáltico predominante, vias estreitas, ausência de arborização e alta concentração de veículos e pedestres nessa localidade. Após as 20 horas e antes das 7 horas da manhã, observou-se a ocorrência de algumas diferenças negativas demonstrando que a superfície asfaltada libera calor durante o período noturno, resfriando-se. O intervalo entre 12 e 13 horas apresentou as maiores diferenças de temperatura à superfície na maioria dos dias pesquisados.

A Tabela 03 evidencia que, durante o inverno, a temperatura à superfície na área do parque apresentou, na maioria dos dias observados, registros médios diários inferiores aos da área rural. Ou seja, mesmo localizada em zona urbana, a área do parque municipal apresentou apenas quatro dias com temperatura média da superfície superior às da área rural. Tal fato se deve aos efeitos da irrigação observada nas proximidades da estação e às características dessa área, que além de ser aberta, favorecendo a circulação do ar, possui arborização em seu entorno, ausência de edificações significativas, cobertura superficial em grama e áreas de solo nu. A maior diferença média diária foi 1,3°C e ocorreu no dia 22/08/2007. Nesse dia, o intervalo entre 15 e 17 horas apresentou as diferenças mais significativas, alcançando 6,8°C de diferença em relação à área rural. Na maioria dos dias pesquisados, o intervalo entre 16 e 17 horas foi o que apresentou as maiores diferenças. Após as 20 horas e antes das 8 horas da manhã, observou-se a ocorrência de algumas diferenças negativas demonstrando que à noite, a superfície perde calor para o meio, resfriando-se.

A Tabela 04 mostra que a temperatura média diária à superfície na área urbana com revestimento em paralelepípedo (calçamento) apresentou valores superiores aos da área rural e, por consequência, as diferenças entre elas foram sempre positivas. A maior diferença registrada foi de 6,1°C ocorrida no dia 22/08/2007. Nesse dia também foi observada a maior diferença média horária: 19,5°C. Tal fato se deve às características ambientais da área no entorno dessa estação, que

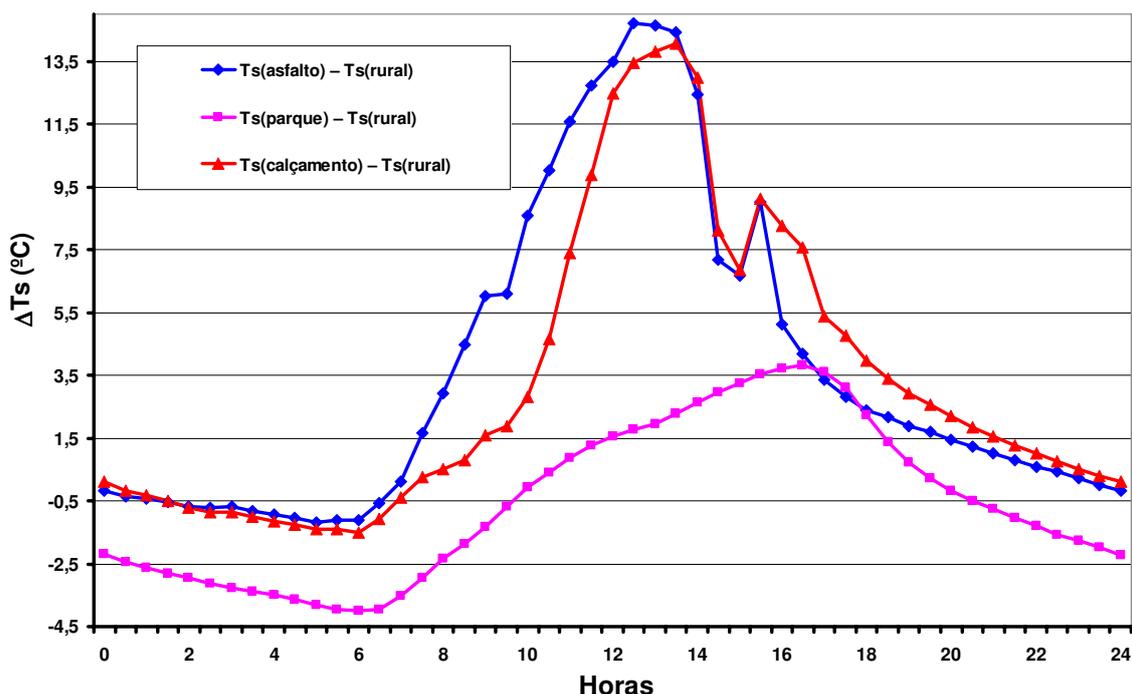
apresenta alta densidade urbana, revestimento da superfície em paralelepípedo, vias estreitas, ausência de arborização, elevado fluxo de veículos e de pedestres. O intervalo entre 12 e 14 horas registrou as diferenças de temperatura mais significativas. Após as 20 horas e antes das 9 horas da manhã, observou-se a ocorrência de algumas diferenças negativas demonstrando que durante a noite e no início da manhã, a superfície com calçamento perde calor para o meio, resfriando-se.

As Figuras 24 e 25 ilustram esses resultados através de gráficos comparativos das diferenças médias diárias e horárias, respectivamente.



**Figura 24:** Diferença média diária da temperatura à superfície ( $\Delta T_s$ ) entre as estações urbanas e a estação rural no período de inverno.

Constata-se na Figura 24 que as maiores diferenças entre a temperatura da superfície na zona urbana e a temperatura da superfície na zona rural foram registradas, respectivamente, nas áreas de asfalto e calçamento.



**Figura 25:** Diferença média horária da temperatura à superfície ( $\Delta T_s$ ) entre as estações urbanas e a estação rural no período de inverno.

A Figura 25 demonstra que o intervalo entre 10:30h e 15:00h foi o período do dia onde as diferenças de temperatura à superfície se mostraram mais acentuadas, com registros um pouco acima dos 13°C nas diferenças observadas entre as áreas de asfalto e calçamento em relação à área rural. Observa-se também que o parque municipal Josepha Coelho apresentou temperaturas inferiores às registradas na zona rural, mostrando a importância da existência de equipamentos públicos dessa natureza na área urbana das cidades e o fundamental papel que a vegetação arbórea exerce na amenização dos efeitos da temperatura no ambiente.

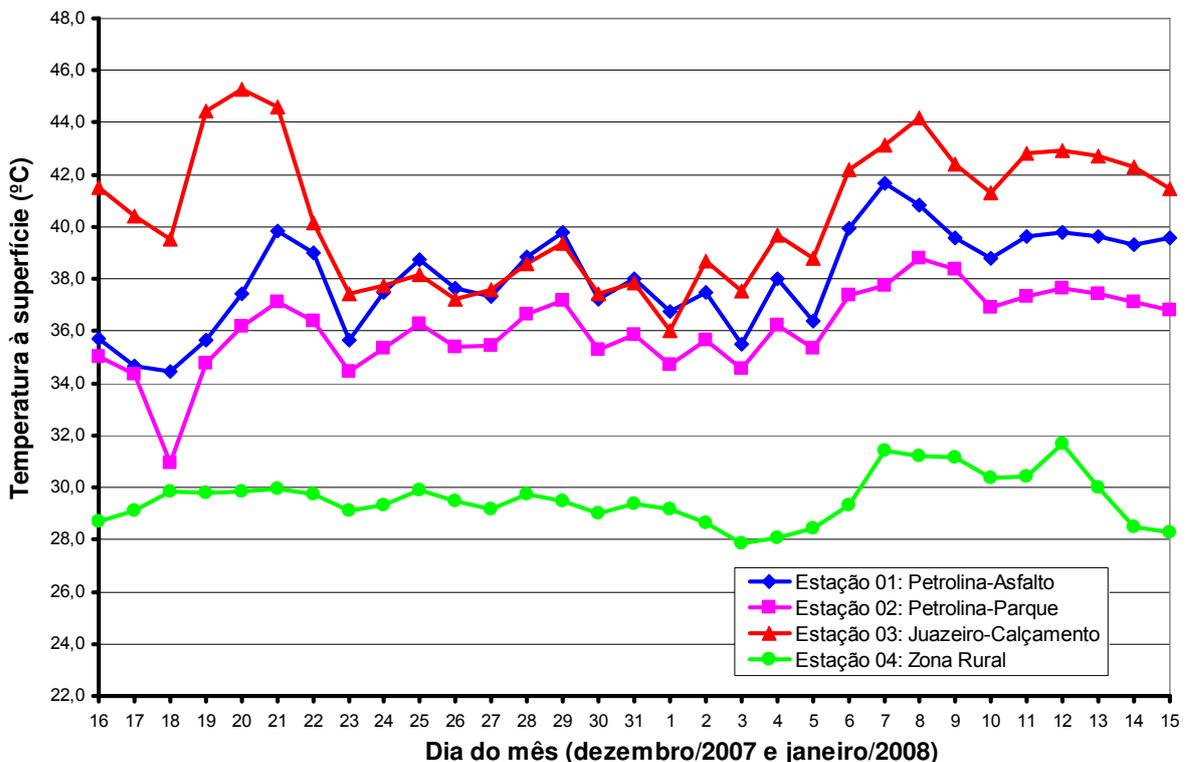
## b) VERÃO

A tabela a seguir sintetiza os resultados obtidos durante os estudos de campo.

**Tabela 05:** Estatística descritiva das médias de temperaturas à superfície no período de verão.

ESTAÇÃO ANALISADA	TEMPERATURA À SUPERFÍCIE ( $T_s$ )					
	MÍNIMA		MÁXIMA		MÉDIA (°C)	DESVIO - PADRÃO
	$T_s$ (°C)	Hora	$T_s$ (°C)	Hora		
Estação 01: Petrolina - Asfalto	23,6	23:08	69,0	13:47	38,1	10,2
Estação 02: Petrolina - Parque	25,6	05:49	55,3	14:15	36,1	8,0
Estação 03: Juazeiro - Calçamento	27,5	05:09	66,3	13:59	40,4	9,1
Estação 04: Zona Rural	23,6	06:02	39,3	14:36	20,6	2,8

A Tabela 05 mostra que a temperatura mínima à superfície durante o verão foi de 23,6°C, valor registrado tanto pela área urbana asfaltada quanto pela zona rural. Tal ocorrência na Estação 01 (localizada na área comercial central de Petrolina) foi devido à formação de nebulosidade sobre o local. Os demais registros desse parâmetro climático na área asfaltada apresentaram valores bastante superiores, como é o caso do maior valor registrado: 69,0°C. A maior amplitude térmica também ocorreu na área asfaltada (45,4°C), enquanto que a menor ocorreu na área rural (15,7°C). As temperaturas mínimas ocorreram à noite e no início da manhã enquanto que as temperaturas máximas foram observadas no turno vespertino. A figura a seguir, apresenta graficamente os valores médios diários da temperatura à superfície durante o período de verão em cada área estudada.

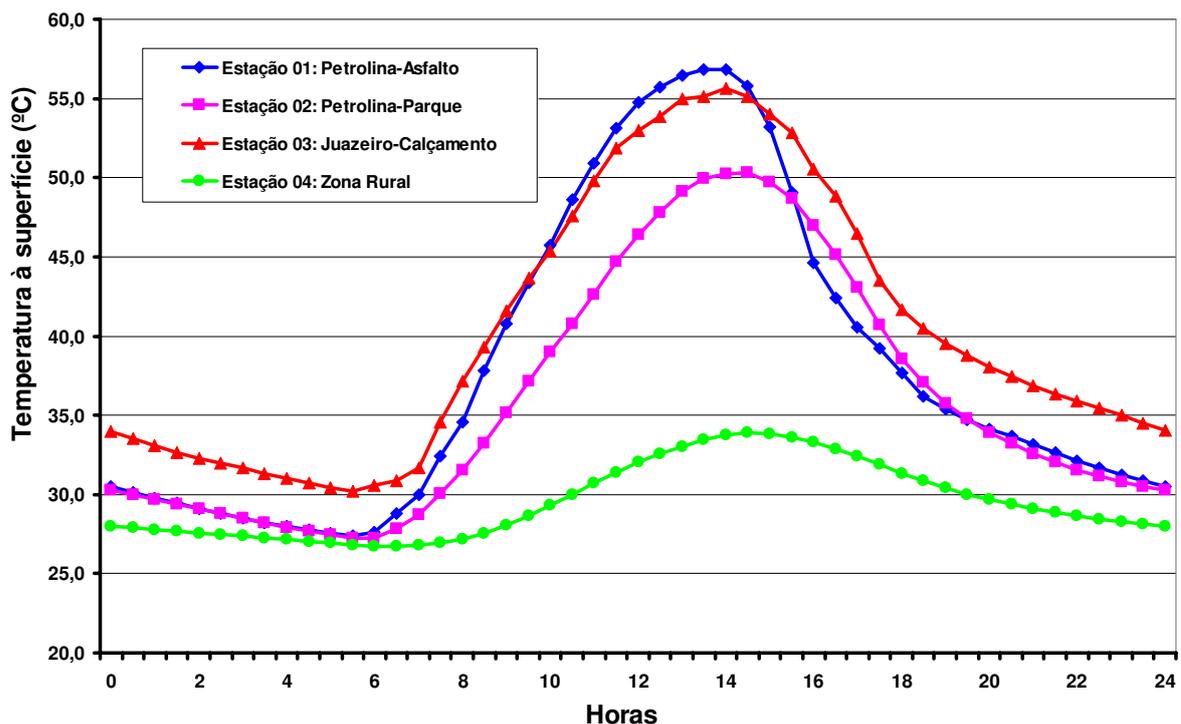


**Figura 26:** Temperatura média diária à superfície nas áreas de asfalto, parque, calçamento e zona rural, durante o período de verão.

Ao analisar os gráficos da Figura 26 é possível constatar que durante todo o período pesquisado, as áreas urbanas registraram valores de temperatura à superfície muito superiores aos observados na área rural. Nesse período, observou-se a ocorrência de uma situação contrastante: chuva associada à nebulosidade nas áreas do parque e asfalto em Petrolina concomitante com a ocorrência de céu claro

e bastante sol na área de calçamento em Juazeiro. Essa condição, além da flagrante diferença de temperatura à superfície entre as duas cidades, evidenciada pelos registros do dia 18/12/2007, umedeceu as áreas do parque e de asfalto em Petrolina. Conseqüentemente, a radiação que incidiu sobre essas superfícies após as chuvas foi usada para a evaporação da água armazenada na superfície - sobretudo na área do parque. A partir do dia 22/12/2007 houve o reinício do processo de aquecimento superficial, logo, as três áreas urbanas passaram a apresentar comportamento homogêneo para esse parâmetro.

Para melhor avaliar o comportamento da temperatura à superfície ao longo do dia em todas as áreas de estudo, optou-se por ilustrar graficamente as observações desse parâmetro climático na Figura 27, que estabelece uma comparação entre as médias de temperatura à superfície obtidas para intervalos de meia hora em cada estação analisada.



**Figura 27:** Temperatura média horária à superfície no período de verão.

Com o objetivo de ampliar a avaliação acerca do comportamento da temperatura à superfície nas áreas estudadas durante o verão, foram efetuadas comparações entre as diferenças das temperaturas médias registradas em cada estação urbana com a estação rural adotada como referência. Os resultados obtidos estão tabulados a seguir

**Tabela 06:** Diferenças entre a temperatura média horária registrada à superfície na área com asfalto e a registrada à superfície na área rural durante o período de verão ( $\Delta Ts_4$ ).

		$\Delta Ts_4(^{\circ}C) = Ts_{ASFALTO} - Ts_{RURAL}$																																
DATA		16/12/07	17/12/07	18/12/07	19/12/07	20/12/07	21/12/07	22/12/07	23/12/07	24/12/07	25/12/07	26/12/07	27/12/07	28/12/07	29/12/07	30/12/07	31/12/07	01/01/08	02/01/08	03/01/08	04/01/08	05/01/08	06/01/08	07/01/08	08/01/08	09/01/08	10/01/08	11/01/08	12/01/08	13/01/08	14/01/08	15/01/08		
FAIXA HORÁRIA																																		
00:00h–01:00h		3,0	0,3	0,2	-0,3	-2,6	3,5	3,8	2,2	1,1	1,0	1,0	1,9	1,6	1,6	2,4	2,3	2,3	1,2	2,5	2,0	2,9	2,1	3,2	3,5	4,0	2,2	3,9	1,9	1,2	4,8	3,7		
01:00h–02:00h		2,9	1,0	0,0	-0,7	-2,5	3,0	3,1	1,8	0,3	0,6	0,4	1,2	1,1	1,0	2,0	1,9	1,8	0,5	2,0	1,4	2,2	1,7	2,9	3,1	3,5	1,5	3,4	1,3	0,6	4,3	3,4		
02:00h–03:00h		2,6	0,6	-0,3	-0,8	-2,5	2,5	2,5	1,0	0,0	0,0	0,0	0,6	1,5	0,4	1,5	1,7	1,3	0,1	1,3	1,6	2,3	1,3	2,4	2,8	2,4	1,2	2,9	0,8	0,0	3,6	3,0		
03:00h–04:00h		2,4	0,3	-0,3	-1,1	-2,5	2,0	1,8	0,6	-0,3	-0,6	-0,1	0,0	1,5	0,1	1,1	1,6	0,8	-0,4	0,9	1,1	2,2	1,0	2,0	2,6	1,7	0,9	2,6	0,4	-0,3	3,2	2,6		
04:00h–05:00h		2,4	0,2	-0,1	-1,2	-2,7	1,3	1,2	0,3	-0,6	-1,3	0,4	-0,3	1,4	-0,2	0,6	1,0	0,7	-0,4	0,6	0,6	2,1	0,5	1,6	2,5	1,8	0,2	2,4	0,7	-0,3	2,9	2,4		
05:00h–06:00h		2,5	0,3	-0,2	-0,9	-2,4	1,1	1,1	0,5	-0,6	-1,1	0,7	0,2	1,0	0,0	0,4	0,7	1,3	-0,3	1,1	0,8	2,0	0,3	1,3	2,5	1,4	0,4	2,1	0,9	0,0	2,9	2,5		
06:00h–07:00h		3,5	2,0	0,6	3,0	0,1	2,9	2,8	2,4	1,1	2,4	2,4	1,9	3,2	3,1	2,0	1,7	2,1	2,7	2,9	2,5	3,2	2,4	3,8	4,9	3,2	2,4	5,0	2,0	1,2	5,0	4,3		
07:00h–08:00h		6,0	6,4	7,4	6,1	3,6	7,4	6,1	4,4	6,2	7,7	5,7	3,6	8,4	8,4	4,2	4,6	3,6	7,6	5,3	5,4	6,5	7,3	9,0	9,5	5,9	5,8	9,4	5,6	5,5	8,1	8,7		
08:00h–09:00h		9,6	7,7	10,4	9,5	9,5	12,9	9,5	8,4	12,6	12,7	9,9	7,5	14,2	15,2	7,9	10,3	8,0	13,4	6,9	13,7	10,6	14,3	16,3	14,2	10,8	11,4	15,0	12,0	11,5	14,7	14,3		
09:00h–10:00h		12,7	13,8	9,5	13,5	12,9	16,7	15,9	9,8	17,1	17,9	13,4	13,7	16,8	20,8	11,6	14,9	13,3	18,9	8,9	18,4	11,5	20,1	22,2	17,8	15,3	16,1	19,3	17,4	17,0	19,6	16,2		
10:00h–11:00h		19,1	12,6	9,6	16,4	16,1	20,4	23,4	10,9	20,7	23,1	18,9	19,5	19,8	25,3	15,5	19,7	18,5	21,6	14,7	23,8	12,2	24,7	24,7	20,8	18,6	19,6	22,8	21,8	22,5	23,2	21,8		
11:00h–12:00h		23,0	11,1	9,0	18,9	18,3	22,7	26,5	13,6	24,8	26,2	24,1	25,2	25,3	28,2	20,8	24,3	22,3	23,8	19,9	22,4	15,0	28,4	26,3	22,3	20,5	20,9	24,3	23,9	25,9	26,1	24,5		
12:00h–13:00h		9,9	14,8	11,7	20,0	23,1	23,4	25,4	19,7	25,5	27,3	24,2	26,2	25,6	28,2	24,7	27,1	22,6	25,9	23,6	25,2	20,3	30,1	24,5	21,4	20,8	21,1	24,3	24,5	26,7	27,5	26,2		
13:00h–14:00h		12,9	20,8	17,8	19,9	22,9	24,0	23,7	21,7	22,5	25,7	22,6	24,7	25,2	27,8	23,8	23,2	17,8	24,4	22,8	28,1	24,8	29,2	24,9	21,6	21,1	19,6	23,8	23,5	26,5	26,6	25,5		
14:00h–15:00h		16,8	17,1	12,9	18,5	22,4	22,1	19,3	18,0	20,3	21,8	20,0	21,0	22,0	24,3	20,8	19,8	17,6	20,1	20,4	25,6	21,0	24,5	21,0	20,8	21,0	17,8	21,4	21,7	24,2	24,2	22,5		
15:00h–16:00h		9,8	12,7	8,8	10,9	16,0	16,0	13,0	11,0	12,3	13,2	13,5	12,8	13,8	15,8	14,4	13,7	13,2	14,6	13,2	16,8	12,4	15,9	13,2	13,1	14,1	12,8	11,7	11,7	14,6	14,2	16,1		
16:00h–17:00h		6,5	8,8	5,2	7,0	11,6	11,6	10,0	7,1	7,8	8,5	8,9	8,2	8,6	10,9	10,5	7,9	9,3	9,8	8,6	11,0	8,8	10,6	10,4	8,5	7,3	9,0	5,5	5,1	8,7	8,9	13,4		
17:00h–18:00h		5,4	7,1	3,3	5,1	8,5	9,5	8,0	5,6	6,0	7,0	6,8	6,0	6,8	8,8	7,9	6,5	6,4	5,6	6,1	8,5	7,0	8,4	7,5	7,5	5,8	7,5	4,3	3,6	7,5	7,2	10,4		
18:00h–19:00h		4,3	1,9	1,9	2,5	7,4	7,7	6,2	4,6	4,9	5,7	5,6	4,7	3,4	7,0	6,0	5,8	4,6	3,8	5,1	3,7	5,7	7,0	5,1	6,1	4,0	6,5	2,6	3,3	7,2	6,5	8,5		
19:00h–20:00h		3,7	-1,3	1,0	1,0	6,4	6,6	5,3	3,9	4,1	4,7	4,8	4,4	3,9	5,8	5,0	4,8	3,6	4,7	4,3	5,2	4,9	6,2	5,1	5,9	4,3	6,0	3,0	3,0	7,0	6,4	9,1		
20:00h–21:00h		2,9	-1,5	0,6	-0,1	5,4	5,8	4,6	3,4	3,4	3,6	4,1	3,9	3,8	4,9	4,3	4,1	3,3	4,5	3,6	5,9	4,3	5,6	5,2	5,7	4,3	5,4	2,9	2,9	6,6	6,1	8,8		
21:00h–22:00h		2,2	-2,6	0,7	-1,4	4,8	5,2	4,0	2,8	2,9	2,8	3,6	3,4	3,5	4,1	3,9	3,7	2,9	4,1	3,2	5,6	3,8	5,0	5,1	5,2	4,1	5,0	2,8	2,5	6,2	5,3	8,1		
22:00h–23:00h		1,9	-1,8	0,4	-3,1	4,4	4,8	3,3	2,3	2,4	2,0	3,3	2,9	2,7	3,4	3,3	3,2	2,4	3,6	2,9	4,8	3,3	4,3	4,8	4,5	3,4	4,7	2,7	2,3	5,8	4,7	7,4		
23:00h–24:00h		1,6	-0,1	0,3	-3,5	3,9	4,4	2,8	1,7	1,6	1,5	2,7	2,4	2,2	2,9	2,7	2,8	1,9	3,1	2,6	3,8	2,7	3,7	4,3	4,0	2,9	4,2	2,3	1,7	5,3	4,0	6,6		
<b>MÉDIA</b>		<b>7,0</b>	<b>5,5</b>	<b>4,6</b>	<b>5,8</b>	<b>7,6</b>	<b>9,9</b>	<b>9,3</b>	<b>6,6</b>	<b>8,2</b>	<b>8,8</b>	<b>8,2</b>	<b>8,2</b>	<b>9,1</b>	<b>10,3</b>	<b>8,2</b>	<b>8,6</b>	<b>7,6</b>	<b>8,9</b>	<b>7,6</b>	<b>9,9</b>	<b>8,0</b>	<b>10,6</b>	<b>10,3</b>	<b>9,6</b>	<b>8,4</b>	<b>8,4</b>	<b>9,2</b>	<b>8,1</b>	<b>9,6</b>	<b>10,8</b>	<b>11,3</b>		
<b>VALOR MÁXIMO</b>		<b>23,0</b>	<b>20,8</b>	<b>17,8</b>	<b>20,0</b>	<b>23,1</b>	<b>24,0</b>	<b>26,5</b>	<b>21,7</b>	<b>25,5</b>	<b>27,3</b>	<b>24,2</b>	<b>26,2</b>	<b>25,6</b>	<b>28,2</b>	<b>24,7</b>	<b>27,1</b>	<b>22,6</b>	<b>25,9</b>	<b>23,6</b>	<b>28,1</b>	<b>24,8</b>	<b>30,1</b>	<b>26,3</b>	<b>22,3</b>	<b>21,1</b>	<b>21,1</b>	<b>24,3</b>	<b>24,5</b>	<b>26,7</b>	<b>27,5</b>	<b>26,2</b>		

**Tabela 07:** Diferenças entre a temperatura média horária registrada à superfície na área do parque e a registrada à superfície na área rural durante o período de verão ( $\Delta Ts_5$ ).

$\Delta Ts_5(^{\circ}C) = Ts \text{ PARQUE} - Ts \text{ RURAL}$																															
DATA FAIXA HORÁRIA	16/12/07	17/12/07	18/12/07	19/12/07	20/12/07	21/12/07	22/12/07	23/12/07	24/12/07	25/12/07	26/12/07	27/12/07	28/12/07	29/12/07	30/12/07	31/12/07	01/01/08	02/01/08	03/01/08	04/01/08	05/01/08	06/01/08	07/01/08	08/01/08	09/01/08	10/01/08	11/01/08	12/01/08	13/01/08	14/01/08	15/01/08
00:00h–01:00h	1,6	2,0	-0,2	-1,2	1,6	2,5	2,8	1,7	1,0	0,7	0,8	1,4	1,6	1,3	2,3	1,3	1,5	0,9	2,4	2,0	3,2	1,7	2,3	1,9	4,2	2,4	3,1	2,6	1,9	5,7	4,4
01:00h–02:00h	1,6	1,7	-0,4	-1,3	1,1	2,2	2,3	1,4	0,5	0,3	0,3	1,1	1,0	0,8	1,8	1,2	1,3	0,6	2,1	1,7	2,5	1,3	2,1	1,8	3,7	1,9	3,0	2,0	1,4	5,0	3,8
02:00h–03:00h	1,4	1,5	-0,7	-1,2	0,7	1,8	1,7	0,9	0,0	-0,1	-0,1	0,5	1,0	0,3	1,2	1,1	1,0	0,2	1,6	1,6	2,3	1,0	1,8	1,5	3,2	1,4	2,7	1,6	0,8	4,1	3,3
03:00h–04:00h	1,2	1,2	-0,7	-1,4	0,2	1,3	1,3	0,4	-0,3	-0,5	-0,2	0,0	0,8	0,0	0,8	1,0	0,6	-0,4	1,1	1,2	2,1	0,7	1,4	1,1	2,7	0,9	2,4	1,1	0,3	3,6	2,8
04:00h–05:00h	1,5	0,8	-0,6	-1,4	-0,2	0,8	0,9	0,1	-0,7	-0,8	-0,2	-0,3	0,8	-0,6	0,4	0,6	0,4	-0,7	0,8	0,8	1,9	0,3	0,9	0,8	2,3	0,5	2,0	0,9	0,1	3,3	2,7
05:00h–06:00h	1,7	0,8	-0,6	-1,3	-0,4	0,4	0,7	0,1	-1,0	-1,1	0,0	-0,3	0,4	-0,9	0,2	0,4	0,5	-1,0	0,8	0,6	1,8	0,1	0,4	0,8	1,9	0,6	1,6	1,0	0,1	3,2	2,7
06:00h–07:00h	2,7	1,6	0,1	-0,5	0,7	1,5	1,6	1,2	-0,1	0,5	1,2	0,7	1,7	0,9	1,2	0,9	1,1	0,6	2,1	1,6	2,4	1,4	1,6	2,4	2,7	1,6	3,1	1,5	0,8	4,2	3,6
07:00h–08:00h	4,7	3,3	1,3	1,4	3,2	4,3	3,9	2,5	2,7	3,6	3,3	2,2	4,8	4,4	2,6	2,6	2,1	4,1	4,6	3,5	4,3	4,5	4,9	5,5	4,6	3,4	5,8	3,2	2,8	5,8	5,9
08:00h–09:00h	7,2	4,9	1,8	3,6	6,3	6,9	6,3	4,7	6,1	5,7	5,0	4,8	8,2	8,1	5,1	5,7	4,7	7,5	5,5	7,3	7,0	8,0	8,8	8,6	7,3	6,4	8,6	5,8	5,2	8,7	8,8
09:00h–10:00h	10,1	9,4	1,5	6,8	8,8	9,8	9,5	6,6	8,2	9,1	7,7	8,6	10,9	11,2	6,9	7,9	8,4	11,0	6,7	10,5	7,9	11,4	11,8	10,7	10,1	9,6	11,1	9,4	8,2	11,2	11,0
10:00h–11:00h	12,6	9,3	0,8	9,2	12,0	12,3	12,9	7,5	11,5	11,9	10,6	11,1	12,6	14,1	9,5	10,5	12,0	14,4	10,1	12,5	8,5	14,7	13,0	12,8	12,5	11,1	13,3	12,0	11,8	13,3	12,3
11:00h–12:00h	13,1	9,0	0,8	12,4	14,6	15,1	16,1	8,8	15,3	15,8	13,8	15,2	15,6	17,0	13,1	14,8	15,0	17,2	13,2	14,0	10,6	18,2	14,7	15,6	15,1	13,2	14,7	13,4	14,8	15,4	14,5
12:00h–13:00h	9,6	12,0	2,1	14,3	16,5	16,9	17,6	14,0	17,0	17,8	15,6	17,5	17,1	19,6	16,8	16,6	16,5	18,4	16,8	19,0	13,3	20,3	15,4	15,4	15,5	14,8	15,4	14,0	16,7	16,6	15,5
13:00h–14:00h	12,6	16,4	5,2	14,3	17,1	16,4	17,2	16,4	16,6	18,1	16,1	18,2	18,1	20,6	17,4	17,5	14,4	18,8	16,6	21,3	18,2	20,7	16,2	16,3	16,0	14,6	15,0	14,6	17,2	17,1	16,0
14:00h–15:00h	16,2	14,7	4,9	14,6	16,5	17,3	14,0	15,2	16,6	17,5	17,5	17,2	17,5	19,6	16,9	16,5	14,1	17,3	17,5	21,4	17,5	19,5	15,3	16,5	16,2	14,5	14,3	13,9	17,0	16,9	16,0
15:00h–16:00h	14,3	12,7	4,5	13,0	14,5	15,8	12,5	13,7	14,5	15,1	14,4	15,3	15,5	17,8	15,0	15,6	11,2	16,1	15,9	19,0	16,4	17,5	11,6	15,2	14,7	14,2	13,1	12,6	15,7	14,8	13,8
16:00h–17:00h	10,7	8,7	4,1	10,6	10,7	12,8	10,7	10,9	11,6	12,1	11,1	12,1	11,3	13,8	11,7	12,4	8,7	12,6	12,9	15,9	13,4	14,6	8,6	13,2	11,0	12,1	10,3	9,8	13,3	12,5	11,8
17:00h–18:00h	7,2	6,4	2,7	7,1	7,6	9,0	7,6	7,0	7,3	7,8	7,4	7,8	8,0	9,8	8,5	8,6	6,2	8,7	8,7	10,8	9,1	10,2	6,1	9,5	7,4	9,0	7,0	6,4	9,8	9,3	9,6
18:00h–19:00h	5,1	3,8	1,6	5,2	5,6	6,6	5,6	4,9	5,1	5,5	5,1	5,5	5,6	7,2	5,7	6,0	4,4	6,4	6,2	7,4	6,5	7,2	4,1	7,3	5,5	6,3	5,2	4,7	8,4	7,6	8,6
19:00h–20:00h	4,3	2,7	0,6	4,1	4,2	5,0	4,3	3,6	3,8	4,2	3,8	3,9	4,0	5,6	4,1	4,5	3,1	4,9	4,5	5,6	5,0	5,3	2,9	6,4	4,4	4,7	3,8	3,5	7,5	6,8	8,5
20:00h–21:00h	3,7	1,4	0,1	3,2	3,2	4,1	3,4	2,7	2,9	3,5	3,0	2,7	3,0	4,4	3,3	3,4	2,3	3,9	3,5	4,7	3,9	4,4	2,7	5,3	3,8	3,7	3,1	2,9	6,6	6,2	8,4
21:00h–22:00h	2,9	0,5	-0,2	2,4	2,7	3,4	2,7	2,0	2,3	2,7	2,2	2,0	2,3	3,8	2,7	2,8	1,6	2,9	2,7	4,9	3,2	3,8	1,9	4,6	3,4	3,4	2,5	2,4	6,1	5,9	7,6
22:00h–23:00h	2,6	0,3	-0,6	2,1	2,4	3,3	2,2	1,5	1,7	2,0	1,9	1,8	1,8	3,4	2,0	2,3	1,3	2,2	2,1	4,7	2,8	3,3	1,4	4,3	2,8	3,1	2,2	2,0	5,7	5,5	6,8
23:00h–24:00h	2,4	0,1	-0,8	1,9	2,3	3,0	2,0	1,3	1,2	1,4	1,6	2,0	1,7	2,9	1,4	1,9	1,0	2,2	1,9	3,9	2,2	2,7	1,5	4,3	2,7	2,9	2,4	1,9	5,8	4,9	6,1
<b>MÉDIA</b>	<b>6,3</b>	<b>5,2</b>	<b>1,1</b>	<b>4,9</b>	<b>6,3</b>	<b>7,2</b>	<b>6,7</b>	<b>5,4</b>	<b>6,0</b>	<b>6,4</b>	<b>5,9</b>	<b>6,3</b>	<b>6,9</b>	<b>7,7</b>	<b>6,3</b>	<b>6,5</b>	<b>5,5</b>	<b>7,0</b>	<b>6,7</b>	<b>8,2</b>	<b>6,9</b>	<b>8,0</b>	<b>6,3</b>	<b>7,6</b>	<b>7,2</b>	<b>6,5</b>	<b>6,9</b>	<b>6,0</b>	<b>7,4</b>	<b>8,6</b>	<b>8,5</b>
<b>VALOR MÁXIMO</b>	<b>16,2</b>	<b>16,4</b>	<b>5,2</b>	<b>14,6</b>	<b>17,1</b>	<b>17,3</b>	<b>17,6</b>	<b>16,4</b>	<b>17,0</b>	<b>18,1</b>	<b>17,5</b>	<b>18,2</b>	<b>18,1</b>	<b>20,6</b>	<b>17,4</b>	<b>17,5</b>	<b>16,5</b>	<b>18,8</b>	<b>17,5</b>	<b>21,4</b>	<b>18,2</b>	<b>20,7</b>	<b>16,2</b>	<b>16,5</b>	<b>16,2</b>	<b>14,8</b>	<b>15,4</b>	<b>14,6</b>	<b>17,2</b>	<b>17,1</b>	<b>16,0</b>

**Tabela 08:** Diferenças entre a temperatura média horária registrada à superfície na área com calçamento e a registrada à superfície da área rural durante o período de verão ( $\Delta Ts_6$ ).

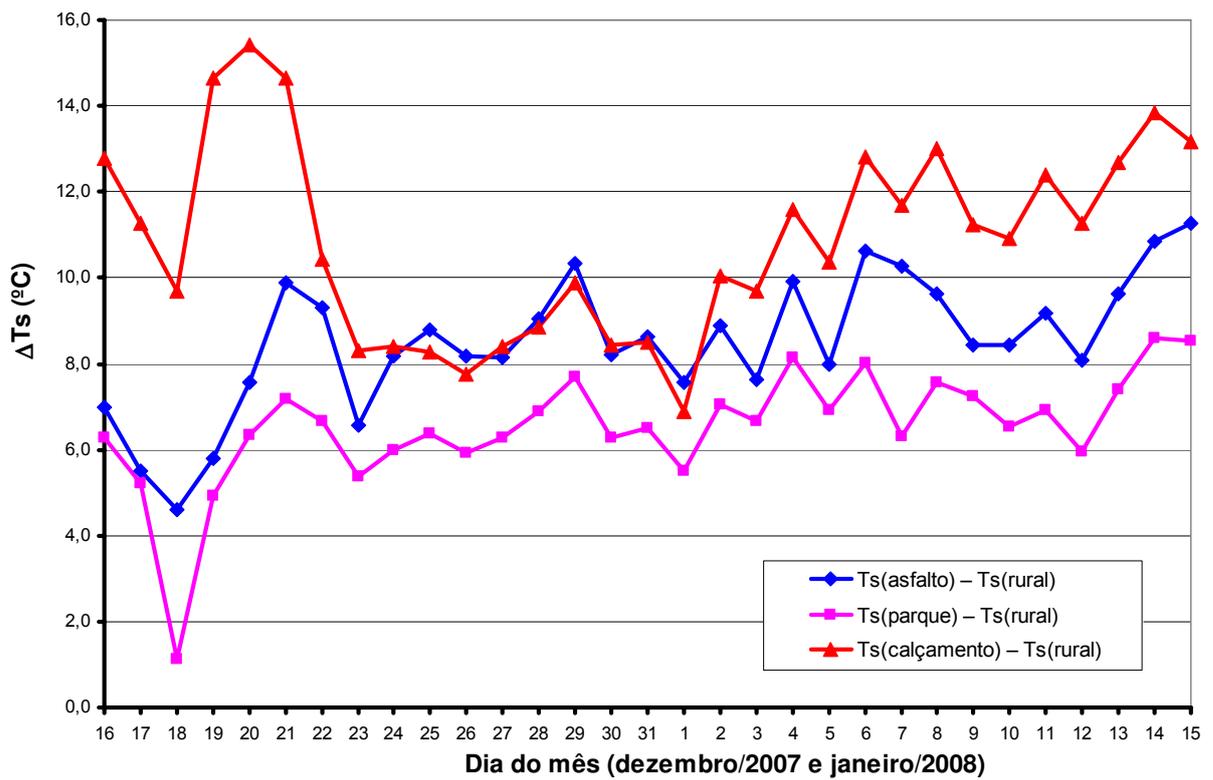
		$\Delta Ts_6(^{\circ}C) = Ts \text{ CALÇAMENTO} - Ts \text{ RURAL}$																																
DATA		16/12/07	17/12/07	18/12/07	19/12/07	20/12/07	21/12/07	22/12/07	23/12/07	24/12/07	25/12/07	26/12/07	27/12/07	28/12/07	29/12/07	30/12/07	31/12/07	01/01/08	02/01/08	03/01/08	04/01/08	05/01/08	06/01/08	07/01/08	08/01/08	09/01/08	10/01/08	11/01/08	12/01/08	13/01/08	14/01/08	15/01/08		
FAIXA HORÁRIA																																		
00:00h–01:00h		7,2	5,3	4,0	6,4	8,2	8,8	7,3	6,0	4,2	3,6	2,8	4,2	4,2	4,0	4,7	4,3	3,7	3,4	4,8	4,7	5,1	4,8	6,2	6,0	7,7	5,2	6,9	5,8	4,9	8,5	7,0		
01:00h–02:00h		6,8	5,2	3,5	6,0	7,3	8,2	6,7	5,1	3,2	2,9	2,2	3,0	3,8	3,4	4,3	3,7	3,1	2,5	3,9	4,1	4,5	4,1	5,4	5,6	6,9	4,5	6,3	5,2	4,2	7,9	6,6		
02:00h–03:00h		6,9	5,3	3,4	5,8	6,9	7,6	6,1	4,4	2,5	2,5	1,7	2,2	3,9	2,8	3,9	3,6	2,5	2,0	3,4	4,1	4,3	3,5	4,6	5,2	5,9	4,2	5,7	4,6	3,6	7,2	6,4		
03:00h–04:00h		7,1	4,8	3,2	5,5	6,8	7,1	5,2	3,7	1,9	1,5	1,5	1,5	3,9	2,3	3,1	3,4	1,8	1,6	2,9	3,2	4,0	3,1	4,2	4,7	5,3	3,8	5,7	4,2	3,2	6,7	6,2		
04:00h–05:00h		6,7	5,0	3,1	5,1	6,0	6,2	4,5	3,4	1,5	1,1	1,8	1,1	3,8	1,6	2,3	2,6	1,5	1,1	2,5	2,8	4,1	2,7	3,6	4,5	5,0	2,8	5,4	4,5	3,0	6,3	5,8		
05:00h–06:00h		6,6	4,8	3,2	5,0	6,1	6,2	4,1	3,3	1,6	1,2	2,0	1,5	3,4	1,9	2,1	2,2	2,1	1,3	3,0	3,0	4,1	2,8	3,7	4,6	4,6	2,5	5,0	4,3	3,3	6,4	5,7		
06:00h–07:00h		7,9	5,7	3,8	5,3	6,4	6,4	4,8	4,5	2,6	1,9	3,2	2,8	3,6	2,4	3,0	2,9	2,8	2,7	4,1	4,0	5,0	4,4	5,3	6,7	5,4	3,6	5,6	5,0	3,9	7,6	6,8		
07:00h–08:00h		12,7	10,8	8,6	11,7	12,4	12,9	9,5	5,8	7,4	7,7	6,3	5,4	8,7	9,3	4,7	5,7	3,9	10,8	6,1	6,2	7,6	11,5	13,6	13,2	8,0	5,9	11,1	8,1	6,5	10,1	10,9		
08:00h–09:00h		17,1	14,4	13,0	17,0	18,9	18,9	11,0	8,3	10,7	8,4	10,3	10,5	11,6	12,6	7,6	9,8	6,9	14,5	6,8	12,4	10,8	15,4	17,5	17,1	12,5	11,7	14,6	10,8	12,1	15,3	12,9		
09:00h–10:00h		18,9	19,9	13,6	21,4	23,0	23,2	15,6	8,6	13,7	12,3	10,2	10,6	13,4	15,3	9,2	11,0	8,9	17,7	8,9	15,2	11,2	18,9	21,4	19,4	14,3	14,8	20,2	16,5	17,4	20,4	16,9		
10:00h–11:00h		23,3	18,9	18,3	24,9	26,1	26,4	18,5	9,9	15,7	15,1	13,7	15,9	14,0	18,2	12,3	14,9	12,8	17,5	14,4	15,7	12,8	22,7	22,2	23,2	17,6	17,9	21,7	19,5	21,2	22,7	21,1		
11:00h–12:00h		22,0	20,5	16,8	27,4	29,3	29,4	19,2	12,5	16,7	17,9	16,4	18,0	17,2	19,6	16,3	16,8	14,9	21,7	18,5	20,3	15,7	25,6	22,1	24,6	22,1	19,9	23,8	22,8	24,9	25,4	23,4		
12:00h–13:00h		16,3	23,5	17,4	28,7	30,3	29,6	19,0	15,7	17,0	18,0	16,8	17,8	17,6	20,8	17,9	18,6	15,7	22,0	21,5	24,9	19,1	27,2	21,8	24,9	22,7	20,9	24,1	23,0	25,8	26,0	24,9		
13:00h–14:00h		22,9	25,7	21,2	28,8	29,9	28,0	17,9	16,8	15,9	17,8	17,3	17,9	17,3	20,3	17,9	17,6	13,2	19,5	22,2	24,4	22,4	26,5	23,2	24,5	22,3	20,4	23,6	22,8	25,7	26,6	24,3		
14:00h–15:00h		23,8	22,1	17,0	27,0	28,4	26,8	15,4	15,7	16,1	17,4	14,0	16,6	14,8	18,9	17,2	15,3	13,4	20,1	22,6	23,6	22,2	26,5	22,8	23,3	21,3	21,4	23,0	22,3	25,1	24,9	22,6		
15:00h–16:00h		20,1	18,5	14,1	23,5	25,0	20,8	13,9	14,4	14,5	15,4	11,3	14,9	13,1	16,2	14,8	14,7	10,6	18,0	20,5	25,2	21,0	23,0	16,8	20,4	18,7	20,4	20,7	20,2	23,1	22,8	18,8		
16:00h–17:00h		15,6	14,2	12,9	19,8	18,7	16,1	12,9	12,8	12,1	12,6	10,3	12,1	12,1	13,9	12,2	12,8	8,6	13,0	17,3	20,9	17,7	19,3	12,7	17,0	14,5	16,9	17,0	17,2	19,3	18,7	15,1		
17:00h–18:00h		12,6	12,5	10,3	14,4	14,9	12,2	10,8	9,1	8,4	8,5	8,2	8,6	8,9	10,1	9,5	9,6	7,3	10,2	10,2	12,9	11,5	13,6	9,9	11,5	9,8	12,2	11,3	11,1	14,0	13,0	13,0		
18:00h–19:00h		11,1	9,5	8,7	12,6	13,2	11,0	9,4	8,2	7,4	7,6	7,2	7,5	7,6	9,0	8,2	7,9	6,6	8,4	8,0	10,5	9,5	10,9	8,5	10,7	8,5	10,4	8,9	8,7	12,1	10,8	12,2		
19:00h–20:00h		10,0	6,4	7,7	13,2	12,1	10,0	8,8	7,7	6,8	6,7	6,7	7,0	6,7	8,3	7,5	6,5	5,9	7,6	7,2	9,7	8,5	9,8	7,6	10,0	8,2	9,7	8,1	7,7	11,4	10,3	12,3		
20:00h–21:00h		8,9	4,8	7,1	12,2	11,0	9,3	8,0	7,1	6,4	5,7	6,2	6,3	6,0	7,7	7,0	5,8	5,5	7,1	6,6	9,1	7,9	9,1	7,2	9,8	7,9	8,9	7,6	7,2	10,9	9,8	11,9		
21:00h–22:00h		7,9	4,2	6,7	10,8	10,1	9,0	7,6	6,1	6,0	4,8	5,9	5,9	6,2	7,1	6,1	5,3	5,0	6,6	6,2	8,0	7,3	8,4	7,2	9,0	7,6	8,5	7,4	6,7	10,4	9,0	11,2		
22:00h–23:00h		7,4	4,5	7,9	9,9	9,7	9,0	7,1	5,5	5,4	4,0	5,6	5,5	5,6	6,2	5,4	4,7	4,5	6,2	5,9	7,2	6,6	7,5	6,9	8,3	6,9	8,1	7,0	6,3	9,8	8,2	10,5		
23:00h–24:00h		6,7	4,2	7,4	9,1	9,3	8,3	6,4	5,0	4,3	3,7	5,1	5,1	4,7	5,3	5,0	4,1	4,0	5,6	5,4	6,0	5,7	7,0	6,5	7,6	6,2	7,4	6,4	5,6	9,2	7,5	9,8		
<b>MÉDIA</b>		12,8	11,3	9,7	14,6	15,4	14,6	10,4	8,3	8,4	8,3	7,8	8,4	8,8	9,9	8,4	8,5	6,9	10,0	9,7	11,6	10,4	12,8	11,7	13,0	11,2	10,9	12,4	11,3	12,7	13,8	13,2		
<b>VALOR MÁXIMO</b>		23,8	25,7	21,2	28,8	30,3	29,6	19,2	16,8	17,0	18,0	17,3	18,0	17,6	20,8	17,9	18,6	15,7	22,0	22,6	25,2	22,4	27,2	23,2	24,9	22,7	21,4	24,1	23,0	25,8	26,6	24,9		

Os resultados das Tabelas 06 indicam que, durante o período do verão, a temperatura média diária à superfície na área urbana com revestimento asfáltico apresentou valores superiores aos registrados na zona rural e, por conseqüência, as diferenças entre elas foram sempre positivas. A maior diferença média registrada foi de 11,3°C, observada no dia 15/01/2008. O intervalo entre 12 e 13 horas concentrou as maiores diferenças de temperatura entre a área de asfalto e a área rural, registrando, no dia 06/01/08, 30,1°C na diferença de temperatura à superfície entre os ambientes estudados. Tal fato é atribuído à alta densidade urbana no entorno dessa estação, associado à predominância de revestimento asfáltico nas áreas circundantes, vias estreitas, ausência de arborização e alta concentração de veículos e de pedestres nessa localidade.

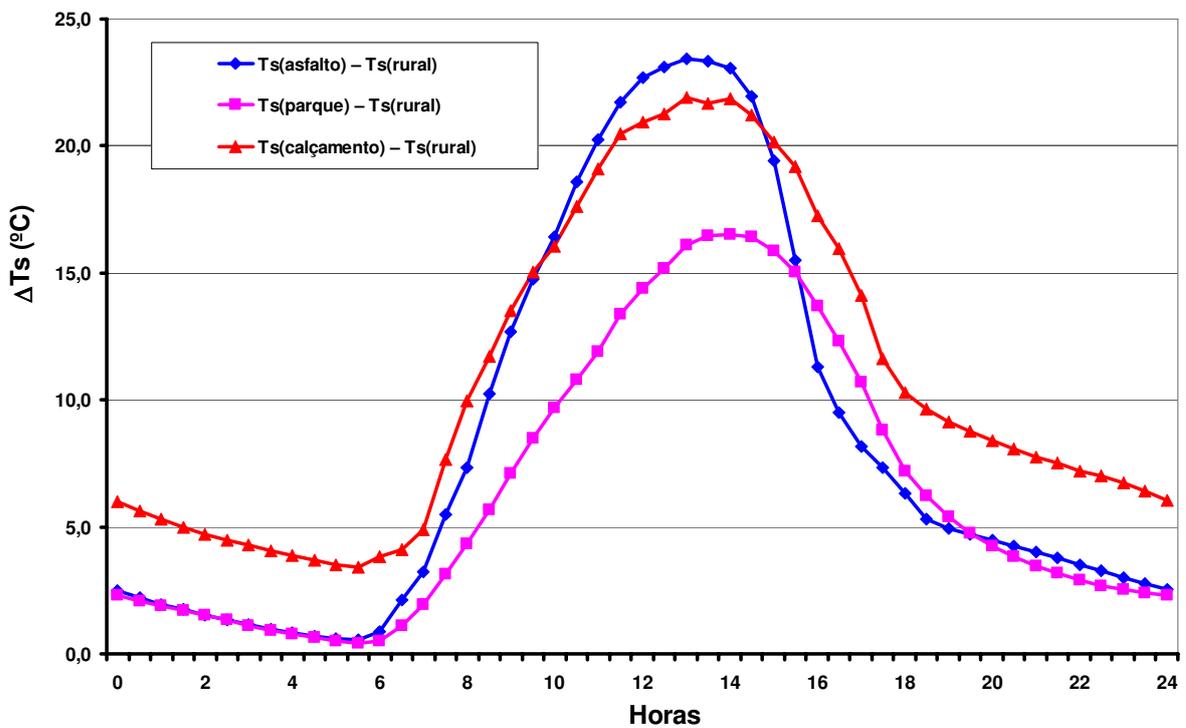
A Tabela 07 evidencia que durante o verão, ao contrário do inverno, não houve irrigação da área próxima da estação do parque no período de verão e as temperaturas médias à superfície nessa área apresentaram registros superiores aos da área rural. As estruturas atenuantes da temperatura existentes nesse local, tais como, arborização, solo permeável e área gramada, embora tenham diminuído a temperatura à superfície em comparação aos valores observados nas demais áreas urbanas, não foram suficientes para reduzir a temperatura em relação à zona rural. Com isso, observaram-se diferenças médias diárias de até 8,6°C, como a que foi registrada no dia 14/01/2008. A diferença horária máxima ocorreu no dia 06/01/2008 no período entre 13 e 14h.

A temperatura média à superfície na área urbana com revestimento em paralelepípedo (calçamento) apresentou valores superiores aos da área rural. A maior diferença média diária observada foi de 15,4°C ocorrida no dia 20/12/2007 enquanto que a maior diferença média horária foi de 30,3°C nesse mesmo dia, conforme se pode observar na Tabela 08. Tal fato se deve às características ambientais do entorno dessa estação, que apresenta alta densidade urbana, revestimento da superfície em paralelepípedo (calçamento), vias estreitas, ausência de arborização, elevado fluxo de veículos e pedestres.

As Figuras 28 e 29 ilustram esses resultados através de gráficos comparativos das diferenças médias diárias e horárias, respectivamente.



**Figura 28:** Diferença média diária da temperatura à superfície ( $\Delta T_s$ ) entre as estações urbanas e a estação rural no período de verão.



**Figura 29:** Diferença média horária da temperatura à superfície ( $\Delta T_s$ ) entre as estações urbanas e a estação rural no período de verão.

Nas Figuras 28 e 29, constata-se que as maiores diferenças entre a temperatura da superfície na zona urbana e a da zona rural foram registradas nas áreas com revestimento da superfície em paralelepípedo (calçamento) e asfalto, respectivamente. Conforme já observado durante a campanha de inverno, merece destaque a área do parque municipal Josepha Coelho, que apresentou temperatura inferior às demais estações urbanas, mostrando assim a importância da existência de equipamentos públicos com essas características na área urbana das cidades e o fundamental papel que a vegetação arbórea exerce na amenização dos efeitos da temperatura sobre o ambiente.

Ao analisar os resultados obtidos nas duas campanhas realizadas, observa-se a ocorrência de valores bem mais altos de temperatura à superfície na área urbana em comparação aos observados a área rural. Durante o verão, no horário entre 13 e 15 horas, a área de asfalto apresentou registros médios de temperatura à superfície de 56,8°C; a área de calçamento 55,6°C; a área de parque 50,3°C e a área rural 33,9°C. Já esse mesmo intervalo horário no inverno, registrou temperaturas à superfície de 44,1°C na área de asfalto; 43,7°C no calçamento; 33,2°C na área de parque e 30,1°C na zona rural.

Pesquisas realizadas por Silva (1998) nas cidades paraibanas de Patos e Campina Grande constataram que a superfície de asfalto também foi a mais quente das superfícies quando comparada com as áreas de calçamento e de praça nessas localidades. Em Campina Grande, a temperatura da superfície asfáltica alcançou médias horárias de 60,8°C durante o verão e 47,5°C durante o inverno no período entre 14 e 15 horas. Em Patos a temperatura no asfalto atingiu 63,9°C no verão e 55,5°C durante o inverno, nesse mesmo intervalo horário.

## **4.2 – TEMPERATURA DO AR**

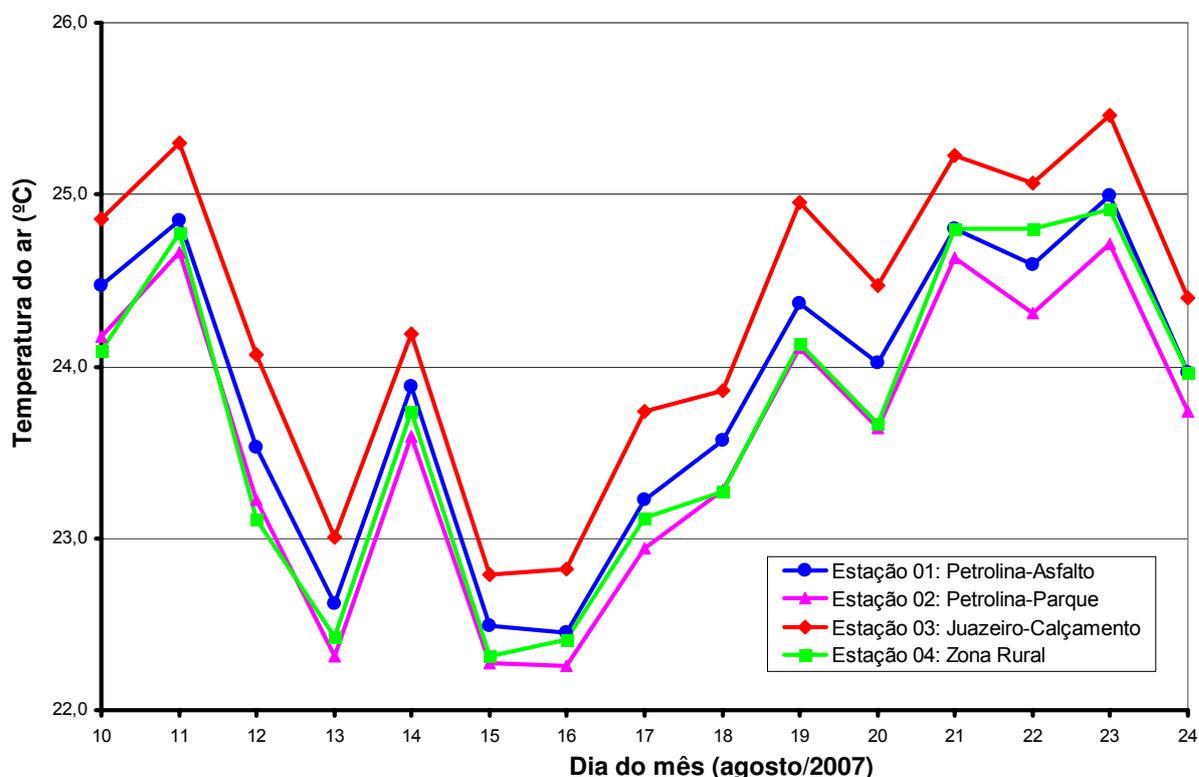
A temperatura do ar é a variável ambiental mais conhecida e de fácil medição. Está relacionada às condições de incidência e absorção da radiação solar sobre a superfície, ou seja, intrinsecamente ligada à tipologia da área onde são feitas as medições. Portanto, um mesmo valor de radiação incidente pode resultar em diferentes temperaturas em função do tipo de solo, da existência de vegetação, da topografia ou da altitude no local analisado. A seguir, apresentam-se tabelas e gráficos referentes aos períodos pesquisados.

### a) INVERNO

A Tabela 09 mostra que o valor mínimo da temperatura do ar durante o período de inverno foi de 14,6°C, registrado na zona rural, onde também foi observada a maior amplitude térmica (17,3°C). A menor amplitude térmica ocorreu na área urbana asfaltada (14,6°C). A temperatura máxima no período foi de 32,5°C, observada na zona urbana residencial com calçamento. Os registros de temperatura mínima foram observados no turno da manhã e os da temperatura máxima no turno vespertino. A Figura 30 apresenta graficamente os valores médios diários de temperatura do ar “Ta”, em cada estação, durante o inverno.

**Tabela 09:** Estatística descritiva das médias de temperaturas do ar no período de inverno.

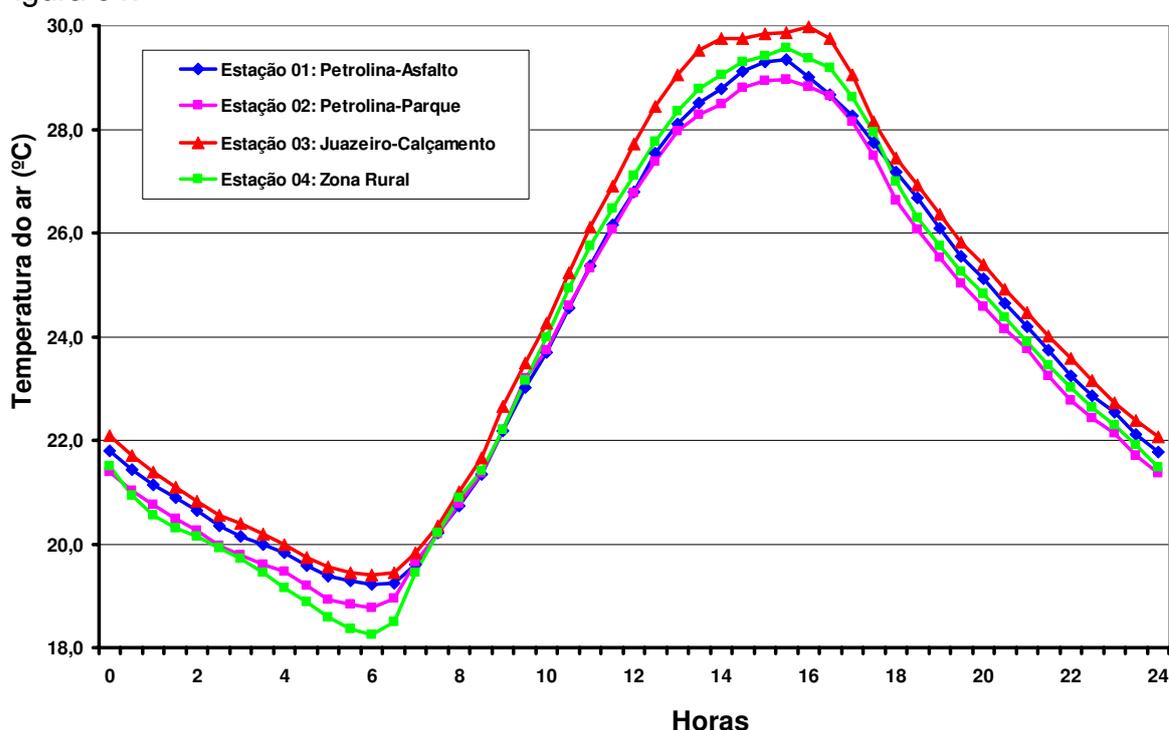
TEMPERATURA DO AR (Ta)						
ESTAÇÃO ANALISADA	MÍNIMA		MÁXIMA		MÉDIA (°C)	DESVIO - PADRÃO
	Ta(°C)	Hora	Ta(°C)	Hora		
Estação 01: Petrolina - Asfalto	17,1	05:51	31,7	15:15	23,9	3,6
Estação 02: Petrolina - Parque	16,6	05:38	31,6	15:10	23,6	3,6
Estação 03: Juazeiro - Calçamento	16,9	05:59	32,5	15:56	24,3	3,8
Estação 04: Zona Rural	14,6	05:50	31,9	15:11	23,7	3,9



**Figura 30:** Temperatura média diária do ar nas áreas de asfalto, parque, calçamento e zona rural durante o período de inverno.

Na figura anterior é possível constatar que durante todo o período estudado, as curvas correspondentes às áreas de asfalto e calçamento, localizadas nas zonas densamente urbanizadas, apresentaram temperaturas do ar superiores às áreas do parque municipal e da zona rural, respectivamente. Os maiores registros foram observados na área de calçamento e os menores, quase sempre na área do parque.

Para avaliar o comportamento da temperatura do ar ao longo do dia e em todas as áreas estudadas foi construído um gráfico comparativo das médias da temperatura do ar obtidas para intervalos de meia hora, conforme se observa na Figura 31.



**Figura 31:** Temperatura média horária do ar no período de inverno.

Observa-se no gráfico um comportamento homogêneo da temperatura nas áreas pesquisadas durante o inverno, com pequena superioridade dos registros da área de calçamento sobre as demais. No intervalo entre 13:00h e 17:00h a temperatura do ar em todas as áreas, em média, foi superior aos 28,0°C. O período mais frio foi observado entre 04:30h e 07:30h com registros inferiores a 20,0°C nas diversas áreas estudadas. Com o objetivo de ampliar as análises acerca do comportamento da temperatura do ar nas áreas pesquisadas durante o inverno, foram efetuadas comparações entre as diferenças das temperaturas médias registradas em cada estação urbana com a estação rural adotada como referência. Os resultados obtidos estão apresentados nas tabelas a seguir.

**Tabela 10:** Diferenças entre a temperatura média horária do ar registrada na área com asfalto e a registrada na área rural no período de inverno ( $\Delta Ta_1$ ).

		$\Delta Ta_1(^{\circ}C) = Ta_{ASFALTO} - Ta_{RURAL}$														
FAIXA HORÁRIA	DATA	10/08/2007	11/08/2007	12/08/2007	13/08/2007	14/08/2007	15/08/2007	16/08/2007	17/08/2007	18/08/2007	19/08/2007	20/08/2007	21/08/2007	22/08/2007	23/08/2007	24/08/2007
	00:00h–01:00h		2,2	0,1	0,7	1,6	0,3	1,1	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,1	-0,2
01:00h–02:00h		2,2	0,0	0,9	0,5	0,2	1,3	0,4	0,6	0,6	0,2	0,4	0,4	0,2	-0,1	0,2
02:00h–03:00h		1,5	0,1	0,9	0,1	0,2	0,4	0,7	0,8	0,7	0,4	0,4	0,2	0,1	-0,2	0,2
03:00h–04:00h		0,8	0,1	1,5	0,1	0,5	0,2	0,7	1,2	1,5	1,3	0,7	0,0	0,5	-0,1	0,1
04:00h–05:00h		0,9	0,2	2,2	0,1	0,7	0,6	0,5	0,6	2,4	1,4	0,9	0,0	0,9	-0,6	0,1
05:00h–06:00h		1,2	0,8	1,5	0,7	1,3	1,6	0,7	0,5	2,6	1,6	0,7	0,0	1,5	-0,8	0,3
06:00h–07:00h		1,1	0,1	0,4	0,7	1,5	0,6	0,3	0,1	1,5	0,4	0,2	0,0	0,4	-0,9	0,0
07:00h–08:00h		0,1	-0,2	0,1	0,1	0,0	0,2	0,1	-0,2	-0,8	0,0	0,2	0,0	-0,3	-0,3	-0,4
08:00h–09:00h		-0,6	-0,3	0,6	0,2	-0,1	0,6	-0,1	-0,6	-0,3	0,0	0,0	-0,1	-0,2	0,0	0,3
09:00h–10:00h		-0,5	-0,1	0,7	-0,4	-0,5	-0,3	-0,2	-0,4	-0,2	-0,3	0,0	-0,4	0,3	-1,0	-0,1
10:00h–11:00h		-0,3	-0,2	0,3	-0,2	-0,6	-0,3	-0,8	-0,8	-0,3	-0,3	-0,6	-0,5	-0,3	-0,5	-0,3
11:00h–12:00h		-0,5	-0,2	-0,4	-0,2	-0,3	-0,7	-0,5	-0,4	-0,4	-0,5	0,3	-0,1	0,2	-0,4	-0,5
12:00h–13:00h		-0,3	0,2	-0,7	-0,4	-0,4	-0,3	-0,4	-0,5	-0,3	-0,1	0,3	-0,1	0,1	-0,2	-0,4
13:00h–14:00h		-0,3	-0,2	-0,7	-0,2	-0,3	-0,6	-0,3	0,0	-0,4	-0,2	-0,2	-0,2	0,1	-0,3	-0,2
14:00h–15:00h		0,0	0,0	0,0	-0,2	-0,1	-0,6	-0,4	-0,1	-0,5	-0,1	0,1	0,0	0,2	-0,1	-0,4
15:00h–16:00h		-0,2	-0,3	-0,5	-0,1	-0,2	-0,5	-0,5	-0,1	-0,6	-0,3	0,2	-0,3	-0,2	-0,4	-0,1
16:00h–17:00h		-0,4	-0,4	-0,7	-0,2	-0,2	-0,3	-0,6	-0,3	-0,6	-0,5	-0,4	-0,5	-0,5	-0,6	-0,1
17:00h–18:00h		0,1	-0,1	0,1	0,2	-0,1	0,1	0,0	0,0	-0,1	0,0	0,1	0,0	-0,3	-0,1	0,0
18:00h–19:00h		0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,5	0,1	0,2	0,2	1,0	1,0	0,3	-0,1	0,2	0,2
19:00h–20:00h		0,3	0,5	0,5	0,4	0,1	0,3	0,1	0,2	0,4	0,5	0,9	0,2	-0,1	0,1	0,0
20:00h–21:00h		0,4	0,7	0,5	0,3	0,1	0,3	0,1	0,4	0,3	0,3	1,2	0,2	-0,4	0,0	0,0
21:00h–22:00h		0,3	0,4	0,6	0,3	0,3	0,2	0,1	0,2	0,1	0,4	0,8	0,1	-0,1	0,1	0,1
22:00h–23:00h		0,4	0,4	0,5	0,4	0,4	0,2	0,2	0,1	0,3	0,1	0,3	-0,1	-0,3	0,4	0,2
23:00h–24:00h		0,2	0,0	0,9	0,3	0,4	0,1	0,2	0,4	0,3	0,1	0,4	0,2	-0,4	0,2	0,3
<b>MÉDIA</b>		<b>0,4</b>	<b>0,1</b>	<b>0,4</b>	<b>0,2</b>	<b>0,1</b>	<b>0,2</b>	<b>0,0</b>	<b>0,1</b>	<b>0,3</b>	<b>0,2</b>	<b>0,3</b>	<b>0,0</b>	<b>0,1</b>	<b>-0,2</b>	<b>0,0</b>
<b>VALOR MÁXIMO</b>		<b>2,2</b>	<b>0,8</b>	<b>2,2</b>	<b>1,6</b>	<b>1,5</b>	<b>1,6</b>	<b>0,7</b>	<b>1,2</b>	<b>2,6</b>	<b>1,6</b>	<b>1,2</b>	<b>0,4</b>	<b>1,5</b>	<b>0,4</b>	<b>0,3</b>

**Tabela 11:** Diferenças entre a temperatura média horária do ar registrada na área do parque e a registrada na área rural no período de inverno ( $\Delta T_{a2}$ ).

		$\Delta T_{a2}(^{\circ}\text{C}) = T_a \text{ PARQUE} - T_a \text{ RURAL}$														
FAIXA HORÁRIA	DATA	10/08/2007	11/08/2007	12/08/2007	13/08/2007	14/08/2007	15/08/2007	16/08/2007	17/08/2007	18/08/2007	19/08/2007	20/08/2007	21/08/2007	22/08/2007	23/08/2007	24/08/2007
	00:00h–01:00h		1,7	-0,1	0,3	1,0	0,1	0,6	0,1	0,2	0,0	0,0	-0,1	0,0	-0,1	-0,4
01:00h–02:00h		1,8	-0,2	0,5	0,1	0,0	0,8	0,2	0,3	0,2	-0,1	0,1	0,0	-0,2	-0,4	0,0
02:00h–03:00h		1,2	-0,1	0,4	-0,1	0,0	0,1	0,3	0,2	0,3	0,0	0,1	-0,1	-0,2	-0,5	-0,1
03:00h–04:00h		0,3	0,0	1,0	-0,1	0,1	0,0	0,4	0,7	1,0	0,8	0,3	-0,1	0,1	-0,4	-0,1
04:00h–05:00h		0,4	0,0	1,5	-0,1	0,4	0,1	0,3	0,2	1,7	0,8	0,5	-0,1	0,5	-1,2	-0,1
05:00h–06:00h		0,7	0,4	1,1	0,5	0,9	1,0	0,3	0,1	2,0	0,8	0,3	0,0	1,1	-1,5	0,0
06:00h–07:00h		0,7	0,1	0,2	0,5	1,3	0,3	0,0	0,0	1,6	0,4	0,2	-0,1	0,4	-1,0	0,0
07:00h–08:00h		0,1	-0,1	0,1	-0,1	0,0	0,0	-0,1	-0,2	-0,5	0,0	0,0	-0,2	-0,3	0,0	-0,6
08:00h–09:00h		-0,4	-0,3	0,5	-0,1	-0,2	0,4	-0,1	-0,2	-0,6	-0,1	-0,1	-0,1	-0,3	-0,2	0,1
09:00h–10:00h		-0,4	-0,2	0,7	-0,5	-0,5	-0,2	-0,1	-0,7	-0,1	0,1	-0,1	-0,3	0,4	-0,4	-0,2
10:00h–11:00h		-0,4	-0,1	0,2	-0,2	-0,7	-0,3	-0,5	-0,9	-0,5	-0,1	-0,8	-0,3	-0,5	-0,6	-0,1
11:00h–12:00h		-0,3	-0,2	-0,3	-0,5	-0,4	-0,7	-0,2	-0,5	-0,6	-0,3	-0,3	0,2	0,1	-0,5	-0,6
12:00h–13:00h		-0,4	0,1	-0,7	-0,5	-0,7	-0,3	-0,2	-0,7	-0,5	-0,1	0,2	-0,1	-0,2	-0,4	-0,7
13:00h–14:00h		-0,6	-0,1	-0,9	-0,6	-0,6	-0,7	-0,6	-0,3	-0,5	-0,3	-0,3	-0,2	-0,2	-0,6	-0,2
14:00h–15:00h		-0,4	0,0	-0,2	-0,8	-0,3	-0,6	-0,6	-0,6	-0,5	-0,2	-0,4	-0,1	-0,3	-0,6	-0,7
15:00h–16:00h		-0,6	-0,4	-0,5	-0,7	-0,7	-0,6	-0,7	-0,4	-0,6	-0,3	-0,3	-0,3	-0,4	-0,5	-0,3
16:00h–17:00h		-0,5	-0,2	-0,6	-0,6	-0,4	-0,2	-0,5	-0,4	-0,4	-0,4	-0,3	-0,5	-0,5	-0,6	-0,2
17:00h–18:00h		-0,3	-0,2	-0,2	-0,1	-0,5	-0,2	-0,2	-0,3	-0,5	-0,2	-0,2	-0,3	-0,6	-0,4	-0,2
18:00h–19:00h		0,0	0,0	-0,1	-0,1	-0,2	0,1	-0,3	-0,2	-0,4	0,2	0,2	-0,3	-0,6	-0,3	-0,2
19:00h–20:00h		0,0	0,0	0,0	0,0	-0,3	0,1	-0,2	-0,2	-0,1	0,1	0,2	-0,1	-0,6	-0,5	-0,3
20:00h–21:00h		0,0	-0,1	0,1	0,0	-0,3	0,0	-0,2	0,0	-0,1	-0,2	0,6	-0,2	-0,8	-0,3	-0,3
21:00h–22:00h		-0,2	-0,1	0,0	0,1	-0,1	0,0	-0,1	-0,2	-0,3	-0,2	-0,2	-0,2	-0,4	-0,2	-0,1
22:00h–23:00h		-0,1	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	-0,1	-0,1	-0,3	-0,3	-0,3	-0,5	-0,2	0,0
23:00h–24:00h		-0,1	-0,4	0,2	0,1	0,1	-0,2	0,0	0,1	0,0	-0,2	0,0	0,0	-0,5	-0,2	0,1
<b>MÉDIA</b>		<b>0,1</b>	<b>-0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>-0,1</b>	<b>-0,1</b>	<b>0,0</b>	<b>-0,1</b>	<b>-0,2</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>-0,2</b>	<b>-0,2</b>	<b>-0,5</b>	<b>-0,2</b>
<b>VALOR MÁXIMO</b>		<b>1,8</b>	<b>0,4</b>	<b>1,5</b>	<b>1,0</b>	<b>1,3</b>	<b>1,0</b>	<b>0,4</b>	<b>0,7</b>	<b>2,0</b>	<b>0,8</b>	<b>0,6</b>	<b>0,2</b>	<b>1,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,1</b>

**Tabela 12:** Diferenças entre a temperatura média horária do ar registrada na área com calçamento e a registrada na área rural no período de inverno ( $\Delta T_{a3}$ ).

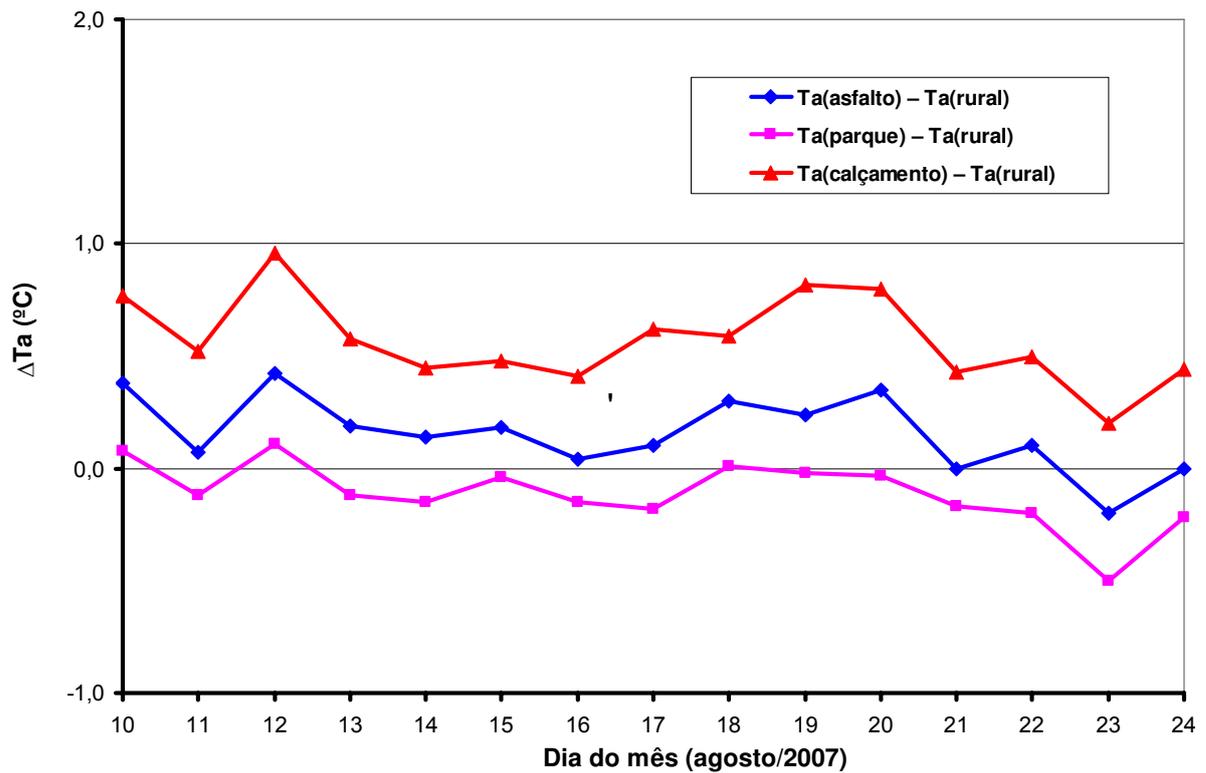
		$\Delta T_{a3}(^{\circ}\text{C}) = T_a \text{ CALÇAMENTO} - T_a \text{ RURAL}$														
FAIXA HORÁRIA	DATA	10/08/2007	11/08/2007	12/08/2007	13/08/2007	14/08/2007	15/08/2007	16/08/2007	17/08/2007	18/08/2007	19/08/2007	20/08/2007	21/08/2007	22/08/2007	23/08/2007	24/08/2007
	00:00h–01:00h		2,5	0,4	1,1	1,9	0,5	0,9	0,5	0,7	0,6	0,6	0,8	0,7	0,3	0,0
01:00h–02:00h		2,3	0,3	1,2	0,8	0,5	1,1	0,6	0,8	0,6	0,5	0,7	0,6	0,3	0,1	0,5
02:00h–03:00h		1,8	0,3	1,3	0,3	0,4	0,4	1,0	1,0	0,9	0,6	0,7	0,5	0,2	0,1	0,4
03:00h–04:00h		1,2	0,4	1,8	0,3	0,5	0,2	0,7	1,3	1,5	1,5	1,0	0,3	0,6	0,1	0,3
04:00h–05:00h		1,3	0,6	2,3	0,3	0,9	0,6	0,6	0,7	2,3	1,6	1,2	0,3	1,2	-0,4	0,4
05:00h–06:00h		1,4	0,9	1,8	0,7	1,7	1,7	0,6	0,9	2,4	2,0	0,9	0,3	1,7	-0,7	0,5
06:00h–07:00h		1,6	0,2	0,5	0,8	1,8	0,6	0,3	0,3	1,2	1,2	0,5	0,3	0,9	-0,6	0,3
07:00h–08:00h		0,2	0,1	0,4	0,5	-0,1	0,4	0,2	0,1	-1,1	0,3	0,5	0,2	0,3	-0,2	0,0
08:00h–09:00h		0,0	0,3	1,0	0,7	-0,3	0,8	0,1	0,2	-0,6	0,3	0,4	0,2	0,3	0,6	1,2
09:00h–10:00h		-0,1	0,6	1,4	-0,1	-0,3	0,0	0,0	0,4	-0,1	0,4	0,6	0,0	1,0	-0,2	0,9
10:00h–11:00h		0,2	0,0	1,1	0,7	0,1	0,3	-0,6	0,1	0,1	0,6	0,1	0,2	0,8	0,4	0,8
11:00h–12:00h		0,2	0,2	0,9	0,5	0,1	-0,2	0,2	1,1	0,3	0,6	1,2	0,8	1,0	0,5	0,4
12:00h–13:00h		0,5	0,5	0,6	0,8	0,3	0,4	1,2	0,7	0,6	1,1	0,7	0,9	1,0	0,8	0,3
13:00h–14:00h		0,6	0,1	0,5	0,7	0,5	0,1	1,0	1,0	0,8	0,9	1,3	1,0	1,1	0,9	0,6
14:00h–15:00h		0,3	0,4	0,6	0,4	0,4	0,1	0,0	0,7	0,3	0,7	0,6	0,6	0,8	0,4	0,2
15:00h–16:00h		0,2	0,3	0,4	0,3	0,7	0,1	0,0	0,7	0,5	0,8	0,7	0,6	0,8	0,4	0,5
16:00h–17:00h		0,4	0,6	0,5	0,5	0,4	0,5	0,5	0,6	0,5	0,8	0,4	0,5	0,5	0,3	0,5
17:00h–18:00h		0,3	0,4	0,5	0,5	0,2	0,4	0,3	0,3	0,3	0,5	0,3	0,3	0,0	0,2	0,3
18:00h–19:00h		0,6	0,8	0,6	0,4	0,5	0,7	0,3	0,4	0,5	1,4	1,2	0,7	0,1	0,6	0,3
19:00h–20:00h		0,7	0,8	0,7	0,6	0,3	0,7	0,3	0,6	0,5	0,9	1,3	0,4	0,2	0,5	0,2
20:00h–21:00h		0,7	1,1	0,7	0,6	0,4	0,5	0,3	0,8	0,5	0,7	1,4	0,4	-0,1	0,3	0,2
21:00h–22:00h		0,6	1,0	0,9	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,9	1,4	0,2	0,1	0,4	0,4
22:00h–23:00h		0,6	0,8	0,8	0,6	0,5	0,3	0,5	0,3	0,5	0,4	0,6	0,1	0,0	0,6	0,3
23:00h–24:00h		0,5	0,5	1,6	0,5	0,6	0,5	0,5	0,6	0,6	0,3	0,7	0,3	-0,1	0,6	0,5
<b>MÉDIA</b>		<b>0,8</b>	<b>0,5</b>	<b>1,0</b>	<b>0,6</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>	<b>0,4</b>	<b>0,6</b>	<b>0,6</b>	<b>0,8</b>	<b>0,8</b>	<b>0,4</b>	<b>0,5</b>	<b>0,2</b>	<b>0,4</b>
<b>VALOR MÁXIMO</b>		<b>2,5</b>	<b>1,1</b>	<b>2,3</b>	<b>1,9</b>	<b>1,8</b>	<b>1,7</b>	<b>1,2</b>	<b>1,3</b>	<b>2,4</b>	<b>2,0</b>	<b>1,4</b>	<b>1,0</b>	<b>1,7</b>	<b>0,9</b>	<b>1,2</b>

Os resultados da Tabela 10 apontam que, durante o período de inverno, a temperatura média do ar na área urbana asfaltada apresentou valores médios superiores aos da área rural na maioria dos dias. Por consequência, as diferenças entre elas foram positivas em onze dos quinze dias de analisado. Em três dias, esse parâmetro climático apresentou registros iguais em ambos os locais e em um dia a temperatura do ar foi menor na área com asfalto do que na área rural. A maior diferença média diária registrada foi de 0,4°C observada nos dias 10 e 12/08/2007. A maior diferença média horária foi de 2,6°C, observada no intervalo entre 5 e 6 horas do dia 18/08/2007. Tal fato é atribuído a alta densidade urbana no entorno dessa estação, associado ao revestimento asfáltico predominante, vias estreitas, ausência de arborização e alta concentração de veículos e pedestres nessa localidade.

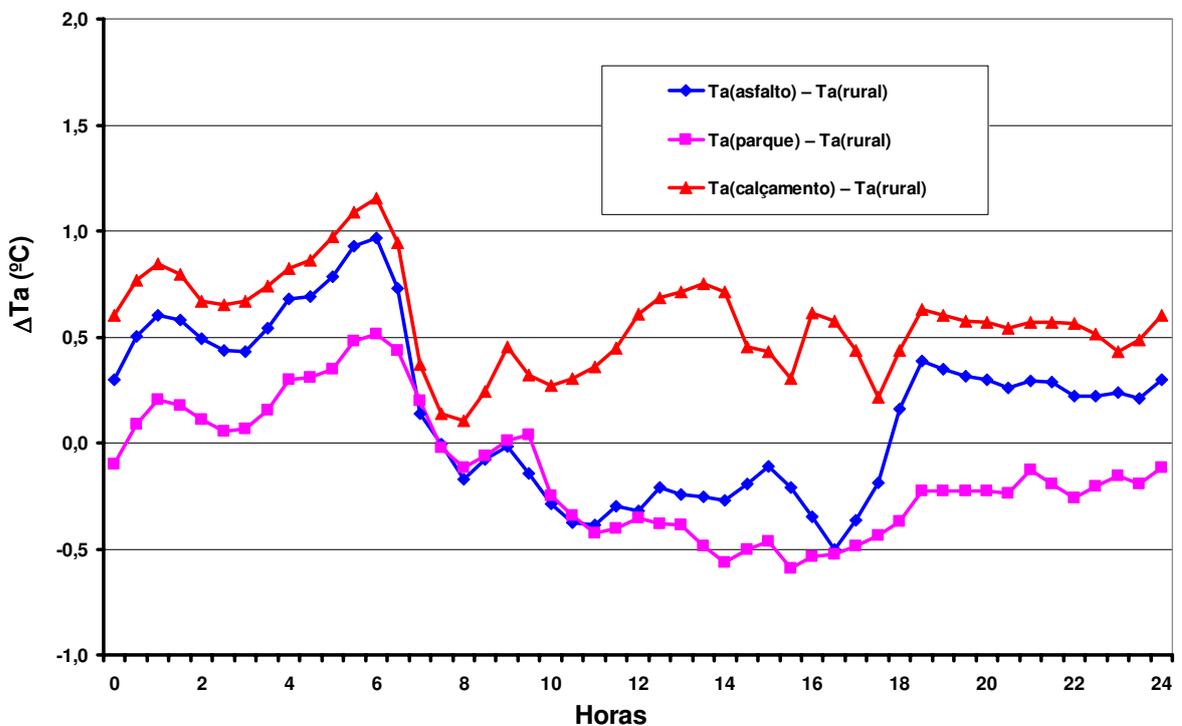
A Tabela 11 mostra que a temperatura média do ar na área do parque esteve, na maioria dos dias observados, inferior ou igual à da área rural. A maior diferença média diária observada foi de 0,1°C nos dias 10 e 12/08/2007. A maior diferença média horária foi de 2,0°C, observada entre 5 e 6 horas do dia 18/08/2007. Ou seja, mesmo localizada em zona urbana, a área do parque municipal apresentou apenas dois dias com temperaturas médias superiores às da estação de referência. Tal fato se deve às freqüentes irrigações observadas nas proximidades da estação, bem como características próprias dessa área, que além de ser área aberta, favorecendo a circulação do ar, possui arborização em seu entorno, ausência de edificações significativas, cobertura superficial em grama e áreas de solo nu.

A temperatura média do ar na área urbana com revestimento em paralelepípedo (calçamento) apresentou valores superiores aos da área rural em todos os dias pesquisados nesse período e, por consequência, as diferenças entre elas foram sempre positivas. A maior diferença média diária registrada foi de 1,0°C ocorrida no dia 12/08/2007, como pode ser observado na Tabela 12. A maior diferença média horária foi de 2,5°C, observada no intervalo entre 0 e 1 hora do dia 10/08/2007. Tal fato se deve às características ambientais da área no entorno dessa estação, que apresenta alta densidade urbana, revestimento da superfície em paralelepípedo, vias estreitas, ausência de arborização, elevado fluxo de veículos e de pedestres.

As Figuras 32 e 33 ilustram esses resultados através de gráficos comparativos das diferenças médias diárias e horárias, respectivamente.



**Figura 32:** Diferença média diária da temperatura do ar ( $\Delta T_a$ ) entre as estações urbanas e a estação rural no período de inverno.



**Figura 33:** Diferença média horária da temperatura do ar ( $\Delta T_a$ ) entre as estações urbanas e a estação rural no período de inverno.

Ao analisar os gráficos das Figuras 32 e 33, observa-se que as maiores diferenças entre a temperatura do ar da zona urbana e a da zona rural foram registradas nas áreas urbanas caracterizadas pela presença de calçamento e asfalto. Merece destaque a área do parque municipal Josepha Coelho, área urbana de Petrolina. Esse local apresentou temperaturas inferiores às registradas na zona rural, ressaltando mais uma vez a importância da existência de equipamentos urbanos com essas características e o papel que a vegetação exerce como componente regulador da temperatura urbana.

Por fim, analisou-se também, através da diferença de temperatura do ar entre cada estação urbana e a estação rural de referência, a intensidade da ilha de calor (IC) nas áreas pesquisadas durante o inverno. Para tanto, agrupou-se as diferenças médias dessa variável em intervalos horários para destacar as situações observadas ao longo do dia. Para definição da intensidade das ilhas de calor observadas, foi utilizada a classificação já descrita no item 3.7.1 deste trabalho. Os resultados obtidos estão apresentados nas Tabelas 13, 14 e 15 a seguir, onde foi adotada a seguinte convenção:

- **Nc** = ilha de calor não caracterizada, ou seja, quando a diferença da temperatura do ar entre a área urbana e a rural não for positiva;
- **Fr** = ilha de calor de fraca intensidade, ou seja, quando a diferença da temperatura do ar entre a área urbana e a área rural estiver entre  $0^{\circ}$  e  $2^{\circ}\text{C}$
- **Mo** = ilha de calor moderada, ou seja, quando a diferença entre a temperatura do ar da área urbana e a área rural estiver entre  $2^{\circ}\text{C}$  e  $4^{\circ}\text{C}$ ;
- **Fo** = ilha de calor forte, ou seja, quando a diferença entre a temperatura do ar da área urbana e a área rural estiver entre  $4^{\circ}\text{C}$  e  $6^{\circ}\text{C}$ ;
- **Mu** = ilha de calor muito forte, ou seja, quando a diferença entre a temperatura do ar da área urbana e a área rural for superior  $6^{\circ}\text{C}$ .

**Tabela 13:** Classificação da intensidade da ilha de calor na área com asfalto durante o período de inverno.

Intensidade da ilha de calor na área com asfalto (inverno)															
DATA FAIXA HORÁRIA	10/08/2007	11/08/2007	12/08/2007	13/08/2007	14/08/2007	15/08/2007	16/08/2007	17/08/2007	18/08/2007	19/08/2007	20/08/2007	21/08/2007	22/08/2007	23/08/2007	24/08/2007
00:00h–01:00h	Mo	Fr	Nc	Fr											
01:00h–02:00h	Mo	Nc	Fr	Nc	Fr										
02:00h–03:00h	Fr	Nc	Fr												
03:00h–04:00h	Fr	Nc	Fr												
04:00h–05:00h	Fr	Fr	Mo	Fr	Nc	Fr	Nc	Fr							
05:00h–06:00h	Fr	Mo	Fr	Fr	Nc	Fr	Nc	Fr							
06:00h–07:00h	Fr	Nc	Fr	Nc	Nc										
07:00h–08:00h	Fr	Nc	Fr	Fr	Nc	Fr	Fr	Nc	Nc	Nc	Fr	Nc	Nc	Nc	Nc
08:00h–09:00h	Nc	Nc	Fr	Fr	Nc	Fr	Nc	Fr							
09:00h–10:00h	Nc	Nc	Fr	Nc	Fr	Nc	Nc								
10:00h–11:00h	Nc	Nc	Fr	Nc											
11:00h–12:00h	Nc	Fr	Nc	Fr	Nc	Nc									
12:00h–13:00h	Nc	Fr	Nc	Fr	Nc	Fr	Nc	Nc							
13:00h–14:00h	Nc	Fr	Nc	Nc											
14:00h–15:00h	Nc	Fr	Nc	Fr	Nc	Nc									
15:00h–16:00h	Nc	Fr	Nc	Nc	Nc	Nc									
16:00h–17:00h	Nc														
17:00h–18:00h	Fr	Nc	Fr	Fr	Nc	Fr	Nc	Nc	Nc	Nc	Fr	Nc	Nc	Nc	Nc
18:00h–19:00h	Fr	Nc	Fr	Fr											
19:00h–20:00h	Fr	Nc	Fr	Nc											
20:00h–21:00h	Fr	Nc	Nc	Nc											
21:00h–22:00h	Fr	Nc	Fr	Fr											
22:00h–23:00h	Fr	Nc	Nc	Fr	Fr										
23:00h–24:00h	Fr	Nc	Fr	Nc	Fr	Fr									
<b>MÉDIA</b>	<i>Fr</i>	<i>Fr</i>	<i>Fr</i>	<i>Fr</i>	<i>Fr</i>	<i>Fr</i>	<i>Nc</i>	<i>Fr</i>	<i>Fr</i>	<i>Fr</i>	<i>Fr</i>	<i>Nc</i>	<i>Fr</i>	<i>Nc</i>	<i>Nc</i>
<b>VALOR MÁXIMO</b>	<i>Mo</i>	<i>Fr</i>	<i>Mo</i>	<i>Fr</i>											

**Tabela 14:** Classificação da intensidade da ilha de calor na área do parque durante o período de inverno.

Intensidade da ilha de calor na área do parque (inverno)															
DATA FAIXA HORÁRIA	10/08/2007	11/08/2007	12/08/2007	13/08/2007	14/08/2007	15/08/2007	16/08/2007	17/08/2007	18/08/2007	19/08/2007	20/08/2007	21/08/2007	22/08/2007	23/08/2007	24/08/2007
00:00h–01:00h	Fr	Nc	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr	Nc	Nc	Nc	Nc	Nc	Nc	Fr
01:00h–02:00h	Fr	Nc	Fr	Fr	Nc	Fr	Fr	Fr	Fr	Nc	Fr	Nc	Nc	Nc	Nc
02:00h–03:00h	Fr	Nc	Fr	Nc	Nc	Fr	Fr	Fr	Fr	Nc	Fr	Nc	Nc	Nc	Nc
03:00h–04:00h	Fr	Nc	Fr	Nc	Fr	Nc	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr	Nc	Fr	Nc	Nc
04:00h–05:00h	Fr	Nc	Fr	Nc	Fr	Nc	Fr	Nc	Nc						
05:00h–06:00h	Fr	Mo	Fr	Fr	Nc	Fr	Nc	Nc							
06:00h–07:00h	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr	Nc	Nc	Fr	Fr	Fr	Nc	Fr	Nc	Nc
07:00h–08:00h	Fr	Nc	Fr	Nc											
08:00h–09:00h	Nc	Nc	Fr	Nc	Nc	Fr	Nc	Fr							
09:00h–10:00h	Nc	Nc	Fr	Nc	Nc	Nc	Nc	Nc	Nc	Fr	Nc	Nc	Fr	Nc	Nc
10:00h–11:00h	Nc	Nc	Fr	Nc											
11:00h–12:00h	Nc	Fr	Fr	Nc	Nc										
12:00h–13:00h	Nc	Fr	Nc	Fr	Nc	Nc	Nc	Nc							
13:00h–14:00h	Nc														
14:00h–15:00h	Nc														
15:00h–16:00h	Nc														
16:00h–17:00h	Nc														
17:00h–18:00h	Nc														
18:00h–19:00h	Nc	Nc	Nc	Nc	Nc	Fr	Nc	Nc	Nc	Fr	Fr	Nc	Nc	Nc	Nc
19:00h–20:00h	Nc	Nc	Nc	Nc	Nc	Fr	Nc	Nc	Nc	Fr	Fr	Nc	Nc	Nc	Nc
20:00h–21:00h	Nc	Nc	Fr	Nc	Fr	Nc	Nc	Nc	Nc						
21:00h–22:00h	Nc	Nc	Nc	Fr	Nc										
22:00h–23:00h	Nc	Nc	Nc	Fr	Nc										
23:00h–24:00h	Nc	Nc	Fr	Fr	Fr	Nc	Nc	Fr	Nc	Nc	Nc	Nc	Nc	Nc	Fr
<b>MÉDIA</b>	<i>Fr</i>	<i>Nc</i>	<i>Fr</i>	<i>Nc</i>											
<b>VALOR MÁXIMO</b>	<i>Fr</i>	<i>Mo</i>	<i>Fr</i>	<i>Fr</i>	<i>Fr</i>	<i>Fr</i>	<i>Nc</i>	<i>Fr</i>							

**Tabela 15:** Classificação da intensidade da ilha de calor na área com calçamento durante o período de inverno.

Intensidade da ilha de calor na área com calçamento (inverno)															
DATA FAIXA HORÁRIA	10/08/2007	11/08/2007	12/08/2007	13/08/2007	14/08/2007	15/08/2007	16/08/2007	17/08/2007	18/08/2007	19/08/2007	20/08/2007	21/08/2007	22/08/2007	23/08/2007	24/08/2007
00:00h–01:00h	Mo	Fr	Nc	Fr											
01:00h–02:00h	Mo	Fr													
02:00h–03:00h	Fr														
03:00h–04:00h	Fr														
04:00h–05:00h	Fr	Fr	Mo	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr	Mo	Fr	Fr	Fr	Fr	Nc	Fr
05:00h–06:00h	Fr	Mo	Mo	Fr	Fr	Fr	Nc	Fr							
06:00h–07:00h	Fr	Nc	Fr												
07:00h–08:00h	Fr	Fr	Fr	Fr	Nc	Fr	Fr	Fr	Nc	Fr	Fr	Fr	Fr	Nc	Nc
08:00h–09:00h	Nc	Fr	Fr	Fr	Nc	Fr	Fr	Fr	Nc	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr
09:00h–10:00h	Nc	Fr	Fr	Nc	Nc	Nc	Nc	Fr	Nc	Fr	Fr	Nc	Fr	Nc	Fr
10:00h–11:00h	Fr	Nc	Fr	Fr	Fr	Fr	Nc	Fr							
11:00h–12:00h	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr	Nc	Fr								
12:00h–13:00h	Fr														
13:00h–14:00h	Fr														
14:00h–15:00h	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr	Nc	Fr							
15:00h–16:00h	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr	Nc	Fr							
16:00h–17:00h	Fr														
17:00h–18:00h	Fr	Nc	Fr	Fr											
18:00h–19:00h	Fr														
19:00h–20:00h	Fr														
20:00h–21:00h	Fr	Nc	Fr	Fr											
21:00h–22:00h	Fr														
22:00h–23:00h	Fr	Nc	Fr	Fr											
23:00h–24:00h	Fr	Nc	Fr	Fr											
<b>MÉDIA</b>	<i>Fr</i>														
<b>VALOR MÁXIMO</b>	<i>Mo</i>	<i>Fr</i>	<i>Mo</i>	<i>Fr</i>	<i>Fr</i>	<i>Fr</i>	<i>Fr</i>	<i>Fr</i>	<i>Mo</i>	<i>Mo</i>	<i>Fr</i>	<i>Fr</i>	<i>Fr</i>	<i>Fr</i>	<i>Fr</i>

Os resultados das Tabelas 13, 14 e 15 mostram que, durante o período de inverno, constatou-se a ocorrência de ilha de calor em todas as áreas estudadas. A Tabela 13 mostra que a maioria dos dias pesquisados apresentou registros médios diários de ilhas de calor de fraca intensidade na área com asfalto. Entretanto, mesmo durante o inverno, foram observadas ilhas de calor moderada no período entre 0 e 2h do dia 10/08 e entre 04:00h e 05:00h do dia 12/08/2007. Os resultados sugerem a formação de ilha de calor nessa área urbana após o pôr-do-sol e, sobretudo durante a madrugada.

Na área do parque, cuja caracterização da intensidade da ilha de calor é apresentada na Tabela 14, observa-se a ocorrência de ilha de calor moderada entre 5:00 e 6:00 horas do dia 18/08/2007. Nos demais períodos analisados os registros indicaram a ocorrência de ilha de calor de fraca intensidade ou a não caracterização desse fenômeno. Durante algumas faixas horárias analisadas na área do parque indicaram que a temperatura nesse local esteve mais amena que a temperatura da área rural.

Já na área urbana com calçamento, caracterizada pela Tabela 15, constatou-se a ocorrência de ilha de calor com diferentes magnitudes durante todos os dias de observação. Os registros médios caracterizaram a ocorrência de ilha de calor de fraca intensidade em todos os dias pesquisados, com ocorrências de ilhas de calor moderadas em intervalos específicos durante três dias da pesquisa, como se pode observar nos dias 10/08, 18/08 e 19/08/2007.

É evidente que as superfícies de asfalto, calçamento e concreto absorvem e armazenam mais calor que a vegetação e a terra. Constatou-se ainda que, com o pôr-do-sol, as áreas densamente construídas, ruas pavimentadas e sem vegetação apresentaram-se mais aquecidas que as áreas com menor densidade de construções e com mais vegetação. Os resultados obtidos neste estudo indicaram que área urbana de Petrolina e Juazeiro armazena calor durante o período diurno e o libera durante período noturno, com a seguinte escala crescente de magnitude: 1. área de parque; 2. área de asfalto; 3. área de calçamento. Tais análises estão em consonância com as pesquisas de Oke et al. (1991). Os autores afirmaram que, dentre as causas que mais contribuíam para a formação da ilha de calor nas cidades, pode-se destacar a grande estocagem de calor durante o dia, devido às propriedades térmicas dos materiais urbanos e grande emissão de radiação durante a noite.

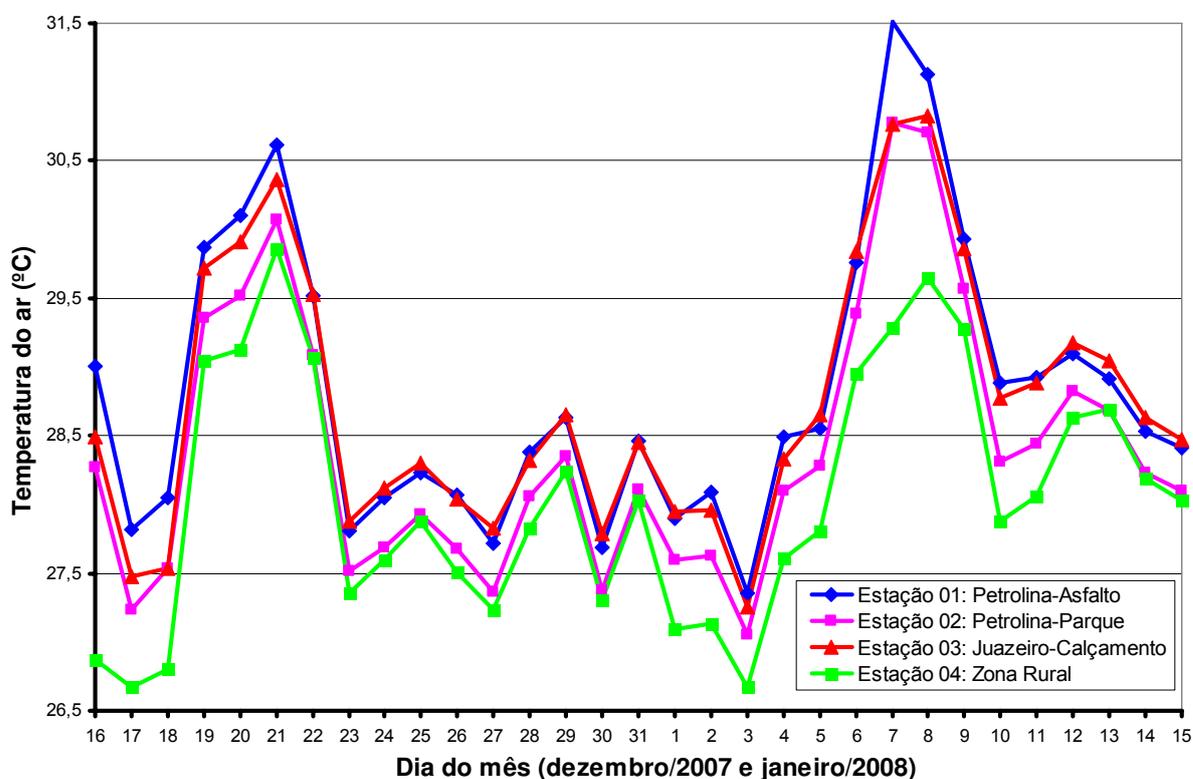
## b) VERÃO

Os resultados obtidos nos estudos de campo estão sumarizados a seguir.

**Tabela 16:** Estatística descritiva das médias de temperaturas do ar no período de verão.

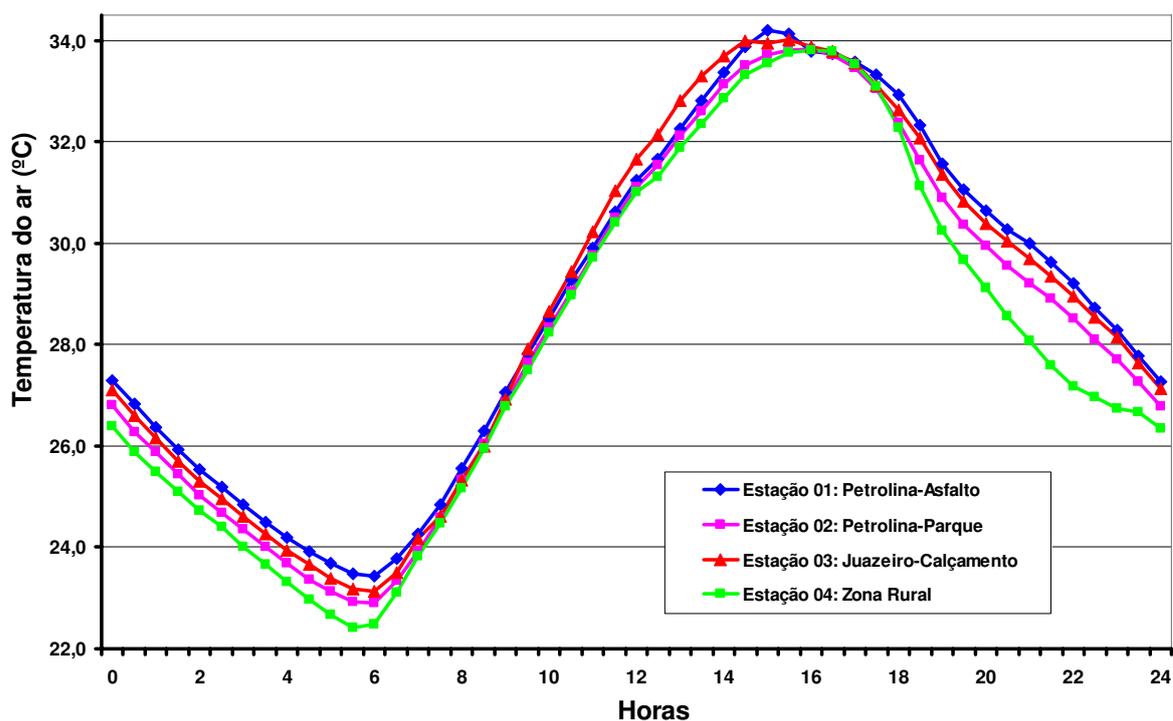
TEMPERATURA DO AR (Ta)						
ESTAÇÃO ANALISADA	MÍNIMA		MÁXIMA		MÉDIA (°C)	DESVIO - PADRÃO
	Ta(°C)	Hora	Ta(°C)	Hora		
Estação 01: Petrolina - Asfalto	21,8	05:15	38,2	14:30	28,8	3,7
Estação 02: Petrolina - Parque	21,0	05:16	37,8	15:03	28,4	3,8
Estação 03: Juazeiro - Calçamento	21,4	05:51	37,6	14:14	28,7	3,8
Estação 04: Zona Rural	20,0	05:05	37,2	14:34	28,0	3,9

A Tabela 16 mostra que o valor mínimo da temperatura do ar nesse período foi de 20,0°C. Esse valor foi registrado na zona rural, onde também foi constatada a maior amplitude térmica (17,2°C). A menor amplitude térmica (16,2°C) foi observada na área de calçamento. Já o valor máximo da temperatura do ar foi de 38,2°C, registrado na área central de Petrolina, com revestimento asfáltico na superfície e intensa urbanização em seus arredores. A Figura 34 mostra comparativamente os valores médios diários para a temperatura do ar em cada estação durante o verão.



**Figura 34:** Temperatura média diária do ar nas áreas de asfalto, parque, calçamento e zona rural durante o período de verão.

Pela análise da figura anterior é possível constatar que durante todo o período pesquisado os valores da temperatura do ar registrados nas áreas urbanas foram superiores aos valores registrados na área rural. Ressalte-se ainda que, dentre as áreas urbanas, a área do parque apresentou temperaturas mais amenas quando confrontada com as áreas de calçamento e asfalto. O comportamento da temperatura do ar ao longo do dia e em todas as áreas estudadas é apresentado a seguir, na Figura 35, através de gráfico comparativo da temperatura média do ar para intervalos de meia hora.



**Figura 35:** Temperatura média horária do ar no período de verão.

Com objetivo de ampliar as análises acerca do comportamento da temperatura do ar nas áreas estudadas, também foram calculadas as diferenças entre a temperatura do ar registrada na área urbana e a registrada na área rural. Para tanto, agrupou-se as diferenças médias dessa variável climática em intervalos horários de modo destacar os registros horários observados em cada dia da pesquisa. Essas análises caracterizaram a ocorrência e, posteriormente, a intensidade de ilha de calor (IC) nas áreas pesquisada durante o verão.

Tabela 17: Diferenças entre a temperatura média horária do ar registrada na área com asfalto e a registrada na área rural durante o período de verão ( $\Delta Ta_4$ ).

		$\Delta Ta_4(^{\circ}C) = Ta_{ASFALTO} - Ta_{RURAL}$																															
DATA		16/12/07	17/12/07	18/12/07	19/12/07	20/12/07	21/12/07	22/12/07	23/12/07	24/12/07	25/12/07	26/12/07	27/12/07	28/12/07	29/12/07	30/12/07	31/12/07	01/01/08	02/01/08	03/01/08	04/01/08	05/01/08	06/01/08	07/01/08	08/01/08	09/01/08	10/01/08	11/01/08	12/01/08	13/01/08	14/01/08	15/01/08	
FAIXA HORÁRIA																																	
00:00h–01:00h	5,3	1,3	1,2	2,2	0,6	0,5	0,6	1,1	0,4	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,1	1,7	0,7	0,4	0,5	0,4	1,5	1,7	1,2	1,1	0,4	0,7	0,6	0,4	0,4	0,4	
01:00h–02:00h	3,5	0,7	1,1	1,5	0,8	0,7	0,8	0,5	0,3	1,1	0,4	0,3	0,4	0,4	0,5	0,4	0,6	0,5	0,4	0,4	0,5	1,3	2,6	1,8	0,5	0,6	0,9	0,4	0,3	0,6	0,4		
02:00h–03:00h	2,8	-0,3	1,0	1,4	0,8	0,5	1,1	0,5	0,5	1,2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3	0,4	0,6	0,6	0,9	0,3	1,0	2,2	2,4	0,4	0,9	0,7	0,6	0,5	0,8	0,6		
03:00h–04:00h	2,8	0,2	0,8	0,9	0,8	0,5	0,6	0,7	0,8	0,7	0,5	0,5	0,4	0,9	0,7	0,3	0,4	0,7	0,7	1,3	0,3	1,1	2,3	3,6	0,4	0,8	0,5	0,7	0,5	0,8	0,6		
04:00h–05:00h	2,8	0,7	0,7	1,0	0,7	0,5	0,6	0,7	1,1	0,5	0,4	0,6	0,4	1,7	0,4	0,4	0,5	1,1	0,9	1,4	0,5	1,1	2,6	4,3	0,5	0,7	1,0	0,8	0,5	0,8	0,6		
05:00h–06:00h	2,1	0,8	0,6	1,3	0,7	0,8	0,7	0,7	1,4	0,6	0,4	0,7	0,5	2,2	0,5	0,4	0,4	1,9	0,8	1,1	0,5	1,4	2,4	3,9	0,6	0,8	0,9	0,4	0,4	0,7	0,7		
06:00h–07:00h	0,9	0,7	0,7	0,5	0,7	0,6	0,4	0,2	-0,1	0,6	0,3	0,5	0,3	1,2	0,5	0,1	0,3	1,0	0,2	0,3	0,2	0,3	1,5	2,4	0,4	0,8	0,3	0,2	0,2	0,6	0,4		
07:00h–08:00h	0,7	0,8	1,1	0,4	0,7	0,4	0,4	0,3	0,6	0,6	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	0,1	0,0	0,0	0,3	0,1	0,2	0,2	0,3	0,9	0,2	0,8	0,5	0,0	0,0	0,3	0,4		
08:00h–09:00h	0,6	-0,2	1,2	0,6	0,9	0,6	-0,1	0,7	0,4	0,5	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	-0,1	0,1	-0,1	0,3	0,0	0,5	0,0	-0,5	0,5	0,6	0,5	0,3	0,3	0,2	0,4	0,2		
09:00h–10:00h	0,4	1,1	0,3	1,0	0,8	0,4	0,3	0,4	0,5	0,4	0,4	0,1	-0,1	0,2	0,1	0,2	-0,1	0,0	0,2	0,7	0,6	-0,2	0,1	0,8	0,1	0,3	0,0	0,1	0,1	0,2	-0,1		
10:00h–11:00h	0,9	1,2	-0,1	1,0	0,7	0,5	0,3	0,7	0,4	0,2	0,4	0,0	-0,3	0,3	0,3	0,2	-0,5	0,1	0,1	0,8	0,5	-0,5	0,1	-0,2	0,3	0,1	0,1	-0,2	-0,2	0,1	-0,1		
11:00h–12:00h	2,1	0,8	0,2	0,8	1,0	0,7	0,1	-0,1	0,1	-0,1	0,5	0,1	0,0	0,0	-0,3	-0,1	-0,3	-0,2	-0,1	0,3	0,6	-0,3	0,5	0,4	-0,1	-0,3	0,2	0,1	-0,3	0,4	0,0		
12:00h–13:00h	4,2	1,5	0,0	1,2	0,6	0,4	0,2	-0,2	0,1	0,0	0,2	0,4	0,2	0,1	0,1	0,5	-0,3	0,6	0,0	0,4	0,8	-0,1	-0,4	0,2	0,0	-0,2	0,3	0,4	-0,5	0,3	0,1		
13:00h–14:00h	4,3	2,2	1,0	1,0	0,8	1,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2	0,4	-0,1	0,4	0,0	-0,3	0,6	0,0	0,9	0,0	0,3	0,1	-0,2	0,4	0,2	0,2	0,4	0,1	0,2	0,1		
14:00h–15:00h	3,0	2,2	1,1	0,6	1,1	1,3	0,4	0,0	0,3	0,4	0,1	0,4	0,3	0,3	0,1	0,0	0,3	0,4	0,4	0,6	0,5	0,1	0,9	0,3	1,1	0,7	0,5	0,5	0,3	0,4	0,3		
15:00h–16:00h	1,5	1,5	0,9	0,3	0,4	0,6	0,2	-0,2	0,1	-0,3	-0,5	0,0	-0,1	-0,4	0,3	-0,1	0,1	0,1	-0,2	-0,1	-0,4	-0,2	0,7	-0,1	0,3	0,2	0,2	0,2	-0,4	0,2	0,3		
16:00h–17:00h	1,0	1,4	0,8	0,1	0,2	0,3	0,1	0,1	-0,1	-0,2	-0,4	-0,1	-0,6	-0,5	0,2	-0,3	-0,6	0,2	-0,2	-0,5	-0,3	-0,5	1,1	-0,7	0,0	0,1	-0,2	-0,3	-0,4	-0,3	0,3		
17:00h–18:00h	1,5	2,6	1,9	0,4	0,5	0,6	0,4	0,3	0,2	-0,2	0,3	0,2	0,3	0,1	0,3	0,2	0,0	0,3	0,3	0,3	0,2	0,0	1,4	0,4	0,2	0,5	0,1	0,1	-0,2	0,0	0,3		
18:00h–19:00h	2,8	3,9	3,3	0,5	1,4	1,6	0,8	0,8	0,6	0,2	0,9	0,9	0,6	0,3	0,9	0,6	0,6	1,0	1,0	2,7	1,2	1,5	3,9	0,8	1,0	2,5	0,7	1,3	0,3	0,5	0,3		
19:00h–20:00h	1,6	0,7	2,4	0,7	2,2	1,8	0,6	0,8	0,6	0,1	0,8	1,2	1,4	0,2	0,7	0,8	1,9	2,2	1,2	4,6	2,0	2,6	5,2	0,6	0,9	3,7	0,9	1,1	0,7	0,4	0,3		
20:00h–21:00h	2,0	0,9	2,3	0,8	2,2	1,5	0,7	0,8	0,5	0,1	1,3	1,4	2,7	0,4	0,6	1,0	3,6	3,3	2,2	3,5	2,3	2,7	6,5	3,5	1,8	3,3	1,9	0,9	0,8	0,1	0,3		
21:00h–22:00h	1,7	1,3	2,6	0,6	2,8	1,3	0,6	0,8	0,5	0,2	2,4	2,0	3,4	0,2	0,6	1,8	4,3	3,9	2,8	0,4	3,3	2,4	7,0	4,7	2,9	3,4	2,9	0,8	0,8	0,0	0,7		
22:00h–23:00h	1,6	0,8	2,6	0,5	1,4	0,6	0,5	0,5	0,7	0,3	3,1	0,9	1,1	0,1	0,6	1,5	3,3	3,3	2,4	0,2	2,1	1,1	6,9	3,1	1,7	2,5	4,6	1,4	0,6	0,1	1,0		
23:00h–24:00h	1,4	0,8	2,4	0,5	0,6	0,5	0,3	0,5	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,5	1,7	3,2	0,9	1,9	0,4	0,9	2,7	4,2	1,0	0,3	0,7	2,3	0,4	0,3	0,2	0,8		
<b>MÉDIA</b>	<b>2,1</b>	<b>1,2</b>	<b>1,2</b>	<b>0,8</b>	<b>1,0</b>	<b>0,8</b>	<b>0,5</b>	<b>0,4</b>	<b>0,5</b>	<b>0,3</b>	<b>0,6</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>	<b>0,4</b>	<b>0,4</b>	<b>0,4</b>	<b>0,8</b>	<b>1,0</b>	<b>0,7</b>	<b>0,9</b>	<b>0,7</b>	<b>0,8</b>	<b>2,2</b>	<b>1,5</b>	<b>0,6</b>	<b>1,0</b>	<b>0,9</b>	<b>0,5</b>	<b>0,2</b>	<b>0,3</b>	<b>0,4</b>		
<b>VALOR MÁXIMO</b>	<b>5,3</b>	<b>3,9</b>	<b>3,3</b>	<b>2,2</b>	<b>2,8</b>	<b>1,8</b>	<b>1,1</b>	<b>1,1</b>	<b>1,4</b>	<b>1,2</b>	<b>3,1</b>	<b>2,0</b>	<b>3,4</b>	<b>2,2</b>	<b>0,9</b>	<b>1,8</b>	<b>4,3</b>	<b>3,9</b>	<b>2,8</b>	<b>4,6</b>	<b>3,3</b>	<b>2,7</b>	<b>7,0</b>	<b>4,7</b>	<b>2,9</b>	<b>3,7</b>	<b>4,6</b>	<b>1,4</b>	<b>0,8</b>	<b>0,8</b>	<b>1,0</b>		

**Tabela 18:** Diferenças entre a temperatura média horária do ar registrada na área do parque e a registrada na área rural durante o período de verão ( $\Delta Ta_5$ ).

$\Delta Ta_5(^{\circ}C) = Ta_{PARQUE} - Ta_{RURAL}$																															
DATA	16/12/07	17/12/07	18/12/07	19/12/07	20/12/07	21/12/07	22/12/07	23/12/07	24/12/07	25/12/07	26/12/07	27/12/07	28/12/07	29/12/07	30/12/07	31/12/07	01/01/08	02/01/08	03/01/08	04/01/08	05/01/08	06/01/08	07/01/08	08/01/08	09/01/08	10/01/08	11/01/08	12/01/08	13/01/08	14/01/08	15/01/08
FAIXA HORÁRIA	16/12/07	17/12/07	18/12/07	19/12/07	20/12/07	21/12/07	22/12/07	23/12/07	24/12/07	25/12/07	26/12/07	27/12/07	28/12/07	29/12/07	30/12/07	31/12/07	01/01/08	02/01/08	03/01/08	04/01/08	05/01/08	06/01/08	07/01/08	08/01/08	09/01/08	10/01/08	11/01/08	12/01/08	13/01/08	14/01/08	15/01/08
00:00h–01:00h	3,4	0,8	0,7	1,3	0,2	0,1	0,1	0,6	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,3	1,2	0,3	0,0	0,1	0,0	0,9	1,1	0,8	0,7	0,0	0,2	0,1	0,0	-0,1	-0,1
01:00h–02:00h	2,2	0,2	0,7	1,1	0,4	0,4	0,3	0,0	-0,1	0,5	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1	-0,1	0,2	0,1	0,0	-0,1	0,1	0,7	2,0	1,3	-0,1	0,2	0,5	0,0	-0,2	0,0	-0,1
02:00h–03:00h	1,6	-0,9	0,6	0,6	0,3	0,1	0,6	0,0	0,1	0,7	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,2	0,5	0,0	0,4	1,6	1,7	0,0	0,2	0,2	0,2	0,0	0,2	0,1
03:00h–04:00h	2,0	-0,2	0,5	0,4	0,3	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,0	0,0	0,3	0,2	0,8	0,0	0,4	1,5	2,9	-0,1	0,1	0,0	0,2	0,1	0,1	0,2
04:00h–05:00h	2,0	0,1	0,3	0,5	0,2	0,0	0,1	0,1	0,3	0,0	0,2	0,1	0,1	0,9	0,0	0,0	0,1	0,4	0,4	0,8	0,3	0,4	1,8	3,2	0,1	0,1	0,2	0,4	0,1	0,2	0,1
05:00h–06:00h	1,3	0,2	0,2	0,9	0,2	0,3	0,2	0,2	0,9	0,1	0,1	0,2	0,1	1,3	0,0	0,0	0,1	1,0	0,4	0,5	0,2	0,9	1,4	2,7	0,1	0,3	0,1	0,1	0,0	0,1	0,2
06:00h–07:00h	0,3	0,4	0,5	0,1	0,2	0,1	0,0	0,1	-0,4	0,2	0,1	0,2	-0,1	0,5	0,2	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	2,0	0,0	0,4	-0,2	-0,1	-0,1	0,1	-0,1
07:00h–08:00h	0,4	0,1	0,9	0,1	0,4	0,0	0,1	0,1	0,3	0,3	0,1	0,0	-0,1	0,0	0,0	-0,1	-0,1	-0,2	0,5	0,0	0,0	0,2	-0,1	0,5	0,1	0,5	0,0	-0,2	-0,2	0,2	0,4
08:00h–09:00h	0,1	-0,6	0,5	0,1	0,4	0,0	-0,2	0,5	0,2	0,0	-0,1	0,0	0,2	0,1	0,2	-0,2	0,1	-0,3	0,2	-0,1	0,5	0,1	-0,7	0,5	0,4	-0,2	0,0	-0,1	0,1	0,3	0,3
09:00h–10:00h	0,1	0,9	-0,4	0,5	0,3	-0,1	0,0	0,4	-0,2	0,4	0,1	0,2	0,2	0,0	0,0	-0,1	0,1	0,1	0,1	0,5	0,3	-0,1	-0,2	0,6	-0,1	-0,1	-0,4	0,2	0,1	0,1	-0,1
10:00h–11:00h	0,1	0,5	-0,6	0,6	0,0	-0,4	0,1	0,5	0,3	0,1	0,1	0,1	-0,4	0,3	0,2	-0,1	0,0	0,1	0,1	0,3	0,3	-0,2	-0,4	0,0	0,1	0,1	-0,2	-0,2	0,1	0,0	-0,1
11:00h–12:00h	1,1	0,2	-0,1	0,2	0,4	-0,3	-0,2	-0,2	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	-0,2	0,1	0,0	-0,3	0,0	0,5	-0,1	0,2	0,7	-0,3	-0,2	0,1	0,3	-0,1	0,2	0,1
12:00h–13:00h	3,4	0,6	-0,4	0,3	0,1	0,0	0,2	0,2	0,0	-0,1	0,0	0,4	0,0	0,2	0,5	0,0	0,1	0,3	0,0	0,5	0,5	0,1	-0,5	0,1	-0,2	0,0	0,4	0,5	0,0	0,4	0,0
13:00h–14:00h	3,3	1,2	1,3	0,2	0,1	0,0	-0,2	0,0	-0,1	0,0	-0,3	0,2	0,2	-0,1	0,3	0,0	-0,1	0,4	-0,4	0,8	0,3	0,0	0,0	-0,2	0,2	-0,1	0,2	0,6	0,4	0,2	0,0
14:00h–15:00h	2,0	0,9	0,4	0,1	0,2	0,8	-0,4	-0,2	0,0	0,0	-0,2	0,0	-0,1	0,1	-0,1	-0,3	0,0	0,0	0,1	0,4	0,3	-0,2	0,2	0,1	0,9	0,3	-0,1	0,2	0,1	0,2	0,2
15:00h–16:00h	1,2	0,6	0,1	-0,1	0,0	0,3	-0,1	0,2	0,0	-0,3	-0,7	0,1	0,0	0,0	0,3	-0,2	-0,1	-0,1	-0,2	0,1	-0,2	-0,1	0,6	-0,2	0,2	-0,1	-0,1	0,2	-0,3	0,0	-0,1
16:00h–17:00h	0,7	0,6	0,3	-0,1	-0,5	0,0	0,0	0,3	0,0	-0,1	-0,5	0,0	-0,5	-0,3	0,2	-0,2	-1,0	0,0	-0,1	0,4	0,0	-0,1	0,4	-0,5	0,0	-0,1	-0,2	-0,3	-0,2	-0,4	-0,1
17:00h–18:00h	1,0	1,6	1,2	-0,4	-0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	-0,5	-0,2	-0,1	-0,1	-0,1	0,1	-0,2	-0,5	-0,1	0,0	0,1	0,0	-0,1	0,8	-0,1	-0,2	-0,1	-0,3	-0,3	-0,3	-0,2	-0,1
18:00h–19:00h	2,3	3,1	2,0	0,0	0,6	0,9	0,2	0,2	0,2	-0,1	0,3	0,2	0,0	-0,1	0,2	0,0	-0,1	0,4	0,4	1,0	0,7	0,5	3,2	0,2	0,3	0,8	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0
19:00h–20:00h	1,2	0,3	1,8	0,2	1,4	1,0	0,0	0,3	0,2	-0,2	0,2	0,0	0,7	-0,2	0,0	0,2	1,1	1,3	0,8	2,1	1,5	1,7	4,3	0,1	0,4	2,3	0,3	0,7	0,1	0,1	0,0
20:00h–21:00h	1,2	0,8	1,7	0,2	1,4	0,8	-0,1	0,0	0,1	-0,1	0,6	0,2	1,6	0,0	0,1	0,5	2,5	2,2	1,8	3,0	1,4	1,8	3,6	2,8	1,4	2,0	1,0	0,4	0,3	-0,2	0,0
21:00h–22:00h	1,1	0,9	2,0	0,3	2,1	0,8	-0,1	0,3	0,1	-0,1	1,5	0,9	2,8	-0,1	-0,2	1,1	3,2	2,4	2,1	0,1	2,6	1,6	5,0	3,8	2,1	2,5	1,9	0,3	0,0	-0,2	0,3
22:00h–23:00h	0,9	0,5	1,9	0,2	0,7	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	2,4	0,5	0,7	-0,2	-0,2	0,9	2,6	2,5	1,5	-0,1	1,4	0,2	6,0	2,4	1,2	1,1	3,8	0,9	0,2	-0,2	0,5
23:00h–24:00h	0,8	0,4	1,6	0,0	0,0	0,0	-0,2	0,0	-0,1	0,0	0,0	-0,1	-0,1	0,0	0,0	1,1	2,9	0,6	1,3	0,0	0,6	1,7	3,4	0,4	-0,1	0,3	1,7	0,0	-0,2	-0,1	0,3
MÉDIA	1,4	0,6	0,7	0,3	0,4	0,2	0,0	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,5	0,5	0,4	0,5	0,5	0,4	1,5	1,1	0,3	0,4	0,4	0,2	0,0	0,0	0,1
VALOR MÁXIMO	3,4	3,1	2,0	1,3	2,1	1,0	0,6	0,6	0,9	0,7	2,4	0,9	2,8	1,3	0,5	1,1	3,2	2,5	2,1	3,0	2,6	1,8	6,0	3,8	2,1	2,5	3,8	0,9	0,4	0,4	0,5

**Tabela 19:** Diferenças entre a temperatura média horária do ar registrada na área de calçamento e a registrada na área rural durante o período de verão ( $\Delta Ta_6$ ).

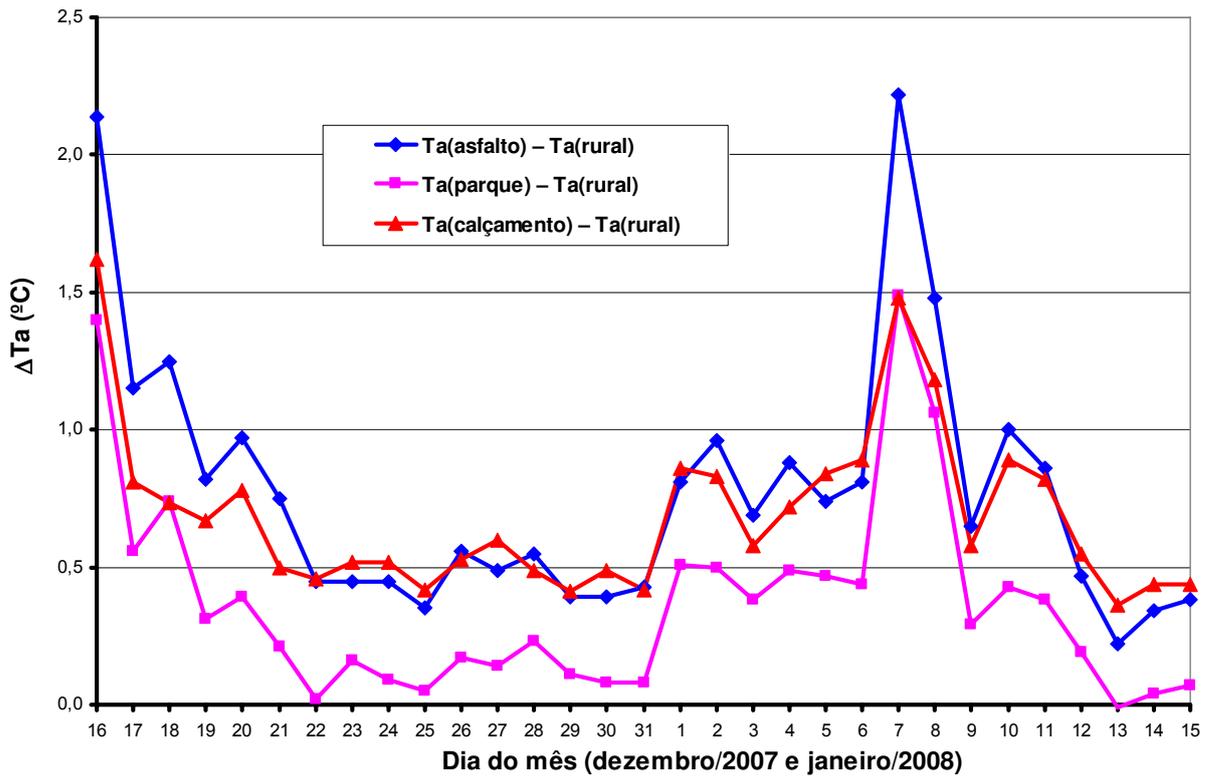
$\Delta Ta_6(^{\circ}C) = Ta_{\text{CALÇAMENTO}} - Ta_{\text{RURAL}}$																															
DATA	16/12/07	17/12/07	18/12/07	19/12/07	20/12/07	21/12/07	22/12/07	23/12/07	24/12/07	25/12/07	26/12/07	27/12/07	28/12/07	29/12/07	30/12/07	31/12/07	01/01/08	02/01/08	03/01/08	04/01/08	05/01/08	06/01/08	07/01/08	08/01/08	09/01/08	10/01/08	11/01/08	12/01/08	13/01/08	14/01/08	15/01/08
FAIXA HORÁRIA	16/12/07	17/12/07	18/12/07	19/12/07	20/12/07	21/12/07	22/12/07	23/12/07	24/12/07	25/12/07	26/12/07	27/12/07	28/12/07	29/12/07	30/12/07	31/12/07	01/01/08	02/01/08	03/01/08	04/01/08	05/01/08	06/01/08	07/01/08	08/01/08	09/01/08	10/01/08	11/01/08	12/01/08	13/01/08	14/01/08	15/01/08
00:00h–01:00h	4,1	0,9	0,7	1,8	0,4	0,3	0,6	0,9	0,3	0,5	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	1,6	0,7	0,2	0,4	0,3	1,4	1,7	0,6	0,8	0,3	0,5	0,5	0,2	0,2	0,2
01:00h–02:00h	3,1	0,3	0,7	1,4	0,7	0,5	0,6	0,4	0,2	1,0	0,3	0,1	0,3	0,2	0,3	0,3	0,5	0,3	0,2	0,3	0,3	0,8	2,1	1,3	0,1	0,5	0,6	0,3	0,1	0,5	0,3
02:00h–03:00h	2,3	-0,2	0,6	1,1	0,6	0,3	0,9	0,4	0,4	1,0	0,3	0,3	0,4	0,2	0,3	0,2	0,2	0,4	0,5	0,8	0,2	0,5	1,5	1,5	0,3	0,8	0,4	0,4	0,3	0,6	0,5
03:00h–04:00h	2,3	0,3	0,4	0,6	0,7	0,3	0,3	0,3	0,6	0,5	0,3	0,3	0,2	0,6	0,5	0,2	0,2	0,5	0,5	1,1	0,2	0,5	1,7	2,9	0,4	0,5	0,3	0,5	0,3	0,7	0,4
04:00h–05:00h	2,2	0,3	0,2	0,6	0,6	0,4	0,6	0,5	0,9	0,3	0,2	0,4	0,2	1,6	0,3	0,2	0,1	0,9	0,7	1,2	0,4	0,9	1,9	3,3	0,4	0,2	0,6	0,5	0,4	0,6	0,4
05:00h–06:00h	1,5	0,2	0,3	0,9	0,6	0,5	0,5	0,5	1,0	0,3	0,2	0,6	0,2	1,5	0,4	0,2	0,2	1,4	0,6	0,8	0,4	1,5	1,7	3,2	0,4	0,4	0,1	0,3	0,3	0,5	0,5
06:00h–07:00h	0,4	0,2	0,2	0,5	0,8	0,5	0,5	0,1	-0,4	0,8	0,3	0,5	0,3	0,6	0,4	0,0	0,0	0,4	0,2	0,3	0,2	0,6	0,5	2,2	0,1	0,3	-0,1	0,0	0,0	0,5	0,4
07:00h–08:00h	0,1	0,2	0,3	0,5	0,5	-0,1	0,4	0,4	0,5	0,7	0,3	0,5	-0,1	0,1	0,3	0,2	-0,1	-0,1	0,3	0,0	0,1	0,4	-0,4	0,0	-0,1	0,1	-0,2	-0,3	-0,5	0,3	0,1
08:00h–09:00h	-0,1	0,0	0,2	0,4	0,2	-0,2	-0,4	0,9	0,3	-0,1	0,6	0,6	-0,1	0,0	0,3	0,3	0,2	-0,2	0,0	0,0	0,5	0,1	-1,1	-0,4	0,4	0,3	0,0	-0,4	0,1	0,3	-0,2
09:00h–10:00h	0,0	1,2	-0,2	0,5	0,7	0,2	0,4	0,3	0,9	0,7	0,6	0,4	0,5	0,3	0,2	0,4	-0,2	0,5	0,1	0,8	0,7	0,4	-0,3	0,8	0,4	0,2	0,3	0,5	0,7	0,8	0,2
10:00h–11:00h	0,4	0,8	-0,1	0,9	0,4	0,2	0,5	0,6	1,3	0,7	0,8	1,1	0,1	1,0	0,6	0,6	-0,1	0,0	0,3	0,0	0,7	0,5	-0,2	-0,1	0,4	0,6	0,6	0,6	0,7	0,8	0,5
11:00h–12:00h	1,4	1,0	0,0	0,7	1,1	0,4	0,9	0,4	0,7	0,7	0,8	1,0	0,7	0,5	0,6	0,3	0,4	0,3	0,4	0,8	1,1	0,6	0,3	0,5	-0,2	0,1	0,8	1,1	0,7	1,0	0,7
12:00h–13:00h	3,7	1,4	-0,3	1,0	0,5	0,6	1,2	0,9	0,8	0,8	1,0	1,1	0,8	1,1	1,1	0,5	0,7	0,9	0,4	1,2	1,1	0,8	-0,3	0,3	0,3	0,5	1,3	1,2	0,7	0,9	1,0
13:00h–14:00h	4,4	1,6	0,8	0,9	0,6	0,3	0,5	1,1	0,6	0,9	0,9	1,2	0,8	0,8	1,1	0,5	0,5	0,5	0,3	0,8	0,5	0,7	0,2	0,4	0,4	0,5	0,9	1,3	1,1	1,3	0,8
14:00h–15:00h	2,3	1,1	0,5	0,7	0,5	0,7	0,2	0,5	0,7	0,7	-0,2	0,5	-0,1	0,2	0,5	-0,3	0,5	0,4	0,5	-0,1	0,6	0,4	0,3	0,3	0,7	0,7	0,5	1,1	0,8	0,7	0,7
15:00h–16:00h	1,0	0,6	0,0	0,4	0,0	0,1	0,2	0,3	0,6	0,1	-0,9	0,3	-0,6	-0,3	0,8	-0,3	0,4	0,1	-0,1	-0,4	0,1	-0,1	0,5	-0,3	0,0	0,5	0,3	0,5	0,0	0,5	0,4
16:00h–17:00h	0,7	0,7	0,2	0,0	-0,3	0,1	0,3	0,5	0,2	-0,2	-0,7	0,1	-0,4	-0,2	0,4	-0,4	-0,7	0,0	-0,2	-0,3	0,1	-0,3	0,5	-0,5	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	-0,1	0,3
17:00h–18:00h	1,2	1,8	1,0	0,0	0,1	0,3	0,4	0,3	0,2	-0,2	0,0	0,1	0,0	0,2	0,2	-0,3	0,0	0,1	-0,2	-0,2	0,1	0,0	0,8	-0,2	0,1	0,3	-0,1	-0,2	0,0	0,0	0,3
18:00h–19:00h	2,4	4,1	1,9	0,4	1,4	1,5	0,8	0,8	0,6	0,3	0,5	0,8	0,3	0,2	0,9	0,4	0,7	0,6	0,3	2,2	1,2	1,1	2,5	0,5	0,9	2,2	0,6	1,0	0,3	0,5	0,2
19:00h–20:00h	1,0	0,5	1,6	0,6	2,3	1,8	0,4	0,7	0,5	0,1	0,7	0,9	1,0	0,2	0,7	0,8	2,0	2,1	0,8	3,8	2,1	1,7	2,9	0,6	1,0	3,4	1,0	1,2	0,8	0,5	0,2
20:00h–21:00h	1,2	0,3	1,8	0,7	2,3	1,4	0,4	0,5	0,4	0,0	1,1	1,0	2,2	0,3	0,6	0,9	3,4	2,9	1,9	3,4	2,4	2,2	4,2	3,0	1,9	3,1	1,9	0,9	0,7	0,0	0,3
21:00h–22:00h	1,2	1,3	2,4	0,6	2,4	1,0	0,4	0,6	0,5	0,1	2,1	1,5	3,2	0,1	0,3	1,7	3,6	3,4	2,4	0,3	3,5	2,1	5,1	4,6	3,1	3,3	2,5	0,7	0,5	-0,1	0,6
22:00h–23:00h	0,9	0,4	2,3	0,4	1,1	0,4	0,3	0,4	0,8	0,1	3,0	0,8	1,1	-0,1	0,4	1,4	3,5	2,9	2,3	0,1	2,3	1,5	6,0	3,2	1,8	2,1	4,2	1,3	0,3	-0,1	0,9
23:00h–24:00h	1,0	0,4	1,9	0,3	0,5	0,4	0,2	0,4	0,3	0,3	0,5	0,2	0,2	0,1	0,6	1,8	3,1	0,8	1,7	0,1	1,0	2,9	3,4	0,9	0,2	0,2	2,3	0,2	0,1	0,1	1,0
MÉDIA	1,6	0,8	0,7	0,7	0,8	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,6	0,5	0,4	0,5	0,4	0,9	0,8	0,6	0,7	0,8	0,9	1,5	1,2	0,6	0,9	0,8	0,6	0,4	0,4	0,4
VALOR MÁXIMO	4,4	4,1	2,4	1,8	2,4	1,8	1,2	1,1	1,3	1,0	3,0	1,5	3,2	1,6	1,1	1,8	3,6	3,4	2,4	3,8	3,5	2,9	6,0	4,6	3,1	3,4	4,2	1,3	1,1	1,3	1,0

Os resultados da Tabela 17 mostram que, durante o período de verão a temperatura do ar na área urbana com asfalto apresentou valores médios diários superiores aos da área rural e, por conseqüência, a diferença entre elas foi positiva na grande maioria dos intervalos horários. A maior diferença média diária foi de 2,2°C, observada em 07/01/2008. Nesse dia, o período entre 21 e 22 horas apresentou diferença de 7,0°C em relação ao ambiente rural. Tal fato é atribuído a densidade de construções no entorno dessa estação, ao revestimento asfáltico, vias estreitas, pouca arborização e alta concentração de veículos e pedestres.

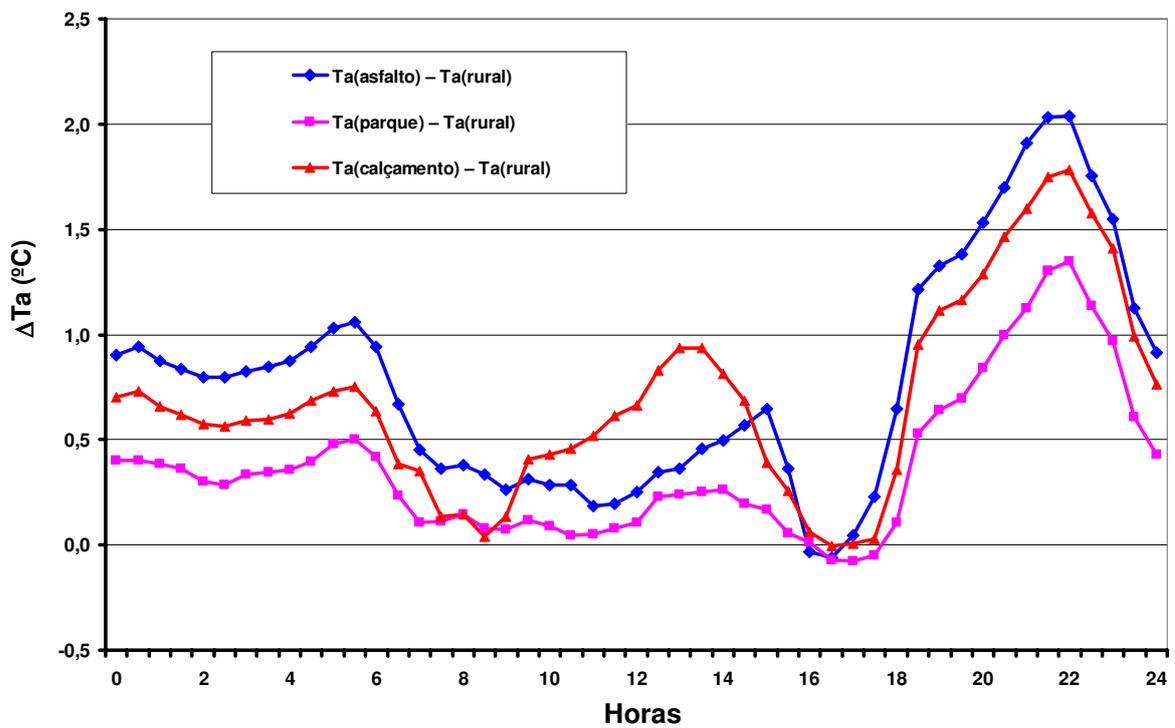
A temperatura média do ar na área do parque apresentou registros médios diários superiores ou iguais aos da área rural. A maior diferença média diária foi de 1,5°C observada no dia 07/01/2008, como se pode constatar na Tabela 18. Nesse dia, o período entre 21 e 22 horas apresentou diferença de 6,0°C em relação ao ambiente rural. Os resultados também demonstram que, dentre as áreas urbanas avaliadas, a área do parque municipal foi a que apresentou temperaturas médias mais amenas. Tal fato se deve às características dessa área, que além de ser aberta, favorecendo a circulação do ar, possui arborização em seu entorno, ausência de construções altas, cobertura superficial em grama e áreas de solo nu.

A Tabela 19 evidencia que a área urbana com calçamento apresentou valores médios diários da temperatura do ar sempre superiores aos da área rural. A maior diferença média registrada foi de 1,6°C, observada no dia 16/12/2007. Já a maior diferença média horária ocorreu em 07/01/2008, quando a diferença de temperatura do ar entre o ambiente urbano e o rural atingiu 6,0°C no período entre 22 e 23 horas. Tal fato se deve às características do entorno dessa área, que apresenta alta densidade urbana, superfície em paralelepípedo, vias estreitas, ausência de arborização, elevado fluxo de veículos e de pedestres.

Os resultados obtidos evidenciaram que, durante o verão, as áreas urbanas de Petrolina e Juazeiro armazenam a radiação incidente sobre a superfície no período diurno e a libera durante a noite, sob a forma de calor. Situação semelhante foi observada por Mendonça (2003), em Londrina/PR. Ilhas de calor se formaram na área urbana daquela cidade durante o período noturno, tanto no verão quanto no inverno. Ainda segundo o autor, ilha de calor noturna também foi observada nas cidades de Marabá/PA, Rio Claro/SP, Porto Alegre/RS, São Paulo/SP, Patos/PB e Campina Grande/PB. As Figuras 36 e 37 ilustram esses resultados através de gráficos comparativos das diferenças médias diárias e horárias, respectivamente.



**Figura 36:** Diferença média diária de temperatura do ar ( $\Delta Ta$ ) entre as estações urbanas e a estação rural no período de verão.



**Figura 37:** Diferença média horária da temperatura do ar ( $\Delta Ta$ ) entre as estações urbanas e a estação rural no período de verão.

Portanto, durante o período de verão, observou-se a ocorrência de ilha de calor em todas as áreas urbanas pesquisadas. Os resultados indicaram predominância de *ilha de calor de fraca intensidade* - entre 0 e 2°C. No entanto, *ilha de calor moderada, forte e muito forte* também foram observadas. O período após o pôr-do-sol, notadamente entre 18 e 24 horas, apresentou as maiores magnitudes para esse fenômeno. No dia 07/01/2008 observaram-se os registros mais intensos, atingindo 7,0°C – *ilha de calor muito forte* - entre 21 e 22 horas na área asfaltada. Esse mesmo dia também configurou a ocorrência de *ilha de calor muito forte*, com intensidade de 6,0°C, na área do parque e na área de calçamento entre 22 e 23 horas.

Os resultados obtidos estão apresentados nas Tabelas 20, 21 e 22 a seguir, onde foi adotada a seguinte convenção:

- **Nc** = ilha de calor não caracterizada, ou seja, quando a diferença da temperatura do ar entre a área urbana e a rural não for positiva;
- **Fr** = ilha de calor de fraca intensidade, ou seja, quando a diferença da temperatura do ar entre a área urabana e a área rural estiver enrte 0° e 2°C
- **Mo** = ilha de calor moderada, ou seja, quando a diferença entre a temperatura do ar da área urbana e a área rural estiver entre 2°C e 4°C;
- **Fo** = ilha de calor forte, ou seja, quando a diferença entre a temperatura do ar da área urbana e a área rural estiver entre 4°C e 6°C;
- **Mu** = ilha de calor muito forte, ou seja, quando a diferença entre a temperatura do ar da área urbana e a área rural for superior 6°C.

**Tabela 20:** Classificação da intensidade da ilha de calor na área com asfalto durante o período de verão.

Intensidade da ilha de calor na área com asfalto (verão)																																
DATA FAIXA HORÁRIA	16/12/07	17/12/07	18/12/07	19/12/07	20/12/07	21/12/07	22/12/07	23/12/07	24/12/07	25/12/07	26/12/07	27/12/07	28/12/07	29/12/07	30/12/07	31/12/07	01/01/08	02/01/08	03/01/08	04/01/08	05/01/08	06/01/08	07/01/08	08/01/08	09/01/08	10/01/08	11/01/08	12/01/08	13/01/08	14/01/08	15/01/08	
00:00h–01:00h	Fo	Fr	Fr	Mo	Fr																											
01:00h–02:00h	Mo	Fr	Mo	Fr																												
02:00h–03:00h	Mo	Nc	Fr	Mo	Mo	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr																					
03:00h–04:00h	Mo	Fr	Mo	Mo	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr																						
04:00h–05:00h	Mo	Fr	Mo	Fo	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr																						
05:00h–06:00h	Mo	Fr	Mo	Fr	Mo	Mo	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr																				
06:00h–07:00h	Fr	Nc	Fr	Mo	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr																						
07:00h–08:00h	Fr	Nc	Nc	Fr	Nc	Nc	Fr																									
08:00h–09:00h	Fr	Nc	Fr	Fr	Fr	Fr	Nc	Fr	Fr	Fr	Fr	Nc	Fr	Fr	Fr	Nc	Fr	Nc	Fr	Nc	Fr	Nc	Nc	Fr								
09:00h–10:00h	Fr	Nc	Fr	Fr	Fr	Nc	Nc	Fr	Fr	Fr	Fr	Nc	Fr	Fr	Fr	Fr	Nc	Fr	Fr	Nc												
10:00h–11:00h	Fr	Fr	Nc	Fr	Nc	Nc	Fr	Fr	Fr	Nc	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr	Nc	Fr	Nc	Fr	Fr	Fr	Nc	Nc	Fr								
11:00h–12:00h	Mo	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr	Nc	Fr	Nc	Fr	Fr	Nc	Fr	Fr	Nc	Fr	Fr	Nc	Nc	Fr	Fr	Nc	Fr	Nc							
12:00h–13:00h	Fo	Fr	Nc	Fr	Fr	Fr	Fr	Nc	Fr	Nc	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr	Nc	Fr	Nc	Fr	Fr	Nc	Nc	Fr	Nc	Nc	Fr	Fr	Nc	Fr	Fr	
13:00h–14:00h	Fo	Mo	Fr	Nc	Fr	Nc	Nc	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr																			
14:00h–15:00h	Mo	Mo	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr	Nc	Fr	Nc	Fr																					
15:00h–16:00h	Fr	Nc	Fr	Nc	Nc	Nc	Nc	Nc	Fr	Nc	Fr	Fr	Nc	Nc	Nc	Nc	Nc	Fr	Nc	Fr	Fr	Fr	Fr	Nc	Fr							
16:00h–17:00h	Fr	Nc	Nc	Nc	Nc	Nc	Nc	Fr	Nc	Nc	Fr	Nc	Nc	Nc	Nc	Nc	Fr	Nc	Nc	Fr	Nc	Nc	Nc	Fr								
17:00h–18:00h	Fr	Mo	Fr	Nc	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr	Nc	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr	Nc	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr	Nc	Nc	Fr						
18:00h–19:00h	Mo	Mo	Mo	Fr	Mo	Fr	Fr	Mo	Fr	Fr	Mo	Fr	Fr	Fr	Fr																	
19:00h–20:00h	Fr	Fr	Mo	Fr	Mo	Fr	Mo	Fr	Fo	Mo	Mo	Mo	Fo	Fr	Fr	Mo	Fr	Fr	Fr	Fr												
20:00h–21:00h	Mo	Fr	Mo	Fr	Mo	Fr	Mo	Fr	Fr	Fr	Mo	Mu	Mo	Fr	Mo	Fr	Fr	Fr	Fr													
21:00h–22:00h	Fr	Fr	Mo	Fr	Mo	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr	Mo	Mo	Mo	Fr	Fr	Fr	Fo	Mo	Mo	Fr	Mo	Mo	Mo	Mu	Fo	Mo	Mo	Mo	Fr	Fr	Nc	Fr
22:00h–23:00h	Fr	Fr	Mo	Fr	Mo	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr	Mo	Mo	Mo	Fr	Mo	Fr	Mu	Mo	Fr	Mo	Fo	Fr	Fr	Fr	Fr							
23:00h–24:00h	Fr	Fr	Mo	Fr	Mo	Fr	Fr	Fr	Fr	Mo	Fo	Fr	Fr	Fr	Mo	Fr	Fr	Fr	Fr													
<b>MÉDIA</b>	<b>Mo</b>	<b>Fr</b>	<b>Mo</b>	<b>Fr</b>																												
<b>VALOR MÁXIMO</b>	<b>Fo</b>	<b>Mo</b>	<b>Mo</b>	<b>Mo</b>	<b>Mo</b>	<b>Fr</b>	<b>Fr</b>	<b>Fr</b>	<b>Fr</b>	<b>Fr</b>	<b>Mo</b>	<b>Mo</b>	<b>Mo</b>	<b>Mo</b>	<b>Fr</b>	<b>Fr</b>	<b>Fo</b>	<b>Mo</b>	<b>Mo</b>	<b>Fo</b>	<b>Mo</b>	<b>Mo</b>	<b>Mu</b>	<b>Fo</b>	<b>Mo</b>	<b>Mo</b>	<b>Fo</b>	<b>Fr</b>	<b>Fr</b>	<b>Fr</b>	<b>Fr</b>	

**Tabela 21:** Intensidade da ilha de calor na área do parque durante o período de verão.

Intensidade da ilha de calor na área do parque (verão)																																
DATA FAIXA HORÁRIA	16/12/07	17/12/07	18/12/07	19/12/07	20/12/07	21/12/07	22/12/07	23/12/07	24/12/07	25/12/07	26/12/07	27/12/07	28/12/07	29/12/07	30/12/07	31/12/07	01/01/08	02/01/08	03/01/08	04/01/08	05/01/08	06/01/08	07/01/08	08/01/08	09/01/08	10/01/08	11/01/08	12/01/08	13/01/08	14/01/08	15/01/08	
00:00h–01:00h	Mo	Fr	Nc	Fr	Fr	Nc	Nc	Nc	Nc	Nc	Fr	Fr	Nc	Fr	Nc	Fr	Fr	Fr	Fr	Nc	Fr	Fr	Nc	Nc	Nc							
01:00h–02:00h	Mo	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr	Nc	Nc	Fr	Fr	Nc	Nc	Fr	Fr	Nc	Fr	Fr	Nc	Nc	Fr	Fr	Mo	Fr	Nc	Fr	Fr	Nc	Nc	Nc	Nc	
02:00h–03:00h	Fr	Nc	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr	Nc	Fr	Nc	Nc	Fr	Fr	Fr	Nc	Fr	Fr	Fr	Nc	Fr	Fr	Fr	Nc	Fr	Fr							
03:00h–04:00h	Mo	Nc	Fr	Nc	Nc	Fr	Fr	Fr	Nc	Fr	Fr	Mo	Nc	Fr	Nc	Fr	Fr	Fr	Fr													
04:00h–05:00h	Mo	Fr	Fr	Fr	Fr	Nc	Fr	Fr	Fr	Nc	Fr	Fr	Fr	Fr	Nc	Nc	Fr	Mo	Fr													
05:00h–06:00h	Fr	Nc	Nc	Fr	Mo	Fr	Fr	Fr	Fr	Nc	Fr	Fr																				
06:00h–07:00h	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr	Nc	Fr	Nc	Fr	Fr	Fr	Nc	Fr	Fr	Nc	Nc	Fr	Nc	Nc	Nc	Nc	Fr	Mo	Nc	Fr	Nc	Nc	Nc	Fr	Nc	
07:00h–08:00h	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr	Nc	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr	Nc	Fr	Nc	Nc	Fr	Nc	Fr	Fr	Fr	Fr	Nc	Nc	Nc	Fr	Fr						
08:00h–09:00h	Fr	Nc	Fr	Fr	Fr	Nc	Nc	Fr	Fr	Nc	Nc	Nc	Fr	Fr	Fr	Nc	Fr	Nc	Fr	Nc	Fr	Fr	Nc	Fr	Fr	Nc	Nc	Nc	Fr	Fr	Fr	
09:00h–10:00h	Fr	Fr	Nc	Fr	Fr	Nc	Nc	Fr	Nc	Fr	Fr	Fr	Fr	Nc	Nc	Nc	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr	Nc	Nc	Fr	Nc	Nc	Nc	Nc	Fr	Fr	Nc	
10:00h–11:00h	Fr	Fr	Nc	Fr	Nc	Nc	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr	Nc	Fr	Fr	Nc	Nc	Fr	Fr	Fr	Fr	Nc	Nc	Nc	Fr	Fr	Fr	Nc	Nc	Fr	Nc	
11:00h–12:00h	Fr	Fr	Nc	Fr	Fr	Nc	Nc	Nc	Fr	Fr	Nc	Nc	Nc	Nc	Fr	Nc	Fr	Nc	Nc	Nc	Fr	Nc	Fr	Fr	Nc	Nc	Nc	Fr	Fr	Nc	Fr	Fr
12:00h–13:00h	Mo	Fr	Nc	Fr	Fr	Nc	Nc	Fr	Nc	Nc	Nc	Fr	Nc	Fr	Fr	Nc	Fr	Fr	Nc	Fr	Fr	Fr	Nc	Fr	Nc	Nc	Nc	Fr	Fr	Nc	Fr	Nc
13:00h–14:00h	Mo	Fr	Fr	Fr	Fr	Nc	Nc	Nc	Nc	Nc	Nc	Fr	Fr	Nc	Fr	Nc	Nc	Fr	Nc	Fr	Fr	Nc	Nc	Nc	Fr	Nc	Fr	Fr	Fr	Fr	Nc	
14:00h–15:00h	Mo	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr	Nc	Fr	Nc	Nc	Nc	Nc	Fr	Fr	Fr	Nc	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr	Nc	Fr	Fr	Fr							
15:00h–16:00h	Fr	Fr	Fr	Nc	Nc	Fr	Nc	Fr	Nc	Nc	Nc	Fr	Nc	Nc	Fr	Nc	Nc	Nc	Nc	Fr	Nc	Nc	Fr	Nc	Fr	Nc	Nc	Nc	Nc	Fr	Nc	
16:00h–17:00h	Fr	Fr	Fr	Nc	Nc	Nc	Nc	Fr	Nc	Nc	Nc	Nc	Nc	Nc	Fr	Nc	Nc	Nc	Nc	Fr	Nc	Nc	Fr	Nc								
17:00h–18:00h	Fr	Fr	Fr	Nc	Nc	Nc	Nc	Fr	Nc	Nc	Nc	Nc	Nc	Nc	Fr	Nc	Nc	Nc	Nc	Fr	Nc	Nc	Fr	Nc								
18:00h–19:00h	Mo	Mo	Mo	Nc	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr	Nc	Fr	Fr	Nc	Nc	Fr	Nc	Nc	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr	Mo	Fr	Fr	Fr	Nc	Fr	Fr	Nc	Nc	
19:00h–20:00h	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr	Nc	Fr	Fr	Nc	Fr	Nc	Fr	Nc	Nc	Fr	Fr	Fr	Fr	Mo	Fr	Fr	Fo	Fr	Fr	Mo	Fr	Fr	Fr	Nc	Nc	
20:00h–21:00h	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr	Nc	Nc	Fr	Nc	Fr	Fr	Fr	Nc	Fr	Fr	Mo	Mo	Fr	Mo	Fr	Fr	Mo	Mo	Fr	Mo	Fr	Fr	Fr	Nc	Nc	
21:00h–22:00h	Fr	Fr	Fr	Fr	Mo	Fr	Nc	Fr	Fr	Nc	Fr	Fr	Fr	Nc	Nc	Fr	Mo	Mo	Mo	Fr	Mo	Fr	Fo	Mo	Mo	Mo	Fr	Fr	Nc	Nc	Fr	
22:00h–23:00h	Fr	Nc	Nc	Nc	Mo	Fr	Fr	Nc	Nc	Fr	Mo	Mo	Fr	Nc	Fr	Fr	Mu	Mo	Fr	Fr	Mo	Fr	Fr	Nc	Fr							
23:00h–24:00h	Fr	Fr	Fr	Nc	Fr	Mo	Fr	Fr	Nc	Fr	Fr	Mo	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr	Nc	Nc	Fr												
<b>MÉDIA</b>	<b>Fr</b>	<b>Fr</b>	<b>Fr</b>	<b>Fr</b>	<b>Fr</b>	<b>Fr</b>	<b>Nc</b>	<b>Fr</b>	<b>Nc</b>	<b>Nc</b>	<b>Fr</b>																					
<b>VALOR MÁXIMO</b>	<b>Mo</b>	<b>Mo</b>	<b>Mo</b>	<b>Fr</b>	<b>Mo</b>	<b>Fr</b>	<b>Fr</b>	<b>Fr</b>	<b>Fr</b>	<b>Fr</b>	<b>Mo</b>	<b>Fr</b>	<b>Mo</b>	<b>Fr</b>	<b>Mu</b>	<b>Mo</b>	<b>Mo</b>	<b>Mo</b>	<b>Mo</b>	<b>Fr</b>	<b>Fr</b>	<b>Fr</b>	<b>Fr</b>									

**Tabela 22:** Intensidade da ilha de calor na área com calçamento durante o período de verão.

Intensidade da ilha de calor na área com calçamento (verão)																																
DATA FAIXA HORÁRIA	16/12/07	17/12/07	18/12/07	19/12/07	20/12/07	21/12/07	22/12/07	23/12/07	24/12/07	25/12/07	26/12/07	27/12/07	28/12/07	29/12/07	30/12/07	31/12/07	01/01/08	02/01/08	03/01/08	04/01/08	05/01/08	06/01/08	07/01/08	08/01/08	09/01/08	10/01/08	11/01/08	12/01/08	13/01/08	14/01/08	15/01/08	
00:00h–01:00h	Fo	Fr																														
01:00h–02:00h	Mo	Fr	Mo	Fr																												
02:00h–03:00h	Mo	Nc	Fr																													
03:00h–04:00h	Mo	Fr	Mo	Fr																												
04:00h–05:00h	Mo	Fr	Mo	Fr																												
05:00h–06:00h	Fr	Mo	Fr																													
06:00h–07:00h	Fr	Nc	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr	Nc	Nc	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr	Mo	Fr	Fr	Nc	Nc	Nc	Nc	Fr									
07:00h–08:00h	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr	Nc	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr	Nc	Fr	Fr	Fr	Nc	Nc	Fr	Nc	Fr	Fr	Nc	Fr								
08:00h–09:00h	Nc	Nc	Fr	Fr	Fr	Nc	Nc	Fr	Fr	Nc	Fr	Fr	Nc	Nc	Fr	Fr	Fr	Nc	Nc	Nc	Fr	Fr	Nc	Nc	Fr	Fr	Nc	Nc	Fr	Nc		
09:00h–10:00h	Nc	Fr	Nc	Fr	Nc	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr	Nc	Fr																				
10:00h–11:00h	Fr	Fr	Nc	Fr	Nc	Nc	Fr	Nc	Fr	Fr	Nc	Nc	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr														
11:00h–12:00h	Fr	Fr	Nc	Fr	Nc	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr																						
12:00h–13:00h	Mo	Fr	Nc	Fr	Nc	Fr																										
13:00h–14:00h	Fo	Fr																														
14:00h–15:00h	Mo	Fr	Nc	Fr	Nc	Fr	Fr	Nc	Fr	Fr	Fr	Nc	Fr																			
15:00h–16:00h	Fr	Fr	Nc	Fr	Nc	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr	Nc	Fr	Nc	Nc	Fr	Nc	Fr	Fr	Nc	Nc	Fr	Nc	Nc	Nc	Fr	Fr	Fr	Nc	Fr	Fr		
16:00h–17:00h	Fr	Fr	Fr	Nc	Nc	Fr	Fr	Fr	Fr	Nc	Nc	Fr	Nc	Nc	Fr	Nc	Nc	Nc	Nc	Fr	Nc	Fr	Nc	Nc	Fr	Fr	Nc	Nc	Nc	Fr		
17:00h–18:00h	Fr	Fr	Fr	Nc	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr	Nc	Nc	Fr	Nc	Fr	Fr	Nc	Nc	Fr	Nc	Nc	Fr	Nc	Fr	Nc	Fr	Fr	Nc	Nc	Nc	Fr		
18:00h–19:00h	Mo	Fo	Fr	Mo	Fr	Fr	Mo	Fr	Fr	Mo	Fr	Fr	Fr	Fr																		
19:00h–20:00h	Fr	Fr	Fr	Fr	Mo	Fr	Mo	Mo	Fr	Mo	Mo	Fr	Mo	Fr	Fr	Mo	Fr	Fr	Fr	Fr												
20:00h–21:00h	Fr	Fr	Fr	Fr	Mo	Fr	Fr	Fr	Fr	Nc	Fr	Fr	Mo	Fr	Fr	Fr	Mo	Mo	Fr	Mo	Mo	Mo	Fo	Mo	Fr	Mo	Fr	Fr	Fr	Nc	Fr	
21:00h–22:00h	Fr	Fr	Mo	Fr	Mo	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr	Mo	Fr	Mo	Fr	Fr	Fr	Mo	Mo	Mo	Fr	Mo	Fr	Mo	Mo	Fo	Fo	Fo	Mo	Mo	Fr	Nc	Fr
22:00h–23:00h	Fr	Fr	Mo	Fr	Mo	Fr	Fr	Nc	Fr	Fr	Mo	Mo	Mo	Fr	Mo	Fr	Mu	Mo	Mo	Mo	Fo	Fr	Fr	Nc	Fr							
23:00h–24:00h	Fr	Mo	Fr	Fr	Fr	Fr	Mo	Mo	Fr	Fr	Fr	Mo	Fr	Fr	Fr	Fr																
<b>MÉDIA</b>	<b>Fr</b>																															
<b>VALOR MÁXIMO</b>	<b>Fo</b>	<b>Fo</b>	<b>Mo</b>	<b>Fr</b>	<b>Mo</b>	<b>Fr</b>	<b>Mo</b>	<b>Fr</b>	<b>Fr</b>	<b>Mo</b>	<b>Mu</b>	<b>Fo</b>	<b>Mo</b>	<b>Mo</b>	<b>Fo</b>	<b>Fr</b>	<b>Fr</b>	<b>Fr</b>														

Os resultados das Tabelas 20, 21 e 22 mostram que, durante o período de verão, constatou-se a ocorrência de ilha de calor em todas as áreas estudadas. A Tabela 20 mostra que a maioria dos dias pesquisados apresentou registros médios diários de ilhas de calor de fraca intensidade na área com asfalto. Entretanto, foram observadas ilhas de calor moderada e até mesmo muito forte, como a registrada entre 20 e 23 horas no dia 07/01/2008. Os resultados sugerem, de uma forma geral, a formação de ilha de calor nessa área urbana após o pôr-do-sol e, sobretudo durante a madrugada.

Na área do parque, cuja caracterização da intensidade da ilha de calor é apresentada pela Tabela 21, observa-se a ocorrência de ilha de calor de fraca intensidade na média da maioria dos dias pesquisados. Entretanto, registros de ilhas de calor moderadas e até mesmo muito forte também foram observados, como se pode verificar entre 22 e 23 horas do dia 07/01/2008. Durante algumas faixas horárias analisadas na área do parque indicaram que a temperatura nesse local esteve mais amena que a temperatura da área rural, não caracterizando a ocorrência desse fenômeno.

Já na área urbana com calçamento, caracterizada pela Tabela 22, constatou-se a ocorrência de ilha de calor com diferentes magnitudes durante todos os dias de observação. Os registros médios caracterizaram a ocorrência de ilha de calor de fraca intensidade em todos os dias pesquisados, com ocorrências de ilhas de calor moderadas e até mesmo muito forte em intervalos específicos entre 22 e 23 horas do dia 07/01/2008.

Os resultados obtidos no verão viraram reforçar as análises já desenvolvidas no inverno: com o pôr-do-sol, as áreas densamente construídas, ruas pavimentadas e sem vegetação apresentaram-se mais aquecidas que as áreas com menor densidade de construções e com mais vegetação. Os resultados obtidos neste estudo indicaram que área urbana de Petrolina e Juazeiro armazena calor durante o período diurno e o libera durante período noturno, com a seguinte escala crescente de magnitude: 1. área de parque; 2. área de asfalto; 3. área de calçamento. Como já mencionado anteriormente, Oke et al. (1991) afirmaram que, dentre as causas que mais contribuíam para a formação da ilha de calor nas cidades, pode-se destacar a grande estocagem de calor durante o dia, devido às propriedades térmicas dos materiais urbanos e grande emissão de radiação durante a noite.

### 4.3 – UMIDADE RELATIVA DO AR

A umidade relativa do ar está diretamente relacionada com o bem-estar humano. Ambientes altamente urbanizados tem a particularidade das ilhas de calor e, entre suas conseqüências estão o surgimento de uma circulação peculiar, maior disponibilidade de material particulado e alterações na umidade, nebulosidade e precipitação que poderá acarretar tendências crescentes dessa variável climática.

#### a) INVERNO

A tabela a seguinte sintetiza os resultados.

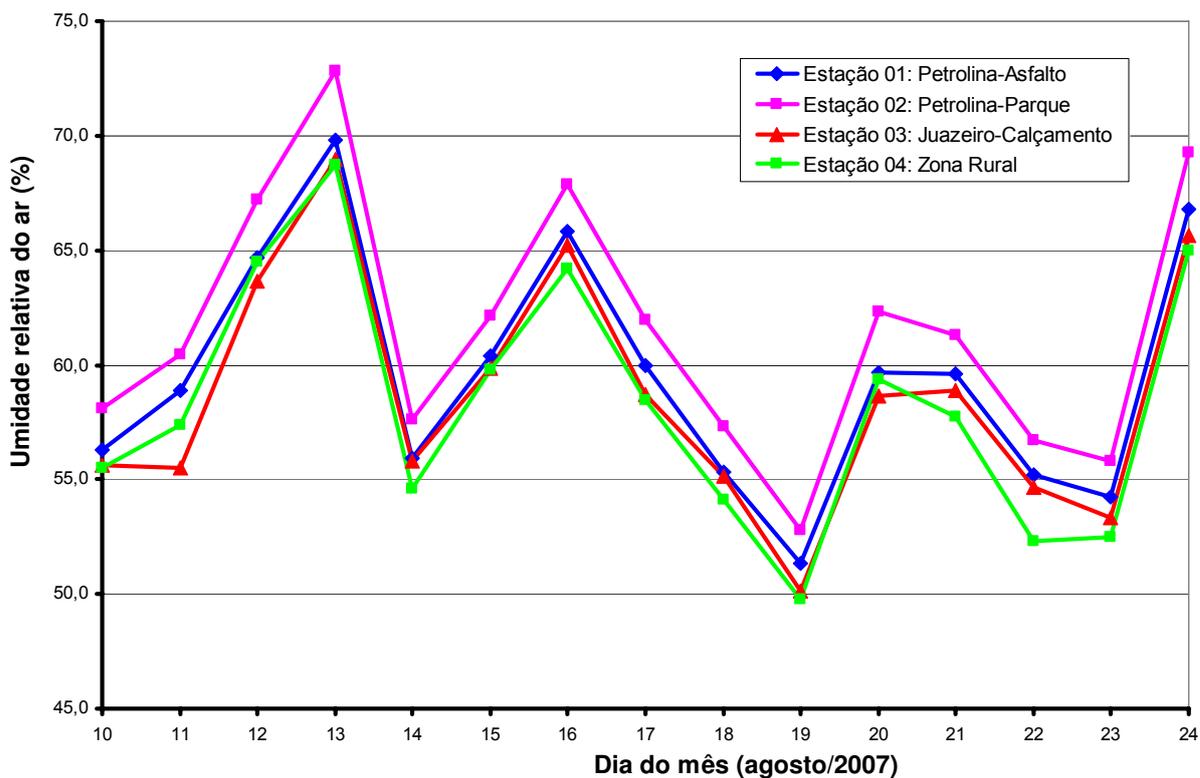
**Tabela 23:** Estatística descritiva das médias de umidade relativa do ar no período de inverno.

ESTAÇÃO ANALISADA	UMIDADE RELATIVA DO AR (UR)					
	MÍNIMA		MÁXIMA		MÉDIA (%)	DESVIO - PADRÃO
	UR(%)	Hora	UR(%)	Hora		
Estação 01: Petrolina - Asfalto	24,6	14:22	100,0	08:16	59,6	17,3
Estação 02: Petrolina - Parque	22,9	14:59	100,0	04:53	61,5	18,3
Estação 03: Juazeiro - Calçamento	22,5	15:14	100,0	07:55	58,8	17,7
Estação 04: Zona Rural	18,8	14:58	95,4	07:39	58,2	18,6

A Tabela 23 evidencia que os menores registros de umidade relativa do ar foram observados no turno vespertino e na área rural, enquanto que valores mais elevados foram observados no turno da manhã, durante as chuvas ocorridas em três das áreas pesquisadas.

A presença do rio São Francisco e de grandes áreas de perímetro irrigado nos arredores da cidade certamente contribui para o aumento dos níveis de umidade relativa observados na região.

A ocorrência de valores extremos impacta diretamente no conforto térmico. Índices acima de 90% dificultam a transpiração e índices inferiores a 40% são prejudiciais à saúde humana. A Figura seguinte ilustra o comportamento dessa variável climática observado durante o inverno nas áreas estudadas.



**Figura 38:** Umidade relativa do ar média nas áreas de asfalto, parque, calçamento e zona rural durante o período de inverno.

Ao analisar os gráficos da Figura 38, constata-se que no período pesquisado, a umidade relativa do ar na região apresentou um comportamento homogêneo nas áreas estudadas, com valores mais altos na área do parque, que apesar de estar instalada em zona urbana, apresenta áreas arborizadas, solo com revestimento em grama, áreas de solo sem vegetação e sem prédios altos em seus arredores. As freqüentes irrigações observadas durante o inverno nas proximidades desta estação também influíram no comportamento da umidade relativa do ar nessa localidade. Novamente, observa-se que a presença de vegetação contribui para a melhoria da ambiência urbana.

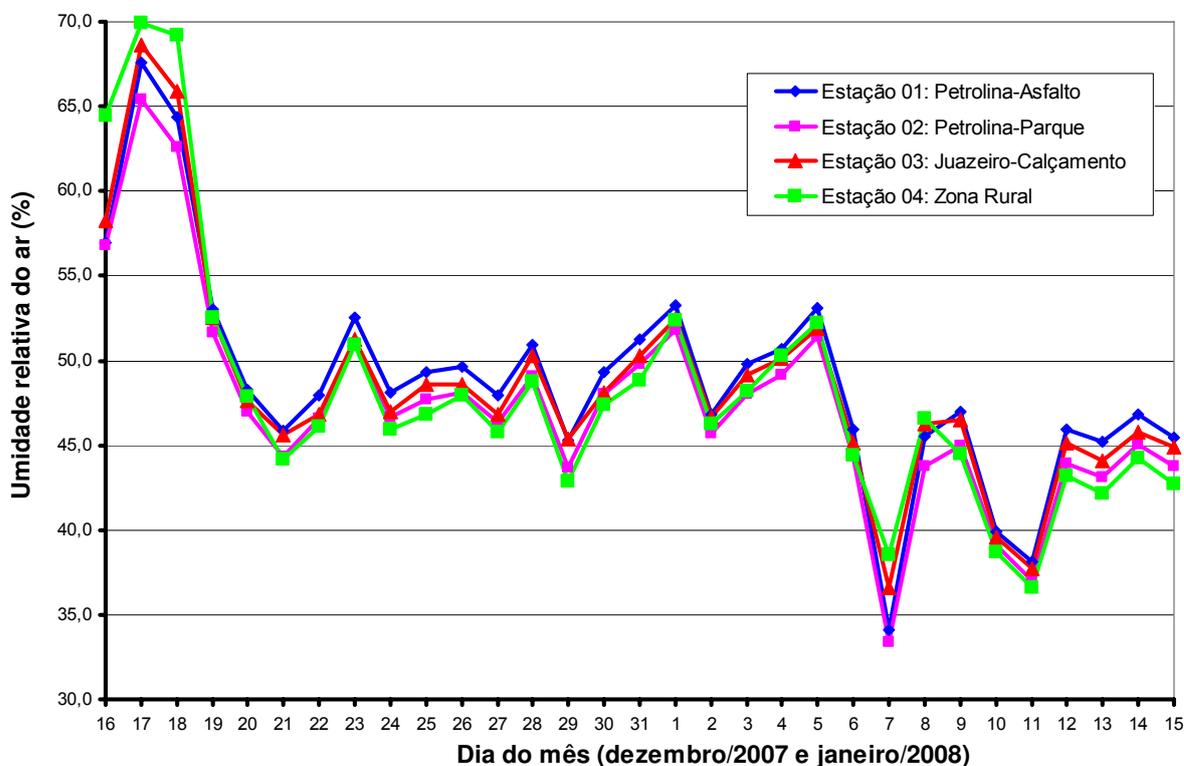
## b) VERÃO

Os resultados obtidos com os estudos de campo efetuados estão sintetizados na tabela seguinte.

**Tabela 24:** Estatística descritiva das médias de umidade relativa do ar no período de verão.

UMIDADE RELATIVA DO AR (UR)						
ESTAÇÃO ANALISADA	MÍNIMA		MÁXIMA		MÉDIA (%)	DESVIO - PADRÃO
	UR(%)	Hora	UR(%)	Hora		
Estação 01: Petrolina - Asfalto	17,0	16:25	94,9	06:00	48,9	16,2
Estação 02: Petrolina - Parque	14,6	16:08	90,4	05:42	47,4	16,5
Estação 03: Juazeiro - Calçamento	17,0	17:08	93,8	23:31	48,5	16,2
Estação 04: Zona Rural	14,6	16:26	92,3	06:18	48,1	17,3

Observa-se pela Tabela 24 que o valor mínimo de umidade relativa do ar durante o período de verão foi de 14,6%, registrado no turno vespertino nas áreas do parque e na zona rural, enquanto que o valor máximo para essa variável climática foi de 94,4% registrado na área asfaltada, durante o turno da manhã. A presença do rio São Francisco nas proximidades das áreas pesquisadas e o perímetro de irrigação contribuem para o aumento dos valores de umidade relativa do ar observados. A seguir apresentam-se, graficamente através da Figura 39, os valores médios diários para a umidade relativa do ar registrados em cada área avaliada durante o período de verão.



**Figura 39:** Umidade relativa do ar média nas áreas de asfalto, parque, calçamento e zona rural durante o período de verão.

Na comparação gráfica estabelecida pela Figura 39, é possível constatar que no transcorrer do período de verão, as curvas representativas da umidade relativa do ar nas áreas pesquisadas estiveram sempre muito próximas e os valores foram decrescendo com o passar dos dias. Observa-se também o registro de valores inferiores a 40% que representam situação crítica para a saúde da população.

Ao analisar as duas campanhas, verifica-se que no verão, os valores da umidade relativa do ar foram inferiores aos obtidos durante o inverno. Constatou-se também que não ocorreram grandes variações entre as estações dentro de cada período sazonal. Registraram-se ainda, no verão, a ocorrência de valores mínimos de UR próximos a 20% e valores médios próximos a 40%, indicativos de alerta por parte das autoridades públicas sobre possíveis efeitos danosos à saúde da população tais como: complicações respiratórias devido ao ressecamento de mucosas; sangramento pelo nariz; ressecamento da pele; irritação dos olhos; eletricidade estática nas pessoas e em equipamentos eletrônicos. Nesses casos, deve-se recomendar que se evite a prática de exercícios físicos ao ar livre entre 11 e 15 horas e, sempre que possível, as pessoas permaneçam em locais protegidos do sol ou em áreas arborizadas.

#### **4.4 – VELOCIDADE DO VENTO**

A velocidade do vento também se constitui em um importante atributo da ambiência climática da área urbana das cidades. De um modo geral, fortes movimentos de ar representam uma desvantagem em climas frios e um benefício em climas quentes.

Para avaliar o comportamento da velocidade do vento, medida com auxílio de anemômetro afixado na torre de observação a uma altura de 3,00m acima da superfície, são apresentados as tabelas e gráficos a seguir.

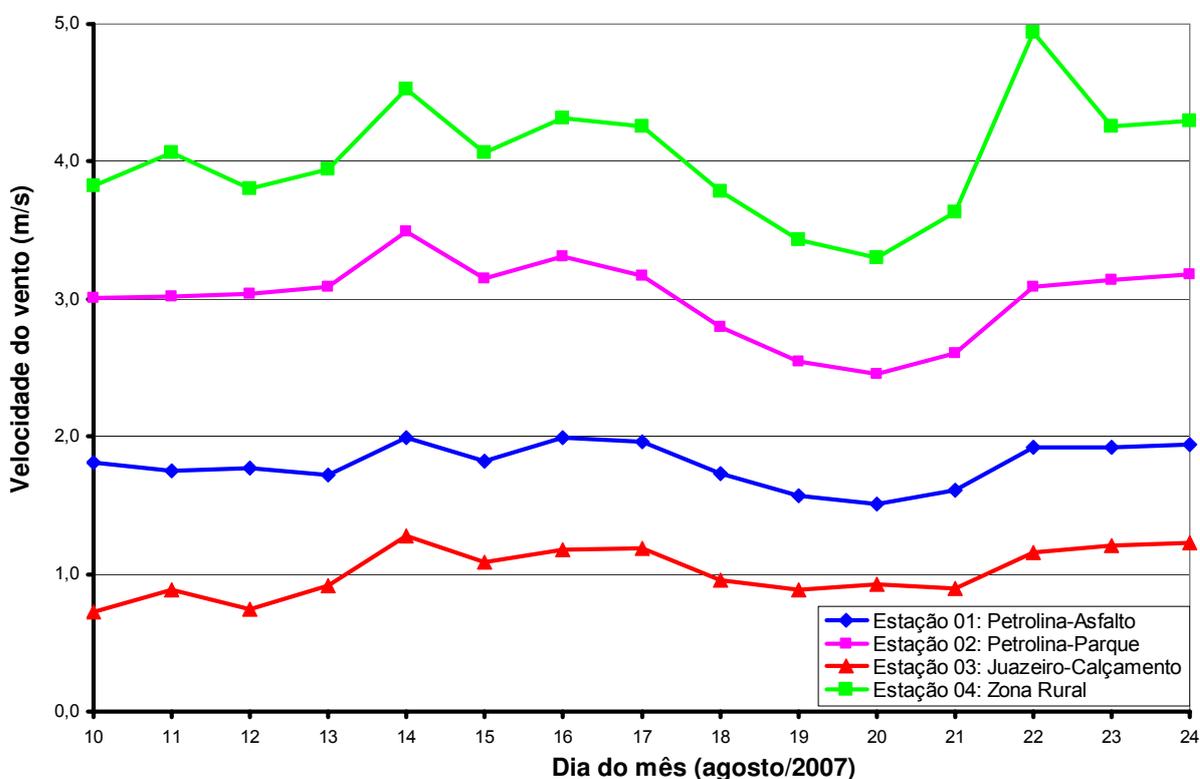
##### **a) INVERNO**

Os resultados dos estudos de campo efetuados estão sumarizados na tabela apresentada a seguir.

**Tabela 25:** Estatística descritiva das médias de velocidade do vento no período de inverno.

VELOCIDADE DO VENTO (Vv)				
ESTAÇÃO ANALISADA	VALOR MÁXIMO		MÉDIA (m/s)	DESVIO - PADRÃO
	Vv (m/s)	Hora		
Estação 01: Petrolina - Asfalto	10,3	12:52	1,8	0,5
Estação 02: Petrolina - Parque	12,2	13:39	3,0	0,9
Estação 03: Juazeiro - Calçamento	8,8	12:30	1,0	0,5
Estação 04: Zona Rural	15,4	13:11	4,0	1,4

A Tabela 25 indica a ocorrência de valores máximos da velocidade do vento no ambiente rural e no parque da cidade, com 15,4 e 12,2m/s, respectivamente. Os valores máximos em todos os ambientes estudados ocorreram no turno da tarde. Os maiores valores médios também foram observados na área rural e na área do parque. Tal fato é atribuído às características dessa área: ambiente aberto, sem construções altas significativas nos arredores, favorecendo sobremaneira o fluxo de ar no local. Para ilustrar essas ocorrências da velocidade do vento durante o período de inverno, apresenta-se a seguir a Figura 40, onde são plotados os valores médios dessa variável climática.



**Figura 40:** Velocidade média do vento nas áreas de asfalto, parque, calçamento e zona rural durante o período de inverno.

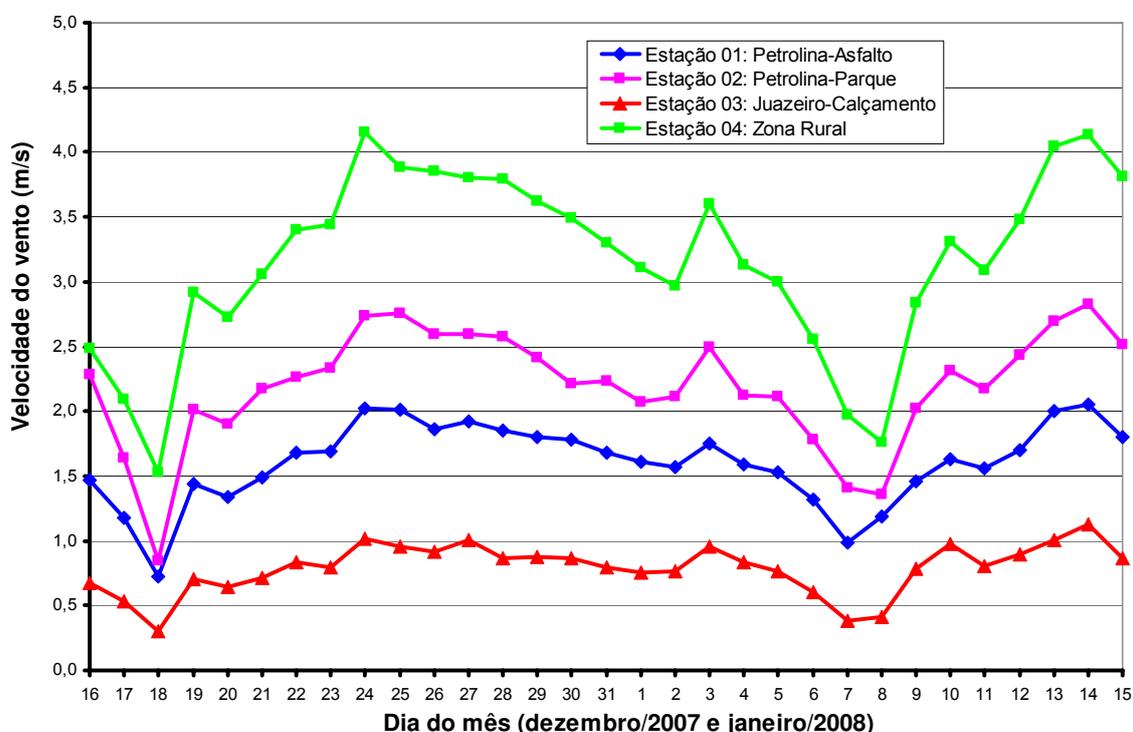
Pelo gráfico, é possível constatar que durante todo o período pesquisado, os registros das áreas de parque e rural apresentaram valores médios da velocidade do vento superiores aos registrados nas áreas de calçamento e asfalto, estas últimas localizadas em núcleos com alta densidade urbana.

## b) VERÃO

A Tabela 26 indica valores da velocidade do vento superiores nas áreas de parque e zona rural quando comparados aos registrados nas áreas de calçamento e asfalto. Os maiores valores médios também foram observados nesses mesmos locais. Para ilustrar essas ocorrências da velocidade do vento durante o período de inverno, apresenta-se a seguir a Figura 41.

**Tabela 26:** Estatística descritiva das médias de velocidade do vento no período de verão.

VELOCIDADE DO VENTO (Vv)				
ESTAÇÃO ANALISADA	VALOR MÁXIMO		MÉDIA (m/s)	DESVIO - PADRÃO
	Vv (m/s)	Hora		
Estação 01: Petrolina - Asfalto	8,5	13:32	1,6	0,5
Estação 02: Petrolina - Parque	10,3	22:56	2,2	0,8
Estação 03: Juazeiro - Calçamento	7,0	15:22	0,8	0,3
Estação 04: Zona Rural	17,6	12:17	3,2	1,2



**Figura 41:** Velocidade média do vento nas áreas de asfalto, parque, calçamento e zona rural durante o período de verão.

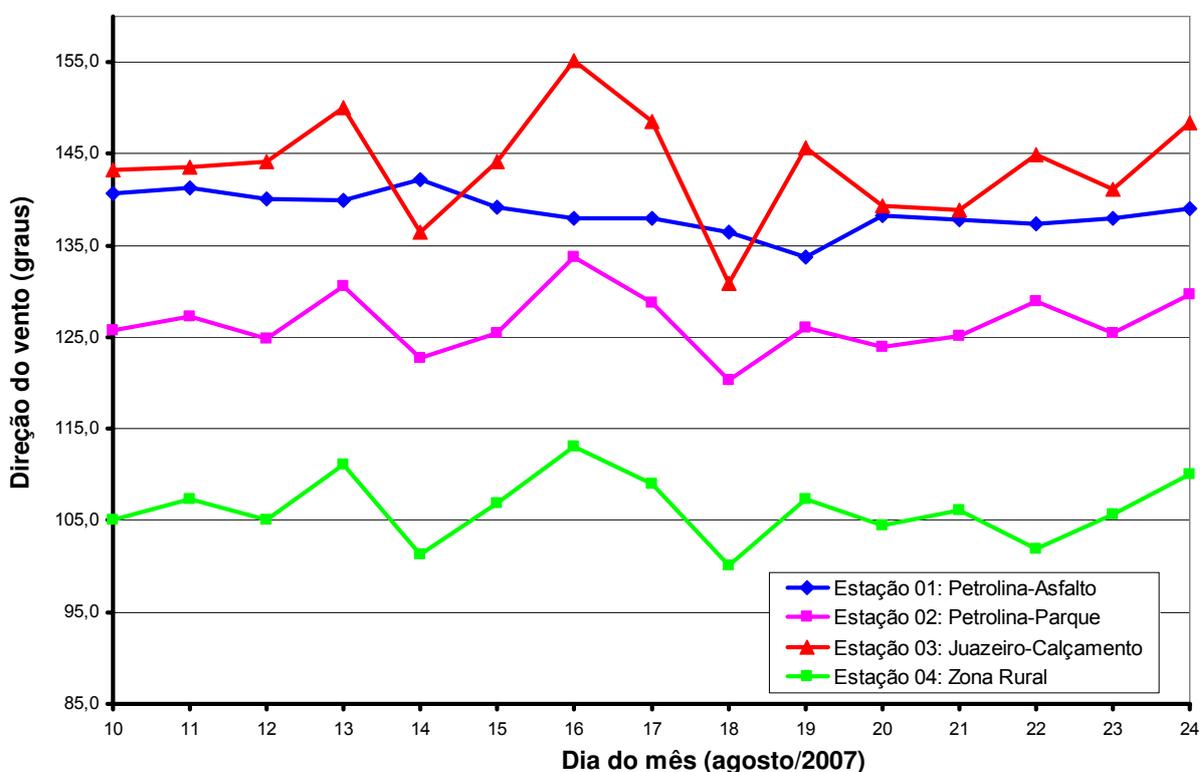
Pelo gráfico, é possível constatar que durante todo o período pesquisado, o comportamento das curvas correspondentes às áreas densamente urbanizadas e com superfícies impermeáveis apresentaram valores inferiores aos registrados nas áreas de parque e zona rural, localizadas em áreas com baixa ou nenhuma densidade urbana e cujo revestimento da superfície é gramado.

Ao analisar os resultados obtidos durante as duas campanhas, verificou-se que, tanto no inverno quanto no verão, a velocidade do vento foi superior na área rural e na área de parque do que nas áreas como maior densidade urbana (asfalto e calçamento). Isso se dá em função do incremento da rugosidade do solo, que modifica o movimento e a velocidade dos ventos, dando-lhes características próprias.

#### 4.5 – DIREÇÃO DO VENTO

##### a) INVERNO

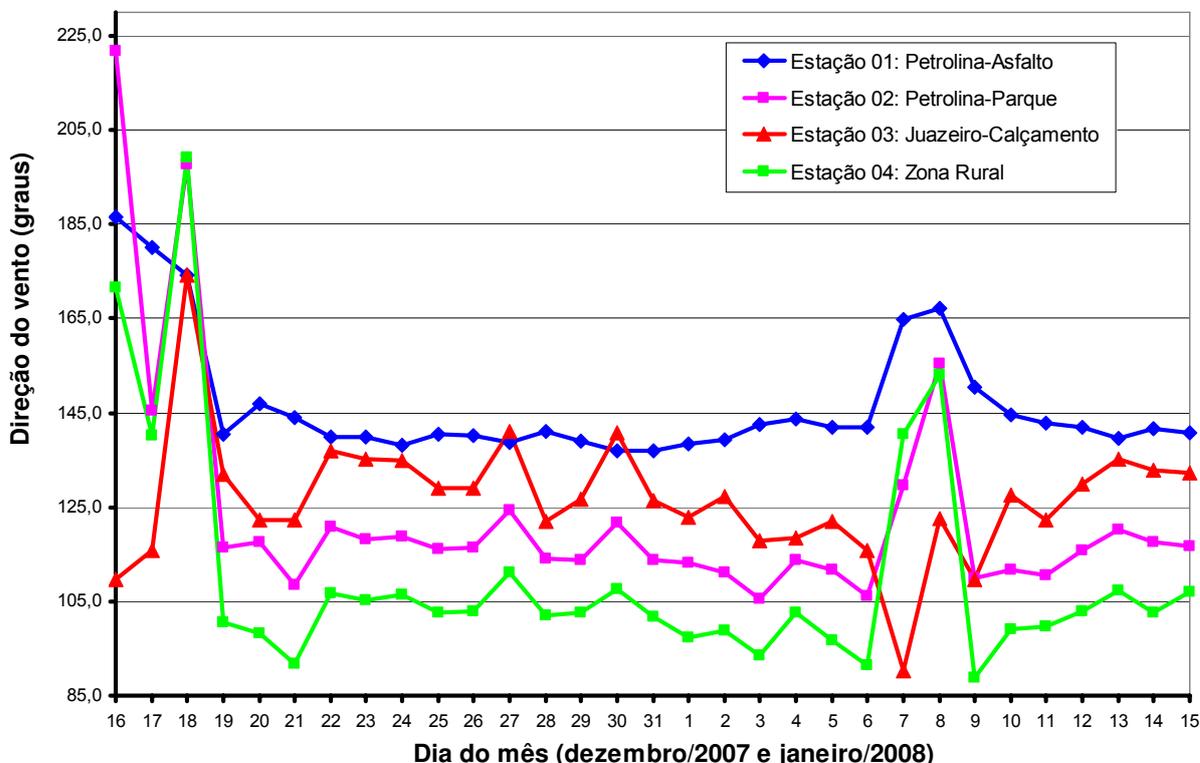
Os estudos de campo estão representados pela figura a seguir.



**Figura 42:** Direção predominante do vento nas áreas de asfalto, parque, calçamento e zona rural durante o período de inverno.

## b) VERÃO

Os estudos de campo estão representados pela figura a seguir.



**Figura 43:** Direção predominante do vento nas áreas de asfalto, parque, calçamento e zona rural durante o período de verão.

Ao analisar os resultados obtidos durante o verão, verificou-se que a direção preferencial dos ventos na zona rural foi sudoeste, entre 100 e 115 graus. A área urbana apresentou variações entre 125 e 155 graus também com direção sudeste predominante.

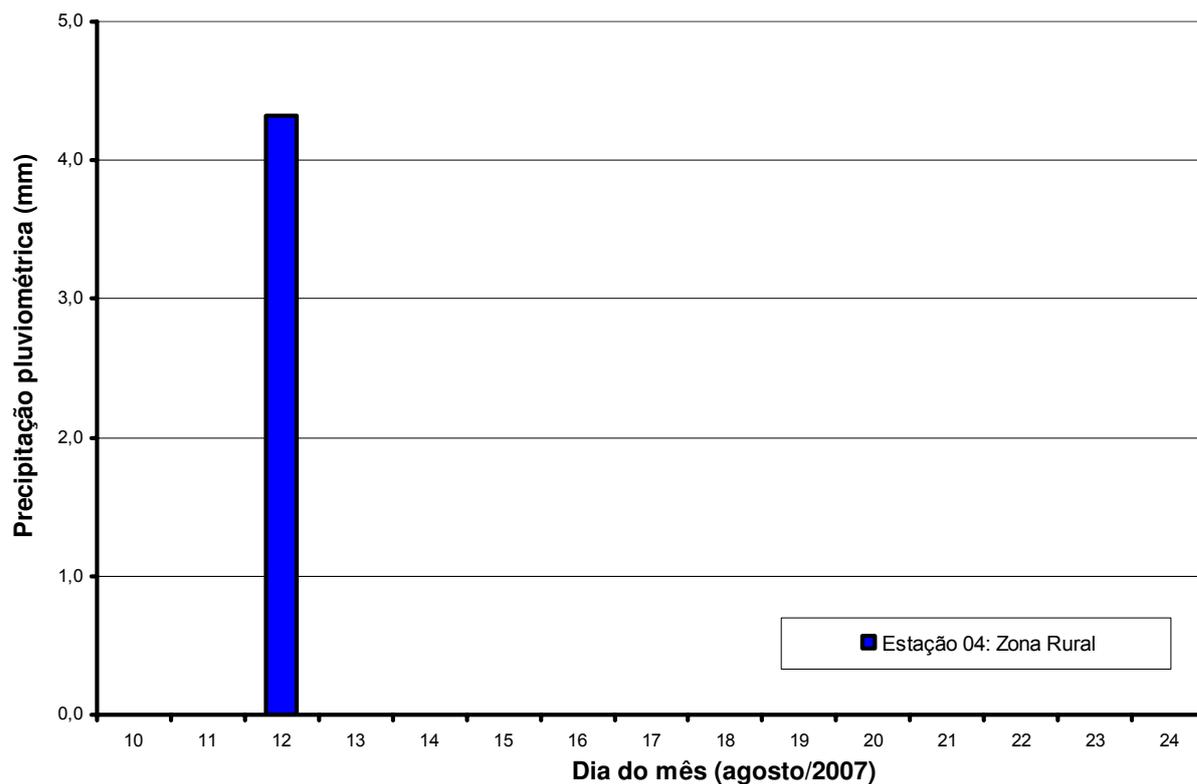
Durante o verão, os três primeiros dias apresentaram significativas oscilações, como se pode constatar no gráfico da Figura 43. Contudo, a partir do dia 19/12/2007, observa-se um comportamento sem tantas variações significativas, com predominância da direção sudeste entre 90 e 145 graus.

Petrolina e Juazeiro têm características de planícies e não possuem concentração de construções verticais significativas. Por conseguinte, a principal característica urbana que afeta a velocidade e direção dos ventos são as ruas estreitas e o alto adensamento urbano.

## 4.6 – PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA

A precipitação pluviométrica registrada no período da pesquisa é apresentada graficamente através das figuras a seguir.

### a) INVERNO

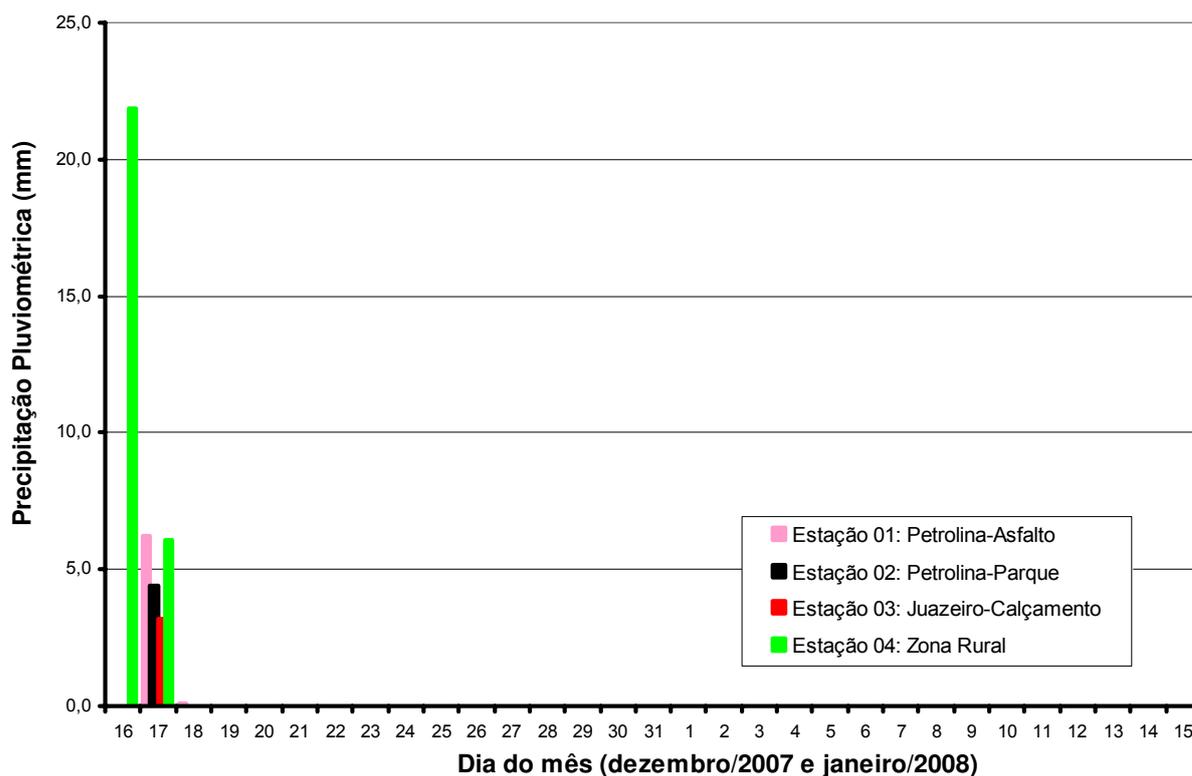


**Figura 44:** Precipitação pluviométrica na área rural durante o período de inverno.

Durante o período de inverno a precipitação pluviométrica foi medida na estação rural. Os registros mostram a ocorrência de chuvas durante apenas um dia da pesquisa. A precipitação observada foi de 4,3 mm no dia 12/08/2007.

### b) VERÃO

Durante o período de verão, foram instalados pluviômetros em todas as áreas pesquisadas. Os registros mostram a ocorrência de chuvas nos dias 16 e 17/12/2007. O valor máximo registrado foi de 21,8mm, observado na estação rural.



**Figura 45:** Precipitação pluviométrica nas áreas de asfalto, parque, calçamento e zona rural durante o período de verão.

Durante o período de verão a precipitação pluviométrica foi medida em todas as áreas estudadas. Os registros mostram a ocorrência de chuvas durante apenas dois dias da pesquisa. No dia 16/12 choveu apenas na área rural enquanto que no dia 17/12 foi observada precipitação nas áreas de asfalto, calçamento, parque e também na zona rural. A precipitação máxima observada foi de 21,8mm no dia 16/12/2007 na área rural. Ressalte-se que ocorrência de precipitação em área permeável conforme observado nas duas campanhas experimentais faz com que a posterior radiação incidente no local seja utilizada primeiramente no processo de evaporação da água armazenada no solo para posterior aquecimento da superfície.

#### 4.7 – AVALIAÇÃO TÉRMICA DO AMBIENTE

Para avaliar termicamente a área estudada, foi calculado o índice de desconforto térmico de Thom (IDT) para cada período da pesquisa. Foram utilizados os resultados de temperatura do ar ( $T_a$ ) e umidade relativa do ar (UR) obtidos nos experimentos de campo, bem como, fórmulas, classificações e metodologias já descritas nesse trabalho. O dia foi subdividido em intervalos horários, de modo a

avaliar o conforto térmico do ambiente separadamente em diversos períodos. As tabelas que seguem apresentam para o IDT por faixa horária na sequência são apresentados comentários acerca da avaliação térmica obtida para o ambiente.

### a) INVERNO

As tabelas seguintes apresentam os resultados médios obtidos nesse período em intervalos horários para cada área estudada.

**Tabela 27:** Avaliação térmica da área de asfalto durante o período de inverno.

Índice de Desconforto de Thom na área com asfalto (inverno)															
FAIXA HORÁRIA \ DATA	DATA														
	10/08/2007	11/08/2007	12/08/2007	13/08/2007	14/08/2007	15/08/2007	16/08/2007	17/08/2007	18/08/2007	19/08/2007	20/08/2007	21/08/2007	22/08/2007	23/08/2007	24/08/2007
00:00h–01:00h	19,5	21,1	20,9	19,8	19,8	19,2	19,2	19,3	19,1	19,8	20,9	21,1	21,2	20,9	20,9
01:00h–02:00h	19,5	20,8	20,6	19,4	19,4	19,1	18,9	19,1	18,6	19,2	20,6	20,6	20,7	20,4	20,6
02:00h–03:00h	19,2	20,6	20,2	19,1	19,1	18,9	18,6	19,0	18,0	18,6	20,1	20,1	20,0	19,9	20,5
03:00h–04:00h	18,8	20,4	19,9	19,2	18,8	18,8	18,6	19,1	17,6	18,2	19,7	19,9	19,5	19,6	20,3
04:00h–05:00h	18,8	20,2	19,5	18,5	18,5	18,3	18,4	19,4	17,3	17,8	19,4	19,9	18,9	19,2	19,9
05:00h–06:00h	18,7	20,1	19,2	18,8	18,5	18,3	18,2	19,3	17,1	17,5	19,0	19,9	18,5	19,0	19,6
06:00h–07:00h	19,0	20,1	19,1	19,3	18,8	18,6	18,3	19,4	17,3	17,4	19,0	20,0	18,5	19,1	19,7
07:00h–08:00h	20,4	20,5	19,6	20,1	19,6	19,2	19,2	19,7	18,4	19,2	20,1	20,4	19,6	20,3	19,8
08:00h–09:00h	21,2	20,9	20,2	20,5	21,0	20,1	19,8	20,3	20,3	20,6	20,6	20,9	20,6	21,4	20,2
09:00h–10:00h	22,2	21,9	21,4	21,1	22,0	20,7	20,4	21,3	21,4	21,4	21,1	21,3	21,3	22,0	21,8
10:00h–11:00h	22,9	22,9	22,6	21,9	22,6	21,4	21,0	21,8	22,4	22,3	22,1	22,2	22,3	22,7	22,4
11:00h–12:00h	23,4	23,4	23,0	22,8	23,2	22,1	21,9	22,4	22,9	22,8	22,9	23,1	23,0	23,4	23,4
12:00h–13:00h	24,1	24,0	23,7	23,3	23,6	22,5	22,7	22,9	23,5	23,5	23,6	24,1	23,6	24,0	24,0
13:00h–14:00h	24,4	24,4	24,0	23,6	24,0	22,8	23,4	23,4	23,7	23,8	23,6	24,7	24,0	24,4	24,4
14:00h–15:00h	24,6	24,7	24,0	23,7	24,1	22,7	23,8	23,6	23,8	24,0	24,2	25,1	24,3	24,6	24,8
15:00h–16:00h	24,3	24,8	24,0	23,5	24,0	22,6	23,9	23,5	23,6	24,0	24,1	25,2	24,3	24,5	24,8
16:00h–17:00h	23,8	24,3	23,7	23,0	23,6	22,7	23,4	23,1	23,3	23,8	23,8	24,8	24,0	24,3	24,6
17:00h–18:00h	23,6	23,8	22,7	22,2	23,1	22,3	23,0	22,7	22,9	23,5	23,5	24,2	23,7	23,8	24,1
18:00h–19:00h	23,2	23,2	22,4	21,9	22,4	21,8	22,5	22,1	22,3	23,0	23,1	23,7	23,2	23,3	23,8
19:00h–20:00h	22,8	22,8	22,0	21,4	21,8	21,3	21,6	21,4	21,8	22,7	22,7	23,1	22,8	22,7	23,1
20:00h–21:00h	22,5	22,4	21,4	21,1	21,2	20,9	20,9	21,1	21,5	22,2	22,4	22,6	22,6	22,7	22,4
21:00h–22:00h	22,0	22,2	20,7	20,8	20,6	20,5	20,4	20,7	21,3	21,7	21,8	22,3	22,4	22,2	21,7
22:00h–23:00h	21,7	22,0	20,3	20,6	20,1	20,1	19,9	20,2	20,9	21,6	21,5	22,0	21,7	21,7	21,3
23:00h–24:00h	21,3	21,4	20,0	20,2	19,6	19,6	19,6	19,7	20,4	21,5	21,4	21,8	21,3	21,1	20,9
<b>MÉDIA</b>	<b>21,7</b>	<b>22,2</b>	<b>21,5</b>	<b>21,1</b>	<b>21,2</b>	<b>20,6</b>	<b>20,7</b>	<b>21,0</b>	<b>20,8</b>	<b>21,3</b>	<b>21,7</b>	<b>22,2</b>	<b>21,8</b>	<b>22,0</b>	<b>22,0</b>
<b>VALOR MÁXIMO</b>	<b>24,6</b>	<b>24,8</b>	<b>24,0</b>	<b>23,7</b>	<b>24,1</b>	<b>22,8</b>	<b>23,9</b>	<b>23,6</b>	<b>23,8</b>	<b>24,0</b>	<b>24,2</b>	<b>25,2</b>	<b>24,3</b>	<b>24,6</b>	<b>24,8</b>

A Tabela 27 mostra que os resultados obtidos para o IDT durante o período de inverno na área com asfalto indicaram uma condição variando de *confortável* (entre 15 e 19,9°C) a *conforto parcial* (entre 20,0 e 26,4°C). O maior registro observado foi 25,2°C ocorrido entre 15 e 16 horas do dia 21/08/2007. Os valores em destaque na tabela evidenciam o IDT máximo para cada dia pesquisado.

**Tabela 28:** Avaliação térmica da área de parque durante o período de inverno.

Índice de Desconforto de Thom na área do parque (inverno)															
DATA FAIXA HORÁRIA	10/08/2007	11/08/2007	12/08/2007	13/08/2007	14/08/2007	15/08/2007	16/08/2007	17/08/2007	18/08/2007	19/08/2007	20/08/2007	21/08/2007	22/08/2007	23/08/2007	24/08/2007
00:00h–01:00h	19,2	21,0	20,7	19,5	19,7	18,9	19,1	19,2	18,9	19,7	20,7	20,9	21,1	20,8	20,8
01:00h–02:00h	19,2	20,8	20,4	19,2	19,3	18,8	18,7	18,9	18,3	19,0	20,4	20,4	20,5	20,3	20,5
02:00h–03:00h	19,0	20,6	19,9	19,0	19,0	18,7	18,3	18,5	17,7	18,4	19,9	20,0	19,8	19,8	20,4
03:00h–04:00h	18,5	20,4	19,6	19,1	18,6	18,7	18,4	18,7	17,2	17,9	19,5	19,9	19,2	19,4	20,2
04:00h–05:00h	18,4	20,1	19,0	18,3	18,2	18,0	18,3	19,2	16,8	17,4	19,1	19,9	18,6	18,8	19,9
05:00h–06:00h	18,4	20,0	18,9	18,6	18,2	17,9	18,0	19,1	16,6	16,8	18,7	19,9	18,3	18,5	19,5
06:00h–07:00h	18,7	20,2	19,0	19,3	18,7	18,4	18,2	19,4	17,4	17,4	19,1	20,0	18,5	19,1	19,7
07:00h–08:00h	20,5	20,7	19,6	20,1	19,7	19,1	19,1	19,8	18,6	19,3	20,0	20,4	19,6	20,5	19,7
08:00h–09:00h	21,4	21,1	20,3	20,5	21,0	20,1	19,8	20,6	20,2	20,6	20,6	20,9	20,5	21,3	20,2
09:00h–10:00h	22,4	22,0	21,6	21,2	22,1	20,8	20,5	21,1	21,6	21,7	21,2	21,5	21,4	22,2	21,9
10:00h–11:00h	22,9	23,1	22,8	22,0	22,7	21,4	21,3	21,9	22,3	22,5	22,2	22,4	22,2	22,7	22,7
11:00h–12:00h	23,5	23,5	23,2	22,7	23,2	22,1	22,1	22,4	22,9	23,0	22,8	23,4	23,1	23,4	23,4
12:00h–13:00h	24,0	24,0	23,7	23,3	23,5	22,5	22,9	22,8	23,4	23,5	23,6	24,2	23,6	23,9	23,9
13:00h–14:00h	24,2	24,5	23,9	23,5	23,8	22,7	23,4	23,2	23,7	23,8	23,7	24,7	23,9	24,2	24,5
14:00h–15:00h	24,4	24,7	23,9	23,5	24,0	22,7	23,8	23,3	23,7	24,0	23,9	25,1	24,1	24,3	24,7
15:00h–16:00h	24,0	24,7	24,0	23,3	23,7	22,6	23,8	23,3	23,6	24,0	23,9	25,1	24,2	24,5	24,7
16:00h–17:00h	23,8	24,3	23,7	22,8	23,5	22,7	23,4	23,0	23,3	23,9	23,8	24,7	24,0	24,2	24,6
17:00h–18:00h	23,4	23,7	22,6	22,1	22,9	22,1	22,9	22,5	22,7	23,3	23,3	24,0	23,5	23,6	24,0
18:00h–19:00h	22,9	22,9	22,1	21,6	22,1	21,6	22,3	21,8	21,9	22,6	22,7	23,3	22,9	22,9	23,6
19:00h–20:00h	22,6	22,5	21,8	21,3	21,5	21,1	21,5	21,1	21,5	22,4	22,3	22,9	22,5	22,4	23,0
20:00h–21:00h	22,3	22,0	21,2	21,0	20,9	20,8	20,8	20,9	21,3	21,8	22,1	22,4	22,3	22,5	22,3
21:00h–22:00h	21,8	21,9	20,4	20,7	20,4	20,4	20,3	20,5	21,1	21,3	21,2	22,2	22,3	22,0	21,7
22:00h–23:00h	21,5	21,7	20,0	20,5	19,9	20,1	19,8	20,2	20,7	21,4	21,3	22,0	21,7	21,4	21,3
23:00h–24:00h	21,2	21,3	19,5	20,1	19,4	19,4	19,5	19,6	20,2	21,3	21,2	21,7	21,2	21,0	20,8
<b>MÉDIA</b>	<b>21,6</b>	<b>22,1</b>	<b>21,3</b>	<b>21,0</b>	<b>21,1</b>	<b>20,5</b>	<b>20,7</b>	<b>20,9</b>	<b>20,6</b>	<b>21,1</b>	<b>21,6</b>	<b>22,2</b>	<b>21,6</b>	<b>21,8</b>	<b>22,0</b>
<b>VALOR MÁXIMO</b>	<b>24,4</b>	<b>24,7</b>	<b>24,0</b>	<b>23,5</b>	<b>24,0</b>	<b>22,7</b>	<b>23,8</b>	<b>23,3</b>	<b>23,7</b>	<b>24,0</b>	<b>23,9</b>	<b>25,1</b>	<b>24,2</b>	<b>24,5</b>	<b>24,7</b>

A Tabela 28 mostra que os resultados obtidos para o IDT durante o período de inverno na área do parque indicaram uma condição variando de *confortável* (entre 15

e 19,9°C) a *conforto parcial* (entre 20,0 e 26,4°C). O maior registro observado foi 25,1°C ocorrido entre 14 e 16 horas do dia 21/08/2007.

**Tabela 29:** Avaliação térmica da área de calçamento durante o período de inverno.

Índice de Desconforto de Thom na área de calçamento (inverno)															
FAIXA HORÁRIA	DATA														
	10/08/2007	11/08/2007	12/08/2007	13/08/2007	14/08/2007	15/08/2007	16/08/2007	17/08/2007	18/08/2007	19/08/2007	20/08/2007	21/08/2007	22/08/2007	23/08/2007	24/08/2007
00:00h–01:00h	19,8	21,3	21,2	20,0	19,9	19,1	19,4	19,5	19,3	20,0	21,2	21,3	21,4	21,1	21,1
01:00h–02:00h	19,5	21,0	20,9	19,6	19,6	19,0	19,0	19,3	18,6	19,4	20,8	20,8	20,8	20,6	20,8
02:00h–03:00h	19,4	20,8	20,5	19,3	19,3	18,9	18,9	19,2	18,1	18,9	20,4	20,3	20,1	20,1	20,7
03:00h–04:00h	19,1	20,7	20,1	19,3	18,9	18,8	18,7	19,2	17,6	18,4	19,9	20,1	19,6	19,8	20,4
04:00h–05:00h	19,1	20,5	19,6	18,7	18,6	18,3	18,5	19,5	17,2	18,0	19,5	20,1	19,2	19,4	20,1
05:00h–06:00h	18,9	20,3	19,5	18,9	18,8	18,3	18,2	19,6	16,9	17,8	19,2	20,1	18,6	19,0	19,8
06:00h–07:00h	19,3	20,2	19,2	19,5	19,0	18,6	18,4	19,6	17,1	18,1	19,2	20,2	18,9	19,4	20,0
07:00h–08:00h	20,5	20,8	19,9	20,4	19,7	19,5	19,3	20,0	18,1	19,5	20,3	20,6	20,0	20,4	20,1
08:00h–09:00h	21,6	21,4	20,6	20,9	21,0	20,4	20,0	20,8	20,1	20,9	20,9	21,1	20,9	21,7	20,9
09:00h–10:00h	22,6	22,4	22,0	21,3	22,2	21,0	20,6	21,7	21,5	21,8	21,5	21,7	21,8	22,4	22,4
10:00h–11:00h	23,3	23,0	23,1	22,5	23,1	21,7	21,2	22,3	22,6	22,9	22,6	22,7	22,9	23,2	23,1
11:00h–12:00h	23,9	23,7	23,7	23,2	23,4	22,4	22,4	23,2	23,4	23,5	23,4	23,7	23,5	23,9	23,9
12:00h–13:00h	24,5	24,3	24,4	23,9	24,0	22,9	23,6	23,6	24,0	24,1	23,8	24,6	24,2	24,5	24,4
13:00h–14:00h	24,8	24,7	24,5	24,1	24,4	23,2	24,1	23,9	24,3	24,5	24,4	25,3	24,5	24,9	24,8
14:00h–15:00h	24,8	24,9	24,4	24,0	24,3	23,1	24,1	24,0	24,1	24,4	24,4	25,5	24,6	24,9	25,1
15:00h–16:00h	24,5	25,0	24,5	23,7	24,4	23,0	24,3	23,9	24,1	24,6	24,4	25,6	24,8	25,0	25,1
16:00h–17:00h	24,2	24,8	24,3	23,4	23,9	23,1	24,0	23,6	23,8	24,5	24,3	25,3	24,5	24,7	24,9
17:00h–18:00h	23,7	24,0	22,9	22,4	23,2	22,5	23,1	22,9	23,1	23,7	23,6	24,4	23,8	23,9	24,3
18:00h–19:00h	23,2	23,4	22,4	21,9	22,5	21,9	22,6	22,2	22,4	23,2	23,2	23,8	23,4	23,4	23,9
19:00h–20:00h	22,9	22,9	22,1	21,6	21,9	21,5	21,8	21,6	21,8	22,8	22,9	23,2	23,0	23,0	23,2
20:00h–21:00h	22,6	22,7	21,6	21,3	21,4	21,1	21,1	21,3	21,6	22,4	22,5	22,7	22,8	22,7	22,5
21:00h–22:00h	22,2	22,6	20,9	20,9	20,7	20,6	20,6	20,9	21,5	21,9	22,2	22,3	22,6	22,3	22,0
22:00h–23:00h	21,9	22,2	20,4	20,7	20,2	20,2	20,1	20,3	21,1	21,6	21,7	22,1	22,0	21,8	21,5
23:00h–24:00h	21,5	21,7	20,6	20,4	19,6	19,8	19,8	19,8	20,5	21,5	21,6	21,9	21,5	21,4	21,1
<b>MÉDIA</b>	<b>22,0</b>	<b>22,5</b>	<b>21,8</b>	<b>21,3</b>	<b>21,4</b>	<b>20,8</b>	<b>21,0</b>	<b>21,3</b>	<b>21,0</b>	<b>21,6</b>	<b>22,0</b>	<b>22,5</b>	<b>22,1</b>	<b>22,2</b>	<b>22,3</b>
<b>VALOR MÁXIMO</b>	<b>24,8</b>	<b>25,0</b>	<b>24,5</b>	<b>24,1</b>	<b>24,4</b>	<b>23,2</b>	<b>24,3</b>	<b>24,0</b>	<b>24,3</b>	<b>24,6</b>	<b>24,4</b>	<b>25,6</b>	<b>24,8</b>	<b>25,0</b>	<b>25,1</b>

A Tabela 29 mostra que os resultados obtidos para o IDT durante o período de inverno na área com calçamento indicaram uma condição variando de *confortável* (entre 15 e 19,9°C) a *conforto parcial* (entre 20,0 e 26,4°C). O maior registro observado foi 25,6°C ocorrido entre 15 e 16 horas do dia 21/08/2007. Os valores em destaque na tabela evidenciam o IDT máximo para cada dia pesquisado.

**Tabela 30:** Avaliação térmica da área rural durante o período de inverno.

Índice de Desconforto de Thom na área rural (inverno)															
FAIXA HORÁRIA \ DATA															
	10/08/2007	11/08/2007	12/08/2007	13/08/2007	14/08/2007	15/08/2007	16/08/2007	17/08/2007	18/08/2007	19/08/2007	20/08/2007	21/08/2007	22/08/2007	23/08/2007	24/08/2007
00:00h–01:00h	17,9	21,0	20,4	18,5	19,5	18,4	19,0	18,9	18,8	19,6	20,7	20,7	21,1	21,0	20,7
01:00h–02:00h	17,7	20,8	19,9	19,0	19,2	18,2	18,5	18,6	18,1	19,0	20,2	20,3	20,4	20,4	20,4
02:00h–03:00h	18,0	20,5	19,4	19,0	18,9	18,6	18,0	18,3	17,3	18,3	19,7	19,9	19,7	20,0	20,3
03:00h–04:00h	18,2	20,3	18,6	19,0	18,4	18,6	18,0	18,1	16,2	17,2	19,1	19,9	19,0	19,6	20,2
04:00h–05:00h	18,0	19,9	17,6	18,2	17,8	17,8	18,0	18,9	15,1	16,6	18,6	19,8	18,1	19,6	19,8
05:00h–06:00h	17,7	19,5	17,8	18,1	17,4	16,9	17,6	18,9	14,7	16,1	18,4	19,8	17,2	19,5	19,4
06:00h–07:00h	18,0	20,0	18,7	18,7	17,6	18,1	18,0	19,3	15,9	17,0	18,8	19,9	18,1	19,7	19,6
07:00h–08:00h	20,3	20,6	19,3	20,0	19,6	19,0	19,0	19,8	18,9	19,2	19,8	20,4	19,7	20,4	20,0
08:00h–09:00h	21,5	21,1	19,7	20,4	21,0	19,8	19,8	20,6	20,4	20,6	20,5	20,9	20,6	21,3	19,9
09:00h–10:00h	22,4	21,9	21,1	21,3	22,2	20,9	20,5	21,4	21,5	21,6	21,1	21,5	21,1	22,3	21,8
10:00h–11:00h	23,0	23,1	22,6	22,0	22,8	21,5	21,4	22,1	22,5	22,4	22,4	22,4	22,3	22,8	22,5
11:00h–12:00h	23,5	23,4	23,3	22,8	23,2	22,3	22,1	22,5	23,0	22,9	22,7	23,1	22,8	23,4	23,5
12:00h–13:00h	24,0	23,8	23,8	23,4	23,6	22,6	22,8	23,0	23,3	23,2	23,3	24,0	23,4	23,9	24,0
13:00h–14:00h	24,2	24,4	24,1	23,6	23,8	22,9	23,4	23,2	23,7	23,7	23,6	24,6	23,8	24,2	24,3
14:00h–15:00h	24,3	24,4	24,0	23,6	23,9	22,9	23,8	23,4	23,6	23,8	23,9	24,9	24,0	24,3	24,8
15:00h–16:00h	24,1	24,6	24,0	23,4	23,8	22,8	23,9	23,3	23,6	23,9	23,9	25,0	24,1	24,4	24,7
16:00h–17:00h	23,7	24,3	23,7	23,0	23,5	22,7	23,6	23,0	23,3	23,8	23,8	24,7	24,0	24,2	24,5
17:00h–18:00h	23,3	23,7	22,6	22,0	23,0	22,1	22,9	22,4	22,6	23,2	23,3	24,0	23,6	23,6	24,0
18:00h–19:00h	22,8	22,8	22,0	21,6	22,2	21,5	22,3	21,9	21,9	22,3	22,5	23,3	23,0	22,9	23,6
19:00h–20:00h	22,5	22,4	21,6	21,1	21,6	21,0	21,5	21,2	21,4	22,2	22,1	22,9	22,7	22,5	23,0
20:00h–21:00h	22,1	21,9	21,1	20,9	21,1	20,7	20,8	20,8	21,2	21,9	21,6	22,4	22,7	22,5	22,3
21:00h–22:00h	21,8	21,8	20,3	20,5	20,4	20,3	20,3	20,5	21,1	21,3	21,2	22,1	22,4	22,0	21,6
22:00h–23:00h	21,4	21,6	19,8	20,2	19,9	20,0	19,7	20,1	20,7	21,4	21,3	21,9	21,9	21,4	21,1
23:00h–24:00h	21,1	21,4	19,2	20,0	19,3	19,5	19,4	19,4	20,1	21,3	21,0	21,5	21,4	21,0	20,6
<b>MÉDIA</b>	<b>21,3</b>	<b>22,0</b>	<b>21,0</b>	<b>20,8</b>	<b>21,0</b>	<b>20,4</b>	<b>20,6</b>	<b>20,8</b>	<b>20,4</b>	<b>20,9</b>	<b>21,4</b>	<b>22,1</b>	<b>21,5</b>	<b>22,0</b>	<b>21,9</b>
<b>VALOR MÁXIMO</b>	<b>24,3</b>	<b>24,6</b>	<b>24,1</b>	<b>23,6</b>	<b>23,9</b>	<b>22,9</b>	<b>23,9</b>	<b>23,4</b>	<b>23,7</b>	<b>23,9</b>	<b>23,9</b>	<b>25,0</b>	<b>24,1</b>	<b>24,4</b>	<b>24,8</b>

A Tabela 30 mostra que os resultados obtidos para o IDT durante o período de inverno na área rural indicaram uma condição *desconfortável para o frio* (menor que 14,9°C) no dia 18/08/2007, entre 5 e 6 horas da manhã. Os demais resultados indicaram uma condição variando de *confortável* (entre 15 e 19,9°C) a *conforto parcial* (entre 20,0 e 26,4°C). O maior registro observado foi 25,0°C ocorrido entre 15 e 16 horas do dia 21/08/2007. Os valores em destaque na tabela evidenciam o IDT máximo para cada dia pesquisado.

## b) VERÃO

As tabelas seguintes apresentam os resultados obtidos nesse período para cada área estudada.

Tabela 31: Avaliação térmica da área de asfalto durante o período de verão.

Índice de Desconforto de Thom na área com asfalto (verão)																															
DATA FAIXA HORÁRIA	16/12/07	17/12/07	18/12/07	19/12/07	20/12/07	21/12/07	22/12/07	23/12/07	24/12/07	25/12/07	26/12/07	27/12/07	28/12/07	29/12/07	30/12/07	31/12/07	01/01/08	02/01/08	03/01/08	04/01/08	05/01/08	06/01/08	07/01/08	08/01/08	09/01/08	10/01/08	11/01/08	12/01/08	13/01/08	14/01/08	15/01/08
00:00h–01:00h	24,7	24,5	23,5	24,0	24,4	25,0	24,6	24,1	23,3	22,8	23,3	23,1	23,5	22,7	23,5	23,1	23,8	23,3	23,3	22,9	24,0	23,4	24,2	24,5	25,3	23,6	22,2	23,8	23,7	23,4	22,9
01:00h–02:00h	23,8	24,1	23,2	23,8	24,0	24,8	24,3	23,7	22,5	22,5	22,8	22,5	23,0	22,3	23,0	23,1	23,6	22,8	22,8	22,7	23,6	23,2	24,1	24,6	25,0	23,0	22,1	23,4	23,3	22,9	22,5
02:00h–03:00h	23,9	23,4	23,2	23,8	23,6	24,3	23,7	23,2	21,9	22,1	22,3	21,8	22,8	21,7	22,5	23,2	23,2	22,2	22,3	22,5	23,3	22,9	23,9	24,5	24,4	22,5	22,0	22,9	22,7	22,2	22,0
03:00h–04:00h	24,2	23,1	23,0	23,6	23,1	23,8	23,3	22,8	21,6	21,7	22,0	21,3	22,6	21,4	22,0	23,0	22,8	21,6	21,9	22,2	23,1	22,7	23,5	24,2	23,7	21,9	21,7	22,5	22,2	21,7	21,6
04:00h–05:00h	24,2	22,9	23,1	23,3	22,6	23,3	22,8	22,4	21,2	21,3	22,0	21,0	22,5	21,1	21,5	22,6	22,4	21,3	21,5	21,7	23,0	22,2	23,0	24,2	23,5	21,4	21,3	22,3	21,9	21,3	21,2
05:00h–06:00h	24,2	22,9	23,1	23,1	22,3	22,9	22,4	22,1	20,8	21,1	22,2	20,8	22,4	21,0	21,4	22,2	22,5	21,2	21,5	21,4	23,0	21,8	22,4	23,8	23,2	21,3	20,9	22,3	21,8	21,2	21,1
06:00h–07:00h	24,6	23,4	23,5	23,8	22,8	23,2	22,7	22,4	21,1	21,9	22,4	21,3	22,9	21,8	21,6	22,2	22,7	22,0	21,8	21,5	23,1	22,4	22,7	24,3	23,3	21,5	21,1	22,4	22,0	21,6	21,4
07:00h–08:00h	25,2	24,8	24,5	24,5	23,6	24,1	23,4	22,7	22,2	22,8	23,0	21,8	23,6	22,6	21,9	22,8	23,0	22,4	22,1	22,2	23,7	23,1	23,1	25,4	23,6	22,1	22,2	22,9	22,7	22,0	22,1
08:00h–09:00h	26,1	25,1	25,4	25,2	25,0	25,1	24,1	23,3	23,3	23,6	23,4	22,6	24,3	23,5	22,6	23,7	23,5	23,1	22,5	23,4	24,3	23,7	24,1	25,6	24,4	23,0	23,0	23,8	23,6	23,0	23,0
09:00h–10:00h	26,6	26,1	25,4	26,1	25,8	25,7	25,1	23,7	24,2	24,1	24,0	23,5	24,7	24,4	23,2	24,4	24,2	23,9	23,0	24,3	24,6	24,5	25,4	26,1	25,3	23,7	23,8	24,2	24,3	23,8	23,6
10:00h–11:00h	27,0	26,4	25,7	26,7	26,4	26,3	25,8	24,0	24,8	24,6	24,5	23,9	24,9	25,1	24,0	25,0	24,8	24,7	23,8	25,1	24,9	25,2	26,1	26,6	25,9	24,2	24,6	24,8	24,8	24,6	24,3
11:00h–12:00h	27,3	26,6	26,0	27,1	26,7	26,8	26,3	24,5	25,2	25,1	25,2	24,6	25,5	25,7	24,5	25,5	25,4	25,0	24,4	25,4	25,4	26,0	26,6	27,2	26,1	24,7	25,2	25,4	25,3	25,3	24,9
12:00h–13:00h	25,1	27,0	26,5	27,5	27,0	27,0	26,6	25,0	25,6	25,6	25,5	25,1	25,9	26,0	25,1	26,2	25,8	25,6	25,0	25,8	26,0	26,6	26,7	27,5	26,4	25,3	25,8	26,1	25,6	25,9	25,6
13:00h–14:00h	26,1	27,6	27,0	27,7	27,5	27,5	26,9	25,6	26,1	25,8	25,8	25,3	26,4	26,2	25,7	26,2	25,8	25,9	25,5	26,4	26,4	27,2	27,0	27,5	26,8	26,0	26,1	26,3	26,0	26,3	26,0
14:00h–15:00h	27,0	27,6	26,9	27,7	27,8	27,6	27,2	25,9	26,4	26,1	26,2	25,7	26,5	26,4	25,9	26,5	26,1	26,0	25,8	26,6	26,6	27,5	27,4	28,0	27,1	26,2	26,6	26,7	26,5	26,7	26,2
15:00h–16:00h	27,0	27,2	26,7	27,4	27,5	27,4	26,9	25,8	26,3	25,9	26,0	25,6	26,2	26,3	25,9	26,5	25,9	26,0	25,7	26,5	26,5	27,3	27,0	27,7	27,1	26,0	26,4	26,7	26,4	26,6	26,3
16:00h–17:00h	26,6	26,8	26,5	27,1	27,2	27,2	26,6	25,9	26,0	25,8	25,8	25,5	25,9	26,2	25,7	26,3	25,8	25,8	25,5	26,2	26,4	27,1	27,0	27,4	26,6	25,6	25,9	26,4	26,3	26,3	26,1
17:00h–18:00h	26,5	26,7	26,3	26,8	26,9	26,9	26,2	25,7	25,7	25,9	25,6	25,4	25,9	26,0	25,6	26,1	25,5	25,6	25,1	26,2	26,2	27,0	26,6	27,4	26,2	25,3	25,5	26,1	26,0	26,0	25,8
18:00h–19:00h	26,2	25,1	26,1	26,5	26,4	26,3	26,0	25,4	25,3	25,5	25,3	25,0	25,4	25,7	25,2	25,7	25,1	25,2	24,7	25,9	25,9	26,5	26,1	26,9	25,8	24,9	24,9	25,6	25,4	25,5	25,6
19:00h–20:00h	25,8	23,5	25,8	26,0	25,7	25,7	25,7	25,0	24,9	25,4	24,8	24,7	24,9	25,3	24,8	25,3	24,8	24,8	24,1	25,6	25,5	26,1	25,6	26,2	25,2	24,4	24,4	25,2	24,9	25,2	25,3
20:00h–21:00h	25,0	23,8	25,7	25,7	25,4	25,5	25,3	24,6	24,5	25,2	24,5	24,3	24,5	25,0	24,5	24,9	24,6	24,5	23,7	25,4	25,2	25,7	25,3	26,1	24,9	24,0	24,1	24,7	24,6	25,0	25,0
21:00h–22:00h	24,5	23,8	25,4	25,4	25,3	25,3	24,9	24,1	24,1	24,7	24,3	23,9	24,2	24,7	24,2	24,5	24,3	24,1	23,4	25,4	24,8	25,4	24,9	25,8	24,6	23,5	23,9	24,3	24,2	24,8	24,7
22:00h–23:00h	24,6	23,6	24,6	25,1	25,0	25,1	24,6	23,8	23,6	24,2	23,8	23,7	23,6	24,3	23,8	24,0	23,7	23,7	23,0	25,1	24,3	24,9	24,6	25,4	24,3	23,1	23,5	23,9	23,8	24,3	24,3
23:00h–24:00h	24,7	23,7	24,3	24,7	24,7	24,8	24,2	23,7	23,3	23,7	23,5	23,8	23,2	23,8	23,4	23,8	23,4	23,3	22,9	24,6	23,8	24,5	24,1	25,4	24,1	23,0	23,3	23,7	23,5	23,5	24,0
MÉDIA	25,4	25,0	25,0	25,5	25,3	25,5	25,0	24,1	23,9	24,1	24,1	23,6	24,4	24,1	23,8	24,5	24,3	23,9	23,6	24,4	24,7	24,9	25,1	25,9	25,1	23,8	23,8	24,4	24,2	24,1	24,0
VALOR MÁXIMO	27,3	27,6	27,0	27,7	27,8	27,6	27,2	25,9	26,4	26,1	26,2	25,7	26,5	26,4	25,9	26,5	26,1	26,0	25,8	26,6	26,6	27,5	27,4	28,0	27,1	26,2	26,6	26,7	26,5	26,7	26,3

Tabela 32: Avaliação térmica da área de parque durante o período de verão.

Índice de Desconforto de Thom na área do parque (verão)																																
DATA																																
FAIXA HORÁRIA	16/12/07	17/12/07	18/12/07	19/12/07	20/12/07	21/12/07	22/12/07	23/12/07	24/12/07	25/12/07	26/12/07	27/12/07	28/12/07	29/12/07	30/12/07	31/12/07	01/01/08	02/01/08	03/01/08	04/01/08	05/01/08	06/01/08	07/01/08	08/01/08	09/01/08	10/01/08	11/01/08	12/01/08	13/01/08	14/01/08	15/01/08	
00:00h–01:00h	23,7	23,9	22,8	23,3	24,0	24,6	24,1	23,7	22,9	22,4	22,9	22,7	23,1	22,3	23,1	22,8	23,4	22,9	22,9	22,6	23,6	23,0	23,8	24,2	25,0	23,2	21,8	23,4	23,3	23,0	22,5	
01:00h–02:00h	23,1	23,5	22,7	23,4	23,6	24,3	23,9	23,3	22,2	22,0	22,4	22,1	22,6	22,0	22,6	22,8	23,2	22,4	22,4	22,3	23,2	22,7	23,6	24,2	24,5	22,7	21,8	23,0	22,9	22,4	22,0	
02:00h–03:00h	23,2	22,7	22,6	23,1	23,1	23,9	23,3	22,7	21,5	21,7	22,0	21,4	22,4	21,3	22,1	22,8	22,8	21,7	21,9	22,2	23,0	22,4	23,4	23,9	23,9	22,0	21,6	22,5	22,3	21,8	21,6	
03:00h–04:00h	23,6	22,5	22,5	23,1	22,6	23,3	22,9	22,4	21,0	21,3	21,6	20,9	22,3	20,9	21,6	22,7	22,4	21,2	21,4	21,8	22,8	22,1	22,9	23,5	23,2	21,4	21,3	22,0	21,8	21,2	21,2	
04:00h–05:00h	23,6	22,3	22,5	22,8	22,1	22,8	22,3	21,9	20,6	20,9	21,7	20,5	22,2	20,4	21,2	22,2	22,0	20,8	21,1	21,2	22,7	21,6	22,5	23,3	23,0	21,0	20,7	21,9	21,5	20,8	20,8	
05:00h–06:00h	23,5	22,3	22,5	22,7	21,8	22,4	21,9	21,7	20,4	20,7	21,8	20,4	22,0	20,3	20,9	21,8	22,2	20,5	21,1	20,9	22,6	21,3	22,0	22,9	22,7	20,8	20,3	21,9	21,4	20,7	20,7	
06:00h–07:00h	24,1	23,0	23,0	23,4	22,3	22,8	22,3	22,1	20,7	21,6	22,1	21,0	22,5	21,4	21,3	22,0	22,4	21,4	21,5	21,2	22,8	22,0	22,2	23,8	22,9	21,1	20,8	22,1	21,6	21,1	21,0	
07:00h–08:00h	24,8	24,2	24,1	24,2	23,4	23,7	23,2	22,5	22,0	22,6	22,7	21,6	23,4	22,4	21,6	22,5	22,7	22,2	22,2	22,1	23,4	22,9	22,8	24,9	23,4	21,8	21,8	22,7	22,4	21,8	21,9	
08:00h–09:00h	25,6	24,7	24,7	24,8	24,5	24,6	23,9	23,1	23,0	23,2	23,2	22,5	24,1	23,3	22,5	23,5	23,4	23,0	22,3	23,2	24,1	23,6	23,8	25,5	24,1	22,6	22,7	23,4	23,6	24,1	23,7	23,6
09:00h–10:00h	26,2	25,8	24,9	25,7	25,4	25,4	24,8	23,6	23,7	24,0	23,7	23,5	24,7	24,2	23,1	24,1	24,2	23,9	22,8	24,1	24,4	24,4	25,0	25,9	25,1	23,4	23,6	24,1	24,1	23,7	23,6	
10:00h–11:00h	26,4	25,8	25,2	26,3	25,9	25,7	25,5	23,8	24,6	24,4	24,2	23,8	24,7	25,0	23,8	24,8	24,9	24,5	23,6	24,7	24,6	25,2	25,6	26,5	25,6	24,1	24,4	24,6	24,8	24,4	24,2	
11:00h–12:00h	26,6	26,1	25,7	26,6	26,2	26,0	26,0	24,3	25,1	25,0	24,8	24,4	25,4	25,5	24,6	25,3	25,4	25,0	24,2	25,1	25,2	25,8	26,2	27,0	25,8	24,6	25,1	25,3	25,1	25,0	24,8	
12:00h–13:00h	24,5	26,4	26,1	26,7	26,5	26,5	26,4	25,1	25,3	25,3	25,2	24,9	25,6	25,8	25,2	25,7	25,8	25,2	24,9	25,6	25,6	26,4	26,4	27,2	26,1	25,1	25,6	25,8	25,6	25,6	25,3	
13:00h–14:00h	25,4	26,9	26,8	27,0	26,9	26,7	26,5	25,4	25,6	25,5	25,3	25,1	25,9	25,9	25,4	25,9	25,7	25,5	25,1	26,0	26,3	26,8	26,7	27,2	26,4	25,6	25,8	26,1	25,9	25,9	25,7	
14:00h–15:00h	26,3	26,6	26,4	27,1	27,1	27,1	26,5	25,6	26,0	25,7	25,8	25,2	26,0	25,9	25,6	26,0	25,7	25,5	25,4	26,1	26,3	27,0	26,8	27,5	26,7	25,8	26,0	26,3	26,0	26,3	25,9	
15:00h–16:00h	26,5	26,4	26,1	27,0	27,0	27,0	26,4	25,8	25,9	25,6	25,6	25,3	26,0	26,1	25,6	26,1	25,5	25,6	25,4	26,2	26,2	27,0	26,7	27,4	26,7	25,7	26,0	26,3	26,1	26,2	25,7	
16:00h–17:00h	26,3	26,1	26,0	26,6	26,6	26,7	26,2	25,7	25,7	25,6	25,4	25,3	25,6	26,0	25,5	26,0	25,4	25,4	25,2	26,3	26,2	26,9	26,4	27,2	26,3	25,3	25,7	26,1	26,0	25,9	25,5	
17:00h–18:00h	26,0	25,8	25,6	26,0	26,2	26,2	25,7	25,3	25,2	25,4	25,1	24,9	25,4	25,6	25,1	25,6	25,1	25,0	24,7	25,8	25,8	26,5	26,0	26,7	25,7	24,8	25,1	25,6	25,5	25,5	25,3	
18:00h–19:00h	25,7	24,4	25,3	25,9	25,6	25,6	25,4	24,8	24,8	25,0	24,7	24,4	24,8	25,2	24,6	25,1	24,6	24,6	24,1	24,9	25,5	25,8	25,5	26,2	25,1	24,0	24,3	25,0	24,9	25,0	25,1	
19:00h–20:00h	25,4	22,9	25,2	25,6	25,1	25,0	25,1	24,5	24,4	24,9	24,3	23,9	24,3	24,8	24,3	24,8	24,3	24,1	23,6	24,3	25,1	25,4	24,8	25,6	24,6	23,6	23,8	24,6	24,4	24,7	24,9	
20:00h–21:00h	24,4	23,4	25,0	25,3	24,7	24,9	24,7	24,0	24,0	24,8	24,0	23,5	23,8	24,5	24,1	24,5	23,9	23,7	23,2	25,0	24,6	25,0	23,9	25,5	24,3	23,1	23,4	24,2	24,1	24,5	24,6	
21:00h–22:00h	23,9	23,3	24,8	25,0	24,7	24,8	24,4	23,7	23,6	24,3	23,7	23,2	23,7	24,3	23,7	24,0	23,7	23,2	22,9	25,1	24,3	24,7	23,8	25,2	24,0	22,9	23,2	23,8	23,6	24,4	24,2	
22:00h–23:00h	23,9	23,1	24,1	24,7	24,4	24,7	24,2	23,4	23,1	23,8	23,3	23,3	23,2	24,0	23,2	23,6	23,2	23,1	22,4	24,7	23,9	24,2	23,9	24,9	23,8	22,3	22,9	23,4	23,3	23,9	23,8	
23:00h–24:00h	24,0	23,2	23,8	24,3	24,4	24,3	23,8	23,2	22,8	23,3	23,1	23,3	22,8	23,5	23,0	23,3	23,1	23,0	22,5	24,2	23,5	23,9	23,5	24,9	23,6	22,6	22,8	23,3	23,1	23,1	23,6	
<b>MÉDIA</b>	<b>24,9</b>	<b>24,4</b>	<b>24,5</b>	<b>25,0</b>	<b>24,8</b>	<b>25,0</b>	<b>24,6</b>	<b>23,8</b>	<b>23,5</b>	<b>23,7</b>	<b>23,7</b>	<b>23,2</b>	<b>24,0</b>	<b>23,8</b>	<b>23,5</b>	<b>24,1</b>	<b>24,0</b>	<b>23,5</b>	<b>23,2</b>	<b>24,0</b>	<b>24,4</b>	<b>24,4</b>	<b>24,5</b>	<b>25,5</b>	<b>24,7</b>	<b>23,3</b>	<b>23,3</b>	<b>24,1</b>	<b>23,9</b>	<b>23,7</b>	<b>23,6</b>	
<b>VALOR MÁXIMO</b>	<b>26,6</b>	<b>26,9</b>	<b>26,8</b>	<b>27,1</b>	<b>27,1</b>	<b>27,1</b>	<b>26,5</b>	<b>25,8</b>	<b>26,0</b>	<b>25,7</b>	<b>25,8</b>	<b>25,3</b>	<b>26,0</b>	<b>26,1</b>	<b>25,6</b>	<b>26,1</b>	<b>25,8</b>	<b>25,6</b>	<b>25,4</b>	<b>26,3</b>	<b>26,3</b>	<b>27,0</b>	<b>26,8</b>	<b>27,5</b>	<b>26,7</b>	<b>25,8</b>	<b>26,0</b>	<b>26,3</b>	<b>26,1</b>	<b>26,3</b>	<b>25,9</b>	

Tabela 33: Avaliação térmica da área de calçamento durante o período de verão.

Índice de Desconforto de Thom na área com calçamento (verão)																															
DATA FAIXA HORÁRIA	16/12/07	17/12/07	18/12/07	19/12/07	20/12/07	21/12/07	22/12/07	23/12/07	24/12/07	25/12/07	26/12/07	27/12/07	28/12/07	29/12/07	30/12/07	31/12/07	01/01/08	02/01/08	03/01/08	04/01/08	05/01/08	06/01/08	07/01/08	08/01/08	09/01/08	10/01/08	11/01/08	12/01/08	13/01/08	14/01/08	15/01/08
00:00h–01:00h	24,1	24,1	23,1	23,7	24,2	24,7	24,5	23,8	23,1	22,7	23,0	22,9	23,3	22,6	23,2	23,0	23,7	23,2	23,1	22,9	23,9	23,3	24,1	24,3	25,2	23,4	22,0	23,6	23,5	23,2	22,8
01:00h–02:00h	23,5	23,8	22,9	23,6	23,8	24,6	24,1	23,5	22,4	22,3	22,6	22,3	22,8	22,1	22,8	23,0	23,5	22,7	22,6	22,6	23,4	22,8	23,8	24,4	24,8	22,9	21,8	23,2	23,2	22,7	22,3
02:00h–03:00h	23,4	23,4	22,8	23,5	23,3	24,1	23,4	23,0	21,8	21,9	22,1	21,6	22,6	21,6	22,2	23,0	23,0	22,0	22,1	22,4	23,1	22,6	23,5	24,0	24,1	22,4	21,8	22,7	22,5	22,0	21,8
03:00h–04:00h	23,7	22,9	22,7	23,3	22,9	23,6	23,0	22,5	21,4	21,5	21,8	21,1	22,4	21,3	21,8	22,8	22,6	21,5	21,7	22,0	22,9	22,3	23,1	23,7	23,6	21,8	21,5	22,3	21,9	21,5	21,4
04:00h–05:00h	23,8	22,5	22,7	23,0	22,4	23,1	22,6	22,2	20,9	21,1	21,8	20,7	22,3	21,0	21,3	22,4	22,2	21,2	21,3	21,5	22,8	22,0	22,5	23,6	23,3	21,2	21,0	22,1	21,6	21,1	21,0
05:00h–06:00h	23,8	22,5	22,9	22,7	22,1	22,7	22,2	21,9	20,5	20,8	22,0	20,7	22,2	20,6	21,2	21,9	22,3	20,9	21,3	21,2	22,8	21,8	22,1	23,5	23,0	20,9	20,4	22,1	21,7	21,0	20,9
06:00h–07:00h	24,4	23,1	23,1	23,7	22,8	23,1	22,7	22,2	20,8	22,0	22,3	21,2	22,9	21,7	21,4	22,1	22,5	21,7	21,7	21,4	23,0	22,4	22,3	24,2	23,1	21,2	20,9	22,2	21,8	21,4	21,4
07:00h–08:00h	24,8	24,5	24,0	24,5	23,5	23,8	23,4	22,7	22,1	22,9	23,0	21,9	23,5	22,6	21,9	22,8	22,8	22,4	22,0	22,1	23,6	23,1	23,0	24,7	23,4	21,7	21,8	22,8	22,3	21,9	21,9
08:00h–09:00h	25,8	25,3	24,8	25,0	24,6	24,7	23,9	23,4	23,1	23,2	23,6	23,0	24,1	23,4	22,6	23,8	23,6	23,1	22,3	23,3	24,3	23,7	23,8	25,2	24,3	22,9	22,9	23,4	23,5	22,9	22,8
09:00h–10:00h	26,5	26,2	25,2	25,9	25,7	25,7	25,2	23,6	24,4	24,3	24,0	23,5	25,0	24,5	23,3	24,5	24,2	24,2	22,9	24,4	24,6	24,8	25,3	26,1	25,5	23,6	24,0	24,4	24,5	24,1	23,8
10:00h–11:00h	26,8	26,3	25,7	26,7	26,2	26,2	25,9	23,9	25,1	24,9	24,7	24,4	25,2	25,5	24,1	25,3	25,0	24,6	23,9	24,7	25,0	25,7	26,0	26,6	26,0	24,5	24,9	25,2	25,2	24,9	24,7
11:00h–12:00h	27,1	26,8	25,9	27,1	26,8	26,7	26,7	24,7	25,5	25,5	25,2	25,0	25,8	26,0	25,0	25,7	25,7	25,3	24,7	25,7	25,6	26,4	26,5	27,2	26,2	25,0	25,6	25,9	25,7	25,6	25,3
12:00h–13:00h	24,8	27,0	26,3	27,4	27,0	27,1	27,1	25,6	26,0	26,0	25,9	25,4	26,2	26,6	25,6	26,2	26,2	25,8	25,3	26,2	26,1	27,1	26,9	27,5	26,7	25,7	26,3	26,4	26,2	26,1	26,0
13:00h–14:00h	26,2	27,3	26,9	27,7	27,4	27,2	27,2	26,0	26,2	26,2	26,1	25,8	26,5	26,6	26,0	26,5	26,1	25,8	25,7	26,3	26,6	27,5	27,1	27,8	26,9	26,2	26,5	26,8	26,5	26,7	26,4
14:00h–15:00h	26,7	27,1	26,7	27,7	27,5	27,3	27,1	26,1	26,5	26,3	26,1	25,8	26,3	26,3	26,1	26,4	26,2	26,0	25,9	26,3	26,7	27,6	27,2	27,9	26,9	26,3	26,6	27,0	26,7	26,8	26,4
15:00h–16:00h	26,8	26,8	26,4	27,5	27,3	27,1	26,8	26,0	26,4	26,1	25,7	25,7	26,0	26,3	26,1	26,4	26,0	25,9	25,8	26,3	26,7	27,4	27,0	27,6	26,9	26,0	26,5	26,7	26,5	26,7	26,3
16:00h–17:00h	26,5	26,6	26,3	27,2	26,9	27,0	26,6	26,0	26,0	25,9	25,6	25,6	26,0	26,3	25,8	26,2	25,7	25,6	25,5	26,3	26,5	27,2	26,7	27,5	26,6	25,6	26,0	26,5	26,4	26,4	26,0
17:00h–18:00h	26,4	26,3	25,9	26,6	26,6	26,7	26,1	25,6	25,5	25,8	25,4	25,2	25,7	26,0	25,5	25,8	25,4	25,3	24,9	25,9	26,2	26,8	26,5	27,1	26,1	25,1	25,4	26,0	25,9	25,8	25,7
18:00h–19:00h	26,1	25,2	25,6	26,3	26,1	26,0	25,9	25,3	25,2	25,4	25,0	24,8	25,2	25,6	25,1	25,5	25,0	24,9	24,3	25,6	25,8	26,2	25,8	26,6	25,6	24,6	24,7	25,4	25,3	25,4	25,4
19:00h–20:00h	25,6	23,4	25,4	25,9	25,6	25,6	25,4	24,8	24,7	25,3	24,6	24,5	24,6	25,2	24,7	25,2	24,7	24,6	23,8	25,2	25,5	25,7	24,9	26,0	25,1	24,1	24,3	25,0	24,8	25,1	25,2
20:00h–21:00h	24,5	23,5	25,3	25,6	25,3	25,4	25,0	24,3	24,3	25,0	24,3	24,0	24,2	24,8	24,4	24,8	24,4	24,2	23,5	25,2	25,1	25,4	24,6	25,9	24,8	23,8	23,9	24,6	24,4	24,9	24,9
21:00h–22:00h	24,2	23,8	25,0	25,2	25,0	25,1	24,7	23,9	23,9	24,6	24,0	23,6	24,0	24,5	24,0	24,3	24,0	23,8	23,1	25,3	24,8	25,2	24,5	25,7	24,6	23,4	23,5	24,1	23,9	24,7	24,5
22:00h–23:00h	24,2	23,5	24,3	24,9	24,8	24,9	24,3	23,6	23,5	24,0	23,6	23,5	23,4	24,2	23,6	23,8	23,6	23,4	22,8	24,9	24,3	24,9	24,2	25,3	24,3	22,8	23,2	23,7	23,5	24,1	24,1
23:00h–24:00h	24,3	23,4	24,0	24,5	24,5	24,6	24,0	23,6	23,1	23,5	23,4	23,7	22,9	23,6	23,3	23,7	23,2	23,1	22,6	24,4	23,8	24,5	23,8	25,3	23,9	22,6	23,1	23,7	23,3	23,3	24,0
<b>MÉDIA</b>	<b>25,2</b>	<b>24,8</b>	<b>24,7</b>	<b>25,4</b>	<b>25,1</b>	<b>25,3</b>	<b>24,9</b>	<b>24,1</b>	<b>23,8</b>	<b>24,0</b>	<b>24,0</b>	<b>23,6</b>	<b>24,3</b>	<b>24,1</b>	<b>23,8</b>	<b>24,4</b>	<b>24,2</b>	<b>23,8</b>	<b>23,4</b>	<b>24,3</b>	<b>24,7</b>	<b>24,9</b>	<b>24,8</b>	<b>25,7</b>	<b>25,0</b>	<b>23,7</b>	<b>23,7</b>	<b>24,4</b>	<b>24,2</b>	<b>24,1</b>	<b>24,0</b>
<b>VALOR MÁXIMO</b>	<b>27,1</b>	<b>27,3</b>	<b>26,9</b>	<b>27,7</b>	<b>27,5</b>	<b>27,3</b>	<b>27,2</b>	<b>26,1</b>	<b>26,5</b>	<b>26,3</b>	<b>26,1</b>	<b>25,8</b>	<b>26,5</b>	<b>26,6</b>	<b>26,1</b>	<b>26,5</b>	<b>26,2</b>	<b>26,0</b>	<b>25,9</b>	<b>26,3</b>	<b>26,7</b>	<b>27,6</b>	<b>27,2</b>	<b>27,9</b>	<b>26,9</b>	<b>26,3</b>	<b>26,6</b>	<b>27,0</b>	<b>26,7</b>	<b>26,8</b>	<b>26,4</b>

**Tabela 34:** Avaliação térmica da área rural durante o período de verão.

Índice de Desconforto de Thom na área rural (verão)																															
DATA FAIXA HORÁRIA	16/12/07	17/12/07	18/12/07	19/12/07	20/12/07	21/12/07	22/12/07	23/12/07	24/12/07	25/12/07	26/12/07	27/12/07	28/12/07	29/12/07	30/12/07	31/12/07	01/01/08	02/01/08	03/01/08	04/01/08	05/01/08	06/01/08	07/01/08	08/01/08	09/01/08	10/01/08	11/01/08	12/01/08	13/01/08	14/01/08	15/01/08
00:00h–01:00h	21,9	23,6	22,6	23,1	23,8	24,4	23,9	23,1	22,8	22,3	22,8	22,7	23,0	22,3	23,0	22,8	22,5	22,6	22,8	22,5	23,6	22,4	23,0	23,9	24,3	23,1	21,6	23,2	23,1	22,8	22,5
01:00h–02:00h	22,1	23,5	22,3	22,8	23,3	24,1	23,8	23,2	22,3	21,5	22,3	22,1	22,6	21,9	22,6	22,7	23,0	22,3	22,4	22,3	23,1	22,2	22,3	23,5	24,5	22,6	21,3	23,0	22,9	22,3	22,0
02:00h–03:00h	22,5	23,4	22,3	22,7	22,9	23,7	23,3	22,7	21,4	21,1	21,9	21,4	22,3	21,3	22,1	22,8	22,8	21,6	21,8	21,8	22,9	22,1	22,4	23,0	23,8	21,8	21,5	22,4	22,3	21,7	21,5
03:00h–04:00h	22,2	22,7	22,2	22,8	22,4	23,3	22,7	22,2	20,8	21,1	21,5	20,8	22,2	20,7	21,5	22,7	22,3	21,1	21,3	21,3	22,7	21,8	21,9	21,6	23,2	21,3	21,2	21,8	21,7	21,1	21,1
04:00h–05:00h	22,0	22,3	22,3	22,5	21,9	22,8	22,2	21,8	20,2	20,8	21,6	20,4	22,1	19,7	21,1	22,1	21,9	20,4	20,7	20,7	22,5	21,2	21,4	21,1	22,9	20,9	20,5	21,6	21,4	20,6	20,7
05:00h–06:00h	22,5	22,2	22,6	22,1	21,6	22,3	21,8	21,5	19,7	20,6	21,7	20,2	21,9	19,3	20,8	21,7	22,1	19,8	20,8	20,5	22,5	20,6	21,1	21,0	22,6	20,5	20,2	21,7	21,4	20,5	20,5
06:00h–07:00h	23,9	22,7	22,9	23,3	22,2	22,8	22,3	22,0	21,0	21,4	22,0	20,8	22,5	21,2	21,1	22,0	22,3	21,2	21,5	21,2	22,7	21,9	21,8	22,7	22,9	20,8	20,9	22,1	21,6	21,0	21,0
07:00h–08:00h	24,5	24,2	23,7	24,1	23,1	23,7	23,1	22,4	21,8	22,3	22,6	21,5	23,3	22,3	21,6	22,5	22,7	22,2	21,8	22,0	23,4	22,8	22,8	24,5	23,3	21,5	21,9	22,7	22,5	21,7	21,7
08:00h–09:00h	25,4	25,0	24,6	24,7	24,3	24,6	24,0	22,8	22,9	23,2	23,2	22,5	23,9	23,2	22,3	23,5	23,2	23,0	22,1	23,2	23,8	23,6	24,1	25,4	23,9	22,5	22,7	23,4	23,3	22,6	22,6
09:00h–10:00h	26,1	25,3	25,2	25,4	25,2	25,4	24,7	23,4	23,7	23,8	23,6	23,3	24,4	24,1	23,0	24,1	24,0	23,7	22,7	23,8	24,2	24,4	25,0	25,6	25,0	23,3	23,5	23,9	24,0	23,5	23,5
10:00h–11:00h	26,3	25,9	25,7	26,1	25,9	25,8	25,5	23,6	24,4	24,3	24,1	23,8	24,9	24,8	23,7	24,8	24,8	24,3	23,4	24,5	24,5	25,2	25,6	26,4	25,5	23,9	24,2	24,6	24,6	24,3	24,1
11:00h–12:00h	26,3	26,1	25,8	26,3	26,0	26,0	26,0	24,4	24,9	24,8	24,7	24,3	25,2	25,4	24,4	25,3	25,2	24,9	24,2	25,0	24,9	25,8	25,9	26,6	25,9	24,5	24,8	25,0	25,0	24,8	24,7
12:00h–13:00h	22,8	26,2	26,1	26,6	26,4	26,3	26,2	24,9	25,2	25,3	25,1	24,6	25,5	25,6	24,8	25,5	25,6	25,0	24,8	25,3	25,4	26,3	26,5	26,8	25,9	25,0	25,3	25,5	25,5	25,4	25,2
13:00h–14:00h	24,4	26,4	26,2	26,8	26,7	26,6	26,6	25,3	25,6	25,5	25,4	25,0	25,7	25,7	25,2	25,8	25,6	25,2	25,2	25,5	26,1	26,6	26,6	27,2	26,2	25,4	25,8	25,8	25,7	25,8	25,6
14:00h–15:00h	26,0	26,5	26,3	26,8	26,8	26,7	26,6	25,6	25,9	25,6	25,8	25,2	26,0	25,8	25,5	26,0	25,6	25,5	25,4	25,9	26,1	26,9	26,8	27,4	26,2	25,7	26,1	26,1	25,9	26,1	25,7
15:00h–16:00h	26,5	26,5	26,1	26,8	26,8	26,7	26,4	25,6	25,8	25,6	25,8	25,2	25,9	26,0	25,4	26,1	25,5	25,6	25,5	26,1	26,2	27,0	26,6	27,3	26,5	25,7	26,0	26,2	26,1	26,1	25,7
16:00h–17:00h	26,4	26,1	26,0	26,6	26,7	26,7	26,2	25,5	25,7	25,5	25,6	25,2	25,6	25,9	25,4	25,9	25,7	25,3	25,2	26,0	26,1	26,9	26,4	27,1	26,2	25,3	25,8	26,2	26,0	26,1	25,6
17:00h–18:00h	26,1	25,9	25,8	26,0	26,3	26,2	25,6	25,2	25,2	25,2	25,1	24,8	25,3	25,5	25,1	25,6	25,2	25,0	24,6	25,7	25,8	26,5	25,9	26,7	25,7	24,8	25,1	25,7	25,6	25,5	25,3
18:00h–19:00h	25,4	23,1	25,2	25,4	25,4	25,2	25,1	24,6	24,6	25,0	24,5	24,2	24,7	25,1	24,4	25,0	24,5	24,3	23,8	24,6	25,0	25,5	24,7	26,0	24,8	23,5	24,2	24,6	24,9	24,9	25,0
19:00h–20:00h	25,1	22,9	24,7	25,5	24,6	24,6	25,0	24,4	24,3	24,8	24,1	23,8	23,9	24,8	24,2	24,6	23,7	23,4	23,2	23,6	24,3	24,6	23,7	25,4	24,3	22,5	23,6	24,3	24,3	24,6	24,8
20:00h–21:00h	23,9	23,2	24,4	25,2	24,1	24,5	24,7	24,0	23,9	24,8	23,7	23,3	23,0	24,4	24,0	24,2	22,7	22,7	22,3	23,9	23,9	24,1	22,7	24,5	23,5	22,2	22,9	24,0	23,9	24,6	24,5
21:00h–22:00h	23,6	22,9	24,1	24,9	23,9	24,4	24,4	23,5	23,5	24,3	22,9	22,8	22,3	24,3	23,7	23,5	22,0	22,1	21,8	25,0	23,1	23,9	22,0	23,7	22,8	21,8	22,2	23,6	23,5	24,4	24,0
22:00h–23:00h	23,5	22,9	23,8	24,6	24,2	24,5	24,0	23,3	23,0	23,8	22,1	22,9	22,9	24,0	23,3	23,1	21,8	22,0	21,6	24,7	23,1	24,0	21,8	23,7	23,1	21,6	21,1	22,9	23,1	24,0	23,5
23:00h–24:00h	23,6	22,9	23,7	24,2	24,2	24,3	23,7	23,1	22,8	23,3	23,0	23,3	22,7	23,5	22,9	22,6	21,4	22,6	21,6	24,2	23,2	23,0	22,3	24,3	23,5	22,4	21,6	23,2	23,0	23,2	23,2
<b>MÉDIA</b>	<b>24,3</b>	<b>24,3</b>	<b>24,4</b>	<b>24,8</b>	<b>24,5</b>	<b>24,8</b>	<b>24,5</b>	<b>23,7</b>	<b>23,4</b>	<b>23,6</b>	<b>23,5</b>	<b>23,1</b>	<b>23,8</b>	<b>23,6</b>	<b>23,4</b>	<b>24,0</b>	<b>23,6</b>	<b>23,2</b>	<b>22,9</b>	<b>23,7</b>	<b>24,1</b>	<b>24,1</b>	<b>23,9</b>	<b>24,8</b>	<b>24,4</b>	<b>23,0</b>	<b>23,1</b>	<b>23,9</b>	<b>23,8</b>	<b>23,6</b>	<b>23,5</b>
<b>VALOR MÁXIMO</b>	<b>26,5</b>	<b>26,5</b>	<b>26,3</b>	<b>26,8</b>	<b>26,8</b>	<b>26,7</b>	<b>26,6</b>	<b>25,6</b>	<b>25,9</b>	<b>25,6</b>	<b>25,8</b>	<b>25,2</b>	<b>26,0</b>	<b>26,0</b>	<b>25,5</b>	<b>26,1</b>	<b>25,7</b>	<b>25,6</b>	<b>25,5</b>	<b>26,1</b>	<b>26,2</b>	<b>27,0</b>	<b>26,8</b>	<b>27,4</b>	<b>26,5</b>	<b>25,7</b>	<b>26,1</b>	<b>26,2</b>	<b>26,1</b>	<b>26,1</b>	<b>25,7</b>

A Tabela 31 mostra que os resultados obtidos para o IDT durante o período de verão na área com asfalto indicaram uma variação de *conforto parcial* (entre 20,0 e 26,4°C) a *desconfortável para o calor* (maior que 26,5°C). A condição térmica desconfortável foi observada no período vespertino em dezessete dos trinta e um dias pesquisados. Os valores em destaque na tabela evidenciam o IDT máximo para cada dia pesquisado.

A Tabela 32 mostra que os resultados obtidos para o IDT durante o período de verão na área do parque apresentaram a mesma tendência que a área de asfalto, ou seja, uma variação de *conforto parcial* (entre 20,0 e 26,4°C) a *desconfortável para o calor* (maior que 26,5°C). A condição térmica desconfortável foi observada no período vespertino em dez dos trinta e um dias pesquisados. Os valores em destaque na tabela evidenciam o IDT máximo para cada dia pesquisado.

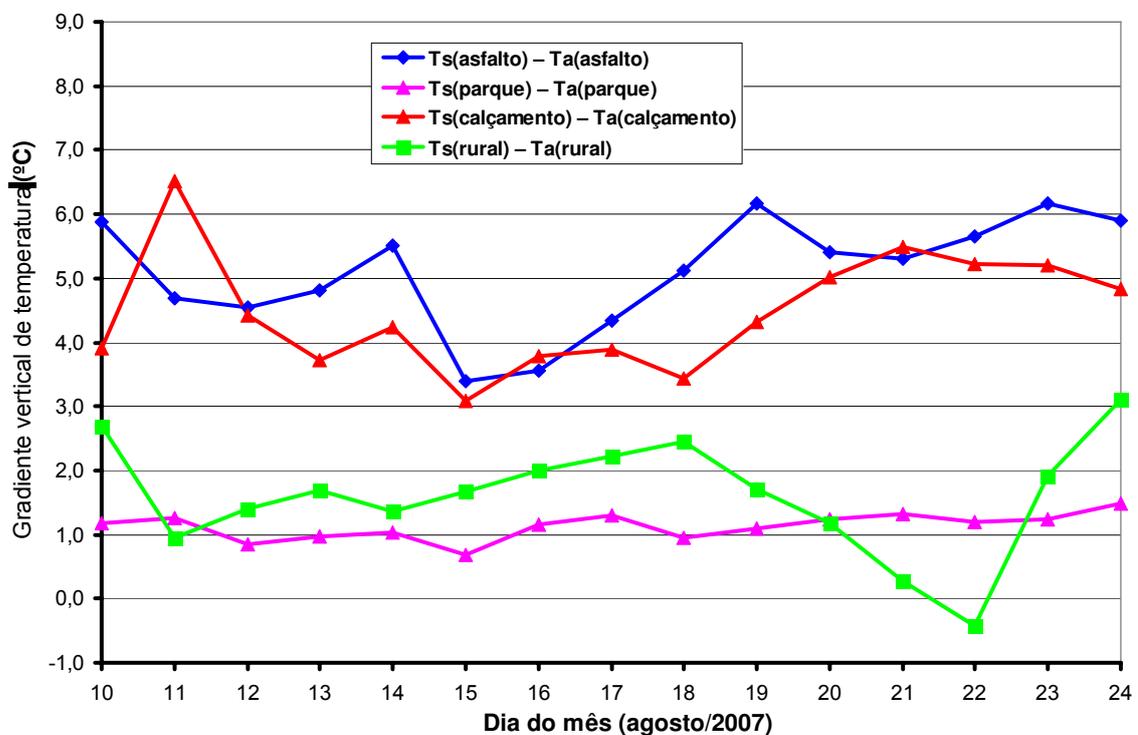
A área com calçamento, cujos registros do IDT estão apresentados na Tabela 33, apresentou uma condição de *conforto parcial* (entre 20,0 e 26,4°C) a *desconfortável para o calor* (maior que 26,5°C). A condição térmica desconfortável foi observada em dezessete dos trinta e um dias pesquisados. Os valores em destaque na tabela evidenciam o IDT máximo para cada dia pesquisado.

A Tabela 34 mostra que os resultados obtidos para o IDT durante o período de verão na área rural apresentaram a mesma tendência geral, ou seja, uma variação de *conforto parcial* (entre 20,0 e 26,4°C) a *desconfortável para o calor* (maior que 26,5°C). A condição térmica desconfortável foi observada no período vespertino em sete dos trinta e um dias pesquisados. Os valores em destaque na tabela evidenciam o IDT máximo para cada dia pesquisado. Em todas as áreas pesquisadas o período entre 11h e 17h foi o que apresentou os maiores valores para o Índice de Desconforto de Thom.

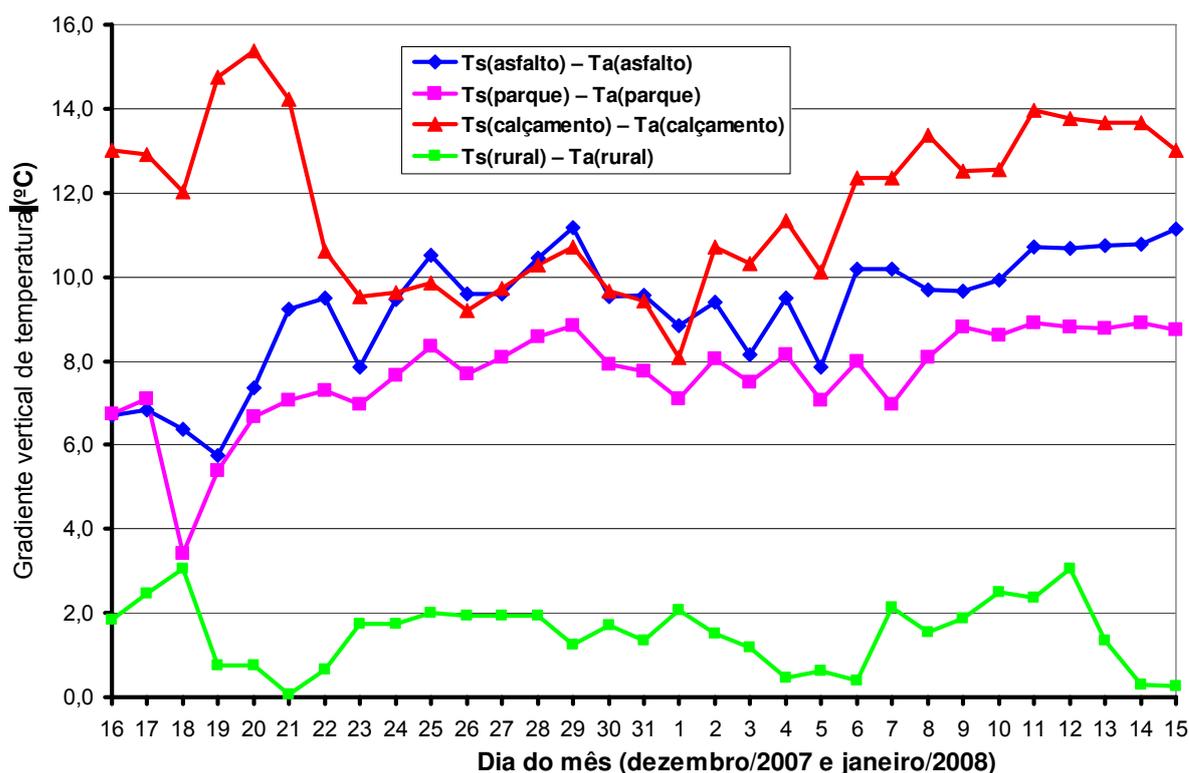
No verão, os resultados observados para Petrolina e Juazeiro também se assemelham aos obtidos por Brito (2007) ao avaliar o IDT para a cidade de Campina Grande na estação seca. O autor constatou a tendência crescente para este índice em diversos pontos estudados e caracterizou a ocorrência de desconforto térmico na Praça da Bandeira durante o período analisado. Na mesma linha de pesquisa, Gouvêa (2007) verificou a existência de uma relação entre as propriedades da superfície, associadas à urbanização e à presença de vegetação, com as condições de conforto térmico humano na cidade de São Paulo/SP, utilizando os resultados da temperatura efetiva. No referido estudo, a autora observou que quanto maior o grau

de urbanização – caracterizado pela presença de construções, concreto e pouca vegetação – maior a tendência de desconforto, principalmente devido ao calor. A maior incidência da situação de conforto foi registrada nas áreas com menor intensidade de urbanização. As características dentro de um parque densamente arborizado (Ibirapuera) apresentaram tendência a baixos valores de temperatura efetiva e uma oscilação desse índice.

Por fim, considerou-se ainda que, de acordo com definição da *American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers* (ASHRAE - 1993), o desconforto térmico é um estado de espírito que reflete a satisfação com o ambiente térmico que envolve a pessoa. Quando o balanço de todas as trocas de calor entre o corpo e o ambiente envolvente for nulo e a temperatura da pele e suor estiverem dentro de certos limites, o ser humano sente conforto térmico. Segundo Lamberts & Xavier (2002), o desconforto térmico pode ocorrer quando a diferença de temperatura do ar nos pés e junto na cabeça do indivíduo for maior que 3°C. Nesta pesquisa, esse valor corresponde à diferença entre a temperatura à superfície e da temperatura do ar, a qual foi obtida a uma altura de 1,50m acima da superfície. As figuras seguintes ilustram os gradientes verticais de temperatura nas áreas de asfalto, parque, calçamento e zona rural durante cada período sazonal estudado.



**Figura 46:** Gradiente vertical de temperatura nas áreas de asfalto, parque, calçamento e zona rural durante o período de inverno.



**Figura 47:** Gradiente vertical de temperatura nas áreas de asfalto, parque, calçamento e zona rural durante o período de verão.

Ao analisar os gráficos comparativos do gradiente vertical de temperatura para o período de inverno apresentado pela Figura 46, observa-se que as áreas de asfalto e calçamento apresentaram valores médios diários superiores a 3,0°C, com registros de até 6,5°C como é observado na área de calçamento no dia 11/08/2007, configurando, portanto, desconforto térmico. Durante esse mesmo período, as áreas do parque e da zona rural registraram valores médios de gradiente vertical de temperatura inferior a 3,0°C, não configurando desconforto térmico sob esta análise.

Já nos gráficos comparativos do gradiente vertical de temperatura para o período de verão apresentado pela Figura 47, observa-se que as áreas urbanas de asfalto, calçamento e parque apresentaram valores médios diários superiores a 3,0°C, com registros de até 15,4°C como é observado na área de calçamento no dia 20/12/2007, configurando, portanto, desconforto térmico. Durante esse mesmo período, a zona rural registrou valores médios de gradiente vertical de temperatura inferior a 3,0°C, na maioria dos dias, não configurando desconforto térmico.

## 5 – CONCLUSÕES

Os resultados deste trabalho indicam que os materiais constituintes do meio como o asfalto e o paralelepípedo (calçamento) contribuem para o aquecimento das áreas urbanas das cidades de Petrolina e Juazeiro em comparação com as áreas de parque e a zona rural desses municípios. A temperatura do ar e a temperatura à superfície durante o inverno, e, sobretudo no verão, evidenciaram tal situação.

Observou-se a ocorrência de ilha de calor na zona urbana e em todas as áreas analisadas durante o período de inverno. Esse fenômeno se repetiu durante o verão, porém com maior intensidade. Nos dois períodos estudados, os maiores valores de ilha de calor foram observados nas áreas densamente urbanizadas, cujas superfícies são impermeabilizadas com materiais que possuem maior capacidade de absorver energia. Essa energia, após ser absorvida, é liberada para a atmosfera na forma de calor sensível, principalmente durante a madrugada, retardando o resfriamento noturno dessas áreas.

No verão, constatou-se que as áreas de asfalto e calçamento, também apresentaram desconforto térmico no horário de 12 a 16 horas. Durante o inverno as áreas estudadas não apresentaram essa situação. A temperatura do ar e a umidade relativa foram utilizadas para determinação dos índices que indicaram essa condição.

Os resultados também mostraram que as formas de ocupação do solo associada à ausência de vegetação foram fatores determinantes na formação e na intensidade da ilha de calor e do desconforto térmico observados nas áreas urbanas estudadas. A área de parque apresentou valores de temperatura do ar e de temperatura à superfície inferior aos observados nas áreas de asfalto e calçamento e, por consequência, formação de ilha de calor com menor intensidade e sem desconforto térmico. A arborização, a permeabilidade da superfície e ausência de construções significativas favoreceu a amenização da temperatura nesse local.

Assim sendo, pode-se afirmar que Petrolina e Juazeiro têm um clima urbano específico, influenciado pelas características de ocupação de suas áreas urbanas e pelos materiais que constituem suas superfícies e que o verão é o período com maior ocorrência de ilha de calor e desconforto térmico o que termina impactando negativamente a qualidade de vida da população.

## 6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA JÚNIOR, N. L. *Proposta Metodológica para Controle Natural da Temperatura em Meio Urbano: O Caso de Cuiabá/MT*. 2005. Dissertação (Mestrado em Física e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá, 2005.

ALMEIDA, E. M. A. *A configuração urbana e sua relação com os microclimas: estudo de frações urbanas na cidade de Maceió*. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Alagoas. Centro de Tecnologia. Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo. Maceió, 2006.

ANDRADE, L. L. ET AL. *Estudo de ilhas de calor na cidade de São José dos Campos utilizando o canal infravermelho termal do Landsat-5 e o aerotransportado HSS*. In: Simpósio brasileiro de sensoriamento remoto, XIII, 2007 Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007. *Anais Florianópolis*: INPE, p. 473-480, 2007.

BARBUGLI, R. A. *Influência do ambiente construído na distribuição da temperatura do ar em Araraquara/SP*. 2004. Dissertação (Mestrado em Construção Civil). Universidade Federal de São Carlos. 2004.

BITAN, Arie. *Bet She'an Master Plan - Climatic Rehabilitation of an Ancient Historic City*. *Energy and Buildings*, Netherlands, n.15-16, p.23-33, 1990.

BRÁDZIL, R. *Climatic fluctuation in the Czech lands during the last millennium*. *Geo Journal*., 32: p. 199-205, 1994.

BRITO, R. S. *Estudo do clima urbano da cidade de Campina Grande – PB*. 2007. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas, Campina Grande, 2007

CAMILLONI & BARROS. *Potential errors in estimating the urban heat island effect during warning periods*. In International Conference on Urban Climatology. June 10-14. Essen, Germany. p. 08-09, 1996.

CIRILLO, J. A. ET AL. *Integração das águas superficiais e subterrâneas*. In: CIRILO, J.A ET AL. (ORG). O uso sustentável dos recursos hídricos em região semi-árida. Recife: ABRH. Editora Universitária UFPE, 2007. p508. 2007.

COLTRI, P. P. *Influência do uso e cobertura do solo no clima de Piracicaba, São Paulo: análise de séries históricas, ilhas de calor e técnicas e sensoriamento remoto*. 2006. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2006.

COSTA, A. C. L. *Variações sazonais da ilha de calor urbana na cidade de Belém/PA*, p.2357-2365, 2001.

COX, E. P. *Interação entre clima e superfície urbanizada: o caso da cidade de Várzea Grande/MT*. 2008, 141p. Dissertação (Mestrado em Física e Meio Ambiente). Universidade Federal de Mato Grosso, Departamento de Física, Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Cuiabá, 2008.

CUNICO, C. ET AL. *Episódios chuvosos e seus impactos em Curitiba/PR (1999-2000)*. Anais do VSBCG, Curitiba, p. 615-623, 2002.

DUARTE, D. H. S. *Padrões de ocupação do solo e microclimas urbanos na região de clima tropical continental*. 2000. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo, Departamento de Tecnologia da Arquitetura e do Urbanismo, São Paulo, 2000.

DUMKE, E. M. S. *Clima Urbano/Conforto Térmico e condições de vida na cidade – uma perspectiva a partir do aglomerado urbano da Região Metropolitana de Curitiba (AU-RMC)*. 2007. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Paraná, Departamento de Geografia, Curitiba, 2007.

GIRALT, R. P. *Conforto térmico em espaços públicos abertos na cidade de Torres – RS*. 2006. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

GIVONI, Baruch. *Urban design in different climates*. WMO. Geneva, Switzerland, 1989.

GIVONI, Baruch. *Climate Considerations in Building and Urban Design*. New York: John Wiley & Sons, 1998.

GOMES, M. A. S.; AMORIM, M. C. C. T. *Arborização e conforto térmico no espaço urbano: estudo de caso nas praças públicas de Presidente Prudente (SP)*. Uberlândia, nov. 2003.

GOMEZ, A. L. et al. *El clima de la ciudades españolas*. Madrid, Editora Cátedra, 1993<sup>a</sup>, 267p.

GOUVÊA, M. L. *Cenários de impacto das propriedades da superfície sobre o conforto térmico humano na cidade de São Paulo*. 2007, 87p. Dissertação (Mestrado em Ciências Atmosféricas). Universidade de São Paulo, Departamento de Ciências Atmosféricas, São Paulo, 2007.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Censo demográfico do Brasil. Rio de Janeiro, 2007.

JÁUREGUI, E. *Possible impact of urbanization on the thermal climate of some large cities in México*. Centro de Ciencias de la Atmósfera, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito exterior, Ciudad Universitaria, *Atmósfera* 18(4), 247-248, México, 2005.

KATZSCHNER, L. *Urban Climate studies as tools for urban planning and architecture*. In: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, IV, 1997, Salvador. *Anais*. Salvador: FAUUFBA/LACAMANTAC, 1997, p.49-58.

KIMURA, F. & TAKAHASHI, S (1991). *The effects of land anthropogenic heating on the surface temperature in the Tokyo metropolitan area: a numerical experiment*. *Atmospheric environment*, Vol, 25B, 155-164.

LAMBERTS, R. & XAVIER, A.A.P. *Conforto térmico e stress térmico*. Universidade Federal de Santa Catarina. Centro tecnológico. Departamento de Engenharia Civil. Laboratório de eficiência energética em edificações. Florianópolis, 2002.

LOMBARDO, M. A. *Ilha de Calor nas Metrôpoles – O Exemplo de São Paulo*. Hucitec, São Paulo, p. 244, 1985.

LOMBARDO, M. A. *Vegetação e clima*. In: III Encontro Nacional sobre Arborização Urbana. 3, 1990, Anais. Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná. Curitiba/PR, 1990

LOMBARDO, M. A. *O clima e a cidade*. Boletim Climatológico. Universidade Estadual Paulista. Ano 1, n.2, nov. 1996.

MAITELLI, G. T. *Uma abordagem tridimensional de clima urbano em área tropical continental: O exemplo de Cuiabá-MT*. 1994, 284p. Tese (Doutorado). Departamento de Geografia. Universidade de São Paulo. São Paulo, 1994.

MENDONÇA, F. A. *O estudo do clima urbano no Brasil*. In: CLIMA URBANO. Contexto, São Paulo, p. 175-192, 2003

Ministério da Integração Nacional: Secretaria de Políticas de Desenvolvimento Regional. Grupo de Trabalho interministerial do Semi-Árido. *Cartilha: Nova Delimitação do Semi-Árido Brasileiro*. Março. 2005.

NICOL, J. F. *Thermal Comfort – A handbook for field studies toward and adaptive model*. University of East London. England, 1993.

OKE, T. R. et al. *Simulation of surface urban heat islands under ideal conditions at night*. Boundary layer Meteorology, v. 56. Diagnosis of Causation, p.339-358, 1991.

OKE, T. R. et al. *The energy balance of central México City during the dry season*. Atmospheric Environment, v.33, 1999, p.3919-3930.

OKE, T. R. *Siting and exposure of meteorological instruments at urban sites*. In: Air pollution modeling and its Application XVII, Borrego and Norman, Springer, 2004.

PINHO, J. G. *A evolução da intensidade da ilha de calor em Cuiabá-MT: 1990 a 2002*. 2003. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geografia) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2003.

RIBEIRO, M. S. *Patrimônio cultural urbano: preservação e desenvolvimento*. 2000. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Universidade de Brasília. Brasília, 2000.

SANTOS, R. M. *Morfologia urbana e conforto térmico*. Seminário de Integração, Universidade de São Paulo, 2004.

SANTAMOURIS, Matheos. *The Athens urban climate experiment*. In *Environmentally Friendly Cities. Proceedings of PLEA'98*. Lisbon: James and James, p.147-152, 1998.

SILVA, A. P. L. M. *Mudanças climáticas urbanas*. 1998. Dissertação (Mestrado em Meteorologia). Universidade Federal da Paraíba, Departamento de Ciências Atmosféricas, Campina Grande, 1998.

SILVA, E. M. ET AL. *O conforto térmico na cidade de Uberlândia – MG*. In: Simpósio Regional de Geografia II. Uberlândia, 2003.

SILVA, V.P.R; Azevedo, P.V.; Silva, B.B. Assessment of the human discomfort level and urban heat island using automatic weather station data. In: International Conference on Experiences With Automatic Weather Stations, 4, 2006, Lisboa. Anais. Lisboa: IMP, 2006.

SOUSA & BAPTISTA. *Análise da influência da resolução espacial na determinação das ilhas urbanas de calor em São Paulo, por meio dos sensores ASTER e MODIS*. Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 16-21 abril 2005, INPE, p. 4525-4530

SOUZA JÚNIOR, I. F. *A influência da urbanização no clima da cidade de Campina Grande-PB*. 2006. Dissertação (Mestrado em Meteorologia). Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas, Campina Grande, 2006.

STEINKE, E. T. *Considerações sobre variabilidade e mudança climática no Distrito Federal, suas repercussões nos recursos hídricos e informação ao grande público*. Tese (Doutorado), publicação ECO. TD, Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2004, 196 p.

STULPNAGEL, A. V. ET AL. *The importance of vegetation for the urban climate*. Urban Ecology, p. 175-193, 1990.

VIANA, S.S.M. *Caracterização do clima urbano em Teodoro Sampaio/SP*. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente, 2006.