



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
CAMPUS DE PRESIDENTE PRUDENTE/SP

LILIANE PIMENTEL DA SILVA

**O CLIMA URBANO DE PIRAPOZINHO – SP: eventos  
de ilhas de calor urbanas em episódios de verão**

**PRESIDENTE PRUDENTE/SP**

**2017**

**LILIANE PIMENTEL DA SILVA**

**O CLIMA URBANO DE PIRAPOZINHO – SP: eventos  
de ilhas de calor urbanas em episódios de verão**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Geografia da Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, FCT/UNESP, campus de Presidente Prudente, como requisito para obtenção do título de mestre em Geografia.

Área de concentração: Produção do Espaço Geográfico.

Orientadora: Prof. Dr<sup>a</sup>. Margarete Cristiane de Costa Trindade Amorim

**PRESIDENTE PRUDENTE/SP**

**2017**

## FICHA CATALOGRÁFICA

S581c Silva, Liliane Pimentel da.  
O clima urbano de Pirapozinho – SP : eventos de ilhas de calor urbanas em episódios de verão / Liliane Pimentel da Silva. - Presidente Prudente: [s.n], 2017.  
100 f.

Orientador: Margarete Cristiane de Costa Trindade Amorim.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia  
Inclui bibliografia

1. Geografia. 2. Climatologia Geográfica. 3. Clima urbano. I. Silva, Liliane Pimentel da. II. Amorim, Margarete Cristiane de Costa Trindade III. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências e Tecnologia. IV. O clima urbano de Pirapozinho – SP: eventos de ilhas de calor urbanas em episódios de verão.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Presidente Prudente

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: **O clima urbano em Pirapozinho/SP: eventos de ilhas de calor urbanas em episódios de verão**

**AUTORA: LILIANE PIMENTEL DA SILVA**

**ORIENTADORA: MARGARETE CRISTIANE DE COSTA TRINDADE AMORIM**

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em GEOGRAFIA, área: **PRODUÇÃO DO ESPAÇO GEOGRÁFICO** pela Comissão Examinadora:

Profa. Dra. MARGARETE CRISTIANE DE COSTA TRINDADE AMORIM  
Departamento de Geografia / FCT/UNESP/Presidente Prudente (SP)

Prof. Dr. JOSE TADEU GARCIA TOMMASELLI  
Departamento de Geografia / Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente - FCT/UNESP

Profa. Dra. SIMONE SCATOLON MENOTTI VIANA  
Coordenadoria de Área - Ciências Humanas e suas Tecnologias / Secretaria da Educação do Estado de São Paulo

Presidente Prudente, 16 de janeiro de 2017

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de localização de Pirapozinho no estado de São Paulo.....	18
Figura 2 - Distribuição dos pontos fixos em Pirapozinho.....	22
Figura 3 - Sensor de temperatura e umidade utilizado na pesquisa.....	23
Figura 4 - Mini-abrigo meteorológico.....	23
Figura 5 - Pirapozinho: Mapa dos percursos dos transectos.....	26
Figura 6 - Área urbana e de expansão do município de Pirapozinho – 2006.....	46
Figura 7 - Malha urbana de Pirapozinho – 2015.....	47
Figura 8- Mapa hipsométrico da cidade de Pirapozinho.....	48
Figura 9 - Mapa de declividade de Pirapozinho.....	50
Figura 10 - Mapa de orientação das vertentes.....	51
Figura 11- Mapa de densidade de ocupação de Pirapozinho.....	53
Figura 12 - Gráfico de análise rítmica – dezembro de 2014.....	60
Figura 13 - Diferenças de temperatura e umidade do período da manhã – Dez. 2014.....	64
Figura 14 - Diferenças de temperatura e umidade do período da tarde – Dez. 2014.....	66
Figura 15 - Diferenças de temperatura e umidade do período noturno – Dez. 2014.....	68
Figura 16 - Gráfico de análise rítmica – janeiro de 2015 .....	70
Figura 17 - Diferenças de temperatura e umidade do período da manhã – Jan. 2015.....	73
Figura 18 - Diferenças de temperatura e umidade do período da tarde – Jan. 2015.....	75
Figura 19 - Diferenças de temperatura e umidade do período noturno – Jan. 2015.....	78
Figura 20 - Gráfico de altitudes e temperaturas dos pontos Oeste-Leste.....	79
Figura 21- Gráfico de altitudes e temperaturas dos pontos Norte-Sul.....	80
Figura 22 - Mapa de altitude dos pontos fixos e dos transectos.....	80
Figura 23 - Temperatura do ar dos transectos – 10/01/2015.....	81
Figura 24 - Temperatura do ar dos transectos – 12/01/2015.....	82
Figura 25 - Carta de temperatura – Dezembro de 2014.....	85
Figura 26 - Carta de temperatura – Janeiro de 2015.....	87

Figura 27 - Composição colorida (RGB) do LANDSAT 8 – 15/01/2015.....	78
Figura 28– Mapa cluster de uso da terra de Pirapozinho – SP.....	79
Figura 29 – Modelagem de temperatura do ar de Pirapozinho /SP – 10/01/2015..	91

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1– Dados da população de Pirapozinho.....	44
--------------------------------------------------	----

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Características dos pontos fixos.....	54
Quadro 2 - Resultados da regressão múltipla, gerada a partir de dados da temperatura do ar relacionada com classes de uso da terra, dia 10 de janeiro de 2015, Pirapozinho (SP).....	89



## LISTA DE SIGLAS

PPGG – Programa de Pós Graduação em Geografia

GAIA – Grupo de Pesquisa Interações na superfície terrestre, água e atmosfera

FCT – Faculdade de Ciências e Tecnologia

UNESP – Universidade Estadual Paulista

SIG – Sistema de Informação Geográfica

USP – Universidade de São Paulo

S.C.U – Sistema Clima Urbano

ICU – Ilha de Calor Urbana

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

PA – Polar Atlântica

FPA – Frente Polar Atlântica

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

GOES - Geostationary Operational Environmental Satellite

CPTEC – Centro de Previsão e Tempo e Estudos Climáticos

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

LANDSAT - Land Remote Sensing Satellite

hPa – Hectopascal

ZCOU – Zona de Convergência de Umidade

ZCAS – Zona de Convergência do Atlântico do Sul

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	16
2	OBJETIVOS.....	20
	2.1 Geral.....	20
	2.2 Específicos.....	20
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	21
4	A URBANIZAÇÃO EM CIDADES PEQUENAS.....	29
	4.1 Os problemas ambientais e sociais em cidades pequenas.....	33
5	O CLIMA URBANO E O ESTUDO DAS ILHAS DE CALOR.....	36
	5.1 O Sistema Clima Urbano.....	37
	5.2 O clima urbano e as ilhas de calor.....	39
	5.3 As geotecnologias na análise climática urbana.....	41
6	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	43
	6.1 Histórico de Pirapozinho.....	43
	6.2 Características urbanas e geoambientais.....	45
	6.3 Características dos pontos fixos intraurbanos e rurais em Pirapozinho.....	52
7	ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS DA TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA A PARTIR DOS PONTOS FIXOS EM PIRAPOZINHO - DEZEMBRO DE 2014.....	58
	7.1 Análise rítmica de dezembro de 2014.....	59
	7.2 Diferenças térmicas e higrométricas no período da manhã.....	61
	7.3 Diferenças térmicas e higrométricas no período da tarde.....	65
	7.4 Diferenças térmicas e higrométricas no período noturno.....	67
8	ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS DA TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA A PARTIR DOS PONTOS FIXOS – JANEIRO DE 2015.....	69
	8.1 Análise rítmica de janeiro de 2015.....	69
	8.2 Diferenças térmicas e higrométricas no período da manhã.....	71
	8.3 Diferenças térmicas e higrométricas no período da tarde.....	74
	8.4 Diferenças térmicas e higrométricas no período noturno.....	76
9	ANÁLISE DOS RESULTADOS DOS TRANSECTOS MÓVEIS.....	79
10	ANÁLISE DAS TEMPERATURAS DE PIRAPOZINHO POR MEIO DAS	

GEOTECNOLOGIAS.....	83
10.1 Mapeamento das temperaturas de superfície.....	83
10.2 Modelagem térmica de Pirapozinho/SP.....	88
11 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	93
REFERÊNCIAS.....	96

## DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho aos meus pais, Pedro e Marli, que me apoiam e me ajudam como podem em diferentes momentos.*

## AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho só foi possível com a dedicação, paciência e contribuição de muitas pessoas, que me ajudaram de inúmeras maneiras: abrigo, apoio, companheirismo, auxílio, orientação, explicações, entre outros.

Desta forma, cabe agradecer aqui diversas pessoas, que são especiais e foram fundamentais nesta etapa da minha vida.

Agradeço à minha orientadora Margarete, pela paciência, compreensão, ajuda e orientação, que foram fundamentais para o meu aprendizado e crescimento na vida acadêmica e pessoal.

Agradeço à Dona Madalena, que me abrigou e me apoiou por vários meses, como se eu fosse parte de sua família.

Agradeço às minhas amigas Érika Cristina, Maria Clara, Janaína Pereira, Taís e Letícia, e às minhas irmãs Valéria e Viviane, que não me deixaram desistir e tiveram a paciência em relação aos meus anseios e receios.

Agradeço também aos meus familiares mais próximos, que me viram batalhar nestes últimos anos e entenderam as minhas ausências.

Agradeço aos amigos que me incentivaram e me levantaram em muitos momentos, como a Evelyne, Érica Pereira e Elaine Barbosa.

Agradeço ao Benedito e Eliane, que conseguiram me colocar no trabalho em horários favoráveis aos estudos, durante o período de viagens para a realização de disciplinas.

Agradeço às novas amigas que fiz nessa jornada de estudos, como a Janaina Moreira, Gabriela Calderon, Renata Cardoso, Larissa e Danielle, que me ajudaram em diferentes momentos, através de explicações e trocas de experiências, necessárias para a elaboração dos mapas, gráficos, entre outros.

Agradeço também ao meu tio Dorvail pela ajuda na realização dos trabalhos de campo, e a todos que cederam suas residências para colocar os abrigos meteorológicos e sensores, que foram primordiais para a obtenção dos resultados desta pesquisa.

*Por vezes sentimos que aquilo que  
fazemos não é senão uma gota de água  
no mar. Mas o mar seria menor se lhe  
faltasse uma gota.*

Madre Teresa de Calcutá

## RESUMO

As cidades pequenas desempenham um papel relevante no território nacional, pois são numerosas e apresentam problemas ambientais, mesmo que em menor magnitude quando se compara às grandes cidades. O estudo do clima urbano em cidades de pequeno porte tem crescido, devido à necessidade de se entender a dinâmica climática em locais com menor expressividade territorial e com possibilidade de ter um crescimento urbano mais bem planejado. Nesse sentido, analisou-se o clima urbano de Pirapozinho/SP, município localizado no extremo oeste paulista, pertencente à microrregião de Presidente Prudente/SP. Pirapozinho tem aproximadamente 25 mil habitantes e uma área urbana com construções horizontais e com atividades econômicas diversificadas: comércio, serviços e indústrias. Desta forma, o principal objetivo deste trabalho foi analisar a temperatura e a umidade do ar no espaço urbano e entorno rural próximo para se diagnosticar a geração do clima urbano em Pirapozinho/SP, como resultado da produção espacial da cidade. Para tanto, foram realizadas análises da temperatura e umidade relativa do ar, registradas em pontos fixos e transectos móveis, no intraurbano e rural próximo nos meses de dezembro de 2014 e janeiro de 2015. Para subsidiar a escolha dos pontos e a análise dos resultados foram utilizados mapas de ocupação e uso da terra e das características do relevo. Os registros de temperatura do ar dos transectos móveis realizados no período noturno, no mês de janeiro de 2015, teve como finalidade elaborar um mapa de modelagem da temperatura, a partir do suporte oferecido pelas imagens do satélite LANDSAT 8 (bandas 3, 4 e 5). Além disso, foram elaboradas cartas de temperaturas da superfície, utilizando-se de imagens do satélite LANDSAT 8 (banda 10). Pirapozinho apresentou diferenças térmicas e de umidade relativa do ar entre a área urbana e a área rural, caracterizando as ilhas de calor, em sua maioria, de média magnitude, entre 2° C e 4° C.

**Palavras-chaves:** clima urbano, Pirapozinho, cidades pequenas, temperatura, umidade relativa.

## ABSTRACT

Small cities perform a relevant role in the national territory, because they are numerous and present environmental problems, even if to a lesser magnitude when compared to large cities. The study of the urban climate in small cities has grown due to the necessity to understand the climatic dynamics in places with less territorial expressiveness and with the possibility of having a better planned urban growth. In this sense, it has been analyzed the urban climate of Pirapozinho / SP, a municipality located in the extreme west of São Paulo, belonging to the microregion of Presidente Prudente / SP. In Pirapozinho, there are approximately 25 thousand inhabitants and an urban area with horizontal constructions and diversified economic activities: commerce, services and industries. In this way, the main objective of this work was to analyze the temperature and humidity of the air in the urban space and nearby rural surroundings to diagnose the generation of the urban climate in Pirapozinho / SP, as a result of the spatial production of the city. For that, analyzes of the temperature and relative humidity of the air recorded in fixed points and mobile transects were carried out in the intraurban and near rural areas in the months of December 2014 and January of 2015. In order to subsidize the choice of points and the analysis of the results, occupation maps, land use and relief characteristics were used. The air temperature records of the mobile transects performed in the night period, in January of 2015, had the purpose of elaborating a temperature modeling map, from the support provided by the Landsat 8 satellite images (bands 3, 4 and 5). In addition, charts of surface temperatures were made by using images from the Landsat 8 satellite (band 10). Pirapozinho presented thermal and relative humidity differences between the urban area and the rural area, characterizing the islands of heat, mostly of medium magnitude, between 2 ° C and 4 ° C.

**Keywords:** urban climate, Pirapozinho, small cities, temperature, relative humidity.



## 1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento das cidades acontece de diferentes formas, conforme sua estruturação e suas funções, que podem intensificar o uso e a ocupação da terra urbana.

As cidades são numerosas no Brasil e a população urbana é maioria em todo o território nacional, chegando a 84,36% em 2010 (IBGE - 2010). Dessa forma, os estudos que abarcam a temática urbana têm extrema relevância para compreender diferentes aspectos dos problemas decorrentes do processo de urbanização, que afetam grande parte da população brasileira e podem ser de origem ambiental, social, econômica, de moradia, entre outros.

As características das cidades variam de acordo com o tamanho e as atividades desenvolvidas. No entanto, segundo Santos (1993, p. 105),

Com diferença de grau e intensidade, todas as cidades brasileiras exibem problemáticas parecidas. Seu tamanho, tipo de atividade, região em que se inserem etc. são elementos de diferenciação, mas, em todas elas, problemas como os do emprego, da habitação, dos transportes, do lazer, da água, dos esgotos, da educação e saúde são genéricos e revelam enormes carências.

Sendo assim, o papel das cidades é distinto e os problemas que afetam a população podem se apresentar de variadas formas e proporções, mas alguns são comuns. Dentre eles é possível destacar os ambientais e os climáticos, que podem ser verificados nas cidades de diferentes portes e latitudes.

Os problemas ambientais urbanos são muitos, como a questão dos resíduos sólidos, a poluição do ar e da água, o desconforto térmico, etc. Nesta pesquisa o enfoque principal está relacionado à geração das ilhas de calor urbana em uma cidade de pequeno porte.

Este tema ganhou destaque no Brasil, a partir da proposta metodológica do Sistema Clima Urbano (S.C.U), de Monteiro (1976). Esta proposta associa os elementos climáticos aos canais de percepção humana, em diferentes níveis de resolução do sistema. Estes são: o subsistema termodinâmico, que se pode verificar através de fatores como o conforto térmico e se expressa por meio da temperatura do ar, da umidade e ventilação; o subsistema físico-químico, que se caracteriza pela qualidade do ar, associa-se assim à poluição; e, o subsistema hidrometeorológico, que

podem ser de origem hídrica (chuvas, neve, nevoeiros), mecânicas (tornados) e elétricas (tempestades).

Nesta pesquisa foi utilizado o subsistema termodinâmico em Pirapozinho, município localizado no oeste do estado de São Paulo, na microrregião de Presidente Prudente.

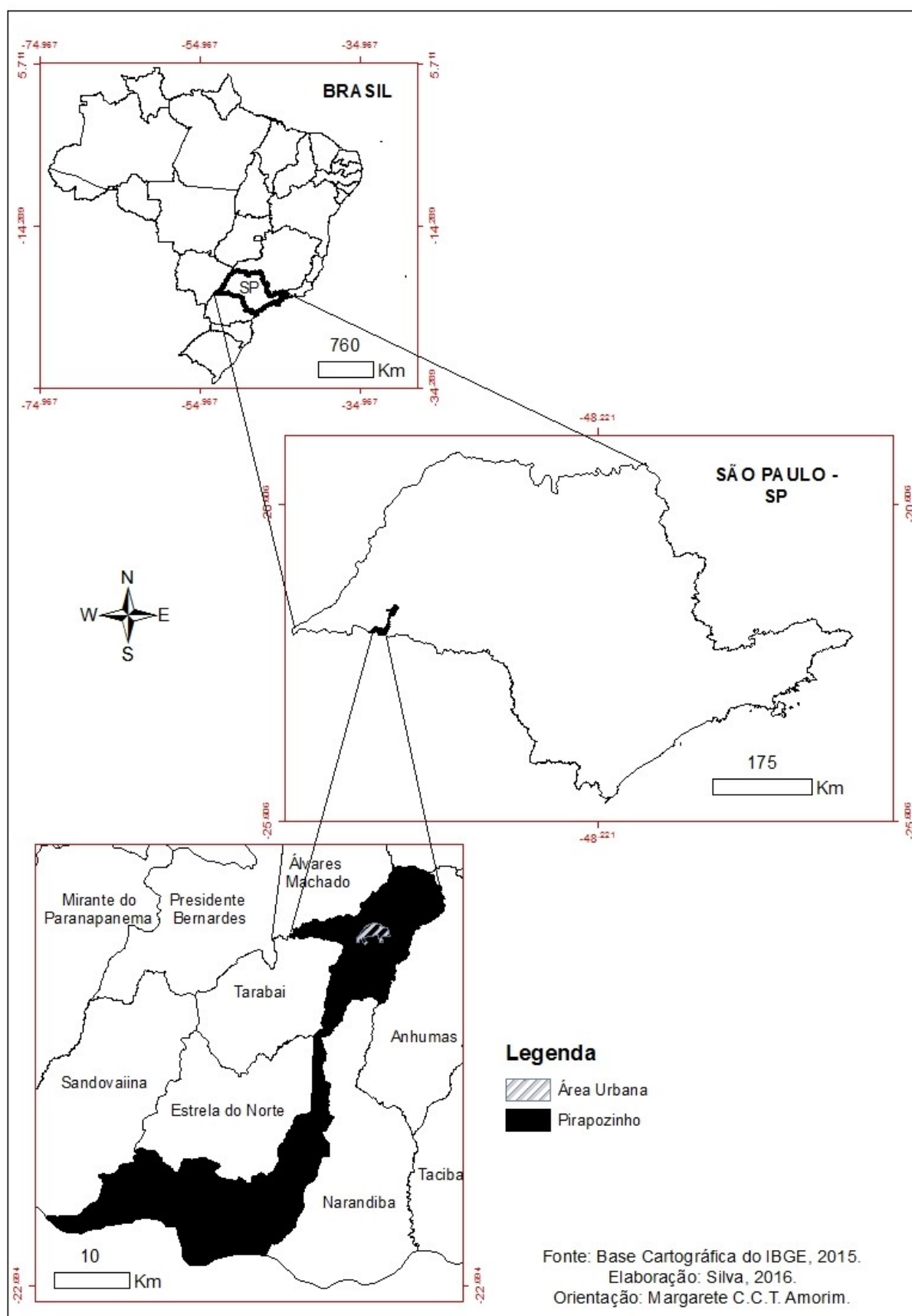
O S. C. U foi e ainda é utilizado em inúmeras pesquisas de clima urbano nas cidades brasileiras, sendo que inicialmente era dado maior enfoque em áreas metropolitanas, como, por exemplo, Salvador - BA (SAMPAIO, 1981), Porto Alegre - RS (DANNI, 1980), São Paulo - SP (LOMBARDO, 1985), Florianópolis - SC (SEZERINO e MONTEIRO, 1990), São Paulo - SP (TARIFA e ARMANI, 2001); posteriormente em cidades médias, como em Rio Claro e Araras – SP (PITTON, 1997), Presidente Prudente - SP (AMORIM, 2000), São José do Rio Preto - SP (CASTILHO, 2006), Piracicaba - SP (COLTRI, 2006), São Carlos e Marília (RAMPAZZO, 2015) e, mais recentemente, em cidades pequenas, como Teodoro Sampaio (VIANA, 2006), Nova Andradina – MS (LIMA, 2011), Jales - SP (UGEDA JUNIOR, 2011), Rancharia - SP (TEIXEIRA, 2015), Assis, Cândido Mota, Tarumã e Maracaí - SP (PORANGABA, 2015), dentre outros.

O município de Pirapozinho possui uma população de 24.694 habitantes, tendo uma área de 477,988 km<sup>2</sup>, sendo 20,715 Km<sup>2</sup> de área urbana (IBGE – 2010). Sua distância em relação à capital paulista é de aproximadamente 600 Km. Está localizado próximo à latitude 22° sul e à longitude 51° oeste, a uma altitude de aproximadamente 460 metros (Figura 1).

Inserese no clima tropical continental sub-úmido do centro-sul do Brasil, tendo uma estação de clima ameno e seco (entre abril e setembro) e uma estação quente e chuvosa (entre outubro e março), e conta com a maioria dos sistemas atmosféricos da América do Sul como relevantes para a definição do tempo e do clima, como a Frente Polar, a massa Polar e massa Tropical Atlântica (BARRIOS e SANT'ANNA NETO, 1996).

Há uma alternância entre as massas tropicais e polares, predominando as massas tropicais marítimas, que traz estabilidade durante o inverno e instabilidade no verão (BARRIOS e SANT'ANNA NETO, 1996).

Figura 1–Mapa de localização de Pirapozinho/SP



A frente polar atlântica (FPA) é significativa para a gênese das chuvas, sendo que sua participação ocorre mesmo na primavera e no verão, quando as chuvas são mais frequentes e intensas, imprimindo-lhes uma característica de período mais úmido (BARRIOS e SANT'ANNA NETO, 1996).

Já as massas polares (PA), de trajetória continental e de ondas mais rigorosas de aquecimento pré-frontal, provocam uma oscilação no ritmo de temperatura, estando a região sujeita, inclusive, a geadas esporádicas (BARRIOS e SANT'ANNA NETO, 1996).

Pirapozinho tem como base econômica a indústria, o comércio e atividades agropecuárias, com um PIB per capita de 19.667,58 reais (IBGE, 2011). É um município que tem uma população urbana de 23.462 habitantes e a população rural de 1.232 habitantes (IBGE, 2010).

A partir disso, este trabalho foi dividido e estruturado em diferentes partes para que os objetivos pudessem ser atingidos.

Na primeira parte deste trabalho, **A urbanização em cidades pequenas**, foi realizado um levantamento teórico sobre a urbanização brasileira, dando enfoque às cidades pequenas e o papel que estas têm desempenhado no território nacional e os problemas ambientais e sociais.

Na segunda parte, **O estudo do clima urbano**, procurou-se destacar as principais características do clima urbano, a partir de diferentes pesquisas realizadas principalmente no Brasil. As ilhas de calor foram enfatizadas neste capítulo e o uso das geotecnologias nas análises climáticas, que são ferramentas cada vez mais utilizadas para colaborar e acrescentar dados aos estudos de clima urbano.

Na terceira parte, **Caracterização da área de estudo**, utilizou-se o histórico do município, mapas e imagens para delinear os principais aspectos do sítio urbano de Pirapozinho.

Na quarta e última parte, **Análise do clima urbano de Pirapozinho**, procurou-se através do uso de imagem de satélite termal, do gráfico de análise rítmica, dos dados de estações fixas do mês de dezembro de 2014 e janeiro 2015, dos dados obtidos nos transectos, e, por fim, através da modelagem climática, caracterizar o clima urbano de Pirapozinho.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Geral**

O principal objetivo deste trabalho foi analisar a temperatura e a umidade do ar do espaço urbano e entorno rural próximo para se diagnosticar a geração do clima urbano em Pirapozinho/SP, como resultado da produção espacial da cidade.

### **2.2 Específicos**

- Averiguar o uso e a ocupação da terra urbana e as características do relevo;
- Analisar as características da temperatura e umidade do ar nos ambientes intraurbano e rural próximo;
- Identificar anomalias térmicas e higrométricas intraurbanas.

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Com base na teoria do Sistema Clima Urbano de Monteiro (1976), sob o subsistema termodinâmico, estudou-se o clima urbano da cidade de Pirapozinho/SP. O clima urbano pode ser caracterizado a partir de aspectos urbanísticos, que exercem diferentes papéis para o desempenho térmico das cidades.

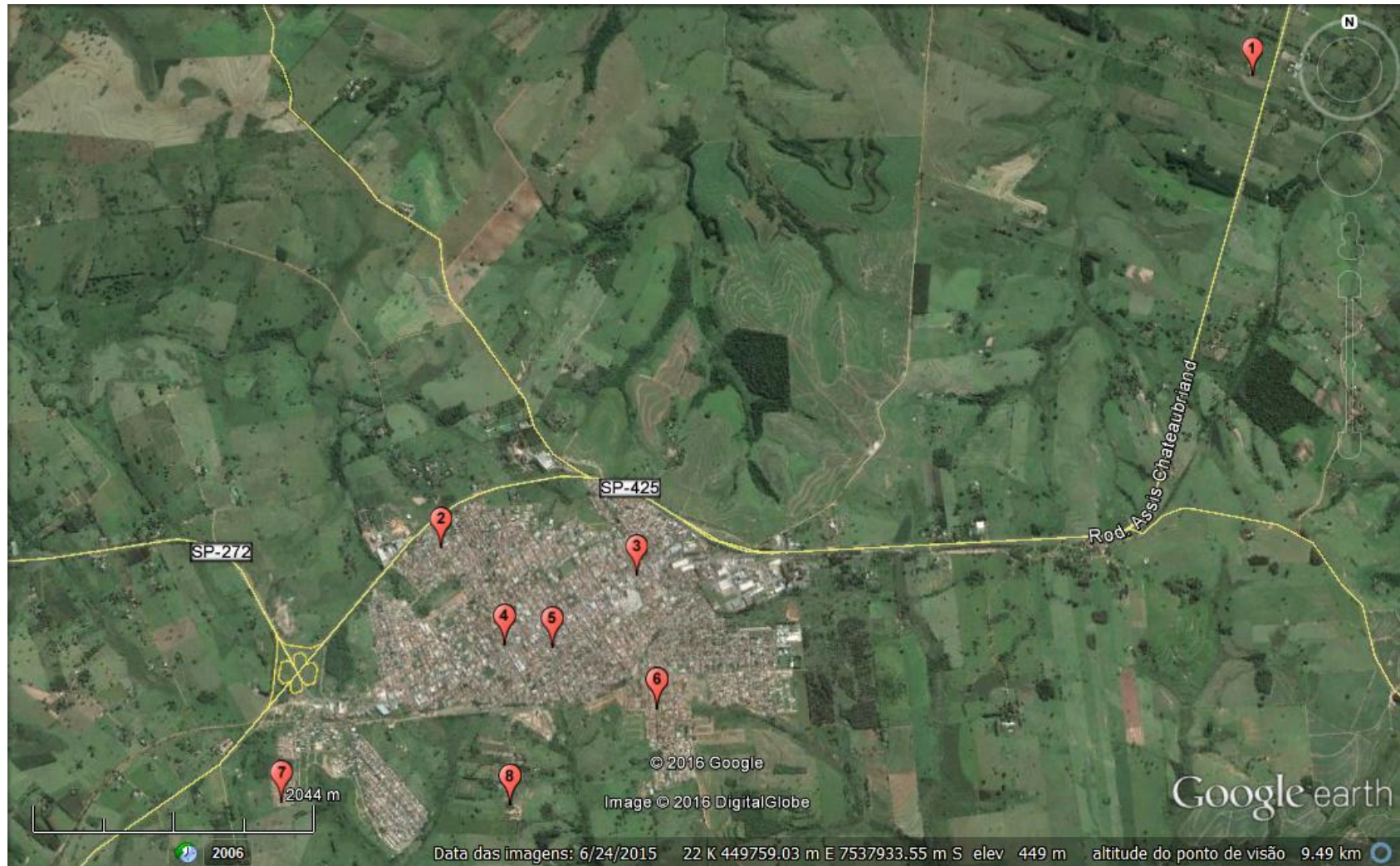
Neste sentido, a análise do clima urbano foi realizada por meio da instalação de sensores automáticos de temperatura e umidade (*Humidity-temperaturelogger*, da marca *ThermaData*<sup>TM</sup> e do modelo HTD D104505072) em diferentes pontos da cidade, do uso de transectos móveis durante o período noturno e de imagens térmicas (banda 10) do satélite LANDSAT 8.

- **Registros da temperatura e umidade relativa do ar em pontos fixos**

Foram escolhidos oito pontos fixos (Figura 2) para a coleta de dados meteorológicos, partindo de variados critérios, pois segundo Monteiro (1991, p. 57), “a área de estudo – a cidade – não é um espaço vazio ou neutro. A escolha dos pontos deve recair segundo a melhor forma de expressar a natureza ou o caráter peculiar da cidade focalizada”.

Sendo assim, o ponto de partida foi a análise da ocupação e dos usos da terra urbana, além das características do relevo. Para tanto, foram elaborados mapas com a finalidade de identificá-los, dando base para a escolha dos pontos. Foram realizados trabalhos de campo e foram utilizadas imagens de satélite para a caracterização da área de estudo.

Figura 2 - Distribuição dos pontos fixos em Pirapozinho



Fonte: Imagem do Google Earth de 24/06/2015.  
Elaboração: Silva, 2016. Orientação: Margarete C. C. T. Amorim.

Foram selecionados seis pontos na área urbana e dois no rural próximo, para a instalação dos sensores digitais, que foram abrigados da incidência direta dos raios solares, com o objetivo de registrar os dados de temperatura e umidade relativa do ar (Figuras 3 e 4).

Figura 3 - Sensor de temperatura e umidade utilizado na pesquisa



Fonte: Silva, 2015.

Figura 4 - Miniabrigo meteorológico



Fonte: Silva, 2015.



Os dados meteorológicos foram registrados de 06 de dezembro de 2014 a 31 de janeiro de 2015, sendo esses dias representativos do verão.

A partir dos dados meteorológicos, optou-se pelo ponto onde predominou as menores temperaturas (Ponto 8) para servir como referência na elaboração de gráficos, com a finalidade de mostrar as diferenças de temperatura e umidade do ar entre os pontos fixos e quantificar a intensidade da ilha de calor urbana. Esse ponto ao sul da malha urbana, localiza-se na área rural, não muito distante da área urbana, apresenta altitude de 475 m, orientação de vertente a noroeste e declividade entre 7,7° e 14,8°. Trata-se de uma chácara com plantações de eucalipto e de uso caseiro, ou seja, uma pequena propriedade que não tem finalidades comerciais.

Embora os registros tenham sido realizados a cada uma hora, foram selecionados para a análise alguns horários representativos dos períodos do dia. No período da manhã foram escolhidos os horários 7h, 9h e 11h. No período da tarde, 13h, 15h e 17h. No período da noite foram selecionados os horários das 19h, 21h e 23h, tanto em dezembro como em janeiro. Estes horários de análise tiveram como base as leituras sinóticas principais, estabelecidas pela Organização Meteorológica Mundial (OMM), que são 9h, 15h e 21h, sendo os demais horários escolhidos para fins de comparação das mudanças ocorridas no decorrer de cada período do dia.

- **Análise Rítmica**

A partir dos dados da Estação Meteorológica do INMET, localizada na UNESP de Presidente Prudente, foram elaborados gráficos de análise rítmica, para identificar as características do clima regional nos dias dos registros em campo. Foram utilizados os dados de temperatura e umidade relativa do ar, pressão atmosférica, direção e velocidade do vento, nebulosidade e total de precipitação diário. Este gráfico serve como instrumento de análise dos sucessivos tipos de tempo através do ritmo temporal e da distribuição espacial do fenômeno diariamente (MONTEIRO, 1971). Além disso, o gráfico ainda contém os sistemas atmosféricos atuantes, que foram identificados pelos dados de superfície, pelas cartas sinóticas da Marinha do Brasil<sup>1</sup> e imagens do satélite GOES (*Geostationary Operational Environmental Satellite*) do CPTEC/INPE<sup>2</sup> e seus boletins sinóticos.

---

<sup>1</sup> As cartas sinóticas foram coletadas do site da marinha do Brasil ([www.mar.mil.br](http://www.mar.mil.br))

<sup>2</sup> As imagens do satélite GOES foram adquiridas no site <http://satelite.cptec.inpe.br/home/novoSite/index.jsp>

- **Transecto móvel**

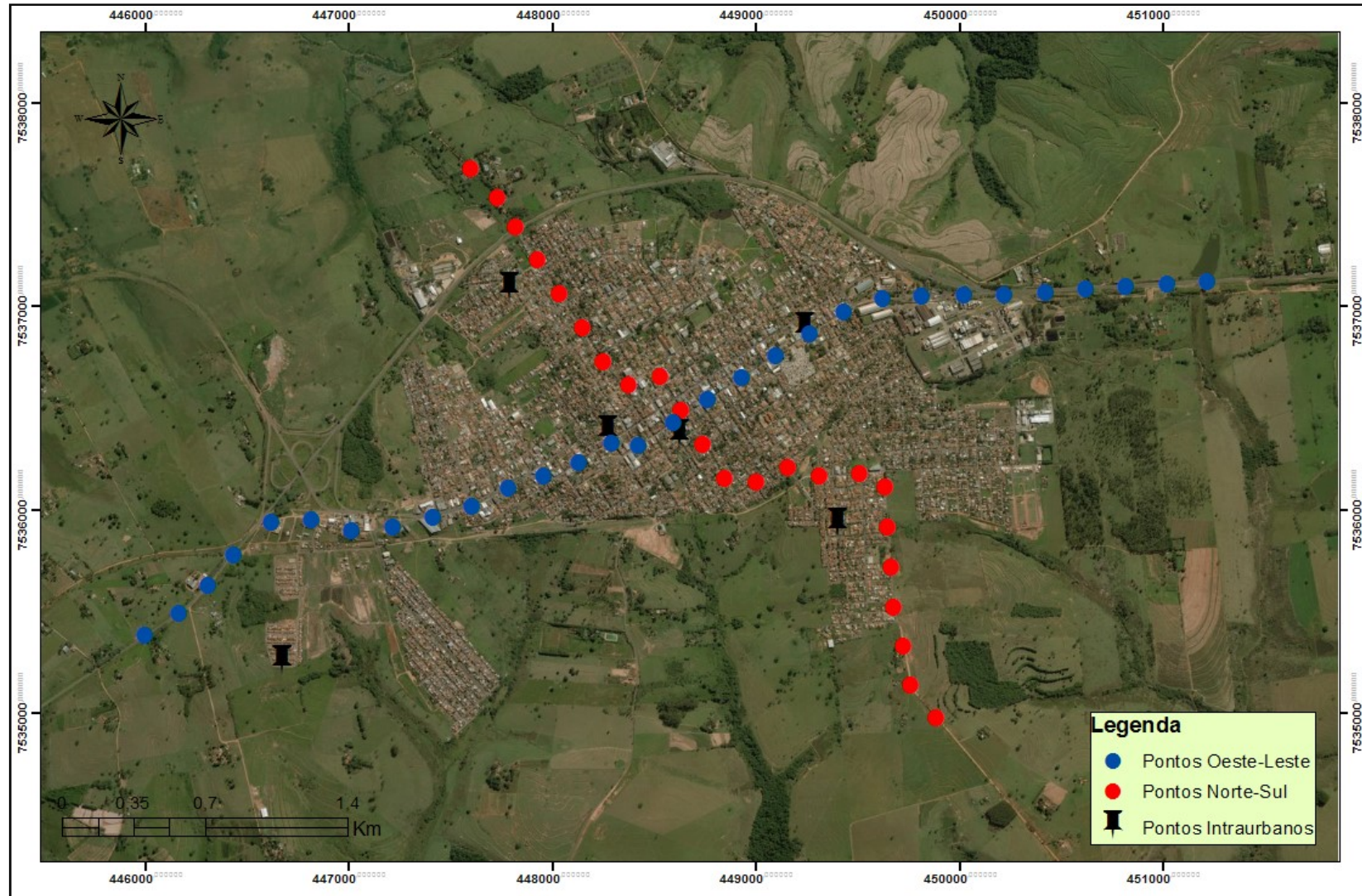
Foram realizados transectos móveis para registrar as temperaturas intraurbanas e de seu entorno rural, com a finalidade de correlacionar aos dados obtidos nos pontos fixos. Segundo Amorim (2005, p. 69),

A metodologia para a coleta de temperatura do ar [...] consiste na definição de dois transectos, com medidas móveis, utilizando-se de termômetros digitais, com os sensores presos em haste de madeira com 1,5m de comprimento, acoplados na lateral de dois veículos que saem da periferia (rural), passando pelo centro, chegando ao extremo oposto da cidade.

O horário para a realização dos transectos móveis foi entre 21h e 22h, pois segundo Amorim (2005), neste período a atmosfera sofre menos com as mudanças naturais bruscas de temperatura. Na Figura 5 é possível verificar os percursos feitos nos transectos móveis.

No transecto Oeste-Leste foram registradas a temperatura do ar em 30 pontos e no transecto Norte-Sul, em 23 pontos.

Figura 5–Pirapozinho: Mapa dos Percursos dos Transectos



Elaboração: Silva, 2016.  
Orientação: Margarete C. C. T. Amorim.

- **Carta térmica**

As imagens térmicas do LANDSAT 8 trouxeram informações para a análise espacial da temperatura da superfície na cidade de Pirapozinho e seu entorno. De acordo com Amorim et. al. (2009, p. 13), “as imagens de satélite podem ajudar a compreender a distribuição das fontes de calor dentro de uma área urbana que levam à formação da ICU<sup>3</sup>”, sendo um importante instrumento para as análises de clima urbano.

Para tanto, foram elaboradas duas cartas térmicas, por meio de uma imagem capturada no dia 30 dezembro de 2014 e a outra no dia 15 de janeiro de 2015, para relacionar os dados de temperatura da superfície com as temperaturas do ar, contribuindo para a correlação de elementos que configuram as ilhas de calor urbanas.

Para Voogt e Oke (2003), a utilização dos dados a partir dos satélites tem permitido uma apreensão das condições térmicas de toda a cidade, favorecendo o estabelecimento das relações existentes entre os elementos da superfície e do ar.

Isto possibilitou verificar as diferenças intraurbanas e do rural próximo, demonstrando as condições térmicas da superfície da área urbana analisada.

- **Modelagem de temperatura**

Para finalizar foi realizada uma modelagem da temperatura do ar de Pirapozinho, com base em imagens de satélite e nos dados de temperaturas medidos nos transectos e nos pontos fixos.

A modelagem oferece um avanço significativo em relação às formas de representações cartográficas por meio de interpolações (AMORIM, DUBREUIL e CARDOSO, 2015), proporcionando, a partir de uma junção de dados, uma visão mais geral dos fenômenos do clima urbano, pois permite a espacialização da temperatura do ar em conjunto com as características da superfície.

Além disso, a modelagem de acordo com Amorim, Dubreuil e Cardoso (2015, p. 44), “oferece subsídios que podem de fato auxiliar nas políticas que visem, seja

---

<sup>3</sup> ICU – Ilha de Calor Urbana.

do ponto de vista do conforto ou da saúde, contribuir para a mitigação das ilhas de calor urbanas”.

Portanto, é uma técnica e um instrumento de análise que só tem a contribuir para a espacialização da temperatura de forma mais detalhada.

#### 4 A URBANIZAÇÃO BRASILEIRA E AS CIDADES PEQUENAS

As cidades são fatos concretos que caracterizam uma elevada porcentagem dos residentes brasileiros, tornando-se foco de análises de muitos estudiosos, com diferentes temáticas.

Atualmente o Brasil é um país com alta taxa de urbanização. A população urbana ultrapassa os 80%, tendo em algumas unidades da federação, índices ainda mais elevados, como é o caso de São Paulo, que apresenta 96,3% de população urbana (SEADE, 2015).

A urbanização brasileira é recente. Até por volta da década de 1940, o Brasil tinha a maioria de sua população concentrada no campo, sendo esse quadro modificado devido às várias melhorias nas condições de vida da população urbana e as transformações no campo. De acordo com Santos (1993, p. 31),

O forte movimento de urbanização que se verifica a partir do fim da Segunda Guerra Mundial é contemporâneo de um forte crescimento demográfico, resultado de uma natalidade elevada e de uma mortalidade em descenso, cujas causas essenciais são os progressos sanitários, a melhoria relativa nos padrões de vida e a própria urbanização.

Esse quadro modifica o papel até então desempenhado pelas cidades, que em cada momento da história foi mudando de acordo com a necessidade e a sua função.

Pode-se dizer, a princípio, que a cidade nasce da necessidade de se organizar um dado espaço no sentido de integrá-lo e aumentar sua independência visando determinado fim. Isto é, a sobrevivência do grupo no lugar, e o rompimento do isolamento das áreas agora sob sua influência. (...) A quebra do isolamento é consequência do novo arranjo espacial das relações comerciais e de interdependência que ela fomenta, bem como o surgimento da nova divisão do trabalho (CARLOS, 1992, p. 57-58).

No fim do período colonial brasileiro “a ‘cidade’ era uma emanção do poder longínquo, uma vontade de marcar presença num país distante” (SANTOS, 1993, p. 19). A população urbana somava perto de 5,7% da população total, a qual vivia em cidades como São Luis do Maranhão, Recife, Salvador, Rio de Janeiro e São Paulo (SANTOS, 1993).

As mudanças ocorridas na história do país, depois da segunda metade do século XIX, entre 1870-1930, com o fim da escravidão, o início da industrialização e

a decolagem do crescimento urbano, transformaram as cidades brasileiras, firmando solidamente os processos capitalistas modernos (ABREU, 2001).

Porém, de acordo com Oliveira (2001), é no período entre 1930 a 1980 que ocorreram transformações importantes na sociedade brasileira com reflexos na configuração urbana, que alteraram significativamente a demografia brasileira.

Na política, aconteceram duas ditaduras com duração correspondente a mais da metade do período considerado. Na economia, consolida-se a intervenção do Estado no planejamento de experiências parciais que vêm, desde os anos vinte, dando suporte e executando grandes investimentos em infraestrutura, com isso criando condições para a predominância da atividade industrial sobre a agrícola. Na dinâmica demográfica, ocorreu o aumento do número e do tamanho das cidades, o que determinou um novo perfil da população com o predomínio da urbana sobre a rural (OLIVEIRA, 2001, p. 50).

Além disso, as mudanças no campo, assim como a industrialização, foram fundamentais para a urbanização brasileira.

Em algumas áreas, expandiu-se a modernização, a mecanização e o latifúndio, e, em outras, ocorreu a estagnação. Nas primeiras foram gerados desemprego e luta pela terra; nas segundas, a luta pela sobrevivência, ambas causando o êxodo rural. Em decorrência, o processo de urbanização que já aparecia como tendência nas décadas anteriores, é impulsionado nos anos cinquenta e seguintes (OLIVEIRA, 2001, p. 51).

Desta forma, a cidade passou por inúmeras transformações no decorrer do século XX, tornando-se o espaço mais habitado pela população brasileira, prevalecendo a população urbana sobre a rural com taxas de urbanização muito altas. “O aumento médio da taxa de urbanização de 1970 a 1980 foi 111,53% e de 1980 a 1990 foi de 107,66%” (SCHIFFER, 2004, p. 125).

O Brasil chega ao século XXI como um país urbano-industrial, apresentando um número elevado de municípios, 5.565 (IBGE, 2010), prevalecendo as cidades pequenas, que de acordo com IBGE, são aquelas que possui população de até 50.000 habitantes. Municípios com até 10.000 habitantes são 2.513, e com população de 10.001 a 50.000 são 2.444 (IBGE, 2010).

No estado de São Paulo, por exemplo, são cerca de 5.524.241 habitantes em cidades com 10.001 a 50.000 habitantes, em 238 municípios, e 275 municípios com até 10.000 habitantes, num total de 645 municípios (IBGE, 2010) .

As cidades pequenas são numerosas e representativas em todo território nacional, prevalecendo sobre as médias e grandes, que abrigam grande parte da

população brasileira. As pesquisas em cidades pequenas passaram a ter relevância, já que “a cidade pequena apresenta uma dimensão geral que é comum aos demais centros urbanos, na expressão da cidade e que abrange uma totalidade” (SPOSITO e JURADO DA SILVA, 2013, p. 31).

Neste sentido, a realidade urbana do Brasil mostra que as cidades pequenas possuem grande importância para se entender diversos aspectos do território nacional. O Brasil possui 4.957 municípios com até 50.000 habitantes (IBGE, 2010), demonstrando a expressiva quantidade de centros urbanos com esse porte no espaço geográfico brasileiro.

Desta forma, as cidades pequenas desempenham significativo papel enquanto lugares de vivência dos seres humanos, tendo suas particularidades e singularidades, se diferenciando conforme as relações que estabelecem com o espaço, com a natureza e com a região a que pertence.

A realidade das cidades brasileiras é diversa, firmando diferenças espaciais e sociais, já que nelas há o papel regulador dos agentes produtores do espaço. As cidades pequenas também apresentam essa realidade.

Geograficamente, as cidades pequenas diferem entre si, pois existem realidades particulares em cada centro, havendo distinções na inserção da rede urbana, no caráter demográfico, na economia, na estruturação urbana, entre outros, embora existam processos que possam ser considerados mais gerais, como é o caso de se citar a precarização do trabalho (SPOSITO e JURADO DA SILVA, 2013, p. 37).

Segundo Sposito e Jurado da Silva (2013, p. 25), “as cidades pequenas comportam e territorializam relações entre homem/natureza na produção do espaço e na reprodução da vida como um conteúdo geográfico, mesmo se tratando de uma escala particular no universo da urbanização e do movimento em espiral da sociedade”.

Isto porque, quando se distinguem as cidades conforme a sua dimensão territorial e populacional, o que as definem são as atividades cotidianas, suas funções, suas formas e as relações estabelecidas através de vínculos e significados que são dados a partir do cotidiano, e que são estabelecidos ao longo de sua história, de sua formação e ocupação.

Neste sentido, as cidades pequenas vão ganhando espaço nas pesquisas, pois se percebe que é uma dimensão que territorializa contextos do fenômeno



urbano. “Elas representam expressiva quantidade de centros e possuem uma área espacial (se agregada a esses núcleos territorialmente) realmente importante, e isso se referindo a todos os continentes” (SPOSITO e JURADO DA SILVA, 2013, p. 29). Isto quer dizer que estão inseridas num contexto global e dizem respeito a uma organização da dinâmica espacial de um país.

De acordo com Soares e Melo (2010), com a expansão do processo de metropolização e do aumento do número e do papel das cidades médias, ocorridos a partir da segunda metade do século XX, não se pode negligenciar a criação de cidades pequenas,

[...] que se multiplicaram pelo território nacional, ora como centros de importância local, dadas as condições regionais de interligação com a economia nacional e o desenvolvimento de atividades produtivas específicas, como localidades sem centralidade e cuja infraestrutura é precária, ou ainda muitas outras que surgiram possibilitadas pela legislação que rege a criação de municípios e cidades no país (SOARES e MELO, 2010, p. 237).

No caso do oeste do estado de São Paulo, onde está localizado o município de Pirapozinho, as numerosas cidades surgiram em torno das ferrovias, que serviam para o escoamento do café, principal atividade econômica no início do século XX, dando apoio e dinamicidade ao processo de incorporação de áreas até então pouco exploradas, a exemplo do Oeste Paulista (SPOSITO e JURADO DA SILVA, 2013). Segundo esses autores, “os núcleos urbanos de pequeno porte eram implantados, preferencialmente, junto à ferrovia e/ou em áreas mais distantes para dar suporte ao processo de ocupação espacial, assegurando o atendimento das demandas mais essenciais da população e favorecendo sua fixação” (SPOSITO e JURADO DA SILVA, 2013, p. 114).

Assim, foram surgindo um grande número de aglomerados urbanos, que deram origem a pequenas e médias cidades em todo o interior do estado de São Paulo, que segundo Jurado da Silva (2011, p. 75), “[...] surgiam para oferecer sustentação às atividades do campo, o que possibilitava ampliar as relações sociais e econômicas, mas, sobretudo aumentar os processos de especulação fundiária e imobiliária”.

Contudo, a urbanização das cidades pequenas brasileiras se intensifica e se particulariza conforme o processo de ocupação e a região a qual estão inseridas, já que de acordo com Sposito (2009, p. 16), “não é possível compreender cidades

pequenas e médias sem pensar nos próprios espaços municipais que elas comandam, que elas constituem e que geram a vida de relações econômicas e sociais que as têm como pontos de apoio”.

Além disso, segundo Nascimento e Carvalho (2005, p. 29):

[...] a globalização cria novos centros urbanos e gera uma refuncionalização das pequenas cidades, que, ou perdem sua função central e por isto desenvolvem novas funções não-centrais ou se transformam, a partir de novas atividades, mudando assim sua função anterior.

Isto demonstra que as ações humanas são contínuas e as cidades estão inseridas num contexto em que as transformações seguem a lógica do mercado e das atividades econômicas, contribuindo para a heterogeneidade dos espaços urbanos, alterando os modos de vida e a relação do homem com o espaço que habita, não importando a dimensão espacial em que ocorrem esses processos, que podem ser mais lentos ou rápidos, conforme a lógica da produção do espaço urbano.

As cidades pequenas, como Pirapozinho, por exemplo, são relevantes para a compreensão de diversos temas que se analisa na ciência geográfica, e para o entendimento de parte expressiva da realidade brasileira, pois mantém diversas relações entre a sociedade e a natureza, o trabalho e o ser humano, dentre outros elementos.

Pirapozinho é um município que possui indústrias, atividades agropecuárias e alguns tipos de serviços (escolas, bancos, comércio), se inserindo na lógica capitalista e provocando degradações ambientais, como por exemplo, a poluição do ar, através das indústrias e dos veículos que circulam pela cidade, e também problemas com a destinação dos resíduos sólidos.

#### **4.1 Os problemas ambientais e sociais em cidades pequenas**

As características do processo de urbanização são diversificadas devido às atividades e as relações estabelecidas com o espaço habitado. Isto gera diversos problemas urbanos, dentre eles os ambientais, que apresentam diferentes magnitudes nas cidades, principalmente quando se trata das grandes aglomerações humanas, que apresentam diferenciações regionais e locais de desenvolvimento econômico e social.

Neste sentido, as cidades se desenvolvem, em sua maioria, com a falta de um ordenamento territorial, a partir de apropriações do espaço que não visam a preservação ambiental, pois há questões relacionadas às “necessidades” criadas para a formação de espaços em diferentes áreas das cidades, que oferecem oportunidades e serviços diversificados, mesmo em meio à precariedade das condições de vida.

De acordo com Penna (2013, p. 4), “torna-se fundamental compreender que todos os processos da produção do espaço urbano são formadores de ‘riscos’, no sentido de que não são uma disfunção temporária, mas sim inerentes à produção do espaço”. Isto demonstra que o crescimento urbano gera diferentes práticas que trarão consequências, degradantes ou não, dependendo da preservação e da gestão urbana.

Desta forma, os processos de degradação ambiental desencadeados pela urbanização são parte da produção do espaço urbano, que decorrem de diferentes interesses privados e públicos, e podem ter dimensões variadas, pois as cidades não são homogêneas tanto em tamanho como em concentrações de atividades.

No entanto, segundo Stipp e Stipp (2004, p. 27), “isso se nota quase que da mesma forma tanto nas pequenas, quanto nas médias e grandes cidades, pois os problemas ambientais são sempre os mesmos aumentando de acordo com o tamanho e o índice populacional de cada uma delas”.

Sendo assim, pequenas cidades também tendem a reproduzir problemas que ocorrem nas grandes cidades, gerando aspectos negativos para o ambiente e para a população, que produzem e ao mesmo tempo sofrem com os problemas ambientais.

Conforme Stephan e Maria (2015, p. 126):

Há sinais visíveis em qualquer cidade pequena de que a forma de crescimento potencializa graves problemas ao meio ambiente, à qualidade de vida, à mobilidade e à identidade local. Tais sinais afetam diretamente a todos os seus moradores, pois eles passam a lidar com as dificuldades de circular nas ruas, com a degradação da qualidade ambiental das moradias, com a perda do patrimônio arquitetônico e com as enchentes causadas pela insuficiência de drenagem urbana. Até nas pequenas cidades, os moradores “indesejáveis” são deslocados para as periferias distantes, em conjuntos habitacionais longe dos locais de trabalho, a custos monetários inacessíveis e com condições de transportes precaríssimas ou inexistentes.

Este é o caso da cidade de Pirapozinho, área de estudo deste trabalho, que apresenta algumas destas características, principalmente em relação às áreas de

concentração populacionais mais pobres, que são bairros mais distantes do centro e tiveram a gestão municipal como desencadeadora dos projetos habitacionais.

Esses projetos se iniciaram em 1996, com a doação da Prefeitura Municipal de Pirapozinho de 1.000 lotes para a população mais carente, criando o Residencial Natal Marrafon, local mais afastado das áreas centrais da cidade. Além disso, a partir de 1987, se iniciou um processo de ocupação ilegal pela falta de condições financeiras para a construção de casas ou pagamento de aluguéis, na qual a população residente é bastante carente em relação à infraestrutura, aos serviços de esgoto e água encanada (XAVIER, 2000).

Deste modo, é possível relacionar áreas degradadas ambientalmente às questões sociais das cidades. Bairros mais periféricos tendem a sofrer com a falta de infraestrutura e com os problemas ambientais de forma mais acentuada. Ainda tem-se a questão de que “pequenas e médias cidades estão se tornando cada vez mais importantes no sistema de assentamento humano devido ao seu rápido crescimento, que está relacionado com as tendências demográficas e urbanização” (MAGNO, 2000, p. 4).

Entretanto, ao mesmo tempo em que ocorre esta tendência, “[...] muitas pequenas e médias cidades sofrem de importantes deficiências no campo da gestão urbana, que é geralmente mais desfavorável do que nas grandes cidades” (Mc DONALD et al, 1998 *apud* MAGNO, 2000, p. 5).

Assim, torna-se cada vez mais importante visar o planejamento de cidades pequenas, pois estas estão em crescimento e podem ter uma gestão urbana mais favorável aos aspectos sociais e ambientais, estabelecendo maior controle das atividades humanas mais modernas e da ocupação de áreas em que os processos naturais independem das ações antrópicas, como os escorregamentos e deslizamentos de terra, erosão, cheias dos rios, etc.

Atrelado aos problemas ambientais, ainda tem-se a questão social, que se relacionada à degradação de áreas urbanas, aumenta a vulnerabilidade socioambiental em diferentes espaços das cidades. Em Pirapozinho, estes problemas já ocorrem, pois a vulnerabilidade socioambiental é presente em bairros mais carentes de infraestrutura, como já mencionado neste capítulo.

## 5 O CLIMA URBANO E O ESTUDO DAS ILHAS DE CALOR

O desenvolvimento das cidades trazem diversas alterações para o ambiente em que ela se insere. Dentre essas alterações, uma de grande importância para a população é a climática, que gera características próprias no interior da cidade, devido às transformações de ambientes naturais em artificiais ou antropizados e construídos para o desenvolvimento das atividades humanas em aglomerações.

De acordo com Lombardo (2009, p. 119):

Essa transformação resulta em mudanças dos ventos regionais, na geometria da radiação solar e da insolação e emissão de poluentes, propiciando as temperaturas mais elevadas nas zonas urbanas consolidadas em comparação com as zonas periféricas ou rurais.

As cidades, assim, trazem consigo diversas modificações na atmosfera local, que se inter-relacionam com a própria estrutura geomorfológica, hidrológica, pedológica, com a fauna e a flora, acarretando em ações intensas que interferem nos processos naturais e muitas vezes ultrapassam a capacidade humana em planejar e adequar o sítio urbano para que a população que a habita possa conviver com as intempéries que surgem.

Isto porque, de acordo com Sant'Anna Neto (2011, p. 52):

Se a cidade é o habitat da modernidade, se os sistemas urbanos são altamente complexos e desiguais e, se a atmosfera urbana é o produto da interação entre as variáveis do clima e as intervenções socioeconômicas, então os diversos grupos sociais não experimentam e nem se relacionam com o tempo e com o clima urbano da mesma forma. Espaços desiguais potencializam os efeitos do clima, que se manifestam, também de forma desigual. Nesta perspectiva, tem-se que admitir que o clima urbano possa ser interpretado como uma construção social.

Sendo assim, os estudos de clima urbano podem ter extrema importância para o planejamento ambiental, já que muitos problemas das cidades, no geral, estão relacionados à poluição, às tempestades, às enchentes, às inundações, às construções em áreas de riscos, etc., que causam prejuízos materiais e humanos no período de chuvas intensas, por exemplo.

Além disso, um dos grandes problemas das cidades é o excesso de calor que está relacionado aos materiais construtivos e à falta de vegetação, que provocam as chamadas ilhas de calor, o que contribui para o desconforto térmico das pessoas.

Neste sentido, os estudos de clima urbano são realizados para a análise da geração de ilhas de calor e outros elementos, como poluição do ar e precipitações, que, no Brasil, tem como uma das principais teorias o Sistema Clima Urbano (S. C. U), de Monteiro (1976).

## 5.1 O Sistema Clima Urbano

Muitos estudos foram realizados ao longo do tempo, já que a partir do século XIX, quando o processo de urbanização passou a ser crescente nos países europeus, principalmente na Inglaterra, perceberam-se diferenças térmicas entre o campo e a cidade. Dessa forma, alguns autores, como o inglês Luke Howard (1833), verificou as diferenças existentes entre as condições climáticas do urbano e do rural, identificando assim, um clima urbano, característico e específico das áreas urbanas, que começaram a crescer a partir da Revolução Industrial (LANDSBERG, 2006)<sup>4</sup>.

As formas de análise se aprimoraram conforme as tecnologias foram se desenvolvendo e permitindo que os estudos se enriquecessem com uma grande quantidade de dados que possibilitam demonstrar as principais características que influenciam o clima local.

No Brasil, há uma grande contribuição metodológica de Monteiro (1976), que propôs o chamado Sistema Clima Urbano (S. C. U). Ele partiu de uma visão sistêmica em que há uma coparticipação da natureza e do homem na elaboração do clima da cidade, utilizando os canais de percepção humana na análise climática, que são: o conforto térmico (subsistema termodinâmico), a qualidade do ar (subsistema físico-químico) e o impacto meteórico (subsistema hidromecânico).

Para Monteiro (1976, p. 126):

As componentes termodinâmicas do clima não só conduzem ao referencial básico para a noção do conforto térmico urbano como são, antes de tudo, a constituição do nível fundamental de resolução climática para onde convergem e se associam todas as outras componentes.

Neste sentido, há uma relação direta entre o balanço de energia do sistema e o processo de transformação e produção do espaço urbano, podendo vincular com diferentes características ambientais e climáticas, que serão distintas conforme o

---

<sup>4</sup> (N.T.) Original em língua Inglesa. LANDSBERG, H. E. (1956) The Climate of Towns in THOMAS, W. L. org. (1956) Man's Role in Changing the Face of the Earth. Vol. 2, pp. 584 – 606.

processo de ocupação e implantação urbana, as características geográficas e naturais, e de condições de adaptação ao ambiente.

O subsistema físico-químico é gerado por meio das atividades humanas, através da circulação de veículos à autocombustão, da concentração industrial e outras formas de produção que contamina a atmosfera (MONTEIRO, 1976). Como produção humana, de acordo com Monteiro (1976, p. 134), “ela deve ser corrigida na fonte de emissão e não atribuída ao comportamento do ar sobre cujos insumos energéticos o homem não dispõe de controle”.

O canal de percepção humana, impacto meteórico, pode gerar variada gama de fenômenos: tempestades, granizos, tornados, furacões, fortes nevadas, aguaceiros etc., que estão ligados à natureza e se expressa através dos insumos energéticos atmosféricos (MONTEIRO, 1976). No entanto, Monteiro (1976) associa o núcleo do sistema ao ambiente em que se integra, pois coloca como exemplo a impossível dissociação das chuvas violentas à drenagem, ao escoamento areolar e fluvial.

Portanto, o S. C. U considera os fatores de energia externos e internos, relacionando a dinâmica atmosférica criada pelo espaço urbano e os seres humanos, pois analisa as características intraurbanas para verificar a atuação dos sistemas atmosféricos. Para Monteiro (1991, p. 64):

O “adentrar” a cidade para sondar-lhe o clima significa avaliar as alterações ou derivações de propriedade que o ar sofre no interior deste organismo urbano, complexo fato socioeconômico edificado segundo o cabedal tecnológico-cultural da sociedade a partir dos recursos diretos ou indiretos (mesmo remotos) da natureza.

Além disso, no interior da cidade, o Homem:

[...] na medida em que conhece e é capaz de detectar suas disfunções, pode, através do seu poder de decisão, intervir e adaptar o funcionamento do mesmo, recorrendo a dispositivos de reciclagem e/ou circuitos de retroalimentação capazes de conduzir o seu desenvolvimento e crescimento seguindo metas preestabelecidas. (MONTEIRO, 2003, p. 25).

O desenvolvimento desta metodologia contribui para que os estudos climáticos urbanos sejam feitos sistematicamente, como foi realizado nesta pesquisa, na cidade de Pirapozinho/SP, proporcionando aporte teórico para a obtenção e análise dos resultados.

## 5.2 O clima urbano e as ilhas de calor

Uma das características de fundamental importância das transformações ocorridas no ambiente urbano é a mudança no balanço de energia, que gera anomalias térmicas, caracterizando as ilhas de calor. De acordo com Amorim (2013, p. 174), as ilhas de calor formam bolsões de ar quente, decorrentes da capacidade diferenciada dos materiais, encontrados na superfície, de armazenar e refletir a energia solar e emitir a energia terrestre.

Isto porque, em geral, as cidades apresentam temperaturas mais elevadas que o seu entorno, devido à influência que os seres humanos exercem sobre o clima através das atividades e ações no processo de urbanização. Segundo Oke (1987), esse efeito da ilha de calor urbana é um exemplo de modificação do clima.

Neste sentido, García e Martilli (2012, p. 21) colocam que o conceito de ilha de calor é o que melhor define o clima urbano e que em qualquer cidade se pode distinguir dois tipos: a primeira, denominada *ilha de calor atmosférica*, representa as diferenças de temperatura do ar entre as zonas urbanas e as rurais; a segunda, denominada *ilha de calor superficial*, indica as diferenças térmicas entre as superfícies artificiais (pavimentos, calçadas, telhados dos edifícios, etc.) e naturais (vegetação).

Além disso, García (1996) explica que as causas mais importantes na formação das ilhas de calor são: a) a pequena porção de energia consumida na evaporação, ao não existir circulação superficial de água ou esta ser muito escassa; b) a diminuição das perdas de calor por irradiação noturna devido às características geométricas das ruas e edifícios.

Além desses fatores é preciso considerar que a intensidade e a extensão das ilhas de calor dependem, segundo Amorim et. al. (2009, p. 2),

[..] da localização da cidade, da morfologia urbana (forma e densidade das construções), do tipo de materiais construtivos, das atividades industriais, das condições climáticas e da sucessão das situações sinóticas e tipos de tempo.

As ilhas de calor apresentam variações de frequência e intensidade conforme as características das estações do ano e do ritmo diário dos fenômenos meteorológicos, em conjunto com as características urbanísticas.



Portanto, ao se analisar as ilhas de calor em diferentes partes do globo terrestre numa mesma latitude, por exemplo, as respostas poderão ser muito diversificadas, devido às influências e aos condicionantes que o ambiente urbano recebe, tanto das características geológicas quanto das características do processo de urbanização.

Contudo, Gartland (2010, p. 11), aponta cinco características comuns das ilhas de calor:

1. Geralmente são mais quentes após o pôr do Sol e mais frescas após o amanhecer.
2. As temperaturas do ar são mais elevadas em consequência do aquecimento das superfícies urbanas, uma vez que superfícies artificiais absorvem mais calor do Sol do que a vegetação natural.
3. Essas diferenças nas temperaturas do ar e na superfície são realçadas quando o dia está calmo e claro.
4. Áreas com menos vegetação e mais desenvolvidas tendem a ser mais quentes, e ilhas de calor tendem a ser mais intensas conforme o crescimento das cidades.
5. Ilhas de calor também apresentam ar mais quente na “camada limite”, uma camada de ar de até 2000 m de altura. Elas geralmente criam colunas de ar mais quentes sobre as cidades, e inversões de temperatura (ar mais quente sobre o ar mais frio) causadas por elas são comuns.

De acordo com esta mesma autora, as ilhas de calor são geralmente mais fortes à noite, mas seus horários de pico e magnitude de intensidade variam de cidade para cidade (GARTLAND, 2010).

García (1996, p. 264) classifica as ilhas de calor em fracas, quando as diferenças entre o rural e o urbano oscilam entre 0 °C e 2 °C; moderada, entre 2 °C e 4 °C; fortes, entre 4 °C e 6 °C; e muito fortes, quando as diferenças são superiores a 6 °C.

As cidades maiores tendem a apresentar rugosidades e mais obstáculos que as cidades pequenas, pois estas, geralmente, possuem edifícios com poucos andares, como é o caso de Pirapozinho, que tem predominantemente construções horizontais em toda a sua malha urbana.

Por isso, há distinções em relação às gerações de ilhas de calor nas cidades, com forte influência da camada limite e do dossel urbano, que de acordo com García (1996, p. 256), é o espaço compreendido entre o solo e os telhados dos edifícios. O vento e as temperaturas experimentam mudanças notáveis em espaços muito reduzidos, e se forma um complexo emaranhado de microclimas diferenciados

devido o traçado da rede viária, dos usos do solo, dos materiais do asfalto e edifícios, assim como as diferentes alturas e orientações.

Sendo assim, as particularidades e singularidades que configuram o espaço urbano podem provocar instabilidades atmosféricas locais até então inexistentes. A caracterização das áreas de estudo e a análise de ocupação e uso da terra urbana, são fundamentais para a compreensão da configuração das ilhas de calor, que se apresentam com características, muitas vezes, singulares, conforme o arranjo espacial e a dimensão das cidades.

As técnicas e os novos instrumentos que surgem no campo meteorológico aperfeiçoam cada vez mais as pesquisas em climatologia geográfica, e dão sustentação à teoria S. C. U, utilizada nesta pesquisa.

### **5.3 As geotecnologias nas análises climáticas urbanas**

As geotecnologias são cada vez mais utilizadas nos estudos de climatologia, e em especial nas análises de clima urbano, já que é um recurso que possibilita obter informações abrangentes, em áreas de distintas dimensões, a partir de procedimentos que detectam e permitem tratar os detalhes de diferentes fenômenos.

Os recursos tecnológicos são diversos, porém os mais empregados são os do sensoriamento remoto, a partir das imagens de satélite, que passaram a ser utilizadas para os estudos urbanos ainda na década de 1970, porém possuíam baixa resolução espacial (LOMBARDO, 2011).

Atualmente, as resoluções aumentaram, permitindo que com o uso de técnicas de processamento, os detalhamentos das imagens aperfeiçoem os dados dos sensores remotos, para que as suas informações possam ser utilizadas nas análises espaciais de forma aprimorada.

Existem os satélites meteorológicos, que servem para a previsão do tempo e geram diversas imagens diariamente, e as bandas do canal termal infravermelho dos satélites com alta resolução espacial, que permitem verificar as temperaturas da superfície, como é o caso do LANDSAT 5, 7 e 8. As imagens desses satélites, de acordo com Fialho (2012, p. 69), “têm se tornado importantes ferramentas no estudo da configuração e da variação térmica no ambiente intraurbano de cidades de médio e pequeno porte”.

Neste sentido, a aplicação dos recursos tecnológicos atuais, possibilitam aumentar qualitativamente os estudos, pois consegue explorar o espaço intraurbano e correlacionar dados de diferentes imagens e diferentes tempos.

Segundo Lombardo (2009, p. 126):

Esta nova geração representa uma revolução em termos de métodos de processamento de imagens bem como no nível de detalhamento do cenário urbano a ser extraído a partir das mesmas, possibilitando formas promissoras de exploração do universo intraurbano e ampliando os horizontes de aplicações do sensoriamento remoto com fins ao planejamento físico-territorial e ambiental.

Nos estudos de clima urbano o sensoriamento remoto termal já tem permitido novas possibilidades de observação sobre as ilhas de calor urbana, bem como a compreensão de suas causas e combinações com os arranjos urbanos, já que gera uma melhor apreensão de toda a cidade. Isto favorece o estabelecimento de relações entre as características térmicas dos elementos da superfície com o do ar, por meio de dados obtidos em observação de campo (VOOGT e OKE, 2003).

Desta maneira, os dados obtidos por meio do sensoriamento remoto e o processamento das imagens contribuem para que a pesquisa em clima urbano se torne rica em detalhes, espacializando os fenômenos climáticos e criando procedimentos para a modelagem de ilhas de calor urbana, por exemplo, que é uma técnica de representação cartográfica por meio de interpolação. De acordo com Amorim, Dubreuil e Cardoso (2015, p. 43):

A estimativa da temperatura do ar por meio da modelagem das ilhas de calor urbanas, considerando-se a densidade de construções e de vegetação e o relevo se mostra como um importante instrumento para a gestão do espaço urbano sendo possível contribuir para intervenções mais localizadas que podem amenizar as ilhas de calor atmosféricas.

O uso das geotecnologias contribui para os estudos de clima urbano, auxiliando na obtenção de dados e na espacialização dos fenômenos geográficos a serem analisados e estudados, assim como para uma melhor interpretação dos dados.

Na análise do clima urbano de Pirapozinho, foram utilizadas imagens de satélite (LANDSAT 8) para a elaboração das cartas de temperatura de superfície e para a modelagem térmica, fundamentais para a realização das análises dos dados registrados, demonstrando a importância das geotecnologias nos estudos climáticos.

## **6 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

A caracterização de Pirapozinho foi dividida em quatro partes: o histórico de ocupação da região e do município, assim como o desenvolvimento e crescimento urbano; os aspectos urbanos e geoambientais, através dos mapas de hipsometria, orientação de vertentes e declividade; e caracterização dos pontos fixos para a coleta de dados de temperatura e umidade relativa do ar de dezembro de 2014 e janeiro de 2015.

### **6.1 Histórico de Pirapozinho**

O município de Pirapozinho está situado no extremo Oeste Paulista, na microrregião de Presidente Prudente, e tem como característica histórica uma colonização recente, iniciada no começo século XX, a qual a ferrovia antecedeu as cidades e o plantio de café (DALTOZO, 2007). Através da ferrovia foram surgindo núcleos urbanos, que serviram de apoio à expansão da colonização dessas terras em direção ao Norte do Paraná.

O processo de ocupação da região ocorreu por meio de companhias de colonização e iniciativas tomadas tanto por grupos econômicos como por ações individuais para fragmentar o território e ampliar a especulação fundiária e o adensamento humano (JURADO DA SILVA, 2011).

Pirapozinho tinha a função inicial de local de passagem para quem ia à Presidente Prudente, acelerando a colonização com o desenvolvimento do comércio e a formação das propriedades agrícolas nas imediações. Na década de 1930, foi traçada a planta que deu origem ao loteamento da área.

As famílias começaram a ocupar as áreas próximas das atividades comerciais e agrícolas, desenvolvendo aos poucos o núcleo urbano, que ficou por muito tempo delimitado pela rodovia Assis Chateaubriand e pela Estrada de Ferro Sorocabana. Só a partir da década de 1970 que a cidade começou a se expandir “além-linha” e a população urbana passou a ser maior que a rural, atingindo 90% na década de 1990 (GOMES, 1998).

Segundo Sposito (1982), o processo de urbanização, acelerado depois da década de 1960, foi impulsionado pelo movimento migratório campo-cidade, em função da reestruturação das atividades agropecuárias desenvolvidas na região.

No entanto, Pirapozinho teve quedas no crescimento da população, como consequência da decadência da agricultura na região, ocorrida no início da década de 1960, e do êxodo rural, que provocou o aumento da população urbana. De acordo com Gomes (1998), o município começou a perder população para as cidades maiores devido o núcleo urbano não conseguir absorver toda a população rural.

Entre as décadas de 1980 e 1990, com as primeiras construções de conjuntos habitacionais e ocupações irregulares, a população voltou a crescer no município de Pirapozinho, como mostra a Tabela 1. Além disso, houve um significativo aumento da população urbana, que ultrapassou a rural expressivamente a partir da década de 1980.

**Tabela 1 – Dados da População de Pirapozinho**

<b>Ano</b>	<b>População urbana</b>	<b>População rural</b>	<b>População Total</b>
1950	2.955	25.711	28.666
1960	7.655	20.418	27.865
1970	8.881	7.133	15.882
1980	14.437	3.628	17.874
1990	19.035	1.963	20.676
2000	20.705	1.388	22.104
2010	23.462	1.232	24.694

Fonte: SEADE (Censos demográficos do IBGE).

A população atualmente conta com um comércio que se concentra na área central, com lojas diversificadas, bancos, supermercados, etc. e a indústria é expressiva para a cidade. Há indústrias ligadas ao ramo químico e agroindustrial de capital e projeção relevante, como é o caso de citar a antiga Braswey (hoje Bracol) e a Danisco instalada em seu território. Há também a Foyer que se dedica à produção de roupas *jeans*, a Sumetal, voltada à produção de fivelas e botões, entre outras como as pertencentes ao segmento alimentício, como Charque Favorito e Frigorífico Oeste Paulista (JURADO DA SILVA, 2011).

Pirapozinho apresenta certa dinamicidade, porém tem relações de dependência com Presidente Prudente, no que diz respeito a emprego, universidades, cursos, serviços, etc. O setor industrial proporciona 36,80% no total do valor adicionado do PIB do município, o setor de serviços 54,97%, e o setor agropecuário 8,24% (IBGE, 2012).

## 6.2 Características urbanas e geoambientais

A malha urbana de Pirapozinho se caracteriza por um padrão de construção horizontal, apresentando apenas um prédio com mais de quatro pavimentos, sendo este de uso residencial. Apesar de ser uma cidade pequena, possui algumas áreas de baixo padrão de construção e moradias de conjuntos habitacionais, um pouco mais afastadas do centro da cidade.

Atualmente um novo padrão de loteamentos foi iniciado, os condomínios fechados horizontais, típicos de cidades grandes e médias, mas que mostram uma nova forma de habitar a cidade de uma parcela da sociedade que opta por viver em ambientes diferenciados da maioria da população local.

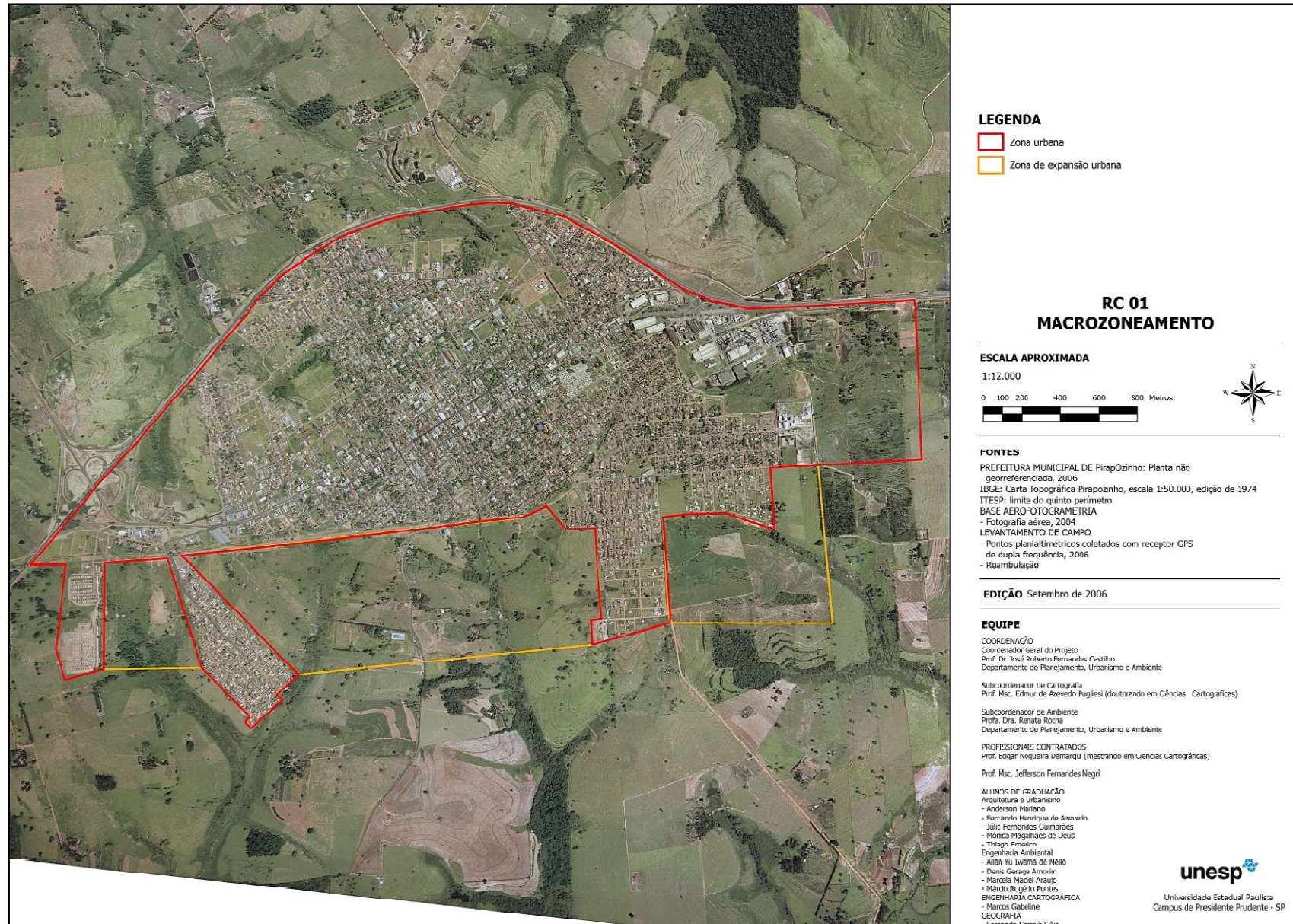
De acordo com Sposito (2006), os loteamentos fechados são produtos cada vez mais bem elaborados e estruturados, que provocam profundas transformações na estrutura das cidades, pois ocorre uma nítida passagem da segregação socioespacial para a fragmentação urbana, inclusive nos espaços não metropolitanos.

Nos espaços urbanos essa tendência tem se consolidado, gerando novos arranjos espaciais e diferenciando classes sociais, demonstrando padrões econômicos de construção distintos do entorno, já que oferece atrativos que muitas vezes falta dentro de uma cidade pequena, como o lazer, por exemplo.

A ocupação de Pirapozinho é predominantemente de uso de domicílios residenciais, tendo um centro comercial e uma área industrial. De maneira geral, a área urbana não apresenta grande densidade de vegetação arbórea, tendo em muitas residências, mais tradicionais e antigas, em seus fundos de quintais algumas plantações, pois a tendência que se apresenta é a de diminuição de terrenos e de área verde nas moradias mais novas, como foi possível perceber nos estudos de campo e nas imagens de satélites analisadas no decorrer da pesquisa.

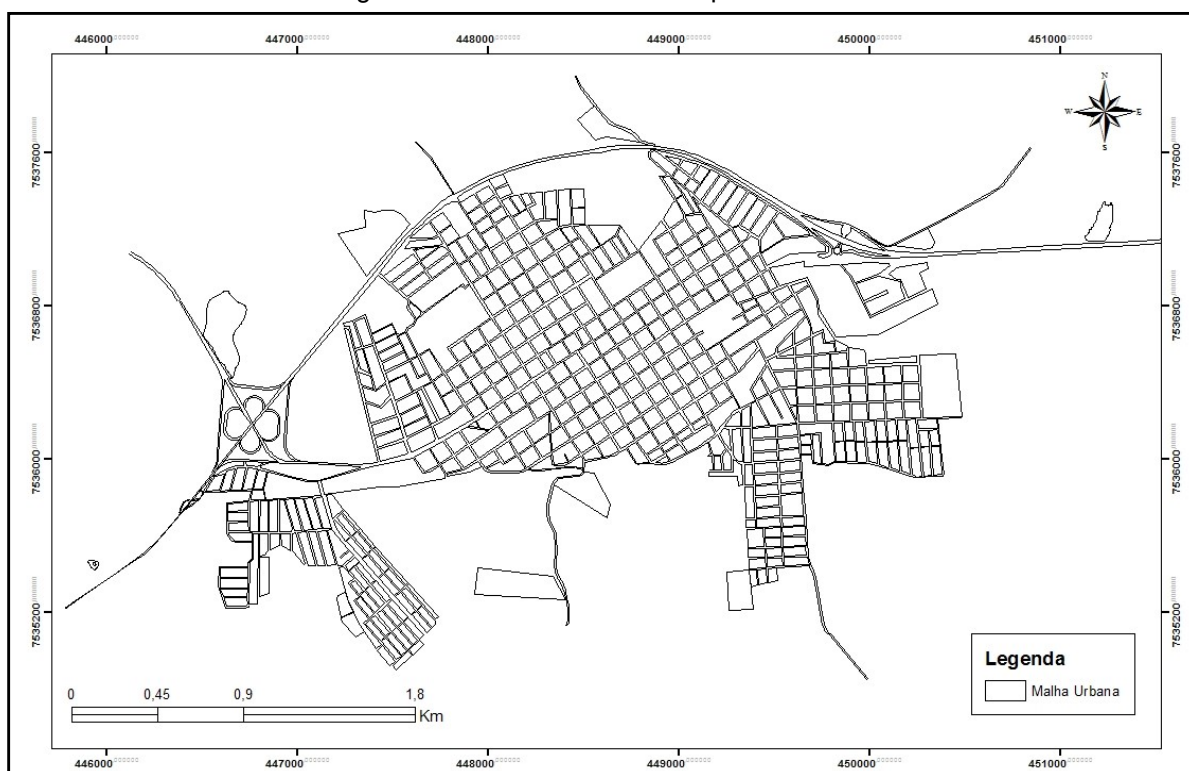
A área de expansão urbana de Pirapozinho, delimitada no Plano Diretor Urbanístico e apresentada na figura 6, fornecida pela Prefeitura Municipal, não é muito extensa, porém apresenta um avanço de suas construções, como mostra a Figura 7. Nos últimos dez anos, muitos loteamentos novos foram liberados para a construção de residências, expandindo principalmente as áreas de vazios urbanos, como é possível verificar ao se comparar a imagem da Figura 6, de 2006, e o mapa da malha urbana, na Figura 7, elaborado em 2015.

Figura 6 - Área urbana e de expansão do município de Pirapozinho - 2006



Fonte: Prefeitura Municipal de Pirapozinho, 2015.

Figura 7 - Malha urbana de Pirapozinho - 2015



Elaboração: Silva, 2015.

Orientação: Margarete C. C. T. Amorim.

A malha urbana de Pirapozinho está sobre um relevo em que as altitudes variam entre 369 m e 499 m, como mostra o mapa hipsométrico da cidade de Pirapozinho (Figura 8). Dependendo da variação da altitude a interferência no clima local pode ser mais intensa, já que a altitude e o formato do terreno podem influenciar na temperatura e na umidade do ar. Porém, no caso de Pirapozinho a altitude não varia tanto em sua área urbana, o que facilitou na escolha dos pontos fixos para a coleta dos dados meteorológicos representativos do verão, nos meses de dezembro de 2014 e janeiro de 2015, em áreas com altitudes próximas. A maior diferença de altitude entre os pontos intraurbanos foi de 29 metros (entre 455 m e 484 m).



Figura 8 - Mapa Hipsométrico de Pirapozinho



Elaboração: Silva, 2016.  
Orientação: Margarete C. C. T. Amorim.

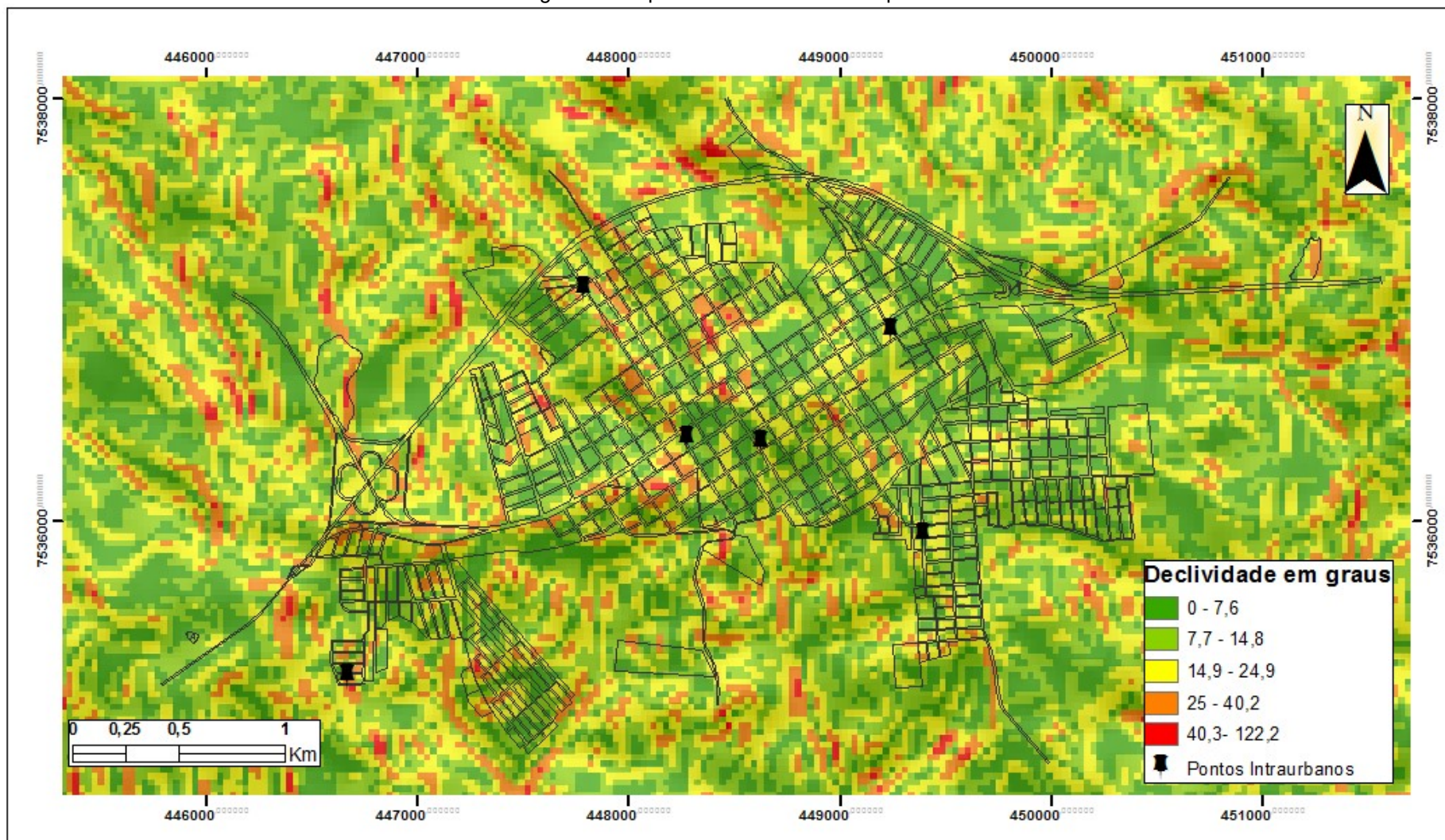
Outros fatores importantes relacionados ao relevo são a declividade e a orientação das vertentes, que influenciam no ângulo de incidência de radiação solar recebida nas edificações e na superfície.

A declividade pode ser medida em graus. Nas características intraurbanas de Pirapozinho o predomínio é de  $0^{\circ}$  a  $7,6^{\circ}$  e  $7,7^{\circ}$  a  $14,8^{\circ}$  (Figura 9). A declividade e a orientação de vertentes vão indicar os momentos em que as temperaturas são mais elevadas em determinadas horas do dia. O grau de declividade maior entre os pontos está na porção sudoeste da cidade, onde ficou instalado o Ponto 7, na área descrita pela Prefeitura Municipal, como de interesse social.

A orientação das vertentes, de acordo com Ugeda Junior (2011), é importante, já que no hemisfério sul, quando voltadas para o norte recebem maior quantidade de radiação solar do que as vertentes voltadas para o sul. Sendo assim, podem exercer influência no aquecimento das cidades, especialmente no inverno. A Figura 10 mostra a orientação das vertentes de Pirapozinho.

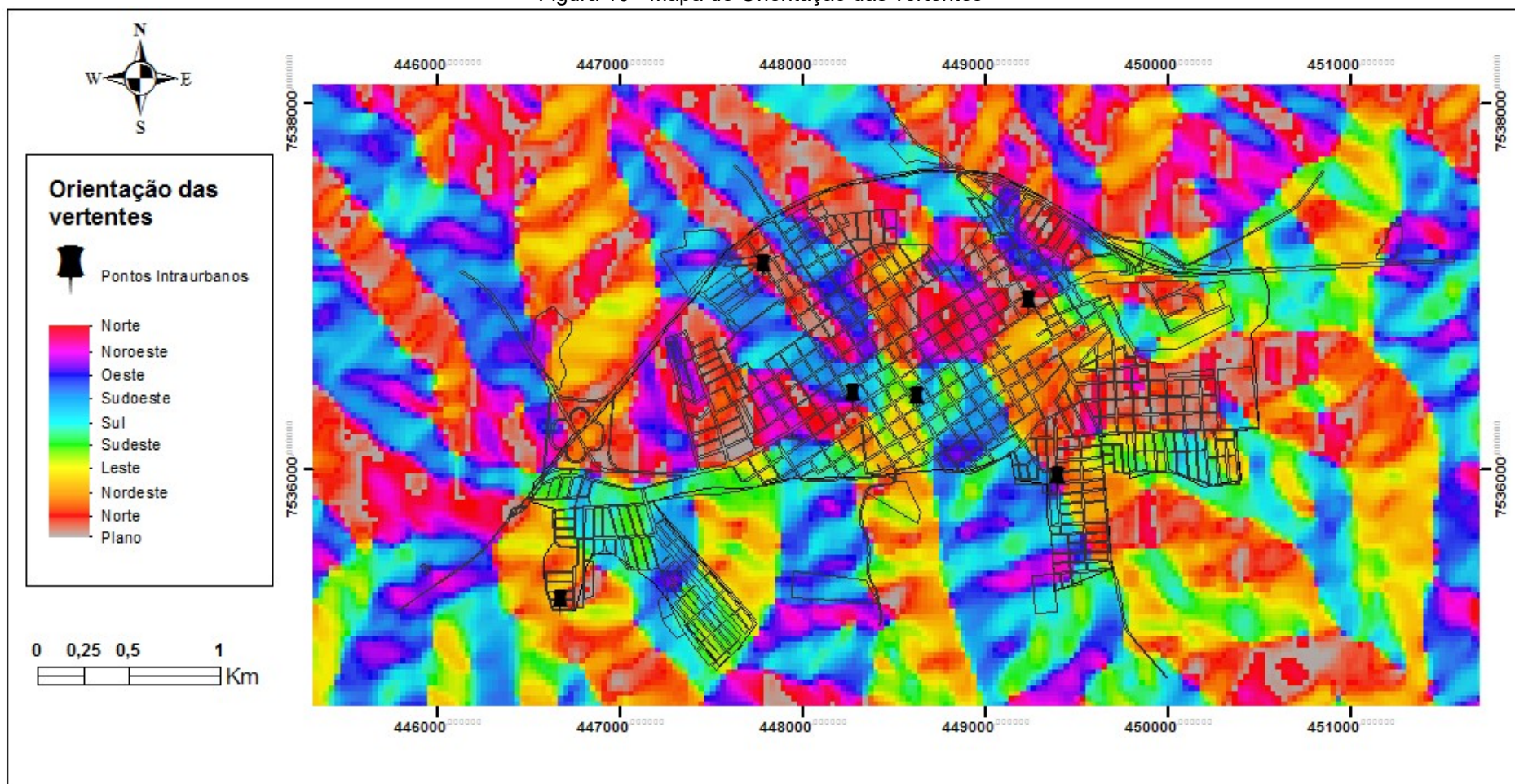
Na malha urbana de Pirapozinho, as vertentes variam bastante. Na porção sudoeste é possível verificar o predomínio da orientação nordeste. Na parte sul varia entre sul, sudeste e leste. Na porção norte varia entre oeste, sudoeste e norte. Na parte oeste predomina a orientação de vertente nordeste e sudeste. E na porção sudeste da cidade prevalece as orientações nordeste, norte e sul.

Figura 9 - Mapa de declividade de Pirapozinho



Elaboração: Silva, 2016.  
Orientação: Margarete C. C. T. Amorim.

Figura 10 - Mapa de Orientação das vertentes



Elaboração: Silva, 2016.  
Orientação: Margarete C. C. T. Amorim.

### **6.3 Características dos pontos fixos intraurbanos e rurais de Pirapozinho**

A cidade de Pirapozinho apresenta ocupação horizontal e de predomínio residencial, com um centro comercial e uma área industrial. Sua ocupação, de maneira geral, tem maior concentração na área central e seu entorno. Os bairros mais periféricos e distantes do centro apresentam menor densidade de ocupação, com residências menores e, em alguns casos, casas de conjuntos habitacionais, que são considerados pela Prefeitura Municipal como áreas de interesse social.

Para a classificação de ocupação, a Prefeitura Municipal de Pirapozinho utiliza o número de lotes vazios, sendo as áreas com até um lote vazio, classificada como área de densidade alta de ocupação; áreas com 2 a 3 lotes vazios, densidade média; e acima de 3 lotes vazios, densidade baixa.

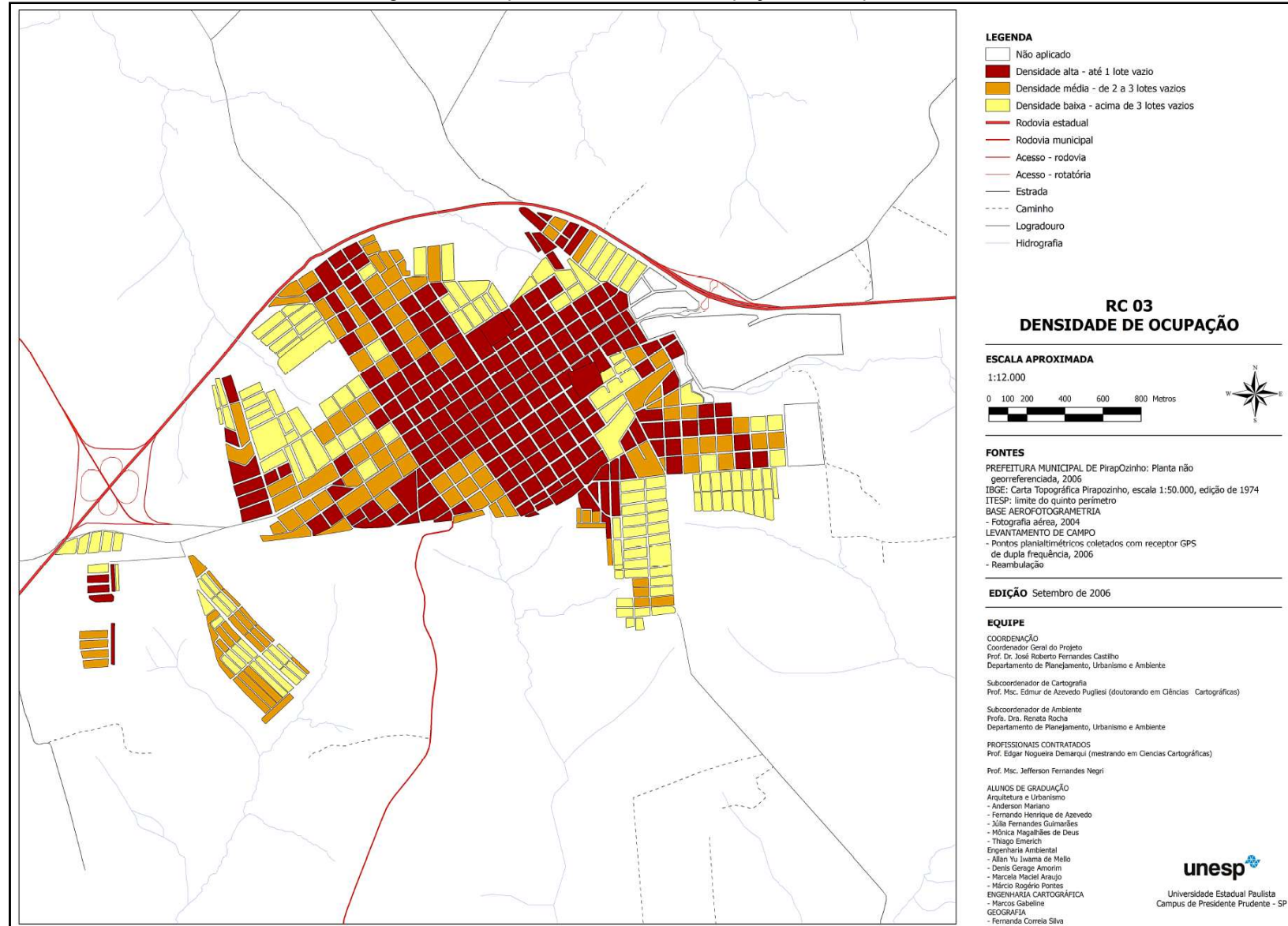
No mapa de densidade de ocupação (Figura 11), fornecido pela Prefeitura Municipal, é possível verificar áreas com vazios urbanos, algumas atualmente já ocupadas, devido ao fato do mapa ter sido elaborado em 2006, e algumas mudanças já terem ocorrido nos últimos dez anos.

Apesar disso, há o predomínio de áreas com densidade de ocupação alta, seguida de média e baixa densidade de ocupação, que apresentam proporções similares.

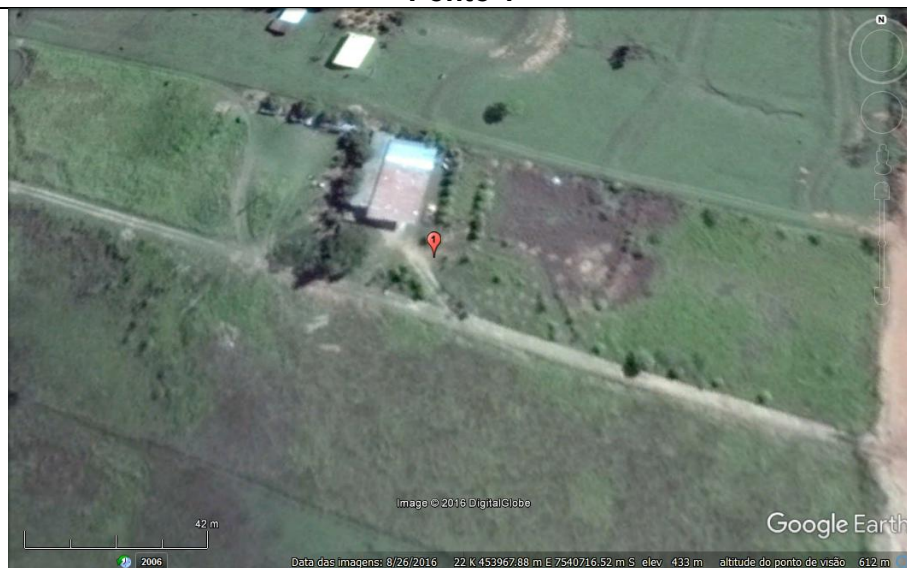
Para a escolha dos pontos fixos buscou-se verificar a densidade de ocupação, as características geoambientais e urbanas e a vegetação arbórea das áreas do entorno dos pontos fixos da área urbana. Já os pontos rurais, 1 e 8, foram verificados também as suas finalidades enquanto propriedades rurais.

Desta forma, os pontos fixos, podem ser distinguidos através de suas principais características e imagens coletadas a partir do Google Earth (Quadro 1).

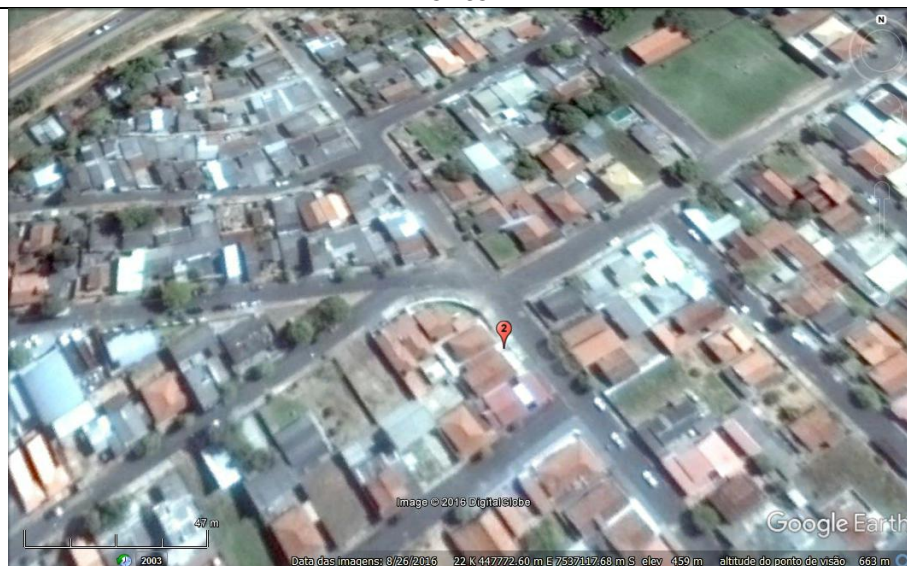
Figura 11 - Mapa de densidade de ocupação de Pirapozinho



Fonte: Prefeitura Municipal de Pirapozinho, 2015.

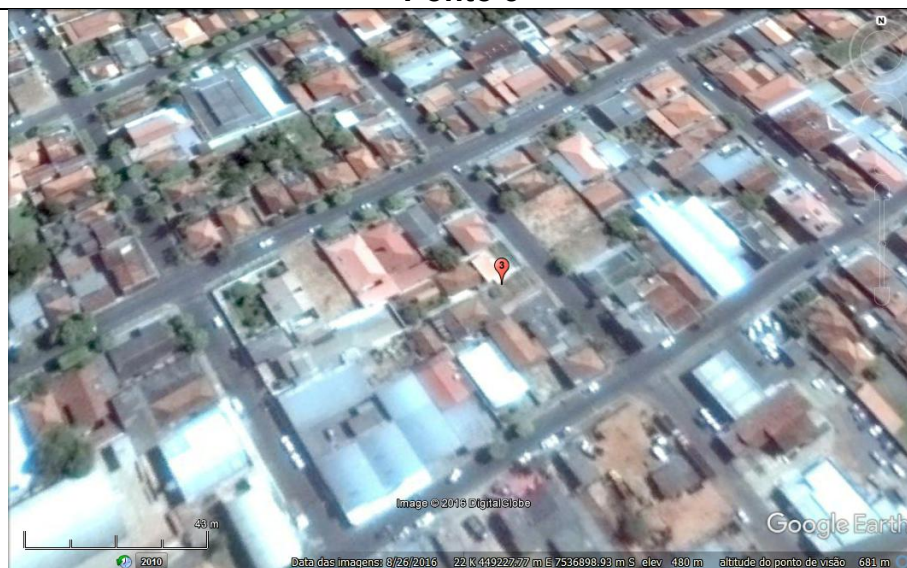
**Quadro 1 - Características dos Pontos Fixos****Ponto 1**

- Propriedade rural localizada no sentido Pirapozinho – Presidente Prudente, que não tem finalidade agropecuária.
- Altitude: 430 m
- Orientação da vertente: Oeste.
- Declividade: entre 14,9° e 24,9°.

**Ponto 2**

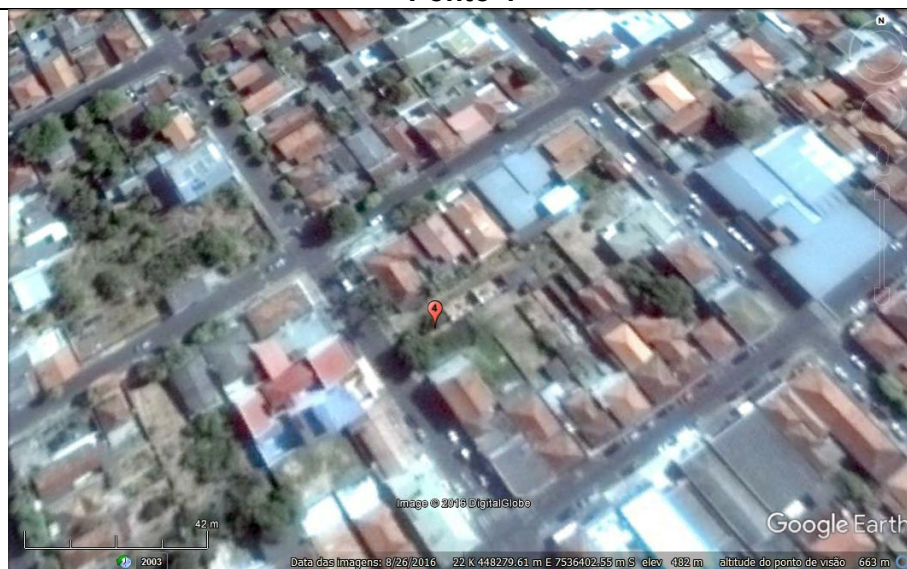
- Área com média a baixa densidade de construção.
- Apresenta pouca vegetação arbórea.
- Altitude: 455 m
- Orientação da vertente: Sudoeste.
- Declividade: entre 14,9° e 24,9°.

### Ponto 3



- Área com densidade alta de construção e baixa a média densidade de vegetação arbórea.
- Altitude: 484 m
- Orientação da vertente: Nordeste.
- Declividade: entre 14,9° e 24,9°.

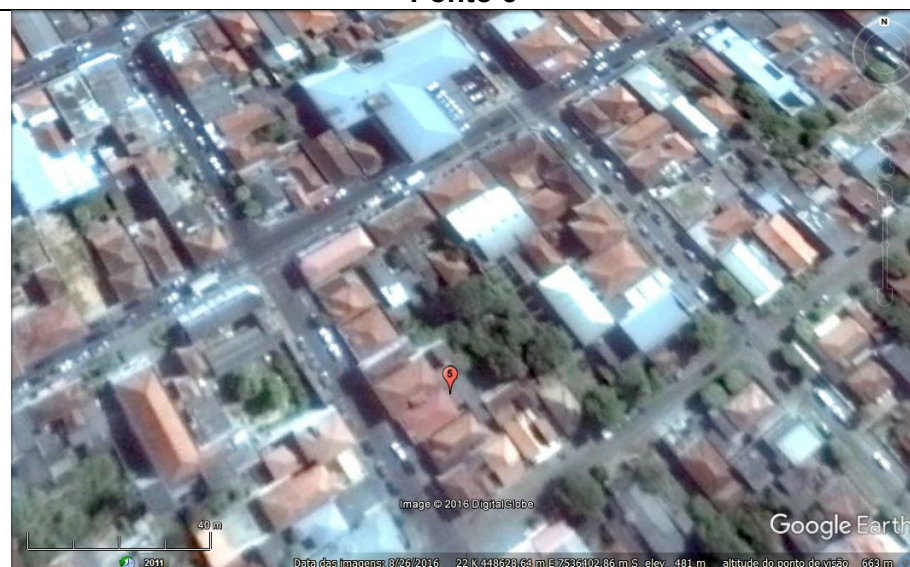
### Ponto 4



- Área localizada no centro da cidade.
- Apresenta alta densidade construtiva e média densidade de vegetação arbórea.
- Altitude: 465 m
- Orientação da vertente: Noroeste.
- Declividade: entre 14,9° e 24,9°.



### Ponto 5



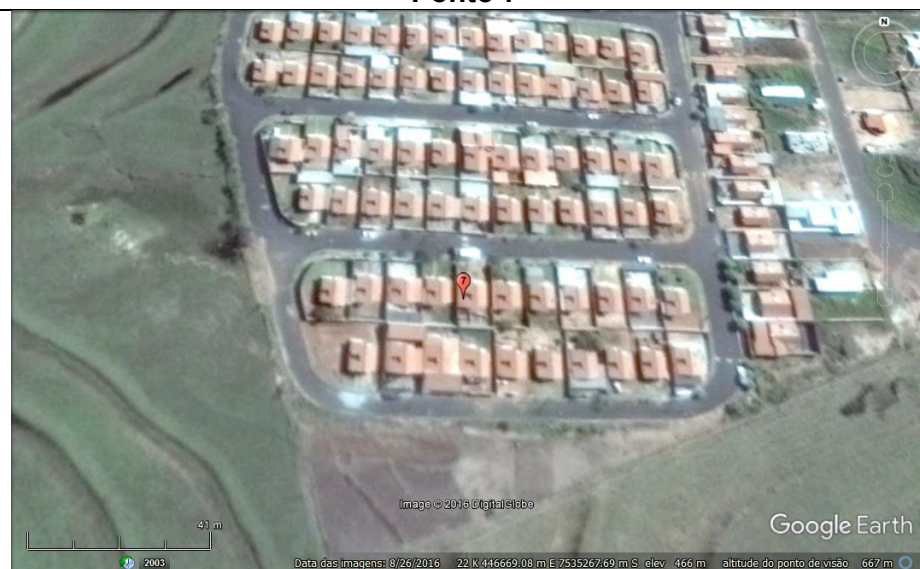
- Área densamente construída, localizada no centro da cidade. A vegetação arbórea é de baixa a média densidade nas ruas, porém com maior intensidade nos quintais das casas.
- Altitude: 475 m.
- Orientação da vertente: Sudeste.
- Declividade: entre 7,7° -14,8°.

### Ponto 6



- Área com média a alta densidade de construção.
- Apresenta vegetação arbórea média.
- Altitude: 484 m
- Orientação da vertente: Nordeste.
- Declividade: entre 14,9° e 24,9°.

### Ponto 7



- Área de interesse social, com muitos espaços vazios em seu entorno e com baixa densidade de vegetação arbórea.
- Altitude: 464 m
- Orientação da vertente: Nordeste.
- Declividade: entre 25° - 40,2°.

### Ponto 8



- Chácara com plantações de eucalipto e de uso caseiro.
- Altitude: 475 m
- Orientação da vertente: Noroeste.
- Declividade: entre 7,7° -14,8°.

Fonte: Imagens do Google Earth de 26/08/2016.  
Elaboração: Silva, 2016. Orientação: Margarete C. C. T. Amorim.

## **7 ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS DA TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA A PARTIR DOS PONTOS FIXOS EM PIRAPOZINHO - DEZEMBRO DE 2014**

Neste capítulo serão apresentadas as características da temperatura e umidade relativa do ar dos pontos fixos instalados na área urbana e rural próxima, entre os dias 06 e 31 de dezembro de 2014.

Procurou-se instalar os abrigos meteorológicos nos pontos intraurbanos com características de ocupação distintas, porém sem grandes interferências das vertentes e de altitude.

A caracterização foi dividida nos períodos da manhã, da tarde e da noite, por meio das diferenças térmicas e de umidade relativa do ar, sendo o Ponto 8 (rural), escolhido como referência para verificá-las devido às suas temperaturas serem as menores em grande parte do período analisado, apresentando características que ajudam na comparação dos dados obtidos nos pontos fixos.

Além disso, inicialmente foi feita a identificação do ritmo climático regional, por meio dos dados da estação meteorológica de Presidente Prudente, para apresentar os sistemas atmosféricos atuantes no período analisado. De acordo com Amorim (2013, p.187):

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

Portanto, a identificação de diferentes tipos de tempo contribui para a verificação das condições que geram ilhas de calor e a intensificação das mesmas, em conjunto com as formas de uso e ocupação da terra urbana, previamente analisada para o estudo do clima urbano.

## 7.1 Análise rítmica de dezembro de 2014

No mês de dezembro, caracterizado pelo fim da primavera e início do verão, houve a presença de precipitação em 17 dias, totalizando 179 mm.

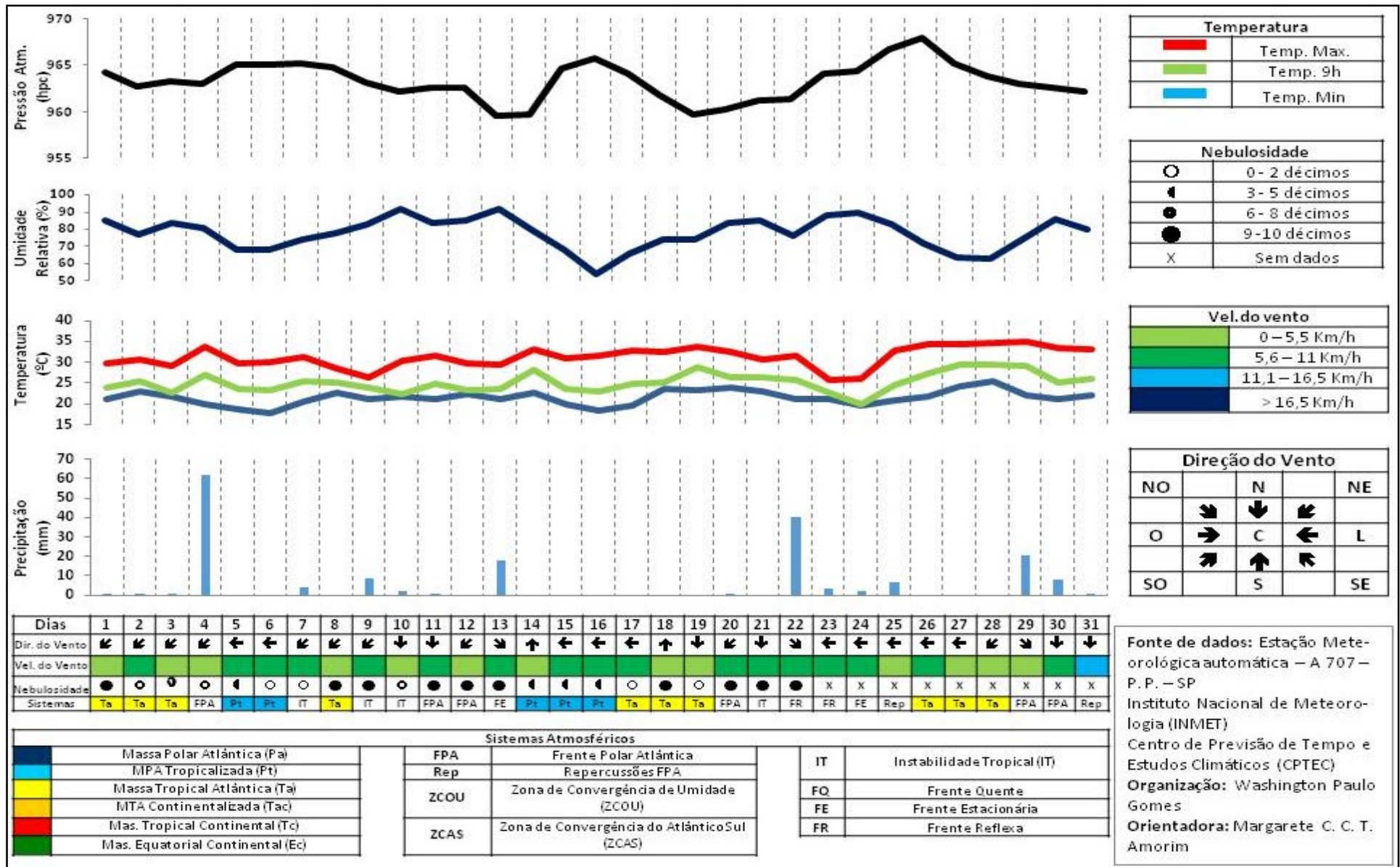
As instabilidades foram provocadas principalmente pela Frente Polar Atlântica, Frente Reflexa e Instabilidade Tropical (Figura 12).

A massa Polar Atlântica Tropicalizada e a massa Tropical Atlântica foram fundamentais para a estabilidade do tempo durante o mês de dezembro de 2014, que teve quatorze dias sem chuva registrada.

A umidade relativa do ar esteve acima dos 60% em todos os dias de dezembro, com exceção do dia 16, que esteve em torno de 54% às 9h, horário de coleta dos dados do gráfico. A pressão atmosférica esteve entre 960 hPa e 970 hPa, não ultrapassando e nem sendo abaixo desses valores.

A velocidade do vento ficou entre 0 e 10,8Km/h, com exceção do dia 31, que chegou a 14,4 Km/h, prevalecendo as direções leste e nordeste. A maior temperatura máxima registrada foi 34,9°C no dia 29, e a menor 25,7°C no dia 23. A maior temperatura mínima registrada foi 25,3°C, no dia 28, e a menor 17,9°C, no dia 06.

Figura 12 - Gráfico de Análise Rítmica - Dezembro de 2014



## 7.2 Diferenças térmicas e higrométricas no período da manhã

No período da manhã foram selecionados três horários para mostrar as diferenças térmicas e higrométricas: 7h, 9h e 11h, como mostra a Figura 14. As diferenças de temperatura variaram entre  $-1^{\circ}\text{C}$  e  $+5^{\circ}\text{C}$  em relação ao ponto rural de referência, o ponto 8. As diferenças de umidade relativa do ar variaram de  $+4\%$  até  $-18\%$ .

Nos dias com chuva as ilhas de calor urbana do período da manhã se concentraram no centro da cidade e apresentaram baixa intensidade. Os dias estáveis foram 6, 8, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 26, 27 e 28.

Às 7h as diferenças térmicas ficaram em torno de  $+1^{\circ}\text{C}$  e  $+2^{\circ}\text{C}$  em quase todos os dias de registro do mês de dezembro de 2014, sendo os pontos 4 e 5, localizados no centro, os que apresentaram as temperaturas mais elevadas em quase todos os dias de registro, com exceção dos dias 27 e 28 em que o ponto 2 foi o mais quente, com temperaturas de  $+2,9^{\circ}\text{C}$  e  $+3,4^{\circ}\text{C}$ , respectivamente. Nos dias 18, 20, 27, 28 e 29 as diferenças chegaram a  $+3^{\circ}\text{C}$ , mostrando maior intensidade de ilha térmica.

Os pontos mais frios foram o 1 e o 7. O ponto 1 é rural e o 7 é o mais afastado do centro, localizado na região de conjuntos habitacionais. Em seu entorno há grande quantidade de vazios urbanos, com áreas de vegetação. Sua temperatura teve como maior diferença às 7h  $+0,6^{\circ}\text{C}$  e  $-0,2^{\circ}\text{C}$ . Nos dias com chuva os demais pontos, 2, 3 e 6, apresentaram pouca diferença de temperatura do ar, se comparado às temperaturas do ponto 8.

No entanto, nos dias estáveis, nota-se uma tendência das temperaturas de todos os pontos intraurbanos serem mais elevadas, com exceção do ponto 7, e mostrarem uma similaridade de temperaturas, inclusive com os pontos 4 e 5, os mais quentes, como por exemplo, no dia 28, que ficou entre  $+2,1^{\circ}\text{C}$  e  $+3,1^{\circ}\text{C}$ .

Em relação às diferenças higrométricas, o ponto 5 apresentou os menores valores de umidade relativa do ar, chegando a  $-13\%$ , no dia 18, por exemplo, o que demonstra uma tendência de ilha seca no centro da cidade. Os pontos mais úmidos foram o 7 e o 8, que se igualaram ou apresentaram valores mais elevados de umidade relativa do ar, como, por exemplo, no dia 28 o ponto 7 chegou a ter  $+3,4\%$ , mesmo que essa diferença seja pouco significativa.

As diferenças de temperatura do ar às 9h da manhã se destacaram em três pontos: 4, 5 e 7. Teve uma variação de  $+1^{\circ}\text{C}$  a  $+3^{\circ}\text{C}$ , com o máximo de  $+4,7^{\circ}\text{C}$ , no dia 28 de dezembro no ponto 6. Neste horário, o ponto 6 passou a ter as temperaturas mais baixas, já que seu aquecimento foi menor nessas duas horas, e o ponto 7 começou a apresentar temperaturas mais elevadas, sendo o mais quente nos dias 14 ( $+4,4^{\circ}\text{C}$ ), 16 ( $+2,9^{\circ}\text{C}$ ), 17 ( $+3,0^{\circ}\text{C}$ ), 26 ( $+3,1^{\circ}\text{C}$ ), 28 ( $+4,7^{\circ}\text{C}$ ), 30 ( $+2,9^{\circ}\text{C}$ ) e 31 ( $+1,6^{\circ}\text{C}$ ). Isto demonstra uma inversão do ponto de vista térmico, que apresenta menor aquecimento em alguns pontos intraurbanos, alcançando temperaturas semelhantes às rurais em vários dias do mês de dezembro de 2014. E o ponto 1, o rural, apresentou em alguns dias, como no 17, por exemplo, diferenças de temperatura semelhantes às urbanas, de  $+2,5^{\circ}\text{C}$ .

As diferenças higrométricas negativas se referem às umidades relativas menores e o ponto 2 chegou a  $-18,2\%$  no dia 28 de dezembro, o ponto 4,  $-14,8\%$ , e o ponto 3,  $-14,2\%$ . Neste dia, a área urbana apresentou uma grande diferença de umidade relativa do ar, caracterizando uma grande ilha seca às 9h.

No geral, às 9h da manhã a área urbana foi mais seca do que a área rural, e as maiores diferenças higrométricas ocorreram nos dias estáveis, como é possível observar no gráfico da Figura 13.

Às 11h é possível destacar algumas mudanças nas características térmicas dos pontos fixos escolhidos para a análise. O ponto 4 continuou tendo a maior intensidade de calor nesse período, ultrapassando os  $+2,0^{\circ}\text{C}$  na maioria dos dias de registro, apresentando  $+4,5^{\circ}\text{C}$  a mais que o ponto 8 no dia 19.

O ponto 7, principalmente nos dias estáveis, foi o segundo mais quente, se diferenciando das 7h, que teve temperaturas semelhantes às rurais. O ponto 5, que apresentava maior intensidade de ilhas térmicas das 7h, passou a apresentar temperaturas mais baixas em relação aos outros pontos, juntamente com os pontos 2, 3 e 6, principalmente nos dias com chuva. O ponto 1, rural, passou a ter temperaturas mais elevadas, se assemelhando principalmente ao ponto 7.

Nos dias 23 e 24, as temperaturas de todos os pontos foram semelhantes, não apresentando diferenças significativas. Foram uma Frente Reflexa e uma Frente Estacionária, respectivamente, que atuaram na região, trazendo tais características meteorológicas.

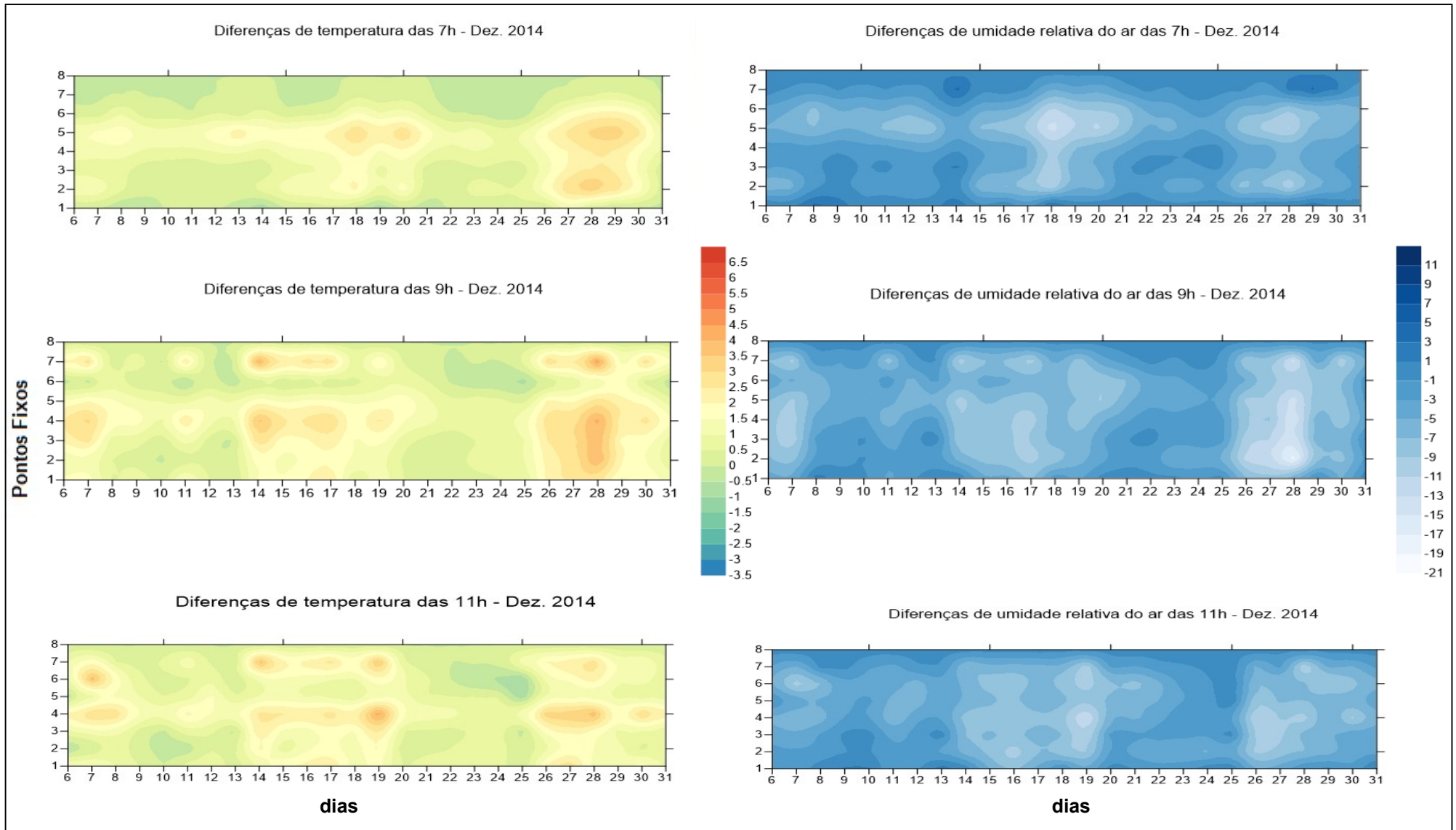
Já as diferenças higrométricas, na área urbana, apresentaram os menores valores de umidade relativa do ar às 11h da manhã, tendo os pontos 3 e 7 as

menores diferenças nos dias instáveis, e a formação de ilhas secas de 6% e 7%, em grande parte dos dias com esta característica climática.

Nos dias com estabilidade há formação de ilhas secas de até 11%, prevalecendo as de 7% e 8%, em todos os pontos intraurbanos.



Figura 13: Diferenças de temperatura e umidade relativo ar no período da manhã – Dez. 2014



Elaboração: Silva, 2016.  
Orientação: Margarete C. C. T. Amorim.

### 7.3 Diferenças térmicas e higrométricas no período da tarde

No período da tarde foram escolhidos os horários 13h, 15h e 17h para se analisar as diferenças térmicas e higrométricas em dezembro de 2014.

O ponto 4, localizado no centro da cidade, se destacou como o mais quente nos três horários aferidos, como mostra a Figura 14. A intensidade das ilhas de calor às 13h ficou em torno de  $+1^{\circ}\text{C}$  e  $+2,4^{\circ}\text{C}$ , tanto nos dias com chuva como nos dias estáveis. O ponto 6 apresentou diferenças de temperaturas de  $+3,2^{\circ}\text{C}$  no dia 07,  $+3,4^{\circ}\text{C}$  no dia 08 e  $+4,5^{\circ}\text{C}$  no dia 28. Porém, esses picos são característicos de dias estáveis.

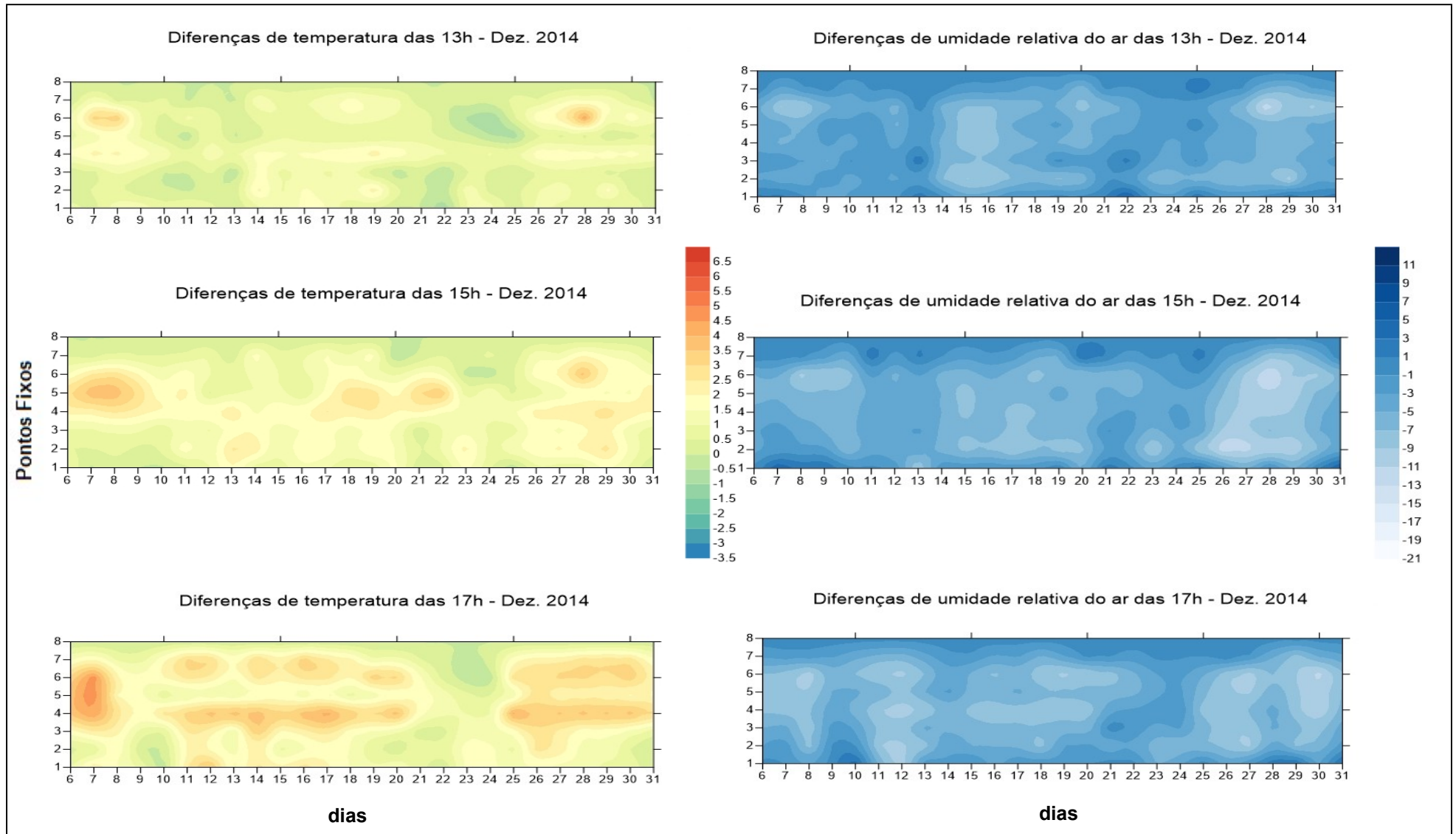
Os pontos mais frios foram o 3 e o 5, que não ultrapassaram diferenças de  $+1,7^{\circ}\text{C}$ , chegando a ter temperaturas mais baixas que as rurais, como  $-0,8^{\circ}\text{C}$  no dia 25 (ponto 5).

Às 15h a área urbana teve um aumento das diferenças de temperatura em todos os pontos, sendo os com temperaturas mais baixas o ponto 7, o 5 (em vários dias) e o 1. As diferenças ficaram em torno de  $+1,5^{\circ}\text{C}$  e  $+2,8^{\circ}\text{C}$ , chegando aos  $+3,7^{\circ}\text{C}$  apenas no dia 28 de dezembro, no ponto 4.

Às 17h foi possível observar uma maior intensidade das ilhas de calor, com diferenças de temperatura do ar que ultrapassaram os  $+3,0^{\circ}\text{C}$  em quase todos os dias no ponto 4, o mais quente do período da tarde, chegando a  $+4,8^{\circ}\text{C}$  nos pontos 5 e 6, no dia 07,  $+4,3^{\circ}$  nos dias 17 e 25, no ponto 4. Neste horário os pontos intraurbanos apresentaram maior aquecimento.

Nos três horários analisados do período da tarde, o ponto com umidade relativa do ar mais baixa foi o ponto 6, e os que apresentaram as menores diferenças em relação ao ponto 8 foram os pontos 1 e 7. As ilhas secas foram mais intensas nos dias estáveis tendo a maior no dia 28, entre as 13h e às 15h, de 12,5%.

Figura 14: Diferenças de temperatura e umidade relativa do ar no período da tarde – Dez. 2014



Elaboração: Silva, 2016.  
Orientação: Margarete C. C. T. Amorim.

#### 7.4 Diferenças térmicas e higrométricas no período noturno

No período noturno os horários destacados para a análise foram às 19h, 21h e 23h, como mostra a Figura 15.

Às 19h o ponto mais quente da cidade foi o ponto 4, apresentando as maiores diferenças de temperatura do ar no decorrer dos dias de registro, que ficaram em torno de  $+1,5^{\circ}\text{C}$  e  $+3,0^{\circ}\text{C}$ , em sua maioria. Os dias com maior diferença foram: 06, 07, 20 e 29 de dezembro, este último com  $+4,0^{\circ}\text{C}$ . O ponto intraurbano com as menores diferenças foi o ponto 3, localizado num bairro com alta densidade de construção e com baixa a média densidade de vegetação arbórea, numa altitude de 484 m.

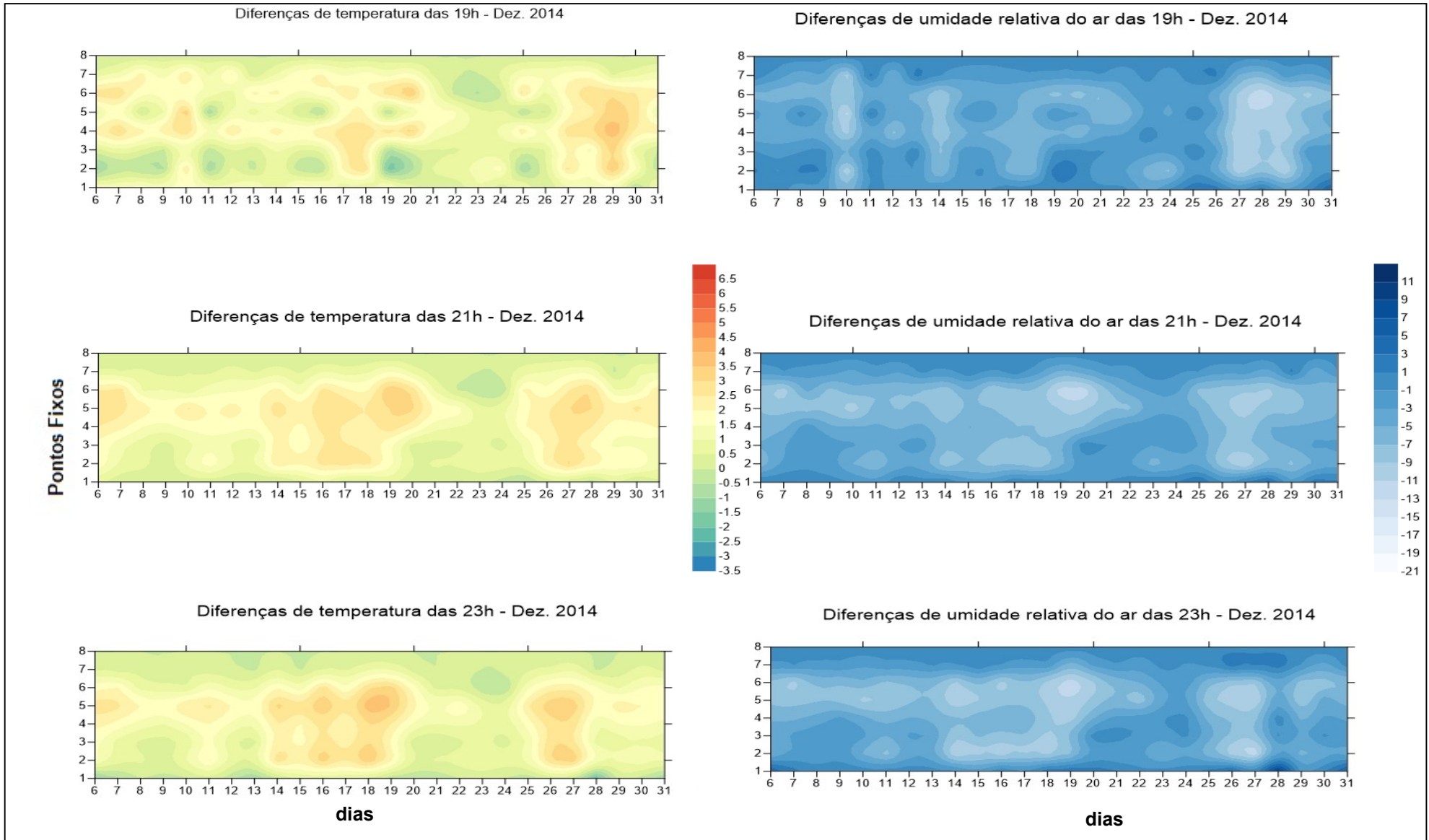
Às 21h e 23h as ilhas de calor urbanas ficaram mais visíveis nos gráficos da Figura 16. Os pontos intraurbanos apresentaram temperaturas mais parecidas, principalmente nos dias com estabilidade atmosférica, com exceção do ponto 7. O ponto 5, localizado no centro da cidade, mostrou as maiores diferenças de temperatura, que ficou entre  $+1,8^{\circ}\text{C}$  e  $+3,0^{\circ}\text{C}$ , às 21h, e  $+1,8^{\circ}\text{C}$  e  $+3,8^{\circ}\text{C}$ , às 23h.

Nos dias 23 e 24, como nos períodos da manhã e da tarde, as temperaturas foram semelhantes em todos os pontos intraurbanos e rurais.

Os pontos com as menores diferenças de temperatura foram os pontos 1 e 7, mostrando a mesma tendência do período da manhã. O resfriamento ocorreu de maneira mais rápida, devido à localização e às características do entorno. Há o predomínio de vegetação na área do ponto 1, que é rural, e no ponto 7, há muitos espaços vazios com terrenos em que há presença de vegetação. Além disso, fica mais próximo da área rural, se distanciando das características do centro da cidade e dos bairros com alta densidade de construção.

As diferenças higrométricas do período noturno mostraram a formação de ilhas secas mesmo nos dias com instabilidade. Os pontos 2, 3 e 6 passaram a apresentar valores de umidade relativa do ar mais baixas, principalmente, entre 21h e 23h, intensificando as ilhas secas urbanas, atingindo o máximo de 12,6%, no dia 28 de dezembro.

Figura 15: Diferenças de temperatura e umidade relativa do ar no período noturno – Dez. 2014



Elaboração: Silva, 2016.  
Orientação: Margarete Cristiane de Costa Trindade Amorim.

## **8 ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS DA TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA A PARTIR DOS PONTOS FIXOS - JANEIRO DE 2015**

A análise das temperaturas e umidade relativa do ar do mês de janeiro tem como início a caracterização do ritmo climático, através do gráfico de análise rítmica, e posteriormente os dados apresentados em gráficos do período da manhã (7h, 9h e 11h), tarde (13h, 15h e 17h) e noite (19h, 21h e 23h).

O principal objetivo foi verificar as características dessas variáveis climáticas, comparando os dados intraurbanos e rural próximo. Assim como nos dados de dezembro, o ponto de referência escolhido foi o 8, que apresentou as menores temperaturas e os maiores valores de umidade relativa do ar.

### **8.1 Análise Rítmica de Janeiro de 2015**

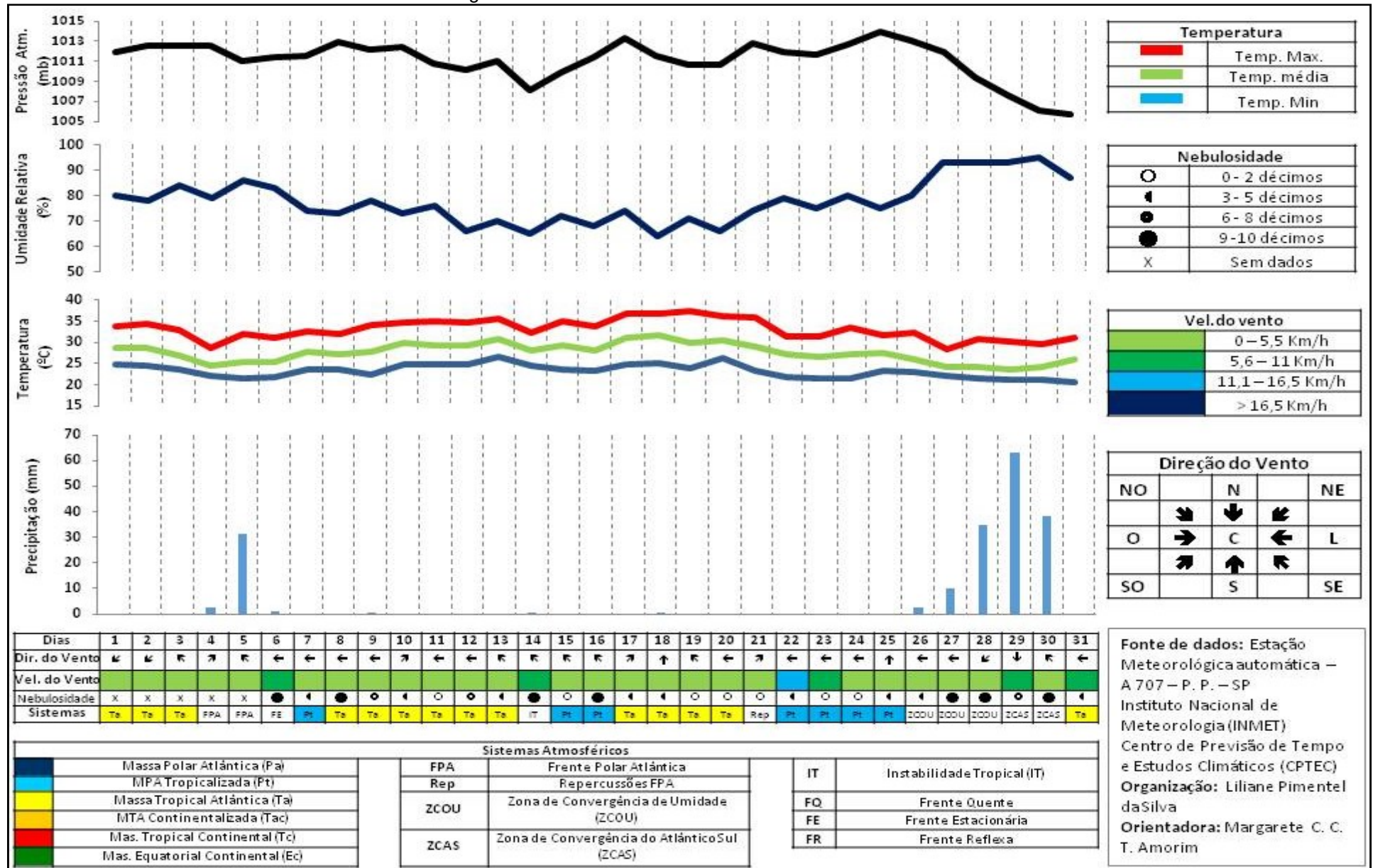
No mês de janeiro de 2015, como mostra a Figura 16, o tempo se apresentou mais estável, tendo as instabilidades mais marcantes entre o dia 4 e 6, com a atuação da Frente Polar Atlântica, e entre os dias 26 e 30, com o início de uma Zona de Convergência de Umidade (ZCOU) e finalizando com a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). O acumulado de chuva no mês de janeiro foi de 184,6mm.

Os sistemas mais frequentes foram as massas Tropical Atlântica e Polar Tropicalizada, que provocaram algumas pancadas de chuva no final da tarde, devido às altas temperaturas. A temperatura máxima mais elevada foi 38,3°C no dia 14 e a menor, 28,8°C no dia 30. A temperatura mínima mais elevada foi de 24,3°C no dia 8 e a menor, 19,7°C, no dia 26.

A umidade relativa do ar foi elevada, sempre acima dos 50% e teve vários dias com pouca ou quase sem nuvens. A pressão atmosférica, medida em milibares, foi menor apenas no dia 31, variando menos no restante do mês.

A velocidade do vento esteve entre 0 e 5,4Km/h em quase todos os dias do mês de janeiro, prevalecendo os ventos de leste e sudeste.

Figura 16: Gráfico de Análise Rítmica – Janeiro de 2015



## 8.2 Diferenças térmicas e higrométricas no período da manhã

No período da manhã, às 7h é possível observar uma predominância das menores diferenças de temperatura nos pontos 1 e 7, o primeiro rural e o segundo urbano, em todo o mês de janeiro. Isto ocorreu tanto nos dias estáveis como com alguma instabilidade. As temperaturas foram similares às do ponto de referência, ponto 8, ou inferiores, chegando até  $-2,4^{\circ}\text{C}$ , no dia 01 de janeiro, no ponto 1 (Figura 17). O ponto 6 em alguns dias apresentou pouca diferença de temperatura também.

Já as maiores diferenças de temperatura se concentraram no ponto 5, localizado no centro da cidade. Nos dias estáveis, a maior diferença de temperatura foi de  $+3,5^{\circ}\text{C}$ , em relação ao ponto de referência 8, no dia 04 de janeiro, tendo os outros pontos intraurbanos apresentado temperaturas superiores a  $+2,0^{\circ}\text{C}$ , com exceção do ponto 7, nesta data.

As ilhas de calor desse horário não ultrapassaram muito os  $+2,0^{\circ}\text{C}$  e os dias com instabilidade, principalmente entre 25 e 30 de janeiro, não houve diferenças térmicas significativas entre o rural e o urbano, chegando apenas a  $+1,7^{\circ}\text{C}$ , no ponto 5, no dia 26.

Às 9h o ponto 6 foi o que apresentou as menores diferenças de temperatura, tendo os demais pontos oscilado mais entre as maiores diferenças, ficando entre os pontos 2, 4, 5 e 7, sendo a maior diferença de  $+4,3^{\circ}\text{C}$ , no ponto 7, dia 10 de janeiro.

Às 11h o ponto 4 prevaleceu com as maiores diferenças de temperatura, com exceção apenas do dia 14 de janeiro. A maior diferença do horário foi de  $+4,0^{\circ}\text{C}$ , tendo o ponto 2  $+3,3^{\circ}\text{C}$  e o ponto 5  $+2,4^{\circ}\text{C}$ . Foi um dia estável demonstrando a formação de ilha de calor intensa para o horário.

O ponto 6 apresentou as menores diferenças de temperatura. Nos dias com muita instabilidade as temperaturas oscilaram e se diferenciaram menos.

Em relação às diferenças higrométricas, as ilhas secas às 7h chegaram a 13% no ponto 2 e 6, em dias estáveis, 16 e 21 de janeiro respectivamente. Os pontos mais úmidos e com menores diferenças em relação ao ponto 8 foram o 1 e o 7. Nos dias com instabilidade as diferenças foram menores, não passando de  $-3,9\%$  nesses dois pontos, sendo que em alguns dias a umidade relativa do ar do ponto 1 foi maior que a do ponto 8, chegando a  $+4,6\%$  no dia 07 de janeiro.

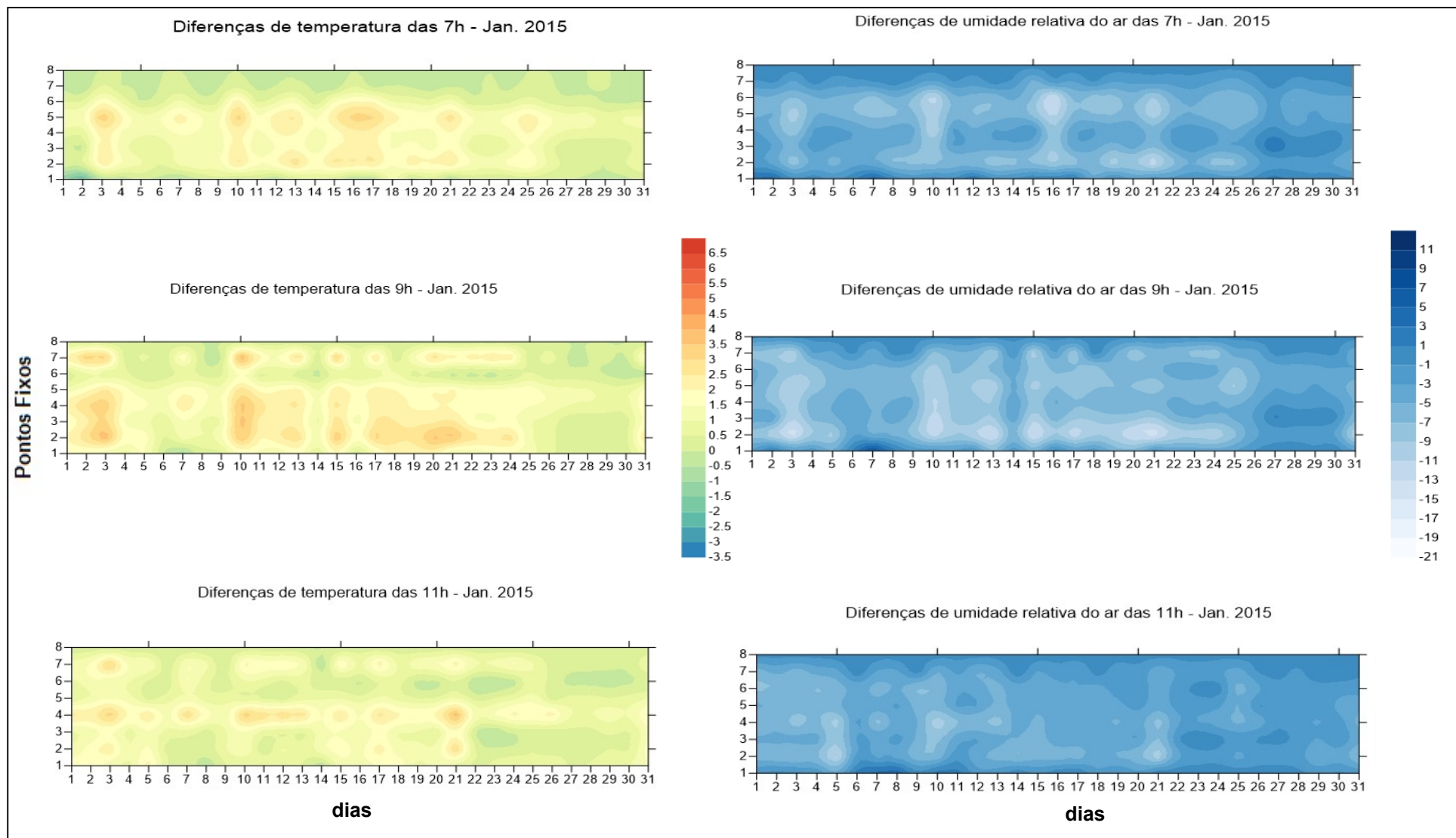
Já às 9h, as diferenças de umidade foram menores no ponto 1, as maiores no ponto 2. No entanto, houve uma tendência de formação de ilhas secas nesse



horário, como é possível visualizar no gráfico das diferenças das 9h (Figura 17), alcançando os 14% nos dias 03, 13, 15 e 21 de janeiro, no ponto 2. Todos esses dias foram estáveis do ponto de vista atmosférico.

Às 11h houve diminuição da formação de ilhas secas, ficando mais concentradas nos pontos 2, 4 e 6, e com menores intensidades, apesar de alcançar 12% no dia 05 de janeiro. O ponto 1 permaneceu sendo o mais úmido, tendo índices mais elevados do que o ponto 8 na maioria dos dias do mês.

Figura 17: Diferenças de temperatura e umidade relativa do ar no período da manhã – Jan. 2015



Elaboração: Silva, 2016.  
Orientação: Margarete C. C. T. Amorim.

### 8.3 Diferenças térmicas e higrométricas no período da tarde

No período da tarde as diferenças higrométricas foram menores até às 15h, aumentando a partir das 17h.

Às 13h e 15h a tendência foi uma diminuição das ilhas secas na área urbana, tendo uma grande quantidade de dias com pouca diferença ou até valores de umidade relativa do ar maiores que os do ponto 8, principalmente nos pontos 1 e 7. Em alguns dias as diferenças foram grandes, chegando a -12% no ponto 2, às 13h, no dia 12 de janeiro, -21% nos pontos 5 e 7, no dia 3, às 15h.

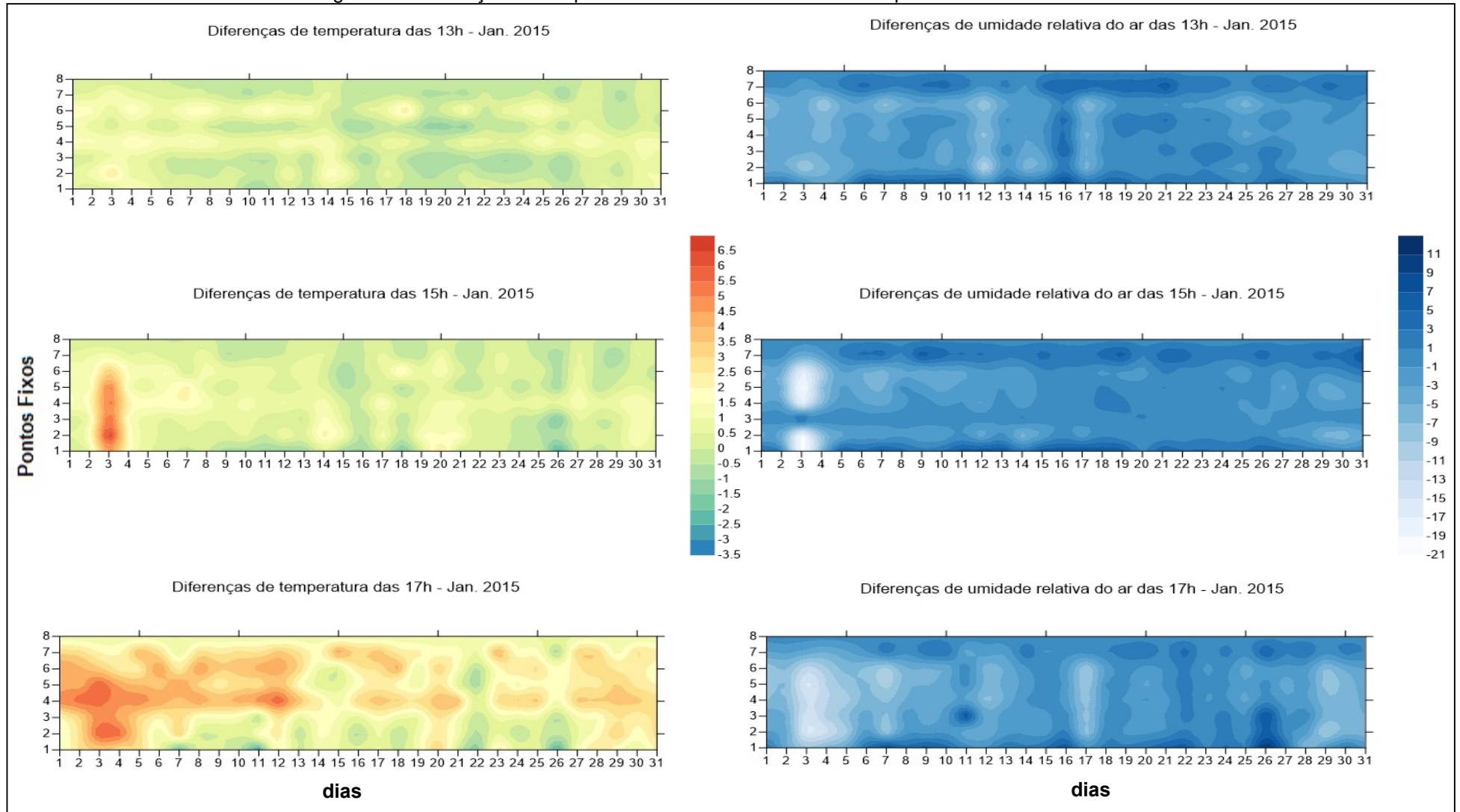
Às 17h os dias com diferenças passaram a ser mais expressivos, tendo as maiores diferenças uma variação de -7% e -16%, aumentando as ilhas secas na área urbana. As menores diferenças permaneceram nos pontos 1 e 7, muitas vezes o ponto 1 ultrapassando os valores de umidade relativa do ar do ponto 8.

Já as temperaturas apresentaram às 13h as maiores diferenças nos pontos 4 e 6, porém ficaram em torno de +1,0°C e +2,0°C em quase todo o mês de janeiro. A maior diferença foi de +2,8°C, no ponto 2, no dia 03. O restante dos pontos apresentaram uma tendência a ter temperaturas iguais, similares ou menores que o ponto 8, tanto nos dias com tempo estável como instável (Figura 18).

Às 15h as maiores diferenças de temperatura variaram pouco, não ultrapassando os +2,0°C, com algumas poucas exceções, como no caso do dia 03 de janeiro em que chegou a +6,9°C no ponto 2. No geral, não houve ilhas de calor intensas, tendo os pontos apresentado diferenças de temperatura do ar baixas e até negativas.

Às 17h os pontos com menores diferenças de temperatura foram o 1, 2 e 7 e os que apresentaram as maiores diferenças foram os pontos 4 e 6. O ponto 5 ficou intermediário, tendo diferenças variadas. As diferenças começaram a subir variando entre +2,0°C e +3,0°C, chegando a +4,2°C no dia 12 de janeiro no ponto 4, localizado no centro da cidade. Isto demonstra uma maior intensificação das ilhas de calor no final da tarde.

Figura 18: Diferenças de temperatura e umidade relativa do ar período da tarde – Jan. 2015



Elaboração: Silva, 2016.  
Orientação: Margarete C. C. T. Amorim.

#### 8.4 Diferenças térmicas e higrométricas no período noturno

As diferenças higrométricas no período noturno se acentuaram mais no intraurbano, principalmente às 23h, como é possível verificar na Figura 19.

Às 19h houve aumento dos pontos intraurbanos com diferenças de umidade relativa do ar, se apresentando mais baixas que o ponto rural em quase todo o mês de janeiro, principalmente os pontos 2, 4 e 6, em parte de alguns dias dos pontos 3 e 5. Os pontos 1 e 7 continuaram apresentando as diferenças mais baixas em relação ao ponto 8. As maiores ilhas secas foram de -15%, nos pontos 2 e 5, no dia 3 de janeiro. No entanto, as diferenças ficaram, em sua maioria, em torno de -5% e -7%.

Às 21h os pontos com as menores diferenças foram o 1 e 7, e com as maiores diferenças os pontos 2 e 6. Neste período mantém-se uma variação maior de -5% e -7%, chegando ao máximo de -12% no ponto 2, no dia 3 de janeiro.

Às 23h além dos pontos 2 e 6, o ponto 5 passou a apresentar umidade relativa do ar um pouco mais baixa. O intraurbano se apresentou um pouco menos úmido em sua totalidade em quase todo o mês. A ilha seca mais intensa ocorreu nos dias 01 e 03 de janeiro, nos pontos 5 e 6, de -10,5%.

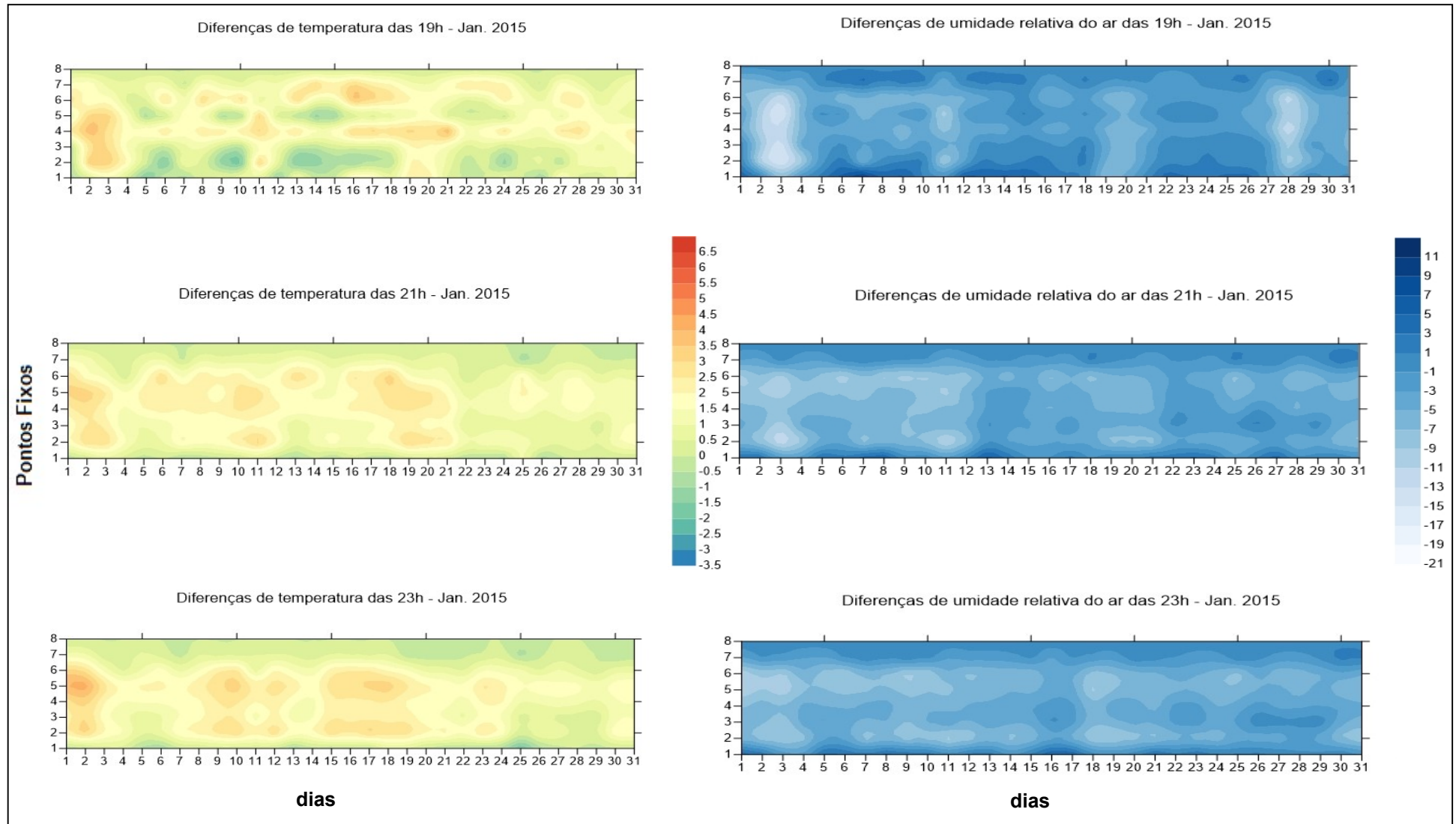
Em relação às temperaturas, às 19h os pontos 4, 6 e 7 foram os que apresentaram as maiores diferenças de temperatura, variando entre +1,0°C e +4,0°C na maior parte dos dias. Os pontos 2, 3 e 5 oscilaram suas temperaturas, apresentando em alguns dias diferenças de aproximadamente +3,0°C, como no dia 02 de janeiro, e de -1,3°C, -0,4°C e -1,3°C, respectivamente, no dia 14 de janeiro.

Às 21h o ponto 1 se resfriou mais, tendo temperaturas mais baixas ou similares às do ponto 8, com exceção dos dias 03 e 25 de janeiro que tiveram aproximadamente +1,0°C mais elevadas. O ponto 7 foi o ponto intraurbano que apresentou as menores diferenças de temperatura em quase todo o período e os pontos 2, 5 e 6 foram os que apresentaram as maiores diferenças, tendo ilhas de calor de +3,0°C nos dias 01 e 02 de janeiro, no ponto 5, e dias 03 e 19 no ponto 2.

Às 23h o ponto com as maiores diferenças foi o 5, apresentando ilhas de calor de até +4,0°C nos dias 01 e 02 de janeiro, e na maior parte dos dias acima de +2,0°C. Os pontos intraurbanos, com exceção do ponto 7, também apresentaram diferenças de temperatura acima de +2,0°C na maior parte dos dias, principalmente com estabilidade climática. Os pontos 1 e 7 não apresentaram diferenças

significativas com relação ao ponto 8, não ultrapassando  $+0,5^{\circ}\text{C}$ , com exceção dos dias 01 e 02 de janeiro, de  $+1,1^{\circ}\text{C}$ , no ponto 7.

Figura 19: Diferenças de temperatura e umidade relativa do ar no período noturno– Jan. 2015



Elaboração: Silva, 2016.

Orientação: Margarete C. C. T. Amorim.

## 9 ANÁLISE DOS RESULTADOS DOS TRANSECTOS MÓVEIS

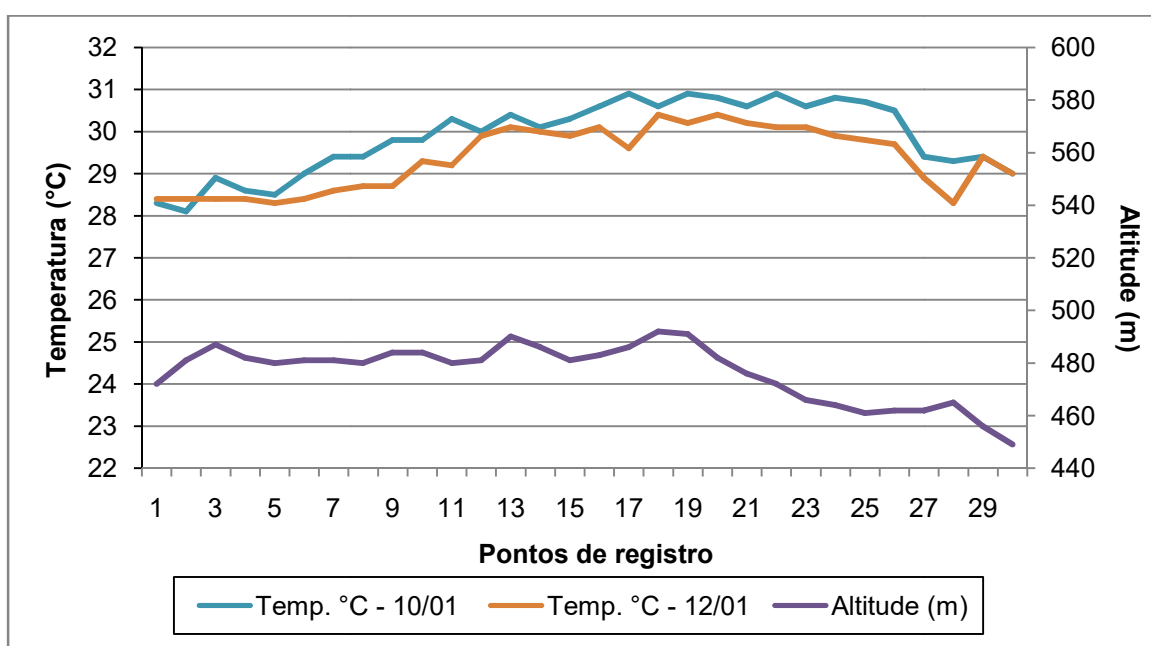
O transecto móvel é um dos procedimentos utilizados para o diagnóstico das ilhas de calor urbanas, pois permite o registro de número maior de dados a partir do uso de sensores acoplados na parte externa de veículos, que percorrem áreas da cidade e do rural próximo, com a finalidade de verificar as diferenças térmicas entre o urbano e o rural, e a formação de ilhas de calor urbana.

Nesta pesquisa foram feitos dois transectos móveis no período noturno. O primeiro foi realizado no dia 10 de janeiro de 2015 às 21h, e o segundo, no dia 12 de janeiro de 2015, às 22h. Os dois transectos foram realizados em noites com tempo estável (sem chuva e com vento fraco) e sob a influência de uma massa Tropical Atlântica.

A velocidade média do veículo utilizado foi 20 km/h, sendo a coleta de temperatura realizada no total de 53 pontos, trinta no sentido oeste-leste e vinte e três no sentido norte-sul.

As altitudes do percurso dos transectos e dos pontos fixos variaram pouco, como mostram as Figuras 20, 21 e 22. No transecto Oeste-Leste, o percurso foi feito entre altitudes de 448m e 492m (Figura 20). No transecto Norte-Sul as altitudes variaram entre 448m e 489m (Figura 21).

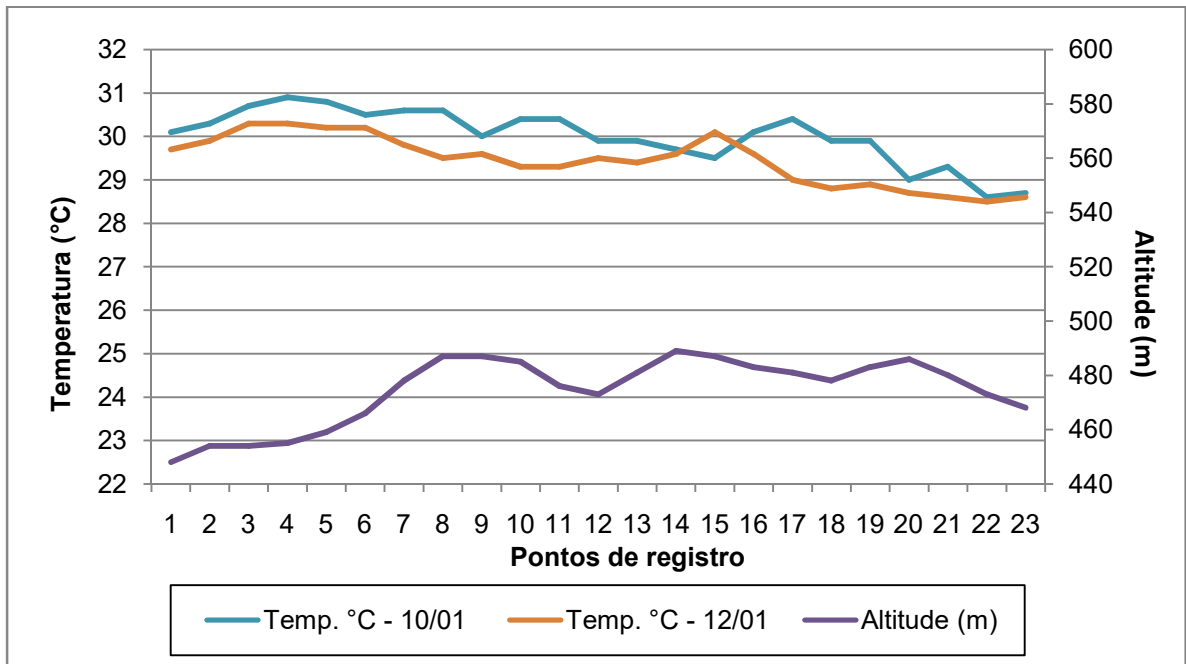
Figura 20 – Gráfico de altitude e temperaturas dos pontos oeste-leste



Fonte: Silva, 2016.

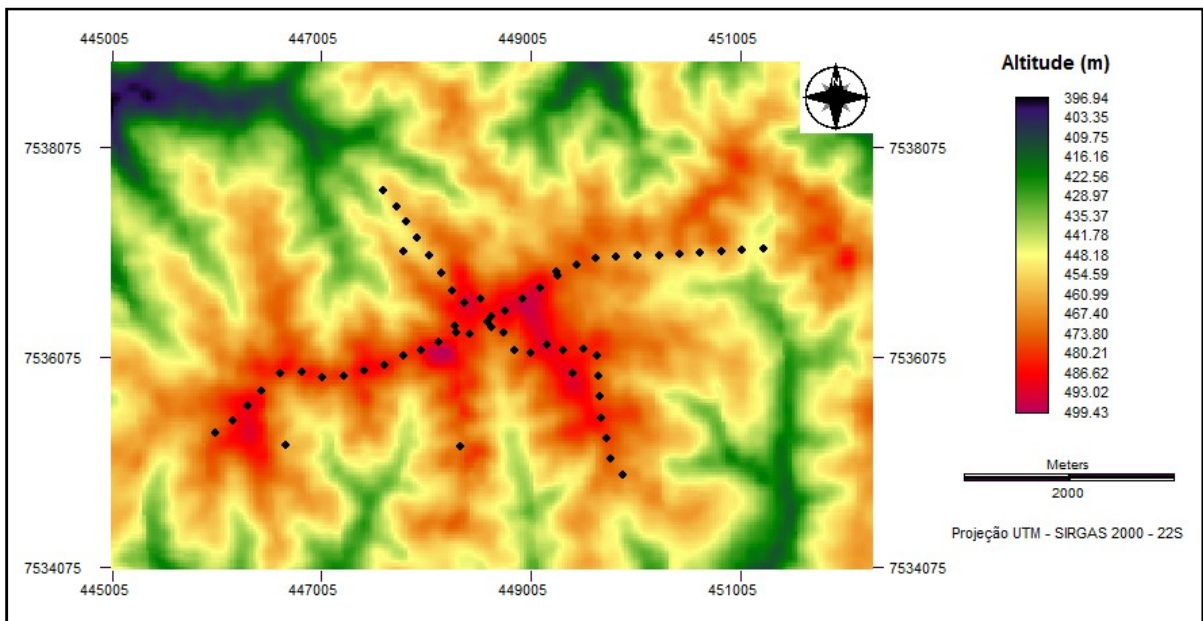


Figura 21 – Gráfico de altitudes e temperaturas dos pontos norte-sul



Fonte: Silva, 2016.

Figura 22 – Mapa de altitude dos pontos fixos e dos transectos

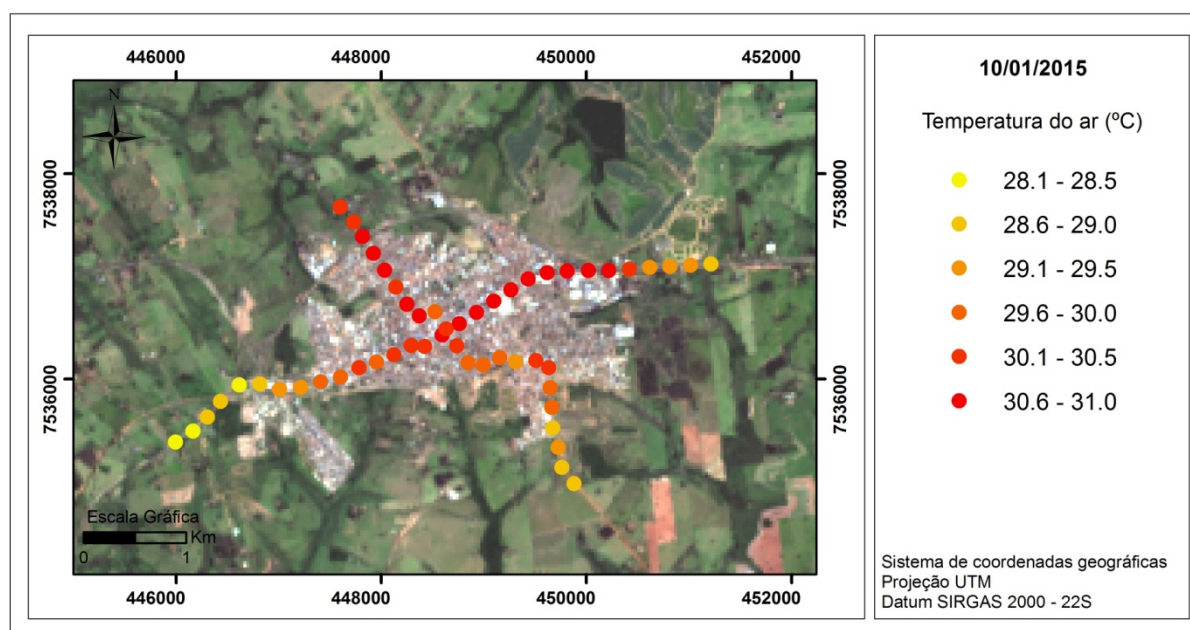


Fonte: Imagem do Landsat8, Bandas Silva, 2016.

O relevo pouco acentuado, onde os registros foram realizados, pouco interferiu nas diferenças de temperatura do ar, já que os percursos realizados não passaram por altitudes muito elevadas e nem por fundos de vales, que estão localizados na zona rural (Figura 22).

Em relação às diferenças de temperatura, no transecto realizado no dia 10 de janeiro de 2015, estas variaram entre 28,5 °C e 31 °C, ou seja, a diferença entre o ponto mais frio e mais quente foi de 2,5 °C. Sendo que, os pontos mais frios são os localizados na zona rural, nos extremos leste, oeste e sul. A zona rural ao norte possui estrada de terra e solo exposto, não se diferenciando muito dos pontos intraurbanos, como é possível se verificar nas Figuras 23 e 24.

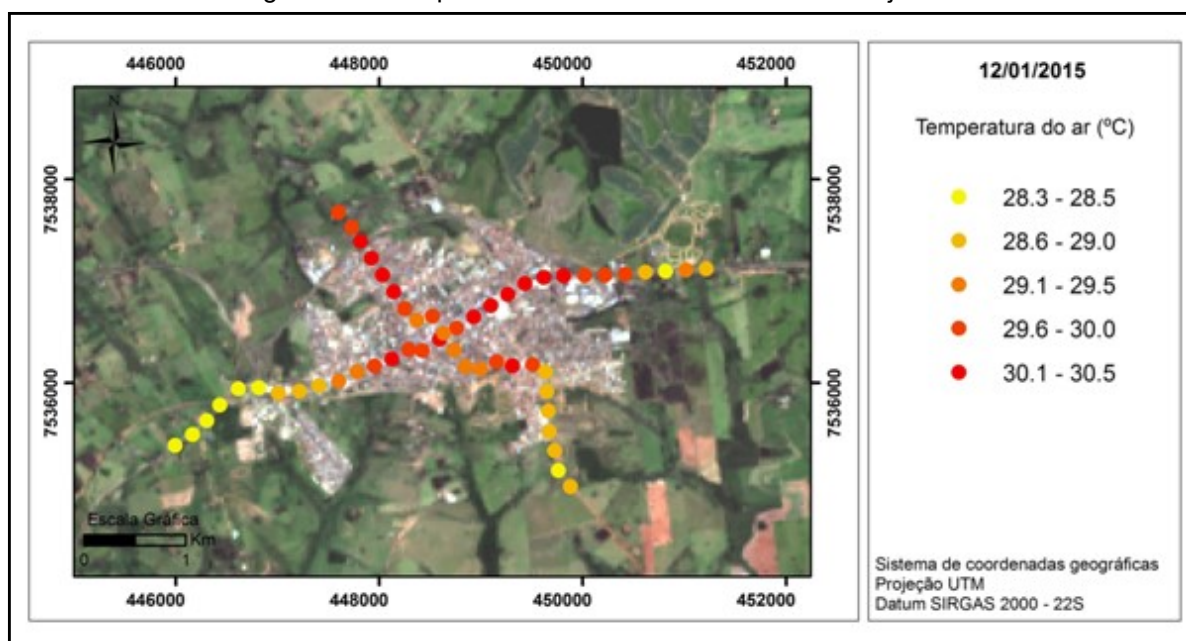
Figura 23 – Temperatura do ar dos transectos – 10 de janeiro



Fonte: Silva, 2016.

No transecto realizado no dia 12 de janeiro de 2015, a tendência foi a mesma do dia 10 de janeiro. As temperaturas não tiveram muita diferença, sendo a menor de 28,3 °C e a maior 30,5 °C, apresentando diferença de 2,2 °C entre o ponto mais quente e o ponto mais frio (Figura 24).

Figura 24 – Temperatura do ar dos transectos – 12 de janeiro



Fonte: Silva, 2016.

Ao se utilizar estas temperaturas como referências de formação de ilhas de calor, com base nos transectos, pode-se inferir como de intensidade moderada, conforme a proposição de García (1996).

## **10 ANÁLISE DAS TEMPERATURAS DE PIRAPOZINHO POR MEIO DAS GEOTECNOLOGIAS**

As geotecnologias são cada vez mais aplicadas nos estudos climáticos, pois contribui para uma análise espacial dos fenômenos que ocorrem na superfície terrestre. Há uma série de dados que são analisados para uma melhor compreensão dos elementos espaciais, que muitas vezes, conforme a dimensão, consegue ser melhor visualizado através do tratamento de imagens em conjunto com os dados de superfície.

Desta forma, nesta pesquisa foram utilizadas as imagens do Landsat8 para a elaboração de cartas termais e para a modelagem da temperatura do ar, que é feita a partir de interpolações de diferentes dados de temperatura e da superfície, ajudando na compreensão dos fenômenos do clima urbano. É um procedimento que fornece informações para se entender os diversos aspectos do campo térmico da cidade.

De acordo com Amorim, Dubreuil e Cardoso (2015), a espacialização da temperatura associada às características da superfície oferece um avanço significativo em relação às formas tradicionais de representações cartográficas.

A partir disso, foram elaboradas cartas de temperatura da superfície e uma modelagem térmica de Pirapozinho/SP, para a análise das ilhas de calor superficiais e da atmosfera inferior desta cidade.

### **10.1 Mapeamento das temperaturas de superfície**

As temperaturas de superfície são extraídas por meio das bandas termais infravermelhas de imagens de satélites, compondo um dos instrumentos de análise do clima urbano da atualidade. Através da elaboração de cartas termais identificam-se as condições das temperaturas dos alvos na estrutura urbana, possibilitando estabelecer relações com a temperatura do ar.

De acordo com García e Martilli (2012, p. 22), o uso das imagens de satélites é a técnica mais recente utilizada nos estudos de clima urbano, sendo que os sensores situados nos satélites ou aviões captam a temperatura radiante das superfícies urbanas, o que permite uma análise detalhada da distribuição espacial da mesma e sua correlação com as variáveis urbanas.

Portanto, é de extrema importância para identificar diferenciações térmicas através das distinções que a ocupação urbana teve ao longo do tempo da formação da cidade.

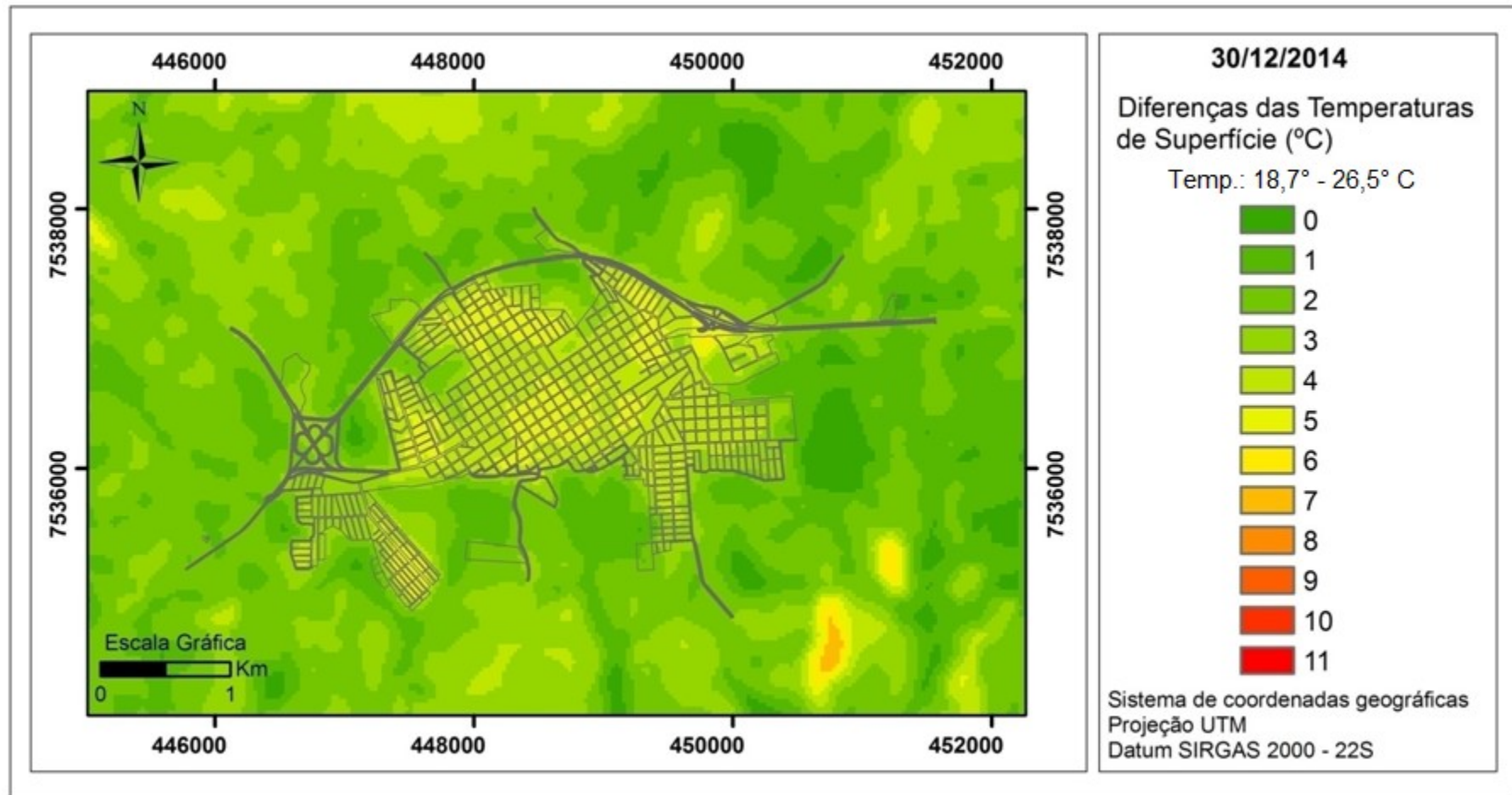
As Figuras 25 e 26 são cartas de temperatura da superfície de Pirapozinho, elaboradas a partir do canal termal infravermelho (banda 10) do LANDSAT 8, dos dias 30 de dezembro de 2014 e 15 de janeiro de 2015, respectivamente.

Para uma melhor compreensão das temperaturas da superfície, foram elaboradas cartas utilizando as diferenças de temperatura, através da relação entre o ponto mais frio e as temperaturas da superfície de cada imagem. O valor mínimo de temperatura do dia 30 de dezembro de 2014 foi 18,7 °C e o máximo 26,5 °C, tendo diferenças de 0 a 7,8 °C. Já no dia 15 de janeiro de 2015, a temperatura máxima foi 38 °C e a mínima 27 °C, apresentando diferenças de 0 a 11 °C.

Na carta do dia 30 de dezembro, foi possível verificar menor variação de temperatura dos alvos do que na carta do dia 15 de janeiro. Nesta data, houve a atuação de uma Frente Polar Atlântica e precipitação, o que diminuiu expressivamente as temperaturas dos alvos.

Analisando a distribuição da temperatura dos alvos, na Figura 25, é possível verificar que houve um predomínio de diferenças de 4 °C e 5 °C no perímetro urbano, onde ficaram instalados os sensores. Nas áreas rurais, os alvos apresentaram temperaturas mais baixas, com exceção das áreas de solo exposto.

Figura 25 - Carta de diferença de temperatura da superfície de Pirapozinho/SP – Dez. 2014



Fonte: Imagem do canal termal infravermelho (banda 10) do Landsat-8 de 30/12/2014. Disponível em: <http://earthexplorer.usgs.gov/> -

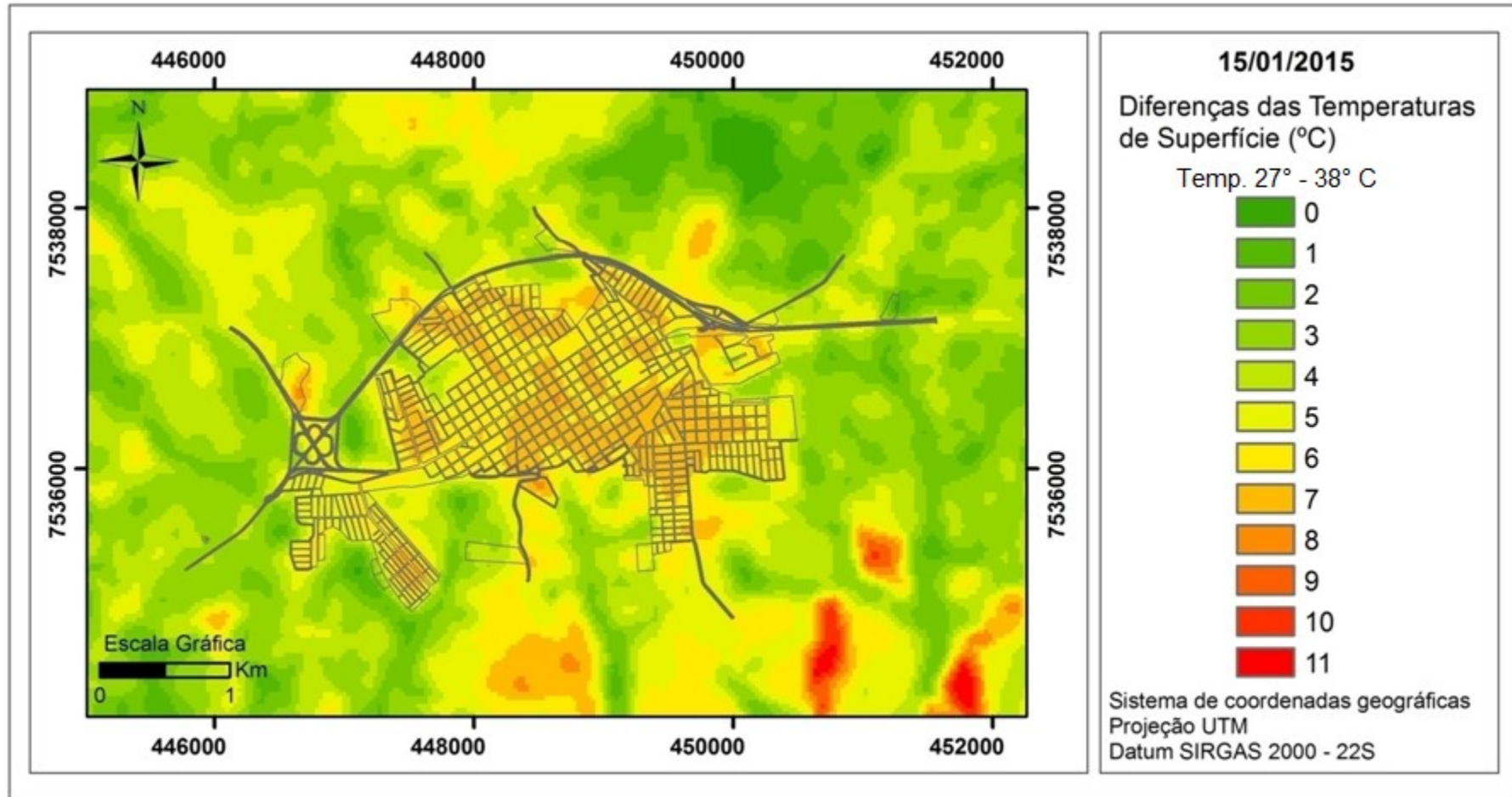
WRS222-075

Com relação à carta de temperatura de superfície de janeiro de 2015, Figura 26, é possível verificar uma distribuição de temperaturas mais elevadas no perímetro urbano, tendo os pontos fixos centrais apresentado alvos com diferenças maiores de temperatura do que em relação à carta de dezembro.

Nos bairros mais densamente construídos há manchas mais escuras, representando as temperaturas mais elevadas, onde ficaram instalados os sensores 4 e 5. Na área localizada mais à sudoeste, os materiais dos telhados são, em sua maioria, de fibrocimento, explicando as temperaturas mais altas, apesar de possuir baixa a média densidade de construção.

A área rural, se comparada com a área urbana, se mostrou com as temperaturas superficiais mais baixas, assim como as áreas urbanas que possuem vegetação. No entanto, os solos expostos se apresentaram como alvos mais aquecidos do que os urbanos.

Figura 26 - Carta de diferença de temperatura da superfície de Pirapozinho/SP – Jan. 2015



Fonte: Imagem do canal termal infravermelho (banda 10) do Landsat-8 de 15/01/2015. Disponível em: <http://earthexplorer.usgs.gov/> - [WRS222-075](#)

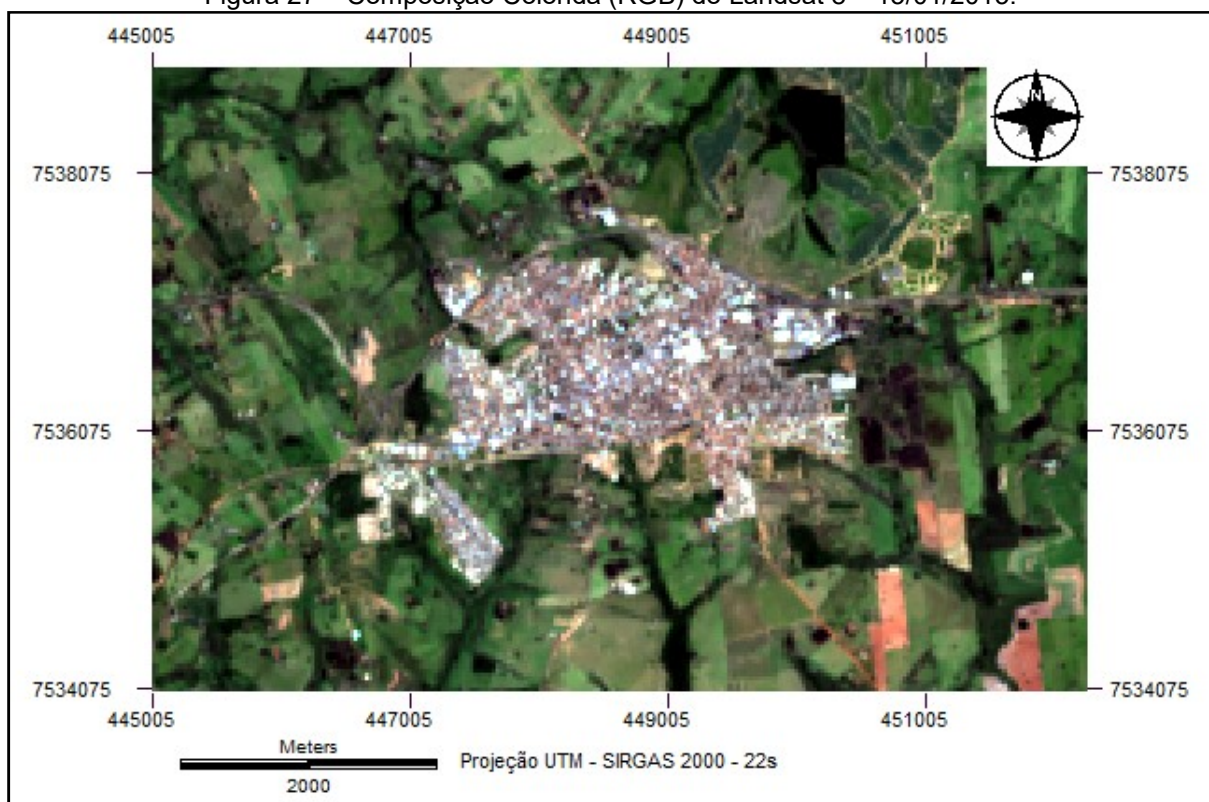


## 10.2 Modelagem da temperatura do ar de Pirapozinho/SP

Nesta pesquisa foi elaborada uma modelagem térmica da área urbana de Pirapozinho e seu entorno, do dia 10 de janeiro de 2015, para se analisar as ilhas de calor através deste procedimento. Foram utilizadas as temperaturas dos 53 pontos dos transectos, das 21h deste mesmo dia, e dos pontos fixos, com exceção do Ponto 1, que se localiza fora da área trabalhada para a modelagem da temperatura do ar.

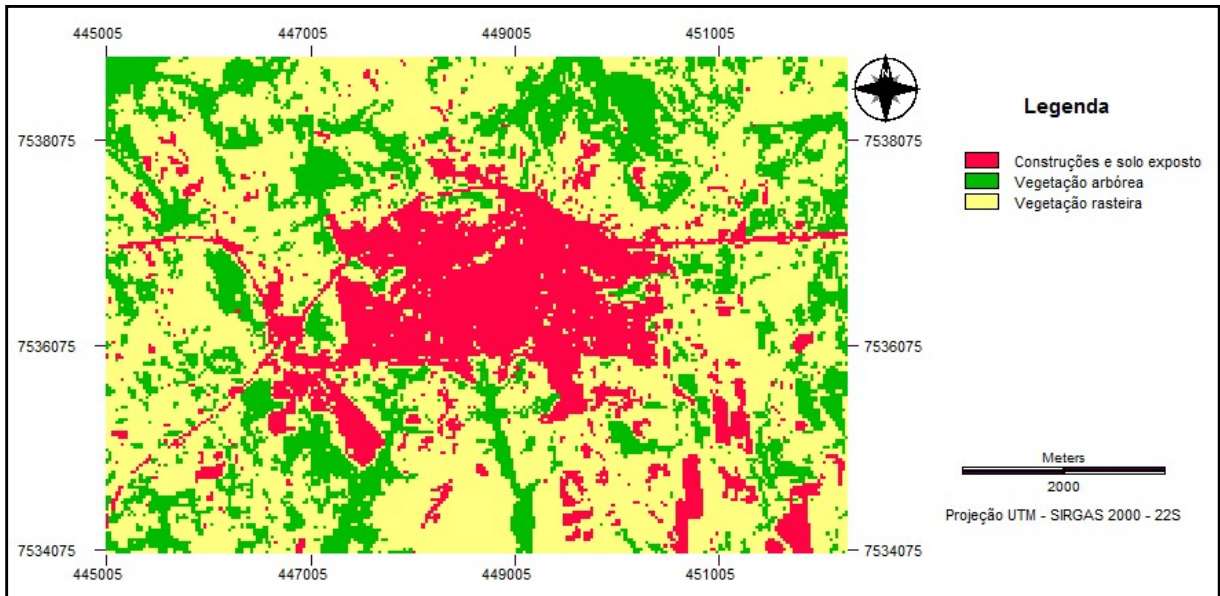
Foram usados para as correlações os dados de uso e ocupação da terra, solo exposto, vegetação alta, vegetação baixa e a banda termal. Para que isto fosse possível, foram elaboradas cartas de composição colorida (RGB) do Landsat8, do dia 15/01/2015 (Figura 27), e um mapa de classificação por cluster para a caracterização dos principais usos da terra de Pirapozinho (Figura 28).

Figura 27 – Composição Colorida (RGB) do Landsat 8 – 15/01/2015.



Fonte: Imagem LANDSAT 8, Bandas 3, 4 e 5 do dia 15/01/2015.  
Elaboração: Silva, 2016.

Figura 28 – Mapa de classificação por cluster de uso da terra de Pirapozinho - SP



Fonte: Imagem do LANDSAT 8 do dia 15/01/2015.  
Elaboração: Silva, 2016.

Com os dados obtidos foi possível realizar o cálculo do *Multireg*, no aplicativo Idrisi, que realiza a análise de regressão linear múltipla entre imagens ou valores, obtendo como resultados  $R = 0,68$  e  $R^2 = 0,47$ . A regressão múltipla apresentou correlação de 0,47, que explica 47% da variabilidade dos resultados (Quadro 2).

Quadro 2 - Resultados da regressão múltipla, gerada a partir de dados da temperatura do ar relacionada com classes de uso da terra, dia 10 de janeiro de 2015, Pirapozinho (SP).

Multiple Regression Results:

Regression Equation :

$$\text{temp10-01} = 34.4068 - 0.2515 * c1_{17 \times 17} - 0.2569 * c2_{33 \times 33} - 0.3452 * c3_{21 \times 21} + 0.0464 * \text{termal}$$

Regression Statistics :

Apparent R = 0.685955	Apparent R square = 0.470534
Adjusted R = 0.664959	Adjusted R square = 0.442170

Fonte: Silva, 2016.

Foi calculada a frequência de cada classe, através dos coeficientes mais significativos em cada janela, ou seja, aqueles que se mostraram mais representativos na relação entre temperatura e uso da terra:

Classe 1: construções e solo exposto: janela 17x17 (correlação de 0,66);

Classe 2: vegetação arbórea: janela 33x33 (correlação de -0,43);

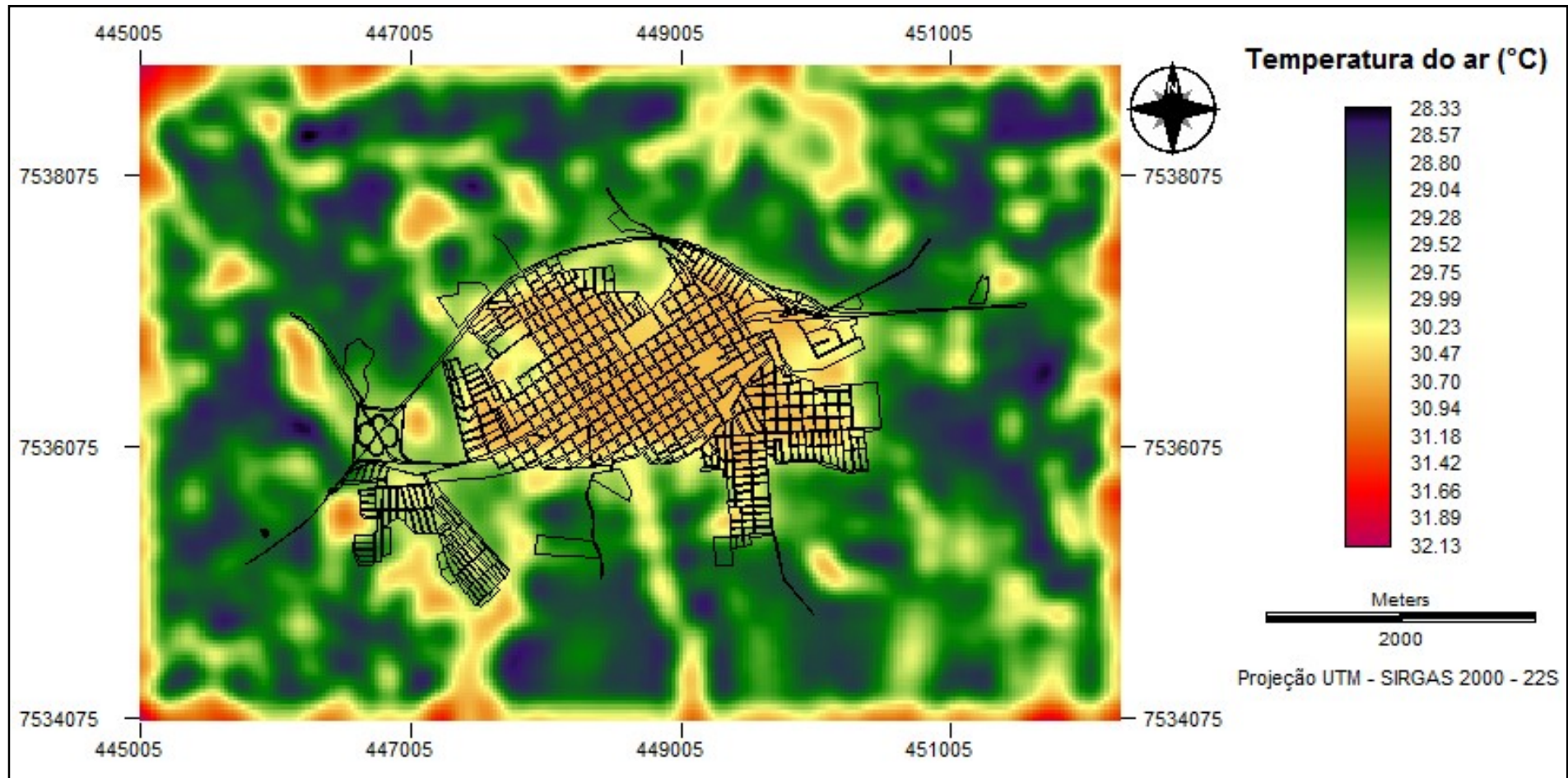
Classe 3: vegetação rasteira: janela 21x21 (correlação -0,67).

A termal, elaborada para o dia 15/01/2015, apresentou 0,54 de correlação com a temperatura, sendo utilizada também para a modelagem térmica. E as correlações negativas são referentes à presença de vegetação arbórea e rasteira. Desta forma, quanto maior a presença de vegetação, menor a temperatura.

A correlação da altitude foi -0,04, ou seja, não foi significativa, demonstrando que o relevo não interferiu na variação da temperatura do ar nos transectos e pontos fixos, como já mencionado. Por isso, não foi utilizado para a modelagem final.

A Figura 29 mostra a modelagem da temperatura do ar estimada para Pirapozinho, em episódio de verão. No dia 10 de janeiro de 2015, Pirapozinho estava sob a influência de uma massa Tropical Atlântica, com tempo estável, velocidade do vento baixa e pouca nebulosidade. Nestas condições atmosféricas, a diferença de temperatura entre o ponto mais frio e o mais quente foi de 3,8 °C.

Figura 29 - Modelagem da temperatura do ar de Pirapozinho - SP, em 10/01/2015



Fonte: Silva, 2016.

No entanto, no perímetro urbano prevaleceram temperaturas próximas a 31°C, representando ilhas de calor de aproximadamente 2,5 °C, ou seja, de média intensidade.

As áreas de fundo de vale apresentaram temperaturas variadas, algumas tiveram temperaturas mais altas e outras mais baixas, não tendo uma homogeneidade, como é possível verificar ao se comparar o mapa de altitude dos pontos e a modelagem. Isto porque, nestas áreas não teve um ponto de registro que representasse vegetação arbórea densa.

As áreas dos pontos fixos 7 e 8 apresentaram temperaturas mais baixas. O ponto 7 fica numa área mais distante do centro e próxima de áreas com vegetação. O ponto 8, é um ponto rural que foi utilizado como base para calcular as diferenças de temperatura e umidade relativa do ar.

A região central e com maior densidade de construção se mostrou mais aquecida, demonstrando correlação com os dados obtidos nos transectos e nos pontos fixos.

## 11 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise do clima urbano de Pirapozinho demonstrou que apesar de ser uma cidade de pequeno porte, já é possível verificar a existência da formação de ilhas de calor urbanas, gerando diferenciações em relação às temperaturas e à umidade relativa do ar entre a área rural e a área urbana.

As análises realizadas por diferentes procedimentos possibilitaram ter uma visão mais ampla das características do município e do clima gerado a partir do processo de uso e ocupação da terra urbana.

Pirapozinho não apresenta muita diversidade em suas construções. Sua área urbana está localizada numa região em que as altitudes são similares, não tendo interferências significativas no clima local.

Desta forma, os pontos escolhidos, criteriosamente, foram fundamentais para a realização da pesquisa e se inferir os principais aspectos do clima local e a geração das ilhas de calor.

Os pontos fixos demonstraram uma tendência em relação aos dados de temperatura e de umidade relativa do ar. Os pontos 1 e 8, localizados na área rural, foram os que apresentaram as temperaturas mais baixas e a umidade relativa mais alta, principalmente no período da manhã e da noite, sem a incidência de raios solares.

O ponto 7, localizado mais distante do centro e na área de interesse social, teve características semelhante aos pontos rurais, principalmente no período da manhã e da noite.

Os pontos 4 e 5, localizados no centro da cidade, foram os que apresentaram as temperaturas mais elevadas e a umidade relativa do ar mais baixas. Os pontos 2, 3 e 6, se assemelharam e tiveram tendências parecidas de temperatura e umidade relativa. Estavam localizados na área urbana, porém não na região central da cidade. Nestes pontos também houve altas temperaturas e muitas vezes apresentaram semelhanças com os pontos centrais.

Esta tendência também pôde ser observada a partir das cartas termais, que demonstraram que nas áreas dos pontos fixos urbanos os alvos tiveram maiores temperaturas de superfície em relação ao rural. O ponto 7, que apresentou semelhanças com as temperaturas do ar rural, teve temperaturas de superfície

semelhantes aos demais pontos urbanos, devido, principalmente, aos materiais utilizados nas coberturas das casas (telhas de fibrocimento).

Com relação aos transectos, foi possível constatar a existência de ilhas de calor, porém de magnitude moderada. Os percursos feitos, tanto oeste-leste como norte-sul, tiveram semelhanças nas temperaturas. As áreas rurais foram as que se apresentaram mais frias.

Já a modelagem da temperatura do ar, que foi feita a partir de interpolações de diferentes dados (construções e solo exposto, vegetação rasteira, vegetação arbórea e campo térmico) demonstrou que as condições térmicas do rural e urbano se distinguem, tendo diferenças de temperatura acima dos 2 °C. O centro da cidade, com densidade de construção mais elevada, teve também as temperaturas mais elevadas.

Sendo assim, a partir desses procedimentos listados acima, foi possível verificar a existência da geração de ilhas de calor urbana em Pirapozinho, principalmente na região central da cidade e nos dias com estabilidade climática, quando as condições meteorológicas se apresentaram mais estáveis: ventos brandos, baixa nebulosidade e sem precipitação.

Pirapozinho, considerando a classificação de García (1996), apresenta ilhas de calor urbanas moderadas, entre 2 °C e 4 °C, em grande parte dos dados obtidos, tanto nos pontos fixos como a partir dos transectos móveis, o que demonstra que a área da cidade mesmo sendo pouco extensa, tem características de ocupação e uso da terra que já propiciam a geração de um clima urbano específico.

Além disso, se comparada a outras pesquisas realizadas em cidades pequenas da região, é possível verificar semelhanças na intensidade de ilhas de calor. Em Rancharia, na pesquisa realizada por Teixeira (2015), cidade localizada no extremo oeste paulista, foi constatada que os traços urbanísticos propiciam a formação de ilhas de calor moderadas a fortes, tanto no verão como no inverno.

Em Cândido Mota, cidade pequena, as ilhas de calor identificadas foram fortes; em Assis, cidade média, moderadas; em Macaraí e Tarumã, também moderadas, comprovando a existência de efeitos do clima urbano nestas cidades, estudadas por Porangaba (2015), nas diferentes estações do ano. Essas cidades estão localizadas no oeste paulista.

Neste sentido, Pirapozinho, assim como outras cidades médias e pequenas da região, demonstra que os estudos em cidades menores são fundamentais para a

compreensão dos diferentes aspectos do processo de urbanização. As formas de ocupação e uso da terra urbana evidenciam que há falta de planejamento e de gestões que considerem a necessidade de tornar as cidades mais confortáveis para os seus habitantes.

Deste modo, o estudo do clima urbano só tem a contribuir para se entender as cidades, pois através da análise de diferentes pontos, é possível entendê-las em sua totalidade.



## REFERÊNCIAS

- ABREU, M. A. Cidade brasileira: 1870-1930. In: SPOSITO, M. E. B. (org.). **Urbanização e cidades: perspectivas geográficas**. Presidente Prudente, [s.n.], 2001.
- AMORIM, M. C. C. T. **O clima urbano de Presidente Prudente/SP**. 2000. 378 f. Tese (Doutorado em Geografia). – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.
- \_\_\_\_\_. Intensidade e forma da ilha de calor urbana em Presidente Prudente/SP: Episódios de Inverno. **Geosul**, UFSC - Florianópolis, v. 20, n. 39, p. 65-82, 2005.
- \_\_\_\_\_. Ritmo climático e planejamento urbano. *In*: AMORIM, M. C. C. T.; SANT'ANNA NETO, J. L.; MONTEIRO, A. (orgs.). **Climatologia urbana e regional: questões teóricas e estudos de caso**. São Paulo: Outras Expressões, 2013. p.173-190.
- AMORIM, M. C. C. T. et. al. Características das ilhas de calor em cidades de porte médio: exemplos de Presidente Prudente (Brasil) e Rennes (França). **Confins**, n. 7, 2009. Disponível em: <<http://confins.revues.org/index6070.html>>. Acesso em: 18 jan. 2016.
- AMORIM, M. C. C. T.; DUBREUIL, V.; CARDOSO, R. Modelagem espacial da ilha de calor urbana em Presidente Prudente (SP) – Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, ano 11, v. 16, jan. /jul. 2015. Disponível em: <<https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-01187918/document>>. Acesso em: 18 jan. 2016.
- BARRIOS, N. A. Z.; SANT'ANNA NETO, J. L. A circulação atmosférica no extremo oeste paulista. **Boletim Climatológico**, Presidente Prudente, v.1, n.1, p.8-9, mar. 1996.
- BRASIL, PIRAPOZINHO/SP. LEI Nº. 3.361/07. **O Plano Diretor Urbanístico do Município de Pirapozinho/SP**. PM – Pirapozinho, 10 de maio de 2.007. Atualização em 09/06/2014.
- CARLOS, A.F. A. **A Cidade**. São Paulo: Contexto, 1992.
- CASTILHO, F. J. V. **Abordagem geográfica do clima urbano e das enfermidades em São José do Rio Preto/SP**. 2006. 208 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2006.
- CENSO. Brasil: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Apresenta informações sobre as etapas da realização do censo 2010 e resultados da pesquisa. Disponível em: <<http://censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 10 jul. 2015.
- CIDADES@. Brasil: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Apresenta informações sobre todos os municípios do Brasil. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>>. Acesso em: 10 jul. 2015.

COLTRI, P. P. **Influência do uso e cobertura do solo no clima de Piracicaba, São Paulo: análise séries históricas, ilhas de calor e técnicas de sensoriamento remoto.** 2006. 166 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

CPETC/INPE - Centro de Previsão do Tempo e estudos climáticos/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Banco de dados de imagens. Disponível em: <<http://www.cptec.inpe.br/>>. Acesso em: 15 fev. 2015.

DALTOZO, J. C. **Nos trilhos da história: a estrada de ferro Sorocabana em Martinópolis – SP - 90 anos – 1917-2007.** Presidente Prudente: IMPRESS Gráfica e Editora, 2007.

DANNI, I. M. A ilha térmica de Porto Alegre: contribuição ao estudo do clima urbano. **Boletim Gaúcho de Geografia**, Porto Alegre, v. 8, p. 33-48, 1980 (Série Geografia).

FIALHO, E. S. Ilhas de calor: reflexões acerca de um conceito, **Climatologia Geográfica: ACTA Geográfica**, Boa Vista, ed. esp., p. 61-76, 2012. Disponível em: <<http://www.agroambiente.ufrr.br/index.php/actageo/article/viewFile/1094/867>>. Acesso em: 10 jan. 2016.

GARCÍA, F. F. **Manual de Climatologia Aplicada: clima, médio ambiente y planificación.** Madri: Editora Sintesis, 1996.

GARCÍA, F. F; MARTILLI, A. El clima urbano: aspectos generales y su aplicación en el área de Madrid. **Índice Rev. Estadística Soc.**, p. 21-24, jan. 2012. Disponível em: <<http://www.revistaindice.com/numero50/p21.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2016.

GARTLAND, L. **Ilhas de calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas.** São Paulo: Oficina de textos, 2010.

GOMES, M. T. S. **A produção do espaço urbano em cidade pequena: localização das atividades econômicas em Pirapozinho – SP.** 1998. 121 f. Monografia (Bacharelado em Geografia) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 1998.

JURADO DA SILVA, P. F. **Cidades pequenas e indústria: contribuição para a análise da dinâmica econômica na Região de Presidente Prudente-SP.** 2011. 282 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2011.

LANDSBERG, H. E. O Clima das cidades. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 18, p. 95-111, 2006.

LIMA, G. N. **Características do Clima Urbano de Nova Andradina – MS.** 2011. 161 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2011.

LOMBARDO, M. A. **Ilha de Calor nas Metrôpoles: O Exemplo de São Paulo.** São Paulo: Editora Hucitec, 1985.

\_\_\_\_\_. Análise das mudanças climáticas nas metrópoles: o exemplo de São Paulo e Lisboa. In: CORTEZ, A. T. C.; ORTIGOZA, S. A. G. (orgs.). **Da produção ao consumo: impactos socioambientais no espaço urbano** [online]. São Paulo: Editora UNESP; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009. Disponível em: <<http://books.scielo.org>>. Acesso em: 30 out. 2015.

\_\_\_\_\_. O uso de geotecnologias na análise das mudanças climáticas na metrópole de São Paulo. **Revista Geográfica de América Central**, Costa Rica, v. 2, n. 47E, p. 1-19, 2011. Disponível em: <<http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/article/view/2015>>. Acesso em: 10 jan. 2016.

MAGNO, B. O. Gestão ambiental em pequenas e médias cidades da América Latina. **International Conference on water and sanitation**. Cali, Colômbia, outubro 19-21, 2000. Disponível em: [http://www.ambiente.sp.gov.br/wp-content/uploads/cea/g\\_a\\_americalatina.pdf](http://www.ambiente.sp.gov.br/wp-content/uploads/cea/g_a_americalatina.pdf). Acesso em: 10 de set. 2016.

MARINHA DO BRASIL – Ministério da Defesa, Brasil. Disponível em: <[www.mar.mil.br](http://www.mar.mil.br)>. Acesso em: 14 ago. 2015.

MONTEIRO, C. A. F. Análise rítmica em climatologia: problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho. **Climatologia**, São Paulo, p.1-21, 1971.

\_\_\_\_\_. **Teoria e clima urbano**. São Paulo: USP – Instituto de Geografia, 1976.

\_\_\_\_\_. Adentrar a cidade para tomar-lhe a temperatura. **Geosul**, Florianópolis, n.9, ano V, p. 57-74, 1991.

\_\_\_\_\_. Teoria e clima urbano: Um projeto e seus caminhos. In: MONTEIRO, C. A. F.; MENDONÇA, F. **Clima urbano**. São Paulo: Editora Contexto, 2003.

NASCIMENTO, M. A.; e CARVALHO, P. F. Pensando o planejamento ambiental para cidades pequenas: o caso de Perdões – MG. In: MENDES, A. A. & LOMBARDO, M. A. (orgs.). **Paisagens geográficas e desenvolvimento territorial**. Rio Claro, PPG-Unesp/Ageteo, 2005, páginas 27- 44.

OKE, T. R. **Boundary layer climates**. 2. ed. London: Methuen & Ltd. A. Halsted Press Book, John Wiley & Sons, New York, 1987, 372p.

OLIVEIRA, J. A. Meio século de transformações e permanências: a cidade no Brasil (1930-1980). In: SPOSITO, M. E. B. (org.). **Urbanização e cidades: perspectivas geográficas**, Presidente Prudente, [s.n.], 2001.

PENNA, N. A. A questão urbano industrial: política urbana e gestão de cidade. **X Encontro Nacional da Anpur**. 2013. Disponível em:

<http://unuhospedagem.com.br/revista/rbeur/index.php/anais/article/viewFile/2048/2008>. Acesso em: 10 de set. 2016.

PITTON, S. E. C. **As cidades como indicadores de alterações térmicas**. 1997. 272 f. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

PORANGABA, O. G. F. **O clima urbano das cidades do interior do estado de São Paulo: uma análise do campo térmico de Assis, Cândido Mota, Macaraí e Tatumã**. 2015. 354 f. Tese (Doutorado em Geografia)- Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2015.

RAMPAZZO, C. R. **Clima e produção do espaço urbano: contribuição ao estudo da Geografia do Clima no contexto das cidades de São Carlos e Marília**. 2015. 304 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2015.

SAMPAIO, A. H. L. **Correlações entre o uso do solo e ilha de calor no ambiente urbano: o caso de Salvador**. 1981. 103 f. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1981.

SANT'ANNA NETO, J. L. O clima urbano como construção social: da vulnerabilidade polissêmica das cidades enfermas ao sofisma utópico das cidades saudáveis. **Revista Brasileira de Climatologia**, ano7, v. 8, jan./jun.2011.

SANTOS, M. **A urbanização brasileira**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1993.

SCHIFFER, S. T. R. **O processo de urbanização no Brasil**. São Paulo: EDUSP, 2004.

SEADE – Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados. **Portal de Estatísticas do Estado de São Paulo**, São Paulo. Disponível em: <<http://www.seade.gov.br/>>. Acesso em: 20 ago. 2015.

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

SOARES, B. R.; MELO, N. A. Cidades médias e pequenas: reflexões sobre os desafios no estudo dessas realidades socioespaciais. *In*: LOPES, D. M. F.; HENRIQUE, W. (orgs.). **Cidades médias e pequenas: teorias, conceitos e estudos de caso**. Salvador: SEI, 2010.

SPOSITO, M. E. B. **Para pensar as pequenas e médias cidades brasileiras**. Belém: Federação de Órgãos para Assistência Social e Educacional, 2009.

\_\_\_\_\_. Loteamentos fechados em cidades médias paulistas - Brasil. In: SPOSITO, E.; SPOSITO, M. E.; SOBARZO, O. (Org.). **Cidades médias: produção do espaço urbano e regional**. São Paulo: Expressão Popular, 2006. p. 175- 197.

SPOSITO, E. S. **Migração e permanência das pessoas nas cidades pequenas: os casos de Pirapozinho e Álvares Machado na Alta Sorocabana**. 1982. 238 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1982.

SPOSITO, E. S., JURADO DA SILVA, P. F. **Cidades pequenas: perspectivas teóricas e transformações socioespaciais**. Jundiaí: Paco Editorial, 2013.

STEPHAN, I. I. C.; MARIA, A. C. S. Os desafios do planejamento e gestão urbanos em pequenas cidades De Minas Gerais. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 03, n. 15, 2015, pp. 124-141. Disponível em: [https://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/gerenciamento\\_de\\_cidades/article/view/996/1019](https://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/gerenciamento_de_cidades/article/view/996/1019). Acesso em: 10 de set. 2016.

STIPP, N. A.; STIPP, M. E. F. Análise ambiental em cidades de pequeno e médio porte. **Geografia**, vol. 13, n. 2 – jul/dez. 2004. Disponível em <http://www.geo.uel.br/revista>. Acesso em: 10 de set. 2016.

TARIFA, J. R.; ARMANI, G. Os climas urbanos. In: TARIFA, J. R.; AZEVEDO, T. R. **Os climas na cidade de São Paulo: teoria e prática**. São Paulo: USP/FFLCH, 2001, p. 47-70 (Coleção Novos Caminhos).

TEIXEIRA, D. C. F. **O clima urbano de Rancharia (SP)**. 2015.212 f. Dissertação (Mestrado em Geografia)- Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2015.

UGEDA JÚNIOR, J. C. **Clima urbano e planejamento na cidade de Jales –SP**. 2011. 383f. Tese (Doutorado em Geografia) -Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2011.

USGS. LandsatMissions. Disponível em: <<http://earthexplorer.usgs.gov/> - WRS222-075>. Acesso em: 20 ago. 2015.

VIANA, S. S. M. **Caracterização do clima urbano em Teodoro Sampaio/SP**. 2006. 117 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2006.

VOOGT, J. A.; OKE, T. R. Thermal remote sensing of urban climates. **Remote sensing of environment**, New York, v. 86, n.3, p. 371-384, 2003.

XAVIER, M.C. **A ocupação no leito da ferrovia no espaço urbano de Pirapozinho**. Monografia (Bacharelado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2001.