

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**  
**INSTITUTO DE GEOGRAFIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**  
**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO GEOGRAFIA E GESTÃO DO TERRITÓRIO**

**O CLIMA E AS CIDADES:**

**AVALIAÇÃO DO ÍNDICE DE CORRELAÇÃO ENTRE TEMPERATURAS  
MEDIDAS POR SENSORES TERMAIS DO SATÉLITE LANDSAT-8 E  
SENSORES DE SUPERFÍCIE NA CIDADE DE PATOS DE MINAS - MG**

**FRANCIELLE DE SIQUEIRA CASTRO**

**UBERLÂNDIA/ MG**

**2020**

**FRANCIELLE DE SIQUEIRA CASTRO**

**O clima e as cidades:** avaliação do índice de correlação entre temperaturas medidas por sensores termais do satélite Landsat-8 e sensores de superfície na cidade de Patos de Minas-MG

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), como requisito parcial à obtenção do título de doutor em Geografia.

**Área de Concentração:** Geografia e Gestão do Território

**Orientador:** Prof. Dr. Paulo Cezar Mendes

**Uberlândia/ MG**

**INSTITUTO DE GEOGRAFIA**

**2020**



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

---

- C355c  
2020      Castro, Francielle de Siqueira, 1991-  
            O clima e as cidades [recurso eletrônico] : avaliação do índice de correlação entre temperaturas medidas por sensores termais do satélite Landsat-8 e sensores de superfície na cidade de Patos de Minas-MG / Francielle de Siqueira Castro. - 2020.
- Orientador: Paulo Cezar Mendes.  
            Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Geografia.  
            Modo de acesso: Internet.  
            Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.te.2020.3613>  
            Inclui bibliografia.  
            Inclui ilustrações.
1. Geografia. I. Mendes, Paulo Cezar, 1972-, (Orient.) II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Geografia. III. Título.

---

CDU: 910,1

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**

Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Geografia  
Av. João Naves de Ávila, 2121, Bloco 1H, Sala 1H35 - Bairro Santa Monica, Uberlândia-MG, CEP 38400-902  
Telefone: (34) 3239-4381/3291-6304 - [www.ppgeo.ig.ufu.br](http://www.ppgeo.ig.ufu.br) - [posgeo@ufu.br](mailto:posgeo@ufu.br)

**ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO**

Programa de Pós-Graduação em:	GEOGRAFIA				
Defesa de:	Tese de Doutorado, Número 201, PPGGEO				
Data:	31 de março de 2020	Hora de início:	09h:00mm	Hora de encerramento:	13h:30mm
Matrícula do Discente:	Número da matrícula: 11613GEO004				
Nome do Discente:	Francielle de Siqueira Castro				
Título do Trabalho:	AVALIAÇÃO DO ÍNDICE DE CORRELAÇÃO ENTRE TEMPERATURAS MEDIDAS POR SENSORES TERMAIS DO SATÉLITE LANDSAT-8 E SENSORES DE SUPERFÍCIE NA CIDADE DE PATOS DE MINAS-MG				
Área de concentração:	GEOGRAFIA E GESTÃO DO TERRITÓRIO				
Linha de pesquisa:	ANÁLISE, PLANEJAMENTO E GESTÃO AMBIENTAL				
Projeto de Pesquisa de vinculação:					

Reuniu-se no Anfiteatro/Sala [Bloco 1H - Sala 14], Campus [Santa Mônica], da Universidade Federal de Uberlândia, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em GEOGRAFIA, assim composta: Professores Doutores: [Elivelton da Silva Fonseca](#) - IG - UFU; [Rildo Aparecido Costa](#) - PONTAL - UFU; [Carlos Alberto Araújo Campos](#) - UFTM - MG; [Rafael de Ávila Rodrigues](#) - UFG - GO e [Paulo Cezar Mendes](#) - IG-UFU orientador(a) do(a) candidato(a). Todos os *professores participaram via Skype*, [Carlos Alberto Araújo Campos de Uberaba](#) - MG; [Rafael de Ávila Rodrigues de Catalão](#) - GO e os demais de Uberlândia - MG.

Iniciando os trabalhos o(a) presidente da mesa, Dr(a). [Paulo Cezar Mendes](#), apresentou a Comissão Examinadora e o candidato(a), agradeceu a presença do público, e concedeu ao Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(às) examinadores(as), que passaram a arguir o(a) candidato(a). Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o(a) candidato(a):

Aprovado(a).

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de [Doutor](#).

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Paulo Cezar Mendes, Professor(a) do Magistério Superior**, em 13/04/2020, às 10:17, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Elivelton da Silva Fonseca, Usuário Externo**, em 13/04/2020, às 11:54, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Rafael de Ávila Rodrigues, Usuário Externo**, em 15/04/2020, às 11:17, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Carlos Alberto Araujo Campos, Usuário Externo**, em 15/04/2020, às 13:30, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Rildo Aparecido Costa, Professor(a) do Magistério Superior**, em 18/04/2020, às 10:25, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://www.sei.ufu.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **1966539** e o código CRC **FE58464D**.

Dedico esta pesquisa a duas mulheres guerreiras que já se foram, mas que, certamente, estiveram presentes nesse longo caminho de conquistas: vovó Rosinha e vovó Luzia.

## *Agradecimentos*

Antes de tudo, é preciso agradecer àquele que faz a vida ter sentido, que é fonte de inspiração, segurança e coragem para questionamentos diante das realidades - DEUS -. “O coração do homem dispõe o seu caminho, mas é o Senhor que dirige seus passos.” Provérbios 16, 9.

À minha família, por sua capacidade de acreditar e investir em mim durante estes 11 (onze) anos de carreira universitária. Em especial, agradeço à mamãe (Teresinha), seu cuidado e dedicação foi o que ofereceu, em todos os momentos, a esperança para seguir; ao papai (Clério), sua confiança significou segurança e certeza de conquistas que se mostravam impossíveis; às minhas irmãs Jackeline e Danielle agradeço pelo apoio em todos os momentos da vida, companheiras de aventuras de ontem, hoje e sempre! Ao meu cunhado Vinícius que em dias difíceis me amparou com palavras de incentivo e motivação; ao meu sobrinho Samuel que chegou para trazer esperança e propósitos para o futuro; ao meu avô “Zé Janú”, que no auge dos seus 97 anos destinava uma preocupação incalculável com a “professorinha”.

Ao meu namorado Rafael, pessoa de caráter admirável, com quem amo partilhar a vida. Obrigada pela paciência, pelo incentivo, pela força, pelo carinho e, principalmente, por sua capacidade de me tranquilizar nos momentos de angústia e nervosismo. Também agradeço a toda sua família, que em breve se tornará “minha”. Essas pessoas sempre me acolheram com especial carinho e motivação nesses últimos 13 (treze) anos.

Ao professor, orientador e amigo Paulo Cezar Mendes, que além de prestar excepcional ajuda na construção do trabalho, soube me entender e acolher no momento mais crítico dessa intensa passagem pelo processo de doutoramento. A você professor, só posso dizer: Muito Obrigada!

Ao Programa de Pós-graduação em Geografia, a Universidade Federal de Uberlândia - UFU, pela oportunidade de adquirir conhecimento não só para o intelecto, mas para a vida. A todos os professores que me guiaram até aqui e se mostraram bons amigos. Aos funcionários que deram apoio e suporte, principalmente, aos secretários do programa que sempre nos ajudou nos momentos de dificuldade com relação aos trâmites burocráticos.

Aos professores que contribuíram com a construção do trabalho, através de suas sugestões, críticas e elogios: Vanderlei de Oliveira, Roberto Rosa, Camila Bertoletti, Elivelton Fonseca, Luiz Antônio e, em especial, ao amigo de longa data, Rildo Costa, que confiou em meu trabalho desde o início e me deu apoio em momentos bons e não tão bons.

Aos colegas do curso. Vocês me ajudaram a traçar este caminho; este trabalho só foi possível graças a ajuda de vocês. Serei eternamente grata à Aline, Patrícia, Samuel, Eduardo, Letícia, Ariane e Amanda.

Aos meus amigos, pelas alegrias, tristezas e dores compartilhadas. Com vocês, as pausas entre um parágrafo e outro de produção, melhoraram tudo o que tenho produzido na vida, em especial agradeço à Ana Paula, Daniela, Fátima, Francielle, Húrbio, Isabel, Leilaine, Lisieux, Luana, Luciana, Mariane e Thaís.

Ao médico Murilo Loureiro, à psicóloga Cleide Andrade que me ampararam em um momento de angústia e questionamento, e me fizeram retomar à busca pelo meu sucesso profissional. Serei eternamente grata a vocês.

À CAPES pela concessão de bolsa, fundamentalmente importante para o desenvolvimento da pesquisa.

A todos aqueles que, de alguma forma, estiveram e estão próximos, e fizeram com que a vida tivesse, cada vez mais, sentido.

A sociedade é responsável pelas mudanças dos climas, se não nas escalas globais, pelo menos nas escalas locais.

(João Lima Sant'Anna Neto, 2013, p.317.)

## Resumo

As investigações voltadas ao entendimento do clima urbano passaram a contar, sobretudo nas últimas décadas, com diferentes instrumentos para o seu diagnóstico, com destaque para as ferramentas geotecnológicas agregadas a um conjunto técnicas matemáticas e computacionais para tratamento de informações geográficas. Neste grupo, o uso de imagens termais voltadas ao mapeamento do clima tem adquirido um destaque especial, principalmente pela sua rápida capacidade de diagnosticar parâmetros de temperaturas da superfície do solo após tratamento. Essa técnica possibilitou o desenvolvimento nos últimos anos de diversos estudos sobre clima urbano em diferentes condições geográficas, que passaram a não fazer uso de coleta de dados em superfície. Esse cenário abriu a possibilidade de indagações sobre o real índice de representatividade da temperatura próxima a superfície do solo, sobretudo quando se considera as particularidades da geografia local e também as estações do ano. Neste contexto, este estudo objetivou avaliar o índice de correlação de temperaturas indicadas pelas bandas termais do satélite Landsat-8 com temperaturas coletadas por sensores de superfícies em diferentes estações do ano na cidade de Patos de Minas - MG. Para tanto, neste estudo foi realizado um levantamento e análise de produções científicas sobre o tema, onde foi possível identificar o padrão das produções científicas sobre o tema nos últimos anos. Na etapa seguinte, foi executada a contextualização histórica e sondagem das principais características fisicosociais da cidade de estudo, Patos de Minas - MG, comprovando a sua viabilidade de estudos. Na terceira etapa, foi elaborada um roteiro técnico da construção dos equipamentos de baixo custo para coleta de dados em campo e a descrição da metodologia adotada para produção dos materiais cartográficos, tanto da temperatura de ambiente, quanto de superfície. Os dados em campo foram colhidos durante um ano, entre agosto de 2018 e julho de 2019, respeitando o horário da passagem do satélite, tornando viável as futuras correlações. No caso dos mapas de temperatura de superfície, foram utilizadas imagens Landsat-8, banda 10, do canal infravermelho termal/TIRS, tratadas no *software* Qgis, utilizando as constantes de calibração do sensor do satélite, obtidas no site do USGS6, para a conversão dos números digitais em energia radiante. De posse dos dados, foi executado no programa estatístico Minitab®, o método de correlação de Pearson, que identificou alguns padrões de resposta. Como resultado, este estudo aponta que durante as estações extremas, verão e inverno, as temperaturas de superfície, indicadas pela banda 10 do Landsat-8, demonstram um baixo índice de correção com os dados de campo, o que aponta a necessidade de um refinamento ou, até mesmo, um tratamento mais apurado dos dados, pelo fato do satélite não representar a real temperatura da superfície. Um agravante é que nos meses de verão, devido ao alto índice de cobertura de nuvens, há a inviabilidade do processamento das imagens, não sendo possível executar o mapeamento da temperatura de superfície. Por outro lado, os meses de outubro, abril e maio, que correspondem aos períodos de transição das estações do ano, outono e primavera, apresentaram uma correlação favorável e um alto nível de significância. Este estudo conclui que, a partir do método de correlação linear de Pearson, a adoção de métodos de análise climática por satélites, não apresentam respostas precisas em termos de temperatura urbana em cidades do porte médio, sendo necessário, dependendo da finalidade do estudo, a coleta de dados em campo para afinamento das informações geradas pelos *softwares*.

**Palavras-chave:** Clima urbano. Geoprocessamento. Patos de Minas.



## *Abstract*

Investigations aimed at understanding the urban climate have come to rely, especially in recent decades, on different instruments for its diagnosis, with emphasis on geotechnological tools added to a set of mathematical and computational techniques for the treatment of geographic information. In this group, the use of thermal images aimed at mapping the climate it has acquired a special prominence, mainly due to its rapid ability to diagnose parameters of soil surface temperatures after treatment. This technique has enabled the development in recent years of several studies on urban climate in different geographical conditions, which have started not to use surface data collection. This scenario opened the possibility of inquiries about the actual index of representativeness of the temperature close to the surface of the soil, especially considering the particularities of the local geography and also the seasons. In this context, this study aimed to evaluate the temperature correlation index indicated by the thermal bands of the Landsat 8 satellite with temperatures collected by surface sensors in different seasons of the year in the city of Patos de Minas - MG. Therefore, in the study was carried out a levantamento and analysis of scientific works on the subject, where it was possible to identify the pattern of scientific publications on the subject in recent years. In the next stage, the historical contextualization and survey of the main physico-social characteristics of the city of study, Patos de Minas-MG, was performed, proving the feasibility of studies in it. The third step was a technical roadmap for the construction of low-cost equipment for data collection in the field and a description of the methodology adopted for the production of cartographic materials, both at ambient and surface temperatures. Field data were collected for one year, between August 2018 and July 2019, respecting the time of the satellite's passage, making future correlations viable. In the case of surface temperature maps, Landsat 8 images, band 10, of the thermal infrared channel / TIRS were used, treated in the Qgis software, using the satellite sensor calibration constants, obtained on the USGS6 website, for the conversion of the numbers radiant energy. With the data in hand, it was performed in the Minitab<sup>®</sup> statistical program, Pearson's correlation method, which identified some response patterns. As a result, this study points out that during extreme seasons, summer and winter, surface temperatures, indicated by band 10 of Landsat-8, demonstrate a low index of correlation with field data, which points to the need for refinement or even a more accurate treatment of the data, because it does not represent the actual surface temperature. An aggravating factor is that in the summer months, due to the high level of cloud cover, there is an impracticability of image processing, and it is not possible to perform the surface temperature mapping. On the other hand, the months of October, April and May, which correspond to the transition periods of the seasons, autumn and spring, presented a favorable correlation and a high level of significance. This study concludes, using Pearson's linear correlation method, that the adoption of satellite climate analysis methods does not present precise answers in terms of urban temperature in medium-sized cities, being necessary, depending on the purpose of the study, to field data collection to fine-tune the information generated by the software.

**Keywords:** Urban climate. Geoprocessing. Patos de Minas.

## *Lista de Siglas*

<b>°C</b>	Graus Celsius
<b>AHVR</b>	Advanced Very High Resolution Radiometer
<b>A<sub>L</sub></b>	Fator aditivo de redimensionamento de banda
<b>AM</b>	Amazonas
<b>ASAS</b>	Alta Subtropical do Atlântico Sul
<b>ASTER</b>	Advanced SpaceBorne Thermal Emission and Reflection Radiometer
<b>BR</b>	Rodovia Federal
<b>CAPES</b>	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
<b>CBERS</b>	Chinese Brazilian Earth Resources Satellite
<b>CCD</b>	High Resolution Imaging Camera
<b>CICA</b>	Companhia Industrial de Conservas Alimentícias
<b>CPTEC</b>	Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos
<b>CSV</b>	Comma separated Values
<b>CTB</b>	Código de Trânsito Brasileiro
<b>DF</b>	Distrito Federal
<b>DGI</b>	Divisão de Geração de Imagem
<b>E</b>	East
<b>EOS</b>	Earth Observing System
<b>EPS</b>	Poliestireno expandido
<b>EPSG</b>	European Petroleum Survey Group
<b>ES</b>	Espírito Santo
<b>ETM+</b>	Enhanced Thematic Mapper Plus
<b>FOV</b>	Field of View
<b>FPM</b>	Faculdade Patos de Minas
<b>GNU</b>	General Public License

<b>GO</b>	Goiás
<b>GOES</b>	Geostationary Operational Environmental Satellite
<b>GPT</b>	Grupo de Previsão de tempo
<b>h</b>	Horas
<b>hab.</b>	Habitantes
<b>hPa</b>	Pressão atmosférica
<b>IBGE</b>	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
<b>IDW</b>	Inverse Distance Weighted
<b>IES</b>	Instituição de Ensino Superior
<b>INMET</b>	Instituto Nacional de Meteorologia do Brasil
<b>INPE</b>	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
<b>IR-MSS</b>	Imager Resolution Medium Scan
<b>JNP</b>	Jato Polar
<b>JST</b>	Jato Subtropical
<b>K</b>	Kelvin
<b>K<sub>1</sub></b>	Constante de calibração de 1
<b>K<sub>2</sub></b>	Constante de calibração de 2
<b>Km</b>	Quilômetros
<b>Km<sup>2</sup></b>	Quilômetros quadrados
<b>LANDSAT</b>	Land Remote Sensing Satellite
<b>LDCM</b>	Landsat Data Continuity Mission
<b>LST</b>	Land Surface Temperature
<b>L<sub>λ</sub></b>	Radiância espectral no topo da atmosfera
<b>m</b>	Metros
<b>m<sup>2</sup></b>	Metro quadrado
<b>MG</b>	Mina Gerais
<b>min</b>	Minutos

<b>M<sub>L</sub></b>	Fator multiplicativo de redimensionamento de banda
<b>MODIS</b>	Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer
<b>MS</b>	Mato Grosso do Sul
<b>MSS</b>	Multispectral Scanner
<b>MT</b>	Mato Grosso
<b>N</b>	North
<b>n°</b>	Número
<b>NAASA</b>	National Aeronautics and Space Administration
<b>ND</b>	Números Digitais
<b>NOAA</b>	National Oceanic and Atmospheric Administration
<b>OLI</b>	Operational Land Imager
<b>ONU</b>	Organização das Nações Unidas
<b>PA</b>	Pará
<b>PAN</b>	Banda Pancromática
<b>PNUD</b>	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
<b>PP</b>	Presidente Prudente
<b>PR</b>	Paraná
<b>p-valor</b>	Coeficiente de correlação
<b>PVC</b>	Policloreto de polivinila
<b>Q<sub>cal</sub></b>	Valores de pixel quantificados e calibrados
<b>QGis</b>	Quantum Geographic Information System
<b>r</b>	Valor de correlação
<b>RBV</b>	Return Beam Vidicon
<b>RC</b>	Rio Claro
<b>RJ</b>	Rio de Janeiro
<b>RST</b>	Splines Regulares com Tensão
<b>S</b>	South

<b>S.C.U</b>	Sistema Clima Urbano
<b>S/A</b>	Sociedade Anônima
<b>SC</b>	São Carlos
<b>SHP</b>	Esri Shapefile
<b>SP</b>	São Paulo
<b>SRC</b>	Sistema de Referência de Coordenadas
<b>T</b>	Temperatura
<b>T.A.°C</b>	Temperatura do ambiente em graus
<b>T.G.S</b>	Teoria Geral dos Sistemas
<b>T.S.°C</b>	Temperatura de superfície em graus
<b>TIM</b>	Triangular Irregular Network
<b>TIR</b>	Thermal Infrared
<b>TIROS</b>	Television IR Operation Satellite
<b>TIRS</b>	Thermal Infrared Sensor
<b>TM</b>	Thematic Mapper
<b>TST</b>	Temperatura de Superfície Terrestre
<b>UFBA</b>	Universidade Federal da Bahia
<b>UFC</b>	Universidade Federal do Ceará
<b>UFMG</b>	Universidade Federal De Campina Grande
<b>UFF</b>	Universidade Federal Fluminense
<b>UFMG</b>	Universidade Federal de Minas Gerais
<b>UFMT</b>	Universidade Federal do Mato Grosso
<b>UFPE</b>	Universidade Federal de Pernambuco
<b>UFPR</b>	Universidade Federal do Paraná
<b>UFRGS</b>	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
<b>UFRJ</b>	Universidade Federal do Rio de Janeiro
<b>UFRN</b>	Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<b>UFSC</b>	Universidade Federal de Santa Catarina
<b>UFU</b>	Universidade Federal de Uberlândia
<b>UnB</b>	Universidade de Brasília
<b>UNESP</b>	Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
<b>UNICAMP</b>	Universidade Estadual de Campinas
<b>UNIPAM</b>	Centro Universitário de Patos de Minas
<b>urb.</b>	Urbanização
<b>USGS</b>	United States Geological Survey
<b>USP</b>	Universidade de São Paulo
<b>UTC</b>	Coordenada de Tempo Universal
<b>UTM</b>	Universal Transversa de Mercator
<b>VCAN</b>	Vórtice Ciclônicos em Altos Níveis
<b>W</b>	West
<b>WFI</b>	Wide Field Imager
<b>WGS</b>	World Geodetic System
<b>ZACAS</b>	Zona de Convergência do Atlântico Sul
<b>ZCIT</b>	Zona de Convergência Intertropical
<b>ZCOU</b>	Zona de Convergência de Umidade
<b>µm</b>	Micrômetro

## *Lista de gráficos*

<b>Gráfico 1</b> - Número de teses de clima urbano por ano de publicação .....	38
<b>Gráfico 2</b> - Patos de Minas: relação das temperaturas de superfície e ambiente - 21/08/2018 .....	118
<b>Gráfico 3</b> - Patos de Minas: relação das temperaturas de superfície e ambiente - 22/09/2018 .....	125
<b>Gráfico 4</b> - Patos de Minas: relação das temperaturas de superfície e ambiente - 08/10/2018 .....	129
<b>Gráfico 5</b> - Patos de Minas: relação das temperaturas de superfície e ambiente - 28/01/2019 .....	144
<b>Gráfico 6</b> - Patos de Minas: relação das temperaturas de superfície e ambiente - 18/04/2019 .....	156
<b>Gráfico 7</b> - Patos de Minas: relação das temperaturas de superfície e ambiente - 20/05/2019 .....	163
<b>Gráfico 8</b> - Patos de Minas: relação das temperaturas de superfície e ambiente - 21/06/2019 .....	169
<b>Gráfico 9</b> - Patos de Minas: relação das temperaturas de superfície e ambiente - 23/07/2019 .....	175

## *Lista de tabelas*

<b>Tabela 1</b> - Vilas e cidades criadas no Brasil entre os períodos de 1500 a 1720 .....	23
<b>Tabela 2</b> - Número de teses por universidades distribuídas nas regiões brasileiras .....	38
<b>Tabela 3</b> - Número de teses por área de estudo .....	39
<b>Tabela 4</b> - Patos de Minas-MG: população total/ rural/ urbana e taxa de urbanização, 1960-2010.....	58
<b>Tabela 5</b> - Especificação e orçamento dos equipamentos utilizados para confecção do termohigrômetros.....	87
<b>Tabela 6</b> - Especificação e orçamento dos materiais utilizados para fabricação dos abrigos meteorológicos.....	93
<b>Tabela 7</b> - Organização dos dados de aferição .....	97
<b>Tabela 8</b> - Desvios da temperatura da média horária e média dos desvios de cada termohigrômetro .....	98
<b>Tabela 9</b> - Datas de passagem do Satélite LANDSAT-8 entre agosto de 2018 e julho de 2019 .....	99
<b>Tabela 10</b> - Patos de Minas: dados de coleta de campo por coordenadas de 21/08/2018....	116
<b>Tabela 11</b> - Patos de Minas: dados da Correlação de Pearson para dia 21/08/2018.....	120
<b>Tabela 12</b> - Patos de Minas: dados de coleta de campo por coordenadas de 22/09/2018....	122
<b>Tabela 13</b> - Patos de Minas: dados da Correlação de Pearson para dia 22/09/2018.....	126
<b>Tabela 14</b> - Patos de Minas: dados de coleta de campo por coordenadas de 08/10/2018....	128
<b>Tabela 15</b> - Patos de Minas: dados da Correlação de Pearson para dia 08/10/2018.....	132
<b>Tabela 16</b> - Patos de Minas: dados de coleta de campo por coordenadas de 11/12/2018....	137
<b>Tabela 17</b> - Patos de Minas: dados de coleta de campo por coordenadas de 28/01/2019....	141
<b>Tabela 18</b> - Patos de Minas: dados da Correlação de Pearson para dia 28/01/2019.....	145
<b>Tabela 19</b> - Patos de Minas: dados de coleta de campo por coordenadas de 13/02/2019....	148



<b>Tabela 20</b> - Patos de Minas: dados de coleta de campo por coordenadas de 18/04/2019....	154
<b>Tabela 21</b> - Patos de Minas: dados da Correlação de Pearson para dia 18/04/2019.....	158
<b>Tabela 22</b> - Patos de Minas: dados de coleta de campo por coordenadas de 20/05/2019....	160
<b>Tabela 23</b> - Patos de Minas: dados da Correlação de Pearson para dia 20/05/2019.....	163
<b>Tabela 24</b> - Patos de Minas: dados de coleta de campo por coordenadas de 21/06/2019....	166
<b>Tabela 25</b> - Patos de Minas: dados da Correlação de Pearson para dia 21/06/2019.....	170
<b>Tabela 26</b> - Patos de Minas: dados de coleta de campo por coordenadas de 23/07/2019....	172
<b>Tabela 27</b> - Patos de Minas: dados da Correlação de Pearson para dia 23/07/2019.....	175
<b>Tabela 28</b> - Patos de Minas: valores das correlações de Pearson nos meses de análise .....	177

## *Lista de quadros*

<b>Quadro 1</b> - Sistema Clima Urbano – Articulações dos subsistemas segundo os canais de percepção.....	26
<b>Quadro 2</b> - Modos de operação e características do CBERS .....	30
<b>Quadro 3</b> - MODIS: principais usos .....	31
<b>Quadro 4</b> - Características do sensor ASTER .....	32
<b>Quadro 5</b> - Características dos sensores LANDSAT.....	34
<b>Quadro 6</b> - Características dos satélites e sensores termais .....	46
<b>Quadro 7</b> - Especificações dos equipamentos de coleta de dados.....	85
<b>Quadro 8</b> - Planilha orçamentária de equipamentos .....	86
<b>Quadro 9</b> - Especificações dos termohigrômetros alternativos .....	90
<b>Quadro 10</b> - Identificação das teses que utilizam as geotecnologias por título, região, ano, IES de origem.....	192

## *Lista de figuras*

<b>Figura 1</b> - Atividades Envolvidas em Geoprocessamento .....	27
<b>Figura 2</b> - Período de lançamento dos satélites LANDSAT .....	32
<b>Figura 3</b> - Interface de busca do Catálogo de Teses e Dissertações CAPES .....	35
<b>Figura 4</b> - Interface de refinamento dos resultados no Catálogo de Teses e Dissertações Capes .....	36
<b>Figura 5</b> - Base cartográfica das malhas municipais do Brasil, 2015 .....	37
<b>Figura 6</b> - Mapa: número de teses de Clima Urbano por IES de origem – regiões do Brasil.	41
<b>Figura 7</b> - Mapa: teses de Clima Urbano por municípios do Brasil – Regiões Norte e Centro-oeste (1992 - 2018) .....	43
<b>Figura 8</b> - Mapa: teses de Clima Urbano por municípios do Brasil – Regiões Sul, Sudeste e Nordeste (1992 - 2018) .....	44
<b>Figura 9</b> - Patos de Minas: localização do município, 2019 .....	50
<b>Figura 10</b> - Patos de Minas: primeiros registros urbanos em meados do século XIX .....	54
<b>Figura 11</b> - Patos de Minas: prédio atual da “Escola Estadual Professor Antônio Dias Maciel” .....	55
<b>Figura 12</b> - Patos de Minas: antigo Fórum “Olympio Borges” .....	56
<b>Figura 13</b> - Representação esquemática do Ambiente Urbano .....	65
<b>Figura 14</b> - Fluxograma das etapas para realização dos trabalhos em campo.....	67
<b>Figura 15</b> - Vista Panorâmica da entrada do Condomínio Terra Nova.....	68
<b>Figura 16</b> - Patos de Minas: canalização do “Córrego Monjolo” na década de 1990 .....	69
<b>Figura 17</b> - Patos de Minas: vista aérea do Parque Municipal do Mocambo, 2016 .....	69
<b>Figura 18</b> - Patos de Minas: vista Panorâmica da entrada da Avenida Tomás de Aquino no Bairro Nossa Senhora das Graças, 2019 .....	71

<b>Figura 19</b> - Patos de Minas: fotografia do ponto de coleta no Hospital Antônio Dias Maciel (Regional), 2019 .....	72
<b>Figura 20</b> - Patos de Minas: vista Panorâmica da entrada da Faculdade Patos de Minas, 2019 .....	72
<b>Figura 21</b> - Patos de Minas: mapa de localização e identificação dos pontos 1, 2, 3, 4 e 5 de coleta de dados em campo, 2018 .....	74
<b>Figura 22</b> - Patos de Minas: fotografia do ponto de coleta no Bairro Planalto em agosto (2018) e fevereiro (2019).....	75
<b>Figura 23</b> - Patos de Minas: fotografia do ponto de coleta 7 no Bairro Santa Teresinha, 2018 .....	76
<b>Figura 24</b> - Patos de Minas: vista Panorâmica do Ponto de coleta do Bairro Guanabara, 2019 .....	77
<b>Figura 25</b> - Patos de Minas: vista Panorâmica da entrada do Hospital Veterinário UNIPAM, 2019.....	78
<b>Figura 26</b> - Patos de Minas: mapa de localização e identificação dos pontos 6, 7, 8, 9 e 10 de coleta de dados em campo, 2018 .....	79
<b>Figura 27</b> - Patos de Minas: fotografia do ponto de coleta 11 no Bairro Centro (Setta), 2018 .....	80
<b>Figura 28</b> - Patos de Minas: vista Panorâmica do ponto de coleta no Bairro Alto Limoeiro, 2019.....	81
<b>Figura 29</b> - Patos de Minas: vista Panorâmica da entrada do Centro Bretas Supermercado, 2019 .....	81
<b>Figura 30</b> - Patos de Minas: vista Panorâmica do ponto de coleta 14, Bairro Caiçaras, 2019 .....	82
<b>Figura 31</b> - Patos de Minas: vista Panorâmica do Parque Lagoa Grande, 2019 .....	83

<b>Figura 32</b> - Patos de Minas: mapa de localização e identificação dos pontos 11, 12, 13, 14 e 15 de coleta de dados em campo, 2018.....	84
<b>Figura 33</b> - Componentes eletrônicos adquiridos para fabricação dos termohigrômetros.....	88
<b>Figura 34</b> - Interface da plataforma de programação do Arduino® .....	88
<b>Figura 35</b> - Fluxograma das etapas de montagem dos termohigrômetros .....	89
<b>Figura 36</b> - Imagens da montagem dos termohigrômetros.....	89
<b>Figura 37</b> - Imagens dos termohigrômetros alternativos prontos .....	90
<b>Figura 38</b> - Imagens com modelos de abrigos meteorológicos .....	92
<b>Figura 39</b> - Imagens do abrigo meteorológico produzido .....	93
<b>Figura 40</b> - Imagens do abrigo meteorológico finalizado .....	94
<b>Figura 41</b> - Modelo de planilha para organização dos dados iniciais .....	96
<b>Figura 42</b> - Aferição dos termohigrômetros para o trabalho de campo .....	96
<b>Figura 43</b> - Planilha com temperatura de cada termohigrômetro e a média para cada horário .....	97
<b>Figura 44</b> - Etapas de criação, escolha de sistema de referência de coordenadas e salvamento do projeto.....	101
<b>Figura 45</b> - Modelo de planilha com a organização dos dados, salvos em CSV (separado por vírgula) .....	102
<b>Figura 46</b> - Etapa de importação dos dados para o Projeto no Qgis.....	102
<b>Figura 47</b> - Transformação das informações em camada vetorial.....	103
<b>Figura 48</b> - Distribuição dos pontos de coleta no limite urbano de Patos de Minas .....	104
<b>Figura 49</b> - Esquema linear de interpolação por IDW (Inverso da Distância Ponderada)...	105
<b>Figura 50</b> - Etapas para a interpolação por IDW e recorte do raster .....	106
<b>Figura 51</b> - Etapas de criação das isolinhas e recorte na camada máscara .....	107
<b>Figura 52</b> - Interface de aquisição das imagens de satélite pelo site Remote Pixel .....	110

<b>Figura 53</b> - Etapa de reprojeção das imagens.....	110
<b>Figura 54</b> - Etapa de execução das fórmulas na Calculadora Raster.....	112
<b>Figura 55</b> - Etapa de renderização da banda.....	112
<b>Figura 56</b> - Imagem do Satélite GOES e Carta Sinótica do dia 21/08/2018.....	115
<b>Figura 57</b> - Patos de Minas: temperatura do ambiente, agosto de 2018 .....	117
<b>Figura 58</b> - Patos de Minas: temperatura de superfície, agosto de 2018 .....	119
<b>Figura 59</b> - Gráficos dos dados de Correlação de Pearson para o dia 21 de agosto de 2018 .....	120
<b>Figura 60</b> - Imagem do Satélite GOES e Carta Sinótica do dia 22/09/2018.....	121
<b>Figura 61</b> - Patos de Minas: temperatura do ambiente, setembro de 2018 .....	123
<b>Figura 62</b> - Patos de Minas: temperatura de superfície, setembro de 2018 .....	124
<b>Figura 63</b> - Gráficos dos dados de Correlação de Pearson para o dia 22 de setembro de 2018 .....	126
<b>Figura 64</b> - Imagem do Satélite GOES e Carta Sinótica do dia 08/10/2018.....	127
<b>Figura 65</b> - Patos de Minas: temperatura do ambiente, outubro de 2018 .....	130
<b>Figura 66</b> - Patos de Minas: temperatura de superfície, outubro de 2018 .....	131
<b>Figura 67</b> - Gráficos dos dados de Correlação de Pearson para o dia 08 de outubro de 2018 .....	132
<b>Figura 68</b> - Imagem do Satélite GOES e Carta Sinótica do dia 09 e 25 de novembro de 2018 .....	133
<b>Figura 69</b> - Patos de Minas: imagens da banda 10-Landsat-8, novembro de 2018.....	135
<b>Figura 70</b> - Imagem do Satélite GOES e Carta Sinótica do dia 11/12/2018.....	136
<b>Figura 71</b> - Patos de Minas: imagens da banda 10-Landsat-8, dezembro de 2018 .....	138
<b>Figura 72</b> - Patos de Minas: temperatura do ambiente, dezembro de 2018 .....	139
<b>Figura 73</b> - Imagem do Satélite GOES e Carta Sinótica do dia 28/01/2019.....	140

<b>Figura 74</b> - Patos de Minas: temperatura do ambiente, janeiro de 2019.....	142
<b>Figura 75</b> - Patos de Minas: temperatura de superfície, janeiro de 2019.....	143
<b>Figura 76</b> - Gráficos dos dados de Correlação de Pearson para o dia 28 de janeiro de 2019 .....	145
<b>Figura 77</b> - Imagem do Satélite GOES e Carta Sinótica do dia 13/02/2019 .....	146
<b>Figura 78</b> - Patos de Minas: imagem da banda 10-Landsat-8, fevereiro de 2019 .....	147
<b>Figura 79</b> - Patos de Minas: temperatura do ambiente, fevereiro de 2019 .....	149
<b>Figura 80</b> - Imagem do Satélite GOES e Carta Sinótica dos dias 01 e 17/03/2019 .....	150
<b>Figura 81</b> - Patos de Minas: imagens da banda 10-Landsat-8, março de 2019.....	152
<b>Figura 82</b> - Imagem do Satélite GOES e Carta Sinótica do dia 18/04/2019.....	153
<b>Figura 83</b> - Patos de Minas: temperatura do ambiente, abril de 2019 .....	155
<b>Figura 84</b> - Patos de Minas: temperatura de superfície, abril de 2019 .....	157
<b>Figura 85</b> - Gráficos dos dados de Correlação de Pearson para o dia 18 de abril de 2019..	158
<b>Figura 86</b> - Imagem do Satélite GOES e Carta Sinótica do dia 20/05/2019.....	159
<b>Figura 87</b> - Patos de Minas: temperatura do ambiente, maio de 2019.....	161
<b>Figura 88</b> - Patos de Minas: temperatura de superfície, maio de 2019.....	162
<b>Figura 89</b> - Gráficos dos dados de Correlação de Pearson para o dia 20 de maio de 2019 .	164
<b>Figura 90</b> - Imagem do Satélite GOES e Carta Sinótica do dia 21/06/2019.....	165
<b>Figura 91</b> - Patos de Minas: temperatura do ambiente, junho de 2019.....	167
<b>Figura 92</b> - Patos de Minas: temperatura de superfície, junho de 2019.....	168
<b>Figura 93</b> - Gráficos dos dados de Correlação de Pearson para o dia 21 de junho de 2019.	170
<b>Figura 94</b> - Imagem do Satélite GOES e Carta Sinótica do dia 23/07/2019 .....	171
<b>Figura 95</b> - Patos de Minas: temperatura do ambiente, julho de 2019 .....	172
<b>Figura 96</b> - Patos de Minas: temperatura de superfície, julho de 2019.....	174
<b>Figura 97</b> - Gráficos dos dados de Correlação de Pearson para o dia 23 de julho de 2019 .	176

## Sumário

<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>1 OS ESTUDOS DE CLIMA URBANO NO BRASIL: ALGUNS CONCEITOS E DEFINIÇÕES .....</b>	<b>15</b>
1.1 As cidades e o clima .....	16
1.2 O clima urbano.....	20
1.3 Geotecnologias aplicada ao clima urbano .....	27
1.4 A produção científica nos estudos climáticos.....	35
<b>2 PATOS DE MINAS: ASPECTOS HISTÓRICOS E GEOGRÁFICOS .....</b>	<b>48</b>
2.1 Reflexão sobre a formação histórica do sítio urbano de Patos de Minas - MG.....	51
2.2 Os elementos físicos da paisagem urbana patense .....	60
<b>3 OS MÉTODOS: TEMPERATURA DO AMBIENTE E TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE .....</b>	<b>62</b>
3.1 A importância da atuação do geógrafo em campo .....	62
3.2 Descrição dos pontos de coleta.....	67
3.3 Elaboração dos materiais de campo .....	85
3.3.1 Os termohigrômetros.....	86
3.3.2 Os abrigos meteorológicos .....	91
3.4 Aferição e calibragem dos equipamentos.....	94
3.5 A temperatura do ambiente.....	98
3.5.1 Construção do material de análise .....	99
3.6 Temperatura de superfície (TST).....	107
3.6.1 Construção do material de análise .....	109
<b>4 PATOS DE MINAS: UMA AVALIAÇÃO DO SEU CAMPO TÉRMICO.....</b>	<b>115</b>
4.1 Agosto de 2018 .....	115
4.2 Setembro de 2018.....	121
4.3 Outubro de 2018 .....	127
4.4 Novembro de 2018.....	133
4.5 Dezembro de 2018 .....	136
4.6 Janeiro de 2019 .....	140
4.7 Fevereiro de 2019 .....	146
4.8 Março de 2019 .....	150
4.9 Abril de 2019 .....	153



4.10 Maio de 2019 .....	159
4.11 Junho de 2019 .....	165
4.12 Julho de 2019 .....	171
<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>179</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>183</b>
<b>ANEXO</b> .....	<b>192</b>

## *Introdução*

O século XX foi marcado por um intenso crescimento urbano, sobretudo nos países em desenvolvimento. Esse crescimento realçou um processo de ocupação nos mais inimagináveis espaços, impondo uma necessidade de adaptação às diversas condições delimitadas pela sociedade, como as ambientais e sócio espaciais, tornando, assim, uma necessidade de sobrevivência. Em termos climáticos, essa atuação sobre o espaço urbanizado foi traduzida, cada vez mais, em fenômenos que alteraram a qualidade ambiental urbana: ilha de calor, efeito estufa, poluição atmosférica, impermeabilização do solo, enchentes, alagamentos, entre outros.

Perante esse quadro, os estudos de clima urbano, voltados para entendimento e busca de soluções para esses problemas, têm agregado diferentes instrumentos no diagnóstico das características que os envolvem. Dentre eles, destacam-se o geoprocessamento que utiliza da inter-relação de ferramentas, da cartografia digital, processamento digital de imagens e sistemas de informação geográfica, que apesar de terem aplicações diferentes se complementam para aquisição de bons resultados. Cabe ressaltar que essas ferramentas geotecnológicas são acompanhadas de um conjunto de técnicas matemáticas e computacionais para tratamento de informações geográficas, que visam a identificação dos fenômenos, através de informações referenciadas, que os desencadeiam. Dentre as ferramentas disponibilizadas pela geotecnologia, para levantamentos de dados climáticos urbanos, destacam-se as imagens termais, resultantes da troca de energia entre os alvos urbanos e a atmosfera.

Neste sentido, depreende-se que avanço das tecnologias possibilitou diversas melhorias no imageamento da superfície pelos satélites, e a inovação mais representativa, para os estudos geográficos, principalmente para aqueles que se dedicam ao mapeamento da dinâmica urbana, está nas resoluções espacial e radiométrica. A primeira trata-se do nível de detalhamento que o sensor é capaz de captar dos objetos em relação ao seu tamanho real. Nos dias atuais, é possível encontrar imagens com detalhamento de 5 (cinco) metros.

Já a resolução radiométrica faz referência à quantidade de luz que é decodificada e transformada em números digitais. Essa tradução do sinal analógico para um sinal digital pode ser feita com mais ou menos detalhamento. Os primeiros satélites de imageamento terrestre possuíam resolução radiométrica de 8 bits, isto é, um nível de detalhamento que era possível gerar 256 tons de cinza; já, nos dias de hoje, as imagens do Landsat-8 possuem uma resolução de 16 bits, 65.536 tons de cinza possíveis. Essa evolução e a melhoria das imagens é perceptível nos sucessivos lançamentos de satélites/sensores, cada vez mais, eficazes; como consequência, refletem nas pesquisas que utilizam as imagens termais.

A utilização dessas imagens nos estudos climáticos urbanos foi, inicialmente, difundida nos Estados Unidos, no início da década de 70, com a pesquisa de Matson *et al* (1978), que detectaram ilhas de calor no oeste e nordeste dos Estados Unidos, utilizando dados das imagens termais a bordo do satélite NOAA-5 e das temperaturas observadas em estações fixas de solo. Desde então, muitas pesquisas foram desenvolvidas, utilizando essa metodologia comparativa entre as temperaturas da superfície e os dados observados em campo em diferentes escalas espaciais. Dentre os pesquisadores que desenvolveram essa metodologia, estão os estudos de Baling e Brazel (1998); Dousset e Goumerlon (2003); Voogt e Oke (2003).

No Brasil, o trabalho pioneiro, utilizando as técnicas de imageamento termal, foi desenvolvido pela professora Magda Adelaide Lombardo (1985). Essa pesquisadora verificou a variação diurna, sazonal e espacial, por meio da combinação de medições de temperatura e umidade relativa de pontos de coleta, ao lado do uso de imagens termais do satélite Landsat, com cálculo da temperatura da superfície na resolução espacial de 1 km x 1 km, da região metropolitana de São Paulo - SP.

A evolução dos sensores a bordo do Landsat contribuiu para os estudos de termografia das áreas urbanas. Assis (1990) e Mendonça (1995) utilizaram imagens termais do Landsat-5, para a análise qualitativa do desenho térmico das áreas urbanas de Belo Horizonte - MG e de

Londrina - PR. As imagens termais do Landsat-7, cujo sensor responsável pelo registro das imagens na faixa do infravermelho termal é o ETM+, foram inicialmente utilizadas na identificação do clima urbano por Suga *et al* (2000). Esses pesquisadores utilizaram dados das imagens termais, com o objetivo de estimar a distribuição da temperatura de superfície para os diferentes tipos de cobertura do solo na cidade de Hiroshima, a fim de criar um sistema de monitoramento do fenômeno de ilha de calor. (FREITAS; LOMBARDO, 2007, p. 646)

Autores brasileiros utilizaram amplamente as imagens do sensor ETM+, para identificação da formação de ilhas de calor e de frescor em diferentes porções do território brasileiro. Ribeiro (1996) estudou a avaliação da variação diurna e sazonal do clima intraurbano do município de São Paulo, a partir das diferentes respostas térmicas nos tipos de uso do solo urbano, combinando os dados de 3 (três) estações fixas e a temperatura da superfície gerada com a imagem termal. Mendonça (2003), ao utilizar as imagens mais recentes do sensor ETM+, fez uma reanálise do clima urbano de Londrina sob o viés do planejamento urbano. Nascimento (2011) empregou as técnicas de sensoriamento remoto e de geoprocessamento na análise multitemporal do fenômeno de ilhas de calor no município de Goiânia - GO. Amorim (2013) comparou as características da temperatura do ar e da superfície entre o ambiente rural e o ambiente urbano de Presidente Prudente - SP, considerando a densidade de construções, a cobertura vegetal arbórea, os tipos de materiais construtivos e de telhados. Uma extensa lista poderia ser citada, para apresentar os pesquisadores que também usaram sistemas de sensoriamento remoto infravermelhos termais para documentar o clima urbano das/ nas cidades. (BARROS; LOMBARDO, 2016, p.161).

Mais recentemente, entre 2013 e 2015, as imagens coletadas do Landsat-8, com o sensor TIRS dedicado ao imageamento da faixa do infravermelho termal, resultaram em novas possibilidades de análise do clima urbano, a partir das temperaturas de superfície em distintos recortes espaciais.

A facilidade de aquisição das imagens, sua gratuidade, muitas vezes, a indisponibilidade de equipamentos e as dificuldades impostas para coleta de dados em campo, são fatores determinantes para que pesquisadores do clima se reportem à utilização de imagens termais de satélite. Neste contexto, uma problemática que se constrói em torno da crescente utilização dessas imagens é a desconsideração de fatores primordiais para validação dos dados, que influenciam diretamente na realidade térmica da superfície investigada como o nível escalar, resolução espacial, calibração radiométrica, horário de passagem do satélite, declividades do terreno e, principalmente, a produção de dados de campo, considerado um dos principais mecanismos de validação de dados adquiridos pelo mapeamento.

Com base nessas informações, este estudo faz os seguintes questionamentos: Qual o nível de variação térmica registrado entre as bandas termais e os dados reais coletados em superfície? Existe variação na temperatura detectada pelas bandas termais e os sensores de superfície ao longo do ano? A adoção de métodos de análise climática por satélites, neste caso, bandas termais, sem validação de dados de superfície, geram dados confiáveis, ou seja, próximos ao real, em investigações nas cidades do porte médio, como é o caso de Patos de Minas - MG?

Diante desses questionamentos, este estudo objetivou avaliar o índice de correlação de temperaturas indicadas pelas bandas termais do satélite Landsat-8, com temperaturas coletadas por sensores de superfícies em diferentes estações do ano na cidade de Patos de Minas – MG.

Esta pesquisa foi estruturada em 4 (quatro) capítulos, além da introdução. O primeiro traz um levantamento bibliográfico no Brasil, abordando as diferentes técnicas utilizadas para sua identificação. O segundo capítulo apresenta a área de estudo, com ênfase no seu contexto histórico geográfico. O terceiro versa sobre a construção da pesquisa, com destaque para os métodos adotados para seu desenvolvimento. No quarto capítulo, é apresentada a análise da eficiência dos métodos de identificação do clima urbano, tendo como base a análise empírica

dos materiais cartográficos, através de técnicas geoestatísticas. Por fim, são apresentadas as conclusões, bem como as considerações sobre seu desenvolvimento e resultados alcançados na pesquisa.



## 1. Os Estudos de Clima Urbano no Brasil: alguns conceitos e definições

*O conhecimento só se sustenta se compreendido como processo de efetiva construção dos objetos abordados. Por isso, impõe-se partir da equação de acordo com a qual educar (ensinar e aprender) significa conhecer; e conhecer, por sua vez, significa construir o objeto; mas construir o objeto significa pesquisar. Só aprendemos, só nos apropriamos do conhecimento se participamos efetivamente da construção do objeto desse conhecimento, seja ele um conceito, uma teoria, um fenômeno empírico, uma situação concreta. (SEVERINO, 1996, p. 12).*

O processo de pesquisa só é possível com a busca incessante por respostas às nossas dúvidas, curiosidades em relação às diferentes temáticas que a ciência nos proporciona. A pesquisa e a investigação tornam-se, de certo modo, uma ferramenta de autoconhecimento, visto que propicia o reconhecimento de nossas preferências no ambiente acadêmico do qual fazemos parte. Reconhecer na ciência uma conexão entre os elementos naturais e os culturais dentro do espaço geográfico nos faz percorrer para uma linha de discussão com uma infinidade de possíveis respostas aos questionamentos. Porém, como aponta Severino (1996), no trecho acima, para que a apropriação do conhecimento se faça, é necessário aprofundar o conhecimento sobre o nosso objeto de estudo.

Para tanto, recorre-se, na próxima seção, às definições em torno do clima urbano, retratando os conceitos precedentes (a cidade e o clima) deste tema intensamente discutido pela climatologia geográfica brasileira.

## 1.1 As cidades e o clima

O desenvolvimento de uma cidade, ou até mesmo de sua paisagem urbana, dependerá do uso empregado pela sociedade no tempo e no espaço, ao contrário do que pensava La Blache, o espaço não é o palco da atividade humana, onde as coisas acontecem independentes do homem, mas produto humano, social e histórico; essa interação dos fatores faz com que a modificação do espaço revele um fenômeno que emprega marcas consolidadas de sua vivência ao longo dos anos. Nessa linha de pensamento, Carlos (2005) aponta que:

O mundo é produto do homem, da sociedade e, portanto, o espaço produzido em cada momento será concretamente diferenciado. Podemos entender o mundo sensível como produto do homem, resultado da atividade de várias gerações, cada uma ultrapassando a precedente e aperfeiçoando sua indústria, seu comércio, e com isso criando infinitamente novas formas, (CARLOS, 2005, p.58).

As cidades tornaram-se, nos últimos anos, o objeto de estudo de diferentes áreas da ciência, isso se justifica, em grande medida, pelo aumento das áreas urbanas no cenário mundial, o que tem acarretado diferentes impactos, tanto positivos como negativos, sobre o meio socioambiental.

Mendonça (2010, p.154) afirma que ao passo que o século XX teria sido o auge da urbanização, o XXI concentraria a materialização desse processo, que são as cidades. Além disso, ele completa “que a cidade adquire, o patamar central dos processos gerais derivados da sociedade humana sobre o espaço terrestre”, e a “urbanização, enquanto processo de dinamização das cidades, não apresentaria nenhum problema em si mesma não fossem suas diferentes e complexas formas de manifestação”.

As manifestações resultantes do processo relacional entre a sociedade e a natureza no ambiente urbano, como inadequação na destinação dos resíduos, poluição generalizada, problemas desencadeados pelas precipitações e geração de um clima próprio, têm provocado complexas discussões na comunidade científica, dentre os quais se destaca o comportamento climático nas cidades.



O comportamento atmosférico e sua atuação sobre as atividades humanas incitaram os grupos sociais a procurarem respostas para as diferentes intempéries provocadas pelos fenômenos climáticos. Assim, o desenvolvimento da ciência climatológica, como aquela que se destina a entender tais fenômenos, ganha força no cenário científico. Sua construção epistemológica apoia-se na Meteorologia, que se dedica, por sua vez, ao estudo da atmosfera e dos fenômenos que a cerca, preocupando-se com o registro e a medição desses fenômenos. A ciência climatológica surge sob duas frentes de análise: a Climatologia Clássica e a Climatologia Dinâmica.

A Meteorologia Dinâmica é aquela que melhor se adequa às necessidades da Climatologia Geográfica, já que tal ramo da ciência se interessa mais em entender a dinâmica climática pelas relações estabelecidas entre os fatos, do que entendê-los em partes isoladas. Entretanto, a abordagem da Climatologia Dinâmica não exclui a da Climatologia Tradicional. Além das bases meteorológicas, a climatologia também se apoia em outros ramos da Geografia, como a Geomorfologia, a Biogeografia, a hidrografia, bem como as proposições da Geografia Humanística, visto que os diferentes elementos naturais e as ações humanas na superfície exercem influência no clima.

Nesse sentido, a definição que *a priori* melhor se enquadra nas atribuições descritas anteriormente, é a elaborada por Pita (1997, p. 9): “a climatologia pode ser definida como a ciência que lida com o estudo da distribuição dos climas na superfície terrestre e sua relação com outros componentes do ambiente geográfico”.<sup>1</sup>

Torna-se pertinente elucidar, neste momento, algumas definições sobre o conceito de clima e entender a importância destes para estudos vinculados à Climatologia Geográfica.

---

<sup>1</sup> Tradução nossa para: “la climatología puede definirse como la ciencia que se ocupa del estudio de la distribución de los climas sobre la superficie terrestre y de sus relaciones con los restantes componentes del medio geográfico.”

Hann (1884 *apud* MONTEIRO, 1976, p. 6) define o clima como um “conjunto dos fenômenos meteorológicos que caracterizam a condição média da atmosfera sobre cada lugar da Terra”. Apesar de ser o conceito fundamental para o termo clima, demonstra carências na definição, em primeiro lugar, pela atribuição de média que destitui a realidade para caracterizar os elementos do clima e, em segundo lugar, pelo caráter estático e artificial, que não menciona o desenvolvimento dos fenômenos no tempo.

Na tentativa de transpor a limitação ocasionada pela proposição de Hann (1884), Sorre (1934 *apud* TARIFA, 2001, p.12) atribui um caráter dinâmico ao clima, definindo-o como “uma série de estados atmosféricos acima de um lugar em sua sucessão habitual”, e propõe um novo modelo para os estudos climáticos, substituindo a média pelo ritmo. Isso faz com que a sucessão dos estados atmosféricos (tipos de tempo) seja observada por meio da interação dos elementos climáticos associado à circulação atmosférica.

Foi a partir das proposições de Sorre (1934) que novas perspectivas teóricas ganharam espaço no campo da Climatologia, Pédélaborde (1950) e Monteiro (1960) propiciaram uma reorganização paradigmática em que:

As noções de dinâmica, gênese e ritmo passaram a constituir os fundamentos do entendimento do fenômeno atmosférico como categoria de análise geográfica, contrastando com as abordagens generalizadoras e de caráter regional, mais em busca de tipologias do que de processos. (AMORIM; SANTANNA NETO; MONTEIRO, 2013, p. 56)

No final da década de 60, Monteiro dedicou seus estudos na compreensão da atuação dos componentes atmosféricos sobre determinado lugar. Suas primícias epistemológicas dão conta de que a caracterização do ritmo do clima exige a decomposição cronológica em unidades diárias e horárias, pois são nesses períodos que a sucessão contínua dos estados atmosféricos se dá. Segundo Monteiro (1971, p. 9),

o ritmo climático só poderá ser compreendido através da representação concomitante dos elementos fundamentais do clima em unidades de tempo cronológico pelo menos diária, compatíveis com a representação da circulação atmosférica regional, geradora dos estados atmosféricos que se sucedem e constituem o fundamento do ritmo.

Amparado pelo supracitado autor, Sant'Ana Neto (2008, p. 69) afirma que

é a partir do encadeamento dos tipos de tempo, na escala diária”, pela perspectiva do fundamento do ritmo, que seria “possível conciliar a compreensão dos mecanismos atmosféricos com as possibilidades de entendimento do papel do clima como fenômeno geográfico e, portanto, de interferência nas atividades humanas na organização do espaço.

Dada as avaliações no processo de constituição da ciência climatológica e, principalmente, na elaboração da teoria da análise rítmica, entende-se que a interação dos diferentes fenômenos, seja esses físico-naturais ou humanos, alteram e/ou determinam as características climáticas. Isso se torna um desafio complexo para a ciência geográfica, haja vista a complexidade das interações entre o clima e os elementos constituintes do espaço geográfico.

Os elementos que constituem o clima podem e devem ser estudados por meio de dimensões espaço-temporais, sendo as duas, empregadas conjuntamente nos mais variados estudos. Porém como define Sant'Anna Neto (2013, p.75):

As escalas do clima não devem ser entendidas apenas como dimensões espaciais ou temporais, nas quais os elementos climáticos se manifestam, mas, sim como processos dinâmicos dotados de atributos altamente sensíveis aos ritmos, variações e alterações de todas as forças terrestres, atmosféricas e cósmicos que, de alguma forma, exercem ou provocam qualquer tipo de interferência no sistema climático. Incluem-se, aqui, também, as interferências de origem antrópica e socioespacial. (SANT'ANNA NETO, 2013, p. 75)

Em suma “enquanto as escalas globais permitem apenas a generalização dos elementos e processos, as regionais possibilitam a compreensão das suas formas de organização, que podem ser verificadas de maneira especializada e mais complexa, nas escalas locais”, ou seja nos estudos microclimáticos, como as cidades. (SANTA'ANNA NETO, 2013, p.78).

## 1.2 O clima urbano

Sabe-se que cerca de 54% da população humana mundial vive em áreas urbanas (nas cidades), uma projeção que deve chegar a 66% em 2050, segundo a Organização das Nações Unidas. A ocupação populacional nos mais diferentes espaços é, sem dúvida, uma característica da natureza humana, conseqüentemente a adaptação às condições delimitadas a ele, sejam essas climáticas, topográficas, espaciais e sociais, torna-se uma necessidade de sobrevivência.

Para García (1996, p. 253), “A cidade constitui a forma mais radical de transformação da paisagem natural, pois seu impacto não se limita a alterar a morfologia do terreno, mas modifica também as condições climáticas e ambientais”<sup>2</sup>. A intensificação das preocupações com o ambiente urbano é resultado, entre outros fatores, “do incremento das cidades no que diz respeito ao seu crescimento e complexidade, fato aliado ao agravamento da queda da qualidade de vida urbana”, (MONTEIRO; MENDONÇA, 2015 p.177).

As alterações acarretadas nas cidades se associam a fatores estruturais da dinâmica citadina (qualidade do material utilizado nas construções, arranjo do arruamento, rugosidade, asfalto, pouco ou nenhum espaço verde) e ao desenho urbano, que não é, na maioria das vezes, adaptado ao tipo de clima da região. Essas diferenciações criam microclimas dentro da cidade devido ao desempenho térmico de acordo com as várias formas de uso e ocupação do solo. É o que Chandler (1962, *apud* VIDAL, 1991, p.31) chama de “coleção de microclimas”.

O clima da cidade é produzido, a partir, de um jogo integrado entre o ar atmosférico e o ambiente urbano edificado pelo homem, [...]. A cidade modifica o balanço energético, o balanço hidrológico, o relevo e a estrutura química da atmosfera. O modo de viver do homem interfere de forma significativa no sistema urbano, recriando totalmente. (AMORIM 2013, p.177)

Esse rearranjo climático, provocado por atuações diversas nas cidades, garante o desenvolvimento de uma perspectiva de estudos no cenário da climatologia geográfica, “o clima

---

<sup>2</sup> Tradução nossa para: “La ciudad constituye la forma más radical de transformación del paisaje natural, pues su impacto no se limita a cambiar la morfología del terreno, sino que además modifica las condiciones climáticas y ambientales.”

urbano”. A produção do clima urbano é derivada da reorganização da paisagem natural, em que há a substituição por um ambiente construído, palco de intensas atividades humanas.

A cidade gera um clima próprio (clima urbano) resultante da interferência de todos os fatores que se processam sobre a camada de limite urbano e que agem no sentido de alterar o clima em escala local. Seus efeitos mais diretos são percebidos pela população através de manifestações ligadas ao conforto térmico, à qualidade do ar, aos impactos pluviais e a outras manifestações capazes de desorganizar a vida da cidade e deteriorar a qualidade de vida de seus habitantes. (MONTEIRO; MENDONÇA, 2015, p.122).

Esse ambiente socialmente produzido carrega consigo profundas mudanças no balanço de energia, e os resultados mais observados são traduzidos em ilhas de calor/frescor, conforto/desconforto térmico, poluição e precipitação excessiva (inundações). Essas variações produzem uma alteração no ritmo climático com secas intensas, chuvas calamitosas em determinadas regiões. Gera-se, dessa maneira, perceptíveis mudanças nas sucessões dos estados atmosféricos se comparado ao clima de períodos anteriores.

Tendo em vista a dinamicidade desempenhada em cada núcleo urbano, é possível afirmar que as alterações não ocorrem da mesma forma em todas as cidades. As alterações e a intensidade do uso do solo e do processo de crescimento da cidade, aliadas às características geoecológicas locais, propiciam dinâmicas diferenciadas a cada uma delas.

As diferenças entre os sítios urbanos a distribuição dos espaços intraurbanos associados as condições específicas do relevo, a densidade de áreas verdes e corpos hídricos são fatores que influenciam diretamente no clima, portanto independente do porte da cidade o processo de urbanização pode gerar um clima urbano (LIMA; AMORIM, 2008, p.286).

As condições do mundo moderno têm convergido, para a necessidade, cada vez maior, de reconhecimento da ação climática sobre o meio urbano e da análise do grau de atuação do homem sobre dinâmica climática local, não o colocando como sujeito antagônico à natureza, mas sim, inserindo-o como parte do meio e transformando-o constantemente. (MONTEIRO, 1976, p. 88)

As preocupações com as alterações atmosféricas da cidade e de seus arredores têm sido tratadas antes mesmo da Revolução Industrial e, com seu desenvolvimento, as inquietações se tornaram mais evidentes, o que despertou os primeiros estudos sobre o clima urbano. Porém, foram nas últimas três décadas (1980-2009) que o homem passou a observar, de forma mais atuante, as mudanças sensíveis nas escalas micro e mesoclimáticas.

No Brasil, os estudos sobre o clima urbano ganharam destaque a partir da década de 1960, quando os problemas ambientais, como poluição do ar e as inundações, se tornaram mais intensos, principalmente nas grandes metrópoles como São Paulo e Rio de Janeiro.

Entender a dinâmica de formação e evolução dos aglomerados urbanos brasileiros, parece-nos, neste momento, pertinente, visto que, para além da compreensão dos resultados desencadeados pela atuação social no meio, é preciso entender o processo de estruturação desses “novos” ambientes na paisagem. No Brasil, a chegada dos primeiros aglomerados urbanos foi recente, devido a sua colonização tardia, datando, em sua maioria, no século passado. Segundo Abreu (2011, p.21),

O Brasil é um país de cidades novas. A maior parte de seus núcleos urbanos surgiu no século passado. Há cidades, entretanto, que já existem há bastante tempo, coevas dos primeiros tempos da colonização, algumas delas já ultrapassaram inclusive a marca do quarto centenário. Poucas são as cidades brasileiras, entretanto, que ainda apresentam vestígios materiais consideráveis do passado. (ABREU, 2011, p. 21).

Além de as cidades terem marco recente no país, a experiência camponesa, deixada pela ocupação portuguesa, fez com que o Brasil se tornasse um país prioritariamente agrário, até meados de 1950. Segundo Santos (2008, p.19), “O urbanismo é condição moderníssima de nossa evolução social”. E isto quer dizer que toda a nossa história é a de um povo agrícola; é a história de uma sociedade de lavradores e pastores. “O dinamismo da nossa história, no período colonial, vem do campo. Do campo, as bases em que se assenta a estabilidade admirável da nossa sociedade no período imperial” (SANTOS, 2008, p.19).

O número de vilas e cidades criadas no período entre 1500 a 1720, representada na Tabela 1, a seguir, sustenta as citações, visto que, ao fim desse período de 220 anos, a rede urbana estava constituída pelo conjunto de 63 (sessenta e três) vilas e 8 (oito) cidades.

De acordo com Aroldo de Azevedo (1956 *apud* MORAES 2013, p. 801), no ano da independência política, em 1822, o Brasil contava com 219 núcleos urbanos, porém sem grande expressividade territorial, sendo que, três quartos desse total, foram estabelecidos nos últimos 100 (cem) anos.

**Tabela 1-** Vilas e cidades criadas no Brasil entre os períodos de 1500 a 1720

	Século XVI	Século XVII	Século XVIII até 1720
Rio Grande do Norte	1		
Paraíba	1		
Pernambuco	2	1	1
Sergipe	1	2	
Bahia	4	5	1
Espírito Santo	2	1	
Rio de Janeiro	1	6	
São Paulo	6	10	1
Pará		4	
Maranhão		2	1
Alagoas		3	
Paraná		2	
Santa Catarina		1	1
Piauí			1
Ceará			1
Minas Gerais			8

**Fonte:** Goulart Reis (*apud* Santos, 2008, p. 21) **Org.:** CASTRO (2013).

A partir do século XIX, a configuração e a organização do espaço urbano brasileiro começaram a dar sinal de reestruturação. Essas mudanças aconteceram graças ao desenvolvimento da mineração pelo território brasileiro. No entanto, apesar das transformações urbanas ocorridas no início do século, acarretando na perceptível criação e valorização de novas cidades, a rede urbana nacional ainda se mantinha pouco articulada. “O Brasil foi, durante muitos séculos, um grande arquipélago, formado por subespaços que evoluíam segundo lógicas

próprias, ditadas em grande parte por suas relações com o mundo exterior. ” (SANTOS, 2008, p. 29)

Nos séculos seguintes, ocorreram mudanças consideráveis nos âmbitos sociais e econômicos decorrentes da solidificação de desenvolvimentos tecnológicos que estimulam a organização das cidades e de seus espaços intraurbanos. É neste período que a articulação entre as regiões do território nacional começou a se tornar significativa, por causa da chegada de novos aparatos técnicos de transporte e comunicação, que proporcionaram a integração gradual do território. Convém ressaltar que ainda se tratava de uma integração limitada e voltada para alguns subespaços do nosso território, que constituiu a semente de uma situação de polarização da Região Sudeste, em relação ao restante do país, onde mantinha-se em São Paulo, seu principal centro.

Sob essa nova conjuntura, o campo brasileiro começa a perder espaço para os centros urbanos, resultando em um processo de reestruturação da divisão territorial do trabalho, na qual o modelo urbano-industrial servia como referência. As transformações, que ocorreram, resultaram na inserção do país no processo de globalização e culminaram com a integração nacional, manifestados na formação e ampliação de uma rede urbana nacional.

Diante deste contexto, as áreas interioranas do Brasil passaram a se organizar no modelo agrícola moderno. Após os anos de 1970, a “antiga” estrutura da fazenda autossuficiente perde espaço para as atuais estruturas dinâmicas, tornando os vínculos com a indústria, com a agroindústria e com o capital financeiro mais intenso. Com base nesses 3 (três) eixos de ação, o Estado financiou a modernização da agricultura e a implantação de infraestrutura de estradas, armazenamento, eletrificação rural, formação de mão de obra, entre outros (SOARES, 2007).

É neste momento que se iniciam os fenômenos de descentralização industrial e a modernização agrícola, que além de promover mudanças no padrão da divisão territorial do



trabalho, favoreceu o crescimento das cidades, especificamente as pequenas e médias , modificando para a atual rede urbana brasileira.

Sob este cenário, Monteiro (1975), em sua tese “Teoria e Clima Urbano”, apresenta-se como um incentivador dos estudos climáticos nas cidades brasileiras. Ele contribuiu com novas abordagens metodológicas para o estudo e fez associações entre os elementos do Sistema Clima Urbano (S.C.U), em que o ambiente natural não se desvincula do social. Monteiro (1976, p.100) define o clima urbano como “um ‘Sistema Singular’, abrangendo um fato natural (clima local) e um fato social (a cidade), analisado através de canais de percepção humana”.

A partir da T.G.S, Monteiro (1976, p.124) identifica que o clima das cidades “admite uma visão sistêmica, com vários graus de hierarquia funcional e diferentes níveis de resolução” e propõe o Sistema Clima Urbano (S.C.U), que se resume em

compreender a organização climática peculiar da cidade e, como tal, é centrado essencialmente na atmosfera que, assim, é encarada como o operador. Toda a ação ecológica natural e as associações aos fenômenos de urbanização constituem o conjunto complexo sobre o qual o operador age. Por isso, tudo o que não é atmosférico e que concretiza no espaço urbano, incluindo o homem e demais seres vivos, constitui elementos do sistema, estruturando-se em partes que, através de suas relações, definem atributos especiais. Assim, esse conjunto complexo e estruturado constitui o operando do sistema. Pela sua natureza, é um tipo especial de operando, que não é estático ou passivo. Na construção da metodologia de análise climática urbana, o presente pesquisador adota a percepção humana como canal de avaliação, pois para ele os canais perceptivos integram os principais modelos de resolução dos sistemas dentro do universo climático. (MONTEIRO, 1976, p. 97)

Na proposição do Sistema Clima Urbano (SCU), não só as percepções humanas, mas também os elementos climáticos são divididos em 3 (três) canais, sendo eles: termodinâmico, físico-químico e hidrometeorológico. Esses canais são utilizados pelo autor para interpretar as características do clima urbano, envolvendo-as em uma articulada sistematização de ordem funcional dos subsistemas. Veja, no Quadro 1, o S.C.U, segundo os canais de percepção.

**Quadro 1:** Sistema Clima Urbano: articulações dos subsistemas, segundo os canais de percepção

Subsistemas Canais Caracterização	I - Termodinâmico	II – Físico-Químico	III - Hidrometeorológico
	Conforto térmico	Qualidade do ar	Impacto meteórico
<b>Fonte</b>	Atmosfera Radiação Circulação horizontal	Atividade urbana veículos e automotores Indústrias Obras - limpeza	Atmosfera Estados Especiais (desvios rítmicos)
<b>Trânsito no sistema</b>	Intercâmbio de operador e operando	Do operando ao operador	Do operador ao operando
<b>Mecanismo de ação</b>	Transformação no sistema	Difusão através do sistema	Concentração no sistema
<b>Projeção</b>	Interação núcleo ambiente	Do núcleo ao ambiente	Do ambiente ao núcleo
<b>Desenvolvimento</b>	Contínuo (permanente)	Cumulativo (renovável)	Episódico (eventual)
<b>Observação</b>	Meteorológica especial (T. de campo)	Sanitária e Meteorológica especial	Meteorológica Hidrológica (T. de campo)
<b>Correlações disciplinares e tecnológicas</b>	Bioclimatologia Arquitetura Urbanismo	Engenharia Sanitária	Engenharia Sanitária e Infraestrutura Urbana
<b>Produtos</b>	Ilha de calor Ventilação Aumento de precipitação	Poluição do ar	Ataques à integridade urbana
<b>Efeitos diretos</b>	Desconforto e redução do desempenho humano	Problemas sanitários, Doenças respiratórias oftalmológicas etc.	Problemas de circulação e comunicação urbana
<b>Reciclagem adaptativa</b>	Controle do uso do solo; Tecnologia de conforto habitacional	Vigilância e controle dos agentes de poluição	Aperfeiçoamento da infraestrutura urbana e regularização fluvial, Uso do solo
<b>Responsabilidade</b>	Natureza e homem	Homem	Natureza

**Fonte:** Monteiro (1976) **Org.:** Castro (2015)

É inegável a eficiência da metodologia elaborada por Monteiro (1976) nos estudos climáticos urbanos. Nessa metodologia, o autor apresenta uma disponibilidade adaptativa para realidades escalares diferentes, ou seja, a aplicação das etapas metodológicas pode ser aplicada em grandes e, até mesmo, em pequenas cidades.

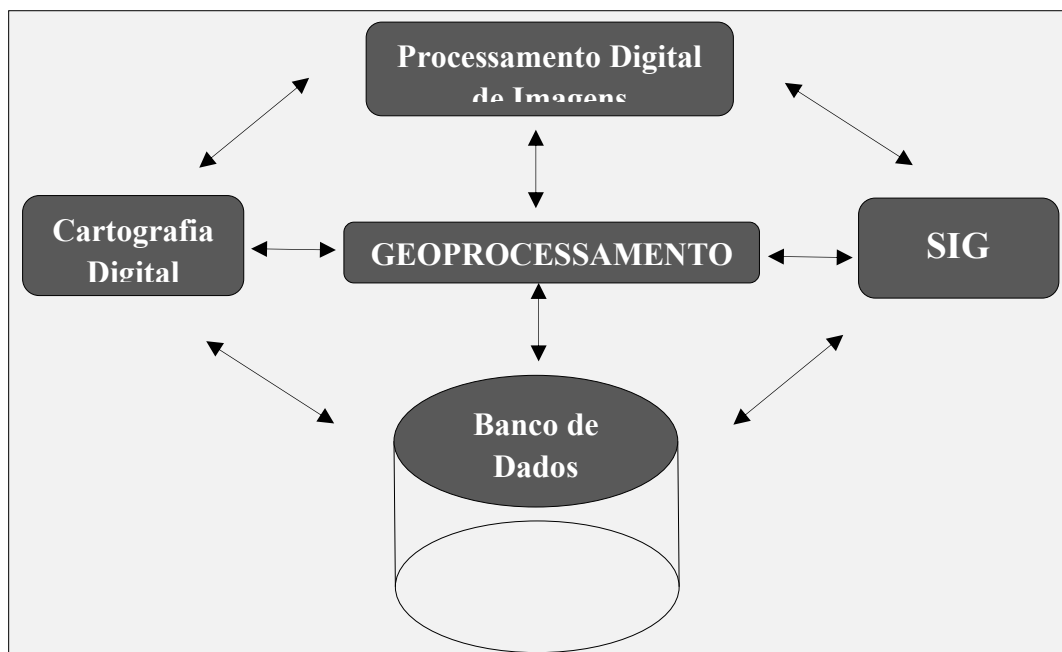
A teoria elaborada por Monteiro (1976) ultrapassa décadas e, ainda hoje, mostra-se eficaz para os estudos climáticos em áreas urbanas, porém ferramentas das geotecnologias têm sido inseridas nos estudos climáticos urbanos, agregando, assim, novas informações às análises, como veremos na próxima seção.

### 1.3 Geotecnologias aplicada ao clima urbano

Os estudos de clima urbano, nas últimas décadas, experimentaram a inserção de ferramentas geotecnológicas na identificação dos fenômenos, através de informações referenciadas, que o desencadeiam.

O conjunto de ferramentas que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para tratamento de informações geográficas tem sido paulatinamente inserido nas metodologias de identificação do clima urbano. O geoprocessamento utiliza da inter-relação de ferramentas, da cartografia digital, processamento digital de imagens e sistemas de informação geográfica, que apesar de terem aplicações diferentes se complementam para aquisição de bons resultados. (ROSA, 2013, p.59). Observe as atividades envolvidas em Geoprocessamento (Figura 1).

**Figura 1:** Atividades envolvidas em Geoprocessamento.



**Fonte:** Rosa (2013, p. 59) **Org.:** Castro (2019)

O Sensoriamento Remoto, por sua vez, oferece a possibilidade de identificação de características do objeto alvo sem a necessidade de contato. Essa ferramenta disponibiliza a possibilidade de visões escalares diferentes.

A tecnologia usada nos satélites se insere como bom exemplo de aplicação do sensoriamento remoto, visto que, “os sensores colocados a bordo dessas plataformas orbitais são capazes de registrar o nível de radiação eletromagnética refletida e/ou emitida de um determinado local na superfície terrestre.” (MENDONÇA, 2007, p.1)

Uma das possibilidades do sensoriamento remoto é identificação da temperatura da superfície, através de imagens disponibilizadas por satélites com sensores de infravermelho termal que são capazes de mensurar a temperatura aparente da superfície. O procedimento inicial constitui-se na conversão dos Números Digitais (ND) de cada pixel, representado em tons de cinza nas imagens, em energia radiante, que, por sua vez, possibilita a identificação da temperatura efetiva do sistema, através do uso das constantes de calibração do sensor do satélite a ser utilizado.

O Sensoriamento remoto da TST (temperatura da superfície terrestre) usando radiação infravermelha, dá a temperatura média da superfície uma cena coberta pelo campo de visão do radiômetro (FOV). A variação espacial na aquisição da TST provoca uma diminuição na precisão da medição, que por sua vez dificulta a validação, sendo necessárias medições in situ. Para, portanto, recuperar dados da TST dos satélites de infravermelho térmico (TIR), fatores como calibrações radiométricas e atmosféricas, correção de emissividade de superfície, bem como a caracterização da variabilidade espacial sobre a cobertura de terra para a vegetação tem que ser quantificados. Esses fatores dependem das condições atmosféricas e da emissividade dos materiais de superfície terrestre. Portanto, os efeitos da atmosfera e da emissividade devem ser corrigidos através de um algoritmo para estimativa exata da TST, (OGUNODE; KOMBELWA, 2017, p. 263).<sup>3</sup>

No livro *Remote Sensing of the Enviro et na Earth Resource Perspective*, Jensen (2007) faz um recorte com os satélites pioneiros na aplicação de dados do infravermelho termal. O primeiro deles, desenvolvido na década de 1960, *U.S. Television IR Operation Satellite*

---

<sup>3</sup> Tradução nossa para: Remote sensing of LST (“land surface temperature”) using infrared radiation gives the average surface temperature of the scene covered by the radiometer’s Field Of View (FOV). The spatial variation in LST acquisition causes a decrease in a measurement accuracy which in turn makes it difficult to validate LST from space using in-situ measurements. To, therefore, retrieve LST from satellite Thermal Infrared (TIR) data, factors such as radiometric and atmospheric calibrations, surface emissivity correction as well as the characterization of spatial variability over land cover for vegetation has to be quantified. These factors are dependent on atmospheric conditions and emissivity of the land surface materials. Therefore, the effects of both atmosphere and Emissivity must be corrected through an algorithm for accurate LST estimation. (OGUNODE E KOMBELWA, 2017, p. 263)

(TIROS), possuía resolução grosseira e era utilizado exclusivamente nos estudos de temperatura de superfície em escala regional, através do monitoramento das frentes. (NASCIMENTO, 2011, p. 23). Outros satélites de baixa resolução espacial foram, durante muitas décadas, utilizados nas pesquisas a despeito da climatologia urbana. Trabalhos como de Lombardo (1985), Paiva (2005) e Gusso, Fontana e Gonçalves (2007) utilizaram o satélite NOAA – *National Oceanic and Atmospheric Administration* (Sensor AHVRR, com 1 km de resolução espacial).

As técnicas do sensoriamento remoto evoluíram acompanhando o aprimoramento das tecnologias, a melhora dos sistemas orbitais, principalmente no que se refere à resolução espacial e/ou espectral. Além disso, essas técnicas enriqueceram o quadro de sensores capazes de coletar, armazenar e disponibilizar dados com características térmicas superficiais. Veja, a seguir, exemplos de satélites com os respectivos sensores utilizados para mapeamento de temperatura de superfície:

1. **CBERS** - *Chinese-Brazilian Earth Resources Satellite* (Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres). Esse satélite possui a bordo três sensores imageadores, sendo eles: WFI, imageador de visada larga; câmera CCD de alta resolução; varredor de multiespectral infravermelho IR-MSS, que proporciona a possibilidade de aquisição das imagens termais. Segundo Rosa (2003, p. 100), o IR-MSS possui “4 faixas espectrais e estende dentro do espectro de observação do CBERS até o infravermelho termal”, que fornece imagens em uma faixa de 120km de largura, com uma resolução **de 180m no canal termal, como mostra o Quadro 2.**
2. **TERRA** - chamado no meio científico de EOS-AM. Esse satélite foi lançado em 1999 e junto com o satélite AQUA (2002) foram marco no monitoramento atmosférico dos oceanos e da superfície continental. Como sugere Rosa (2003, p.105), ambos forneceram “observações globais e esclarecimentos científicos da

mudança da cobertura do solo, produtividade global, variação e mudanças do clima, riscos naturais e ozônio da atmosfera”.

**Quadro 2 – Modos de operação e características do CBERS**

Características	Sensores		
	CCD ( $\mu\text{m}$ )	IR-MSS ( $\mu\text{m}$ )	WFI ( $\mu\text{m}$ )
PAN	0,51 - 0,73	0,50 - 1,10	0,63 - 0,69
Bandas ( $\mu\text{m}$ )	0,45 - 0,52	1,55 - 1,75	0,76 - 0,90
	0,52 - 0,59	2,08 - 2,35	-
	0,63 - 0,69	10,40 - 12,50	-
	0,77 - 0,89	-	-
Resolução espacial (m)	20	80 (PAN e IV) 160 (Terral)	260
Resolução Temporal (dias)	26 nadir e 3 fora do nadir	26	3 - 5
Largura de visada (Km)	113	120	890

Fonte: Rosa (2003, p.100) Org.: Castro (2019)

Esse satélite é composto por dois sensores, que possibilitam o mapeamento através de imagens termais, a saber:

1. MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*), que realiza imageamento por toda a superfície terrestre a cada um ou dois dias, através de 36 bandas espectrais (Quadro 3). A resolução espacial varia entre as bandas de 250 a 1000 metros; a resolução radiométrica é de 12 bits e a área de imageamento é de 2330 por 5000Km.
2. O ASTER (*Advanced SpaceBorne Thermal Emission and Reflection Radiometer*), como apresenta o Quadro 4, possui melhor resolução espacial do satélite EOS-AM. Dentre os produtos disponibilizados pelo supracitado sensor, incluem dados de radiação, refletância e temperatura da superfície, emissividade, mapas digitais de elevação entre outros, porém o sensor ASTER não adquire dados continuamente.

Os projetos do satélite LANDSAT – (*Land Remote Sensing Satellite*) tiveram início na segunda metade da década de 60, pela Administração Nacional de Aeronáutica e Espaço (NASA), sendo dedicado exclusivamente à observação dos recursos naturais terrestres.

**Quadro 3 - MODIS: principais usos**

Bandas	Res. Espectral (μm)	Principais usos	Resolução (m)
1	0,620 - 0,670	Limites e propriedades da Terra, nuvens aerossóis	250
2	0,841 -0,876		
3	0,459 -0,479		
4	0,545 - 0,565		500
5	1,230 - 1,250		
6	1,628 - 1,652		
7	2,105 - 2,155		
8	0,405 - 0,420	Biogeoquímica, cor do oceano e fitoplâncton	1000
9	0,438 - 0,448		
10	0,483 - 0,493		
11	0,526 - 0,536		
12	0,546 - 0,556		
13	0,662 - 0,672		
14	0,673 - 0,683		
15	0,743 - 0,753		
16	0,862 - 0,877		
17	0,890 - 0,920	Vapor de água atmosférico	
18	0,931 - 0,941		
19	0,915 - 0,965		
20	3,660 - 3,840	Temperatura de superfícies e nuvens	
21	3,929 - 3,989		
22	3,929 - 3,989		
23	4,020 - 4,080		
24	4,433 - 4,498	Temperatura atmosférica	
25	4,482 - 4,549		
26	1,360 - 1,390	Vapor d'água, nuvens cirrus	
27	6,535 - 6,895		
28	7,175 - 7,475		
29	8,400 - 8,700	Propriedade das nuvens	
30	9,580 - 9,880	Ozônio	
31	10,780 - 11,280	Temperatura de superfície, nuvens	
32	11,770 - 12,270		
33	13,185 - 13,485	Altitude máxima das nuvens	
34	13,485 - 13,785		
35	13,785 - 14,085		
36	14,085 - 14,385		

**Fonte:** ROSA (2003, p. 109). **Adaptado:** Castro (2019)

A série possui 8 satélites, Quadro 5, lançados entre os anos de 1972 a 2015, Figura 2; os Landsat 1, 2 e 3 possuíam a bordo dois sistemas de sensores o MSS, com 80m resolução espacial, e o RBV, com resolução de 80m, nas séries 1/2 e de 40m para o Landsat 3. Já nos



satélites 4 e 5 houve a substituição do RBV pelo sensor *Thematic Mapper* (TM), com sete bandas espectrais e 30m resolução espacial.

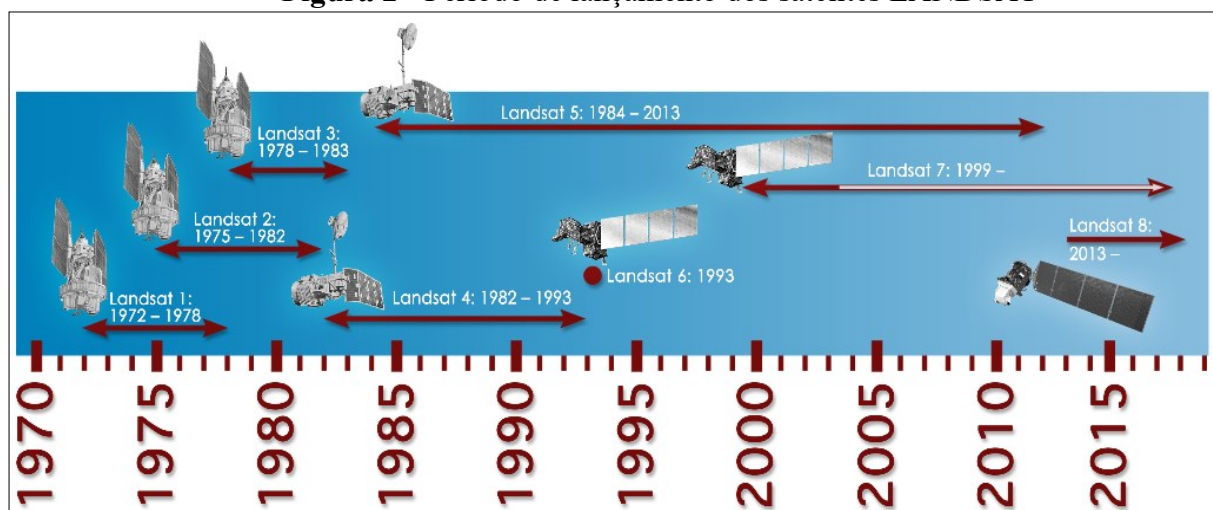
**Quadro 4** – Características do sensor ASTER

Bandas Espectrais	Res. Espectral (μm)	Res. Espacial (m)	Res. Radiométrica
1	0,520 - 0,600	15	8 bits
2	0,630 - 0,690		
3 (Nadir)	0,760 - 0,860		
4 (Off-Nadir)	0,760 - 0,860		
5	1,600 - 1,700	30	
6	2,145 - 2,185		
7	2,185 - 2,225		
8	2,235 - 2,285		
9	2,295 - 2,365		
10	2,360 - 2,430		
11	8,125 - 8,475	90	12 bits
12	8,475 - 8,825		
13	8,925 - 9,275		
14	10,250 - 10,950		
15	10,950 - 11,650		

Fonte: Rosa (2003, p. 112) Adaptado: Castro (2019)

Nas séries seguintes, Landsat 6 e 7, o sensor MSS foi extinto e o TM foi modificado, acrescentando mais 1 banda espectral, passando a ser denominado de *Enhanced Thematic Mapper Plus* (ETM+) de 15 a 30 m de resolução. Porém, a série 6 (seis) não conseguiu, por falhas no lançamento, alcançar a órbita terrestre, sendo assim, não conseguiu registrar imagens.

**Figura 2** - Período de lançamento dos satélites LANDSAT



Fonte: Imagens satélites LANDSAT, DGI. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/>> Acesso em: 19 de março 2018.

Já o seu sucessor, Landsat 7, ainda está em funcionamento, porém, no ano de 2013, apresentou danos no *hardware* e, desde então, para utilização das imagens é necessário fazer correções prévias e análise de acurácia no posicionamento e calibração dos pixels. O sensor ETM+ ofereceu avanços aos estudos de mapeamento terrestre devido a sua versatilidade e eficiência obtidas nas sucessivas melhorias das versões anteriores.

Por fim, no dia 11 de fevereiro de 2013, foi lançada a última versão da série Landsat, o LDCM (*Landsat Data Continuity Mission*) ou Landsat 8. Esse satélite age com os instrumentos OLI (*Operational Land Imager*), que substituiu os sensores TM e ETM+, acrescido de duas novas bandas espectrais e o do TIRS (*Thermal Infrared Sensor*), que atua junto ao mapeamento da temperatura das superfícies.

A utilização Sensoriamento Remoto, como ferramenta de análise das temperaturas de superfície, permite acompanhar e diagnosticar a variabilidade climática nas mais diferentes escalas, dentre elas, as variações no clima urbano. No livro “Ilha de Calor nas Metrópoles: o exemplo de São Paulo”, de 1985, Magda A. Lombardo foi percussora na utilização do Sensoriamento Remoto, para identificação de diferenças de temperatura urbana, através de imagens termais, no Brasil. Apesar de receber críticas, pesquisadores da climatologia urbana têm se dedicado ao estudo do clima das cidades, mesclando as metodologias tradicionais, cuja aquisição de dados em campo é indispensável, com as novas metodologias disponibilizadas pelas geotecnologias.

É possível identificar o avanço na utilização do geoprocessamento através da evolução das publicações sobre o clima urbano em diferentes regiões do Brasil. Por essa razão, a seguir, será apresentado o levantamento das teses publicadas sobre o clima urbano. Nessa apresentação, serão identificadas não só a localização e a distribuição das cidades estudadas no território brasileiro, e as instituições de origem das publicações, mas também os principais orientadores, e as principais metodologias utilizadas na identificação das variáveis climáticas.

**Quadro 5 - Características dos sensores LANDSAT**

Série	Sensor	Res. Espectral (µm)	Res. Espacial (m)	Res. Temporal	Área Imageada	Res. Radiométrica
LANDSAT 1,2 e 3	RBV	0,475 - 0,575	80 x 80	18 dias	185 km	12 bits
		0,580 - 0,680				
		0,690 - 0,830				
		0,505 - 0,750	40 x 40	18 dias	98 km	
	MSS	0,5 - 0,6	57 x 79	18 dias/ 16 dias	185 km	6 bits/8 bits
		0,6 - 0,7				
		0,7 - 0,8				
		0,8 - 1,1				
		10,41-12,6				
LANDSAT 4 e 5	TM	0,45 - 0,52	30	16 dias	185 km	8 bits
		0,52 - 0,60				
		0,63 - 0,69				
		0,76 - 0,90				
		1,55 - 1,75				
		10,4 - 12,5	120			
		2,08 - 2,35	30			
LANDSAT 6	ETM	0,45 - 0,52	30	16 dias	184 km	8 bits
		0,52 - 0,60				
		0,63 - 0,69				
		0,76 - 0,90				
		1,55 - 1,75				
		10,4 - 12,5	120			
		2,08 - 2,35	30			
		0,52 - 0,90	15			
LANDSAT 7	ETM+	0,45-0,515	30	16 dias	183 km	8 bits
		0,525-0,605				
		0,63 - 0,69				
		0,76 - 0,90				
		1,55 - 1,75				
		10,4 - 12,5	60			
		2,09 - 2,35	30			
		0,52 - 0,90	15			
LANDSAT 8	OLI	0,433 - 0,453	30	16 dias	185 km	12 bits
		0,450 - 0,515				
		0,525 - 0,600				
		0,630 - 0,680				
		0,845 - 0,885				
		1,560 - 1,660				
		2,100 - 2,300				
		0,500 - 0,680	15			
		1,360 - 1,390	30			
	TIRS	10,30 - 11,30	100	16 dias	185 km	16 bits
		11,50 - 12,50				

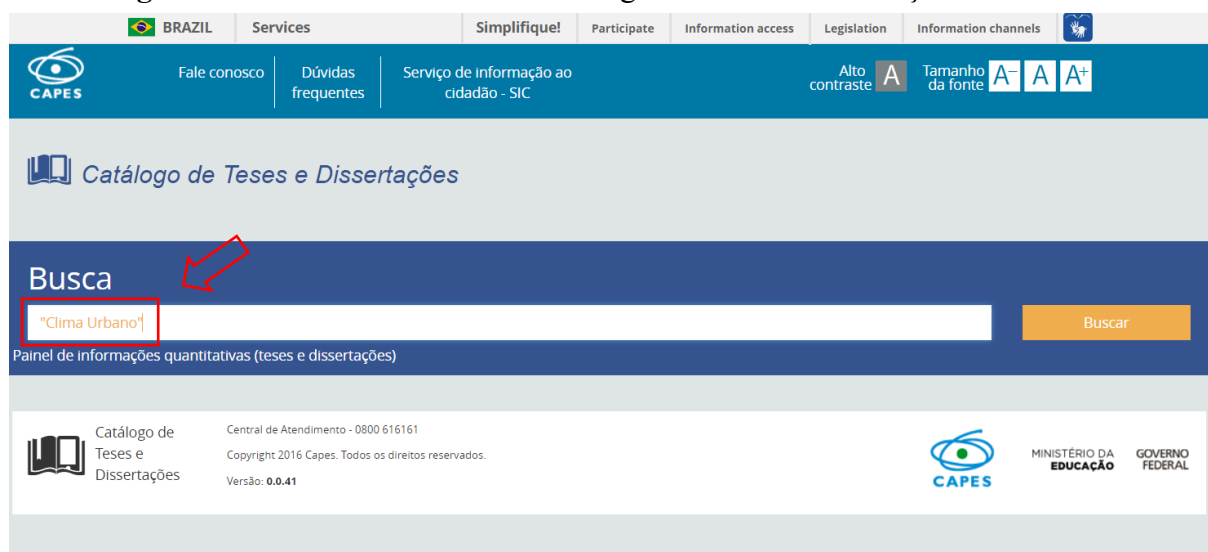
**Fonte:** Rosa (2003, p. 112) e USGS (2019) **Adaptado:** Castro (2019)

## 1.4 A produção científica nos estudos climáticos

Para realizar o levantamento das teses publicadas no Brasil sobre o clima urbano, e as principais metodologias utilizadas na identificação das variáveis climáticas, seguiu-se o seguinte caminho:

- i. Na primeira etapa, foi realizado um levantamento bibliográfico, que apresentasse os conceitos e definições sobre o clima urbano e as aplicações da geotecnologia no estudo do clima das cidades. Esse levantamento foi feito para que as discussões fossem as mais fidedignas possíveis, o que possibilitou a construção de um referencial teórico norteador das discussões sobre as alterações climáticas intimamente ligadas à relação sociedade/natureza e mais, especificamente, sobre o clima urbano e as metodologias para sua identificação nas pesquisas científicas;
- ii. Na etapa seguinte, foi realizada uma consulta ao site da CAPES, especificamente no catálogo de dissertações e teses disponibilizadas pela plataforma <[<https://catalogodeteses,capes.gov.br/catalogo-teses/#!/>](https://catalogodeteses,capes.gov.br/catalogo-teses/#!/)>. Essa plataforma, através de sua interface, possibilita a busca de títulos por meio de consultas por temas específicos, utilizando as aspas (“ ”), para delimitar a busca, como mostra a Figura 3.

**Figura 3** – Interface de busca do Catálogo de Teses e Dissertações CAPES



**Fonte:** Catálogo de Teses e Dissertações CAPES. Disponível em: <[<https://catalogodeteses,capes.gov.br/catalogo-teses/#!>](https://catalogodeteses,capes.gov.br/catalogo-teses/#!)>. Acesso em: 15 de jan. 2019

Após a busca inicial por tema, na aba seguinte é possível refinar a busca por ano, orientador, área do conhecimento, instituições e etc. (Figura 4). Os dados de autor, título da tese, instituição e área de pesquisa aparecem do lado direito da interface da página.

**Figura 4** – Interface de refinamento dos resultados no Catálogo de Teses e Dissertações CAPES



**Fonte:** Catálogo de Teses e Dissertações CAPES. Disponível em: <<https://catalogodeteses,capes.gov.br/catalogo-teses/#!>>. Acesso em: 15 de jan. 2019

- iii. Na sequência, os dados levantados foram tabulados através do editor de planilhas Microsoft Excel®, e as informações foram transformadas em tabelas para que *a priori* fossem analisadas;
- iv. Posteriormente, as informações adquiridas foram espacializadas em mapas que apresentassem a realidade da distribuição das teses pela país. Para tanto, foi necessário o *download* da base de dados (SHP) dos municípios e dos estados brasileiros, que está disponibilizada pelo IBGE (Figura 5). Os mapas foram produzidos no *software* de acesso livre Quantum Gis (QGIS), na versão 2.14.8;
- v. E, por fim, através dos levantamentos bibliográficos e do material produzido, foi possível analisar a dinâmica espacial e a evolução dos debates metodológicos, envolvendo a produção científica (teses) sobre o clima urbano, no Brasil.

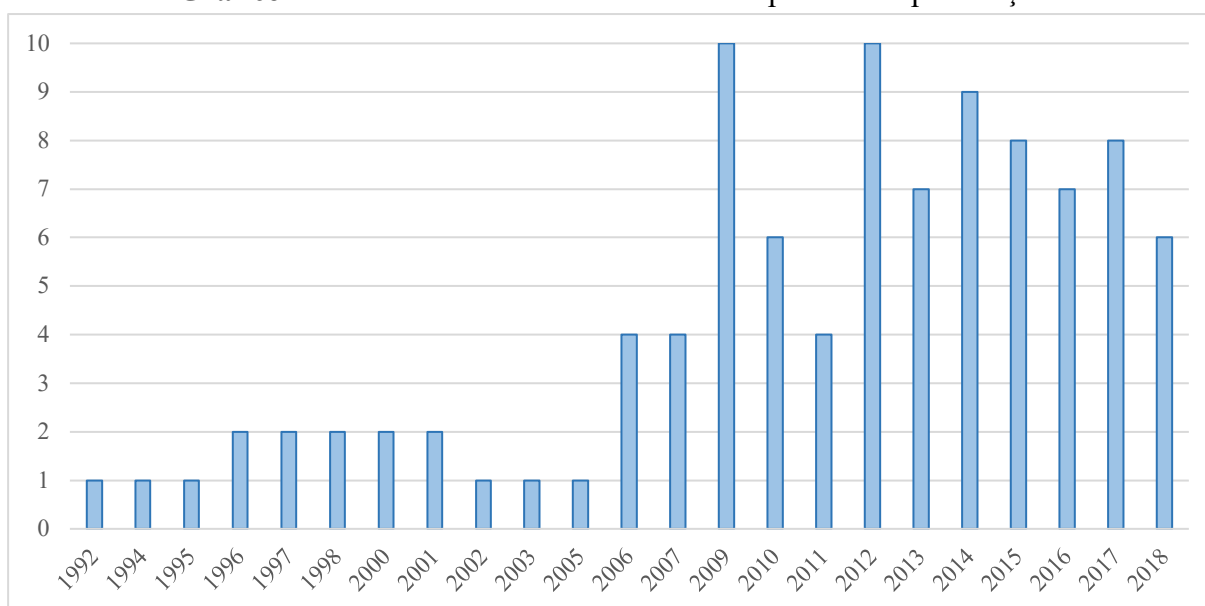
**Figura 5 - Base cartográfica das malhas municipais do Brasil, 2015**


The screenshot shows the IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) website. The top navigation bar includes links for 'BRAZIL', 'Services', 'Simplifique!', 'Participate', 'Information access', 'Legislation', and 'Information channels'. Below this is the IBGE logo and a search bar. The main section is titled 'MAPAS' and features a navigation menu with options: 'escolares', 'físicos', 'político-administrativos', 'temáticos', 'interativos', and 'bases e referenciais'. The 'bases e referenciais' section is further divided into 'bases cartográficas' and 'malhas digitais'. A sidebar on the left lists various map types, including 'arquivos raster', 'cartas temáticas', 'geodésia', 'bases cartográficas', 'cartas', 'malhas digitais', and 'mapas municipais'. The main content area describes the digital maps and lists the years 2000, 2001, 2005, 2007, 2010, 2013, 2014, and 2015. A red arrow points to the year 2015.

**Fonte:** Mapas IBGE, 2015. Disponível em: < <https://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/malhas-digitais.html> >. Acesso em: 15 de jan. 2019.

Segundo os dados levantados através da coleta realizada pela Plataforma Sucupira (CAPES), no Brasil foram catalogadas, entre dissertações e teses, dos anos de 1992 a 2018, 360 trabalhos sobre o Clima Urbano. Desse montante, apenas 99 publicações foram classificadas como teses, 66% dessas publicações foram feitas, a partir, de 2010, e apenas 9% nos anos de 1990, como mostra o Gráfico 1. Os anos de 2009 e 2012 foram os anos com maior número de teses defendidas.

As publicações estão distribuídas em instituições com programas de Pós-Graduação em 4 (quatro) das 5 (cinco) regiões brasileiras. Na Região Norte do país, não houve registro de nenhuma instituição com tese defendida sobre o tema supracitado.

**Gráfico 1** - Número de teses de clima urbano por ano de publicação

**Fonte:** Catálogo de Teses e Dissertações CAPES. **Org.:** Castro (2019)

O número de teses disponíveis por região do Brasil foi, inicialmente, diagnosticado nas Instituições de Ensino Superior (IES) de origem, haja vista que não necessariamente as teses são executadas em áreas de estudo dentro das regiões da instituição de origem. É possível notar na Tabela 2, que a região com o maior número de teses defendidas foi a Sudeste, com 64 publicações distribuídas nas instituições de 3 (três) dos 4 (quatro) estados que compõem a região, já que no Espírito Santo não houve registro de teses sobre o tema.

**Tabela 2** - Número de teses por universidades distribuídas nas regiões brasileiras

Região	Universidades	Nº de teses	Região	Universidades	Nº de teses
Sul	UFSC	1	Sudeste	UNICAMP	3
	UFPR	10		MACKENZIE	1
	UFRGS	2		UFRJ	6
Sudeste	UFU	1		UFF	1
	UFMG	2	Centro-oeste	UnB	3
	USP	25		UFMT	8
	USP (SC)	3	Nordeste	UFPE	4
	UNESP	1		UFC	3
	UNESP (RC)	4		UFRN	1
	UNESP (PP)	17		UFBA	1
				UFCG	2

**Fonte:** Catálogo de teses e dissertações CAPES. **Org.:** Castro (2019)

Para a análise da área de estudo de cada trabalho, foram consultados o título e o resumo de cada uma. Dessa maneira, foram identificadas 50 cidades (Tabela 3) que apresentam estudos sobre o clima urbano. Alguns dos núcleos urbanos estudados apresentaram mais de um trabalho dedicado ao seu estudo. As cidades que apresentaram maior número de trabalhos foram Cuiabá (9), São Paulo (8), e Curitiba (7).

Com o cruzamento das informações do número de teses por instituições de origem e o número de publicações por cidades, percebe-se que as cidades com maior número de publicações coincidem com as IES de origem (USP, UFPR e UFMT) e também com maior número de teses catalogadas. Nesse mesmo sentido, as cidades que mais receberam investigações científicas sobre o tema foram as localizadas no estado de São Paulo, estado esse que apresenta maior número de IES com teses defendidas sobre clima urbano.

**Tabela 3** - Número de teses por área de estudo.

Cidades	Nº de teses	Cidades	Nº de teses	Cidades	Nº De teses
Arapiraca	1	Foz do Iguaçu	1	Recife	4
Araras	1	Guarapuava	1	Ribeirão Preto	3
Assis	1	Iporá	1	Rio Claro	1
Barcarena	1	Irati	1	Rio de Janeiro	5
Bauru	2	Jales	1	Salvador	1
Belém	2	Londrina	2	Santa Maria	1
Belo Horizonte	3	Manaus	1	Santos	1
Brasília	1	Maracaí	1	São Carlos	2
Campina Grande	1	Maringá	3	São Luís	2
Campinas	3	Nova Andradina	1	São Paulo	8
Campo Grande	2	Ourinhos	1	Sinop	1
Cândido Mota	1	Parnaíba	1	Tarumã	1
Carolina	1	Piracicaba	1	Teresina	3
Cascavel	1	Ponta Grossa	1	Uberlândia	1
Cuiabá	9	Porto Alegre	1	Várzea Grande	1
Curitiba	7	Presidente Epitácio	2	Viçosa	1
Fortaleza	4	Presidente Prudente	2	TOTAL	99

**Fonte:** Catálogo de teses e dissertações CAPES. **Org.:** Castro (2019)

Já as regiões do centro-oeste (Mato Grosso e Distrito Federal) e do nordeste registraram o mesmo número teses defendidas: 11 (onze) publicações em cada uma delas. Na região Nordeste, as teses são distribuídas em 5 (cinco) dos 9 (nove) estados que a compõem. E, por

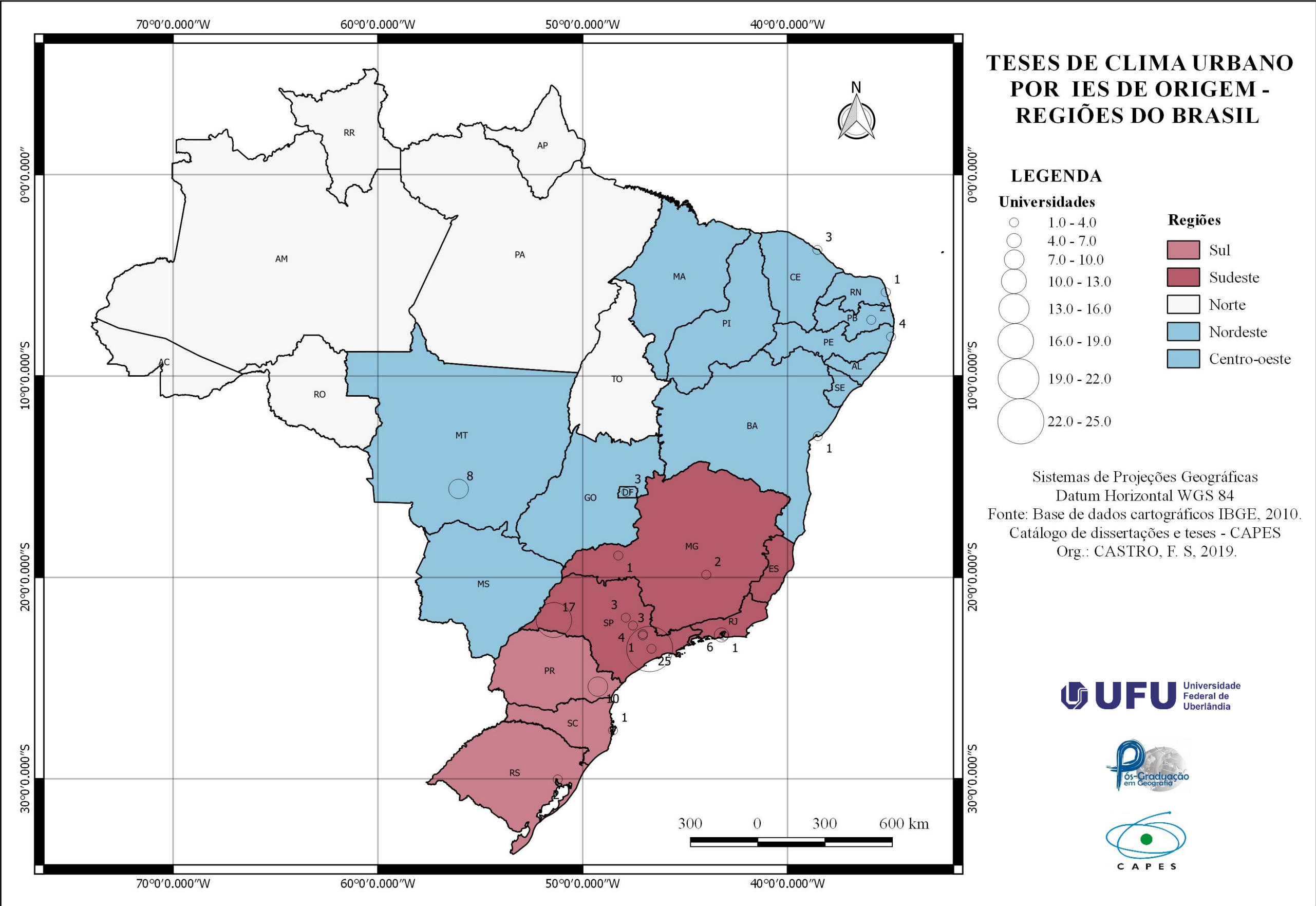


fim, na região sul do país foram identificadas 13 (treze) teses defendidas, 10 (dez) na Universidade Federal do Paraná - UFP. (Figura 6)

Quando analisamos os núcleos urbanos, vinculados às teses produzidas por regiões da federação, encontramos as seguintes características:

- i. a região norte, apesar de não ter nenhuma IES com tese defendida, possui quatro cidades como foco de estudos para o clima urbano são eles: Belém (PA), com duas teses; Carolina (município localizado na porção nordeste do Amazonas); e Barcarena (município vizinho a capital do Pará), ambas com uma publicação. (Figura 7);

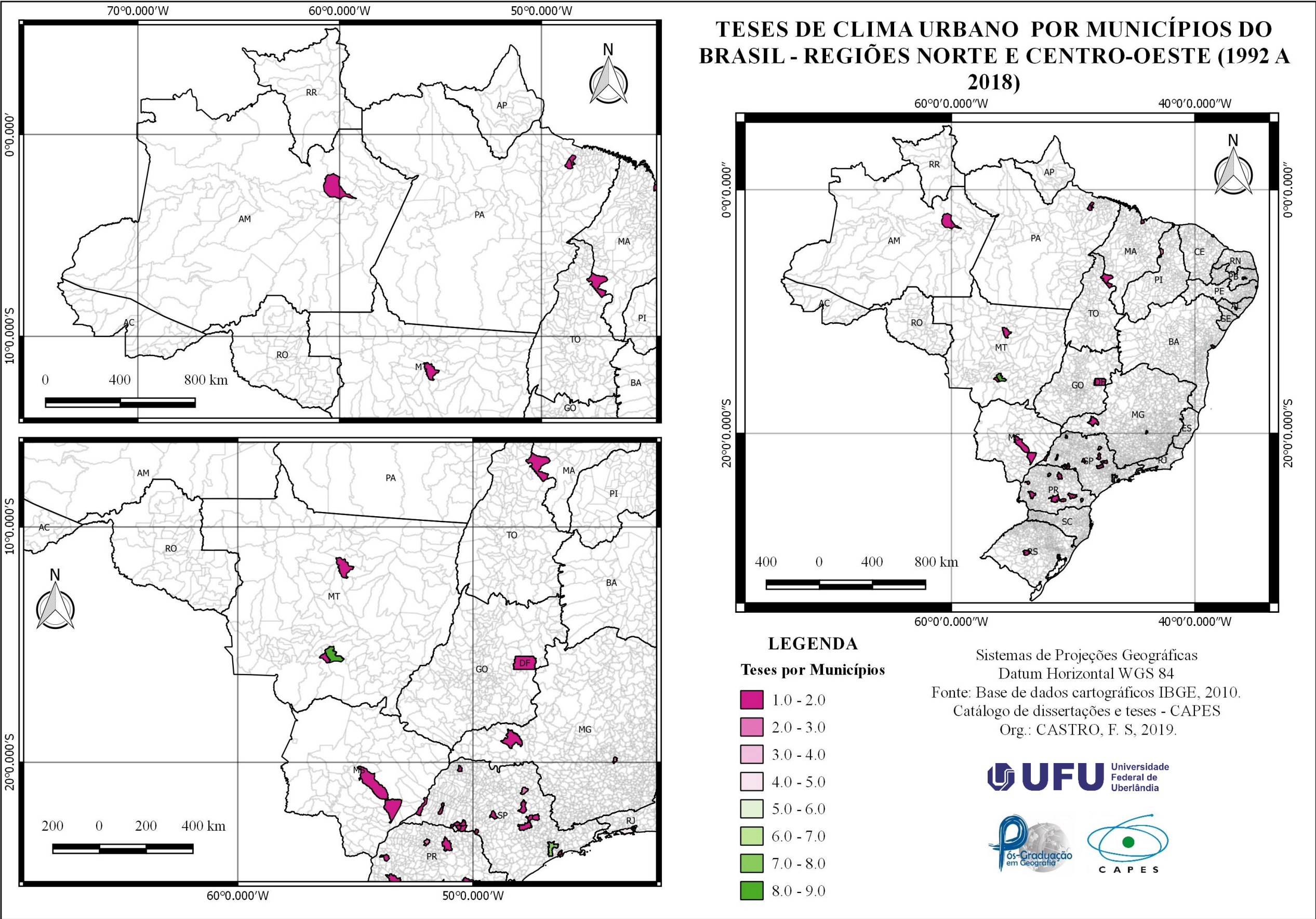
Figura 6 - Mapa: número de teses de Clima Urbano por IES de origem - regiões do Brasil.



Fonte: Base de Dados IBGE (2010) e Catálogo de teses e dissertações CAPES. Org.: Castro (2019)

- ii. na região centro-oeste, dos 466 municípios, apenas 6 (seis) possuem teses relacionadas ao clima urbano - Sinop, Cuiabá e Várzea Grande - MT; Campo Grande e Nova Andradina - MS; e Brasília - DF. (Figura 7);
- iii. na região sul do país foram identificadas 13(treze) teses defendidas entre os anos de 2005 a 2018. Onze (11) municípios da região possuem seus nomes vinculados aos títulos das teses levantadas, sendo que no estado de Santa Catarina não houve nenhum município estudado. Já no Paraná são cerca de 10 cidades citadas em estudos de clima urbano;
- iv. no nordeste, os estados de Sergipe e Rio Grande do Norte, não possuem tese publicada referindo-se a nenhum de seus municípios. Nos demais estados, pelo menos uma cidade é citada em teses sobre o clima urbano, com destaque para Fortaleza e Recife, ambas com 4 (quatro) publicações dirigidas ao clima local. No Maranhão e Piauí, duas localidades de cada estado são discutidas nas teses, e na Paraíba, Pernambuco, Ceará, Alagoas e Bahia, apenas uma cidade em cada um deles é estudada em teses de clima citadino;
- v. e o Sudeste, além de possuir o maior número de IES com teses publicadas sobre o tema, é também o estado que abarca o maior número de municípios citados em defesas de doutorado de todo o país com destaque para o estado de São Paulo. Esse estado apresenta 18 (dezoito) municípios discutidos em teses de clima urbano, sendo que a Região Metropolitana é a que possui maior representatividade com 8 (oito) teses designadas ao estudo de seu clima urbano. (Figura 8).

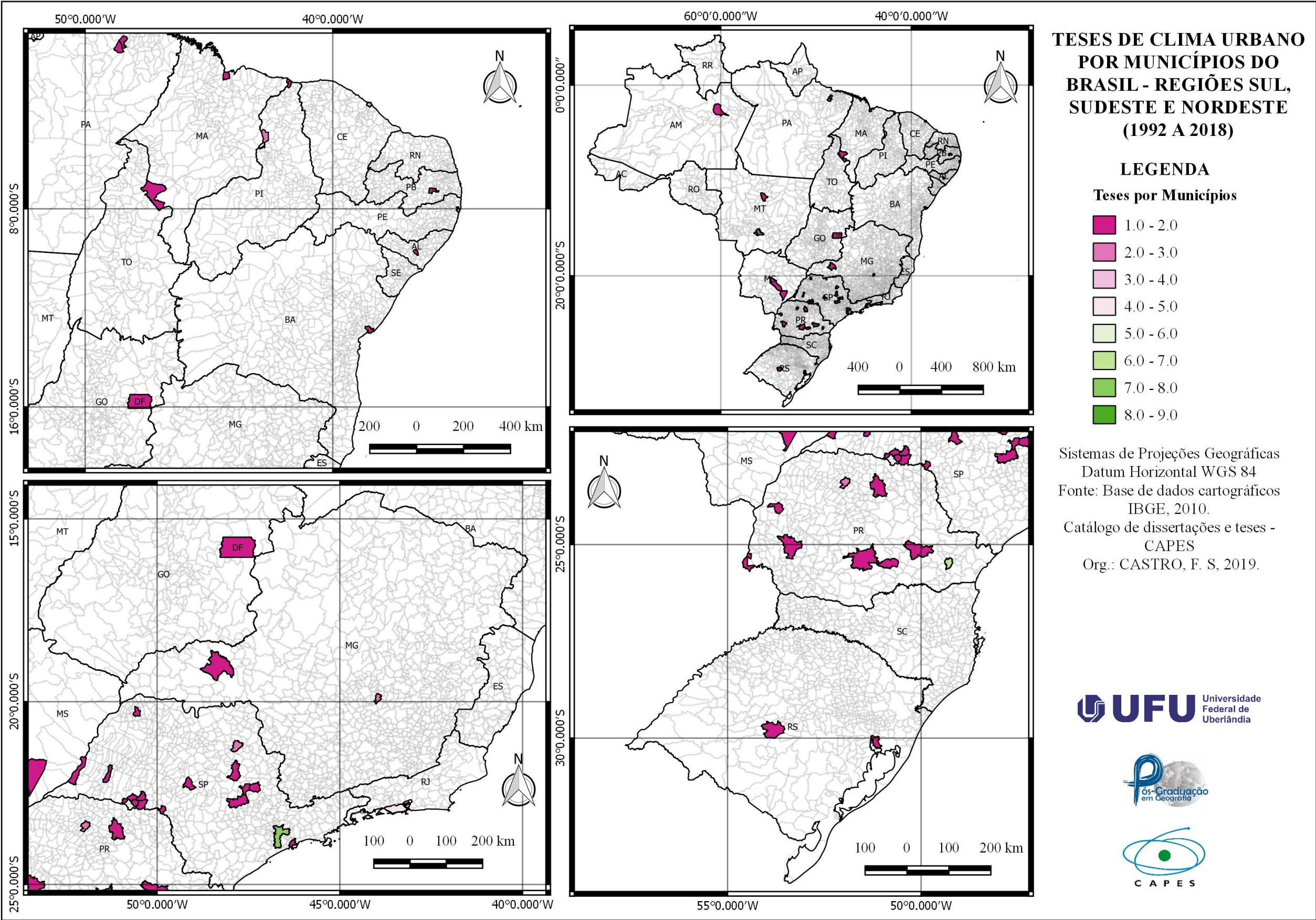
Figura 7 - Mapa: teses de Clima Urbano por municípios do Brasil - Regiões Norte e Centro-oeste (1992 - 2018)



Fonte: Base de Dados IBGE (2010) e Catálogo de teses e dissertações CAPES. Org.: Castro (2019)



Figura 8 - Mapa: teses de Clima Urbano por municípios do Brasil - Regiões Sul, Sudeste e Nordeste (1992 - 2018).



Fonte: Base de Dados IBGE(2010) e Catálogo de teses e dissertações CAPES. Org.: Castro (2019)

As 99 teses sobre o clima urbano catalogadas pela CAPES se dividem em 11 (onze) áreas do conhecimento - Arquitetura e Urbanismo (14); Ciências Ambientais (10); Ecologia (1); Recursos Florestais e Engenharia Florestal (1); Engenharia Civil (3); Engenharia Nuclear (2); Engenharia Sanitária (6); Geociências (3); Geografia (56); Planejamento Urbano e Regional (1); e Interdisciplinar (1).

A Geografia é área do conhecimento que mais discutiu em suas teses a clima das cidades, isso reflete também no número de trabalhos apresentados em eventos científicos relacionados à Climatologia e áreas afins. Com esse levantamento, foi possível identificar que os professores que mais orientaram trabalhos de doutorado, vinculados à temática, são da ciência geográfica, com destaque para a Prof.<sup>a</sup> Dra. Margarete Cristiane de Costa Trindade Amorim, com 9 (nove) teses sobre sua orientação, seguida pela Prof.<sup>a</sup> Dra. Magda Adelaide Lombardo, com 8 teses orientadas, e o Prof.<sup>o</sup> Dr. Francisco de Assis Mendonça, que também se destaca nas pesquisas de clima citadino, com 6 publicações. Além dos cientistas da área geográfica, a Prof.<sup>a</sup> Dra. Marta Cristina de Jesus Albuquerque Nogueira, professora titular do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Mato Grosso - UFMG, também se destaca na orientação de teses sobre o clima das cidades, com 6 (seis) orientações.

Com os dados levantados, notou-se também a importância e a atemporalidade da metodologia (S.C.U) criada por Monteiro, em 1975. Aproximadamente, 80% dos trabalhos levantados utilizam dessa metodologia para embasar suas discussões. As principais discussões são munidas das características de temperatura e umidade relativa do ar, identificando com prioridade as ilhas de calor e frescor urbano, e apresentando as principais relações que desencadeiam a mudança no microclima.

Todavia, a partir de 2009, as teses vinculadas à identificação do clima urbano, utilizando como ferramenta metodológica o Sensoriamento Remoto, começam a ganhar mais notoriedade

no cenário de estudo da climatologia citadina. Dos 75 trabalhos publicados nesse período, 18 (dezoito) deles utilizaram as imagens de satélite para identificação de elementos geoclimáticos.

O satélite Landsat foi utilizado como instrumento para identificação das ilhas térmicas urbanas em 17 (dezesete) teses, sendo a versão 5, utilizada em 15 (quinze) trabalhos, como mostra o Anexo 1 deste documento. A tese “Clima urbano e dengue no centro-sudoeste do Brasil”, publicada em 2013, na UFPR, foi única em utilizar o satélite TERRA (sensor MODIS) para estudo climático.

A utilização, quase unânime, dos satélites Landsat nos trabalhos de identificação do clima nas cidades, pode ser justificada quando suas potencialidades, em relação aos demais satélites, que executam a mesma função, são comparadas. (Quadro 6)

**Quadro 6 - Características dos satélites e sensores termais**

Satélites Sensor	Largura da Faixa Imageada (Km)	Resolução Espacial (m)	Resolução Radiométrica(bits)	Período de revisita (dias)
CBERS - 4	120	80	8	26
TERRA - Aster	160	90	12	16
TERRA - Modis	5.000	1.000	12	16
LANDSAT - 8	185	100/30	16	16

**Fonte:** INPE, satélites e sensores. Disponível em: <[http://www.dsr.inpe.br/vcsr/files/3-Satelites\\_e\\_Sensores.pdf](http://www.dsr.inpe.br/vcsr/files/3-Satelites_e_Sensores.pdf)>. Acesso em: 07 de fev. 2019. **Org.:** Castro (2019)

O referido satélite apresenta uma resolução espacial de 100m, porém, com o tratamento da imagem, é possível alcançar uma resolução de 30m do alvo, algo que não é possibilitado com outro sensor. Por se tratar de um estudo, cujo nível de detalhamento é necessário, quanto mais próximo do alvo, melhor a resposta para o mapeamento.

A resolução radiométrica também é relevante na escolha do sensor, visto que se refere à capacidade do sistema sensor em detectar as variações da radiância espectral recebida. Essa radiância é convertida em números digitais (DN), expressos em níveis de cinza. Quando maior

a quantidade de bits, mais nítida se tornará a visualização da imagem. No Landsat 8, temos uma resolução radiométrica de 16 bits, enquanto os demais possuem valores de 12 e 8 bits.

Além das vantagens identificadas, outros fatores como disponibilidade de acesso e gratuidade das imagens tornam-se fatores preponderantes na escolha de trabalho com as imagens Landsat-8.





## 2. Patos de Minas: Aspectos Históricos e Geográficos

*Hino à Cidade de Patos de Minas*

*Terra nutriz, poenta avermelhada*

*Que se ondula em afagos maternais*

*Ao gorjear da alegre passarada*

*Fecundadora de amplos milharais.*

**Refrão (2x)** { *Teu céu é azul-turquesa*  
*Que beija a terra gentil*  
*Primavera de beleza*  
*Patos meu e do Brasil.*

*Em teus regatos claros cristalinos*

*Diamantes raros rolam no cascalho*

*Entoam juntos tentadores hinos*

*Doce canção à glória do trabalho.*

**Refrão (2x)**

*Formosa gleba das Minas Gerais*

*A tua gente heroica te bendiz*

*Ao sorrisos no louro dos trigais*

*Na messe farta que te faz feliz*

**Refrão (2x)**

*A flor da Pátria doira o teu brasão*

*Beijam os filhos teus os pés da cruz*

*A liberdade leva o teu pendão*

*Terra de amor, de fé, terra de luz.*

(Letra: Prof. Zama Maciel; Melodia: D. José André Coimbra)

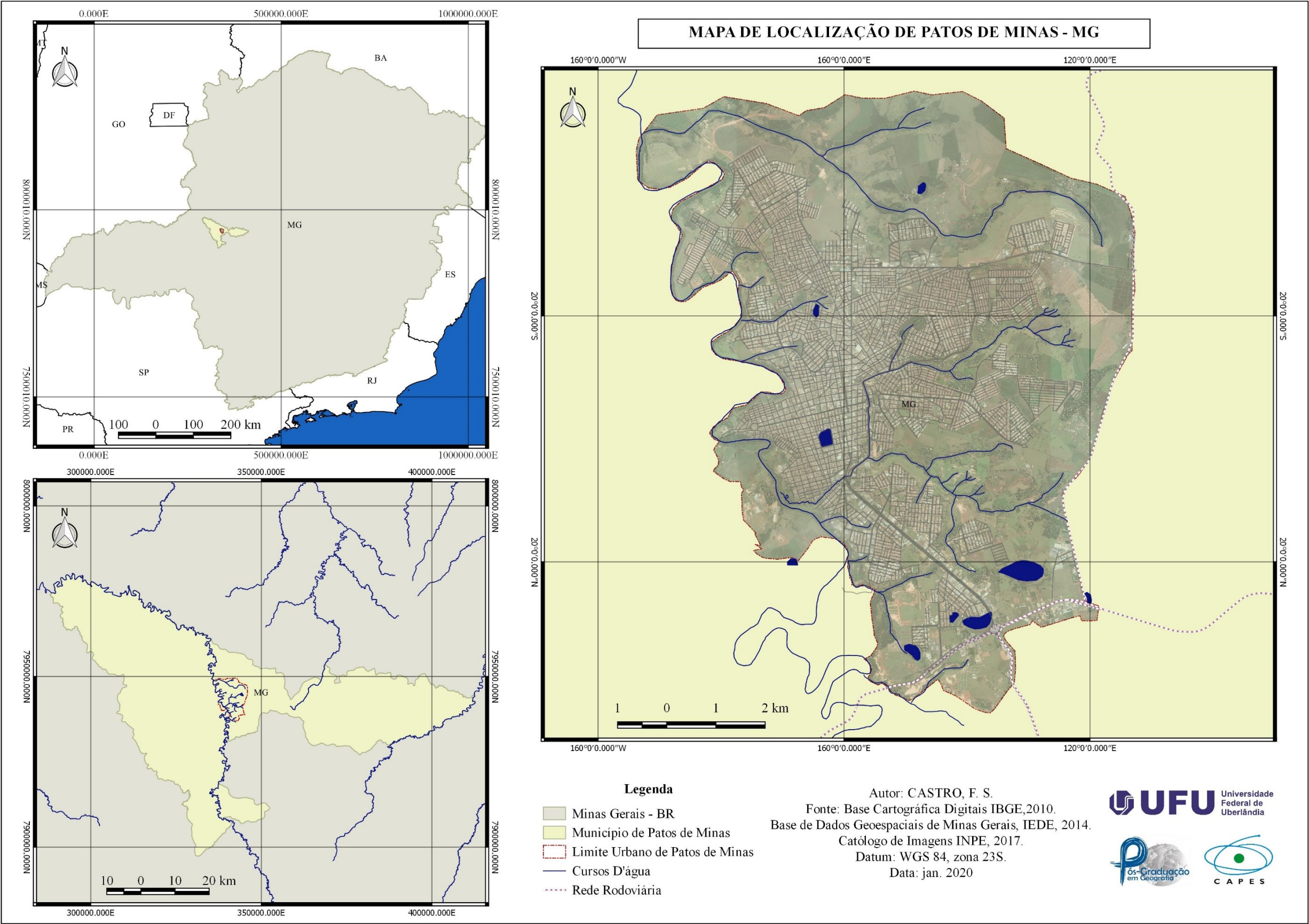
De antemão é necessário ter clareza, no que concerne a localização do município no território nacional. Nossa escala de análise, nesta pesquisa, refere-se à cidade de Patos de Minas - MG, que compreende uma área de 83,155Km<sup>2</sup>; já a extensão territorial do município é de 3.224,509Km<sup>2</sup>, localizada entre as coordenadas geográficas de 18°34'50" a 18°36'30", de Latitude Sul; e 46°27'50" a 46°31'00", de Longitude a Oeste.

Como mostra o mapa da Figura 9, a área de pesquisa enquadra-se na Mesorregião Geográfica do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, mais especificamente na Microrregião de Patos de Minas. O município faz limite ao norte com Presidente Olegário, Lagamar e Varjão de Minas, ao sul com Lagoa Formosa, Carmo do Paranaíba e Serra do Salitre, a leste com o município de Tiros e a oeste Cruzeiro da Fortaleza, Guarânia e Coromandel.

A sede municipal é margeada por duas importantes rodovias federais, sendo elas a BR-365, que liga o norte do estado de Minas Gerais, especificamente a cidade de Montes Claros - MG, ao sudeste goiano, findando-se no município goiano de São Simão - GO, e a BR-354, interceptada ao norte pela BR-040, em Paracatu (MG), que leva à Capital Federal Brasília, com uma distância de aproximadamente 436km, e segue no sentido do sul de Minas Gerais até o município de Perdões (MG).

Além disso, é através da BR-354, com intersecção com a BR-262, que se alcança a capital do estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, com distância aproximada de 394km. Já a 215km de distância, pela BR-365, no sentido oeste, situa-se Uberlândia, cidade de destaque no cenário econômico da Mesorregião.

Figura 9 - Patos de Minas: localização do município (2019)



Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2014)

## 2.1 Reflexão sobre a formação histórica do sítio urbano de Patos de Minas - MG

Para estabelecer uma cronologia no processo de historicização de uma determinada cidade, é necessário fazer a retomada de sua formação, que é marcada por uma trajetória de construção e reconstrução intensa, por dinâmicas próprias de cada período que perpassa. Para entender sua função socioespacial na atualidade, é preciso conhecer e avaliar as alterações sofridas em sua evolução histórica. Sposito (2008, p.11) entende que “o conhecimento da cidade, a compreensão dos processos que dão conformação à complexidade de sua organização e explicação a extensão da urbanização neste século, exige uma volta às suas origens e a tentativa de reconstruir, ainda que de forma sintética, a sua trajetória”.

Sabendo que o surgimento das cidades é marcado por momentos de crise e ascensão, estudos partem do pressuposto que os primeiros resquícios arqueológicos de estruturas urbanas estão concentrados na chamada Revolução Neolítica, período em que ocorre a dissolução dos povos nômades por volta de 4.000 a 3.000 a.C. De acordo com Munford (1998, p. 11)

Se quisermos identificar a cidade, devemos seguir a trilha para trás, partindo das mais completas estruturas e funções urbanas conhecidas, para os seus componentes originários, por mais remotos que se apresentem no tempo, no espaço e na cultura, em relação aos primeiros *tells* [sic] que já foram abertos.

Porém, a origem de registro das primeiras cidades se concentra no Oriente Médio, ambiente este que obrigava os povos, antes nômades, a se fixarem em lugares com abundância de água, visto que a dinâmica climática era marcada por períodos de secas intensas, e os cursos d'água eram essenciais para produção e aquisição de alimentos, além de, depois de um período, possibilitar o transporte e comercialização de materiais. Os vales fluviais de destaque neste período são dos rios Nilo, Tigres e Eufrates. Dessa forma, podemos ponderar que as cidades, desde seu surgimento, estiveram ligadas à exploração de matérias-primas para sobrevivência humana e, conseqüentemente, de sua degradação e uso indevido do solo pelo homem na relação entre sociedade e recursos naturais.

Como já citado no Capítulo 1 deste trabalho, no Brasil, a chegada dos primeiros aglomerados urbanos foi recente se comparada com a dos países do “velho mundo”. Além disso, a experiência de ocupação camponesa nos períodos coloniais retardou o crescimento urbano, principalmente nas regiões interioranas do país. A procura por metais preciosos fez com que surgissem os primeiros aglomerados, que têm ascensão graças à decadência da exploração vegetal nos primeiros anos de colonização.

A construção histórica do município pesquisado vincula-se ao período de intensa procura e exploração de minerais preciosos no país, e, mais especificamente, no estado de Minas Gerais. Provavelmente, o início do povoamento se deu em meados do século XVIII, por bandeiras que rumavam às terras de Paracatu, município do noroeste mineiro, em busca de minerais preciosos. Esse processo se mescla com o processo de interiorização do Brasil.

A partir de meados do século XVII, há uma queda na produção aurífera e de outros metais pesados, que, até então, eram considerados objetos de ascensão econômica. Isso fez com que a busca por novos territórios, guiada pelos grandes proprietários de terras e, também, pelos governantes das vilas, se intensificasse. Assim, as expedições foram armadas junto ao avanço para as regiões interioranas de Minas Gerais. Esse avanço foi marcado por dois objetivos primordiais na época: o primeiro, o recrutamento de mão de obra para futura instalação de lavouras, e, o segundo, a possível descoberta de novos veios de ouro. Esses dois processos proporcionaram, então, o surgimento de novos povoamentos no Estado.

Muitas eram as expedições que adentrariam aos sertões e com sucesso ou não em sua missão principal, acabaram por determinar o povoamento de grande margem do interior mineiro. Vários os povoados que seriam formados para apoio as expedições. Nestes aconteceriam o descanso e armazenamento de víveres e suprimentos para a caminhada ou até para “guardar” – grifos do autor- as peças humanas recrutadas para o serviço da lavoura se fosse o caso. (FONSECA, 2002, p. 19).

Foi, então, no ano de 1771, que os primeiros vestígios históricos da região do Alto Paranaíba começaram a ser escritos. Nesse ano, o Capitão Inácio de Oliveira Campos saiu da

cidade de Pitangui (cidade está localizada no centro do Estado, de formação colonial), apoiado pelo Conde de Valadares, em busca de novos caminhos. Eles exploraram os ribeiros do sertão a oeste do estado que anunciava por suas configurações geográficas, riquezas e terras férteis, local esse conhecido como Salitre (FONSECA, 2002).

Perto dessa região, outro importante ponto, já antes consolidado, garantia a troca e a integração da região. Paracatu era considerada, naquele período, uma “metrópole” que se incumbia de articular os aspectos econômicos na região. Fonseca (2002) descreve Paracatu da seguinte forma:

Um pouco acima daquela região, um centro minerador que viria a ser chamado de Paracatu, concentrava os caçadores de pedras, tornando-se o local uma espécie de “metrópole” – grifos do autor - do interior. Criou-se com uma certa rapidez um trânsito entre Salitre e Paracatu, principalmente para a troca de mercadorias, escravos ou mesmo para trabalho nas minas locais. (FONSECA, 2002, p. 20).

Com a intensa movimentação, novas terras foram ocupadas pelos tropeiros e muitos povoados surgiram, dando origem as atuais cidades que compõem a região. Uma delas é, então, Patos de Minas - MG, que recebe inicialmente, no século XIX, o nome de Lagoa dos Patos, graças à presença de inúmeros patos silvestres em torno da Lagoa.

O desenvolvimento inicial do núcleo urbano aconteceu, segundo Oliveira Mello (1971), quando houve a doação de um terreno para a construção do primeiro templo religioso local, a capela de Santo Antônio, localizada próxima à Lagoa dos Patos. A doação foi feita pelo senhor Antônio Joaquim da Silva Guerra e sua esposa Luzia Corrêa de Andrade.

A partir desse marco inicial, diversas famílias se fixaram ao redor da capela, dando origem ao Arraial de Santo Antônio da Beira do Paranaíba (Figura 10). No ano de 1866, o arraial foi transformado em vila e, por meio da Lei nº 23, de 24 de maio de 1892, o Presidente do Estado de Minas Gerais, Eduardo Ernesto da Gama Cerqueira, elevou a vila de Santo Antônio da Beira do Paranaíba à cidade de Patos de Minas.



**Figura 10** - Patos de Minas: primeiros registros urbanos em meados do século XIX



**Fonte:** Prefeitura Municipal de Patos de Minas. Disponível em: <http://www.patosdeminas.mg.gov.br/galeria/historicas/pages/image16.php>. Acesso em: 15 de set. 2019

No século XIX, a configuração e a organização do espaço urbano brasileiro começaram a dar sinais de reestruturação, no entanto, apesar das inúmeras transformações urbanas ocorridas no início do século, que acarretaram na perceptível criação e valorização de novas cidades, a rede urbana nacional ainda se mantinha pouco articulada. Santos (2008, p. 29) relata que “o Brasil foi, durante muitos séculos, um grande arquipélago, formado por subespaços que evoluíam segundo lógicas próprias, ditadas em grande parte por suas relações com o mundo exterior”.

Nos séculos seguintes (XX e XXI) ocorreram mudanças consideráveis nos âmbitos sociais e econômicos decorrentes da solidificação de desenvolvimentos tecnológicos que estimularam a reestruturação do sistema capitalista e, principalmente, a organização das cidades e seus espaços interurbanos. A articulação entre as regiões do território nacional começa a tornar-se significativa com a chegada de novos aparatos técnicos de transporte e de comunicação, que proporcionaram a integração gradual do território. Uma integração ainda limitada, voltada para alguns subespaços do nosso território, quadro que constitui a semente de

uma situação de polarização da Região Sudeste, em relação ao restante do país, que mantinha São Paulo como seu principal centro. (CASTRO, 2016, p.28)

O desenvolvimento do setor industrial, no século XX, contribuiu para a reconfiguração do território nacional. Nesse século, o campo começa a perder espaço para os centros urbanos, um processo que proporcionou nova caracterização da divisão territorial do trabalho, na qual o modelo urbano-industrial foi adotado. As transformações que ocorreram são resultado da inserção do país no processo de globalização, que culminaram na integração nacional, sendo os resultados manifestados na formação e ampliação da rede urbana nacional.

A área de pesquisa compõe e acompanha a reorganização do território nacional. Em meados da década de 1930, começa a surgir no município aparentes marcas desse processo, o maior desenvolvimento pelos melhoramentos executados pelo Governo do Estado. O Presidente da República, desse período, Olegário Dias Maciel, instalou e construiu a sede da Escola Estadual “Professor Antônio Dias Maciel” (Figura 11), o Hospital Regional “Antônio Dias Maciel”, o Fórum “Olympio Borges” (Figura 12) e o grupo escolar “Marcolino de Barros”. Essas obras expandiram a influência do município na região.

**Figura 11** - Patos de Minas: prédio atual da “Escola Estadual Professor Antônio Dias Maciel”



**Fonte:** Patos Hoje Notícias. **Autor:** Maurício Rocha.

Disponível em: <<https://www.patoshoje.com.br/ckfinder/userfiles/images/escola-normalwide.jpg>>.

Acesso em: 15 de set. 2019



**Figura 12 - Patos de Minas: antigo Fórum “Olympio Borges”**



**Fonte:** Prefeitura Municipal de Patos de Minas. Disponível em: <  
<http://www.patosdeminas.mg.gov.br/galeria/galeria01/pages/image10.php>>. Acesso em: 15 de set.  
2019.

O cenário, marcado pela chegada das indústrias e, conseqüentemente, pela atuação, cada vez maior, do setor financeiro, alterou não só a organização nos centros urbanos como também reorganizou os moldes do meio rural. Grande parte das áreas pertencentes ao cerrado brasileiro passou, em meados dos anos de 1970, a se organizar no modelo agrícola moderno. A “antiga” estrutura da fazenda autossuficiente perde espaço para as atuais dinâmicas que envolvem as relações tipicamente capitalistas, em que os vínculos com a indústria, com a agroindústria e com o capital financeiro se tornam intensos. Com base nesses três eixos de ação, o Estado financiou a modernização da agricultura e a implantação de infraestrutura de estradas, armazenamento, eletrificação rural, formação de mão de obra, entre outros (SOARES, 2007).

Com os projetos para o desenvolvimento econômico das áreas do cerrado associado ao capital privado, vários municípios dos estados de Goiás, Mato Grosso e Minas Gerais ingressaram na economia agrícola moderna, ocuparam áreas agricultáveis com o cultivo de soja. A presença de homens no campo, praticamente só é verificada em períodos pré-estabelecidos, como no cultivo,

na colheita e em algum momento homem e máquina fazem a pulverização de produtos químicos, entre outros. (SILVA; SORES 2010, p. 4)

Seguindo o caminho do restante do país, houve no município de Patos de Minas congruentes mudanças, dentre elas a consolidação da rede rodoviária com o asfaltamento das BRs 354 e 365, ligando o município à capital do Estado e ao norte do estado. No final dos anos 70, a descoberta da jazida de Fosfato Sedimentar, na localidade da Rocinha, projetou Patos de Minas nacionalmente. Segundo Melo (1980),

Tal importância desta descoberta que, em 14 de fevereiro de 1977, a partir da decisão tomada em reunião do Conselho de Desenvolvimento Econômico, presidida pelo Presidente Ernesto Geisel (que visitara as jazidas fosfáticas de Rocinha em 24 de maio de 1975), em 2 de fevereiro de 1977, organizou-se a Fertilizantes Fosfatados S.A. FOSFÉRTIL - destinada ao aproveitamento da jazida de rocha fosfática de Patos de Minas. Tem a sede em nossa cidade e, efetivamente começou suas operações em 1 de agosto de 1977. (MELLO, 1980, p. 07)

Foi também em meados da década de 1970, a criação das primeiras empresas de semente na área agrícola do município, Sementes Agrocere S/A e Sementes Ribeiral Ltda, e implantação do primeiro núcleo de genética suína do país também promovido pela Agrocere S/A. Nota-se, neste período, um grande desenvolvimento comercial com a implantação de indústrias de confecções e a instalação de uma unidade da CICA, maior processadora de tomates da América Latina, promovendo o crescimento de cultivo de milho doce, ervilha e tomate na região.

Pode-se observar que, nessa conjuntura, o município acompanhou o fenômeno de descentralização industrial e de modernização agrícola, que, além de promover mudanças no padrão da divisão territorial do trabalho, favoreceu o crescimento das cidades, especificamente as pequenas e médias, guiando para a atual rede urbana brasileira.

A inversão da população da área rural para área urbana é, em parte, resultado dessa guinada do setor agroindustrial que invadiu o campo, junto com as estratégias de modernização da agricultura, com o incentivo às culturas de exportação e com os sistemas modernos de agricultura. Essas práticas utilizam menos mão de obra que a agricultura tradicional e, com isso,

forçam os trabalhadores excedentes a procurarem outra forma de sustento, expulsando-os para as cidades, fenômeno registrado em Patos de Minas.

De acordo com os dados do Instituto Brasileiro de Geografia Estatística – IBGE (2014), a população do município passou de 72.839, em 1960, para 138.836 habitantes, em 2010. Em 1970, essa população deixa de ter predominância rural e passa a ser, prioritariamente, urbana; já nos anos 2000, a população residente na cidade já era de quase 90%, como mostra a taxa de urbanização na Tabela 4. Segundo o mesmo banco de dados, a população estimada para 2019 foi de 152.488 habitantes. Esse aumento populacional reflete diretamente na taxa de urbanização que saltou de 58,8%, em 1991, para, aproximadamente, 95%, em 2014. Isso é representado pela evolução da ocupação de sua malha urbana.

Patos de Minas ocupa uma posição privilegiada no *ranking* das cidades mineiras, figurando entre as 19 maiores cidades do Estado de Minas Gerais em arrecadação geral de tributos do Estado. Considerado polo econômico regional, o município ganhou projeção nacional, entre outros, através da “Festa Nacional do Milho”, que é realizada desde o ano de 1959, com o intuito de movimentar o município com desfiles, bailes, festas e troca de conhecimento entre os produtores. É o acontecimento mais importante de divulgação do município de Patos de Minas, no que se refere ao cenário do agronegócio e da agroindústria entre outros setores da economia. (COURY, 2008, *apud* CAIXEITA; BRITO, 2011).

**Tabela 4** - Patos de Minas-MG: população total/rural/urbana e taxa de urbanização (1960-2010)

	<b>Total (hab.)</b>	<b>Urbana (hab.)</b>	<b>Rural (hab.)</b>	<b>Taxa de Urb. (%)</b>
<b>1960</b>	72.839	32.511	40.328	44,60
<b>1970</b>	76.211	44.877	31.334	58,89
<b>1980</b>	86.121	63.302	22.819	73,50
<b>1991</b>	102.946	87.403	15.543	84,90
<b>2000</b>	123.708	111.159	12.549	89,86
<b>2007</b>	133.054	121.805	11.249	91,55
<b>2010</b>	138.836	127.864	10.972	92,10

**Fonte:** Censos demográficos IBGE (2010)

As pequenas e médias cidades ganham visibilidade no sistema urbano brasileiro entre os períodos 1950 a 1991, tendo a maioria intrínseca relação com o campo. (SILVA; SOARES

2010, p. 4). Com o processo de globalização, as relações entre as cidades tornam-se, cada vez mais, complexas, atraindo investidores nacionais, devido às instalações que movimentam o comércio local, enquanto os centros metropolitanos tendem a produzir serviços especializados e gerenciais. Fato este que transforma as pequenas e médias cidades em verdadeiras fronteiras entre processos rurais e urbanos, absorvendo um pouco dos processos acumulativos próprios da contemporaneidade.

Assim, fica evidente, com base nos fatores levantados, a importância de se realizar estudos sobre as pequenas e médias cidades, não só pelo aumento das discussões bibliográficas do assunto, mas também pela contribuição para o planejamento, tanto intraurbano quanto interurbano, o que abre a possibilidade para avaliações das potencialidades locais, suas fragilidades. Além disso, possibilita avaliações das diretrizes, prioridades e estratégias, para se alcançar os objetivos definidos em médio e longo prazo.

Com a expansão e a reconfiguração do espaço urbano, via processo de urbanização, alguns locais ganharam novas formas e funções. A cidade passa de predominantemente rural para urbana, e isso faz com que novas configurações apareçam em seus aspectos climáticos.

Porém, o estudo vai além da apreciação empírica dos fenômenos históricos de organização e da produção espacial urbana. As informações que compõem a paisagem natural do município também irão, em parte, proporcionar explicações para os fenômenos que envolvem as alterações climáticas. Para isso, na próxima seção será levantada uma breve análise dos elementos físicos empregados na paisagem, suas características e o modo de atuação e interferência no meio humanizado.

## 2.2 Os elementos físicos da paisagem urbana patense

Os aspectos climáticos vinculam-se ao regime dos Climas Tropical Semiúmido e Tropical ameno. Ocorre a predominância de dias quentes ao longo do ano, com alternância entre meses mais secos, de maio a setembro (inverno), e os mais chuvosos de outubro a abril (verão). A temperatura média oscila entre 20°C e 22°C e a pluviosidade média anual entre 1100mm, e chega a concentrar 1800mm no verão. (NOVAIS, 2011).

Seu relevo é composto por altitudes que variam de 750, na várzea do Rio Paranaíba, a 1178 metros, localizado na região de contato entre o referido município e Coromandel, região conhecida como Serra do Pântano, porém a média de altitude é de 815 metros. (CAIXETA, 2013, p.70).

O relevo é recoberto por áreas de domínio do cerrado (*strictu sensu*: campo limpo, campo sujo, as áreas de veredas, matas de galeria e matas das encostas), florestas estacionais semi decíduas (resquícios de Mata Atlântica) e as áreas de campos rupestres (campos de altitude). Domínio Morfoclimático, que se concentra na região do Planalto Central do Brasil, reúne cerca de 23% do território brasileiro. (NOVAIS, 2011)

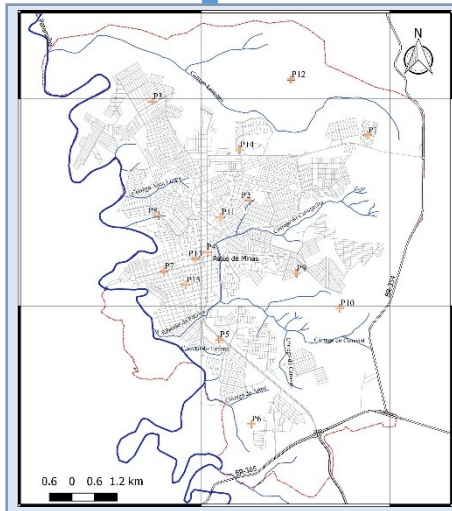
As ocupações das áreas de Cerrado foram intensificadas pela construção da capital do país (Brasília), cuja abertura de estradas e a valorização das terras propiciou o estabelecimento de atividades vinculadas à pecuária e à agricultura extensiva, isso graças à morfologia local propícia para a mecanização e para a correção do solo. Junto aos processos de abertura de fronteira agrícolas, estabeleceu-se também a expansão dos núcleos urbanos, e ainda hoje se experimenta forte crescimento urbano e populacional. Os rápidos avanços na região do Cerrado trouxeram sérios prejuízos não só ambientais, como também sociais.

A geomorfologia local apresenta feições representadas pela Bacia do São Francisco, na porção centro sul do cráton homônimo, especificamente, pelas características diagnosticadas no Grupo Bambuí e no Grupo Mata da Corda. O primeiro está presente desde o leste da serra

da Canastra, passando por Campos Altos e pelo alto curso do Rio Paranaíba, indo até a divisa de Patos de Minas com o noroeste do Estado. Já no Grupo Mata da Corda, as rochas têm ajustamento sobre as rochas sedimentares do Grupo Areado ou sobre os metassedimentos, metadiamicritos e ardósias do grupo Bambuí, que aparecem sobre todo o divisor de águas entre as bacias dos rios Paranaíba e São Francisco desde o município de Campos Altos até Patos de Minas. (BAPTISTA, 2004).

A rede hidrográfica do município é formada por duas importantes bacias, sendo elas Bacia do Rio São Francisco, que acompanha suas áreas limítrofes, na porção leste, e a Bacia do Rio Paranaíba, que corta o município no sentido Norte e Sul e delimita a área urbana em seu sentido oeste. Além disso, a referida bacia abastece a cidade de Patos de Minas e compõe o receptor da drenagem urbana, através de alguns córregos que percorrem o interior do centro urbano: Córrego do Monjolo, Córrego da Cadeia, Córrego do Catingueiro, entre outros pequenos cursos d'água.

Os aspectos físicos (relevo, geologia, geomorfologia, hidrografia, clima e vegetação) de uma paisagem estão intimamente relacionados. Ante isso, é impossível a dissociação entre esses elementos, sendo notável atuação de um sobre o outro, principalmente no que se refere à relação climática com os demais fatores.



### 3. Os Métodos: Temperatura do Ambiente e Temperatura de Superfície

*Uma coisa é observar para tentar compreender, registrar os fenômenos para os interpretar com o apoio de explicação geral; uma outra é ir “à pesquisa” como quem vai ao zoológico ou ao safári! (BERNARD KAYSER. 1985)*

Dentre as etapas desenvolvidas, o Capítulo 3 é o mais importante para o desenvolvimento desta pesquisa, visto que é nele que foi traçado o passo a passo para se chegar aos questionamentos iniciais. Para tanto, inicialmente, apresentamos o método de coleta em campo, sua importância e significância na construção do trabalho.

#### 3.1 A importância da atuação do geógrafo em campo

Desde o princípio da ciência geográfica, os trabalhos de campo foram concebidos como métodos fundamentais para análise da sua principal categoria, o espaço geográfico. Essa herança é trazida pela corrente naturalista, que utilizava o método analítico em campo para realizar suas pesquisas, como foi o caso de Alexander von Humboldt, em suas expedições naturalísticas, que buscavam relacionar os diferentes aspectos físicos e naturais do ambiente. Por causa dessa iniciativa, ele é considerado o fundador da Geografia Física Moderna. Neste mesmo sentido, Alentejano e Rocha-Leão (2006, p.53) defendem que

a sistematização da Geografia enquanto ciência muito deve ao conjunto de pesquisas e relatórios de campo elaborados anteriormente por viajantes, naturalistas e outros, verdadeiro manancial de informações que foram

essenciais para a construção das bases para o desenvolvimento da Geografia. (ALENTEJANO; ROCHA-LEÃO, 2006, p. 53)

Além de ser peça chave na elaboração e análise dos aspectos físicos da pesquisa geográfica, os trabalhos de campo tornam-se indispensáveis no sentido de conhecimento e comprometimento com os aspectos sociais que envolvem a área de estudo, afinal, a busca por respostas na pesquisa concentra-se em mostrar os resultados para a comunidade.

Suertegaray (2004) instiga o debate sobre o trabalho de campo para o geógrafo, elucidando o termo “campear”, cujo significado, estabelecido pelo homem do campo, se concentra no ato de procurar, que, por sua vez, pode, tão logo, ser vinculado ao termo pesquisar. Dessa forma, o trabalho de campo não se desvincularia do processo da pesquisa como uma etapa isolada, mas sim, como algo intrínseco a ela. Como afirma Paul Claval (2013, s/p), “O trabalho em campo fornece ao geógrafo uma garantia da autenticidade dos dados com os quais trabalha; permite-lhe apreender as estruturas do espaço estudado e as divisões que o caracterizam.”

Haja vista que a Geografia e, por conseguinte, a pesquisa geográfica, passou/passa por transformações em seu campo epistemológico, pode-se dizer que nem sempre o trabalho de campo foi aceito como método essencial nas análises dos elementos espaço geográfico. Conforme Suertegaray (2002, p. 2),

No método positivista, tão conhecido nosso, o campo (realidade concreta) é externo ao sujeito. O conhecimento está no objeto, portanto no campo, no que vemos.

No método neo-positivista o campo como realidade empírica é externo ao sujeito. Agora, nesta perspectiva, o campo como realidade externa é uma construção do sujeito.

No método dialético, o campo como realidade não é externo ao sujeito, o campo é uma extensão do sujeito, como é numa outra escala a ferramenta para trabalhar uma extensão do seu corpo, ou seja, a pesquisa é fruto da interação dialética entre sujeito e objeto. Resulta da compreensão dialética o conceito de PRÁXIS e a concepção de que estamos no mundo para pensá-lo e transformá-lo. Pesquisar pressupõe reconhecer para intervir. A pesquisa de campo é o conhecimento feito através da vivência em transformação.

No método fenomenológico, o campo é a expressão das diferentes leituras do mundo. É o lugar (da observação e da sistematização) do olhar do outro. Negando o positivismo, este método não separa sujeito e objeto.



Na compreensão da hermenêutica, o campo é a interação do sujeito no seu caminhar e pensar com o objeto. O sujeito como ponto de partida do conhecimento promove, a partir de sua vivência, a ação que desencadeia o processo de conhecimento e (re)construção do mundo. O campo é o texto, este precisa ser desvendado aberto e compreendido em seus múltiplos significados para, a partir dessa compreensão promover a reconstrução do sujeito/objeto/sujeito. Da nossa prática advém nossas indagações e das respostas que damos a elas advém nossa prática e as transformações simultâneas de nós e do mundo. (SUERTEGARAY, 2002, p.2)

A autora supracitada identifica que algumas visões ideológicas podem visualizar a pesquisa de campo como dispensável, visto que “a leitura do mundo pode ser feita a partir das representações do mundo, a exemplo dos mapas, das cartas e, mais recentemente, das imagens de satélites”, ou seja, essas novas ferramentas tecnológicas proporcionam à análise geográfica uma capacidade de obter informação sem necessariamente estar em contato direto com o objeto. Porém, Suertegaray (2002) é categórica quando afirma que “as novas tecnologias facilitam o campo, mas sem método não há produção de conhecimento, afinal instrumentos são meios de trabalho”.

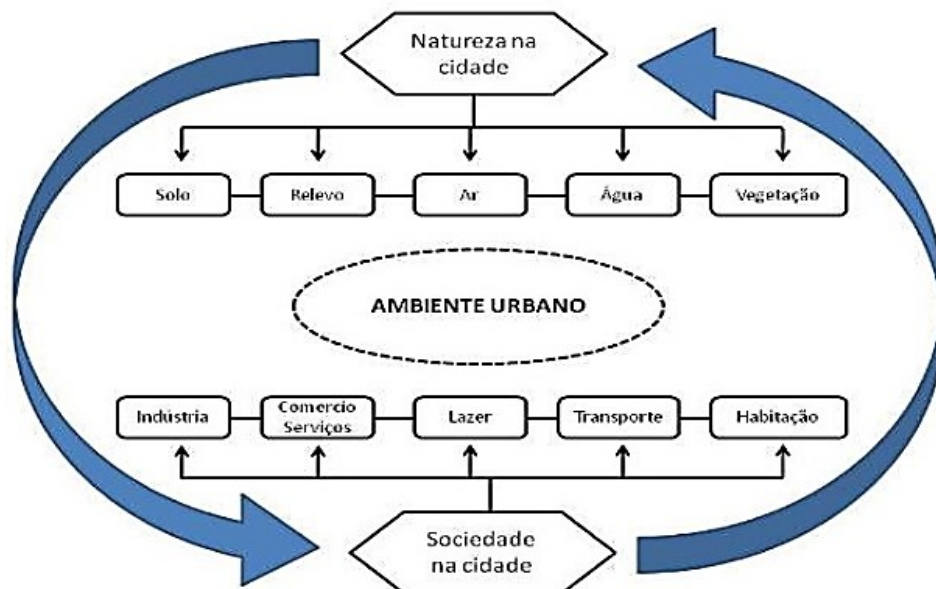
É fato que as novas tecnologias auxiliam vastamente as pesquisas no espaço geográfico, porém utilizá-las em demasia sem o contato direto com o objeto não nos parece, nesta pesquisa, que seja suficiente, uma vez que as tecnologias são instrumentos e meios de trabalho e não o objeto de trabalho.

O questionamento que fica é: no processo de pesquisa é necessário que pesquisadores essencialmente devam escolher um único método para o desenvolvimento de suas pesquisas? Seria oportuno, neste momento, ressaltar que geógrafos, ou mesmo cientistas das mais diferentes áreas do conhecimento, têm a possibilidade de identificar e analisar sua problemática sobre diferentes caminhos. É necessário desvincular-se de um doutrinamento acadêmico que, por vezes, inibe a criatividade e a capacidade do sujeito, fato este que não condiz com o processo de pesquisa. (SANTOS, 1999, p. 118).

O reflexo desse doutrinamento se processa na necessidade de “dividir” a Geografia em aspectos naturais e humanos, o que empobrece a ciência em questão. Afinal, o espaço

geográfico não pode ser observado como um sistema em que os elementos são dissociados um dos outros. Trata-se de um sistema integrado, no qual fazem parte os seres vivos, os não vivos e toda a paisagem que se instalam, como é caso do ambiente urbano, descrito pelo Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo – PNUD (1997), como um “processo de intercâmbio entre a base natural de uma cidade, a respectiva sociedade ali existente e a infraestrutura construída, resultante do processo de interação dos três subsistemas: instância natural, instância humana e construção humana.” (Figura 13)

**Figura 13** - Representação Esquemática do Ambiente Urbano



Fonte: Mendonça (2004)

Acredita-se que a melhor maneira, que os envolvidos (estudiosos, urbanistas e gestores urbanos) têm de entender os problemas ambientais urbanos, está vinculada à uma perspectiva conjuntiva, sistêmica entre natureza e a sociedade, que deve ser executada através de análises em loco, a partir, dos trabalhos de campo.

O trabalho de campo é instrumento chave para a superação dessas ambiguidades, não priorizando nem a análise dos chamados fatores naturais nem dos fatores humanos (ou “antrópicos”). O trabalho de campo deve se basear na totalidade do espaço, sem esquecer os arranjos específicos que tornam cada lugar, cidade, bairro ou região uma articulação particular de fatores físicos e humanos em um mundo fragmentado, porém (cada vez mais) articulado. O trabalho de campo em Geografia deve perseguir, portanto, a ideia de particularidade na totalidade, abandonando de modo enfático a ideia de singularidade de lugares, cidades, bairros ou regiões. (SERPA, 2006, p. 10)

É nítido nas discussões traçadas até então, que o trabalho de campo se transformou de peça fundamental do método geográfico para o próprio método, “fruto do predomínio de uma concepção empirista que despreza”, por vezes, “a teoria e atribui à descrição da realidade a condição de critério de verdade”. (ALENTEJANO; ROCHA-LEÃO, 2006, p. 53). Neste sentido, é preciso que fique claro que o trabalho de campo como método geográfico deve estar vinculado à uma base teórica consonante com a proposta da pesquisa, fato este que se torna possível através do conhecimento prévio do tema de estudo, da área de realização e dos elementos que cercam o objeto de estudo. Segundo Serpa (2006, p. 10),

Não pode haver separação entre teoria e metodologia, entre os conceitos e sua operacionalização através do trabalho de campo. Essa separação existe e persiste, no entanto, na produção do conhecimento científico, não se constituindo numa especificidade da Geografia. O fantasma do empirismo que ronda a produção do conhecimento geográfico leva muitas vezes o pesquisador a reflexões teóricas elaboradas, mas sem a fundamentação empírica necessária à demonstração e à validação dos conceitos, que aparecem não raro descolados da realidade. Ou então se tem o oposto: bons bancos de dados e técnicas elaboradas de representação da realidade, sem a reflexão teórica necessária e fundamental à compreensão e análise crítica do conteúdo empírico pesquisado. Essa separação não existe e é um construto artificial, teoria e trabalho de campo são dois lados da mesma moeda. (SERPA, 2006, p.10)

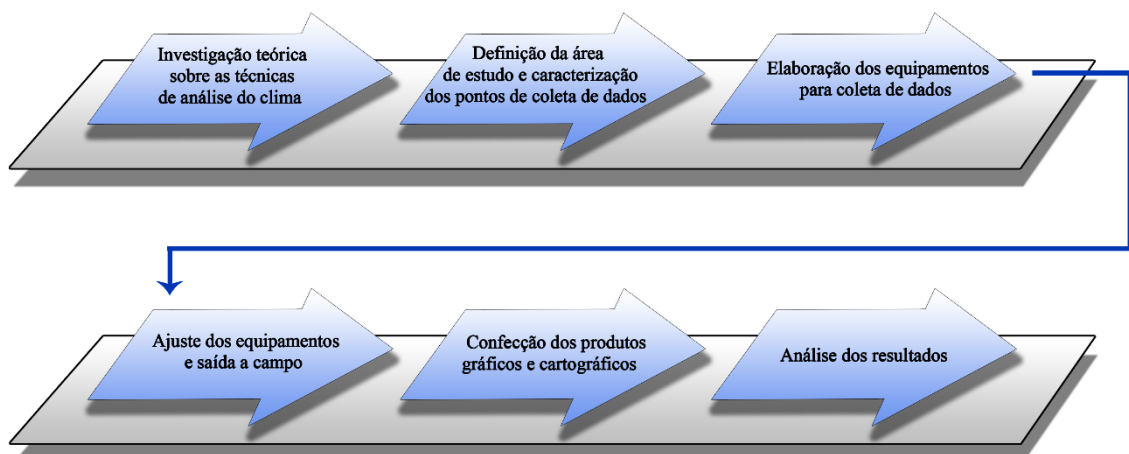
Fazer trabalho de campo representa, portanto, um momento do processo de produção do conhecimento que não pode prescindir da teoria, sob pena de tornar-se vazio de conteúdo, incapaz de contribuir para revelar a essência dos fenômenos geográficos. Neste sentido, trabalho de campo não pode ser mero exercício de observação da paisagem, mas partir desta, para compreender a dinâmica do espaço geográfico, em um processo mediado pelos conceitos geográficos. Neste caso, o referido trabalho de campo se sustenta, com as devidas adaptações, na proposta metodológica adotada no Canal I (Subsistema Termodinâmico) do Sistema Clima Urbano (S.C.U) e nas adaptações realizadas por Mendonça (2003, p.100), que elaborou um roteiro facilitador para a aplicação da referida metodologia em quatro fases, a saber:

- 1) Demarcação do campo de análise e do subsistema climático a ser estudado (termodinâmico, físico-químico e hidrometeorológicos);

- 2) Fundamentação cartográfica; setorização da cidade em ambientes geográficos diferenciados (análise espacial); caracterização geográfica (aspectos geomorfológicos, hipsométricos, disposição das vertentes, morfologia urbana e etc.); levantamento das características climáticas em uma abordagem genética; definição dos pontos de amostragens e periodicidade da coleta de dados em campo;
- 3) Realização de trabalho de campo - mensuração dos elementos climáticos em diferentes momentos do dia (escala horária), dos meses e do ano. Aquisição e análise de imagens de satélite para identificação da atuação das massas de ar na dinâmica atmosférica nos dias de coleta e os efeitos sob o clima urbano.
- 4) Definição e análise das características específicas do clima urbano estudado, formulando sugestões na perspectiva do desenvolvimento e planejamento da cidade.

Neste sentido, o trabalho de campo, desta pesquisa, foi organizado previamente para que as etapas não fossem negligenciadas no processo de construção da pesquisa. A organização seguiu as fases descritas no fluxograma da Figura 14, que serão posteriormente descritas individualmente.

**Figura 14** - Fluxograma das etapas para realização dos trabalhos em campo



**Elaborado por:** Castro (2019)

### 3.2 Descrição dos pontos de coleta

A seguir, serão descritas as características dos alvos de coleta de dados realizados durante os dias de campo da pesquisa. Destaca-se que os mapas produzidos para localização representam, por vez, cinco dos quinze pontos utilizados em campo.

#### Ponto 1: Condomínio Terra Nova

O primeiro ponto de coleta localiza-se a nordeste da malha urbana da cidade, cerca de 5km de distância do centro em linha reta, com altitude de aproximadamente 1.068 metros. Esse ponto de coleta é representado por um condomínio fechado de casas populares com lotes menores e restrito espaçamento entre as áreas construídas, visto que, as mesmas são germinadas umas às outras e padronização nos materiais de construção (estrutura de alvenaria e telhas de cerâmica vermelha). A arborização é restrita a alguns pontos nas calçadas e na área de lazer como mostra a Figura 15.

**Figura 15** - Patos de Minas - MG: Vista Panorâmica da entrada do Condomínio Terra Nova (2019)



**Fonte:** Registro da autora (2019)

Por pertencer a uma zona de transição entre o urbano e o rural, o entorno do condomínio é representado por áreas de pastagem e de agricultura, além de remanescentes vegetacionais de mata ciliar.

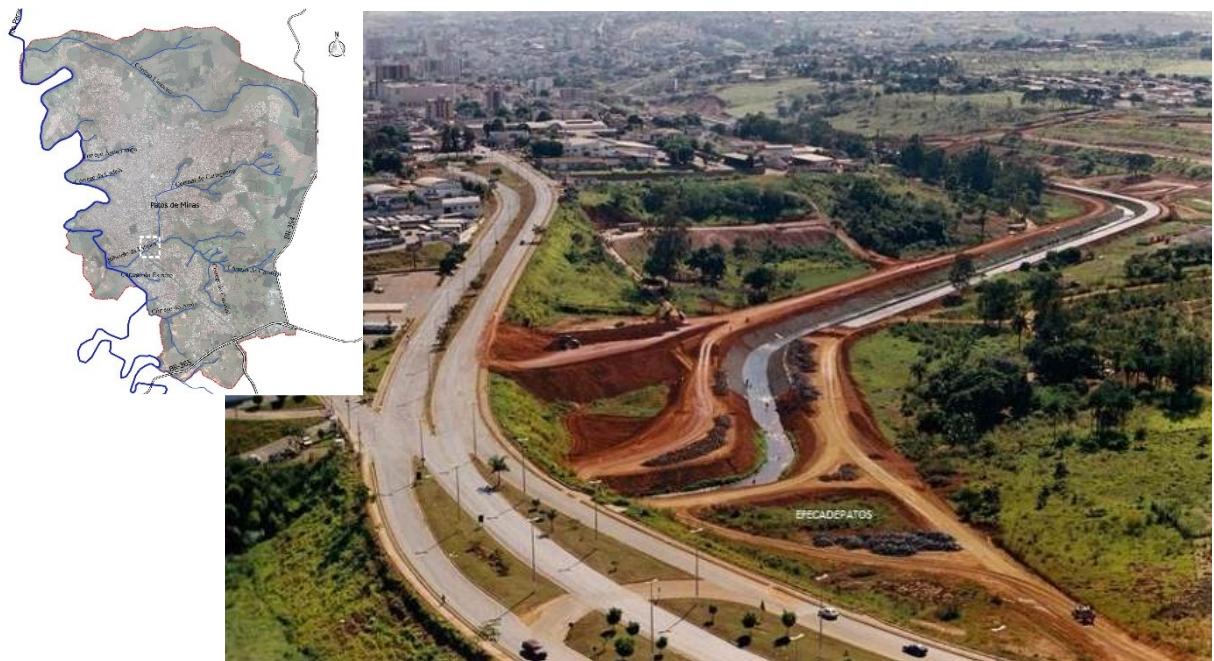
#### Ponto 2: Parque Municipal do Mocambo

Criado em 1990, Lei Municipal nº 2.578, o parque é o único ambiente deste seguimento na cidade e localiza-se entre os bairros Jardim Paraíso, Jardim Floresta e Valparaíso, distante a

aproximadamente 1km da região central, no sentido nordeste. O parque é a maior área verde da cidade com 129.41,98 m<sup>2</sup>, segundo dados da Prefeitura Municipal de Patos de Minas. (Figura 16)

Segundo Londe (2015, p.104), o ambiente “é constituído por tipos vegetacionais característicos de mata ciliar e mata de galeria que garante a preservação de nascentes na área, além de proteger, abrigar e manter a fauna local”. As nascentes originárias dentro do parque garantem o abastecimento do Córrego do Catingueiro (conhecido pela população local como Córrego do Monjolo) onde, em 1996, foi totalmente canalizado, dando origem à Avenida Fátima Porto. (Figura 17)

**Figura 16** - Patos de Minas: canalização do “Córrego Monjolo” na década de 1990



**Fonte:** Arquivo de Donaldo Amaro Teixeira. Disponível em:  
< <https://www.efecadepatos.com.br/?p=7568> > Acesso em: 19 de janeiro de 2019.



**Figura 17** - Patos de Minas: vista Aérea do Parque Municipal do Mocambo (2016)



**Fonte:** Wesley Raphael (2016)

Ainda sobre a arborização do Parque Municipal do Mocambo, Patrícia Londe, em sua dissertação de mestrado intitulada “Sistemas de espaços livres: uma avaliação da qualidade ambiental das áreas verdes de Patos de Minas/MG”, aplica um mecanismo de valoração e avaliação da qualidade ambiental de vários pontos da cidade. De acordo com Londe (2015, p. 119),

Ressalta-se que embora o parque apresente área permeável, superior a 70%, o poder público municipal deve se atentar para não ultrapassar esse limite, uma vez que a sua principal finalidade é a conservação dos recursos naturais. Destaca-se ainda, que o parque abrange áreas de nascentes e sua impermeabilização pode comprometer a recarga de água no solo, bem como potencializar o escoamento superficial. Para o indicador vegetação/arborização o índice foi de 0.86 – Ótimo. (LONDE, 2015, p. 119)

### Ponto 3: Bairro Nossa Senhora das Graças

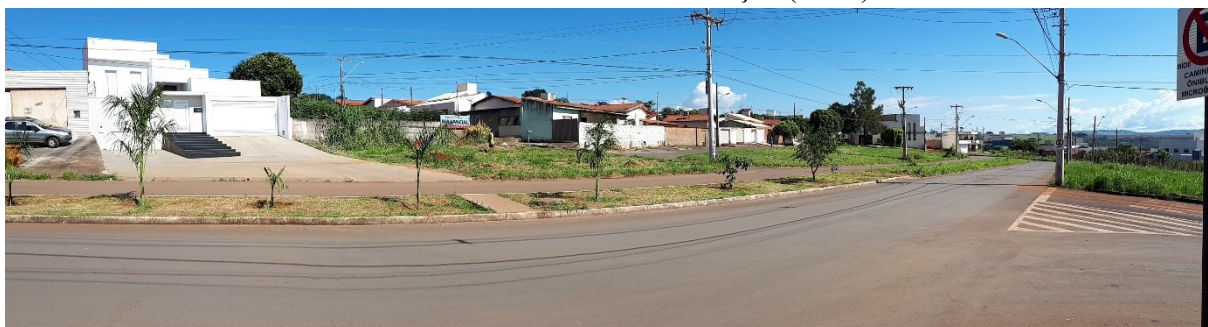
Com 893m de altitude, localizado na extremidade noroeste da área urbana, o ponto de coleta de dados número três foi fixado em uma área de ocupação urbana relativamente recente, datada em meados da década de 1990. Encontram-se na redondeza um número representativo de lotes vagos com espaçamento entre as edificações e arborização dentro e fora das

propriedades. O material de cobertura das residências alterna-se entre telhas de cerâmica vermelha e branca.

Esse é um bairro periférico, relativamente distante do centro da cidade; a distância em relação ao centro é de cerca de 3,5Km em linha reta. A 1km do ponto de coleta é possível encontrar o curso do Rio Paranaíba, juntamente com a mata ciliar, que se encontra parcialmente preservada, circundada por áreas de pastagem e de agricultura.

Nos últimos 8 (oito) anos, notou-se uma frente de expansão urbana nesta região graças ao processo inicial de instalação da estrutura predial da Universidade Federal de Uberlândia (Campus Patos de Minas), na localidade rural conhecida como “30 Paus”, cuja rota de circulação só é possível através das vias do Bairro supracitado nesta descrição. (Figura 18)

**Figura 18** - Patos de Minas: vista Panorâmica da entrada da Avenida Tomás de Aquino no Bairro Nossa Senhora das Graças (2019)



**Fonte:** Registro da autora (2019)

#### Ponto 4: Hospital Antônio Dias Maciel (Regional) - Bairro Centro

O ponto de número 4 foi utilizado como ponto de coleta apenas no primeiro mês de registro, isso se justifica graças à burocracia criada pela direção do estabelecimento de saúde em receber o equipamento de coleta de dados. Nos meses posteriores, outros locais com características similares foram selecionados para substituição.

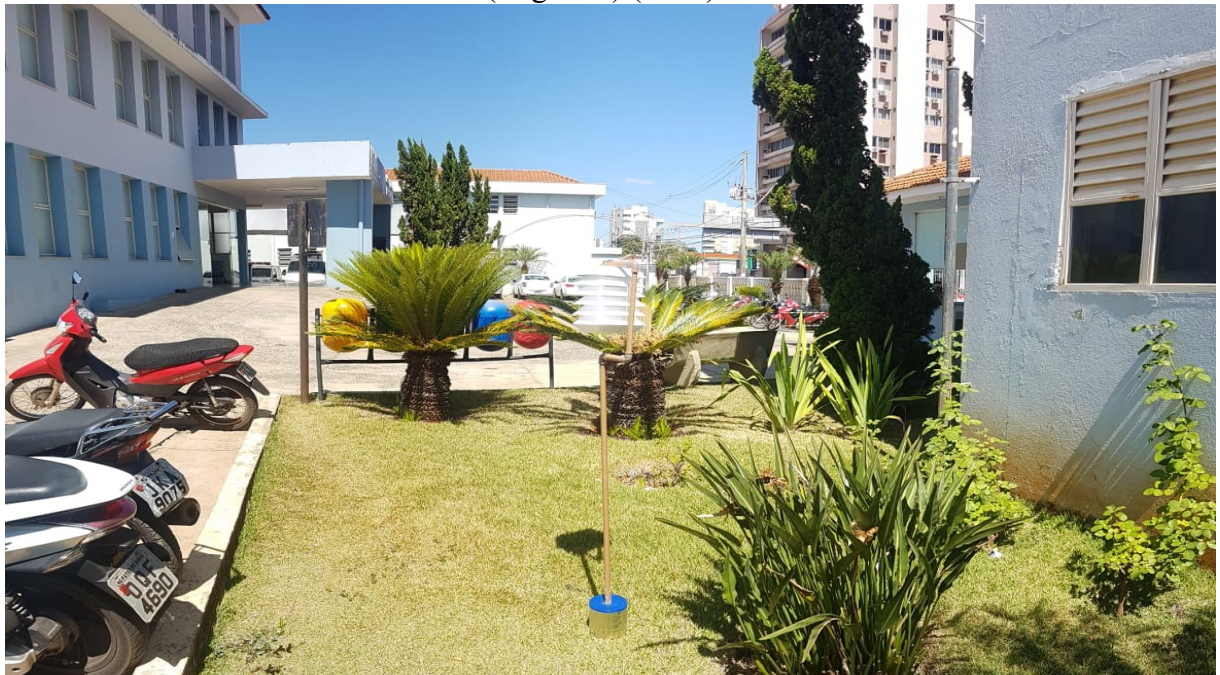
O ponto de coleta, que substituiu o Ponto 4, localiza-se na região central da cidade, precisamente entre as ruas Major Gote, Cônego Getúlio, Avenida Brasil e Rua José dos Reis, vias estas que recebem intenso fluxo de veículos, por ligarem as regiões norte/sul e leste/oeste



da cidade. A ocupação urbana da área é uma das mais antigas do núcleo urbano, datada em meados do ano 1965.

A região é predominantemente comercial com pouco espaçamento entre as construções e presença marcante de edificações prediais. Nota-se que, com exceção da Praça Getúlio Vargas, a arborização nas vias é quase inexistente. (Figura 19)

**Figura 19** - Patos de Minas: fotografia do ponto de coleta no Hospital Antônio Dias Maciel (Regional) (2019)



**Fonte:** Registro da autora, 2019.

#### Ponto 5: Faculdade Patos de Minas - Jardim Paulistano

Na porção sudoeste, localiza-se o ponto de coleta de dados 5, margeado pela Avenida Juscelino Kubitschek de Oliveira, via de acesso aos demais bairros da cidade. A região é caracterizada por barracões comerciais de produtos automotores, de construção civil e de implementos agrícolas. Porém, a edificação, em que ocorreram as coletas, é utilizada por uma instituição de ensino superior privada, como mostra a Figura 20.

**Figura 20** - Patos de Minas: vista Panorâmica da entrada da Faculdade Patos de Minas (2019)



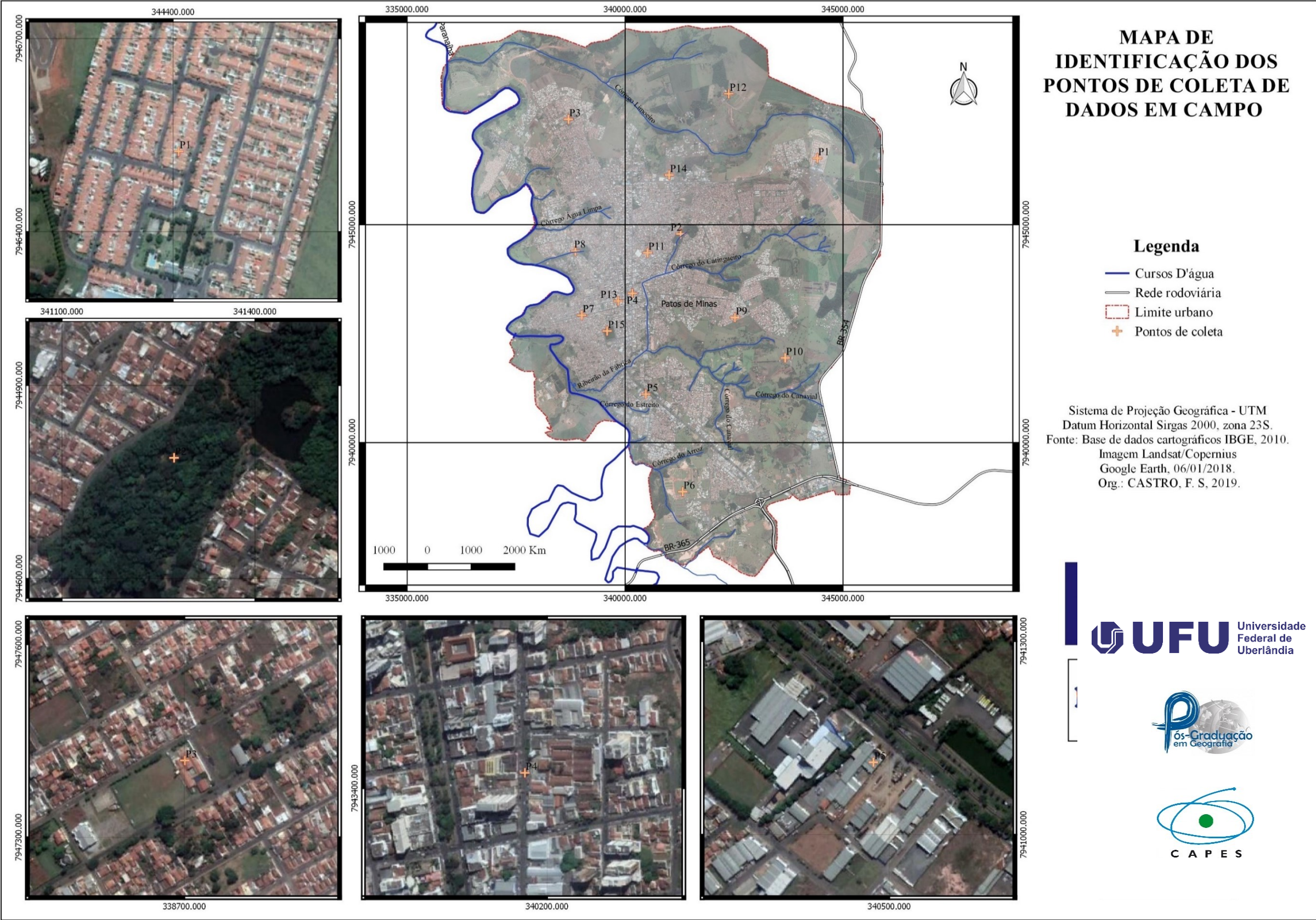
**Fonte:** Registro da autora (2019)

Os galpões são, em sua maioria, construídos com chapas de alumínio e ferragens, o que garante um maior aquecimento com a incidência dos raios solares. O ambiente possui, no entorno, uma presença considerável de vegetação arbórea, principalmente no canteiro central da avenida, e lotes não construídos também são identificados nas proximidades do local. Esse fato pode, parcialmente, ser explicado pela recente ocupação local em meados do ano 2000.

A seguir, na Figura 21, é possível visualizar a localização e as características dos pontos de campo descritos anteriormente, distribuídos na malha urbana.



Figura 21 - Patos de Minas: mapa de localização e identificação dos pontos 1, 2, 3, 4 e 5 de coleta de dados em campo (2018)



Fonte: Base de Dados IBGE (2010) e Imagem Landsat/Copernius Google Earth(2018) Org.: Castro (2018)



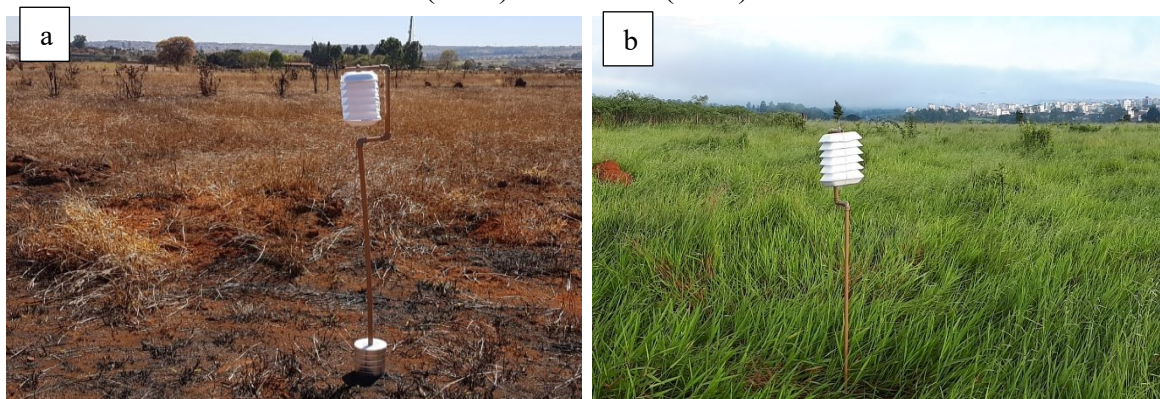
### Ponto 6: Bairro Planalto

O ponto número 6 localiza-se na extremidade sul da malha urbana da cidade em loteamentos recém estabelecidos. O aparelho de coleta foi fixado em uma área que até o mês de junho de 2016 era utilizada como área agrícola, seja para pastagem ou plantio, e a partir desse período foi loteado e ainda não possui área construída.

Durante os períodos de seca, o solo é exposto, e, no verão, com a chegada das chuvas, aparecem as gramíneas (Figura 22a e b). O ambiente é circundado por áreas agrícolas e vestígios de vegetação nativa, visto que se encontra a 1km da margem do Rio Paranaíba, no sentido sudoeste.

O Ponto 6 está a 850m de altitude e, por ainda não receber interferência de edificações, a circulação do vento é intensa.

**Figura 22** - Patos de Minas: fotografia do ponto de coleta no Bairro Planalto em agosto (2018) e fevereiro (2019)



**Fonte:** Registro da autora (2019)

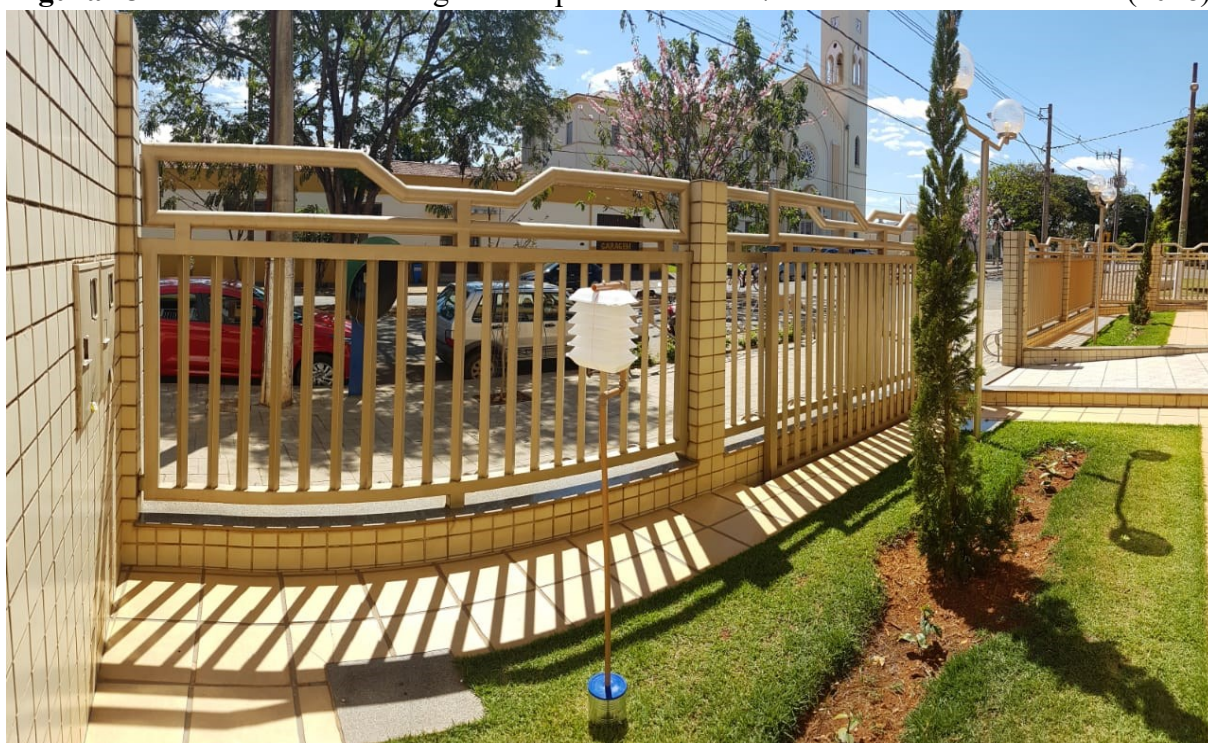
### Ponto 7: Bairro Santa Teresinha

A coleta, neste ponto, foi realizada apenas no primeiro mês, já que nos meses seguintes esse ponto foi deslocado para o Ponto 14 (Lagoa Grande). Essa mudança se justifica pela resposta espectral das imagens de satélite tomadas como referência para realização das coletas em campo.

O ambiente está a menos de 1km da região central da cidade e o aparelho foi fixado na Avenida Paranaíba, via com intenso fluxo de veículos, pois liga alguns bairros da periferia ao

centro e a outros bairros no sentido Leste-Oeste, como apresenta a Figura 23. A ocupação urbana do local iniciou na década de 1960 e, por essa razão, apresenta características diferentes dos bairros mais recentes. Os lotes são relativamente maiores com espaços destinados à impermeabilização, as edificações são mais espaçadas umas das outras e o material de cobertura é quase que, predominantemente, de cerâmica vermelha.

**Figura 23** - Patos de Minas: fotografia do ponto de coleta 7 no Bairro Santa Teresinha (2018)



**Fonte:** Registro da autora (2018)

A arborização viária é identificada no canteiro central da avenida supracitada e, encontra-se, ocasionalmente, dentro de algumas propriedades dispersas pelo bairro.

#### Ponto 8: Fórum - Bairro Copacabana

O Ponto 8, apresentado na Figura 24, foi escolhido pela localização próxima ao Córrego Água Limpa, que apesar de ter remanescentes de vegetação ciliar ao longo de suas margens, o restante do bairro não possui vegetação expressiva. O bairro foi ocupado a partir dos anos 2000 e, por essa razão, as construções possuem características diferentes das construções dos bairros mais antigos. Os lotes são relativamente mais estreitos, o material de cobertura recorrente é o



de cerâmica branca, espaços quase inexistentes para impermeabilização dentro das propriedades, e não há um espaçamento grande entre as áreas construídas. Nota-se também a presença de lotes sem ocupação construtiva, deixando, na maioria das vezes, os solos expostos.

**Figura 24** - Patos de Minas: vista Panorâmica do Ponto de coleta do Bairro Guanabara (2019)



**Fonte:** Registro da autora (2019)

O Ponto 8 fica na borda oeste da cidade, distante aproximadamente 1km da zona central, ligada pela Avenida Padre Almir Neves de Medeiros. A avenida recebe intenso fluxo de veículos por representar, segundo o código de trânsito brasileiro, uma via arterial, sendo “caracterizada por interseções em nível, geralmente, controlada por semáforos, com acessibilidade aos lotes lindeiros e às vias secundárias e locais, possibilitando o trânsito entre as regiões da cidade” (BRASIL, CTB, Anexo 1, 1997). A altitude local é de 797m.

#### Ponto 9: Bairro Sebastião Amorim

A leste do núcleo urbano foi instalado o ponto de coleta número 9. Ocupado em meados de 1985, o bairro apresenta uma ocupação quase que total do solo urbano, ou seja, não são identificados lotes vagos em grande quantidade, a não ser pelas bordas do bairro limítrofes com a área rural, onde é possível encontrar espaços destinados ao uso agrícola.

A vegetação viária é quase inexistente, no entanto, nota-se a presença arbórea dentro das propriedades. As construções se alternam entre o padrão de outros bairros, já citados anteriormente, com estrutura de alvenaria e cobertura com telhas de cerâmica vermelha, e as edificações mais recentes, que apresentam como cobertura telhas de cerâmica branca.

O Ponto 9 está a 895m de altitude e se mantém distante da região central por aproximadamente 2,5km. Nas proximidades do ponto de coleta não existem vias de grande circulação de veículos.

#### Ponto 10: Hospital Veterinário UNIPAM

O Hospital Veterinário, Figura 25, que é situado na direção sudeste do núcleo urbano, cerca de 4km em linha reta do centro, é marcado pelo contato e transição entre rural e urbano. Circundado por propriedades rurais, o uso do solo se alterna entre as práticas agrícolas e as áreas de vegetação natural (mata ciliar e preservação ambiental).

**Figura 25** - Patos de Minas: vista Panorâmica da entrada do Hospital Veterinário (UNIPAM, 2019)



**Fonte:** Registro da autora (2019)

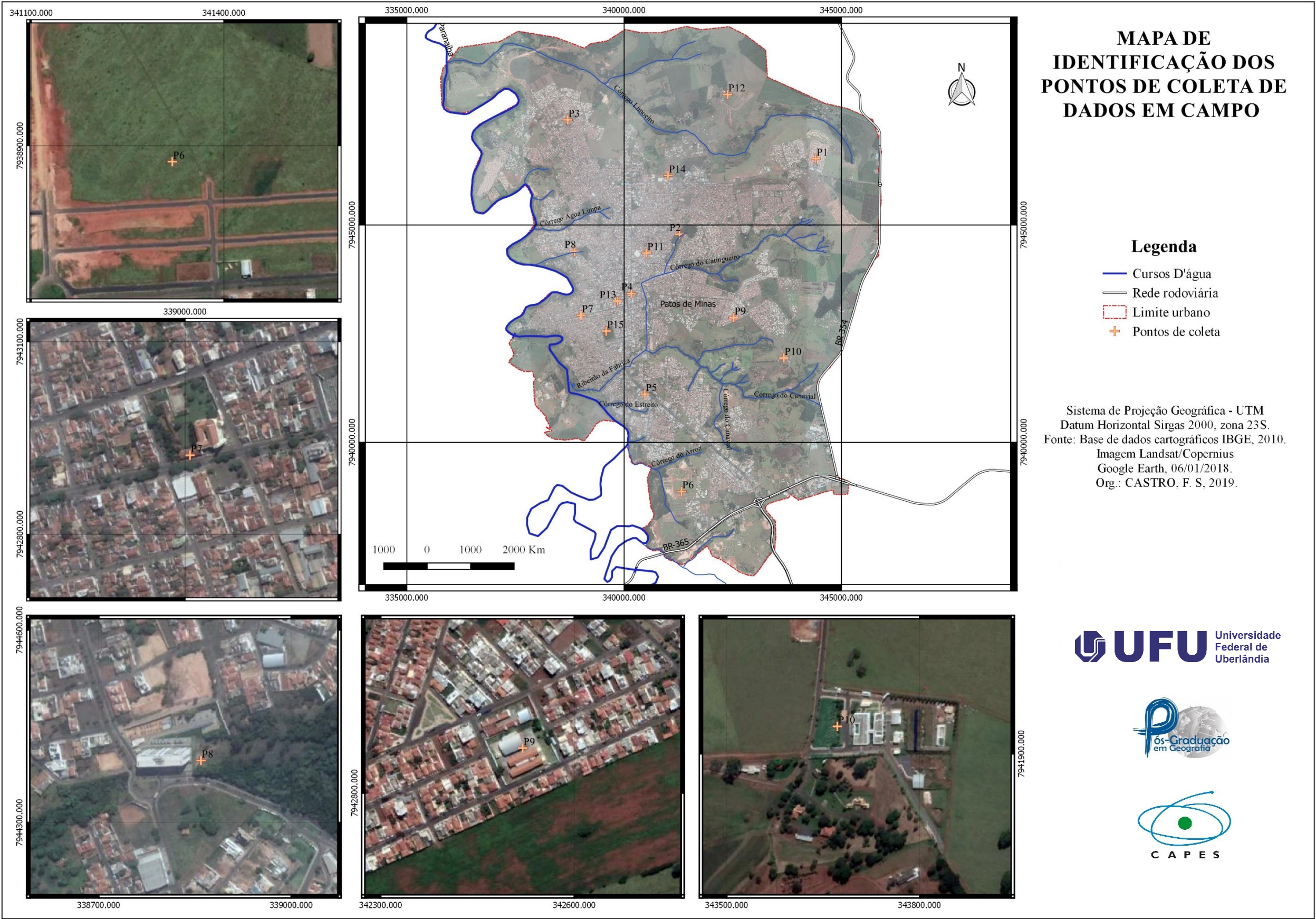
A menos de um quilômetro, é possível acessar a BR-354, que liga o município às demais localidades do território. Por essa via, tem-se o acesso à BR-040 que, por sua vez, garante o acesso ao Distrito Federal. Por essa razão, a circulação da rodovia é intensa, marcada não só por veículos de passeio, mas também por caminhões. .

Por se tratar de um ambiente aberto, sem a interferência de edificações, a circulação de ventos é facilitada, o que contribui para uma sensação térmica mais amena. Além disso, a proximidade com a vegetação do Córrego Canavial propicia uma dinâmica climática com temperaturas médias mais baixas e umidade do ar mais elevada.

A seguir, na Figura 26, é possível visualizar a localização e as características dos pontos de campo descritos anteriormente, distribuídos na malha urbana.



Figura 26 - Patos de Minas: mapa de localização e identificação dos pontos 6, 7, 8, 9 e 10 de coleta de dados em campo (2018)



Fonte: Base de Dados IBGE, 2010 e Imagem Landsat/Copernius Google Earth(2018) Org.: Castro (2018)



### Ponto 11: Bairro Centro

O ponto de número 11 começou a ser utilizado como ponto de coleta a partir do terceiro mês de registro, isso se justifica graças à elaboração de novos equipamentos que possibilitaram a expansão dos pontos de coleta, que antes se restringiam a 8 (oito) .

O Ponto 11 localiza-se na região central da cidade, precisamente entre as ruas Major Jerônimo e Ana de Oliveira, as quais recebem intenso fluxo de veículos, por pertencerem ao núcleo da região central da cidade. A ocupação urbana da área é uma das mais antigas, datada em meados do ano 1965, proporcionando ao componente viário características dessa época, ruas estreitas com calçadas quase inexistentes.

O ambiente é formado por edificações que se alternam entre residências e comércios, o que garante uma dinâmica própria nos materiais construtivos, como se pode visualizar nas imagens, coberturas com cerâmica vermelha, telhas de amianto e de chapas de zinco. Outra característica é a presença de prédios no entorno do ponto, onde o equipamento foi fixado. Nota-se uma tímida presença na arborização das vias e dentro das propriedades. (Figura 27)

**Figura 27** - Patos de Minas: fotografia do ponto de coleta 11 no Bairro Centro (Setta) (2018)



**Fonte:** Registro da autora (2018)

### Ponto 12: Alto Limoeiro

O ponto 12, mostrado na Figura 28, foi escolhido pela localização em área de contato rural e urbano. O ambiente apesar de ter características predominantemente rurais, está inserido dentro do perímetro urbano, considerado, pelo zoneamento municipal, como área de expansão urbana. Próximo ao ponto de coleta há uma área de vegetação nativa remanescente. A presença

de edificações não é expressiva, no entorno é possível identificar áreas com predomínio de culturas agrícolas e represamento.

**Figura 28** - Patos de Minas: vista Panorâmica do ponto de coleta no Bairro Alto Limoeiro (2019)



**Fonte:** Registro da autora (2019)

O local fica na extremidade norte da cidade, distante a aproximadamente 5km da zona central, e a única via que garante o acesso para os demais bairros é a Avenida Marabá. Essa avenida recebe intenso fluxo de veículos por representar, segundo o código de trânsito brasileiro, uma via arterial, interligando bairros de diferentes áreas do núcleo urbano. Dentre os pontos de coleta, este é um dos que apresenta maior altitude, 1024m.

#### Ponto 13: Bairro Centro (estacionamento Bretas)

Em substituição ao ponto 4, descrito anteriormente, o local de coleta número 13 foi utilizado para coleta de dados do segundo mês de registro em diante, justificado pela impossibilidade de coleta no ponto anterior. (Figura 29)

**Figura 29** - Patos de Minas: vista Panorâmica da entrada do Bretas Supermercado (2019)



**Fonte:** Registro da autora (2019)

O Ponto 13 localiza-se também na região central da cidade, precisamente entre as Avenidas Brasil e Paranaíba e as Ruas Dona Luísa e Doutor Marcolino, vias que recebem

intenso fluxo de veículos, por permitirem a circulação dentro do núcleo central e pela possibilidade de acesso ao demais bairros da cidade. A ocupação urbana da região foi firmada no ano de 1956 até meados do ano 1965.

O ambiente é predominantemente comercial, com recorrência de telhados de amianto ou de zinco, o que não impediu a fixação de algumas propriedades residenciais. Há pouco espaçamento entre as construções e a presença marcante de edificações prediais. Nota-se que a arborização nas vias é quase inexistente.

#### Ponto 14: Bairro Caiçaras

O ponto de coleta número 14 localiza-se ao norte da malha urbana da cidade, cerca de 3km de distância do centro em linha reta, com altitude de aproximadamente 925m. O Ponto 14 possui ocupação recente, isto é, a partir da década de 2010. O ambiente é marcado pela zona de contato entre a área urbana e a rural, também considerado pelo zoneamento municipal como área de expansão urbana. Próximo ao ponto de coleta, nota-se a presença de áreas com solo exposto, o que garante a temperatura de superfície um aquecimento maior do alvo. (Figura 30).

**Figura 30** - Patos de Minas: vista Panorâmica do ponto de coleta 14, Bairro Caiçaras (2019)



**Fonte:** Registro da autora (2019)

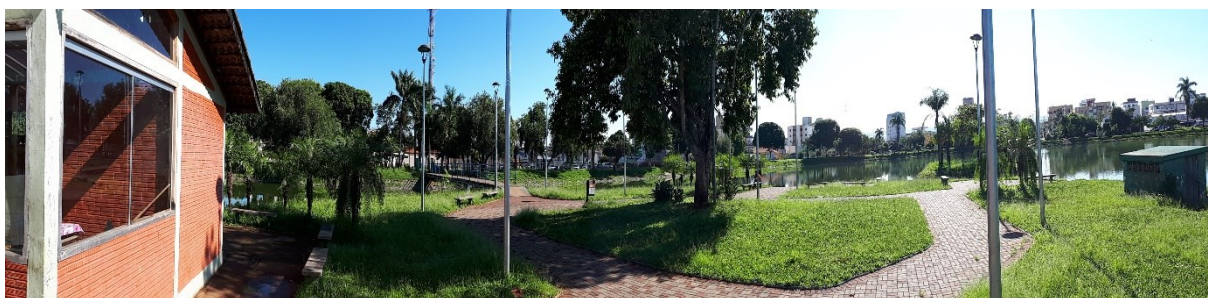
A presença de edificações não é expressiva; no entorno é possível identificar áreas com predomínio de culturas agrícolas. A via que garante o acesso para os demais bairros é a Avenida Marabá que logo é interceptada pela Rua Major Gote, que propicia a ligação entre as extremidades norte e sul da cidade.



### Ponto 15: Parque Lagoa Grande

Criado em 1982, pela Lei Municipal nº 1.860, o parque, cujo nome oficial é Parque Recreativo Doutor Itagiba Augusto da Silva (Figura 31), é um dos principais pontos turísticos da cidade devido à presença de uma Lagoa natural, que foi represada e funciona como regulador térmico no microclima, localiza-se no Bairro Lagoa Grande entre a Avenida Piauí e as Ruas Barão do Rio Branco, Amazonas, Acre e Ouro Preto. Distante a, aproximadamente, 1km da região central, no sentido sudoeste, é um ponto de grande circulação de pessoas e veículos, já que na orla da Lagoa foi instalado o Terminal Rodoviário José Rangel.

**Figura 31** - Patos de Minas: vista Panorâmica do Parque Lagoa Grande (2019)



**Fonte:** Registro da autora (2019)

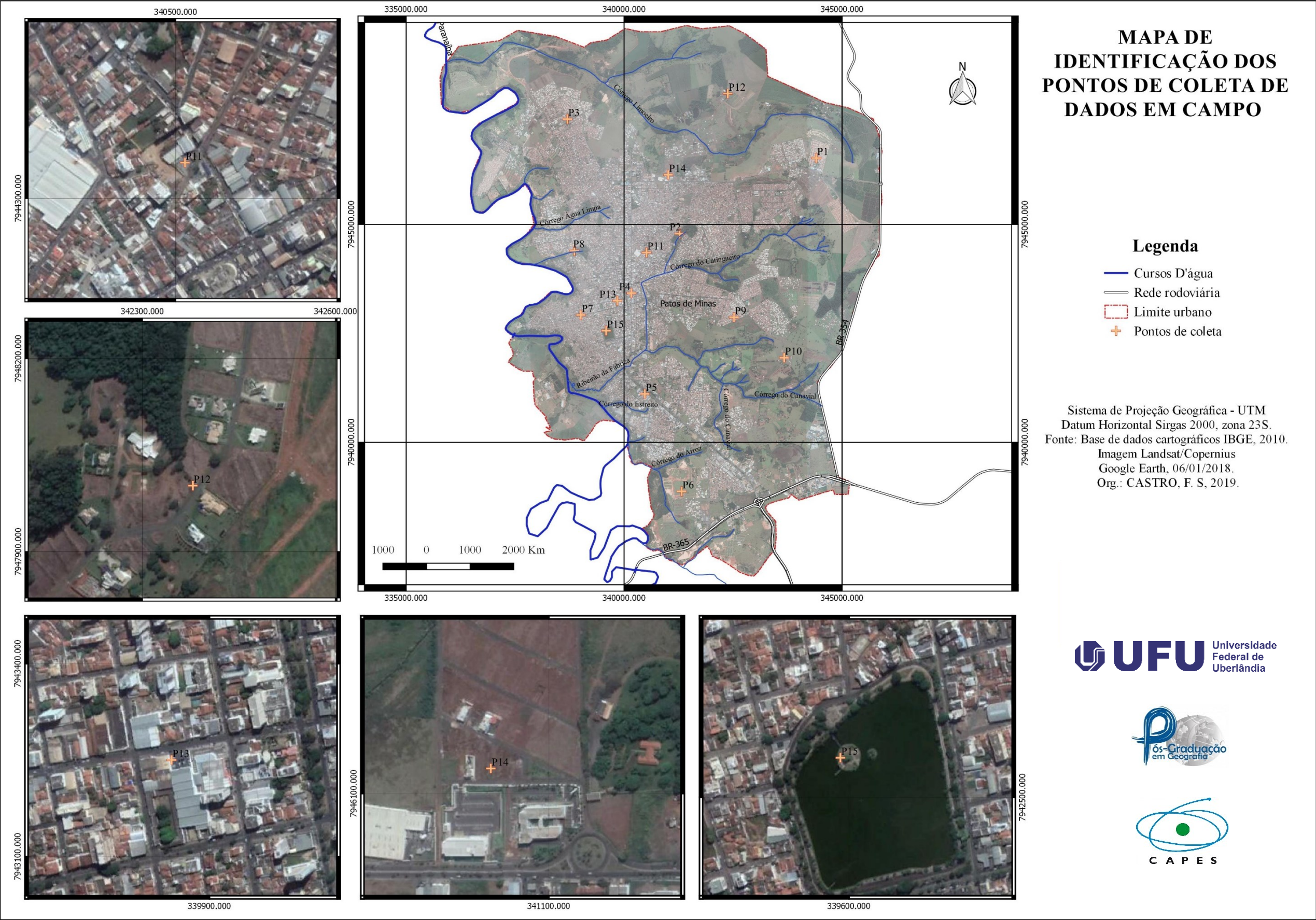
A lagoa possui uma área de 53.380,24m<sup>2</sup>, destinada ao lazer e à recreação da população. É circundada por edificações, que se alternam entre espaços comerciais e residenciais. Nota-se a presença de vegetação arbórea no entorno da Lagoa, principalmente no canteiro central.

Segundo Londe (2015, p.137), o ambiente obteve, a partir de seus estudos, um índice para vegetação e arborização de 0.5, que é considerado regular pelos padrões de análise. Porém, a mesma autora ressalta que “como é um parque destinado a lazer e recreação da população foi projetado para exercer tal função, ao contrário do que ocorre no Parque do Mocambo, que tem a função ambiental como principal, sendo a vegetação sua característica dominante”. (LONDE, 2015, p.138).

A seguir, na Figura 32, é possível visualizar a localização e as características dos pontos de campo descritos anteriormente, distribuídos na malha urbana.



Figura 32 – Patos de Minas: mapa de localização e identificação dos pontos 11, 12, 13, 14 e 15 de coleta de dados em campo (2018)





Fonte: Base de Dados IBGE, 2010 e Imagem Landsat/Copernius Google Earth (2018) Org.: Castro (2018)



### 3.3 Elaboração dos materiais de campo

Os aparelhos utilizados foram 8 (oito) termohigrômetros portáteis com data logger. No caso das aquisições iniciais, utilizou-se dois modelos diferentes de equipamentos, como mostra o Quadro 7. Os aparelhos foram disponibilizados pelos Laboratórios de Climatologia e de Recursos Hídricos, do Instituto de Geografia, e da Faculdade Ciências Integradas do Pontal, ambos pertencentes à Universidade Federal de Uberlândia - UFU.

**Quadro 7** – Especificações dos equipamentos de coleta de dados





Marca Modelo	Hobo <sup>®</sup> U-14 data logger	Instrutherm <sup>®</sup> HT-70
Faixa de temperatura e umidade de operação	-20 a + 50 °C / 0 a 95%	- 40 a 70°C / 0 a 100%
Capacidade de Temp. e RH	21.500 registros	32.700 registros
Intervalos de amostragem selecionáveis pelo software	1 segundo até 18 horas	1 segundo até 24 horas
Precisão de temperatura e umidade	± 0,21 °C / ± 2,5%	± 1°C / ± 3,0%
Imagem		

**Fonte:** Onsetcomp <<https://www.onsetcomp.com/products/data-loggers/u14-001>> e Instrutherm <<https://www.instrutherm.net.br/dataloger-mod-ht-70>>. Acesso em: 01 de março de 2019.

Posteriormente, houve a elaboração de mais aparelhos, haja vista a necessidade de uma espacialização e, posteriormente, a triangulação dos dados em campo de forma mais eficiente, resultando em materiais geocartográficos e análises geoestatísticas mais confiáveis.

Visando a aquisição de novos materiais, foram feitas pesquisas orçamentárias *on-line* de termohigrômetros com data logger que pudessem atender aos trabalhos de campo, porém o resultado mostrado na tabela, a seguir (Quadro 8), apresentou inviabilidade financeira, devido ao preço elevado dos aparelhos.

**Quadro 8 - Planilha orçamentária de equipamentos**

Fabricante/ Modelo	Icel Manaus HT-4010	Instrutherm HT-70	Instrubras AKROM® KR420	Ômega™ OM-EL-USB-2- LCD	Onset Hobo® U-14
Valor em R\$	R\$449,00 + frete	R\$493,29 + frete	R\$540,00 + frete	R\$650,00 + frete	R\$720,00 + impostos de importação
Imagem					

**Fonte:** levantamento realizado pela autora. **Org.:** Castro (2019)

### 3.3.1 Os termohigrômetros

Desta maneira, em razão do preço elevado dos aparelhos, uma alternativa seria a criação dos equipamentos através de componentes eletrônicos disponíveis no mercado, possibilitando a produção deles com custo bem abaixo do cotado. Porém, antes de iniciar o processo de aquisição e montagem dos termohigrômetros, buscou-se a orientação de um engenheiro eletricitista para análise da viabilidade técnica e econômica. O auxílio do profissional nos processos de criação, planejamento, programação e montagem aconteceu de forma voluntária em prol do avanço científico.

Perante a análise do engenheiro, a aquisição de algumas peças foi analisada para o processo de produção dos termohigrômetros. Havia a necessidade que o equipamento respondesse as seguintes características estruturais: custo baixo; dimensões e peso reduzidos, facilitando o transporte durante o campo; fonte de energia de fácil manuseio e disponibilidade, como pilhas tipo AA; autonomia de energia suficiente para no mínimo 6 horas de funcionamento ininterruptos; robustez e confiabilidade. Além disso, o equipamento também necessitava ser capaz de colher, registrar e armazenar as temperaturas e umidade do ar em um intervalo de tempo e data específicos. A partir das características e funcionalidades elencadas foi possível o levantamento dos componentes eletrônicos necessários para a fabricação. (Tabela 5). O levantamento de valores dos componentes eletrônicos, apresentou um custo de R\$160,30

por cada unidade dos termohigrômetros alternativos. Isso representou uma economia de aproximadamente 72%, em relação ao valor médio dos termohigrômetros disponíveis no mercado, citados no Quadro 8.

**Tabela 5** – Especificação e orçamento dos equipamentos utilizados para confecção do termohigrômetros

Quantidade	Materiais	Valor unit. (R\$)	Valor agregado (R\$)
6	Sensor de umidade e temperatura DHT22 / AM2302	27,80	166,80
6	Arduino <sup>®</sup> UNO R3	25,75	154,50
6	Data logger shield	26,15	156,90
1	Cabo USB - B	10,00	10,00
6	Pilha Lithium Botão Cr1220 3V	6,00	36,00
6	Cartão de memória 8GB	20,00	120,00
24	Pilha Alcalina AA	2,50	60,00
6	Suporte para pilha 4 lugares	10,00	60,00
1	Display	25,00	25,00
1	Caixa hermética multiuso slin	12,80	12,80
5	Caixas plásticas multiuso	2,00	10,00
-	Demais componentes eletrônicos	30,00	30,00
-	Frete	-	120,00
<b>68</b>	<b>-</b>	<b>198,00</b>	<b>962,00</b>

**Fonte:** Levantamentos da autora. **Org.:** Castro (2019)

Diante da etapa orçamentaria e a confirmação da viabilidade econômica e técnica na produção dos termohigrômetros alternativos, iniciou-se o processo de aquisição dos componentes, como mostra a Figura 33, programação e montagem.

**Figura 33** – Componentes eletrônicos adquiridos para fabricação dos termohigrômetros.



**Fonte:** Registro da autora (2019)



Toda a parte de desenvolvimento, programação e montagem foi feita pelo Engenheiro Eletricista Rafael Jeremias de Santana na empresa *Sistema Solar Engenharia*, na cidade de Lagoa Formosa - MG. Após a aquisição de todo o material, a primeira etapa foi a programação. Utilizou-se a plataforma Arduino®, uma interface *open-hardware*, que apesar de possuir um ambiente de desenvolvimento próprio, (Figura 34), é baseado em linguagem de programação C.

**Figura 34 - Interface da plataforma de programação do Arduino®**



```

Arquivo Editar Sketch Ferramentas Ajuda
gdaog11
#include "DHT.h"           //Bibliotecas do sensor DHT
#include "RTClib.h"         //Bibliotecas do RTC
#include <SPI.h>            //Bibliotecas do cartão SD
#include <SD.h>
#include "Wire.h"          //Bibliotecas do modulo I2C
#include "LiquidCrystal_I2C.h" //Bibliotecas do Display LCD

#define DHTPIN A1 // pino que estamos conectado
#define DHTTYPE DHT22 // DHT 11

#define CS 10 //coloquei para testar

DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);

LiquidCrystal_I2C lcd(0x3F,2,1,0,4,5,6,7,3, POSITIVE); // Inicializa o display no endereço 0x3F

int Pino_CS = 10; //Pino CS do cartão SD

RTC_PCS1307 rtc;
File file;

void setup()
{
  dht.begin();             //Inicia o sensor DHT

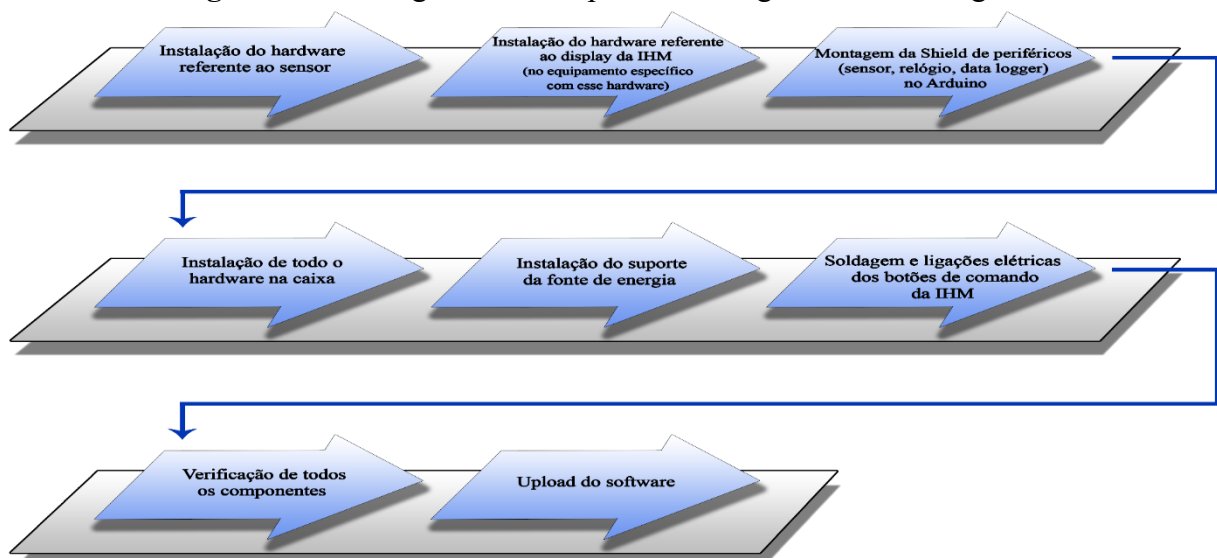
  lcd.begin(16,2);         //Inicializa o lcd
  lcd.setBacklight(HIGH);  //habilita luz caso o jumper esteja conectado
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Ola! Bem Vindo!");

  //Impressão terminada
  
```

Fonte: Registro da autora (2019)

As etapas de montagem do equipamento estão descritas no fluxograma a seguir, na Figura 35:

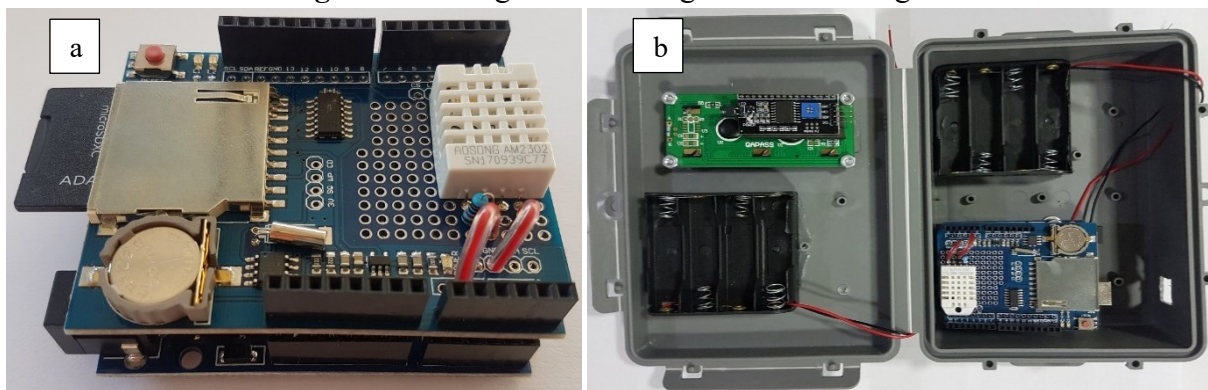
**Figura 35 - Fluxograma das etapas de montagem dos termohigrômetros.**



Elaborado por: Castro (2019)

Na Figura 36-a, é possível visualizar a shield com periféricos encaixados ao Arduino, formando o *hardware* principal. Já na Figura 36-b tem-se todo o *hardware* dentro da caixa, formando o termohigrômetro alternativo modelo com display.

**Figura 36** - Imagens da montagem dos termohigrômetros.



**Fonte:** Registro da autora (2019)

Após término da montagem dos termohigrômetros alternativos, foram feitos testes de funcionalidade e aplicabilidade no trabalho. Algumas características finais do equipamento e dos resultados dos testes podem ser vistas no Quadro 9.

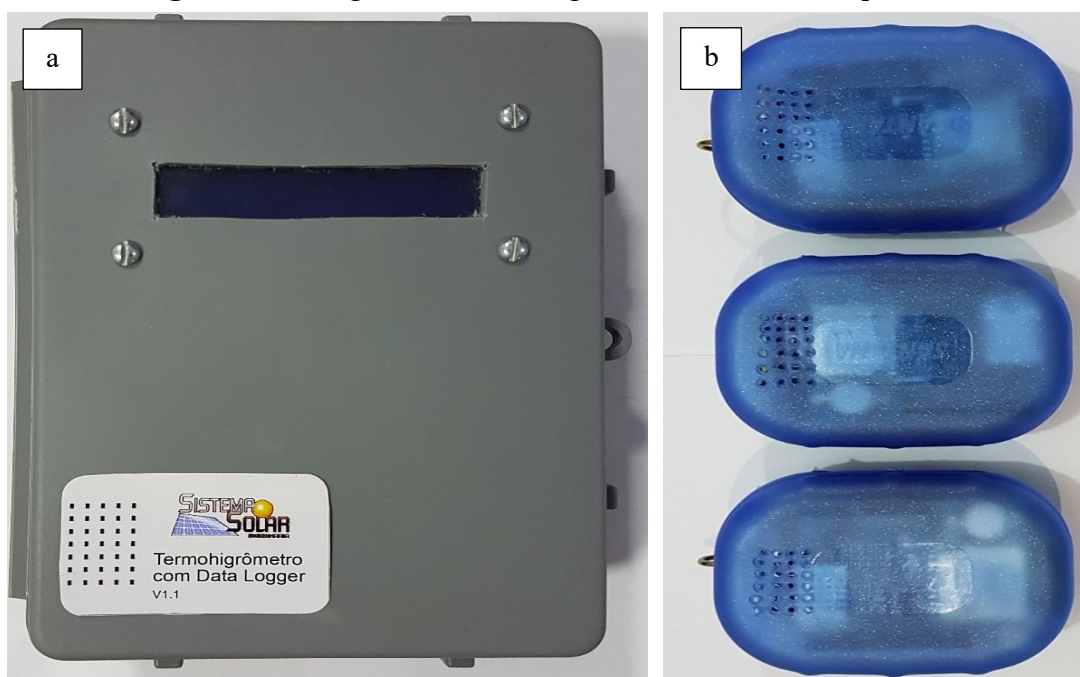
Cabe ressaltar que foram montados dois tipos de termohigrômetros: o primeiro, com *display* (Figura 37-a), para leitura dos dados, e o segundo, sem o visor de informação, para que o projeto fosse financeiramente mais viável, já que não havia a necessidade de apresentação dos dados no *display*, pois eles seriam armazenados e, posteriormente, extraídos para leitura, como mostra a Figura 37-b.

**Quadro 9** - Especificações dos termohigrômetros alternativos

Marca Modelo	Termohigrômetro alternativo
Faixa de temperatura e umidade de operação	-40 a + 80 °C / 0 a 100%
Capacidade de Temp. e RH	> 99.999 registros (com SD Card de 8 GB)
Intervalos de amostragem programáveis no software	5 segundo até 24 horas
Precisão de temperatura e umidade	$\pm 0,5$ °C / $\pm 2,0\%$
Autonomia energética	30 dias aproximadamente

**Fonte:** Energia Solar Engenharia (2019) **Org.:** Santana (2019)

**Figura 37** - Imagens dos termohigrômetros alternativos prontos



**Fonte:** Registro da autora (2019)

### ***3.3.2 Os abrigos meteorológicos***

Além dos termohigrômetros, os abrigos meteorológicos também foram produzidos para a realização dos trabalhos de campo. Esses abrigos foram utilizados para proteção dos equipamentos, não só para que eles não ficassem expostos ao ar livre, mas também para preservá-los das intempéries e, principalmente, da ação dos raios solares diretos ou refletidos. Os abrigos tradicionais são confeccionados com madeira, têm persianas duplas e são implantados em terreno livres para evitar a reflexão dos raios solares. (Figura 38-a).

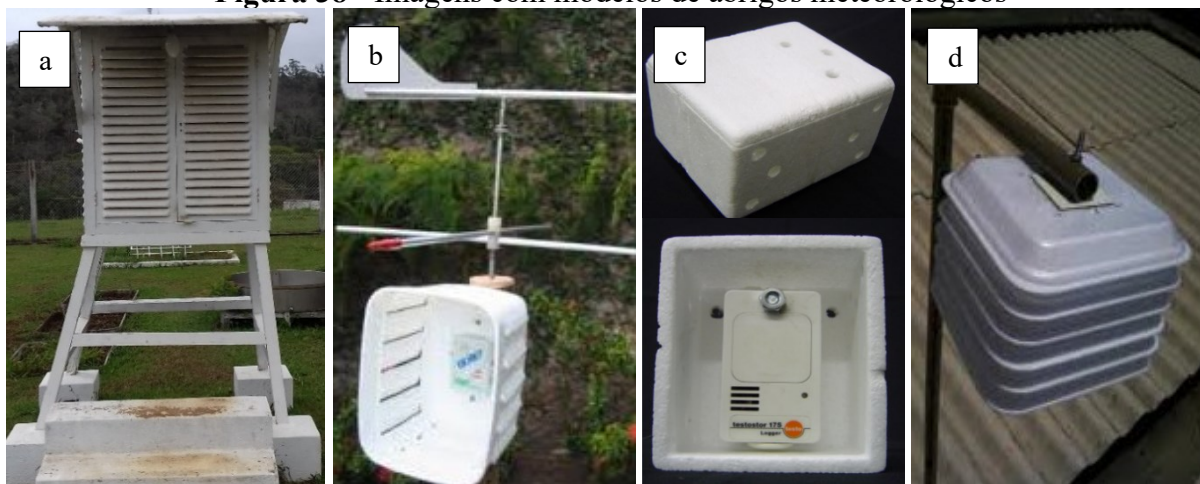
Porém, como aponta Oke (2005, p.182), os estudos de clima urbano desde períodos anteriores, não apresentavam uma padronização nos procedimentos de observação e nas análises de dados envolvidos nas pesquisas. Muitos trabalhos, analisados durante a pesquisa, não utilizam, nas medições microclimáticas, um abrigo para os equipamentos de coleta, no entanto, aqueles que utilizam, buscam meios alternativos para proteger os termômetros, já que os abrigos originais não são financeiramente viáveis para as pesquisas.

Dentre os trabalhos que utilizam abrigos alternativos, o trabalho de Carvalho (2005) ganhou destaque. O abrigo, produzido por ele, foi confeccionado a partir de caixas plásticas de sorvete na cor branca; na parte do fundo do recipiente foram colocados anemômetros, para proporcionar a ventilação, e recortadas aletas longitudinais nas laterais. Por fim, os abrigos foram fixados na parte superior de um mastro com 1,5m de altura, como mostra a Figura 38-b.

Em 2007, Pezzuto, em sua tese, intitulada “Avaliação do ambiente térmico nos espaços urbanos abertos. Estudo de caso em Campinas, SP”, confeccionou abrigos, para sensores termohigrotérmicos com datalogger, a partir de uma caixa de poliestireno expandido (EPS), da marca Isopor®, ventilada. (Figura 38-c)

Também propondo a utilização de materiais de baixo custo, Amorim, Duarte e Leder (2010) produziram e analisaram a eficácia na utilização de um abrigo feito através da sobreposição bandejas de EPS (Isopor®), Figura 38-d. Como resultado, os autores destacaram o custo benefício, cujo valor total por peça foi de apenas R\$4,00, e a proteção contra os intemperes foi eficaz, já que, se comparada a estrutura oficial, obteve uma variação de até 0,2°C.

**Figura 38** - Imagens com modelos de abrigos meteorológicos



**Fonte:** a - INMET (2011); b - Carvalho (2005, p. 98); c - Pezzuto (2007, p. 66); d – Amorim, Duarte, Leder (2010, s/p.)

Desta maneira, optou-se pela elaboração dos abrigos, tendo como referência o trabalho de Amorim, Duarte e Leder (2010), visto que, como aponta os supracitados autores, as bandejas de poliestireno expandido são funcionais na proteção dos equipamentos:

A utilização deste material para confecção das proteções considerou, além das já conhecidas características isolante-térmicas, diversas vantagens atribuídas ao EPS, tais como: baixo peso, baixa absorção de água, facilidade de manuseio, resistência mecânica, resistência ao envelhecimento, e por fim, o baixo custo de aquisição. Adequando-se assim ao uso pretendido, que requer um elemento de baixa interferência nas medições (isolante), resistência às intempéries, durável e de baixo custo. porém algumas adaptações foram necessárias para tornar viável a realização do campo. (AMORIM, DUARTE, LEDER, 2010, s/p.).

A primeira etapa para a construção dos abrigos meteorológicos foi a aquisição dos materiais utilizados que custaram R\$ 294,60, como mostra a Tabela 6.

Para produzir cada um dos abrigos foi necessária a sobreposição de 7 (sete) bandejas de Isopor®, separadas por pedaços de placa de E.P.S, com dimensões de 5x5x5cm, para permitir a ventilação dentro do abrigo e não afetar os registros e com aberturas que coubessem os equipamentos de registro (Figura 39-a). Além da função isolante do E.P.S, também foi utilizada, na primeira bandeja, uma folha de papel alumínio. A utilização dessa folha se deve há algumas de suas características físico-químicas, tais como: resistência à corrosão, pois o alumínio possui uma fina e invisível camada de óxido, que protege o metal de oxidações; propriedade antimagnética, por não ser magnético, ele é frequentemente utilizado como proteção em equipamentos eletrônicos. O alumínio é um importante elemento de barreira à luz, é também impermeável à ação da umidade e do oxigênio.

**Tabela 6** - Especificação e orçamento dos materiais utilizados para fabricação dos abrigos meteorológicos

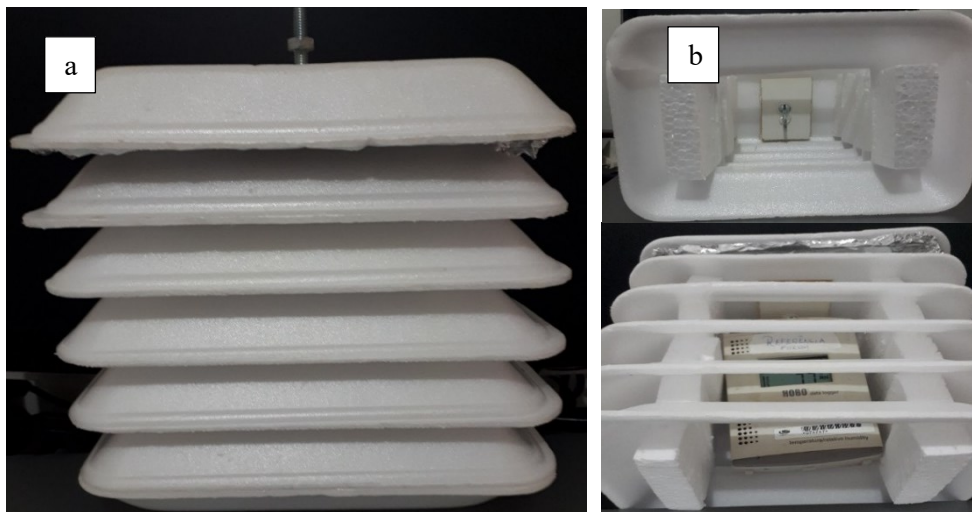
Quantidade	Material	Valor unit. / total R\$
100	bandejas de E.P.S com dimensões 21x14x2,8cm	0,20 / 20,00
2	placas de E.P.S com dimensões 100x50x5cm	8,70 / 17,40
12	folhas de papel alumínio nas dimensões 21x14cm	5,00 / -
3	cola para Isopor® 90g	8,50 / 25,50
15	Parafusos, porcas e arruelas	1,00 / 15,00
12	parafusos gancho zincado	0,25 / 3,00
12	placas de madeira cortadas nas dimensões 5x5cm	-
19	canos de P.V.C de 25mm (metro)	7,50 / 144,00
24	joelhos 90° de P.V.C de 25mm	1,20 / 28,80
12	adaptadores de cano de P.V.C de 25mm	1,00 / 12,00
12	latas de alumínio	-
1	pedra brita 10kg	23,90 / -
<b>Total</b>	-	<b>294,60</b>

Fonte: Levantamentos da autora. Org.: Castro (2019)



Na parte superior do abrigo, foram fixadas, com o auxílio dos parafusos, as placas de madeira e nelas colocados os parafusos gancho zincados, que possibilitaram a alocação dos termohigrômetros no interior do equipamento de proteção, como mostra a Figura 39-b.

**Figura 39** - Imagens do abrigo meteorológico produzido



**Fonte:** Registro realizado pela autora. **Org.:** Castro (2019)

Na fase seguinte, foram construídos, para sustentação dos abrigos, suportes de cano P.V.C com 1,5 de altura, respeitando a orientação do INMET, para os abrigos tradicionais e, na base, colocou-se a lata de alumínio preenchida com pedras britas, criando resistência para inibir a ação do vento. (Figura 40)

**Figura 40** - Imagens do abrigo meteorológico finalizado



**Fonte:** Registro realizado pela autora. **Org.:** Castro (2019)

### 3.4 Aferição e calibragem dos equipamentos

Com base nas discussões arroladas até o momento, nota-se que o trabalho de campo proporciona ao pesquisador dados em loco da área de estudo, garantindo a percepção da variação espaço temporal das informações levantadas. No entanto, a dificuldade de aquisição de dados climáticos através de equipamentos oficiais (Estações Meteorológicas), alavanca a necessidade de utilização de termohigrômetros digitais portáteis para a realização das pesquisas, principalmente aquelas voltadas para estudos de microclima, em que as medidas devem ser as mais precisas possíveis.

Callejas (2014) defende a importância e a confiabilidade garantida na coleta de dados através dos aparelhos de medição. Segundo Callejas (2014, s/p)

Os instrumentos de medição têm se difundido largamente nas áreas de Ciências Naturais e nas áreas de Engenharia com intuito de medir, controlar, atuar, monitorar e registrar variáveis físicas ambientais e de equipamentos em processos industriais. Isso tem acontecido devido à facilidade de manipulação e confiabilidade que estes instrumentos trazem aos processos ambientais e tecnológicos. (CALLEJAS, 2014, s/p.)

Como discutido na seção anterior, houve criação de novos aparelhos, haja vista a necessidade de contemplação de um maior número de pontos no perímetro urbano de Patos de Minas. Dessa maneira, para o sucesso do trabalho de campo, foi preciso executar uma etapa de calibração dos termohigrômetros. Danni-Oliveira (2002, p.76) aponta que “quando o objetivo é analisar diferentes pontos amostrais de uma área, os equipamentos devem estar calibrados entre si, de modo que permitam a comparação dos dados entre eles”.

Para a calibração, foi seguida a metodologia aplicada por Danni-Oliveira, em trabalho intitulado “Procedimentos de aferição de termômetros para atividades de campo em climatologia geográfica”, publicado em 2002. Cabe destacar que outros trabalhos foram consultados, porém o que mais se adequava à pesquisa foi o supracitado. A seguir serão descritas as etapas para calibração.

A primeira etapa foi a criação de uma planilha no Excel. Nas colunas foram colocados os valores de temperatura coletados em cada equipamento, e, nas linhas, os horários de leitura dos dados. Para identificação de cada um dos termohigrômetros, utilizou-se as letras do alfabeto. (Figura 41)

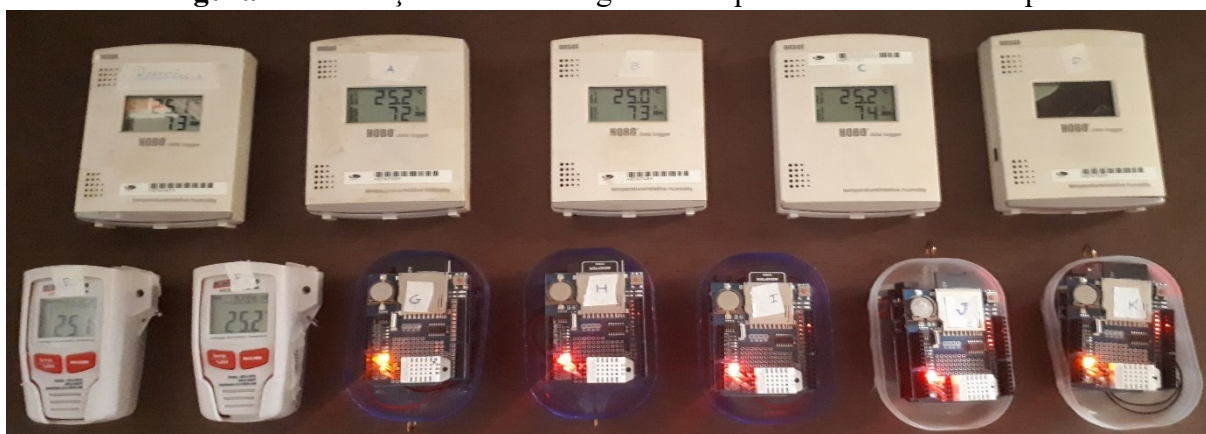
**Figura 41** - Modelo de planilha para organização dos dados iniciais.

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	TERMÔMETROS											
2	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
3	08:15											
4	08:20											
5	08:25											
6	08:30											
7	08:35											
8	08:40											
9	08:45											
10	08:50											
11	08:55											
12	09:00											
13	09:05											
14												
15												

**Fonte:** Levantamentos da autora. **Org.:** Castro (2019)

A sugestão da autora dessa metodologia é que sejam realizadas, no mínimo, cinco leituras simultâneas em cada termohigrômetro. Para este trabalho, foram feitas 11 (onze) leituras, com intervalo de minutos entre cada coleta de dados. Os aparelhos foram emparelhados um ao lado do outro, como mostra a Figura 42, em ambiente arejado sem a atuação de fontes de aquecimento ou resfriamento do ar. A aferição aconteceu das 08:00h às 09:05, porém nos 10 minutos iniciais as medidas não foram consideradas, visando a estabilização dos termômetros.



**Figura 42** - Aferição dos termohigrômetros para o trabalho de campo

**Fonte:** Registro feito pela autora. **Org.:** Castro (2019).

Os dados adquiridos foram tratados e organizados na planilha pré-elaborada, como mostra a Tabela 7. Após a organização dos dados, utilizou-se o cálculo da média das leituras efetuadas em cada horário de todos os aparelhos. (Figura 43)

**Tabela 7** - Organização dos dados de aferição

TERMOHIGRÔMETROS												
Horário	R	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
08:15	24.60	24.70	24.80	24.70	24.60	24.70	24.80	25.00	24.80	24.90	24.80	24.70
08:20	24.60	24.50	24.70	24.60	24.60	24.60	24.70	25.10	24.90	24.90	24.90	24.70
08:25	24.50	24.60	24.60	24.60	24.50	24.50	24.70	25.10	24.90	24.90	24.80	24.70
08:30	24.50	24.60	24.60	24.60	24.50	24.50	24.60	25.10	25.00	24.90	24.90	24.70
08:35	24.50	24.60	24.60	24.60	24.50	24.40	24.60	25.20	25.00	25.00	25.00	24.80
08:40	24.50	24.60	24.60	24.60	24.50	24.40	24.60	25.20	25.00	25.00	25.00	24.90
08:45	24.50	24.60	24.60	24.60	24.50	24.40	24.60	25.20	25.10	25.10	25.00	24.90
08:50	24.60	24.60	24.60	24.60	24.50	24.40	24.70	25.30	25.10	25.10	25.10	24.90
08:55	24.60	24.60	24.50	24.60	24.50	24.40	24.70	25.30	25.20	25.10	25.10	24.90
09:00	24.60	24.60	24.50	24.60	24.50	24.40	24.70	25.40	25.20	25.20	25.10	25.00
09:05	24.60	24.60	24.50	24.60	24.50	24.40	24.60	25.40	25.20	25.20	25.20	25.00

**Fonte:** Levantamentos da autora. **Org.:** Castro (2019)

Em seguida, foram calculados os desvios da média horária apresentado pelos termohigrômetros com a equação 1:

$$D_A = L_A - M_I \quad (1)$$

Onde:

$D_A$  é o desvio da temperatura registrada no termohigrômetro para o primeiro horário;

$L_A$  é a temperatura do termômetro registrada para o primeiro horário;

$M_I$  é a média aritmética das temperaturas registradas em todos os termômetros no primeiro horário das observações.

**Figura 43** – Planilha com temperatura de cada termohigrômetro e a média para cada horário

	R	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	Média
08:15	24.60	24.70	24.80	24.70	24.60	24.70	24.80	25.00	24.80	24.90	24.80	24.70	24.76
08:20	24.60	24.50	24.70	24.60	24.60	24.60	24.70	25.10	24.90	24.90	24.90	24.70	24.73
08:25	24.50	24.60	24.60	24.60	24.50	24.50	24.70	25.10	24.90	24.90	24.80	24.70	24.70
08:30	24.50	24.60	24.60	24.60	24.50	24.50	24.60	25.10	25.00	24.90	24.90	24.70	24.71
08:35	24.50	24.60	24.60	24.60	24.50	24.40	24.60	25.20	25.00	25.00	25.00	24.80	24.73
08:40	24.50	24.60	24.60	24.60	24.50	24.40	24.60	25.20	25.00	25.00	25.00	24.90	24.74
08:45	24.50	24.60	24.60	24.60	24.50	24.40	24.60	25.20	25.10	25.10	25.00	24.90	24.76
08:50	24.60	24.60	24.60	24.60	24.50	24.40	24.70	25.30	25.10	25.10	25.10	24.90	24.79
08:55	24.60	24.60	24.50	24.60	24.50	24.40	24.70	25.30	25.20	25.10	25.10	24.90	24.79
09:00	24.60	24.60	24.50	24.60	24.50	24.40	24.70	25.40	25.20	25.20	25.10	25.00	24.82
09:05	24.60	24.60	24.50	24.60	24.50	24.40	24.60	25.40	25.20	25.20	25.20	25.00	24.82

Fonte: Levantamentos da autora. Org.: Castro (2019)

Os resultados podem ser positivos, quando os desvios estão acima da média, ou negativos, quando os desvios apresentarem valores abaixo da média. Com os desvios encontrados, precisa-se calcular a média aritmética dos desvios, sendo que os sinais de + ou devem ser respeitados. (Tabela 8)

**Tabela 8** - Desvios da temperatura da média horária e média dos desvios de cada termohigrômetro

Horário	R	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
08:15	-0.158	-0.058	0.041	-0.058	-0.158	-0.058	0.242	0.242	0.042	0.142	0.042	-0.058
08:20	-0.133	-0.233	-0.033	-0.133	-0.133	-0.133	0.367	0.367	0.167	0.167	0.167	-0.033
08:25	-0.200	-0.100	-0.100	-0.100	-0.200	-0.200	0.400	0.400	0.200	0.200	0.100	0.000
08:30	-0.208	-0.108	-0.108	-0.108	-0.208	-0.208	0.392	0.392	0.292	0.192	0.192	-0.008
08:35	-0.233	-0.133	-0.133	-0.133	-0.233	-0.333	0.467	0.467	0.267	0.267	0.267	0.067
08:40	-0.242	-0.142	-0.141	-0.141	-0.242	-0.342	0.458	0.458	0.258	0.258	0.258	0.158
08:45	-0.258	-0.158	-0.158	-0.158	-0.258	-0.358	0.442	0.442	0.342	0.342	0.242	0.142
08:50	-0.192	-0.192	-0.191	-0.191	-0.292	-0.392	0.508	0.508	0.308	0.308	0.308	0.108
08:55	-0.192	-0.192	-0.291	-0.191	-0.292	-0.392	0.508	0.508	0.408	0.308	0.308	0.108
09:00	-0.217	-0.217	-0.316	-0.216	-0.317	-0.417	0.583	0.583	0.383	0.383	0.283	0.183
09:05	-0.217	-0.217	-0.316	-0.216	-0.317	-0.417	0.583	0.583	0.383	0.383	0.383	0.183
Méd. desvio	-0.205	-0.159	-0.159	-0.150	-0.241	-0.295	0.450	0.450	0.277	0.268	0.232	0.077

Fonte: Levantamentos da autora. Org.: CASTRO (2019)

A partir desses valores, é possível realizar a correção dos dados coletados durante todo o trabalho de campo, somando, às temperaturas, o desvio médio, quando for negativo, e diminuindo, quando o valor for positivo. Ao realizar a correção, tornou-se possível realizar a etapa seguinte deste capítulo, que é a produção dos resultados, a partir da confecção dos produtos cartográficos. A seguir, tem-se a descrição do passo a passo da produção dos mesmos.

### 3.5 A temperatura de ambiente

Com a determinação dos pontos de coleta já efetivados, bem como a confecção dos equipamentos e sua calibragem e aferição, foi possível iniciar a coleta dos dados em campo. A primeira etapa, para a coleta dos dados, consistiu na definição das datas de aquisição desses dados. As datas foram referenciadas a partir da passagem do satélite Landsat-8, que tem um intervalo de tempo de 16 (dezesseis) dias, como mostra a Tabela 9. O intuito da pesquisa foi correlacionar os dados adquiridos em campo com os de sensores termais do supracitado satélite, durante os 12 meses do ano.

**Tabela 9** - Datas de passagem do Satélite LANDSAT 8, entre agosto de 2018 e julho de 2019

<b>Agenda de Passagem LANDSAT 8</b>		
<b>2018</b>	<b>AGO</b>	21 - Terça
	<b>SET</b>	06 e 22* – Quinta e Sábado
	<b>OUT</b>	08* e 24 – Segunda e Quarta
	<b>NOV</b>	09* e 25 - Sexta e Domingo
	<b>DEZ</b>	11* e 27 – Terça e Quinta
<b>2019</b>	<b>JAN</b>	12* e 28 – Sábado e Segunda
	<b>FEV</b>	13* – Quarta
	<b>MAR</b>	01 e 17* – Sexta e Domingo
	<b>ABR</b>	02 e 18* – Terça e Quinta
	<b>MAI</b>	04 e 20* – Sábado e Segunda
	<b>JUN</b>	05 e 21* – Quarta e Sexta
	<b>JUL</b>	07* e 23 – Domingo e Terça

\* datas mais prováveis para aquisição da imagem, considerando a metade de dias em cada mês.

**Fonte:** Levantamentos da autora. **Org.:** Castro (2019)

Além da definição das datas, foi necessário se atentar para o horário que o satélite mapeava a área de coleta, que é às 10h:09min, aproximadamente. Assim, os dias definidos na agenda de passagem, os equipamentos eram afixados nos pontos antes das 10h, para que os dados fossem coletados dentro do horário pré-determinado. Como é sabido, o Governo Brasileiro adotou até 2019, durante a estação veranil, o “horário de verão”, que no período da pesquisa ocorreu entre 4 de novembro de 2018 e 16 de fevereiro de 2019. Durante essa fase do ano, os relógios são adiantados em alguns estados brasileiros, fato este que acontecia no estado de Minas Gerais. Como as passagens do satélite são realizadas de acordo com a Coordenada de

Tempo Universal (UTC), o horário de verão não é considerado para fins observacionais, desta maneira, nas medições de verão, o horário padrão foi considerado.

### ***3.5.1 Construção do material de análise***

Com os dados corrigidos, através dos valores adquiridos na aferição dos equipamentos, foi possível iniciar o processo de confecção dos materiais cartográficos para a análise dos dados recolhidos em campo. Para tanto, foram utilizadas ferramentas do QGIS (*Quantum Geographic Information System*), um *software* livre licenciado pela *GNU General Public License* com multiplataforma, que roda em sistemas operacionais variados e suporta múltiplos formatos vetoriais, raster, de banco de dados e outras funcionalidades. A escolha do *software* se justifica por dois motivos: o primeiro, pelo fato dele ser gratuito, já que a licença de outros programas inviabilizaria a conduta do trabalho pelo elevado custo na aquisição das ferramentas, e o segundo motivo deve-se ao fato da pesquisadora dominar tecnicamente as ferramentas disponibilizadas pelo *software*.

As etapas seguintes descrevem a realização dos materiais geocartográficos, representados pela interpolação dos dados recolhidos em campo, através de isotermas distribuídas na delimitação urbana da cidade de Patos de Minas.

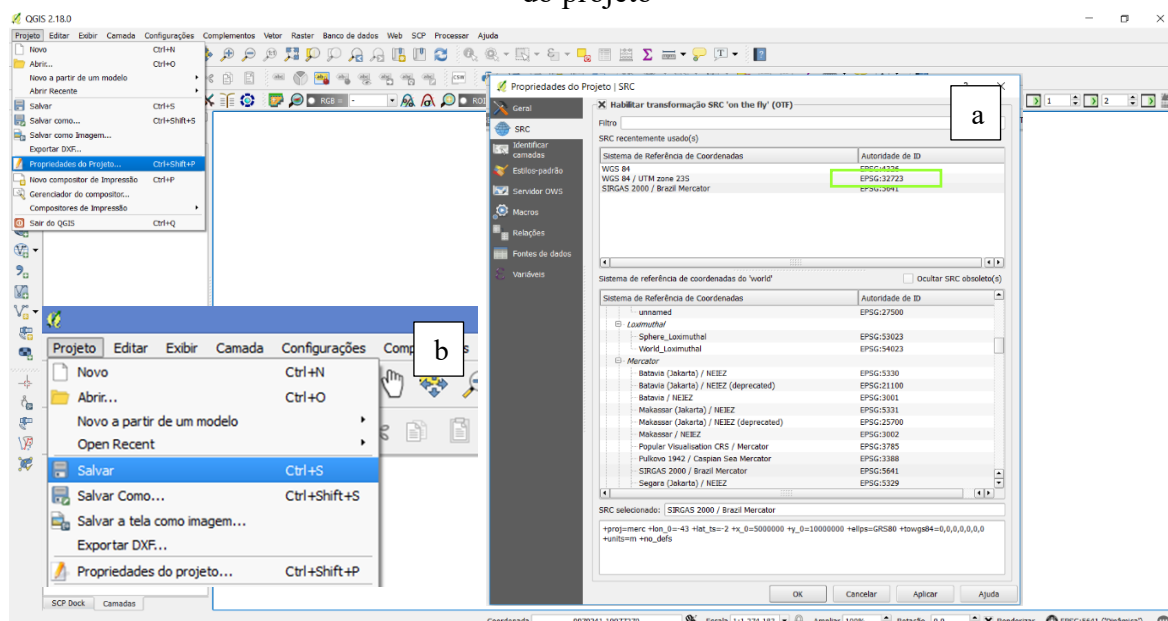
O primeiro passo é configurar o sistema de referência de coordenadas (SRC) do projeto, acessando o menu <<Projeto → Propriedades do Projeto>>; na faixa lateral da janela aberta, aciona-se a opção <<SRC (Sistema de Referência de Coordenadas) → Filtro>> e nela é inserido o código adequado para sua aplicação. Para a pesquisa em questão, o sistema utilizado foi o WGS84/UTM zona 23s, cujo código de acesso é o 32723. (Figura 44-a)

Feita a configuração, recomenda-se que o projeto seja salvo em pasta apropriada com o nome de sua preferência, por exemplo “Projeto Tese”, como mostra a Figura 44-b. Um arquivo de <<extensão \*.qgs>> deve ser criado. A organização é primordial em qualquer trabalho, porém, na geotecnologia, a organização deve ser redobrada, já que, se houver a alocação de

algum produto em pastas não vinculadas ao projeto, poderá haver perdas no processo de construção dos produtos finais.


A etapa seguinte consiste na tabulação dos dados de campo em uma planilha do Excel, como mostra a Figura 45. A mesma conta deve vir com as devidas informações: identificação dos pontos de coleta; valores de coordenadas do ponto (latitude e longitude). Convém ressaltar que as coordenadas devem estar configuradas em graus, minutos e segundos sem a utilização dos símbolos. Uma vez que a área de estudo está localizada ao sul da linha do Equador e a oeste do Meridiano central, faz-se necessário acrescentar o sinal de negativo (-) às coordenadas; e, por fim, as colunas subsequentes devem ser preenchidas com os dados recolhidos em cada ponto e horário descrito.

**Figura 44** - Etapas de criação, escolha de sistema de referência de coordenadas e salvamento do projeto

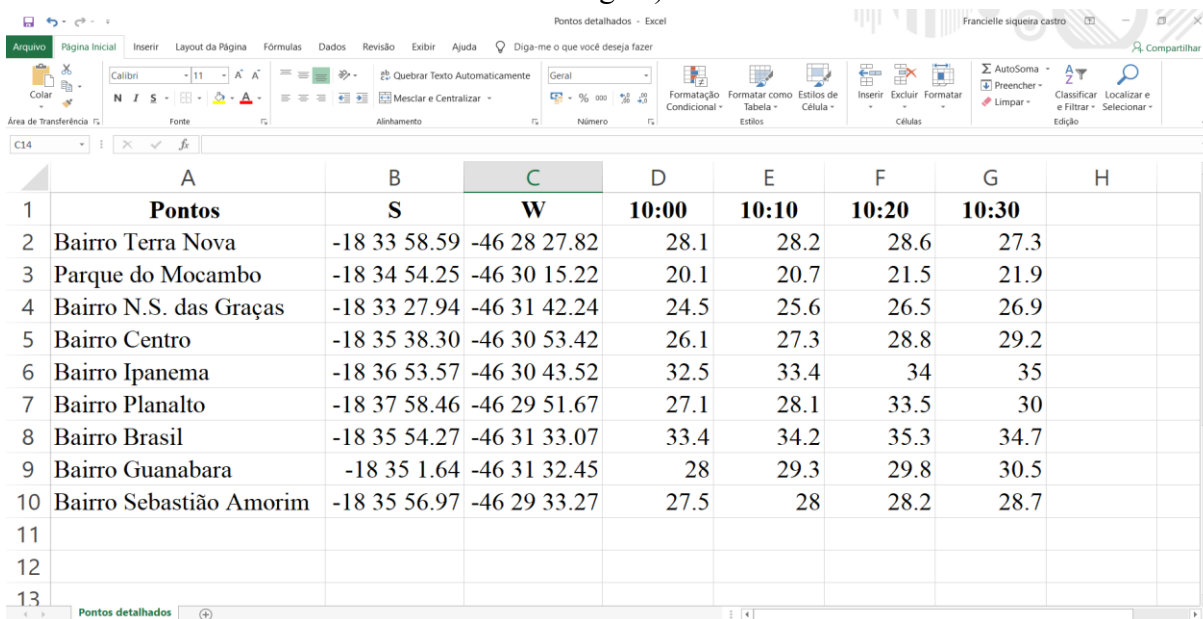


**Fonte:** Software Qgis 2.18.0. **Elaboração:** CASTRO (2019)

É necessário que a planilha seja salva em formato CSV (separado por vírgula), para que, no momento da importação dos dados para o programa, este consiga fazer a leitura das informações compiladas na tabela. Não se deve esquecer que as informações numéricas devem sempre estar centralizadas à direita, as textuais à esquerda, e os títulos centralizados.

Com a planilha salva, torna-se possível importar as informações adquiridas em campo para o programa. Na aba <<Gerenciar camada>>, na parte lateral esquerda da janela do projeto, seleciona-se a ferramenta <<adicionar uma camada de texto delimitada>>, representada pelo símbolo .

**Figura 45** - Modelo de planilha com a organização dos dados, salvos em CSV (separado por vírgula)



	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Pontos	S	W	10:00	10:10	10:20	10:30	
2	Bairro Terra Nova	-18 33 58.59	-46 28 27.82	28.1	28.2	28.6	27.3	
3	Parque do Mocambo	-18 34 54.25	-46 30 15.22	20.1	20.7	21.5	21.9	
4	Bairro N.S. das Graças	-18 33 27.94	-46 31 42.24	24.5	25.6	26.5	26.9	
5	Bairro Centro	-18 35 38.30	-46 30 53.42	26.1	27.3	28.8	29.2	
6	Bairro Ipanema	-18 36 53.57	-46 30 43.52	32.5	33.4	34	35	
7	Bairro Planalto	-18 37 58.46	-46 29 51.67	27.1	28.1	33.5	30	
8	Bairro Brasil	-18 35 54.27	-46 31 33.07	33.4	34.2	35.3	34.7	
9	Bairro Guanabara	-18 35 1.64	-46 31 32.45	28	29.3	29.8	30.5	
10	Bairro Sebastião Amorim	-18 35 56.97	-46 29 33.27	27.5	28	28.2	28.7	
11								
12								
13								

**Fonte:** Levantamentos da autora **Org.:** Castro (2019)

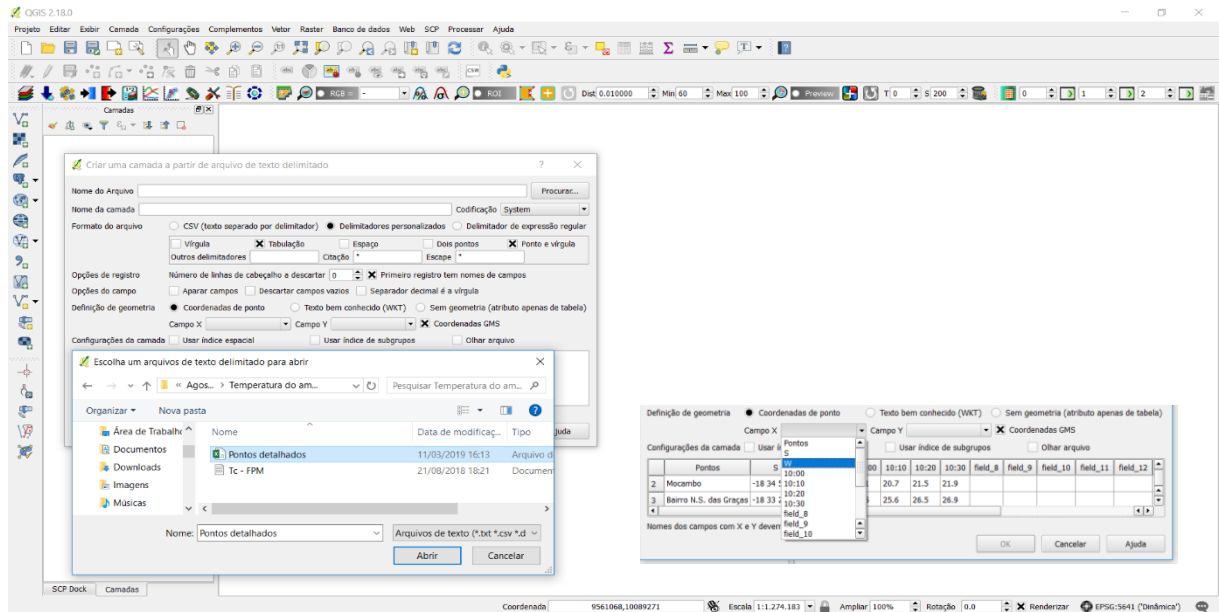
Na janela <<criar uma camada a partir de arquivo de texto delimitado>>, o arquivo é ativado através da opção <<Procurar...>>. Nessa etapa, também se denomina a camada que será criada no fim do processo. (Figura 46).

Em <<Formato do arquivo>>, escolha as opções <<Delimitadores personalizados → Tabulação/Ponto e vírgula>>. Para finalizar o processo de importação dos dados, é necessário, no campo <<Definição de geometria>>, delimitar as coordenadas a serem utilizadas no <<Campo X>>, as quais são adicionadas às coordenadas longitudinais, e no <<Campo Y>>, as longitudinais.

Assim que confirmado, os pontos de coleta serão visualizados na tela principal do projeto. Estes devem ser salvos em camada vetorial com extensão <<\*.shp ou \*.SHP>>, seguindo as etapas da Figura 47: <<clicar com o botão direito sobre a camada de pontos →

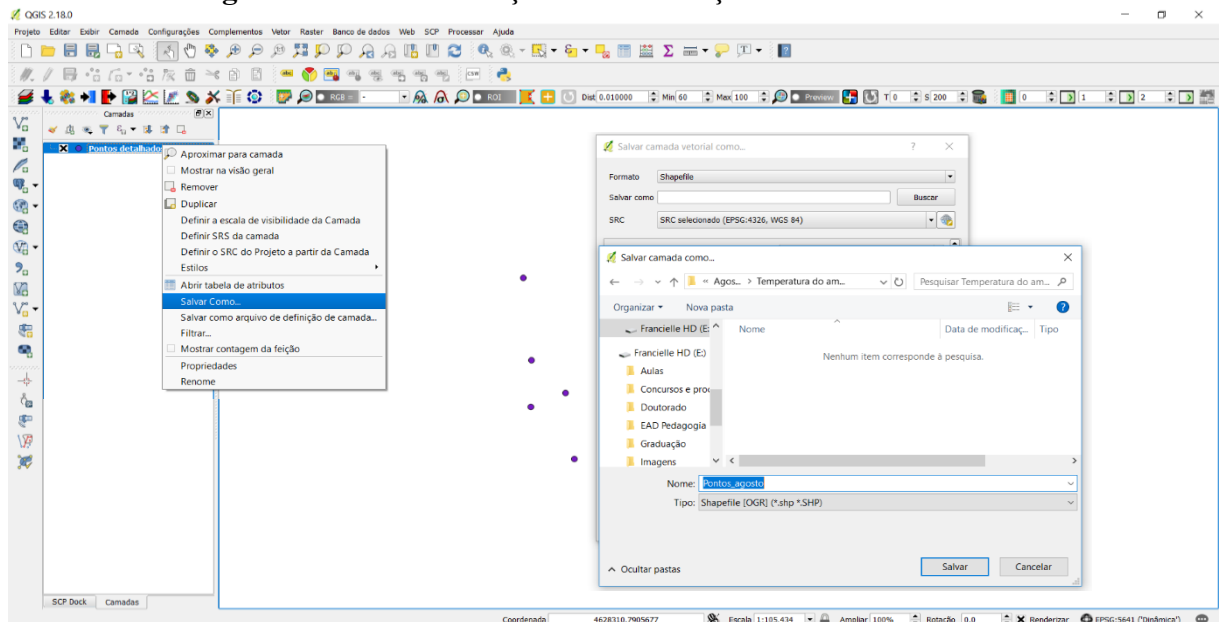
salvar como... → salvar camada vetorial como → Buscar pasta para salvar → dar nome ao arquivo → Salvar → selecionar SRC – EPSG: 32723 → OK>>.

**Figura 46 – Etapa de importação dos dados para o Projeto no Qgis**




Fonte: Software Qgis 2.18.0. Elaboração: Castro (2019)

**Figura 47 – Transformação das informações em camada vetorial.**



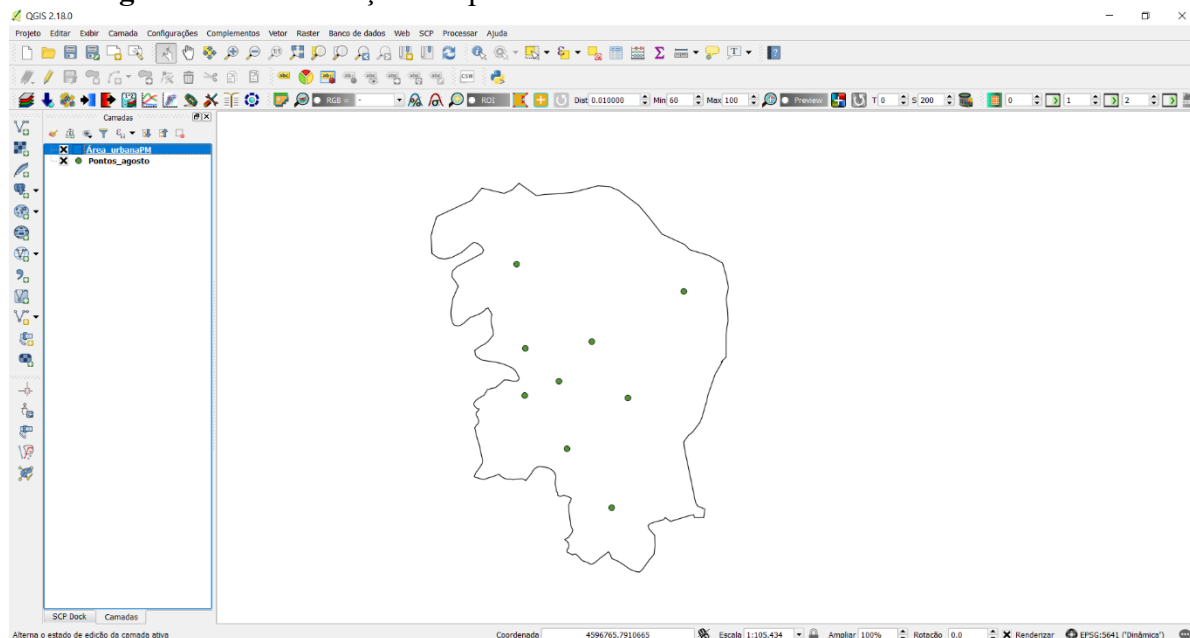
Fonte: Software Qgis 2.18.0. Elaboração: Castro (2019)

De posse do arquivo vetorial com os dados coletados em campo, utiliza-se a camada vetorial com o recorte do limite citadino do município. No ícone  adiciona-se a camada



vetorial ao “Projeto Tese”, selecionando a pasta que contém o arquivo. A Figura 48 mostra como os pontos se distribuem dentro da delimitação urbana de Patos de Minas.

**Figura 48 - Distribuição dos pontos de coleta no limite urbano de Patos de Minas**



**Fonte:** Software Qgis 2.18.0. **Elaboração:** Castro (2019)

O avanço dos Sistemas de Informação Geográfica e o aprimoramento das técnicas geostáticas permitem que a modelagem de dados espaciais seja executada para diferentes áreas da ciência. A transformação dos dados discretos em contínuos, por meio de interpolação matemática, é utilizada com o objetivo de avaliar a variabilidade espacial de determinadas características, com base em dados amostrais, situados numa área de interesse. “Na cartografia, interpolação é o processo de estimativa de valores em áreas que não são amostrados ou medidos, para formar um mapa ou distribuição de valores ao longo de toda a região.” (MUSASHI, *et al.*, 2018, p. 48).<sup>4</sup>

Diferentes interpoladores são disponibilizados pelos *softwares* de geoprocessamento, utilizando pontos vetoriais com valores conhecidos para estimar valores locais desconhecidos, como é o caso Splines Regulares com Tensão (RST), interpolação por Krigagem, Malha

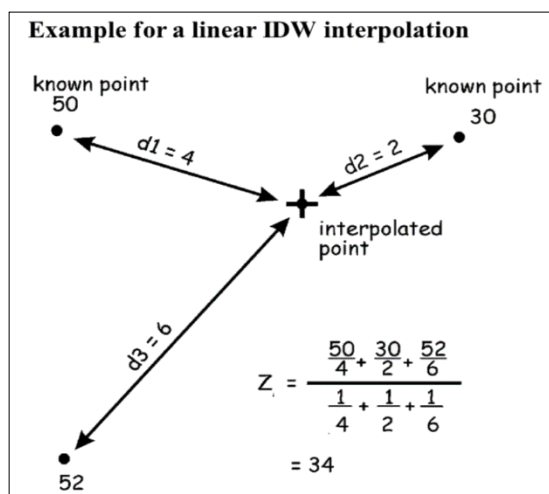
<sup>4</sup> Tradução nossa para: In cartography, interpolation is the process of estimating values in areas that are not sampled or measured, to form a map or distribution of values across the entire region. One of the interpolation methods that can be used is Inverse Distance Weighted (IDW). (MUSASHI, *et al.*, 2018, p. 48).

Irregular Triangulada (TIM), Ponderação pelo Inverso da Distância (IDW), entre outros. O Quantum Gis disponibiliza dois tipos de interpolador: o IDW e o TIN, sendo assim, cabe ao pesquisador encontrar o método de interpolação mais adequado que otimize a estimativa de valores locais desconhecidos.

O método escolhido para a interpolação dos dados foi o inverso da distância ponderada (IDW), que atribui pesos ponderados aos pontos amostrais, de modo que a influência de um ponto sobre outro diminui com a distância do novo ponto a ser estimado, como é representado na Figura 49.

O IDW tem uma influência local sobre as distâncias que dão maior peso para o ponto mais próximo em relação ao ponto mais distante. O IDW tem a vantagem de as características de interpolação poderem ser controlados através da limitação dos pontos de entrada no processo de interpolação. Qualquer entrada que têm pequenas correlações espaciais ou mesmo nenhuma correlação espacial pode ser removido a partir do método de cálculo. (MUSASHI, *et al.*, 2018, p. 48)<sup>5</sup>

**Figura 49** - Esquema linear de interpolação por IDW (Inverso da Distância Ponderada)



Fonte: Ítalo Cegatta (2017.)

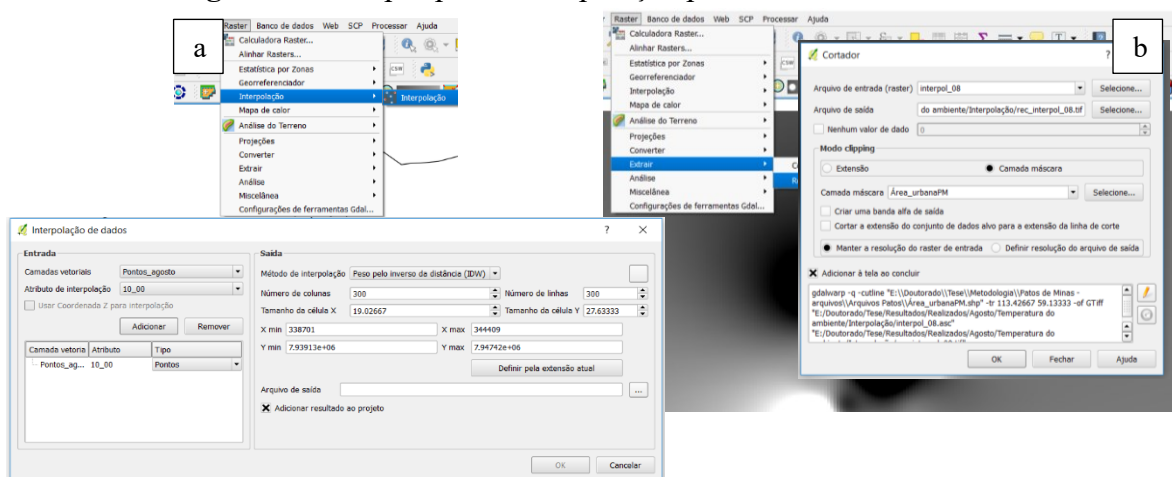
Para realizar a interpolação dos dados no Qgis, as etapas são as seguintes: abra a aba <<Raster → interpolação>>, na janela <<Interpolação de dados>> adiciona-se na entrada, a

<sup>5</sup> Tradução nossa para: IDW method has a local influence on the distances that give greater weight to the nearest point compared to the farther point [1]. IDW has the advantage which that the interpolation characteristics can be controlled by limiting the input points in the interpolation process. Any input that have small spatial correlations or even no spatial correlation can be removed from the calculation method. (MUSASHI, *et al.*, 2018, p.48).

camada vetorial, como os dados registrados de cada ponto de coleta e também os atributos para a interpolação. Nesta pesquisa, utilizou-se os valores de temperatura recolhido em cada ponto como atributo. Na camada de saída, seleciona-se o <<Método de interpolação → Peso pelo inverso da distância (IDW) → Definir pela extensão atual>>, por fim define-se a pasta e o nome do arquivo a ser salvo. (Figura 50-a)

Após o processo de execução da interpolação, é possível realizar o recorte do raster “Interpolação”, através da camada vetorial do limite da área urbana, em <<Raster → Recorte>>. Na janela Cortador, insere-se o <<Raster de entrada → Selecione a pasta e nome de saída do arquivo → Modo clipping → Camada máscara → Selecione a camada máscara (arquivo vetorial) → Ok>>. (Figura 50-b)

**Figura 50** – Etapas para a interpolação por IDW e recorte do raster



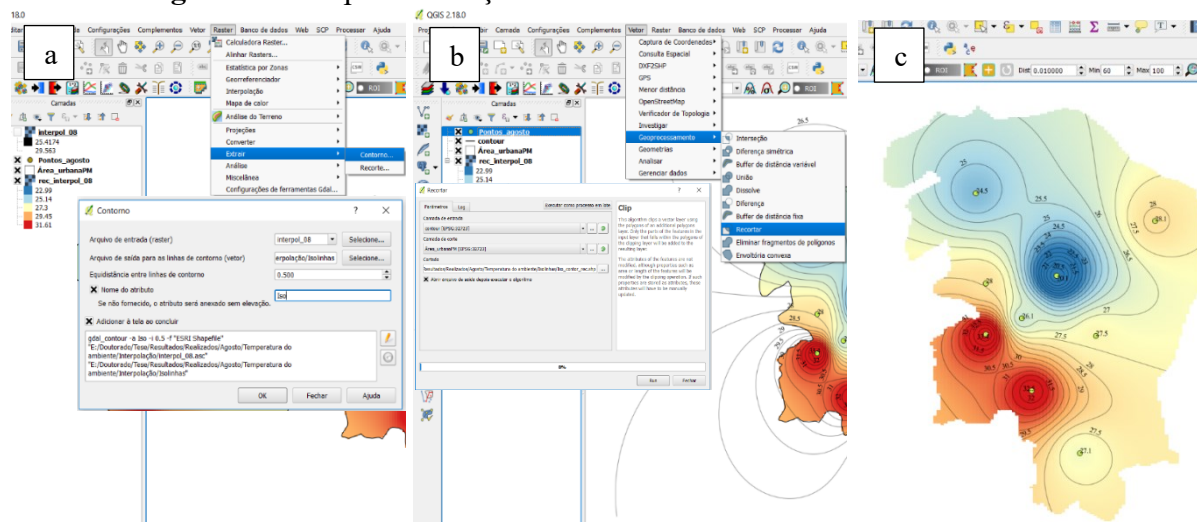
**Fonte:** Software Qgis 2.18.0. **Elaboração:** Castro (2019)

Outra ferramenta do programa, que facilita a análise dos dados, é a criação das isolinhas, que podem ser produzidas para temperatura, umidade, curvas de nível entre outras. Cabe ao pesquisador delimitar essa informação. Para isso, utiliza-se novamente a aba <<Raster → Extrair → Contorno>>. Na janela Contorno, insere-se o <<Raster de entrada (raster de interpolação) → Selecione a pasta e nome de saída do arquivo → Delimita-se a equidistância entre as linhas do contorno>>. A equidistância dependerá dos valores de dados adquiridos em

cada ponto. Para finalizar o processo de criação das isolinhas, um nome ao atributo é dado, que será delimitado pelas linhas, como mostra a Figura 51-a.

Como as linhas aparecem em toda área do projeto, é necessário recortá-las dentro do limite urbano do município. Para tanto, acesse o menu <<Vetor → Geoprocessamento → Recortar>>, que direcionará para a página <<Recortar → Camada de entrada (adiciona-se as linhas) → Camada de corte (seleciona-se a camada máscara para o recorte) → Selecionar o nome e a pasta do novo arquivo>> (Figura 51-b). Na Figura 51-c tem-se a versão final da interpolação.

**Figura 51** - Etapas de criação das isolinhas e recorte na camada máscara



**Fonte:** Software Qgis 2.18.0. **Elaboração:** Castro (2019)

Após a realização dos processos de interpolação dos dados, foi elaborado o mapa com as informações adquiridas. Para realizar as análises dos dados dos mapas e compará-los, foi necessário realizar um padrão de intervalo na escala, para isso foi utilizada a diferença entre a temperatura máxima (41.5°C) e a mínima (18°C), que foi de 23.5°C e o valor dividido por 5, que seria o número do intervalo da escala para todos os mapas.

### 3.6 Temperatura de superfície (TST)

O mapeamento da temperatura da superfície, através dos dados espectrais dos alvos disponibilizados pelas imagens de satélite, tem sido uma técnica utilizada com recorrência nas pesquisas que se dedicam a compreender o clima urbano. O material produzido pela metodologia consegue apresentar os resultados de uma análise das ilhas de calor urbana superficial, “resultantes da troca de energia entre os alvos urbanos e a atmosfera”. (AMORIM, 2019, p.2).

Sabe-se que as áreas urbanas são intensamente modificadas pelas transformações humanas, é o caso, por exemplo, das imensas áreas impermeabilizadas, que surgem da substituição da vegetação por diferentes tipos de materiais construtivos. Esses materiais proporcionam, dependendo dos elementos que os constituem, o aquecimento dos alvos, que, por sua vez, provocará em cadeia o aquecimento da atmosfera sobre as cidades. (AMORIM 2019.)

A busca pelo conhecimento da temperatura de superfície das cidades, através das imagens de satélite, acompanhou a evolução das novas tecnologias, visto que, inicialmente, as análises ocorriam com imagens do satélite NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration), com resolução espacial de 1,1 km. Mais recentemente, com o passar do tempo, satélites com sensores mais modernos, como o Landsat (Land Remote Sensing Satellite) 5 e 7 (banda 6 do canal infravermelho termal com resoluções espaciais de 120 e 60 metros, respectivamente), proporcionaram, aos pesquisadores, uma nova perspectiva de análise com resolução mais aproximada. Além disso, o lançamento do Landsat 8, bandas 10 e 11, do infravermelho termal/TIRS 1, com resolução espectral de 10.6 - 11.19  $\mu\text{m}$  e resolução espacial de 100 metros, tratadas e disponibilizadas com pixel de 30 metros pela USGS (United States Geological Survey), alargaram ainda mais as possibilidades de estudo em tal tema. Para confirmar esse avanço na utilização das novas tecnologias para identificação do clima urbano,

Amorim, em 2019, fez um levantamento, partindo de cidades brasileiras de grande porte, com base os estudos como de: Sousa e Baptista (2005); Mendonça e Dubreuil (2005); Bias *et al.* (2003); Andrade *et al.*, 2007; Coltri *et al.* (2007); Lemos (2011); Lucena *et al.*, 2013), perpassando pelos estudos das cidades de médio e de pequeno porte, realizados por: Mendonça (1994); Barbosa e Vecchia (2009); Amorim *et al.* (2009); Polizel (2009); Dorigon e Amorim (2013); Cruz (2009); Araujo *et al.* (2010); Amorim e Monteiro (2011); Feitosa *et al.* (2011); Barros e Lombardo (2012); Ugeda Junior (2013); Amorim (2013); Ortiz e Amorim (2013); Araujo *et al.* (2016); Amorim (2017a); dentre outros.

Nota-se, neste sentido, que os estudos de clima urbano têm ganhado uma nova guinada através das análises das bandas termais dos satélites e dos pesquisadores do clima urbano. Sendo assim, torna-se necessário adaptar-se a essa recente e progressiva metodologia, sem, claro, abrir mão das bases dos estudos de clima urbano.

### ***3.6.1 Construção do material de análise***

Nesta pesquisa, alguns passos foram traçados para identificação da temperatura de superfície de Patos de Minas. O primeiro passo dado refere-se à aquisição das imagens do satélite Landsat 8, banda 10, do canal infravermelho termal/TIRS. Porém, antes mesmo da aquisição, foi elaborado um documento prévio com as datas de passagem do satélite, como mostra a Tabela 9. Nela é possível notar as datas de referência para aquisição das imagens, no entanto nem sempre essas datas foram respeitadas devido às condições atmosféricas do dia da passagem do satélite. Para fins comparativos, foram adquiridas 12 (doze) imagens entre os meses de agosto de 2018 a julho de 2019, perfazendo um ano de análise.

A aquisição das imagens foi realizada por meio do site <<https://remotepixel.ca/projects/index.html>>. Esse site oferece a opção de seleção da área e da escolha das bandas que se vai trabalhar. (Figura 52a e 52b)

Após a aquisição e o arquivamento, foi possível realizar o processamento as imagens através do *software* Qgis. A primeira parte do processamento consistiu na reprojeção da imagem, visto que as imagens Landsat-8 são orientadas ao norte verdadeiro, sendo necessário reprojeta-las para o Hemisfério Sul. Sendo assim, ao baixar a imagem, recebemos uma cena Landsat-8 na Projeção/Datum WGS1984 UTM Zone 23N e, então, devemos reprojeta-la para WGS1984 UTM Zone 23 S. No Qgis, a ferramenta reprojeter executa esse processo <Raster → Projeção → Reprojetar>; a partir desse caminho, é possível alterar a SRC da cena.

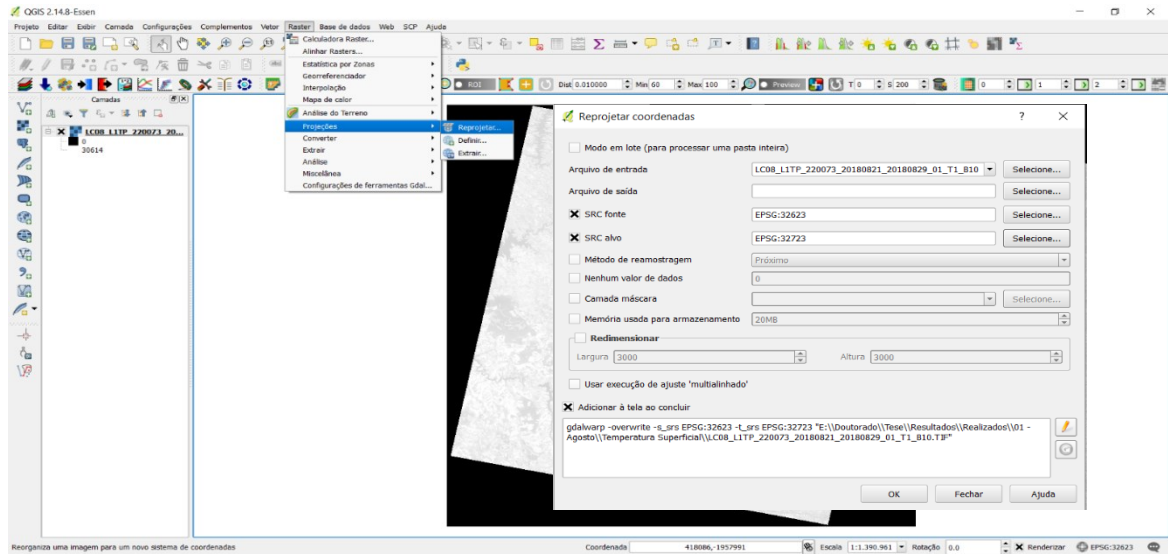


**Fonte:** Disponível em: <<https://remotepixel.ca/projects/index.html>>. Acesso em: 21 de out. 2019

Com a reprojeção (Figura 53) executada, é possível realizar o tratamento das imagens, que compõem a temperatura de superfície. O tratamento das imagens ocorre também a partir do *Software* Qgis, utilizando as constantes de calibração do sensor do satélite, obtidas no site do USGS6, para a conversão dos números digitais em energia radiante.



**Figura 53 - Etapa de reprojeção das imagens**



**Fonte:** Software Qgis 2.18.0. **Elaboração:** Castro (2019)

A partir da energia radiante, é possível obter a temperatura dos alvos em Kelvin e, posteriormente, a conversão para graus Celsius, juntamente com a atribuição de falsa cor para a obtenção da imagem colorida. Todos esses passos podem ser realizados através das equações extraídas de USGS (2015):

$$L_{\lambda} = M_L * Q_{cal} + A_L \quad (2)$$

Onde:

$L_{\lambda}$  = Radiância do topo da atmosfera (Watts/( m<sup>2</sup> \* srad \* μm));

$M_L$  = Fator multiplicativo de redimensionamento de cada banda presente nos metadados (Radiance\_Mult\_Band\_x, onde x é o número da banda); neste caso o valor é de 0.0003342;

$A_L$  = Fator aditivo de redimensionamento de cada banda presente nos metadados (Radiance\_Add\_Band\_x, onde x é o número da banda) = 0.1;

$Q_{cal}$  = Valores de pixel quantificados e calibrados do produto padrão (DN) a banda 10.

Em seguida, para converter os valores de radiância, obtidos através da equação 2, em temperatura em valor de Kelvin, aplicou-se a equação 3:

$$T = \frac{K_2}{\ln \left( \frac{K_1}{L_{\lambda}} + 1 \right)} \quad (3)$$



Onde:

**T** - Temperatura efetiva no satélite em Kelvin;

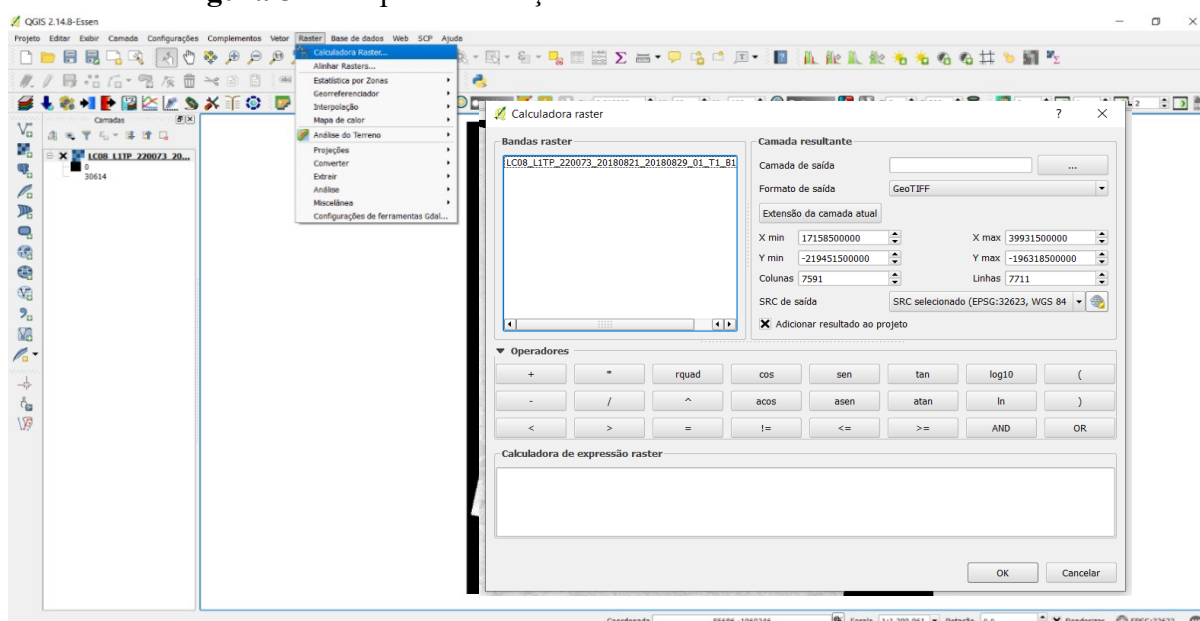
**K<sub>2</sub>** - Constante de calibração 2 - valor - 1321.08;

**K<sub>1</sub>** - Constante de calibração de 1 - valor - 774.89;

**L<sub>λ</sub>** - Radiância do topo da atmosfera (Watts/( m2 \* srad \* μm));

Após esses procedimentos, aplicou-se a fórmula para converter a temperatura Kelvin em Celsius, onde os valores de **T** são subtraídos a 273,15 e, assim, gerar a grade de temperatura da superfície em °C. Todas as fórmulas foram executadas na interface do Qgis, seguindo o caminho: < Raster → Calculadora Raster>. (Figura 54)

**Figura 54** - Etapa de execução das fórmulas na Calculadora Raster



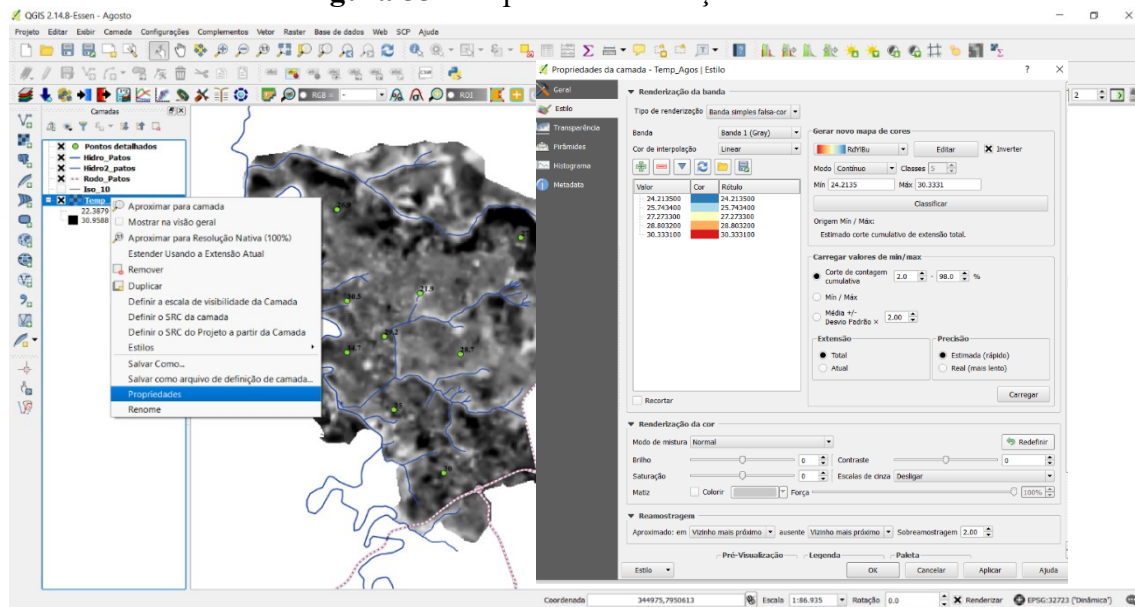
**Fonte:** Software Qgis 2.18.0. **Elaboração:** Castro (2019)

A imagem resultante de todo esse processo é gerada em escalas de cinza, o que dificulta a análise da distribuição da temperatura pela superfície. Desta maneira, no próprio *software*, é possível aplicar na aba < Propriedades → Estilo> a renderização de cores e deixar a imagem em banda simples falsa cor, como mostra a Figura 55.

Em seguida, realizou-se, como mostra as seções anteriores, o processo de interpolação dos dados, para viabilizar as avaliações das etapas posteriores. Além disso, os mapas de

temperatura de superfície também foram enquadrados dentro do padrão de intervalo da escala, onde a temperatura máxima foi 41.5°C e a mínima 18°C.

**Figura 55 - Etapa de renderização da banda.**



**Fonte:** Software Qgis 2.18.0. **Elaboração:** Castro (2019)

Para executar a análise da eficiência dos métodos, fez-se a interpretação empírica dos dados, através dos mapas, tabelas e gráficos produzidos, bem como a apreciação estatística desses dados. O exame estatístico escolhido foi o coeficiente de correlação, que é um método estatístico para medir as relações entre variáveis e o que elas representam. A correlação procura averiguar como uma variável se comporta em um cenário onde outra está variando, visando identificar se existe alguma relação entre a variabilidade de ambas.

A escolha desse método se justifica, visto que não é possível realizar comparações entre os dados, já que eles adquirem e projetam os dados em nível escalares e camadas diferentes. Além disso, outro fator que pode impedir essa comparação consiste no tempo gasto, pelo material, para se aquecer e dissipar o calor, quando coletamos o dado do ambiente. Muitas vezes, pelo horário de coleta, o material ainda não se aqueceu suficientemente para dissipar o calor para o ambiente, enquanto que a resposta espectral vai registrar efetivamente a temperatura do alvo naquele dado momento.

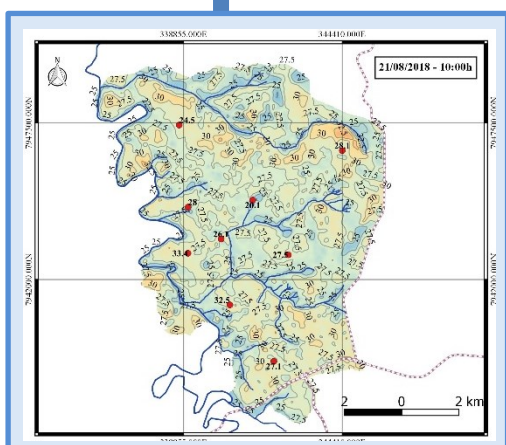
Desta forma, analisou-se, estatisticamente, se houve uma correlação entre os dois dados recolhidos e se ambos têm eficiência na contribuição para identificação do clima urbano como, por exemplo, na determinação das ilhas de calor e frescor.

Neste caso, utilizamos o método de correlação de Pearson ( $r$ ), que se trata de uma medida de associação linear entre variáveis. Sua escala de análise varia de -1 a 1. O sinal indica direção positiva ou negativa do relacionamento e o valor sugere a força da relação entre as variáveis. A correlação, quanto mais próxima do valor zero, indica que não há relação linear entre as variáveis.

Além do valor de correlação ( $r$ ), outro fator, que deve ser considerado nas análises estatísticas, é a determinação se o coeficiente de correlação é significativo através do *p-valor*. De forma geral, um nível de significância ( $\alpha$  ou alfa) considerado excelente é de 0,05, isso indica que o risco de concluir que uma correlação existe, quando, na verdade, nenhuma correlação existe, é de 5%. O *p-valor* indicará se o coeficiente de correlação é significativamente diferente de 0. Se  $p \leq \alpha$ : a correlação é estatisticamente significativa, caso contrário se o  $p > \alpha$ : a correlação não é estatisticamente significativa. (FIGUEREDO FILHO; SILVA JUNIOR, 2009, p. 115).

Neste sentido, foi utilizado o *software* Minitab<sup>®</sup>, programa criado para fins estatísticos básicos. Esse *software*, utilizado com os dados fornecidos, garante resultados estatísticos por meio das informações gráficas e alfanuméricas, como será apresentado nas análises no próximo capítulo.

Os mapas produzidos pelos dois métodos de análise, as imagens do Satélite GOES, as Cartas Sinóticas, os relatórios disponibilizados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) nos permitiram averiguar as características atmosféricas do dia das coletas em campo. No próximo capítulo, as apreciações estatísticas serão feitas com base na avaliação da eficiência dos métodos no estudo do clima urbano.

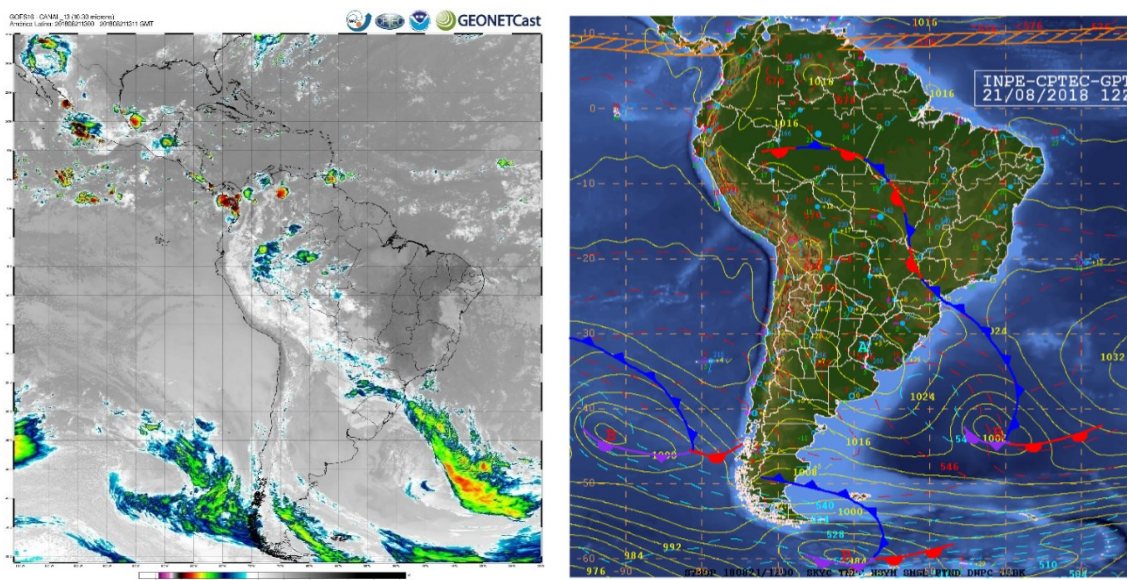


## *4. Patos de Minas: uma avaliação do seu campo térmico*

Para agregar às análises dos dados colhidos em campo, foram utilizadas as imagens do Satélite GOES, as Cartas Sinóticas e os relatórios disponibilizados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). A partir desses dados, conseguimos averiguar as características atmosféricas do dia das coletas de dados.

### 4.1 agosto de 2018

**Figura 56 - Imagem do Satélite GOES e Carta Sinótica do dia 21/08/2018**



**Fonte:** Boletim Técnico de análise sinótica de 21 de agosto de 2018 (INPE)

As imagens (Figura 56) e o relatório sinótico apontam para “um sistema frontal atuando entre o sul do AM, MT, nordeste de MS, oeste de SP e o PR, prolongando-se pelo Oceano Atlântico adjacente, associado ao centro de baixa pressão no valor de 1008 hPa em 42°S/41°W”. (INPE-CPTEC-GPT, 21/08/2018, 09:00h.). Nota-se, dessa maneira, uma manhã

de céu claro em todo território mineiro, sem atuação sistemas anômalos sobre Patos de Minas, o que viabilizou a coleta dos dados em campo.

**Tabela 10** - Patos de Minas: dados de coleta de campo por coordenadas de 21/08/2018

Campo dia 21 de agosto de 2018							
Pontos de coleta em campo	Coordenadas Geográficas		T. ambiente (°C) /Horas				T. superfície (°C) /Horas
	S	W	10:00	10:10	10:20	10:30	10:09
B. Terra Nova	-18 33 58.59	-46 28 27.82	28.1	28.2	28.6	27.3	28.2
Parque do Mocambo	-18 34 54.25	-46 30 15.22	20.1	20.7	21.5	21.9	24.3
B. N.S. das Graças	-18 33 27.94	-46 31 42.24	24.5	25.6	26.5	26.9	29.3
B. Centro	-18 35 38.30	-46 30 53.42	26.1	27.3	28.8	29.2	28.5
B. Ipanema	-18 36 53.57	-46 30 43.52	32.5	33.4	34	35	28.6
B. Planalto	-18 37 58.46	-46 29 51.67	27.1	28.1	33.5	30	27.2
B. Santa Teresinha	-18 35 54.27	-46 31 33.07	33.4	34.2	35.3	34.7	28.1
B. Copacabana	-18 35 1.64	-46 31 32.45	28	29.3	29.8	30.5	27.1
B. Sebastião Amorim	-18 35 56.97	-46 29 33.27	27.5	28	28.2	28.7	26.8

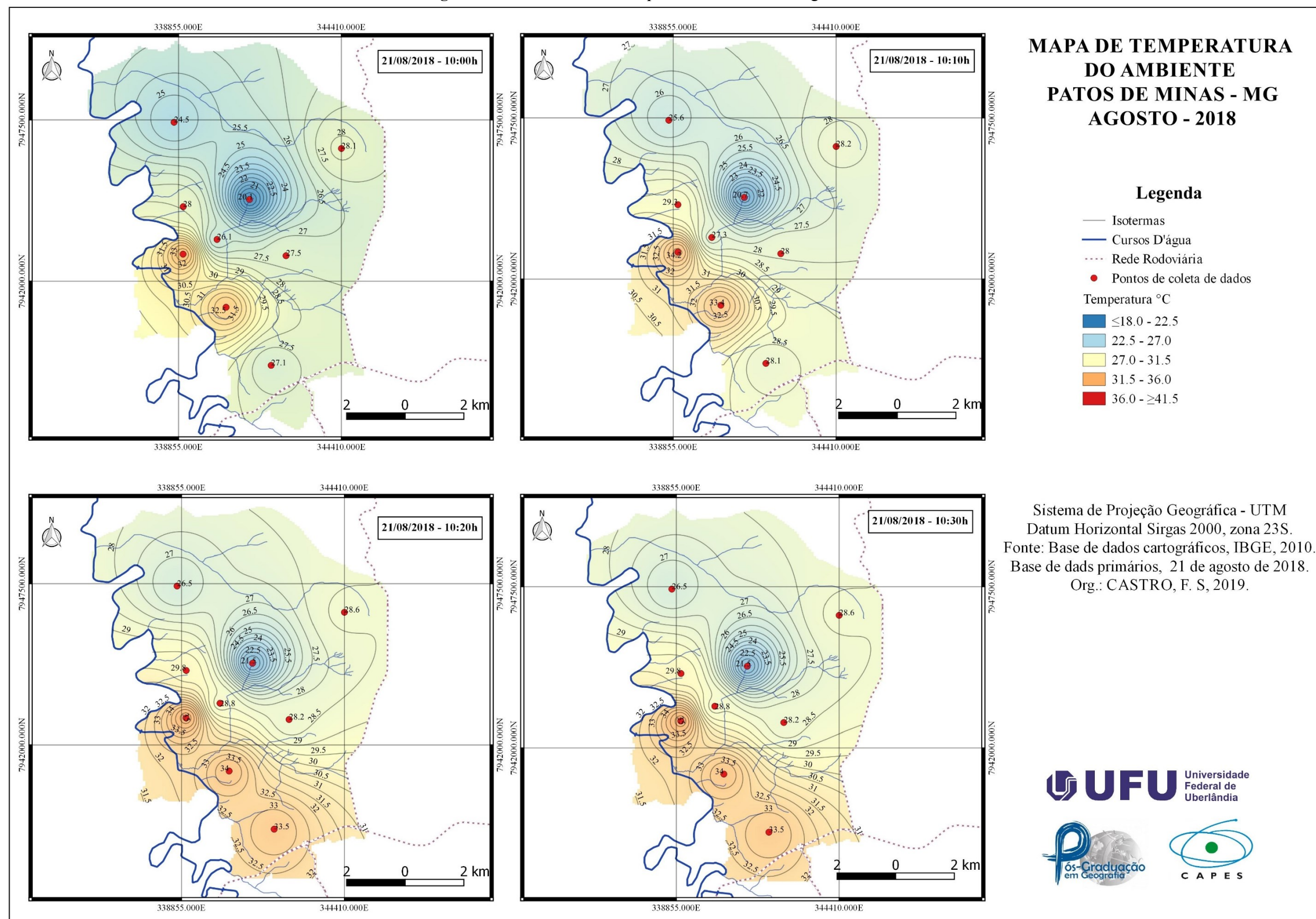
**Fonte:** Dados primários de campo. **Org.:** Castro (2019)

E possível notar nos dados (Tabela 10) e no mapa da Figura 57, que ocorre um ligeiro aumento das temperaturas, em todos os horários, no sentido sudoeste do território patense. Essa zona de aumento térmico abrange grande parte do centro da cidade e das regiões do entorno; é o caso dos maiores registros, com temperaturas acima de 30°C, que se localizaram no Bairro Santa Teresinha. Além do aquecimento das regiões centrais, o ponto de coleta no Bairro Ipanema também demonstra um padrão de aquecimento se comparado aos demais pontos.

Esse aquecimento microclimático, considerado por alguns autores como ilhas de calor urbano, é associado ao padrão geourbano local que pôde ser diagnosticado nos trabalhos em campo. Nos pontos supracitados, foram identificados grande percentual de áreas impermeáveis, consequentemente, a diminuição de áreas vegetadas, grande fluxo de veículos, utilização do zinco para construção dos barracões. As telhas de zinco, apesar de refletirem a luz do sol, que teoricamente reduziria o aquecimento do ambiente, têm baixa inércia térmica, isso significa que elas tendem a aquecer rapidamente, o que facilita a transmissão de calor para a parte interna e seu entorno.



**Figura 57 - Patos de Minas: temperatura do Ambiente, agosto de 2018**

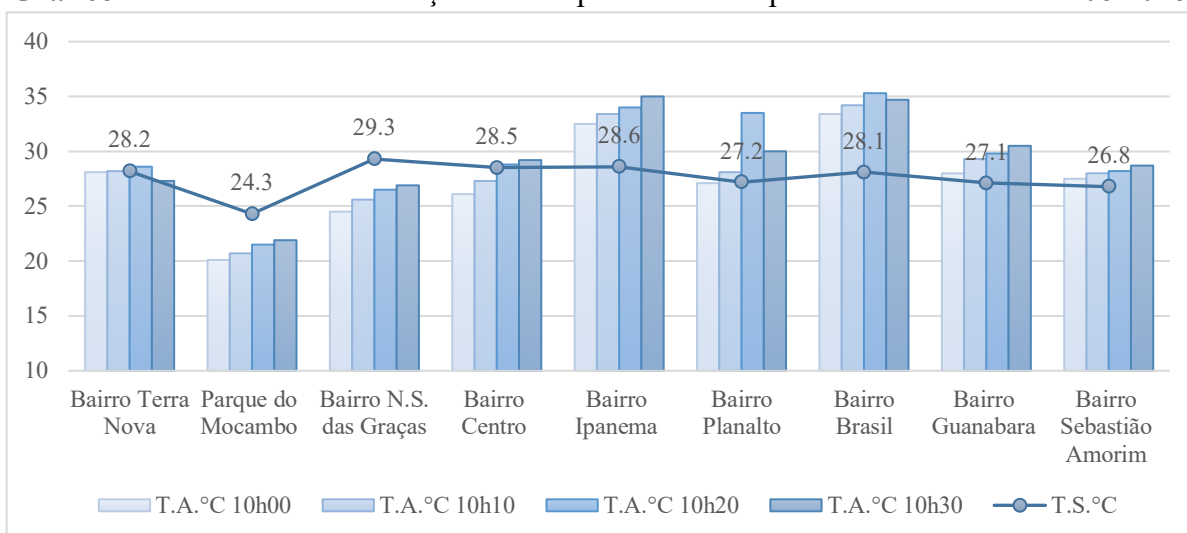




Em contrapartida, o Parque do Mocambo, cuja temperatura esteve na casa dos 20 e 21°C, funciona como uma ilha de frescor urbano já que apresenta, aproximadamente, 7°C abaixo da média dos registros dos demais pontos de coleta de dados.

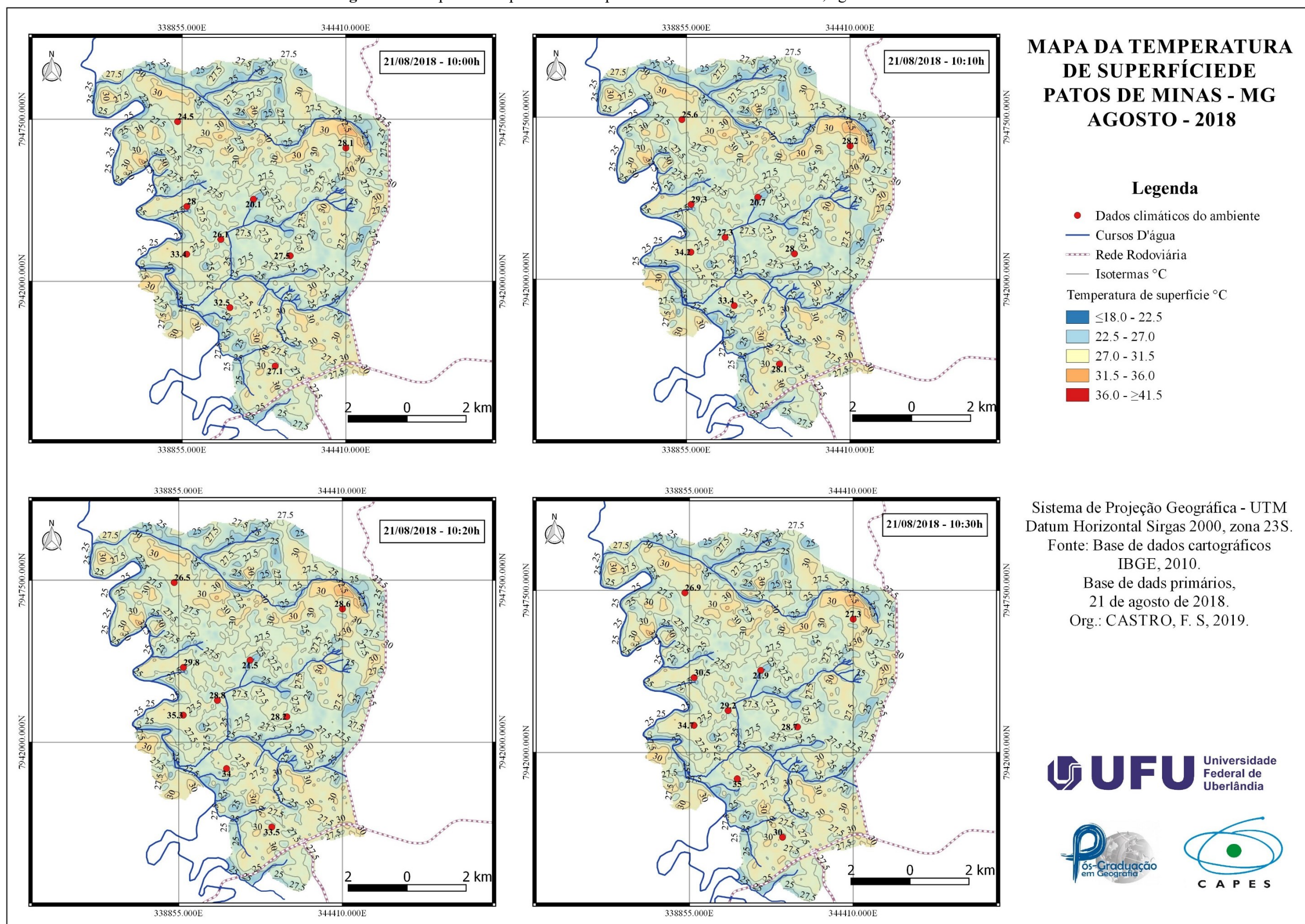
Já no mapa de temperatura de superfície (Figura 58), o aquecimento mais expressivo foi constatado no ponto do Bairro Nossa Senhora das Graças, na extremidade norte da cidade, que não manteve esse aquecimento no ambiente, inclusive foi o segundo ponto com registro de menor temperatura. Porém, a temperatura de superfície comprova o padrão de temperaturas mais amenas nos arredores do Parque do Mocambo. (Gráfico 2).

**Gráfico 2** - Patos de Minas: relação das temperaturas de superfície e ambiente - 21/08/2018.



**Fonte:** Dados primários de campo. **Org.:** Castro (2019)

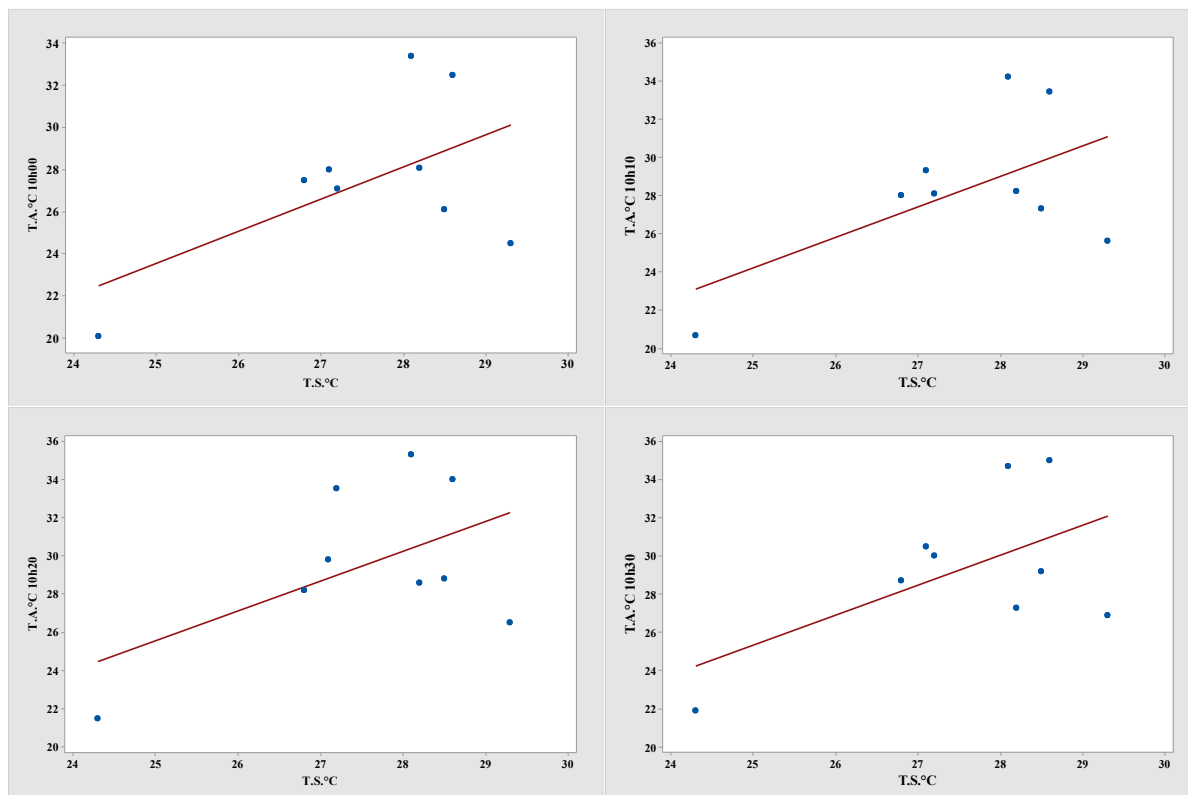
**Figura 58 - Mapa de Temperatura de Superfície de Patos de Minas - MG, agosto de 2018**



**Fonte:** Imagem Landsat 8, banda 10, sensor OLI, 21 de agosto de 2018. **Org.:** Castro (2019)

Nota-se que a força da relação entre as variáveis é média, visto que, em todos os horários, o  $r$  varia entre 0.535 a 0.583 (Tabela 11). A correlação de Pearson apresentada no grupo de gráficos da Figura 59, apresenta uma correlação mais aproximada no horário das 10h:10 min, já que a menor correlação do  $r = 0.583$ , esteve presente às 10h:20min.

**Figura 59** – Gráficos dos dados de Correlação de Pearson para o dia 21 de agosto de 2018



**Fonte:** Dados primários de campo. **Org.:** Castro (2019)

Porém, quando se analisa o  $p$  - *valor*, constata-se que o nível de significância de variação dos dados está acima de 5%: os valores foram acima de 0.05, exceto no horário das 10h:10min, que o nível de significância foi de 10%, pois o  $p$ -*valor* foi abaixo de 0.1.

**Tabela 11** - Patos de Minas: dados da Correlação de Pearson para dia 21/08/2018

Correlation Pearson T.A.°C x T.S.°C				
	10h:00min	10h:10min	10h:20min	10h:30min
$r$	0.563	0.583	0.535	0.575
$p$ - <i>valor</i>	0.114	0.099	0.138	0.105

**Fonte:** Dados primários de campo. **Org.:** Castro (2019)

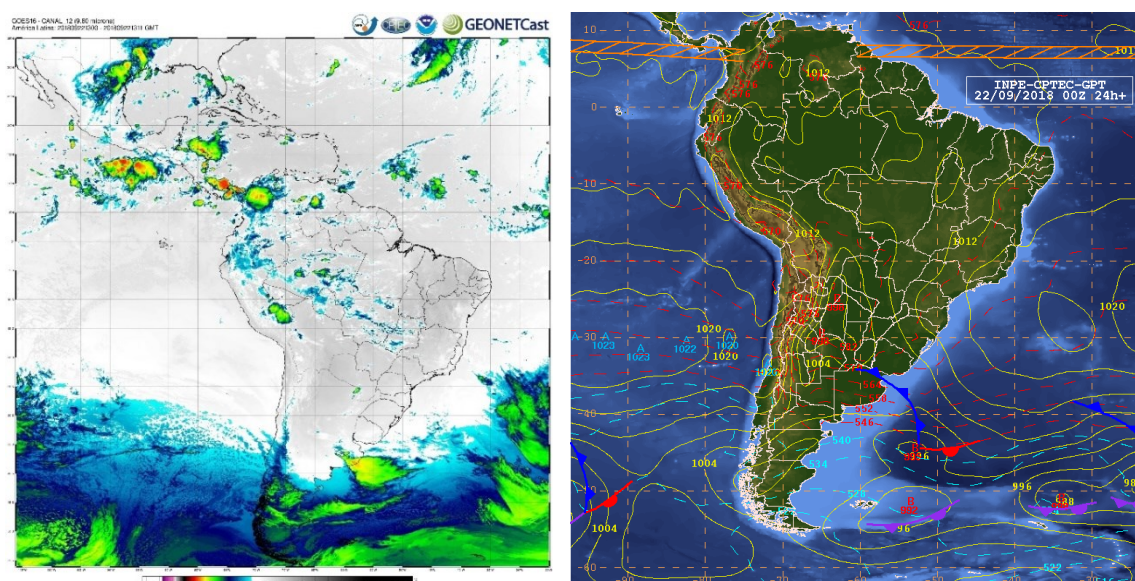


## 4.2 setembro de 2018

Na análise da carta sinótica do dia 22 de setembro, observou-se não só um sistema frontal ao sul do Oceano Atlântico, associado a um centro de baixa pressão no valor de 999 hPa, restringindo-se à localização em torno de 45°S/47°W, como também uma frente oclusa, associada a um centro de baixa pressão a 53°S/35°W. A Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) atua com valor de 1020 hPa, centrada à leste de 25°W, fora do domínio da imagem. A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) atua entre 09°N/10°N no Oceano Pacífico e no Oceano Atlântico (INPE-CPTEC-GPT, 22/09/2018, 09:00h.).

Constata-se com essa análise e as imagens da figura 60, que houve uma normalidade nas características climáticas da área de estudo, sem presença de chuvas com céu limpo e sem nebulosidade o que propiciou o trabalho de campo e a coleta dos dados.

**Figura 60** - Imagem do Satélite GOES e Carta Sinótica do dia 22/09/2018



**Fonte:** Boletim Técnico de análise sinótica de 22 de setembro de 2018 (INPE)

Os mapas, que apresentam os dados do mês de setembro na Figura 61, demonstram um padrão nas temperaturas registradas em campo. Isso pode ser notado na coloração enquadrada dentro das escalas de temperatura de 27 °C à 36°C. Conseguimos comprovar esse padrão na Tabela 12, onde a menor temperatura é identificada no Parque do Mocambo às 10h (27.7°C), e a máxima às 10h:30min no Bairro Ipanema.

**Tabela 12** – Patos de Minas: dados de coleta de campo por coordenadas de 22/09/2018.

<b>Campo dia 22 de setembro de 2018</b>							
<b>Pontos de coleta em campo</b>	<b>Coordenadas Geográficas</b>		<b>T. ambiente (°C)/ Horas</b>				<b>T. superfície (°C) /Horas</b>
	<b>S</b>	<b>W</b>	<b>10:00</b>	<b>10:10</b>	<b>10:20</b>	<b>10:30</b>	<b>10:09</b>
B. Terra Nova	-18 33 58.59	-46 28 27.82	31.8	31.6	31.1	32.1	33.5
Parque do Mocambo	-18 34 54.25	-46 30 15.22	27.7	28	28.5	29.1	28.7
B. N.S. das Graças	-18 33 27.94	-46 31 42.24	30.5	30.4	30.8	31.3	33.4
B. Ipanema	-18 36 53.57	-46 30 43.52	32.9	33.7	34.8	35.1	33.6
B. Planalto	-18 37 58.46	-46 29 51.67	30.3	31.2	32.2	32.6	31.7
B. Copacabana	-18 35 1.64	-46 31 32.45	34.3	34.1	34.0	34.1	31.9
B. Sebastião Amorim	-18 35 56.97	-46 29 33.27	30.6	32.0	31.7	32.5	32.3
UNIPAM veterinária	-18 36 27.43	-46 28 54.23	31.5	31.3	32.9	31.9	32.4
B. Centro (Setta)	-18 35 8.09	-46 30 41.26	30.8	30.8	30.4	30.3	31.9

Fonte: **Dados primários de campo. Org.:** Castro (2019)

Nota-se que nos dois primeiros horários de coletas de dados, as temperaturas mais elevadas se encontravam no Bairro Copacabana, local cercado de arborização, o que nos causou estranheza, visto que nestes ambientes, normalmente, há uma diminuição das temperaturas do microclima.

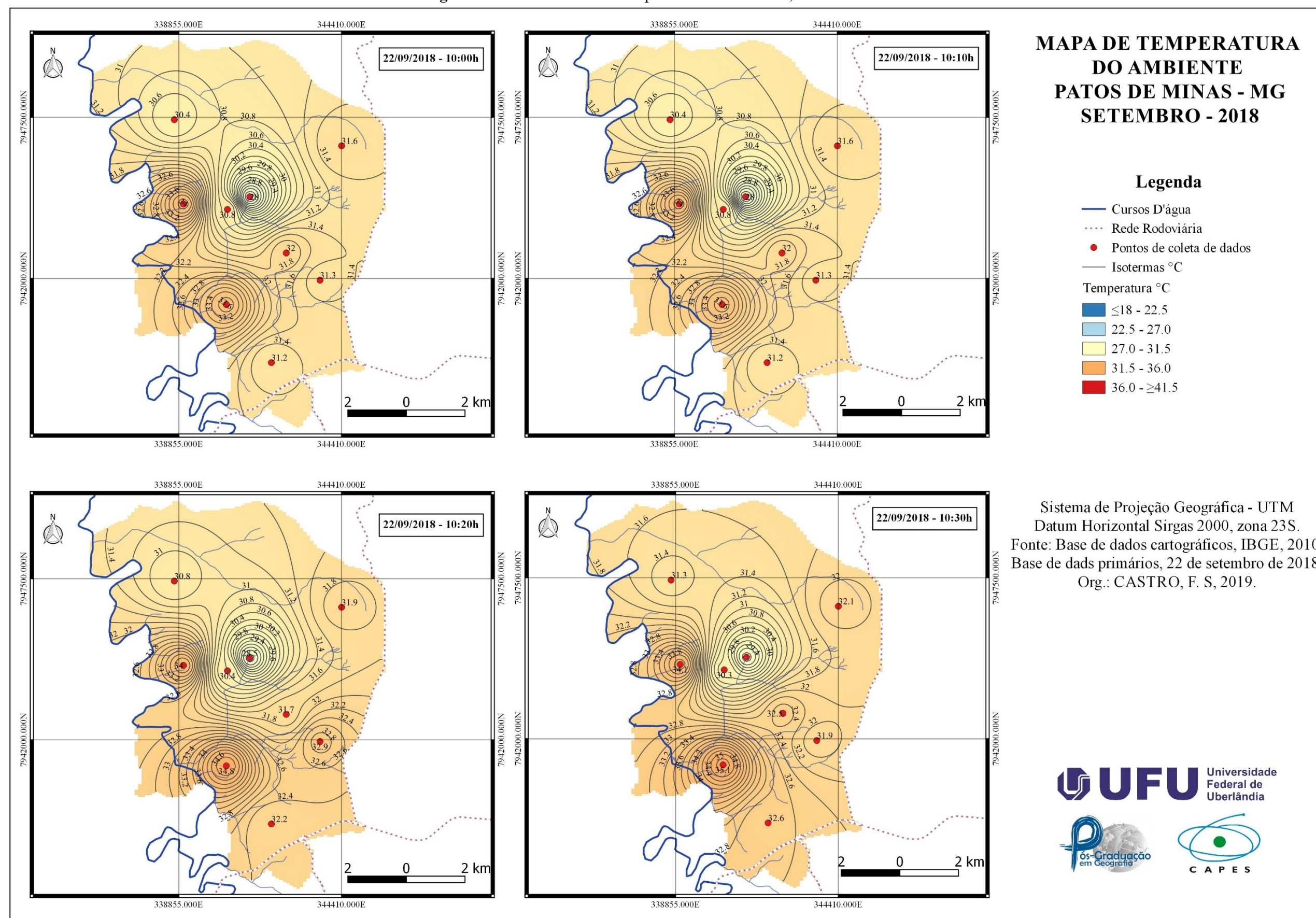
Uma possível explicação para o ocorrido pode estar na presença das edificações circundantes ao ambiente de coleta de dados, composto pelo prédio do novo Fórum de Patos de Minas e por estacionamentos. Por serem completamente impermeabilizados, produzem um aquecimento do clima local, sem esquecer também que possuem a capacidade de reduzir a circulação de ventos, provocada não só pela presença da edificação supracitada, mas também pela modelagem do relevo, que possui uma vertente íngreme atrás do local de coleta.

Já nos horários subsequentes, as temperaturas mais altas foram registradas no Bairro Ipanema, 34.8°C e 35.1°C. Nesse bairro, as temperaturas mais elevadas já haviam sido registradas no mês de agosto, justificadas pelos materiais construtivos das edificações circundantes e pela movimentação de veículos na Avenida Juscelino Kubitschek, principal via de acesso à cidade.

Por outro lado, os registros mais amenos no mês de setembro estão presentes também no Parque do Mocambo, com temperatura mais elevada (29.1°C), às 10h:30min.

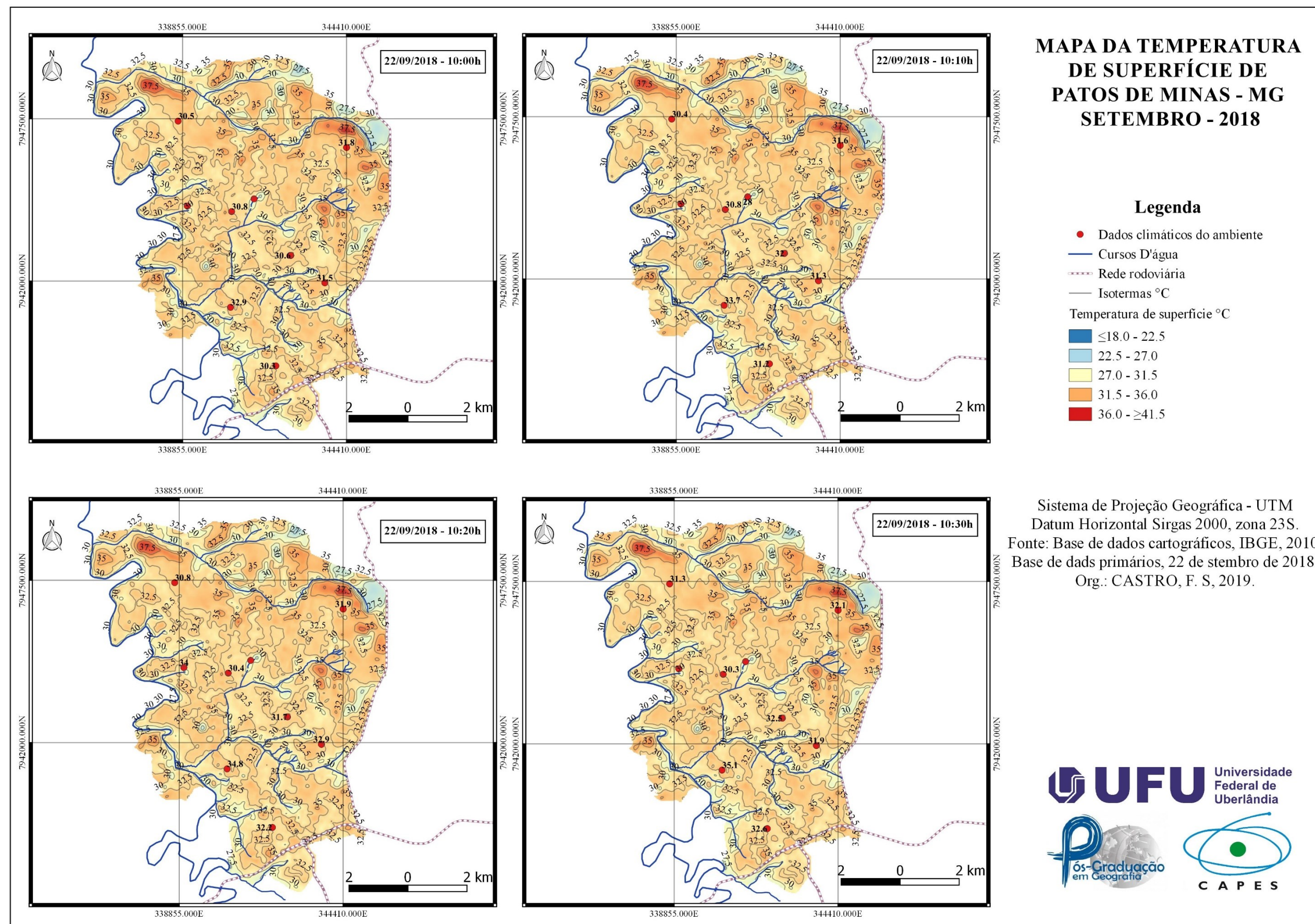


**Figura 61 – Patos de Minas: temperatura do Ambiente, setembro de 2018.**





**Figura 62** – Patos de Minas: temperatura de superfície, setembro de 2018.

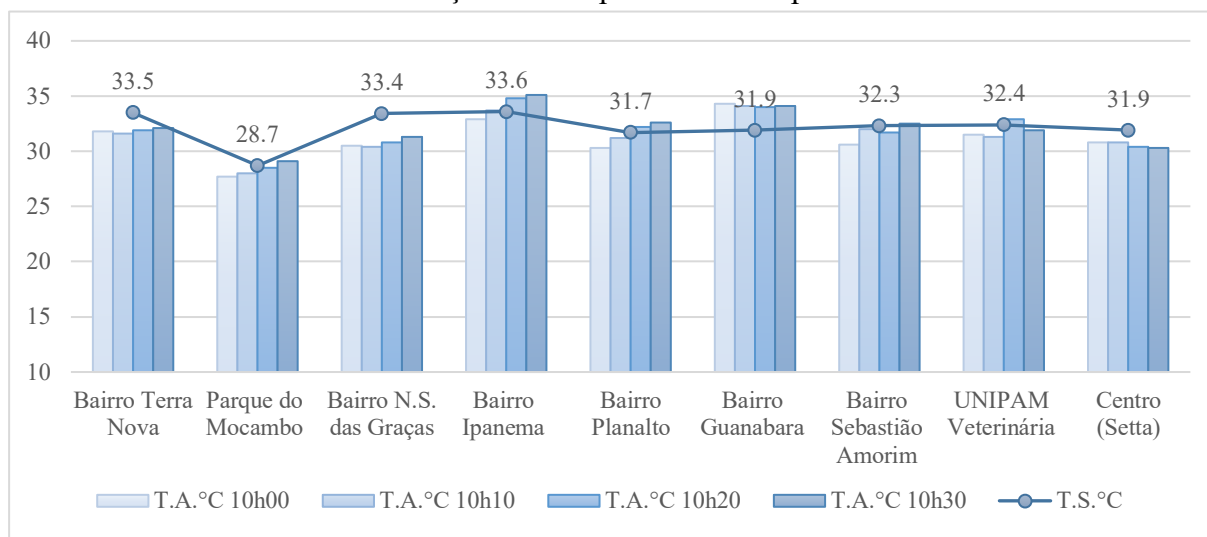


Nos mapas de temperatura de superfície do mês de setembro, apresentados na Figura 62, é possível identificar que as temperaturas mais elevadas foram registradas em áreas de solo exposto no extremo norte do município com máximas de 37.5°C. Porém, dentro dos pontos de coleta dos dados, a maior temperatura, assim como nas temperaturas do ambiente, foi identificada no Bairro Ipanema com 33.6°C.

Assim também aconteceu com a mínima nos dois modos de registro, tanto as temperaturas do ambiente como da superfície, foram apontadas no Parque do Mocambo com média de 28.4°C. No entanto, a mínima da superfície, 27.5°C, foi registrada à nordeste do limite urbano em uma área vegetada e com corpos d'água no entorno.

O Gráfico 3 apresenta uma relação dos dados do ambiente e da superfície. Nota-se que tanto a variação da T.A.°C como a de T.S.°C oscilaram no intervalo médio entre 30°C e 35°C, salvo o Parque do Mocambo que apresentou médias mais amenas entre 25°C e 30°C. Essa comparação inicial refletiu na análise da correlação de Pearson.

**Gráfico 3** - Patos de Minas: relação das temperaturas de superfície e ambiente - 22/09/2018

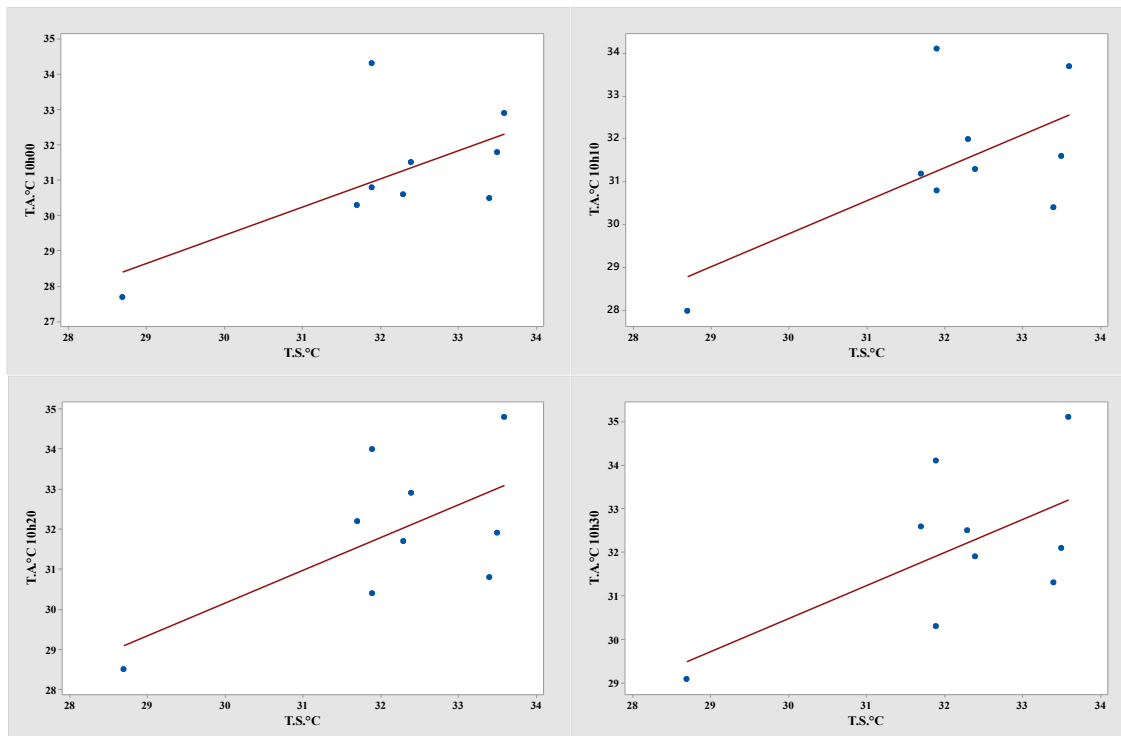


**Fonte:** Dados primários de campo. **Org.:** Castro (2019)

Comparando os dados da correlação de Pearson com o mês anterior, é possível identificar uma maior correlação entre os dois métodos de coleta de dados no dia 22 de setembro, já que em todos os horários o  $r$  esteve acima de 0.620. A maior correlação foi

identificada às 10h, como mostra a Figura 63, onde o  $r = 0.647$  e o menor nível de correlação foram de  $r = 0.621$  (10h:30min).

**Figura 63** – Gráficos dos dados de Correlação de Pearson para o dia 22 de setembro de 2018



**Fonte:** Dados primários de campo. **Org.:** Castro (2019)

Sabe-se que não só o  $r$  é a única variável que devemos analisar na correlação de Pearson, mas também o  $p$ -valor que, nesse caso, teve um coeficiente maior de significância, também no primeiro horário de coleta de dados, que foi a nível de 5%. Isso significa que os dados de ambiente e superfície tiveram mais correlação no horário das 10 horas.

Nos demais horários, o  $p$ -valor teve significância a nível de 10%, às 10h:10min, e, às 10h:20min, o  $p$ -valor = 0.064. Já no último horário de coleta, o mesmo dado foi de 0.075, o que determina que nesse horário os dados estiveram menos correlacionados, visto que, além do  $p$ -valor, o  $r$  desse período foi o menor, como mostra a Tabela 13.

**Tabela 13** - Patos de Minas: dados da Correlação de Pearson para dia 22/09/2018

Correlation Pearson T.A.°C x T.S.°C				
	10h:00min	10h:10min	10h:20min	10h:30min
$r$	0.647	0.638	0.638	0.621
$p$ -valor	0.059	0.064	0.064	0.075

**Fonte:** Dados primários de campo. **Org.:** Castro (2019)

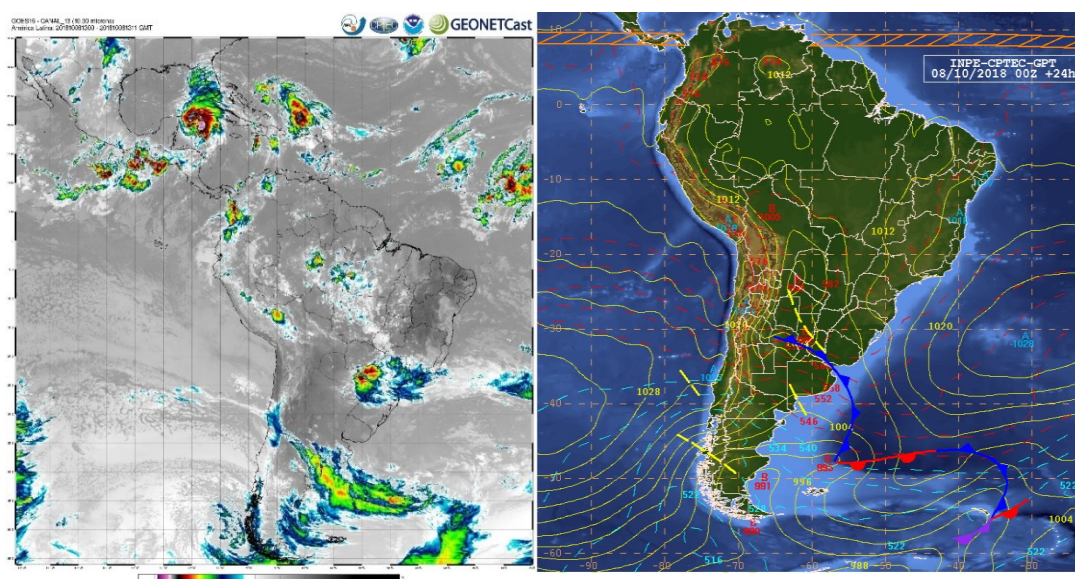


#### 4. 3 outubro de 2018

Na segunda-feira, dia oito de outubro de 2018, um anticiclone pós frontal foi identificado junto a ASAS, provocando convergência de umidade na faixa leste das Regiões Sul e Sudeste, com isso houve a manutenção da nebulosidade e chuva na região supracitada. Com a intensificação dos ventos em baixos níveis, o centro de umidade mostrou-se direcionado a áreas do interior de SP, MG, MS e até parte do Sul do Brasil, tornando as áreas de instáveis durante os dias subsequentes. (INPE-CPTEC-GPT, 08/10/2018, 09:00h.)

Porém, mesmo com a instabilidade apresentada pelo relatório da análise sinótica e pelas imagens da Figura 64, no momento da coleta de dados, o céu permaneceu limpo sobre a cidade de Patos de Minas, viabilizando tanto a coleta dos dados do ambiente como da superfície.

**Figura 64** – Imagem do Satélite GOES e Carta Sinótica do dia 08/10/2018



Fonte:

Boletim Técnico de análise sinótica de 08 de outubro de 2018 (INPE)

No mês de outubro, pode-se identificar, na Tabela 14, os dados coletados em campo, no ponto do Bairro Ipanema, novamente, como ocorreu nos meses de agosto e setembro, foram aqueles que apresentaram os maiores registros, tendo como média dos horários uma temperatura de 35°C. Mais uma vez pode-se reforçar da ideia de que o padrão construtivo das edificações circundantes são possivelmente a explicação para as temperaturas serem mais elevadas.

As temperaturas mais amenas foram registradas no Bairro Terra Nova, cuja média foi 27°C. Como descrito nos capítulos anteriores, o ponto no bairro supracitado localiza-se à nordeste da malha urbana da cidade, cerca de 5km de distância do centro em linha reta, com altitude de aproximadamente 1068m. Essa altitude, pode, em partes, explicar a diminuição da temperatura do microclima.

**Tabela 14** – Patos de Minas: dados de coleta de campo por coordenadas de 08/10/2018.

Campo dia 08 de outubro de 2018							
Pontos de coleta em campo	Coordenadas Geográficas		T. ambiente (°C) / Horas				T. superfície (°C) / Horas
	S	W	10:00	10:10	10:20	10:30	10:09
B. Alto Limoeiro	-18 33 9.98	-46 29 36.65	30.9	29.3	28.4	28.5	25.5
B. Centro (Bretas)	-18 35 43.86	-46 31 4.54	33.1	33.6	33.4	33.7	29.4
B. Guanabara	-18 35 1.64	-46 31 32.45	28.3	28.7	28.5	28.8	25.4
B. Ipanema	-18 36 53.57	-46 30 43.52	35.1	35.1	35.1	34.9	27.8
UNIPAM Veterinária	- 18 36 27.43	- 46 28 54.23	30	29.3	29.3	29.9	26.4
B. Sebastião Amorim	-18 35 56.97	-46 29 33.27	34	33.9	33.5	33.4	25.9
B. N.S. das Graças	-18 33 27.94	-46 31 42.24	32.5	32.4	32.4	32.6	26.6
B. Planalto	-18 37 58.46	-46 29 51.67	29.2	29.2	29.5	29.6	25.6
B. Centro (Setta)	- 18 35 8.09	- 46 30 41.26	32.1	32	31.7	31.6	25.8
B. Terra Nova	-18 33 58.59	-46 28 27.82	26.8	27.2	27.5	27.4	25.3

Fonte: Dados primários de campo. Org.: Castro (2019).

Cabe destacar que no mês de outubro não houve a coleta de dados em campo do Parque do Mocambo, pois o equipamento de coleta apresentou falha na bateria e o registro não foi feito. Nos meses anteriores, esse equipamento registrou os menores valores de temperatura.

Os mapas que apresentam os dados de campo do mês de outubro, na Figura 65, demonstram um padrão nas temperaturas registradas em campo, isso é notável na gradação das cores da escala de temperatura que está entre 27 °C à 36°C. A menor temperatura é identificada no Bairro Terra Nova às 10h (26.8°C), e a máxima de 35.1°, nos três primeiros horários, no Bairro Ipanema. A amplitude térmica desses pontos de coleta de dados foi em média 7.8°C.

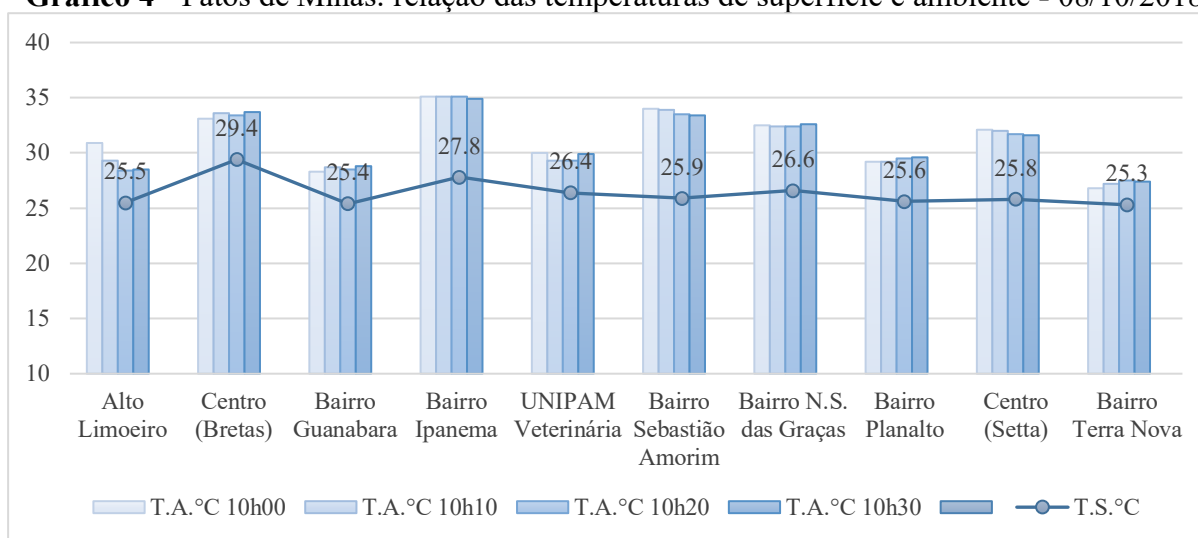
Nas temperaturas de superfície do mês de outubro, apresentadas no mapa da Figura 66, é possível identificar que as temperaturas mais elevadas foram registradas em áreas centrais do município com máximas de 29.4°C. Essas áreas coincidem com as temperaturas mais altas também coletadas em campo, já que pela imagem de satélite o ponto com maior temperatura

foi no Bairro Centro (Bretas) e, pela coleta em ambiente, o mesmo ponto é o segundo com as maiores temperaturas coletadas.

Assim também aconteceu com a mínima nos dois modos de registro, tanto as temperaturas do ambiente (26,8°C) como da superfície (25,3°C), foram apontadas no Bairro Cidade Nova com média de 28,4°C. A diferença entre os dois registros foi de apenas 1,5°C, diferença aceitável entre os dois modos de coleta.

Na relação entre os dados do ambiente e da superfície, apresentados no Gráfico 4, nota-se que a variação das T.S.°C nos pontos de coleta de dados é muito pequena, exceto no ponto do Bairro Centro. Percebemos uma maior relação entre os pontos dos Birros Alto Limoeiro e Terra Nova.

**Gráfico 4** - Patos de Minas: relação das temperaturas de superfície e ambiente - 08/10/2018

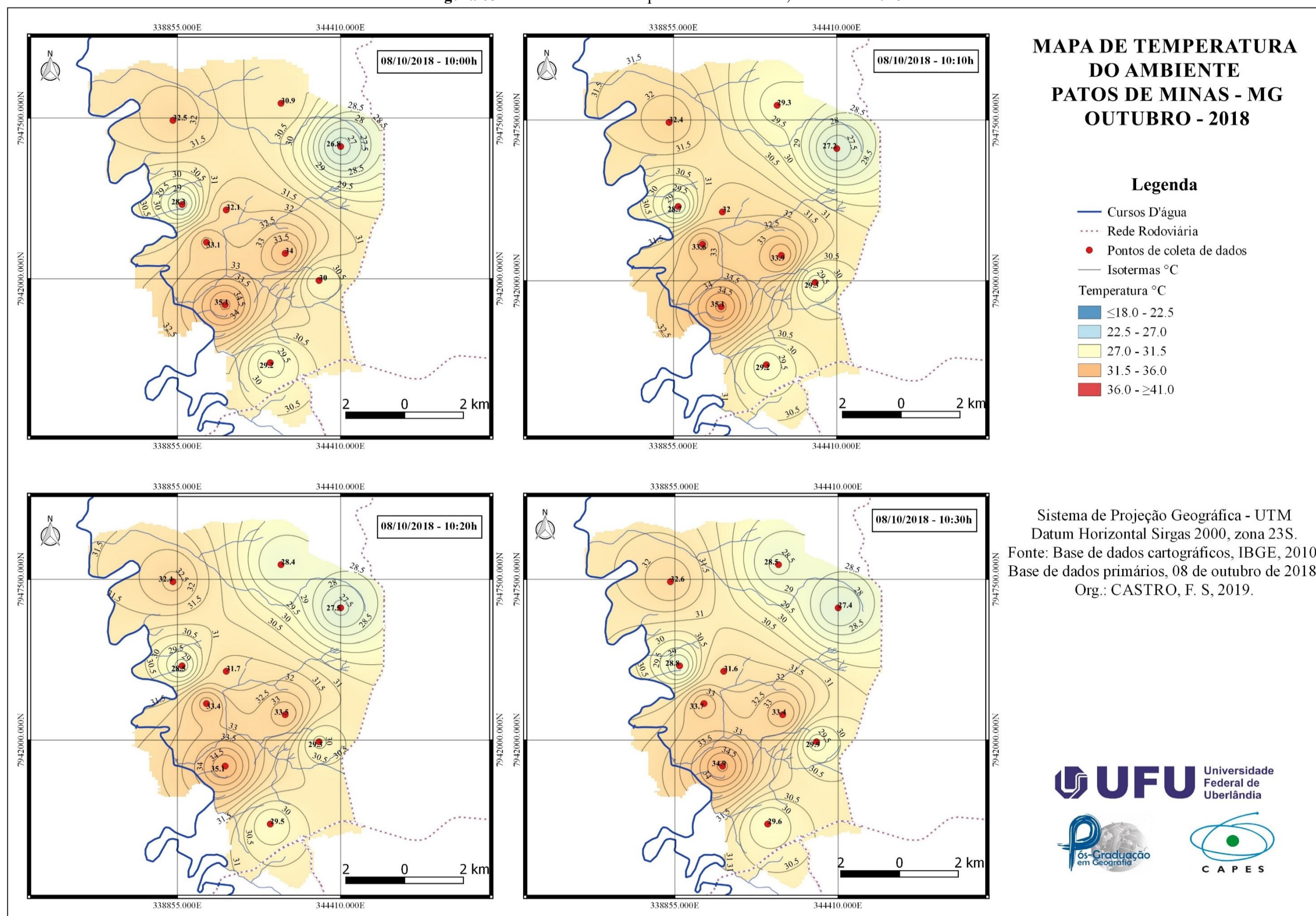


**Fonte:** Dados primários de campo. **Org.:** Castro (2019)

Os dados da correlação de Pearson, do dia 8 de outubro, obtiveram um nível de correlação médio, já que o  $r$  esteve acima de 0.600 em todos os horários (Figura 67). Esse mês de outubro apresentou a maior correlação entre todos os outros meses de coleta de dados e foi identificado às 10h:30min, onde o  $r$  foi de 0.732.



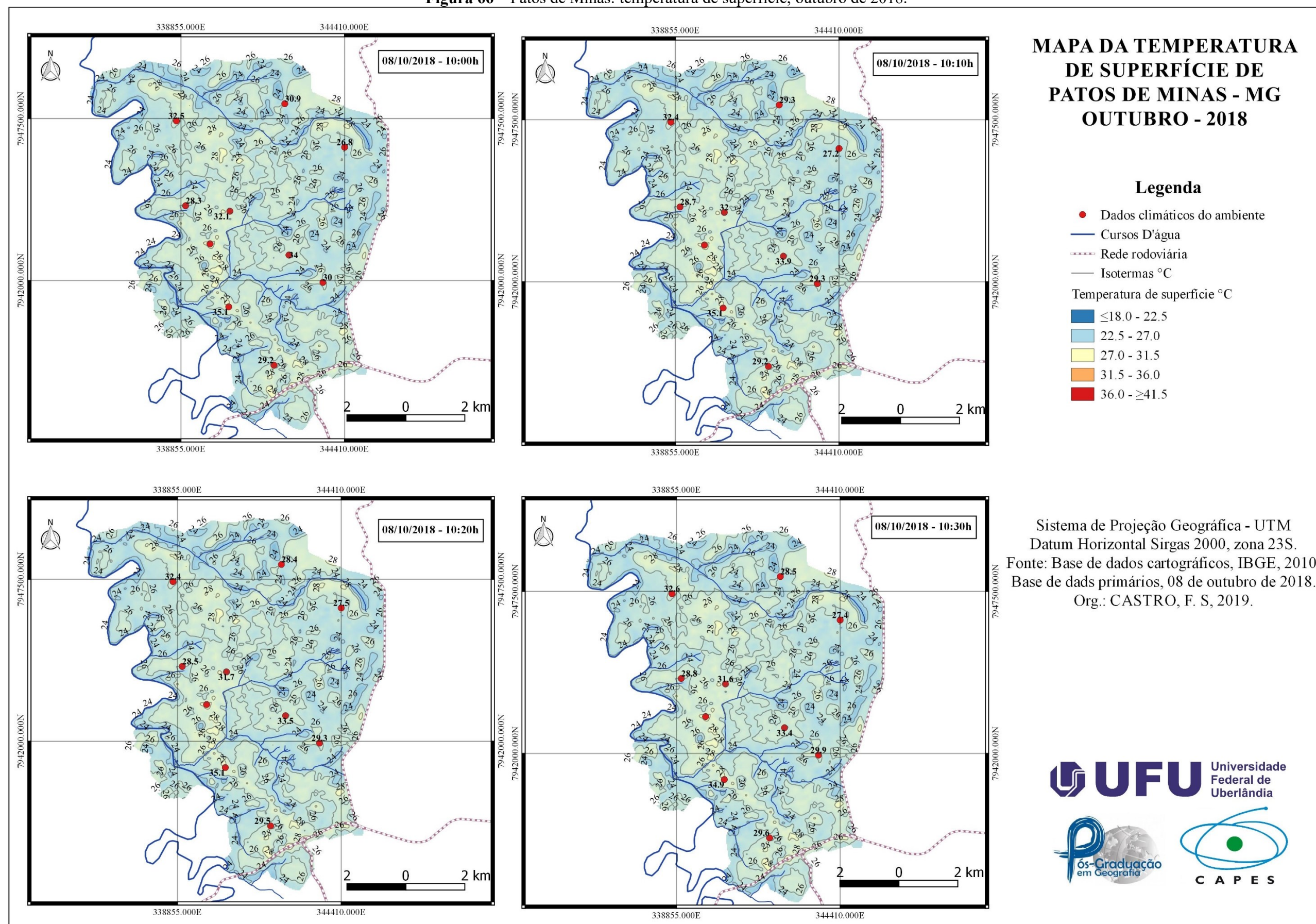
**Figura 65** – Patos de Minas: temperatura do ambiente, outubro de 2018.



Fonte: Dados primários de campo, 08 de outubro de 2018. Org.: Castro (2019)



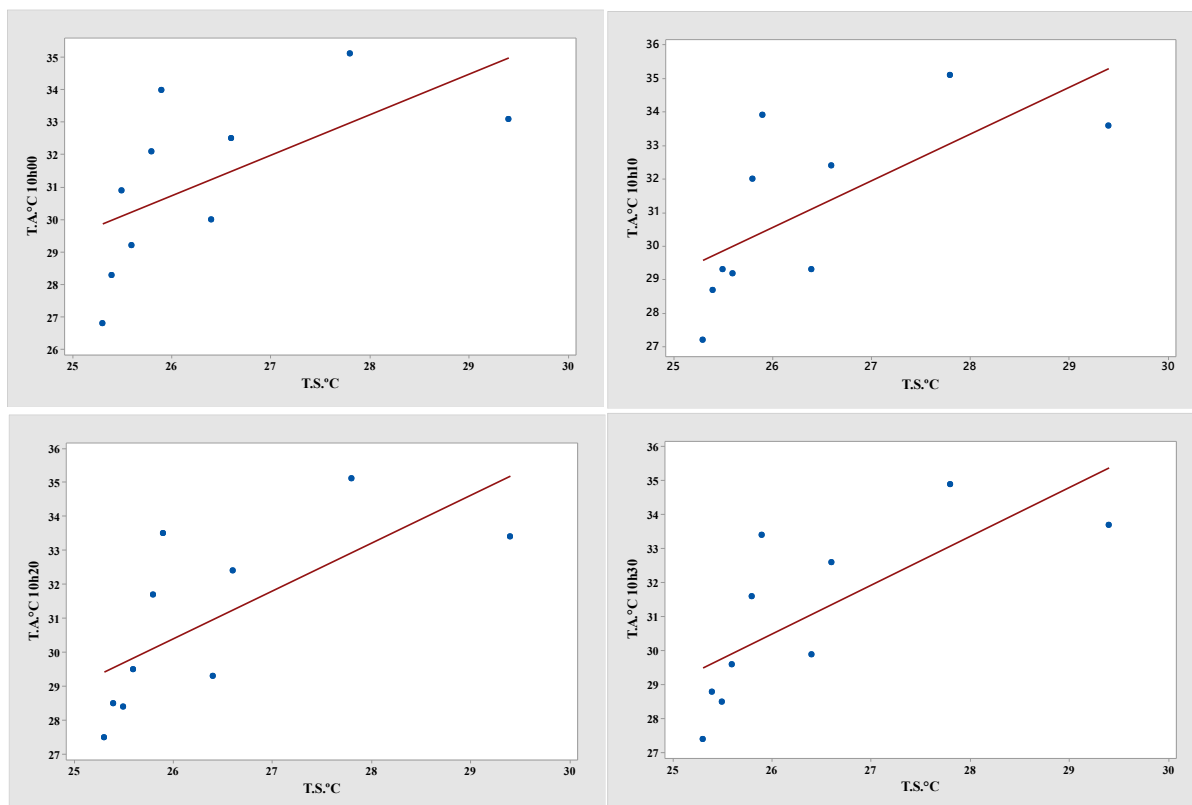
**Figura 66** – Patos de Minas: temperatura de superfície, outubro de 2018.



Fonte: Imagem Landsat 8, banda 10, sensor OLI, 08 de outubro de 2018. **Org.:** Castro (2019)

Além do  $r$  ter sido muito representativo neste horário, a outra variável avaliada, o  $p$ -valor, também apresentou um coeficiente de significância a nível de 5%. Isso significa que os dados de ambiente e de superfície tiveram mais correlação no horário das 10h:30min.

**Figura 67** - Gráficos dos dados de Correlação de Pearson para o dia 08 de outubro de 2018.



**Fonte:** Dados primários de campo. **Org.:** Castro (2019)

Nos horários de 10h e 10h:10min, a correlação também esteve em um nível elevado, uma vez que os valores de  $r$  foram iguais a 0.682 e a 0.698, respectivamente, e o  $p$ -valor = 0.030 e 0.025, isso constitui que ambos estiveram a nível de significância de também 5%. Já no horário das 10h, apesar de o  $r$  estar acima de 0.600, o  $p$ -valor foi de 0.057, o que coloca o horário com nível de significância de 10% (Tabela 15).

**Tabela 15** - Patos de Minas: dados da Correlação de Pearson para dia 08/10/2018

Correlation Pearson T.A.°C x T.S.°C				
	10h:00min	10h:10min	10h:20min	10h:30min
$r$	0.618	0.682	0.698	0.732
$p$ -valor	0.057	0.030	0.025	0.016

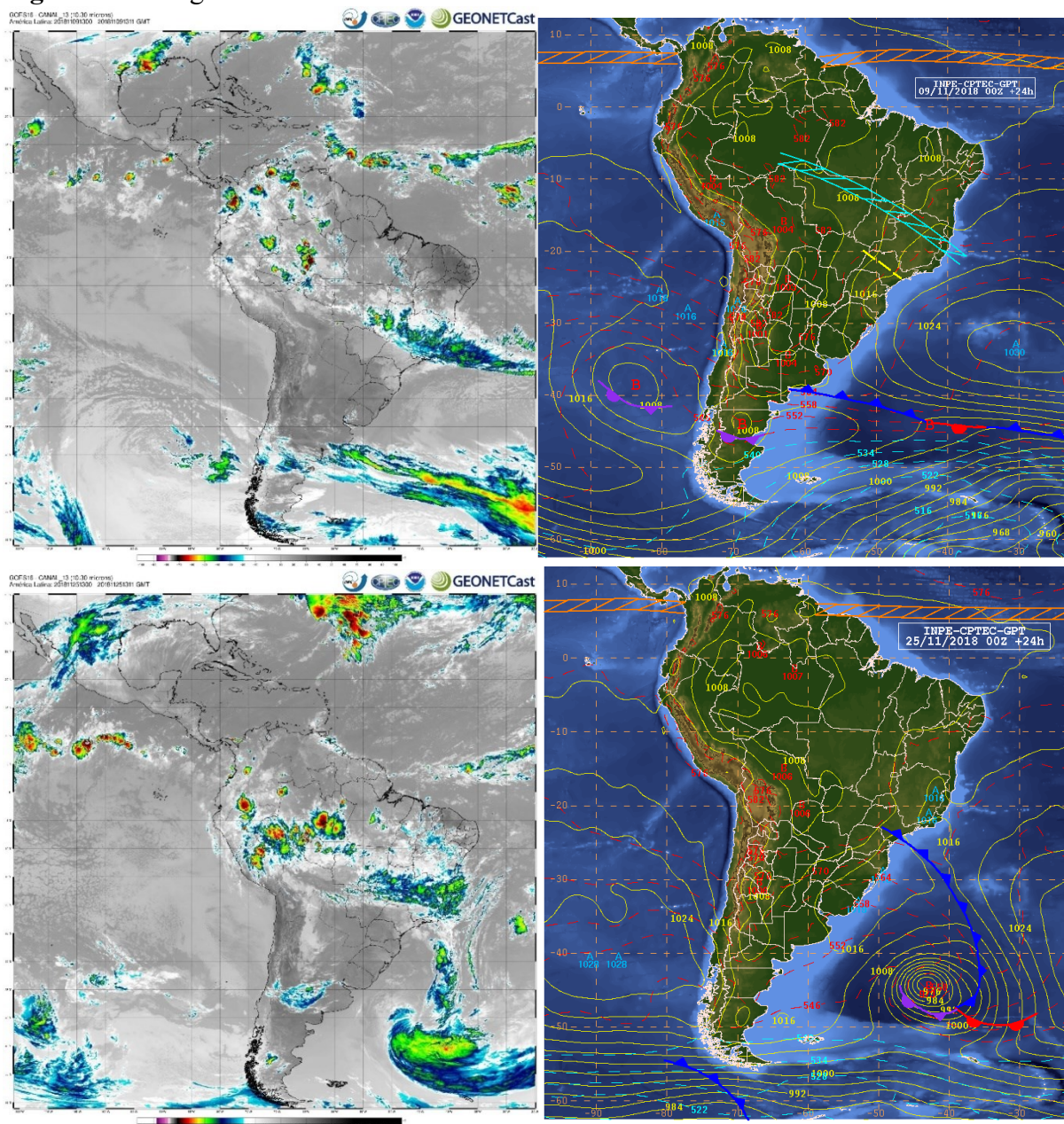
**Fonte:** Dados primários de campo. **Org.:** Castro (2019)



#### 4. 4 novembro de 2018

No mês de novembro, não houve condições climáticas para aquisição dos dados, tanto em campo, quanto pelo satélite, visto que, no período da passagem do satélite e da coleta de dados, chovia em toda a cidade, o que impossibilitou a saída para campo. Isso aconteceu nos dois dias da passagem do satélite daquele mês. Para verificar as condições atmosféricas locais, foram adquiridas imagens sinóticas, juntamente com os relatórios, e as imagens do satélite GOES, apresentados na Figura 68.

**Figura 68** - Imagem do Satélite GOES e Carta Sinótica do dia 09 e 25 de novembro de 2018.



**Fonte:** Boletim Técnico de análise sinótica de 09 e 25 de novembro de 2018 (INPE)

No primeiro dia da passagem do satélite, dia 09 de novembro, sexta-feira, notou-se uma área de instabilidade atmosférica sobre parte do território brasileiro, recobrando áreas de Minas Gerais, Goiás, norte de São Paulo e leste do Mato Grosso. Essa instabilidade se apresenta como uma ZCOU (zona de convergência de umidade), que favoreceu pancadas de chuva nas porções do território supracitados (INPE-CPTEC-GPT, 09/11/2018, 09:00h.).

Já o segundo dia, que poderia ocorrer a coleta de dados (25/11), o avanço de um sistema frontal pelo litoral de São Paulo, alinhou a convergência de umidade em baixos níveis entre o sul da Região Amazônica, Centro-Oeste e o Sudeste. Essas condições foram favoráveis para um aumento da nebulosidade e, conseqüentemente, uma instabilidade atmosférica, com pancadas de chuva em boa parte do centro-oeste, no sul e oeste da região amazônica, além de recobrir boa parte do território mineiro, carioca e paulista (INPE-CPTEC-GPT, 25/11/2018, 09:00h.).

Para realizar o mapeamento da temperatura de superfície, é necessário que as áreas que serão mapeadas estejam completamente livres de nuvens para que o *software* consiga executar o processamento da imagem. Porém, nota-se na Figura 69, que nos dias de passagem do satélite, no mês de novembro, a área do município de Patos de Minas estava totalmente recoberta por nuvens, o que impossibilitou a execução o mapeamento nos dois dias.

Esse é, certamente, um dos fatores negativos da utilização dos dados remotos para o mapeamento climático urbano, pois há uma limitação do processamento dos dados quando se refere a dias com instabilidade atmosférica, no tocante ao aumento de nebulosidade. Cabe ressaltar que a limitação existe no método adotado, mas isso não significa que outros métodos de mapeamento remoto não consigam executar tal processamento. Todavia, os que temos acesso, não foram autorizados para realizar o trabalho neste período.



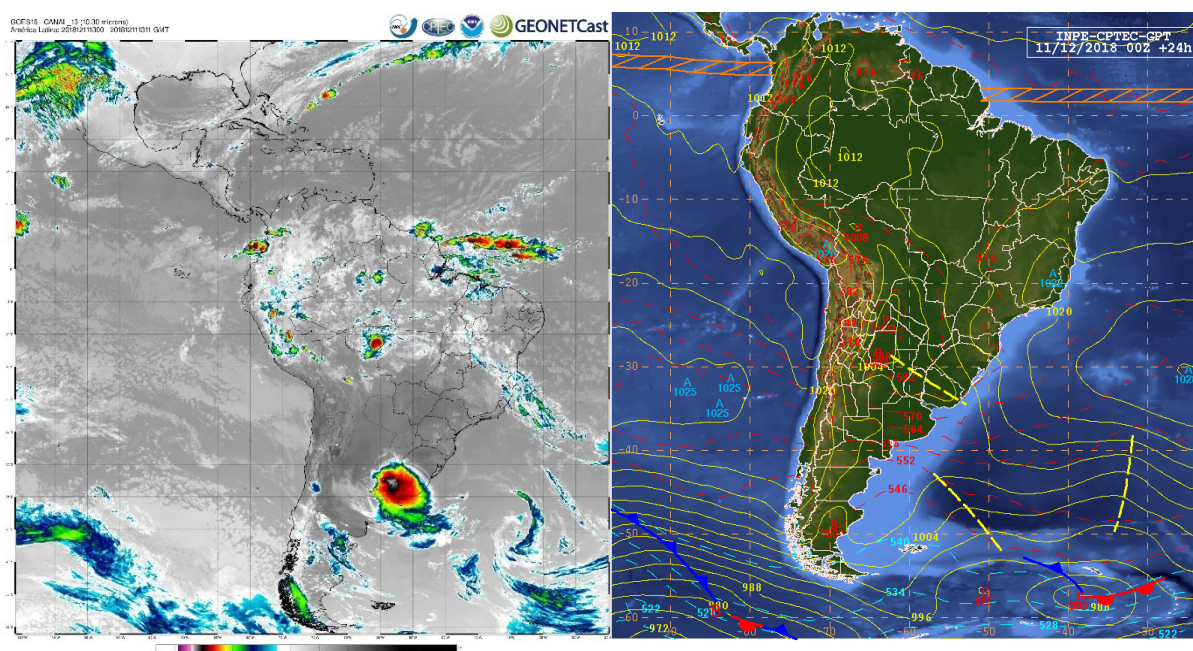




#### 4. 5 dezembro de 2018

Na terça-feira, dia 11 de dezembro de 2018, o tempo estava instável, pois nos dias anteriores a área de estudo estava sob a influência da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), carregada de umidade. Ao longo do dia, a propagação de um cavado, em médios e altos níveis, combinada com o aquecimento em superfície favoreceram a ocorrência de pancadas de chuva que atingiram os estados do Mato Grosso, Goiás, Distrito Federal e Minas Gerais. (Figura 70)

**Figura 70** - Imagem do Satélite GOES e Carta Sinótica do dia 11/12/2018



**Fonte:** Boletim Técnico de análise sinótica de 11 de dezembro de 2018 (INPE)

Além disso, observa-se uma circulação ciclônica, centrada no Sudeste do Brasil e parte de Goiás, que combinada com uma circulação anticiclônica, identificada na divisa com a Bolívia, induz a convergência de massa em baixos níveis que, combinada com a termodinâmica, típica desta época do ano, contribuiu para a atividade convectiva observada em parte do norte, nordeste e interior do Brasil (INPE-CPTEC-GPT, 11/12/2018, 09:00h.).

A dinâmica atmosférica instável, apresentada e discutida nas descrições anteriores, impossibilitou o mapeamento da temperatura de superfície, como é possível notar também nos mapas produzidos (Figura 71), através das imagens de satélite.

Nas imagens, é possível perceber a alta taxa de nebulosidade presente sobre a área urbana de Patos de Minas em ambos os dias da passagem do satélite. Porém, mesmo com a impossibilidade de mapeamento por imagens de satélite, foi possível realizar a coleta dos dados em campo e, posteriormente, o mapeamento.

Os dados apresentam um padrão de aquecimento das regiões limítrofes da malha urbana em contato com meio rural, principalmente nas porções Leste e Nordeste, como mostram os mapas da Figura 72. Os pontos UNIPAM Veterinária, às 11h e 11h:10min e Bairro Terra Nova, nos dois últimos horários, foram os que registraram as maiores temperaturas, chegando a 33.9°C. Outros bairros como Alto Limoeiro, Ipanema e Nossa Senhora das Graças também registraram altas temperaturas, elevação comum para esse período do ano.

Por outro lado, o Parque do Mocambo é o que apresentou as temperaturas mais amenas, registrando, em todos os horários, temperatura de 23.6°C. Temperaturas mais baixas também foram identificadas no Bairro Planalto, região que está próxima à área de vegetação de mata ciliar do Rio Paranaíba.

**Tabela 16 - Patos de Minas: dados de coleta de campo por coordenadas de 11/12/2018**

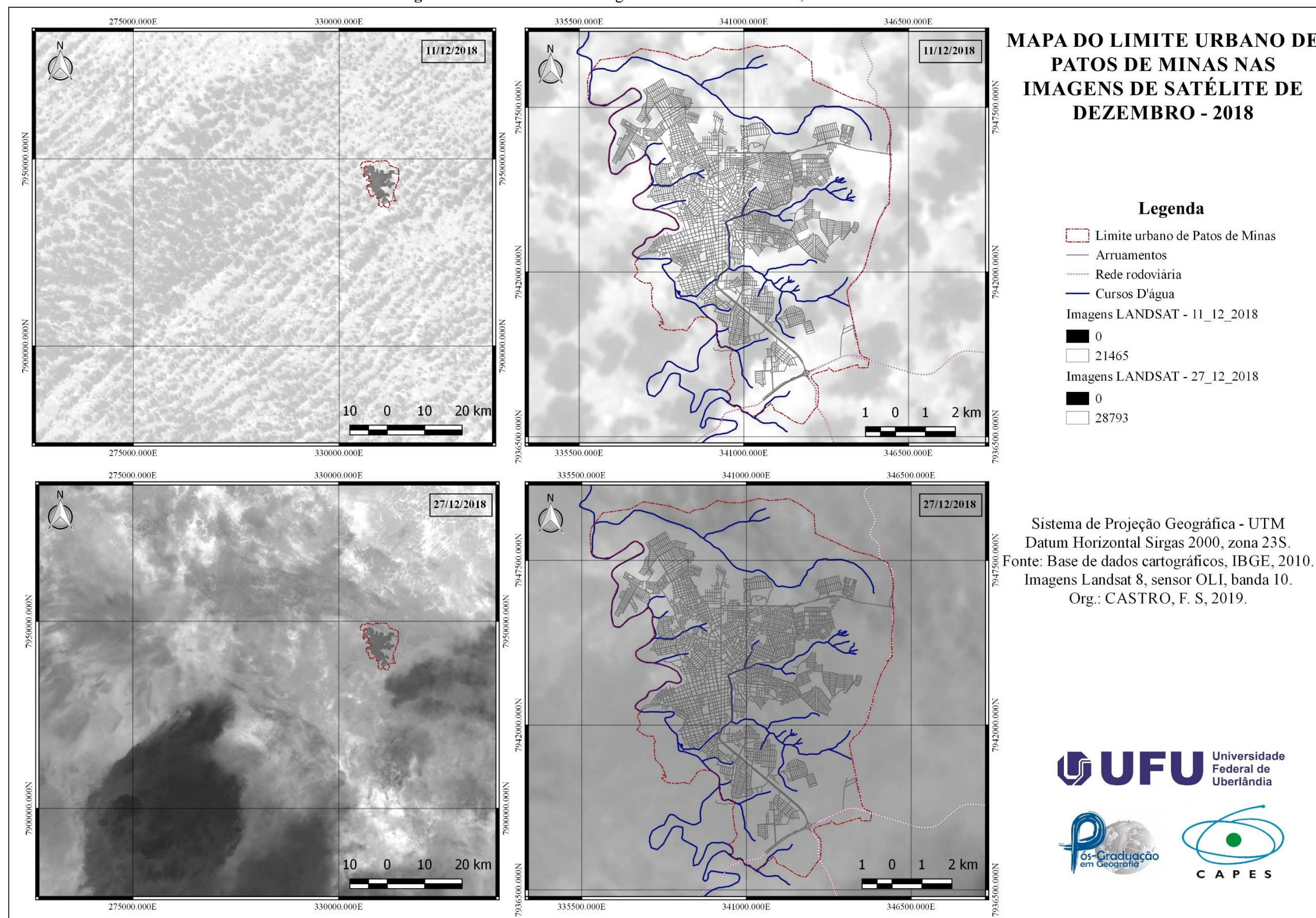
<b>Campo dia 11 de dezembro de 2018</b>						
<b>Pontos de coleta em campo</b>	<b>Coordenadas Geográficas</b>		<b>Temperatura (°C)/Horas</b>			
	<b>S</b>	<b>W</b>	<b>11:00</b>	<b>11:10</b>	<b>11:20</b>	<b>11:30</b>
Alto Limoeiro	-18 33 9.98	-46 29 36.65	33	33.6	33	33.1
Centro (Bretas)	-18 35 43.86	-46 31 4.54	30.7	31.9	32.4	33.1
Bairro Guanabara	-18 35 1.64	-46 31 32.45	29.2	30.1	28.4	29.3
Bairro Ipanema	-18 36 53.57	-46 30 43.52	32	32.2	32.1	31.7
UNIPAM Veterinária	- 18 36 27.43	- 46 28 54.23	33.3	34	33.1	32.8
Bairro Sebastião Amorim	-18 35 56.97	-46 29 33.27	27.9	28.2	28.8	28.9
Bairro N.S. das Graças	-18 33 27.94	-46 31 42.24	30.2	31	30.2	30.2
Bairro Planalto	-18 37 58.46	-46 29 51.67	23.9	23.9	24	24
Centro (Setta)	- 18 35 8.09	- 46 30 41.26	29.1	28.5	28.4	28.4
Bairro Terra Nova	-18 33 58.59	-46 28 27.82	29.8	32.1	33.9	33.9
Parque Mocambo	-18 34 54.25	-46 30 15.22	23.6	23.6	23.6	23.6

**Fonte:** Dados primários de campo. **Org.:** Castro (2019)

As diferenças de temperatura dos pontos mais aquecidos para as temperaturas mais amenas foram em média de 9.4°C, uma amplitude considerável em se tratando de uma cidade de porte médio (Tabela 16).



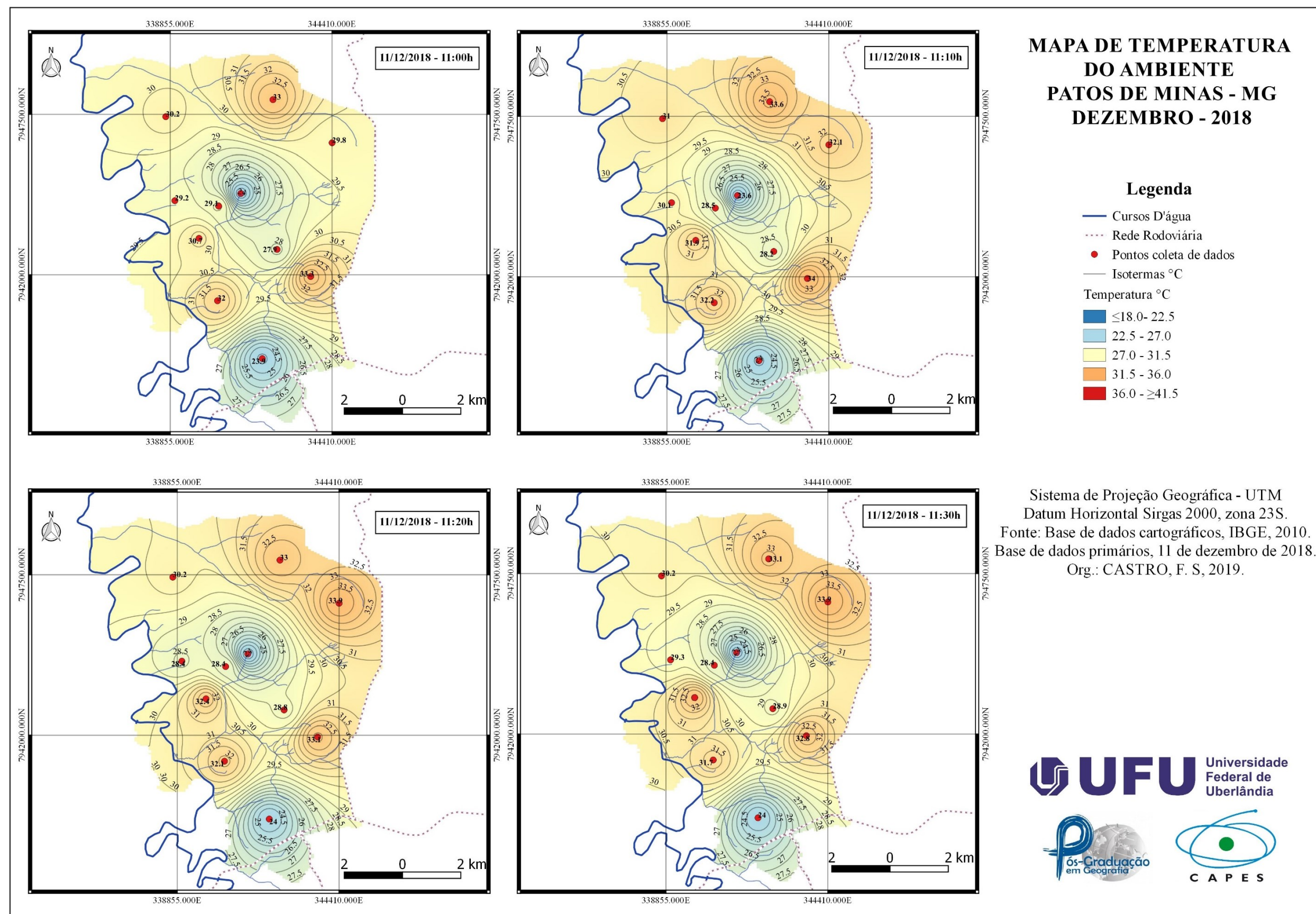
**Figura 71** - Patos de Minas: imagens da banda 10-Landsat-8, dezembro de 2018.



**Fonte:** Imagem Landsat 8, banda 10, sensor OLI, 11 e 27 de dezembro de 2018. **Org.:** Castro (2019)



**Figura 72** – Patos de Minas: temperatura do ambiente, dezembro de 2018.



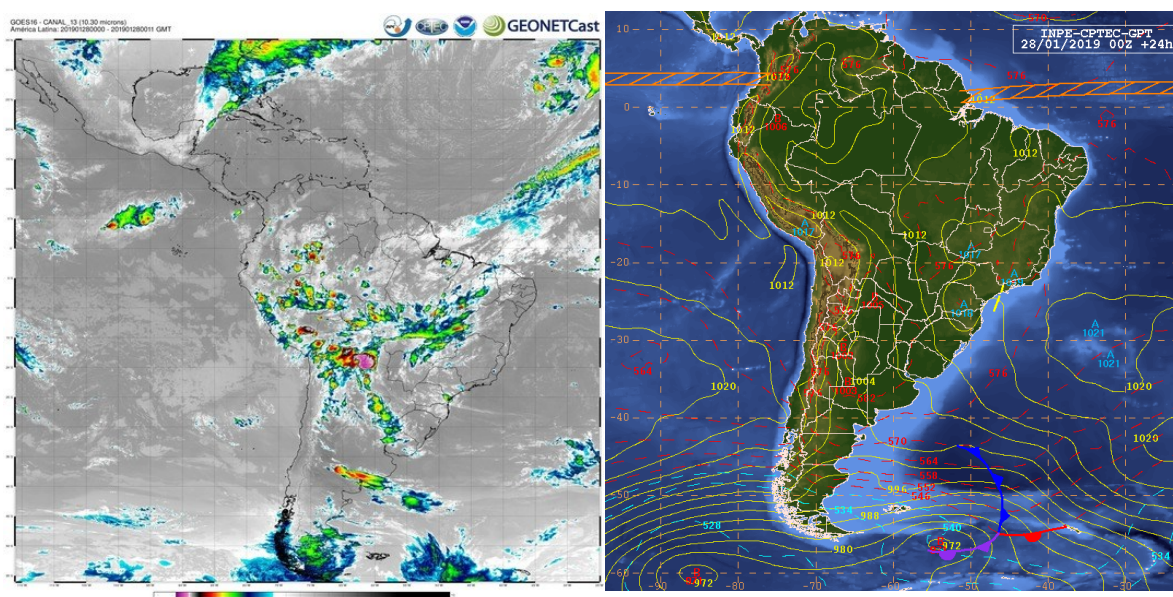
**Fonte:** Dados primários de campo, 11 de dezembro de 2018. **Org.:** Castro (2019)

#### 4. 6 janeiro de 2019

No dia da coleta de dados do mês de janeiro (28/01), o Centro-Oeste do Brasil estava sob a influência de um Vórtice Ciclônicos em Altos Níveis (VCAN), concentrando a convergência de umidade em baixos níveis e a instabilidade, principalmente, em áreas do interior do Brasil, com os maiores acumulados de precipitação (INPE-CPTEC-GPT, 28/01/2019, 09:00h).

A imagem do satélite GOES (Figura 73) mostra a instabilidade provocada pelo sistema atmosférico atuante citado anteriormente. Apesar da atuação desses sistemas sobre parte do território brasileiro, a área de estudo contava com o céu claro.

**Figura 73** - Imagem do Satélite GOES e Carta Sinótica do dia 28/01/2019.



**Fonte:** Boletim Técnico de Análise Sinótica, de 28 de janeiro de 2019 (INPE)

É possível notar nos dados (Tabela 17) e no mapa mostrado na Figura 74, que ocorre um ligeiro aumento das temperaturas, em todos os horários, no sentido Norte e Oeste do território patense. Neste sentido, dois pontos, próximos ao supermercado Bretas, se destacam como sendo os mais aquecidos: o Bairro Alto Limoeiro e o Centro da cidade.

Sendo que, no Bairro Alto Limoeiro, em todos os horários, as temperaturas foram mais elevadas, chegando a 39.4°C às 11h:20min. A diferença entre a máxima temperatura e a mínima foi de 10.8°C, que uma diferença considerável.



**Tabela 17** – Patos de Minas: dados de coleta de campo por coordenadas de 28/01/2019.

Campo dia 28 de janeiro de 2019							
Pontos de coleta em campo	Coordenadas Geográficas		T. ambiente (°C) / Horas				T. superfície (°C) / Horas
	S	W	11:00	11:10	11:20	11:30	11:09
B. Alto Limoeiro	-18 33 9.98	-46 29 36.65	37.9	38.4	39.4	38.9	26.9
B. Centro (Bretas)	-18 35 43.86	-46 31 4.54	37.6	37	38.4	38.4	32
B. Guanabara	-18 35 1.64	-46 31 32.45	31.1	32.1	30.3	31.8	29.5
B. Ipanema	-18 36 53.57	-46 30 43.52	30.8	31.2	32.3	38.2	31
UNIPAM Veterinária	- 18 36 27.43	- 46 28 54.23	36.8	36.1	37.7	38.5	29.4
B. Sebastião Amorim	-18 35 56.97	-46 29 33.27	29.1	29	29	28.9	28.7
B. N.S. das Graças	-18 33 27.94	-46 31 42.24	31.7	33.3	34	34	28.8
B. Planalto	-18 37 58.46	-46 29 51.67	31.1	31.8	31.7	32.2	28.7
B. Centro (Setta)	- 18 35 8.09	- 46 30 41.26	31	31.6	32.6	32.4	29.6
B. Terra Nova	-18 33 58.59	-46 28 27.82	37	36.5	35.7	34.9	29.9
Parque Mocambo	-18 34 54.25	-46 30 15.22	28	28.5	28.6	28.5	26.8
B. Alto Caiçaras	-18 34 10.23	-46 30 23.83	37	37.1	37.4	36.1	31.4

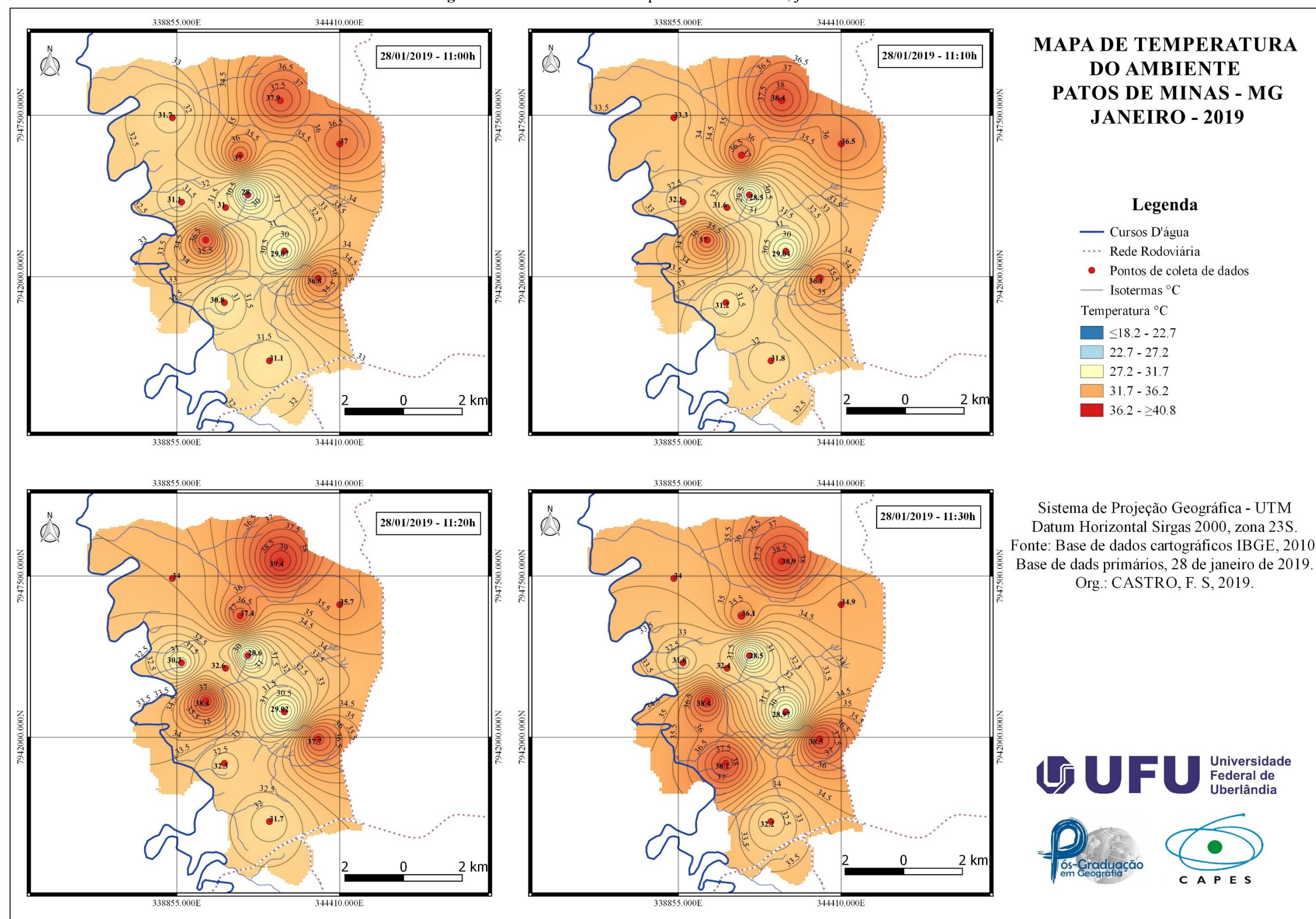
**Fonte:** Dados primários de campo. **Org.:** Castro (2019)

Esse aquecimento microclimático, considerado por alguns autores como ilhas de calor urbano, é associado ao padrão geourbano local que pôde ser diagnosticado nos trabalhos em campo. Nos pontos supracitados, com temperaturas mais elevadas, dois padrões podem elevar a temperatura: solo exposto e áreas impermeáveis. As áreas circundantes ao Bairro Alto Limoeiro apresentam grandes áreas com solo exposto, fator determinante para o aquecimento microclimático; já na região central, as características identificadas são grande percentual de áreas impermeáveis, conseqüentemente, há a diminuição de áreas vegetadas, grande fluxo de veículos, propiciando o aquecimento local e do entorno.

Em contrapartida, o Parque do Mocambo, cuja temperatura esteve na casa dos 28°C em todos os horários, funciona como uma ilha de frescor urbano já que o mesmo apresenta, aproximadamente, 10°C abaixo da média dos registros dos demais pontos de coleta de dados.

Já no mapa de temperatura de superfície (Figura 75), o aquecimento mais expressivo foi constatado no ponto do Bairro Alto Caiçaras (31,4°C), na parte norte da cidade, que manteve também um aquecimento expressivo nos dados do ambiente. O mesmo mapeamento também mostra o padrão de temperaturas mais amenas nos arredores do Parque do Mocambo, cuja temperatura foi de 26.8°C.

**Figura 74 - Patos de Minas: temperatura do ambiente, janeiro de 2019.**



Fonte: Dados primários de campo, 28 de janeiro de 2019. Org.: Castro (2019)

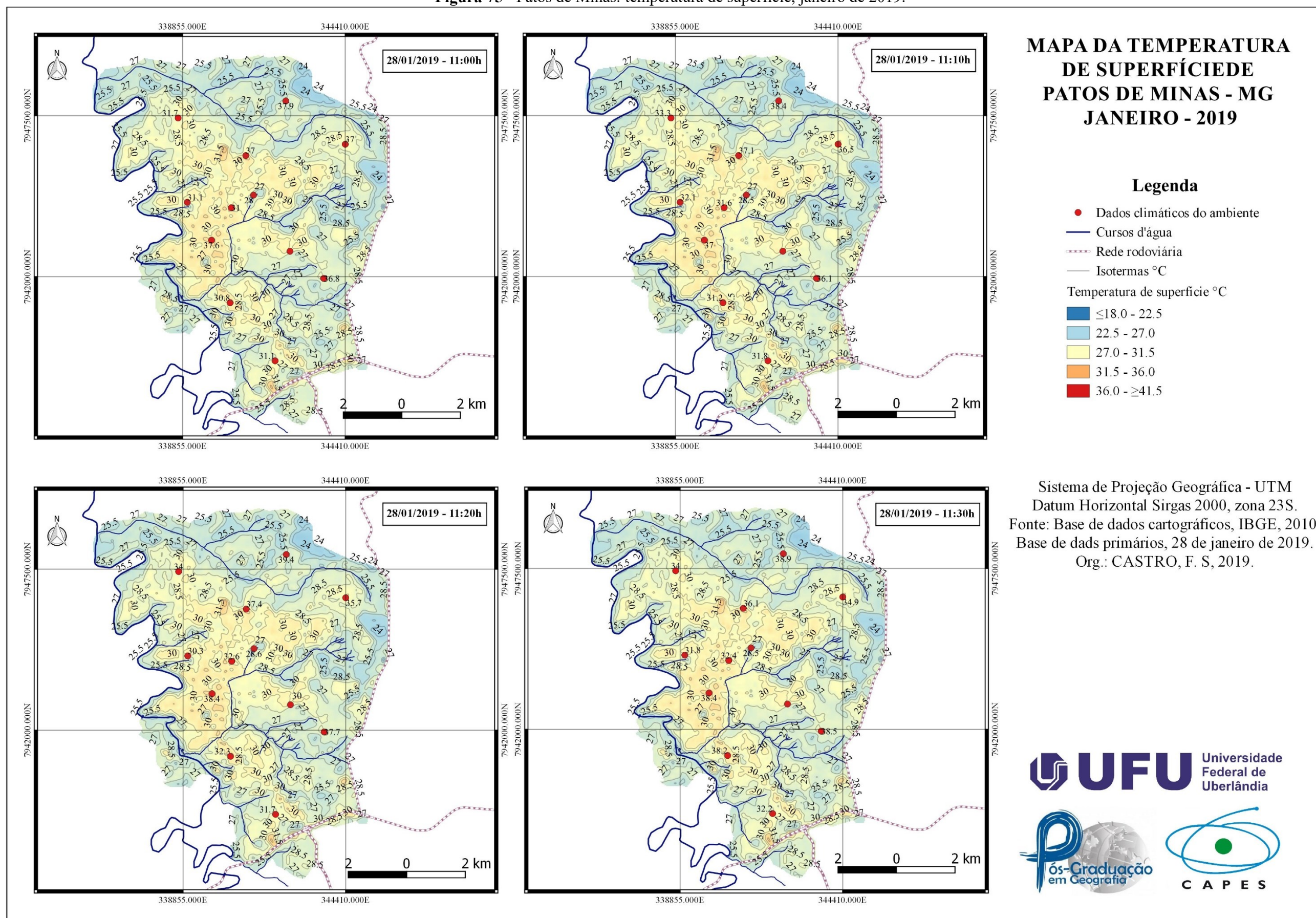
**UFU** Universidade Federal de Uberlândia

Pós-Graduação em Geografia

CAPES



**Figura 75 - Patos de Minas: temperatura de superfície, janeiro de 2019.**

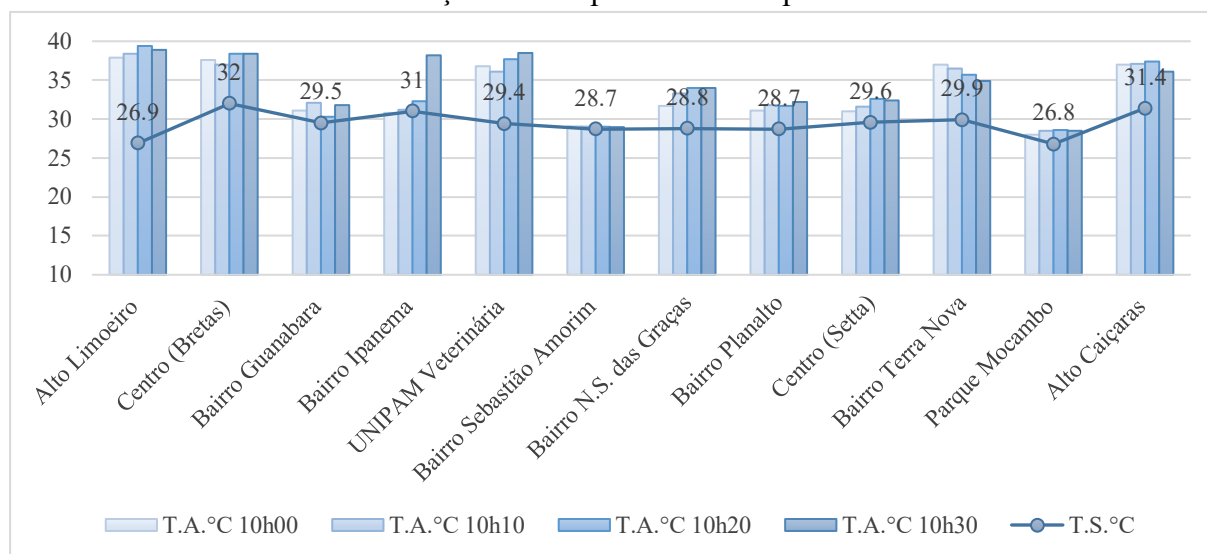


É perceptível nos mapas das Figuras 74 e 75, que as áreas que circundam a cidade de Patos de Minas são as que apresentam as menores temperaturas, e, quando percorremos para o interior da área urbana, nota-se um aquecimento gradual das temperaturas, o que pode ser verificado na gradação das cores da legenda.

O Gráfico 5 demonstra a relação entre as temperaturas registradas em campo e no satélite. Nesse gráfico, é possível notar que as temperaturas do satélite estiveram oscilando entre 28°C e 30°C, com ressalva para o ponto do Bairro Centro (Bretas), o Bairro Ipanema e o Alto Caiçaras, visto que os registros dos pontos supracitados estiveram acima de 31°C.

Porém nos registros em campo, a oscilação de temperatura foi consideravelmente maior entre os pontos que vão de aproximadamente 28°C à 40°C. Essa relação terá forte influência nos resultados de correlação de Pearson, mostrado na Tabela 18.

**Gráfico 5** - Patos de Minas: relação das temperaturas de superfície e ambiente - 28/01/2019.



**Fonte:** Dados primários de campo. **Org.:** Castro (2019)

Os dados da correlação de Pearson, do dia 28 de janeiro, obtiveram um nível de correlação baixo, pois o  $r$  esteve quase sempre abaixo de 0.400; o único horário que esteve acima (0.449) foi às 11h:30min. A menor correlação neste mês foi registrada às 11h:10min com  $r = 0.319$ . A comprovação dessa baixa correlação dos dados pode ser verificada na Figura 76, onde nota-se a dispersão dos dados nos gráficos plotados.

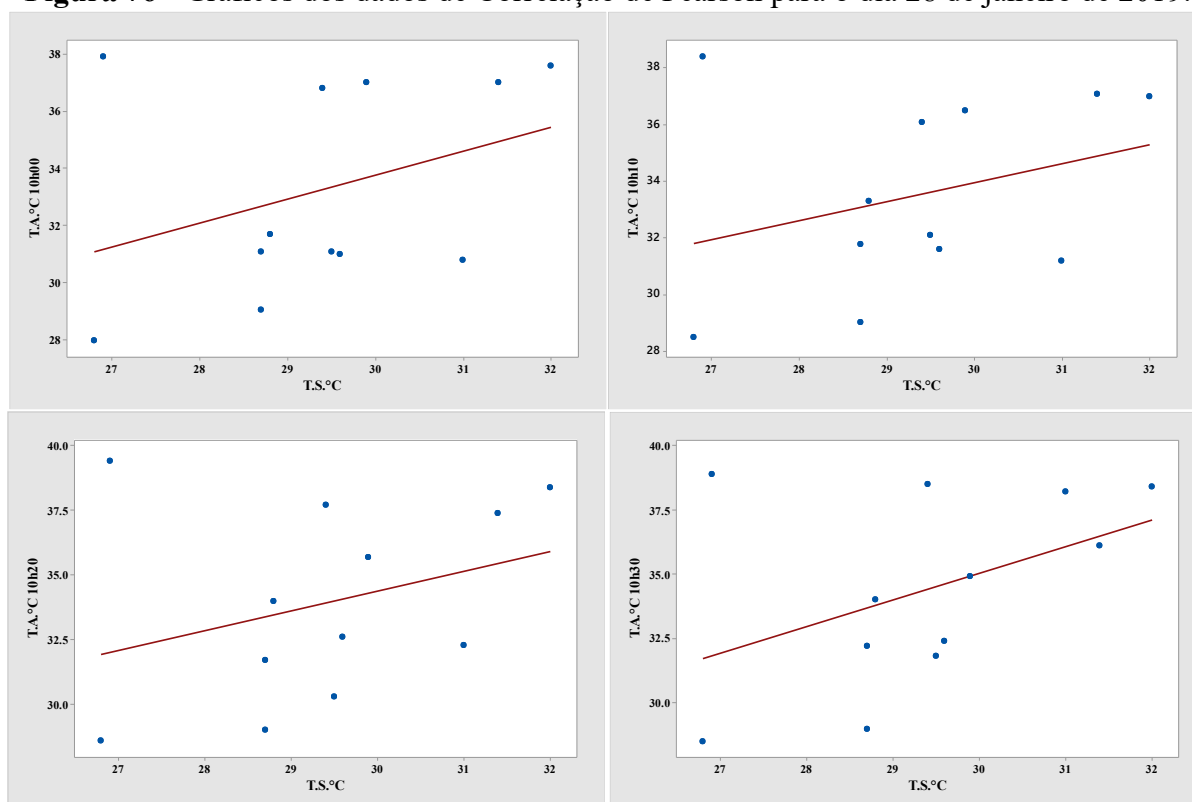


**Tabela 18** – Patos de Minas: dados da Correlação de Pearson para dia 28/01/2019.

Correlation Pearson T.A.°C x T.S.°C				
	11h:00min	11h:10min	11h:20min	11h:30min
<i>r</i>	0.364	0.319	0.325	0.449
<i>p</i> -valor	0.245	0.311	0.303	0.143

Fonte: Dados primários de campo. Org.: Castro (2019)

Além do *r* ter apresentado valores insuficientes, a outra variável avaliada, o *p*-valor, também apresentou um coeficiente de significância a nível de 30%, nos três primeiros horários. Os resultados de *p*-valor mostram que os dados de ambiente e superfície não estiveram correlacionados no mês de janeiro de 2019.

**Figura 76** - Gráficos dos dados de Correlação de Pearson para o dia 28 de janeiro de 2019.

Fonte: Dados primários de campo. Org.: Castro (2019)

No último horário de coleta de dados, 10h:30min, a correlação esteve em um nível mais elevado que os demais horários, pois o *p*-valor esteve a nível de significância de 10%. Porém, isso não significa que a correlação exista, já que o valor de *r* foi ínfimo entre as duas formas de coleta de dados.

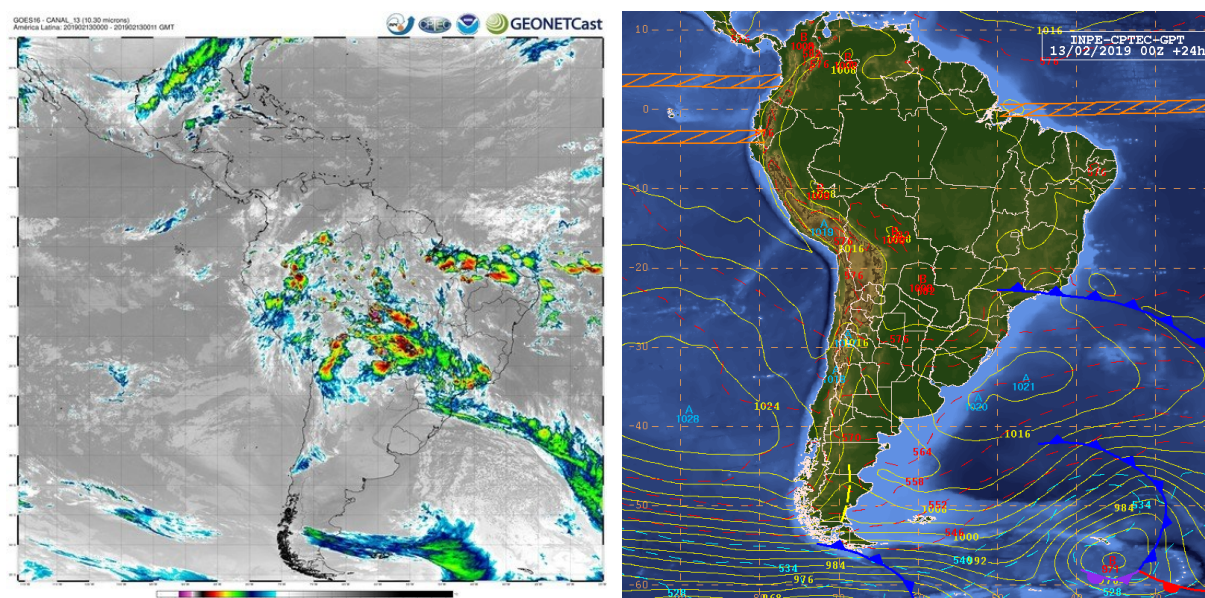


#### 4. 7 fevereiro de 2019

No mês de fevereiro, não houve a possibilidade de análise de dados da superfície, visto que, como mostra a imagem de satélite da Figura 78, a atmosfera estava recoberta por nuvens no momento da passagem do satélite, inviabilizando o processamento dos dados.

Essa impossibilidade de análise de dados de superfície pode ser explicada pela atuação atmosférica daquele dia. É possível identificar no relatório, imagem sinótica e a imagem GOES, a instabilidade atmosférica provocada por um avanço de frente fria pelo litoral Sudeste, provocando a possibilidade de pancadas de chuva entre o sul de Minas Gerais, norte do Rio de Janeiro e grande parte do Espírito Santo. (INPE-CPTEC-GPT, 13/02/2019, 09:00h). (Figura 77)

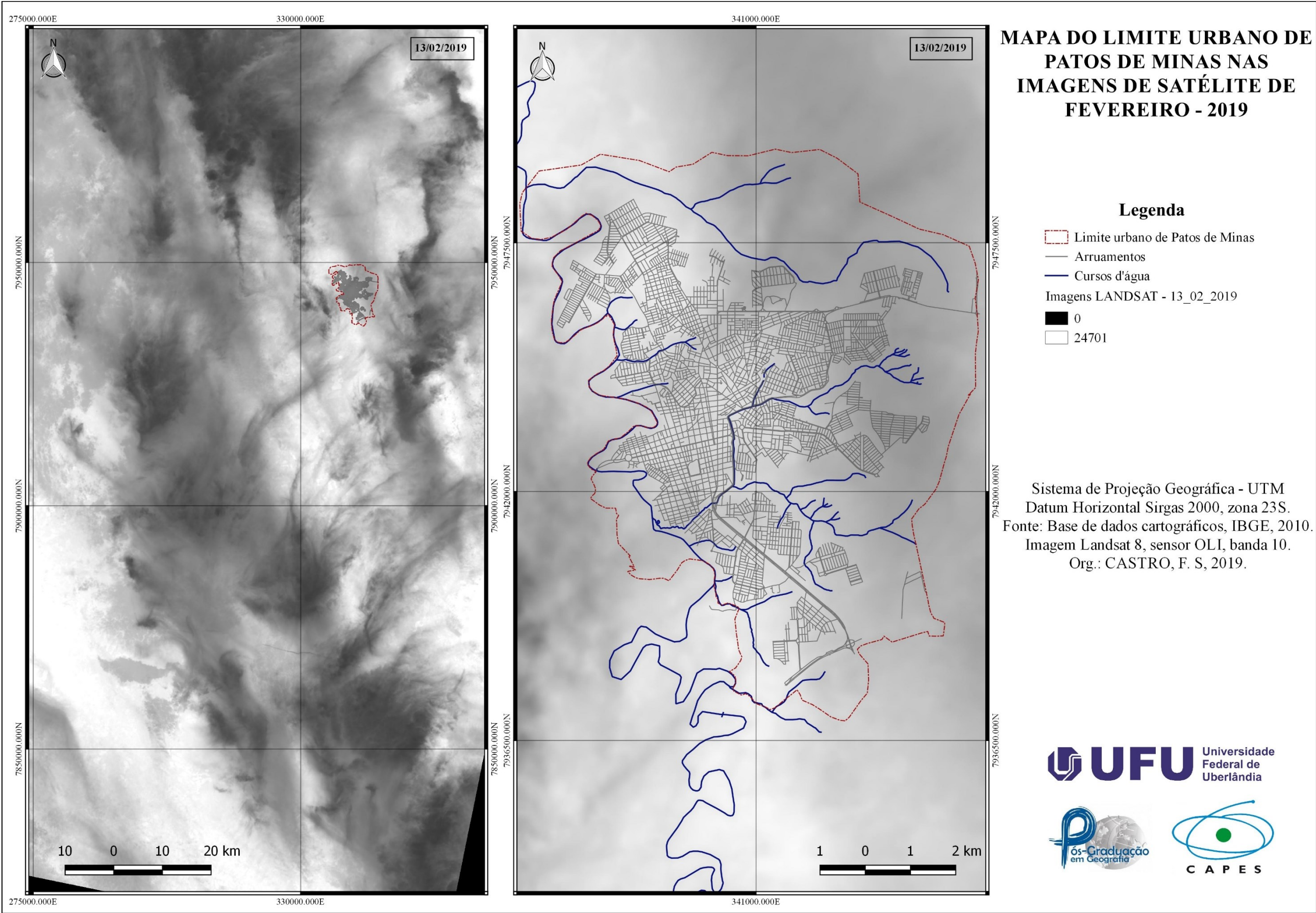
**Figura 77 - Imagem do Satélite GOES e Carta Sinótica do dia 13/02/2019**



**Fonte:** Boletim Técnico de análise sinótica de 13 de fevereiro de 2019 (INPE)

Apesar de não ter havido condições para o mapeamento de superfície, a coleta de dados em campo aconteceu e, diante dos dados registrados, foi possível identificar as seguintes informações:

Figura 78 - Patos de Minas: imagem da banda 10-Landsat-8, fevereiro de 2019.



Fonte: Imagem Landsat 8, Banda 10, Sensor OLI, 13 de fevereiro de 2019. Org.: Castro (2019)



Os dados apresentam um padrão de aquecimento das regiões limítrofes da malha urbana em contato com meio rural, principalmente na extremidade norte da cidade, como mostra os mapas da Figura 79. Essa configuração de aquecimento se justifica pelos pontos que tiveram uma temperatura mais elevada, sendo eles: Bairro Alto Caiçaras, com média de temperatura de 37°C. Além disso, o ponto localizado no Bairro Alto Limoeiro também apresentou médias mais elevadas, cerca de 35°C. Ambos os pontos mais aquecidos estão localizados no setor norte da cidade.

Por outro lado, o Parque do Mocambo foi o local que apresentou as temperaturas mais amenas, registrando, em todos os horários, temperaturas em torno de 26°C. Fato recorrente nos demais meses de coleta de dados; fato justificado pela presença de vegetação arbórea no local.

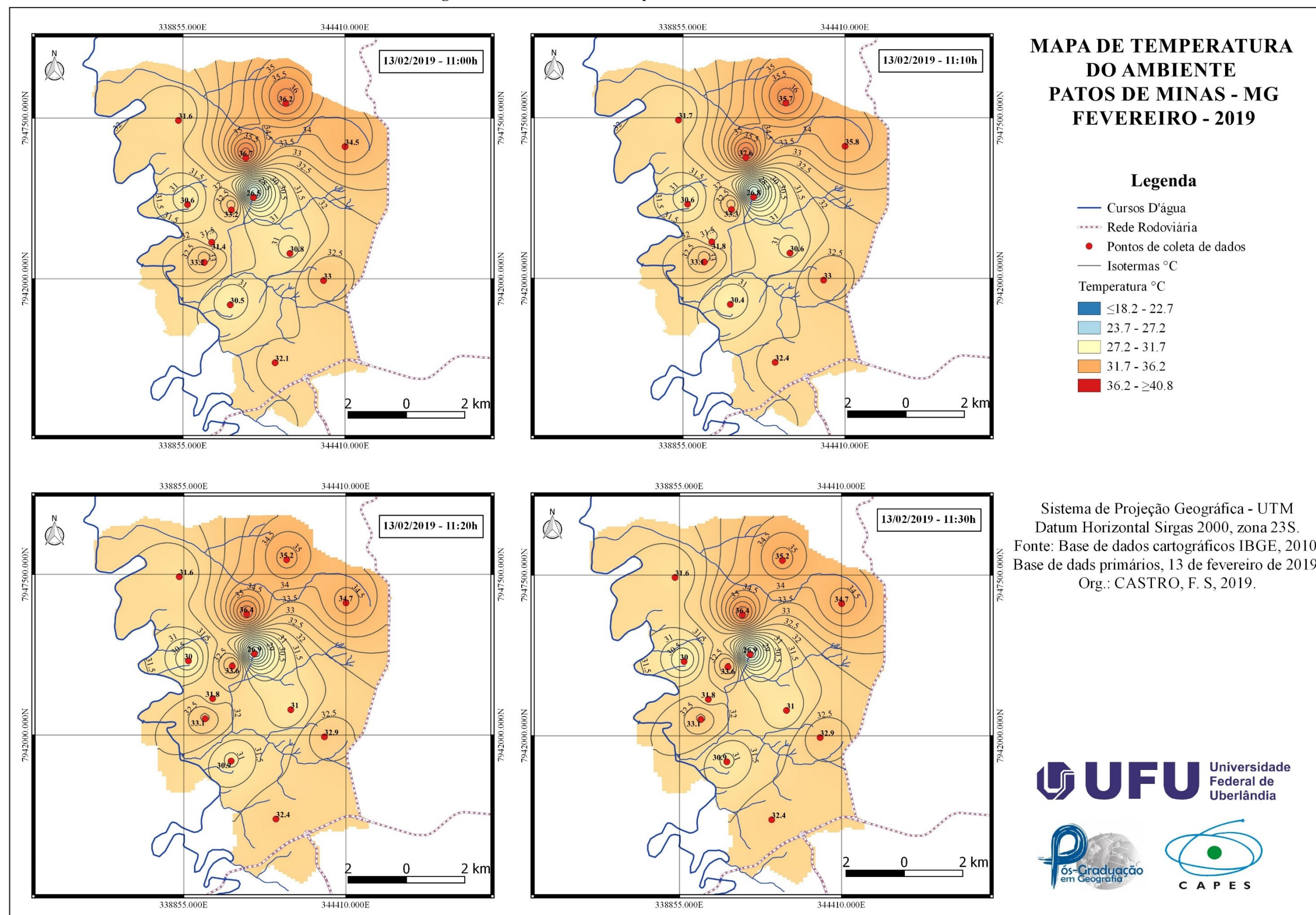
As diferenças de temperatura dos pontos mais aquecidos para as temperaturas mais amenas foram em média de 10°C, uma amplitude considerável em se tratando de uma cidade de porte médio. (Tabela 19)

**Tabela 19 - Patos de Minas: dados de coleta de campo por coordenadas de 13/02/2019.**

<b>Campo dia 13 de fevereiro de 2019</b>						
<b>Pontos de coleta em campo</b>	<b>Coordenadas Geográficas</b>		<b>Temperatura (°C)/Horas</b>			
	<b>S</b>	<b>W</b>	<b>11:00</b>	<b>11:10</b>	<b>11:20</b>	<b>11:30</b>
Alto Limoeiro	-18 33 9.98	-46 29 36.65	36.2	35.7	35.4	35.2
Centro (Bretas)	-18 35 43.86	-46 31 4.54	31.4	31.8	32.2	31.8
Bairro Guanabara	-18 35 1.64	-46 31 32.45	30.6	30.6	31.1	30
Bairro Ipanema	-18 36 53.57	-46 30 43.52	30.5	30.4	31.1	30.9
UNIPAM Veterinária	- 18 36 27.43	- 46 28 54.23	33	33	32.7	32.9
Bairro Sebastião Amorim	-18 35 56.97	-46 29 33.27	30.8	30.6	30.6	31
Bairro N.S. das Graças	-18 33 27.94	-46 31 42.24	31.6	31.7	31.6	31.6
Bairro Planalto	-18 37 58.46	-46 29 51.67	32.1	32.4	31.9	32.4
Centro (Setta)	- 18 35 8.09	- 46 30 41.26	33.2	33.3	34	33.6
Bairro Terra Nova	-18 33 58.59	-46 28 27.82	34.5	35.8	36.9	34.7
Parque Mocambo	-18 34 54.25	-46 30 15.22	26.5	26.8	26.8	26.9
Alto Caiçaras	-18 34 10.23	-46 30 23.83	36.7	37.6	37.6	36.4
Lagoa D'água	-18 36 6.19	-46 31 13.42	33.2	33.1	33.7	33.1

**Fonte:** Dados primários de campo. **Org.:** Castro (2019)

**Figura 79 - Patos de Minas: temperatura do ambiente, fevereiro de 2019.**



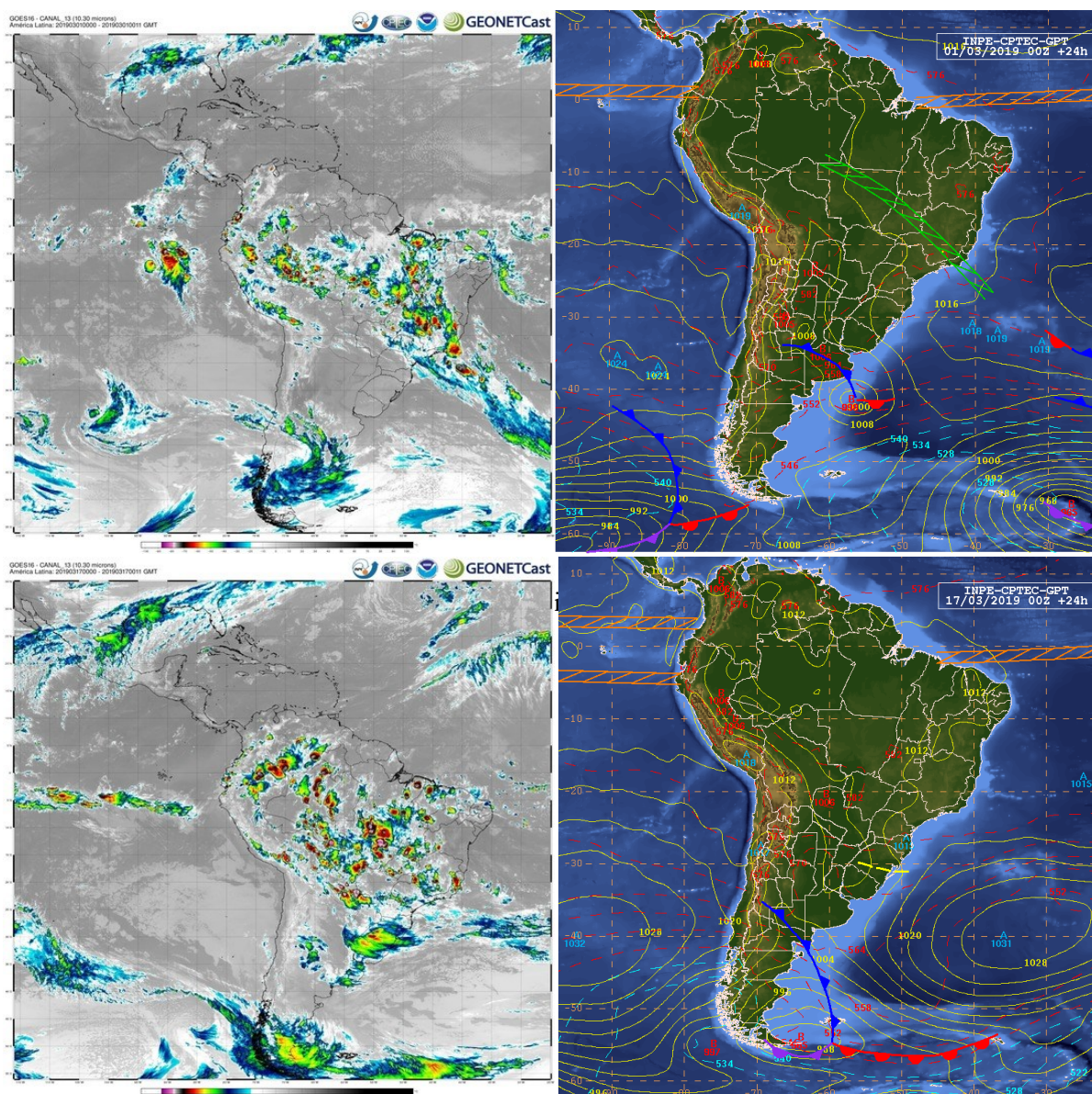
**Fonte:** Dados primários de campo, 13 de fevereiro de 2019. **Org.:** Castro (2019)



#### 4. 8 março de 2019

No mês de março, não houve condições climáticas para aquisição dos dados pelo satélite, visto que, no período da passagem do satélite e da coleta de dados, havia alta nebulosidade em toda a cidade, o que impossibilitou a saída para campo. Isso aconteceu nos dois dias da passagem do satélite daquele mês. Para verificar as condições atmosféricas locais, foram adquiridas imagens sinóticas, juntamente com os relatórios e as imagens do satélite GOES, como mostra a Figura 80.

**Figura 80** - Imagem do Satélite GOES e Carta Sinótica dos dias 01 e 17/03/2019.



**Fonte:** Boletim Técnico de análise sinótica de 01 e 17 de março de 2019 (INPE)



No primeiro dia da passagem do satélite, dia 01 de março, uma Zona de Convergência de Umidade (ZCOU) manteve o tempo instável e com acumulados de precipitação, que poderão ser significativos em algumas localidades, do Centro-oeste e Sudeste brasileiro. Um cavado em médios e altos níveis, entre o Centro-Oeste e o Sudeste do Brasil, dá suporte dinâmico à zona de convergência na faixa entre as localidades citadas anteriormente. Além disso, o escoamento convergente, em baixos níveis, transporta calor e umidade ao longo deste canal de umidade, favorecendo o suporte termodinâmico. Essa instabilidade é perceptível na imagem GOES (INPE-CPTEC-GPT, 01/03/2019, 09:00h.).

No segundo dia de passagem de satélite (17/03), houve ocorrência de chuvas no centro-sul do continente, provocadas pelo avanço de um cavado em médios níveis, caracterizando-se por uma área alongada de baixa pressão atmosférica, que está associada a uma circulação anticiclônica mínima e a mudanças no tempo com formação de nebulosidade e precipitação. Neste mesmo dia, os principais pontos de chuva forte foram na Região Sul, em sua parte oeste, também sul de MS, nordeste de SP, sul de MG, RJ, sul do ES, e grande parte do norte do nordeste do Brasil. (INPE-CPTEC-GPT, 17/03/2019, 09:00h.)

Nos mapas apresentados na Figura 81, é notável, pelas imagens de satélite, o alto nível de nebulosidade contido sobre a cidade de Patos de Minas e em suas áreas circundantes. O mesmo nível foi identificado no mês de novembro, por isso o mapeamento não foi possível.



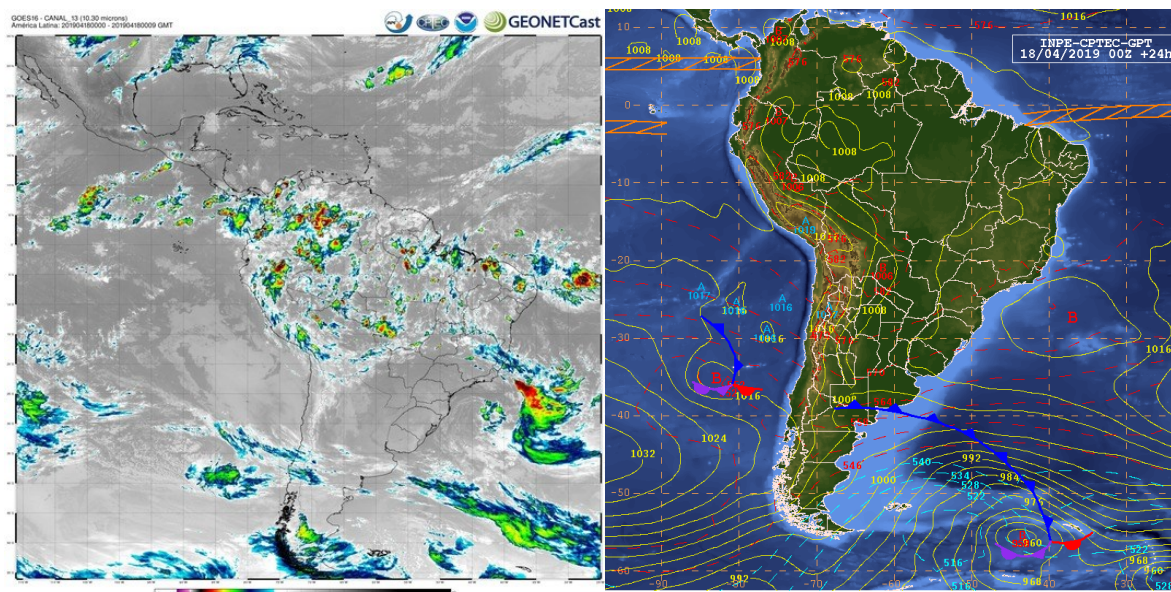


#### 4. 9 abril de 2019

Segundo o boletim sinótico, no dia 18 de abril, data de realização do campo, sobre o eixo Minas Gerais, Rio de Janeiro e oceano adjacente, ocorria um afastamento de um cavado que nos dias anteriores provocou pancadas de chuva entre Minas Gerais e Espírito Santo. Com o afastamento, as precipitações ocorreram de forma isolada, como é apresentado na carta sinótica da Figura 82.

Na mesma figura, porém, na imagem do satélite GOES, nota-se o afastamento das correntes de umidade para o interior do Oceano Pacífico, deixando a região do Triângulo Mineiro isenta de atuação de instabilidade atmosférica, possibilitando, assim, a aquisição de dados em campo e o processamento da imagem de satélite, para o mapeamento climático de superfície. (INPE-CPTEC-GPT, 18/04/2019, 09:00h.)

**Figura 82** - Imagem do Satélite GOES e Carta Sinótica do dia 18/04/2019.



**Fonte:** Boletim Técnico de análise sinótica de 18 de abril de 2019 (INPE)

Os mapas, que apresentam os dados do mês de setembro, na Figura 83, demonstram uma variação considerável nas temperaturas registradas em campo, isso é notável na gradação das cores da escala, já que temperaturas variaram de 22.7 °C à 40.8°C, abrangendo 5 escalas da legenda. Esse padrão foi comprovado na Tabela 20, onde a menor temperatura é identificada

no Parque do Mocambo, às 10h e 10h:10min (22.5°C), e, a máxima, às 10h:30min no Bairro Centro, com temperatura de 40.8°C.

**Tabela 20** - Patos de Minas: dados de coleta de campo por coordenadas de 18/04/2019.

Campo dia 18 de abril de 2019							
Pontos de coleta em campo	Coordenadas Geográficas		T. ambiente (°C) / Horas				T. superfície (°C) / Horas
	S	W	10:00	10:10	10:20	10:30	10:09
B. Alto Limoeiro	-18 33 9.98	-46 29 36.65	34.1	36.3	36.5	36.3	23.5
B. Centro (Bretas)	-18 35 43.86	-46 31 4.54	39.7	39.9	40.0	40.8	29
B. Guanabara	-18 35 1.64	-46 31 32.45	29.9	29.3	29.9	30.2	26.1
B. Ipanema	-18 36 53.57	-46 30 43.52	29.1	29.4	29.6	29.8	27.8
UNIPAM Veterinária	- 18 36 27.43	- 46 28 54.23	31.0	30.6	30.5	32.0	24.9
B. N.S. das Graças	-18 33 27.94	-46 31 42.24	34.8	34.9	35.3	35.6	26.3
B. Planalto	-18 37 58.46	-46 29 51.67	28.6	29	29.2	29.9	25.3
B. Centro (Setta)	- 18 35 8.09	- 46 30 41.26	33.8	33.8	33.6	33.3	27.1
B. Terra Nova	-18 33 58.59	-46 28 27.82	28.5	30.1	27.6	28.5	26
Parque Mocambo	-18 34 54.25	-46 30 15.22	22.5	22.5	22.8	22.9	23.7
B. Alto Caiçaras	-18 34 10.23	-46 30 23.83	34.2	38.5	36.3	33.0	27.3
Lagoa D'água	-18 36 6.19	-46 31 13.42	25.2	25.4	25.6	25.7	24

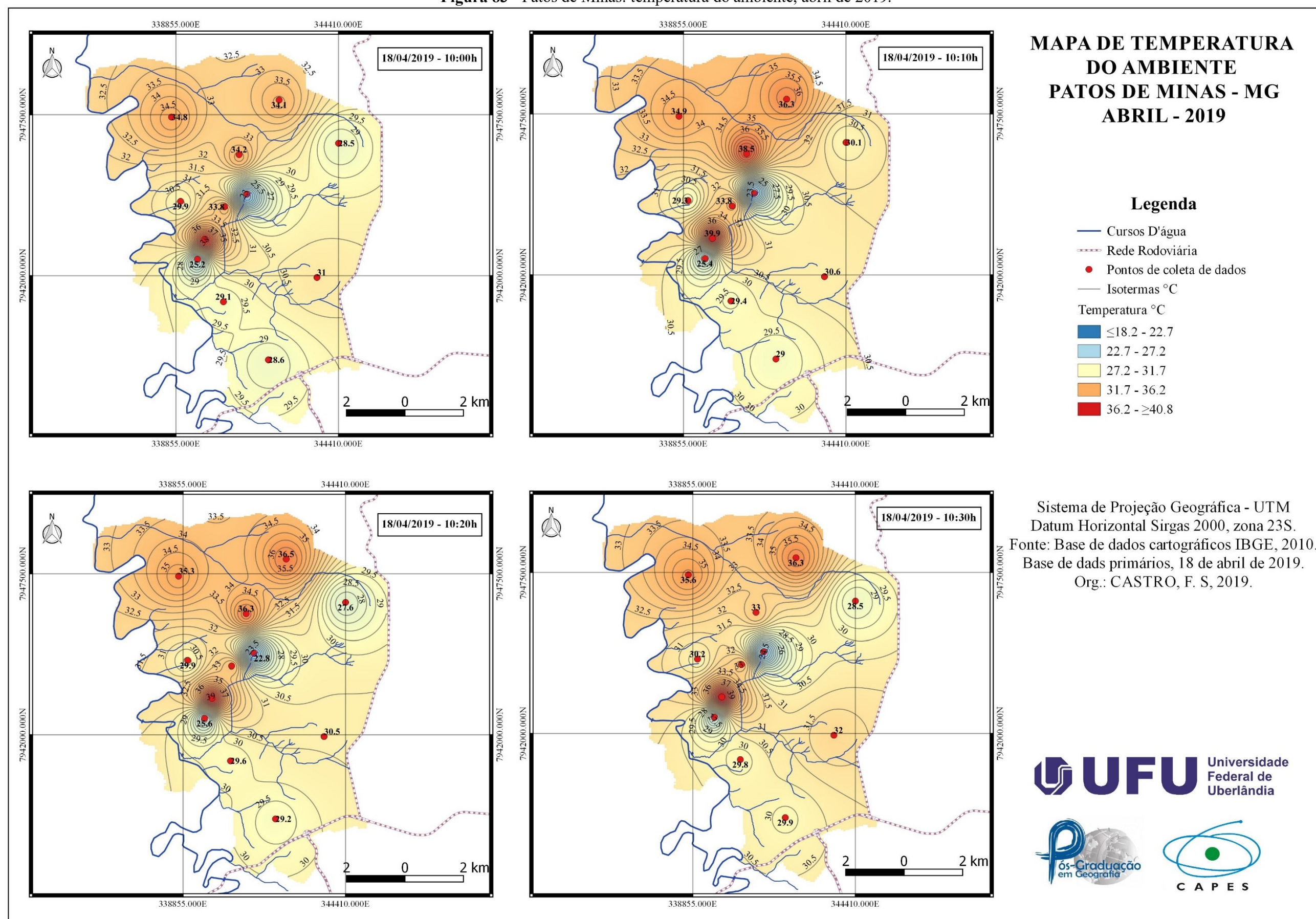
**Fonte:** Dados primários de campo. **Org.:** Castro (2019)

Nota-se que, em todos os horários, as temperaturas mais elevadas foram registradas no Bairro Centro, com média de temperatura de 40°C. Convém ressaltar que a provável explicação para o ocorrido está na presença de edificações de grande porte no entorno, que impossibilitam a circulação dos ventos, além da circulação intensa de veículos, visto que o ponto de coleta foi fixado próximo à Avenida Brasil, via coletora de fluxo de bairros circundantes ao centro.

Por outro lado, os registros mais amenos no mês de abril estão presentes no Parque do Mocambo com temperatura mais elevada (22.9°C), às 10h:30min. A média de amplitude térmica entre os pontos foi de 17°C, uma variação que, segundo García (1996, p. 264), determina a intensidade e a magnitude da ilha de calor como muito forte.



**Figura 83 - Patos de Minas: temperatura do ambiente, abril de 2019.**



Fonte: Dados primários de campo, 18 de abril de 2019. Org.: Castro (2019)

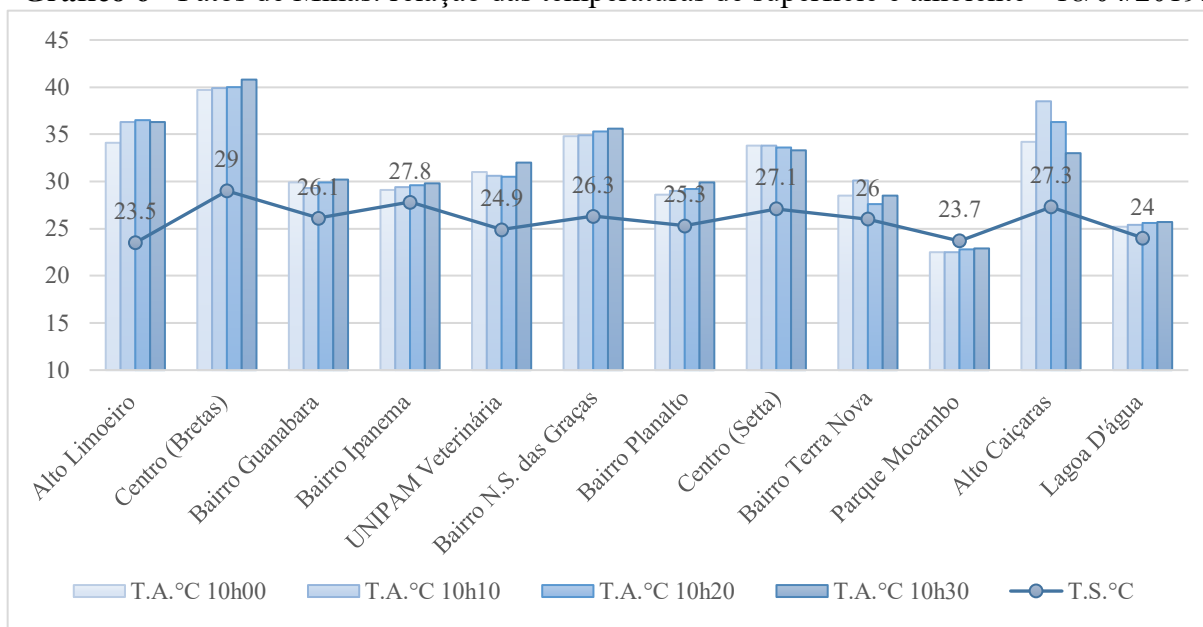


Nos mapas de temperatura de superfície do mês de abril, apresentados na Figura 84, é possível identificar que as temperaturas mais elevadas foram registradas nas regiões centrais da cidade, onde o percentual de área construída é maior. A máxima registrada foi de 29°C também no Bairro Centro, porém, apesar de corresponder à maior temperatura, o registro foi, consideravelmente, superior à coletada em campo, amplitude de aproximadamente 11°C.

Ao contrário da mínima, que também foi registrada em um ponto comum, Parque do Mocambo, o maior registro não esteve nos dados de campo (22.5°C) e sim, na temperatura do satélite de 23.7°C, apesar disso, a amplitude foi de apenas 1.2°C.

O Gráfico 6 apresenta uma relação dos dados do ambiente e da superfície. Nota-se que a variação da T.A.°C como a de T.S.°C ocorreu em intervalos diferentes, enquanto os dados de campo foram de intervalo médio entre 27°C e 40°C, as temperaturas de superfície oscilaram entre 23 e 29°C, amplitude bem menos expressiva.

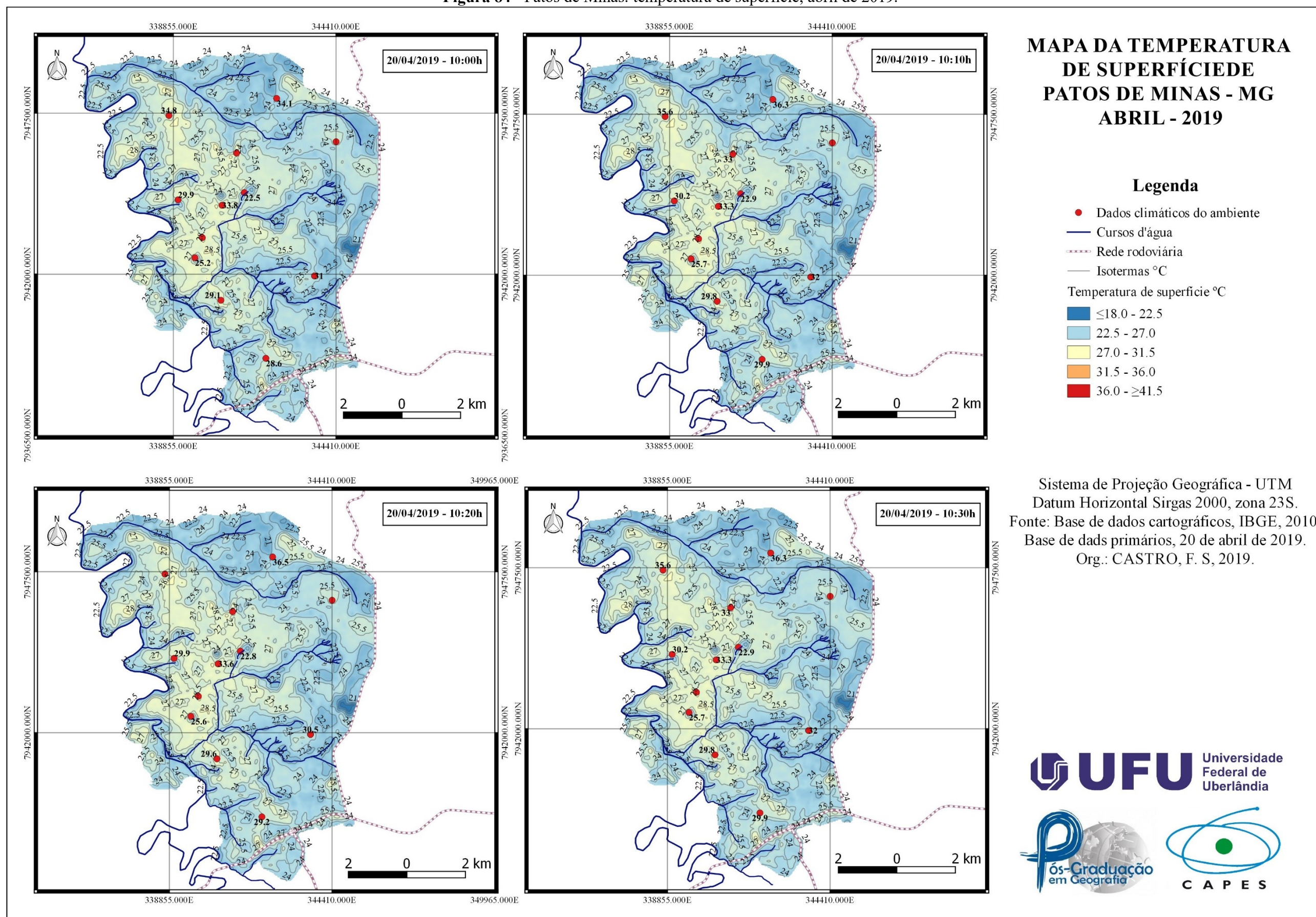
**Gráfico 6** - Patos de Minas: relação das temperaturas de superfície e ambiente - 18/04/2019.



**Fonte:** Dados primários de campo. **Org.:** Castro (2019)

Apesar da diferença entre a oscilação das temperaturas do campo e da superfície, os dados da correlação de Pearson podem ser definidos como uma correlação média, já que em todos os horários o  $r$  esteve acima de 0.500.

**Figura 84 - Patos de Minas: temperatura de superfície, abril de 2019.**



**Fonte:** Imagem Landsat 8, Banda 10, Sensor OLI, 20 de abril de 2019. **Org.:** Castro (2019)



A maior correlação foi identificada às 10h, como mostra a Figura 85, onde o  $r = 0.634$  e o menor nível de correlação foi de  $r = 0.547$  (10h:30min). Sabe-se que não só o  $r$  é a única variável que devemos analisar na correlação de Pearson, mas também o ***p*-valor**, que, nesse caso, teve um coeficiente mais significativo no primeiro e no segundo horário de coleta de dados, que foi de 5%. Isso significa que os dados de ambiente e de superfície tiveram mais correlação no horário das 10 horas.

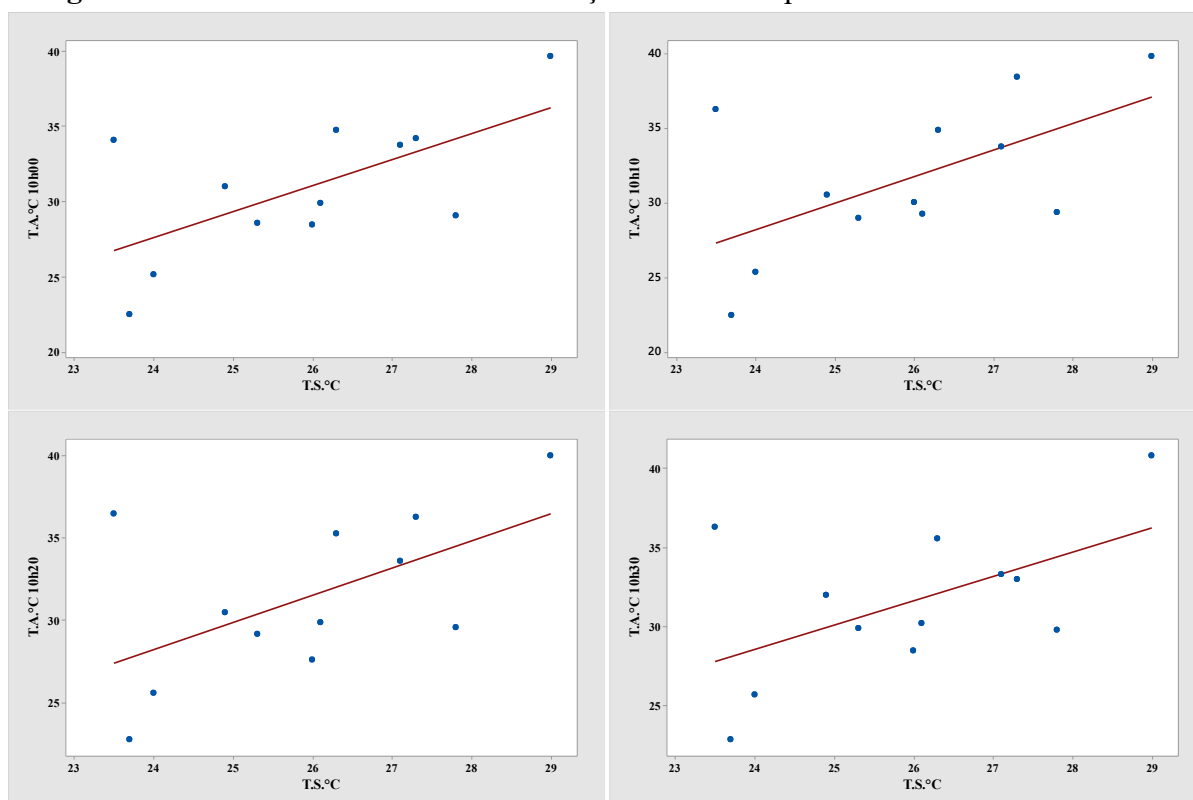
**Tabela 21** - Patos de Minas: dados da Correlação de Pearson para dia 18/04/2019.

Correlation Pearson T.A.°C x T.S.°C				
	10h:00min	10h:10min	10h:20min	10h:30min
<b><i>r</i></b>	0.634	0.589	0.565	0.547
<b><i>p</i>-valor</b>	0.027	0.044	0.056	0.066

Fonte: Dados primários de campo. Org.: Castro (2019)

Nos demais horários, o ***p*-valor** teve significância a nível de 10%, o que determina que nesse horário os dados estiveram menos correlacionados, visto que, além do ***p*-valor**, o  $r$  desse período foi o menor, como mostra a Tabela 21.

**Figura 85** - Gráficos dos dados de Correlação de Pearson para o dia 18 de abril de 2019.



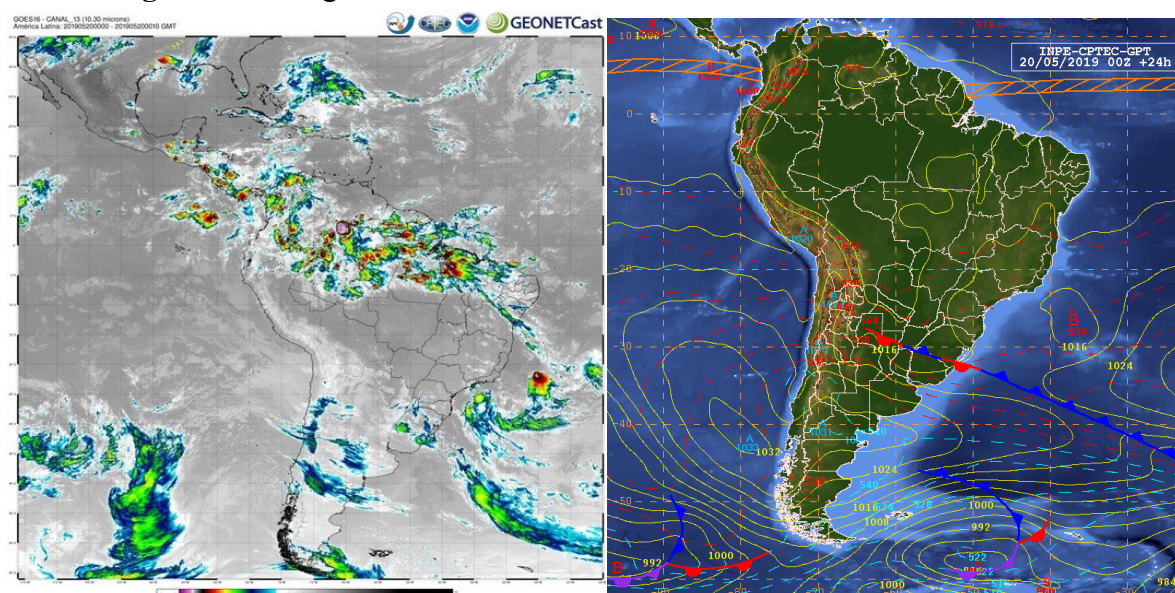
Fonte: Dados primários de campo. Org.: Castro (2019)

#### 4. 10 maio de 2019

No dia 20 de maio, na região central do Brasil, foi estabelecido um padrão de escoamento anticiclônico, que perdurou por dias subsequentes e que garantiu a condição de pouca nebulosidade sobre grande parte do Centro-Oeste e Sudeste. (INPE-CPTEC-GPT, 20/05/2019, 09:00h.)

Constata-se com essa análise, e com as imagens da Figura 86, que houve uma normalidade nas características climáticas da área de estudo, sem presença de chuvas, com céu limpo e sem nebulosidade, o que propiciou o trabalho de campo e a coleta dos dados.

**Figura 86** - Imagem do Satélite GOES e Carta Sinótica do dia 20/05/2019.



**Fonte:** Boletim Técnico de análise sinótica de 20 de maio de 2019 (INPE)

Os mapas que apresentam os dados do mês de maio, na Figura 87, demonstram um padrão nas temperaturas registradas em campo, isso é notável na coloração desses mapas, que estão enquadrados dentro das escalas de temperatura de 18.2°C à 36°C. Conseguimos comprovar esse padrão na Tabela 22, onde a menor temperatura é identificada na Orla da Lagoa D'água em todos os horários com temperaturas médias de 19°C. Outro ponto, que também apresentou temperaturas mais amenas, foi o Parque do Mocambo, que durante todos os meses de coleta de dados esteve em destaque com menores valores.

No mês anterior, as máximas foram identificadas no Bairro Centro tanto no ponto próximo ao supermercado Bretas (35.8°C) como na região central, próximo ao Pátio Central Shopping, na loja Setta (32.4°C). O padrão de aquecimento também esteve presente nos pontos do Bairro Planalto e Alto Caiçaras, com temperaturas máximas de 32.8°C e 31.4°C, respectivamente, todas às 10h:30 min.

Nos mapas de temperatura de superfície do mesmo mês, apresentados na Figura 88, é possível identificar que as temperaturas foram mais amenas, pois a graduação de cores está nos tons de azul. Isso significa que as temperaturas oscilaram entre as duas primeiras escalas da legenda, onde os valores de registro vão de < 18.2°C a 27.2°C.

**Tabela 22** – Patos de Minas: dados de coleta de campo por coordenadas de 20/05/2019.

Campo dia 20 de maio de 2019							
Pontos de coleta em campo	Coordenadas Geográficas		T. ambiente (°C) / Horas				T. superfície (°C) / Horas
	S	W	10:00	10:10	10:20	10:30	10:09
B. Alto Limoeiro	-18 33 9.98	-46 29 36.65	27.5	28	28.3	28.5	22.4
B. Centro (Bretas)	-18 35 43.86	-46 31 4.54	35.8	35.8	34.9	35.1	25.4
B. Guanabara	-18 35 1.64	-46 31 32.45	23	23.9	24.9	25.7	22.6
B. Ipanema	-18 36 53.57	-46 30 43.52	26.3	27.9	28.6	29	24.9
B. N.S. das Graças	- 18 36 27.43	- 46 28 54.23	24.8	25.4	26.2	27	23.5
B. Planalto	-18 33 27.94	-46 31 42.24	31.1	31.9	32.4	32.8	22.9
B. Centro (Setta)	-18 37 58.46	-46 29 51.67	30.9	31.5	31.8	32.4	23.4
B. Terra Nova	- 18 35 8.09	- 46 30 41.26	26.1	27.2	28.2	28.7	25.2
Parque Mocambo	-18 33 58.59	-46 28 27.82	19.9	20.4	20.8	21.2	21.4
B. Alto Caiçaras	-18 34 54.25	-46 30 15.22	30.3	30.6	31.2	31.4	24.5
Lagoa D'água	-18 34 10.23	-46 30 23.83	18.4	18.7	19.2	19.7	22.6

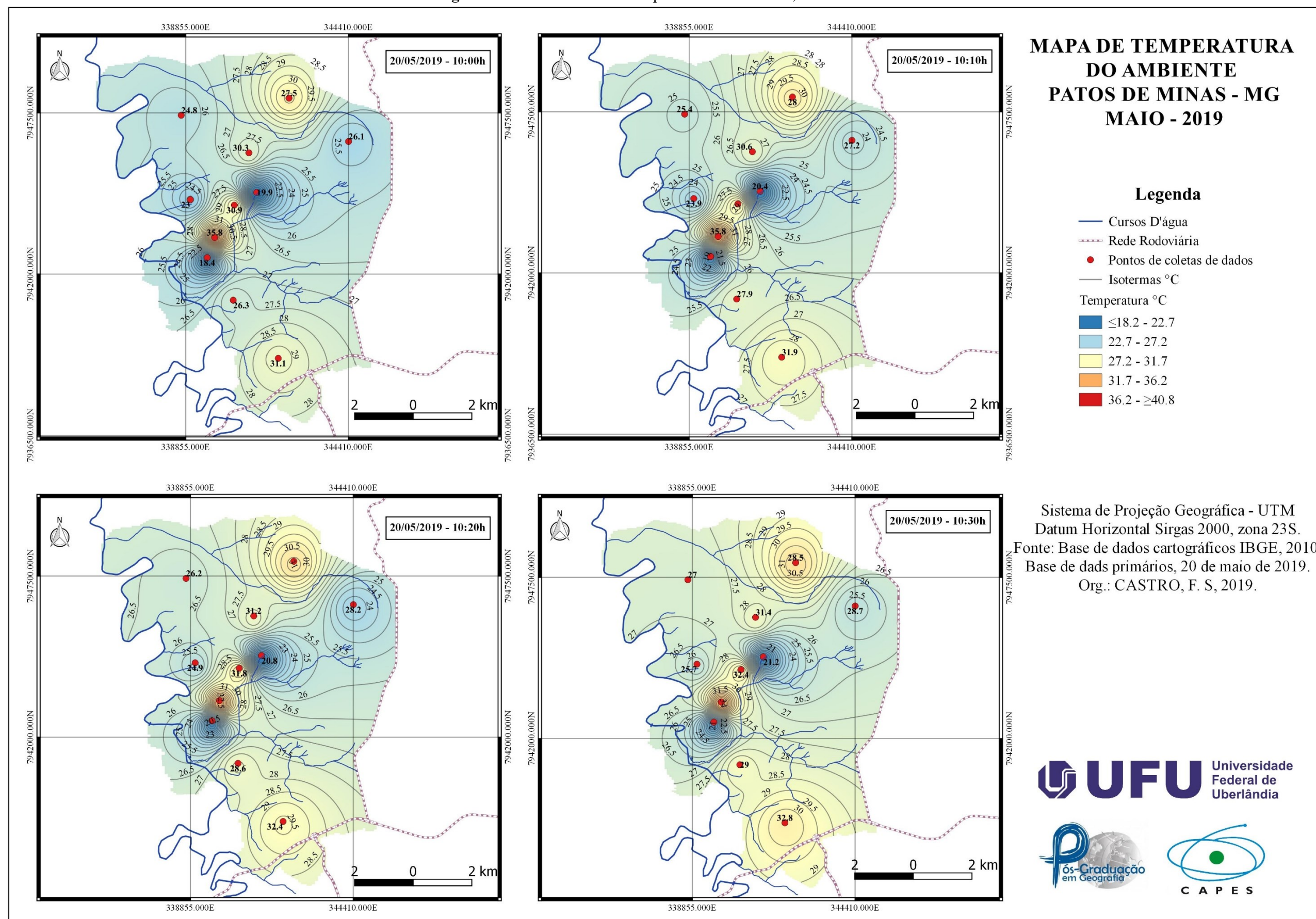
**Fonte:** Dados primários de campo. **Org.:** Castro (2019)

A mais elevada temperatura foi registrada também no ponto do Bairro Centro (Bretas), como no método de coleta em campo, porém com registro menor 25.4°C, uma diferença média de 10°C. Esse fato pode estar relacionado ao aquecimento dos materiais construtivos e sua interferência no clima local. Alguns pontos isolados no extremo nordeste da área urbana apresentaram temperaturas superiores a 25°C, porém não estavam entre os pontos de coleta de dados em campo. Essas áreas, provavelmente, são as de solo exposto que apresentam um valor de radiação superior aos demais tipos de uso do solo.



Já a menor temperatura registrada durante o processamento da imagem, diferentemente das coletas de campo, foi no Parque do Mocambo, onde a temperatura foi de 21.4°C, padrão de registro de meses anteriores.

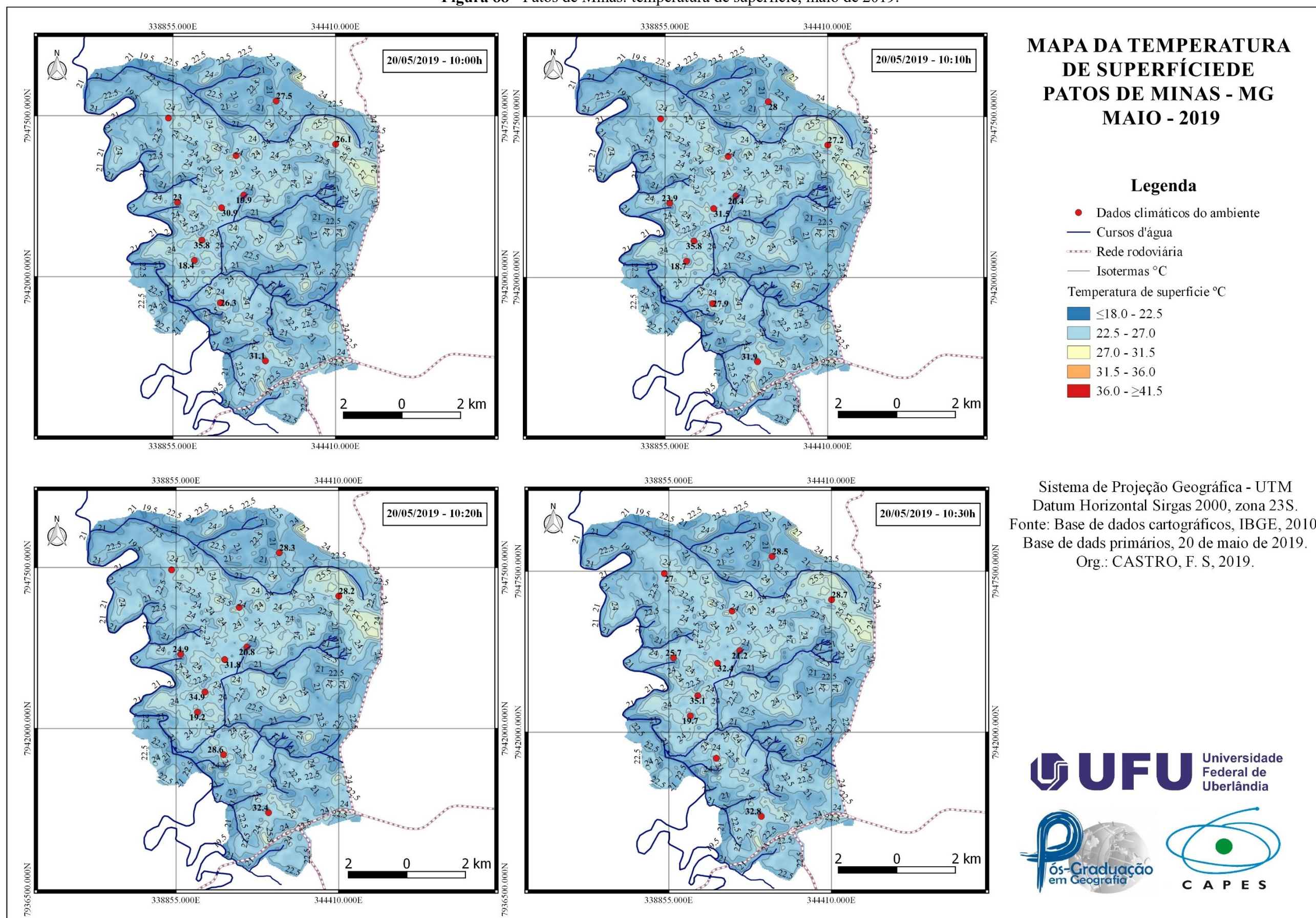
**Figura 87 - Patos de Minas: temperatura do ambiente, maio de 2019.**



Fonte: Dados primários de campo, 20 de maio de 2019. Org.: Castro (2019)



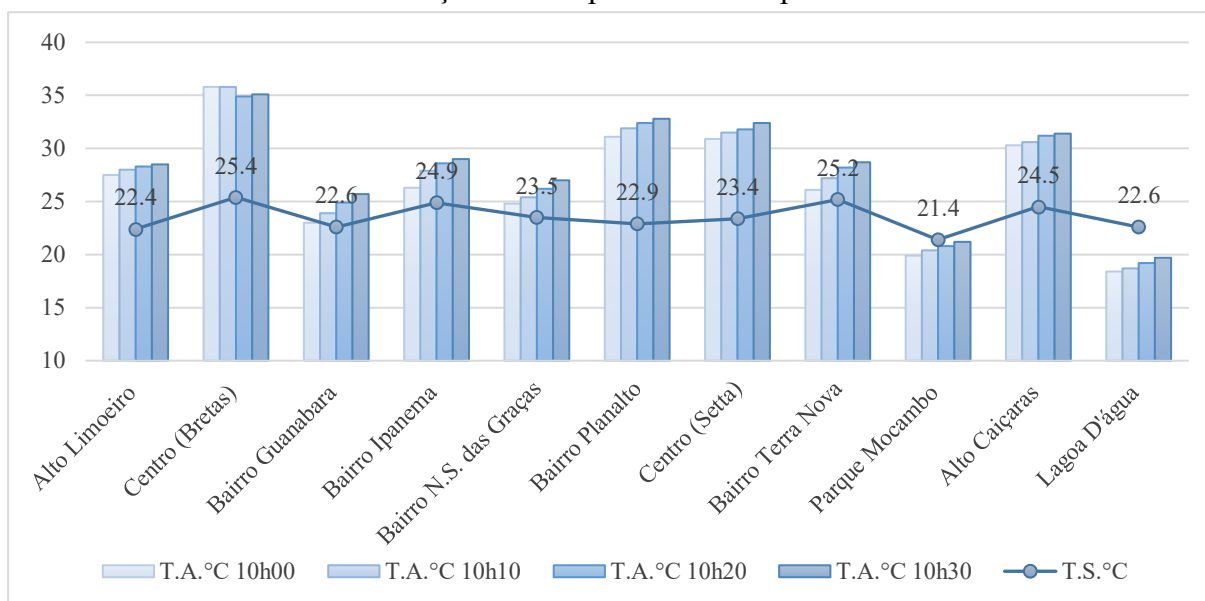
**Figura 88 - Patos de Minas: temperatura de superfície, maio de 2019.**



Fonte: Imagem Landsat 8, Banda 10, Sensor OLI, 20 de maio de 2019. Org.: Castro (2019)

O Gráfico 7 apresenta uma relação dos dados do ambiente e da superfície. Nota-se que tanto a variação da T.A.°C como a de T.S.°C, ocorreu em intervalos diferentes, enquanto os dados de campo foram de intervalo médio entre 18.4°C e 37°C, as temperaturas de superfície oscilaram entre 20 e 25°C, amplitude bem menos expressiva, de apenas 5°C.

**Gráfico 7** - Patos de Minas: relação das temperaturas de superfície e ambiente - 20/05/2019.



**Fonte:** Dados primários de campo. **Org.:** Castro (2019)

Apesar da diferença entre a oscilação das temperaturas do campo e da superfície, os dados da correlação de Pearson podem ser definidos como uma correlação média, já que, em todos os horários, o  $r$  esteve acima de 0.600.

A maior correlação foi identificada nos dois últimos horários de coleta, como mostra a Tabela 23, onde o  $r = 0.633$  e o menor nível de correlação foram de  $r = 0.600$  (10h). Esses registros são muito parecidos com o do mês anterior. No horário das 10h:10min, o  $r$  foi igual a 0.623.

**Tabela 23** - Patos de Minas: dados da Correlação de Pearson para dia 20/05/2019.

Correlation Pearson T.A.°C x T.S.°C				
	10h:00min	10h:10min	10h:20min	10h:30min
$r$	0.600	0.623	0.633	0.633
$p$ -valor	0.051	0.041	0.037	0.037

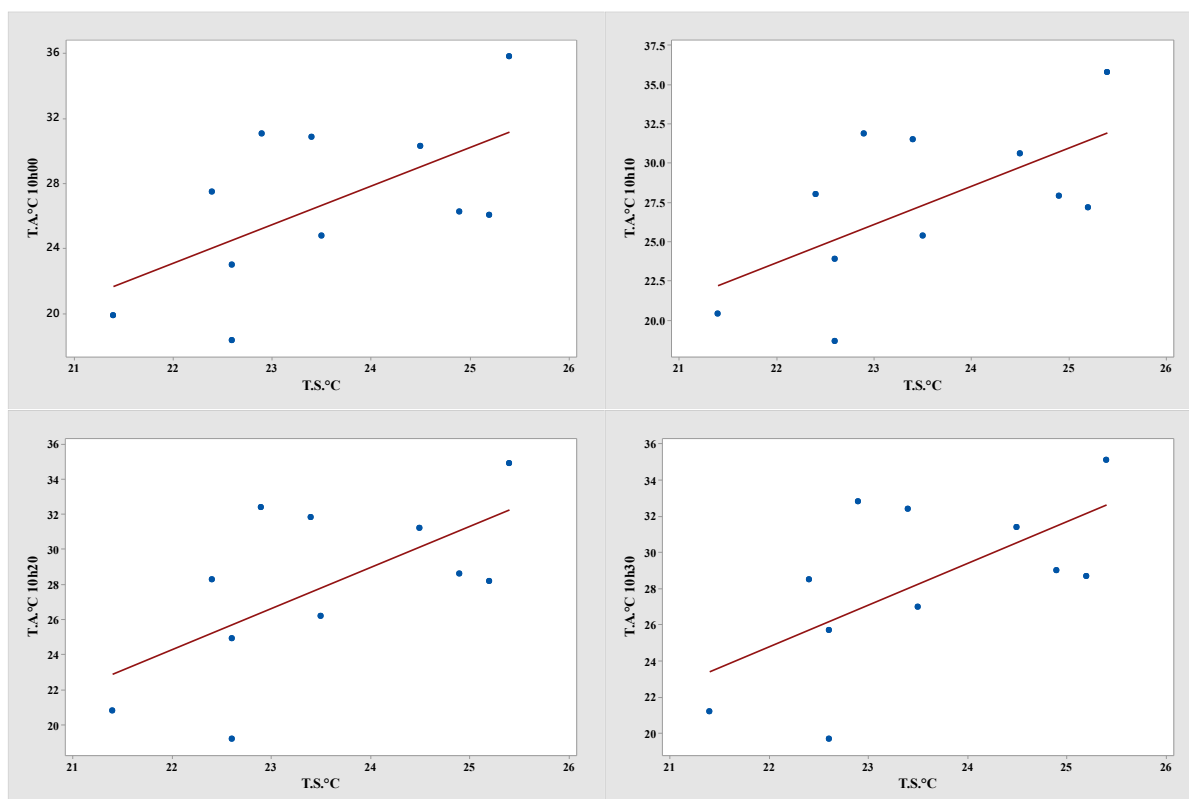
**Fonte:** Dados primários de campo. **Org.:** Castro (2019)

Além do  $r$  ter tido valores consideráveis acima da média neste horário, a outra variável avaliada, o  $p$ -valor, também apresentou um coeficiente de significância de 5%. Isso significa que os dados de ambiente e de superfície tiveram mais correlação nos dois últimos horários, onde  $p$ -valor = 0.037.

No horário de 10h:10min, a correlação também esteve em um nível elevado, já que o valor de  $r$  foi igual a 0.623 e o  $p$ -valor = 0.041, isso constitui o nível de significância de também 5%. Já no horário das 10h, apesar de o  $r$  estar acima de 0.600, o  $p$ -valor foi de 0.051, o que coloca o horário com nível de significância de 10%.

Apesar de ter havido algumas diferenças entre os dados de  $r$  e do  $p$ -valor, a correlação de Pearson apresentou uma constância nos quatro horários de coleta de dados, já que a dispersão dos pontos em relação à reta foi extremamente parecida, como mostram os gráficos a seguir, na Figura 89.

**Figura 89** - Gráficos dos dados de Correlação de Pearson para o dia 20 de maio de 2019.



**Fonte:** Dados primários de campo. **Org.:** Castro (2019)



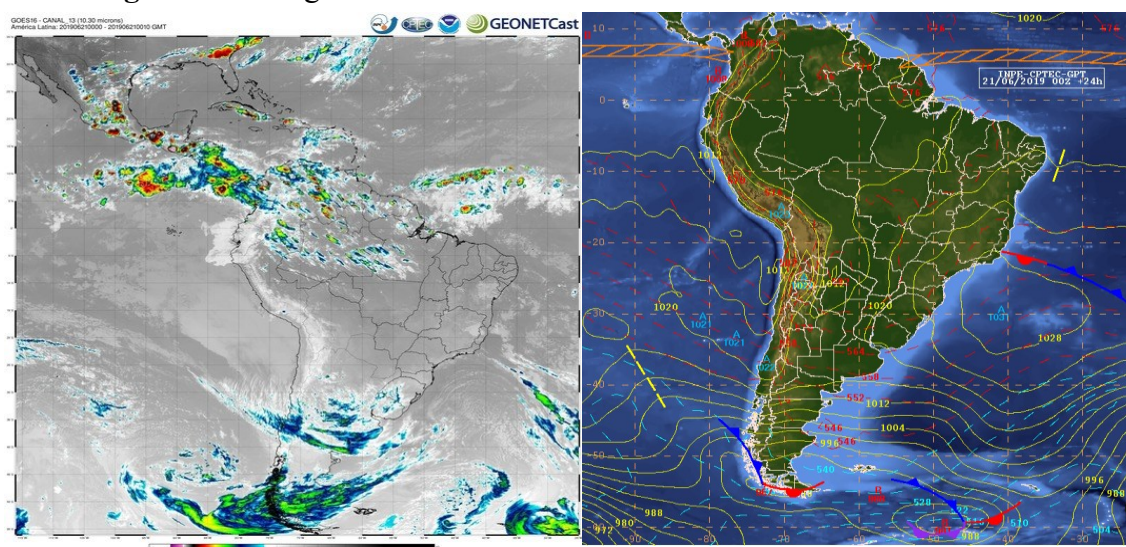
#### 4. 11 junho de 2019

Na sexta-feira, dia 21 de junho de 2019, foi realizado a coleta de dados do mês em questão. No dia da coleta não havia características anômalas na região de estudo, o que pode ser comprovado pela imagem do satélite GOES, na Figura 90.

Porém, os relatórios sinóticos apontam para a presença de um cavado frontal sobre o Oceano Atlântico, que se estendia sobre o Estado de SP. Esse cavado é contornado pelo Jato Subtropical (JST) e, mais ao sul, pelo ramo norte do Jato Polar (JPN). Ao Norte de 20°S, nota-se a alternância entre cavados e cristas que favorecem o escoamento sobre pontos do extremo norte do continente. O anticiclone pós frontal, que atua sobre o oceano no leste da Região Sul e Sudeste, favorece a convergência do fluxo de umidade ao longo do litoral dessas regiões.

Além disso, uma massa de ar seco atuou sobre grande parte do centro, sul e sudeste do Brasil, provocando tempo sem nuvens e umidade relativa do ar baixa no período da tarde, principalmente no Centro-Oeste. Essa característica atmosférica foi propiciada pelo anticiclone em níveis médios, que provoca a subsidência do ar seco sobre essas regiões, impedindo a formação de nebulosidade e chuva. (INPE-CPTEC-GPT, 21/06/2019, 09:00h.)

**Figura 90** - Imagem do Satélite GOES e Carta Sinótica do dia 21/06/2019.



**Fonte:** Boletim Técnico de análise sinótica de 21 de junho de 2019 (INPE)

E possível notar nos dados (Tabela 24) e no mapa mostrado na Figura 91, que ocorre um ligeiro aumento das temperaturas, em todos os horários, no sentido sul e sudoeste do

território patense. Neste sentido, dois pontos se destacam como sendo os mais aquecidos: o Bairro Planalto e o Centro da cidade, próximo ao supermercado Bretas.

**Tabela 24** – Patos de Minas: dados de coleta de campo por coordenadas de 21/06/2019

Campo dia 21 de junho de 2019								
Pontos de coleta em campo	Coordenadas Geográficas		T. ambiente (°C) / Horas				T. superfície (°C) / Horas	
	S	W	10:00	10:10	10:20	10:30	10:09	
B. Alto Limoeiro	-18 33 9.98	-46 29 36.65	30.5	29.1	30.2	31.1	21.5	
B. Centro (Bretas)	-18 35 43.86	-46 31 4.54	33.6	33.3	32.5	33.1	24.4	
B. Guanabara	-18 35 1.64	-46 31 32.45	25	25.4	26.2	26.3	22.6	
B. Ipanema	-18 36 53.57	-46 30 43.52	30.6	30.9	30.4	31.4	24.3	
B. N.S. das Graças	-18 33 27.94	-46 31 42.24	24.5	25.1	25.3	25.7	24.1	
B. Planalto	-18 37 58.46	-46 29 51.67	29.6	31	32.1	33.3	22.5	
B. Centro (Setta)	- 18 35 8.09	- 46 30 41.26	29.1	29.2	29.6	30	22.9	
B. Terra Nova	-18 33 58.59	-46 28 27.82	21	21.5	22	21.9	23.5	
Parque Mocambo	-18 34 54.25	-46 30 15.22	18.2	18.8	19.4	19.8	21.2	
B. Alto Caiçaras	-18 34 10.23	-46 30 23.83	27.9	28.3	29	29	24.7	
Lagoa D'água	-18 33 27.94	-46 31 42.24	25	26.1	27.2	27.8	24.7	

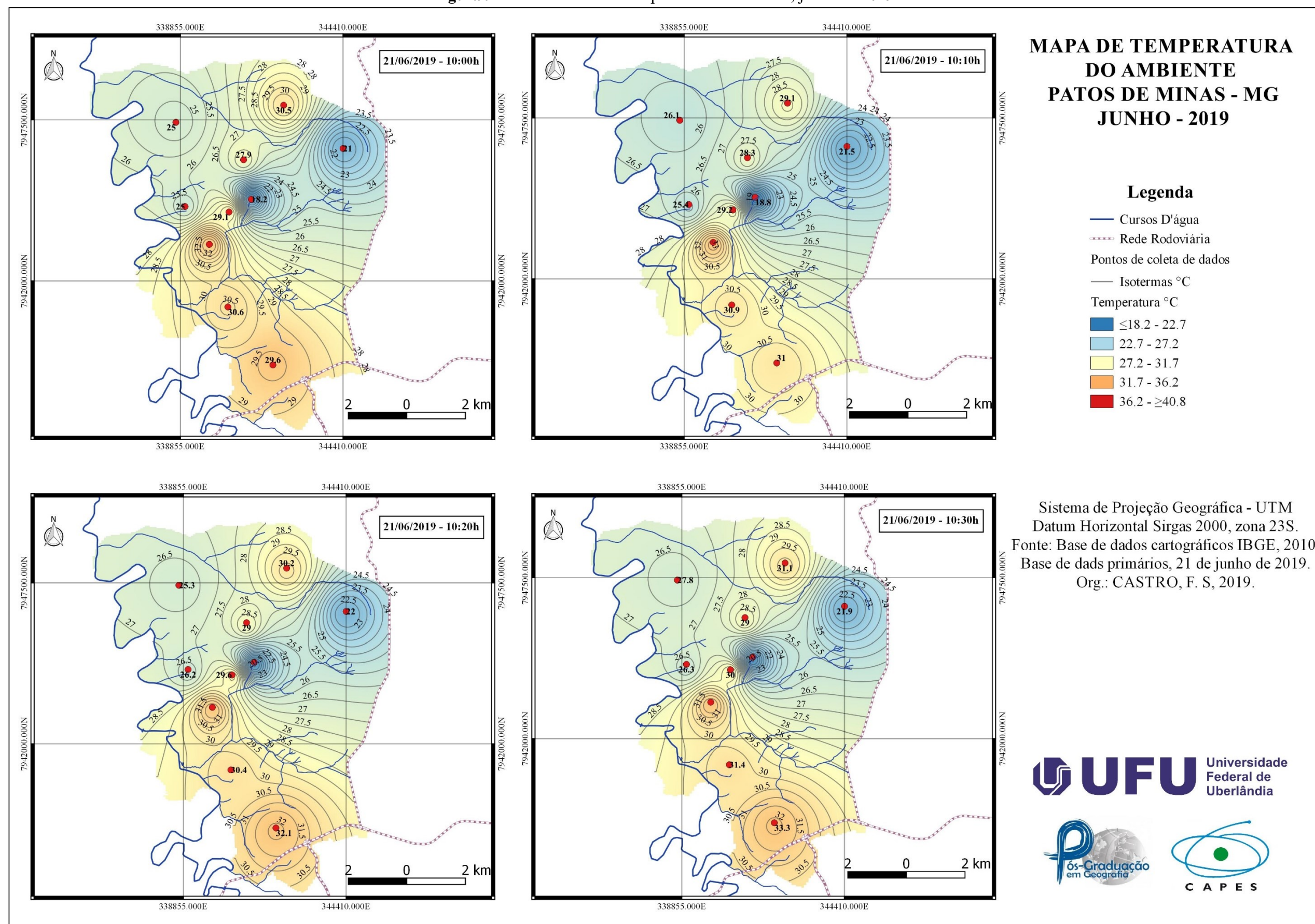
Fonte: Dados primários de campo. **Org.:** Castro (2019)

No ponto do Bairro Centro, os três primeiros horários apresentavam as temperaturas mais elevadas 33.6°C, 33.3°C e 32.5°C, respectivamente. Esse ligeiro aquecimento pode ser explicado, como já foi dito anteriormente, pela restrita circulação dos ventos associado ao padrão construtivo e ao intenso fluxo de veículos, que propicia o aumento do microclima. Já o aquecimento microclimático, identificado no último horário (10h:30min), pode ser, entre outros fatores, associado ao padrão geourbano local, que se caracteriza pelo solo extensivamente recoberto de solo exposto, fator determinante para o aquecimento.

Em contrapartida, o Parque do Mocambo, que apresentou temperatura entre 18°C e 19°C nos horários de coleta de dados, funcionou como uma ilha de frescor urbano já que apresenta, aproximadamente, 14°C abaixo da média dos registros dos demais pontos de coleta de dados.

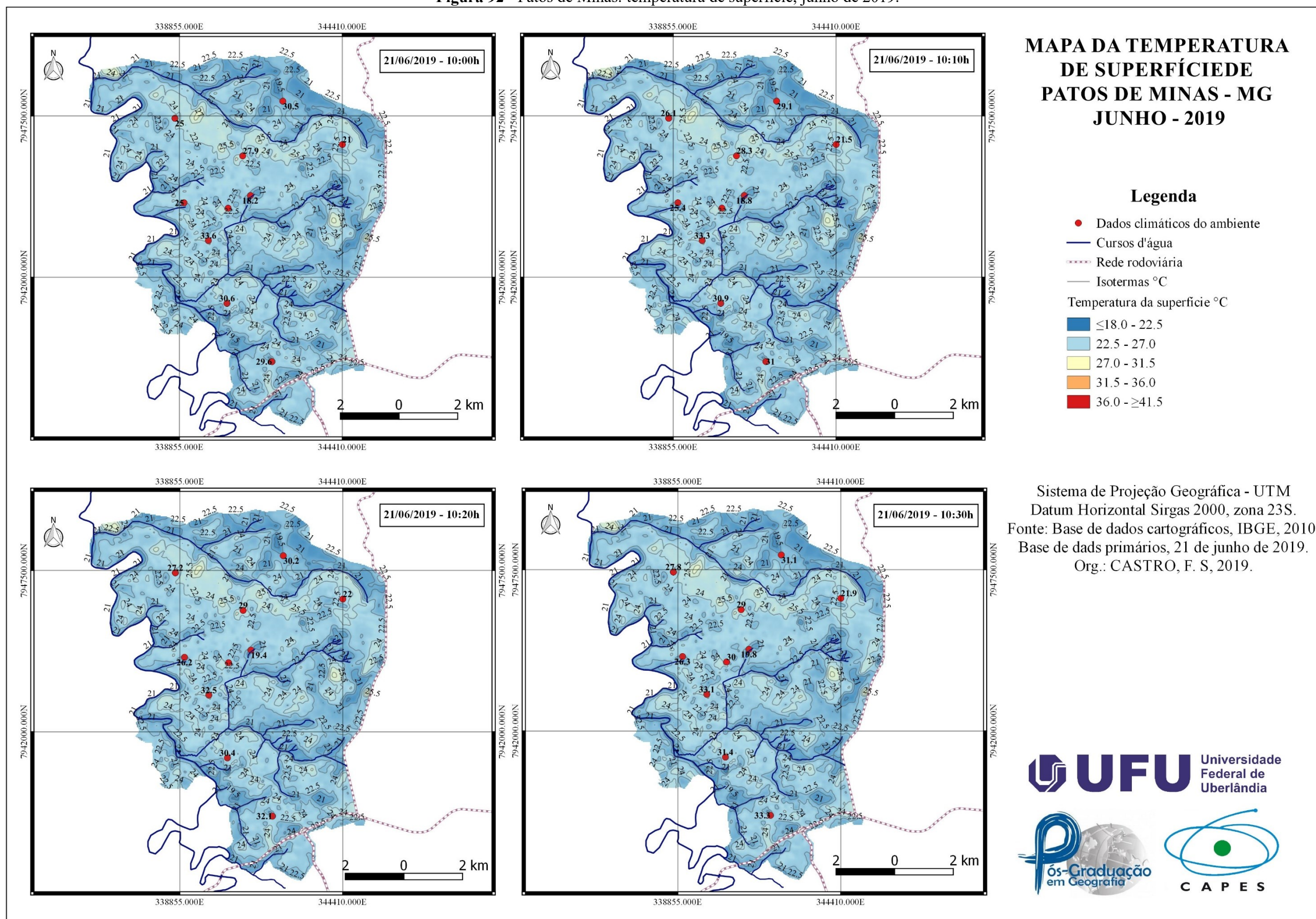


**Figura 91 - Patos de Minas: temperatura do ambiente, junho de 2019.**





**Figura 92 - Patos de Minas: temperatura de superfície, junho de 2019.**



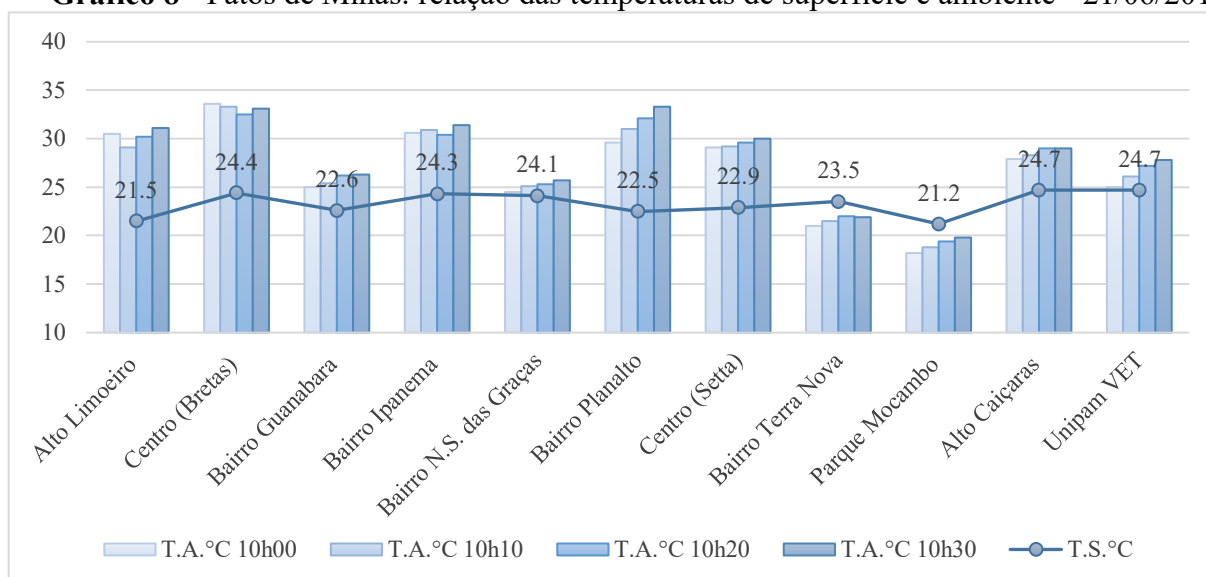


Já no mapa de temperatura de superfície (Figura 92), os aquecimentos mais expressivos foram constatados nos pontos dos Bairros do Alto Caiçaras e na orla da Lagoa D'água, ambos com temperaturas de 24.7°C. Sendo assim, com as informações dos dados em campo, percebemos que há um padrão diferente de aquecimento entre os dados de campo e de superfície, isso também é notado nas duas imagens dos mapas produzidos com os dados.

Ao contrário dos registros mais elevados, onde as temperaturas foram registradas em pontos diferentes, a mínima, identificada no mapeamento de superfície, como também acontece no diagnóstico de campo, mostra o padrão nos arredores do Parque do Mocambo com temperatura de 21.2°C.

O Gráfico 8 demonstra a relação entre as temperaturas registradas em campo e no satélite. Nele é possível notar que as temperaturas do satélite oscilaram entre 20°C e 25°C, já os dados de campo oscilaram entre 25°C e, aproximadamente, 34°C, ressaltando os pontos mais frios que figuraram de 18°C a 22°C. Essa irregularidade na relação das temperaturas resultou em uma correlação diferente dos dois meses anteriores.

**Gráfico 8 - Patos de Minas: relação das temperaturas de superfície e ambiente - 21/06/2019**



**Fonte:** Dados primários de campo. **Org.:** Castro (2019)

Os dados da correlação de Pearson, do dia 21 de junho, obtiveram um nível de correlação baixo, uma vez que o  $r$  esteve quase sempre abaixo de 0.350. A menor correlação

nesse mês foi registrada às 10h:30min com  $r = 0.269$ . Além de apresentar a menor correlação do período, também foi a data em que houve menor correlação dentre todos os meses. Às 10h, o  $r$  foi igual a 0.293; o registro também inexpressivo, segundo a correlação de Pearson. A comprovação dessa baixa correlação dos dados é notada na Tabela 25.

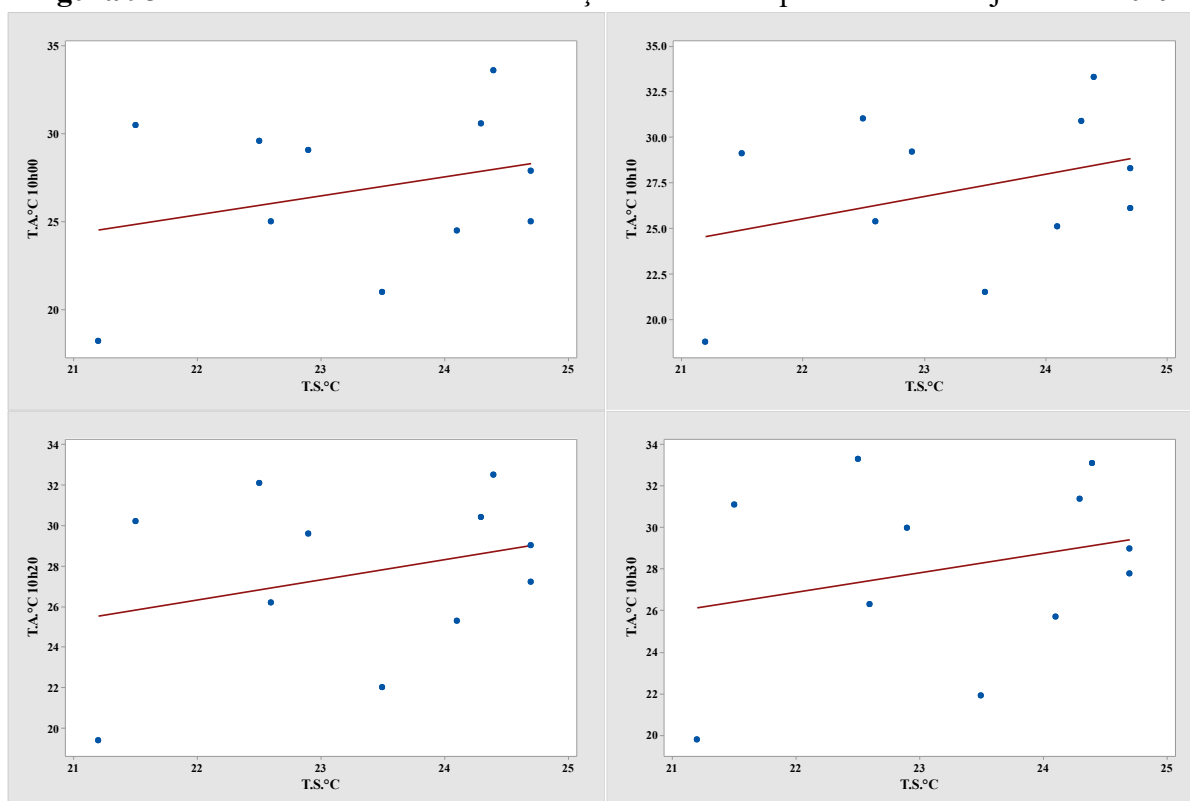
**Tabela 25** – Patos de Minas: dados da Correlação de Pearson para dia 21/06/2019.

Correlation Pearson T.A.°C x T.S.°C				
	10h:00min	10h:10min	10h:20min	10h:30min
<b><i>r</i></b>	0.293	0.355	0.304	0.269
<b><i>p</i>-valor</b>	0.381	0.364	0.284	0.423

Fonte: Dados primários de campo. Org.: Castro (2019)

Além do  $r$  ter apresentado valores insuficientes, a outra variável avaliada, o ***p*-valor**, também apresentou um coeficiente de significância de 30% nos três primeiros horários e de 40 % no último. Os resultados de ***p*-valor** mostram que os dados de ambiente e de superfície não estiveram correlacionados no mês de junho de 2019, como demonstra a dispersão dos dados com relação a linha, como mostra Figura 93.

**Figura 93** – Gráficos dos dados de Correlação de Pearson para o dia 21 de junho de 2019.



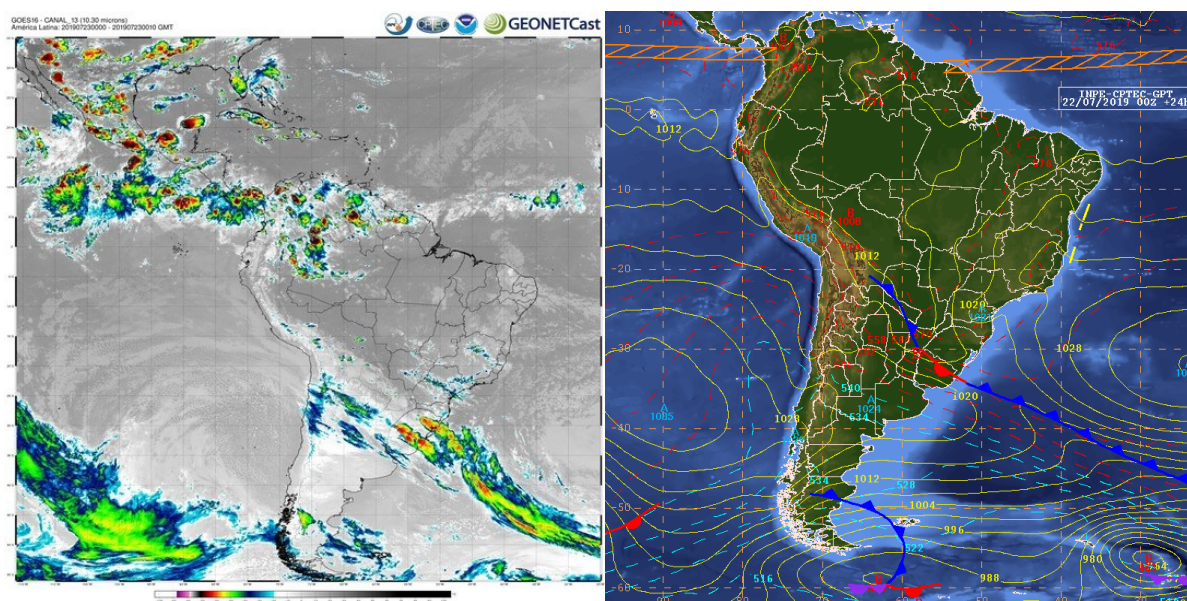
Fonte: Dados primários de campo. Org.: Castro (2019)

#### 4. 12 julho de 2019

No sul do país, no dia da coleta de dados (23/07), a atmosfera se mostrava instável. Essa condição foi propiciada, segundo o boletim sinótico, pela atuação do sistema frontal favorecida também pelo transporte do ar mais quente associado ao Jato de Baixos Níveis (JBN), e também por pancadas de chuva acompanhadas de raios, acompanhadas de rajadas de vento de forte intensidade e/ou queda de granizo. (INPE-CPTEC-GPT, 23/07/2019, 09:00h.)

Na porção Central e Sudeste do Brasil, persistiu a condição de tempo estável, com pouca nebulosidade e baixa umidade relativa do ar, associado ao escoamento anticiclônico, estabelecido em níveis médios, como mostra a imagem GOES (Figura 94).

**Figura 94** – Imagem do Satélite GOES e Carta Sinótica do dia 23/07/2019.



**Fonte:** Boletim Técnico de análise sinótica de 23 de julho de 2019 (INPE)

É possível notar nos dados (Tabela 26) e nos mapas mostrados na Figura 95, que ocorre um ligeiro aumento das temperaturas, em todos os horários, no sentido sul e sudoeste do território patense. Neste sentido, dois pontos se destacam como sendo os mais aquecidos em todos os horários, sendo o Centro da cidade, próximo ao supermercado Bretas, com média de 34°C, e o Bairro Ipanema. Além disso, no extremo norte da área urbana, no ponto do Bairro Guanabara (28°C), também é possível identificar um ligeiro aquecimento no microclima local.

O mês de julho apresentou as menores médias de temperatura durante o período de coleta de dados. A média das temperaturas coletadas, em todos os horários, foi de 26°C. No entanto, o Parque do Mocambo registrou temperaturas abaixo da média, sendo que nos dois primeiros horários as temperaturas estiveram na casa dos 19°C, e nos dois últimos horários, 20°C. O Parque do Mocambo, dessa maneira, como uma ilha de frescor urbano já que apresenta, aproximadamente, 6°C abaixo da média dos registros dos demais pontos de coleta de dados.

**Tabela 26** – Patos de Minas: dados de coleta de campo por coordenadas de 23/07/2019.

Campo dia 23 de julho de 2019							
Pontos de coleta em campo	Coordenadas Geográficas		T. ambiente (°C) / Horas				T. superfície (°C) / Horas
	S	W	10:00	10:10	10:20	10:30	10:09
B. Alto Limoeiro	-18 33 9.98	-46 29 36.65	27.6	27.6	28.1	31	19.4
B. Centro (Bretas)	-18 35 43.86	-46 31 4.54	32.9	33.6	33.6	34.2	20.8
B. Guanabara	-18 35 1.64	-46 31 32.45	27.8	27.6	27.7	27.6	19.2
Bairro Ipanema	-18 36 53.57	-46 30 43.52	27.6	27.5	27.7	28.2	21.1
B. N.S. das Graças	-18 33 27.94	-46 31 42.24	24.7	24.3	25.5	25.2	20.5
B. Centro (Setta)	- 18 35 8.09	- 46 30 41.26	27.3	28.1	27.8	27.8	19.5
B. Terra Nova	-18 33 58.59	-46 28 27.82	21.1	21.8	21.4	22.3	20.9
Parque Mocambo	-18 34 54.25	-46 30 15.22	19.4	19.6	20	20.2	16.8
B. Alto Caiçaras	-18 34 10.23	-46 30 23.83	25.4	25.6	25.8	26.5	20.4
UNIPAM Veterinária	- 18 36 27.43	- 46 28 54.23	24.3	24.8	25.2	25.8	21.1

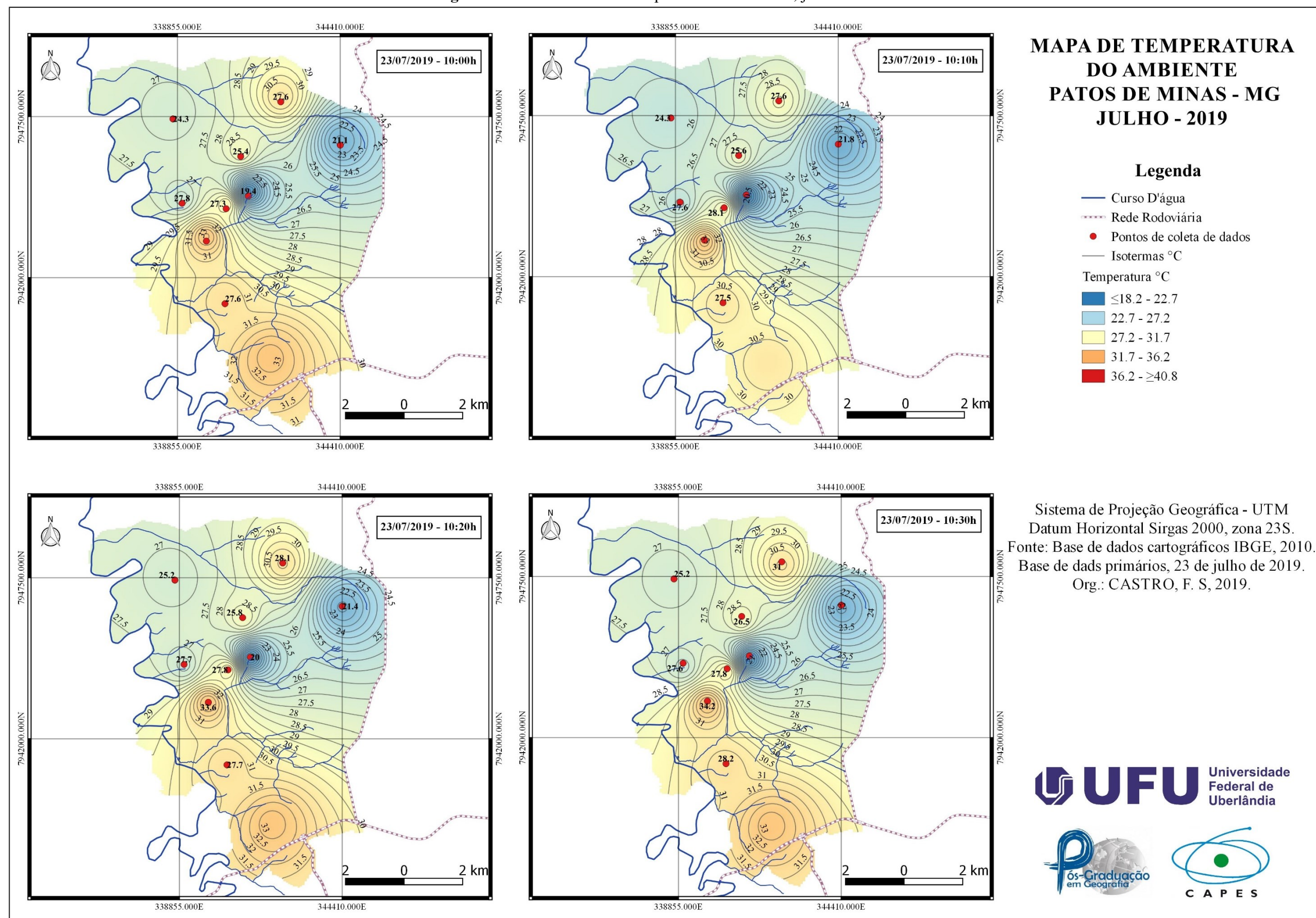
**Fonte:** Dados primários de campo. **Org.:** Castro (2019)

Já no mapa de temperatura de superfície (Figura 92), os aquecimentos mais expressivos foram constatados nos pontos dos Bairros Ipanema e no Hospital Veterinário UNIPAM, ambos com temperaturas de 21.1°C. Sendo assim, com as informações dos dados em campo, percebemos que há um padrão diferente de aquecimento entre os dados de campo e de superfície, já que as diferenças entre as temperaturas mais elevadas nos métodos de coletas de dados foi de aproximadamente 13°C.

Notamos nas Figuras 95 e 96, que esse padrão das temperaturas é bem diferente. No mapa de T.A.°C, a gradação das cores se enquadra nas três primeiras escalas de menos 18.2°C a 31.7°C. Já no mapa de T.S.°C, as temperaturas oscilaram nas duas primeiras escalas de temperatura (18.2 à 27.2°C).

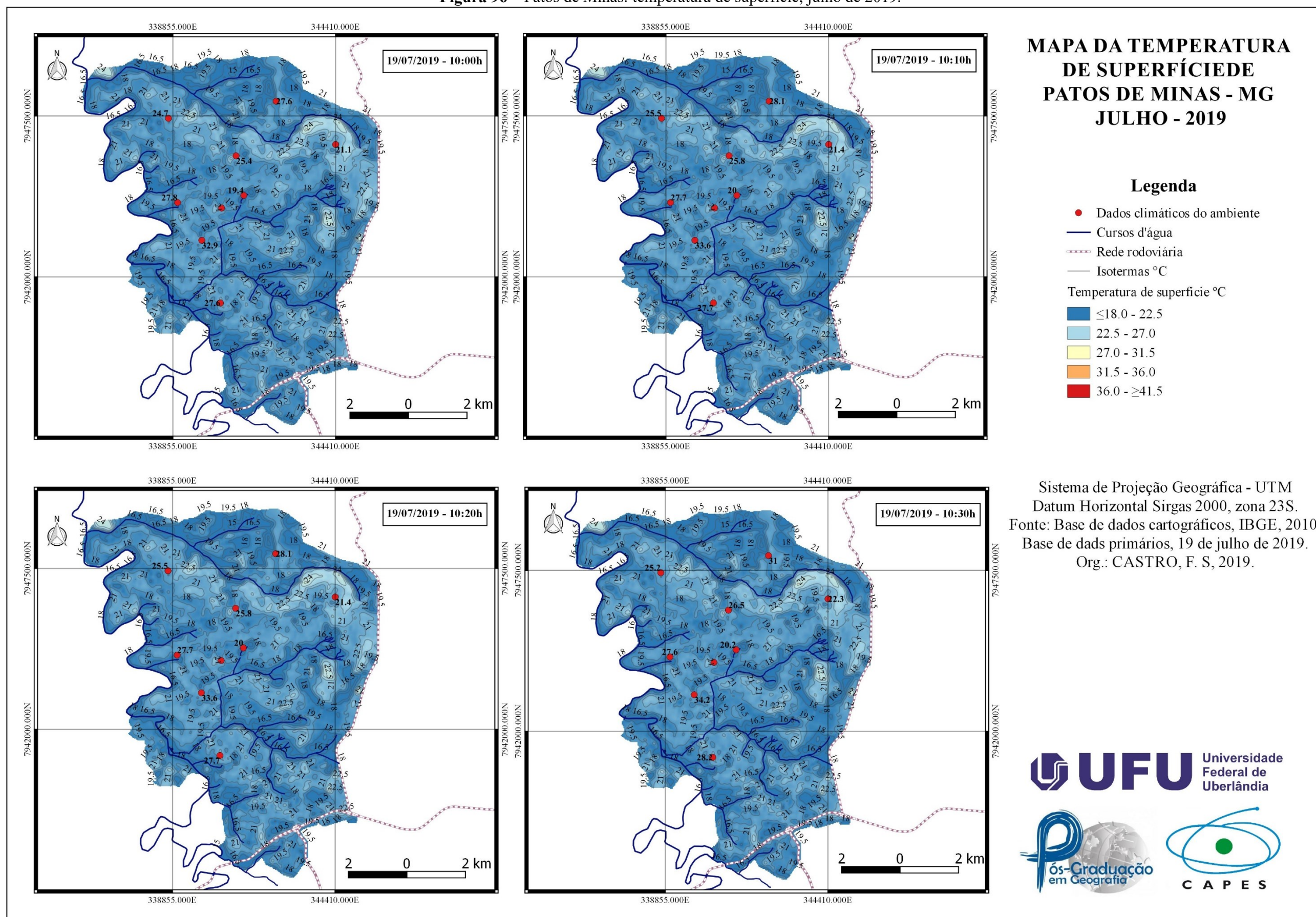


**Figura 95** – Patos de Minas: temperatura do ambiente, julho de 2019.



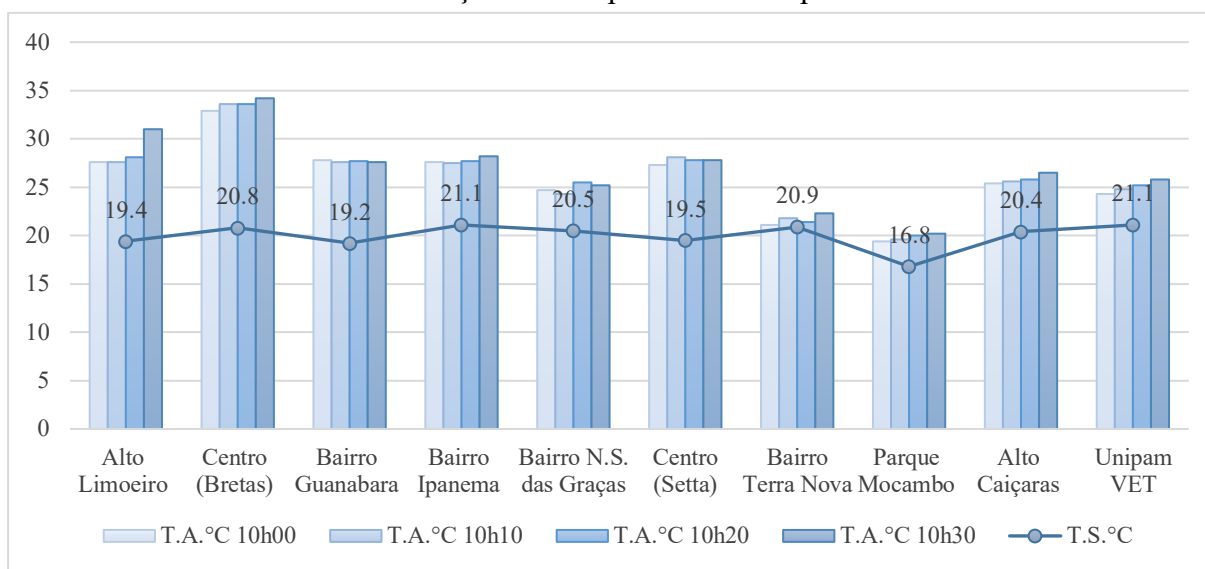


**Figura 96** – Patos de Minas: temperatura de superfície, julho de 2019.



O Gráfico 9 mostra a relação entre as temperaturas registradas em campo e no satélite; nele é possível verificar que as temperaturas do satélite oscilaram entre 16°C e 21°C, já os dados de campo oscilaram entre 20°C e, aproximadamente, 35°C. Essa irregularidade na relação das temperaturas resultou em uma correlação diferente dos dois meses anteriores.

**Gráfico 9** - Patos de Minas: relação das temperaturas de superfície e ambiente - 23/07/2019.



**Fonte:** Dados primários de campo. **Org.:** Castro (2019)

Os dados da correlação de Pearson, do dia 23 de julho, obtiveram um nível de correlação baixo, já que o  $r$  esteve quase sempre abaixo de 0.400. A menor correlação neste mês foi registrada às 10h:30min, com  $r = 0.397$ , e a maior foi às 10h:10min, com  $r = 0.412$ . A comprovação dessa baixa correlação dos dados é notada na Tabela 27.

**Tabela 27** – Patos de Minas: dados da Correlação de Pearson para dia 23/07/2019.

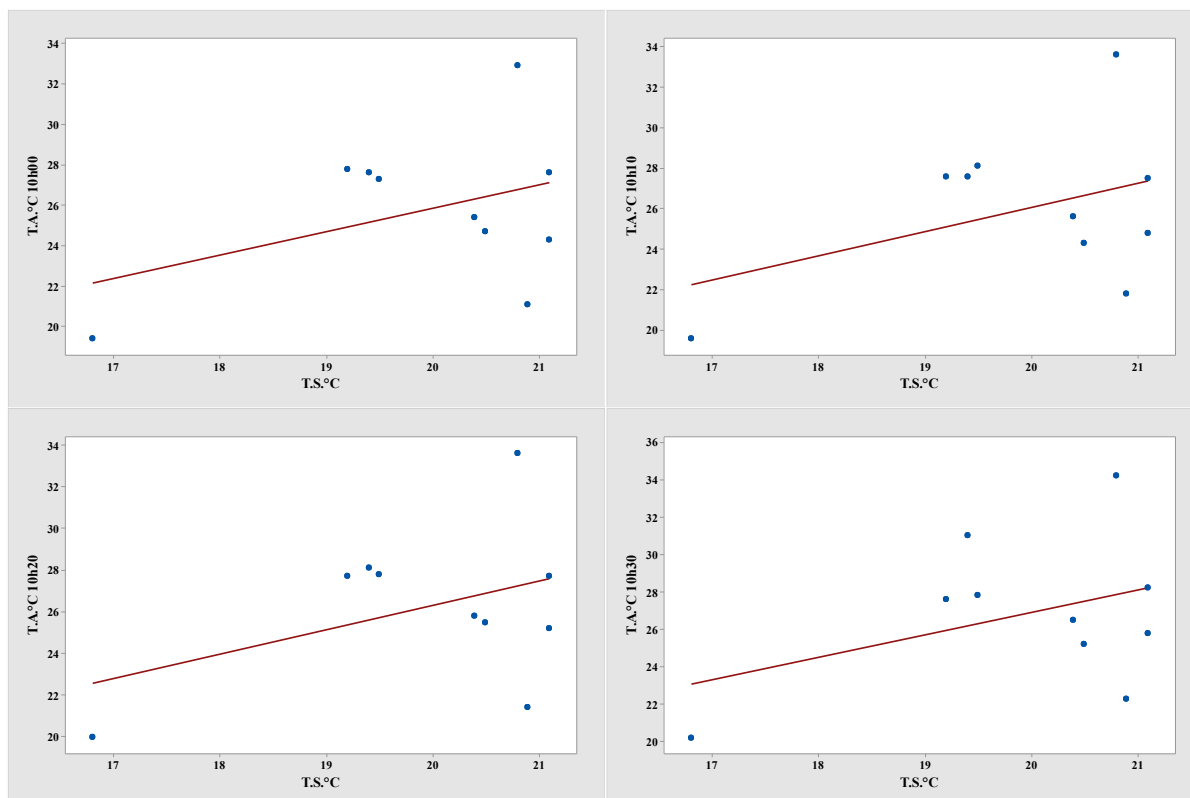
Correlation Pearson T.A.°C x T.S.°C				
	10h:00min	10h:10min	10h:20min	10h:30min
<b><math>r</math></b>	0.401	0.412	0.408	0.397
<b><math>p</math>-valor</b>	0.251	0.237	0.242	0.256

**Fonte:** Dados primários de campo. **Org.:** Castro (2019)

Além do  $r$  ter apresentado valores insuficientes, a outra variável avaliada, o  **$p$ -valor**, também apresentou um coeficiente de significância a nível de 20% em todos os horários. Esses resultados de  **$p$ -valor** mostram que os dados de ambiente e de superfície não estiveram

correlacionados no mês de julho de 2019, como demonstra a dispersão dos dados com relação à linha, como mostra Figura 97.

**Figura 97** – Gráficos dos dados de Correlação de Pearson para o dia 23 de julho de 2019.



**Fonte:** Dados primários de campo. **Org.:** Castro (2019)

Diante de todas as análises executadas neste capítulo é possível identificar algumas respostas para os questionamentos levantados nos objetivos deste trabalho.

É notável, na Tabela 28, que os dados de alguns meses do ano estiveram em um nível de correlação maior que os demais, como é o caso do mês de outubro de 2018, visto que o  $r$  foi superior 0.600 em todos os horários, ao mesmo tempo o *p-valor* foi significativo a nível de 5%, com ressalva para o horário das 10h, com nível de significância de 10%.

Esses dados nos permitem afirmar que poderíamos utilizar os dados de satélite do referido mês para identificar o clima urbano de Patos de Minas, levantando as áreas de prováveis ilhas de calor e frescor. Porém, isso é mais garantido se os dados forem coletados a partir das 10h:10min.



Outro mês que também nos permitiria fazer tal afirmação é o mês de maio, já que, nesse mês, o  $r$  foi superior ou igual a 0.600, com níveis de significância de 5%, nos três últimos horários, e com nível de 10%, no primeiro.

Outra afirmação verificada nos dados é que os meses mais correlatos estão associados a períodos de transição entre as duas estações com sazonalidade bem definidas no Brasil, ou seja, a correlação mais efetiva é identificada nas estações do outono e primavera.

Um ponto negativo na utilização das imagens de satélite para identificação do clima urbano está na falta de disponibilidade de dados com a presença de nebulosidade, características marcantes do verão na porção tropical do território brasileiro. Dessa maneira, o estudo fica limitado aos dados da estação invernal e às estações de transição, não representando a realidade do local de estudo.

**Tabela 28** – Patos de Minas: valores das correlações de Pearson nos meses de análise.

**Fonte:** Dados primários de campo. **Org.:** Castro (2019)

		Correlation Pearson T.A.°C x T.S.°C			
		10h:00min	10h:10min	10h:20min	10h:30min
Ago./2018	$r$	0.563	0.583	0.535	0.575
	$p$ -valor	0.114	0.099	0.138	0.105
Set./2018	$r$	0.647	0.638	0.638	0.621
	$p$ -valor	0.059	0.064	0.064	0.075
Out./2018	$r$	0.618	0.682	0.698	0.732
	$p$ -valor	0.057	0.030	0.025	0.016
Jan./2019	$r$	0.364	0.319	0.325	0.449
	$p$ -valor	0.245	0.311	0.303	0.143
Abr./2019	$r$	0.634	0.589	0.565	0.547
	$p$ -valor	0.027	0.044	0.056	0.066
Mai/2019	$r$	0.600	0.623	0.633	0.633
	$p$ -valor	0.051	0.041	0.037	0.037
Jun/2019	$r$	0.293	0.355	0.304	0.269
	$p$ -valor	0.381	0.364	0.284	0.423
Jul/2019	$r$	0.401	0.412	0.408	0.397
	$p$ -valor	0.251	0.237	0.242	0.256

Os meses de janeiro, junho e julho, em todos os horários, apresentaram um baixo nível de correlação, onde o  $r$  foi  $\leq$  a 0.500, e o p-valor foi superior a um nível de significância de 10%, considerado, por muitos autores, como insignificante para tornar os dados correlatos.

Por outro lado, os dados de campo pareceram confiáveis na determinação do clima urbano de Patos de Minas. Porém, é preciso lembrar que para conseguir realizar a coleta dos dados, foi necessária a criação de termohigrômetros e de abrigos meteorológicos, que, neste caso, foram confeccionados com materiais de baixo custo.

Ao final desta etapa, podemos afirmar que a adoção de métodos de análise climática por satélites, por si só, não é capaz de atender as necessidades de um estudo de clima urbano em cidades do porte médio, já que há a necessidade de suportes de coleta de dados em campo, para comprovar a veracidade das informações geradas pelos *softwares*.

## *Conclusões*

Tendo como base os levantamentos, análises e debates construídos ao longo da pesquisa, é possível estabelecer, neste momento, alguns apontamentos que serão apresentados não para finalizar o debate, mas sim, com o objetivo de contribuir com a ampliação das discussões da relação clima urbano x geotecnologias.

Sobre a produção científica sobre esse tema, é possível inferir que as teses sobre clima urbano ainda se concentram na Região Sudeste, principalmente nas regiões metropolitanas. Nota-se uma tendência de estudos para cidades de médio e grande porte. Sabendo disso, é necessário um olhar cauteloso dos pesquisadores para aquelas cidades que estão em transição de pequenas para médias cidades, bem como para as ditas “pequenas cidades”.

O aumento das publicações, a partir dos anos 2000, pode ter sido acarretado pela expressiva divulgação da mídia, quanto aos impactos gerados pelo aquecimento global. Por isso, e por se tratar de uma discussão interdisciplinar, outras áreas, além da Geografia, têm se dedicado aos estudos de clima urbano, principalmente, as que estão ligadas aos cursos de Arquitetura e Urbanismo.

Apesar da utilização massiva da teoria metodológica criada por Monteiro (1975), notamos, não só por meio das teses, mas também por outros tipos de publicações, que as geotecnologias têm sido exploradas como métodos complementares nos estudos das alterações climáticas urbanas. E é nesse sentido que os estudos climáticos têm fornecido acervo significativo na tentativa de minimizar os impactos urbanos, porém a sua eficiência só será alcançada se, junto aos trabalhos sobre clima urbano, associarem os processos de planejamento e gestão das cidades.

Todo o processo de urbanização em Patos de Minas, bem como na maioria das cidades brasileiras, modificou as propriedades geofísicas e, conseqüentemente, meteorológicas da atmosfera urbana, principalmente com relação ao incremento calorífico - aumento de

temperatura, configurando, assim, um novo “clima urbano”. Nesse sentido, é possível afirmar que Patos de Minas apresentou características suficientes para atender o recorte escalar de análise traçado junto à hipótese e, por conseguinte, aos objetivos deste estudo.

Um empecilho durante a execução desse estudo consistiu na falta de equipamentos para realização da coleta de dados e nos altos valores de novos equipamentos para aquisição, uma vez que o orçamento para a pesquisa era restrito. Para solucionar tal contratempo, aparelhos termohigrométricos e abrigos meteorológicos foram feitos com materiais de baixo custo, com valor final de R\$160,30, para cada uma das unidades. Isso representou uma economia de aproximadamente 72%, em relação ao valor médio dos termohigrômetros disponíveis no mercado. A confiabilidade dos dados foi aferida junto a aparelhos vendidos por empresas registradas e confiáveis.

Com os dados verificados, foi possível realizar as etapas de processamento junto às ferramentas do *software* Qgis, que por sinal, mostraram-se eficientes nos processamentos, tanto dos dados de campo, como nas imagens de satélite. Na produção dos mapas de dados de campo, foi escolhido o método de interpolação IDW, por ser o único procedimento disponível no *software*, o que não inviabiliza a utilização, já que a atribuição dos pesos ponderados aos pontos amostrais foi suficiente graças à distribuição bem especializada dos dados.

O mapeamento da temperatura da superfície, através dos dados espectrais dos alvos disponibilizados pelas imagens de satélite, foi a parte primordial desta pesquisa, visto que teve como objetivo verificar a viabilidade da utilização do método para identificação do clima urbano. Para a elaboração dos mapas, foi necessário realizar etapas de correção e validação das imagens, processos esses disponibilizados pelo setor de gerenciamento de dados e imagens Landsat dos Estados Unidos (USGS).



Os mapas produzidos se mostraram satisfatórios para serem analisados, pois garantiram a correlação dos dados através de outra ferramenta, agora de estatística, o Minitab®. Para realizar a análise, foi utilizado o método de correlação de Pearson.

Logo, foi possível diagnosticar a eficiência dos métodos de avaliação do clima urbano de Patos de Minas, para tanto, agregou-se informações das imagens do Satélite GOES, das Cartas Sinóticas e dos relatórios disponibilizados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Em virtude das análises de todos os meses, é possível afirmar que não é aconselhável utilização dos dados de satélite na definição de clima urbano em cidades médias, como é o caso de Patos de Minas, nos meses que compreendem o verão e o inverno, na porção Tropical do território brasileiro. Os meses de junho e julho apresentaram baixos níveis de correlação entre os dados de satélite e os de campo, que teoricamente expressam com mais precisão a realidade do microclima ( $r < 0.500$  e  $p\text{-valor} > 10\%$ ). Já nos meses de verão, não é possível utilizar tal método devido ao alto índice de cobertura de nuvens que inviabiliza o processamento das imagens.

Por outro lado, os meses, que correspondem aos períodos de transição das estações do ano (outubro, abril e maio), apresentaram uma correlação favorável no que tange à utilização dos dados de satélite para mensuração do clima urbano, por consequência das ilhas de calor e frescor. Todos os meses registraram uma correlação superior a 0.600 e uma significância de 10% e 5%. O destaque está no mês de outubro, que, em todos os horários, os índices foram mais significantes.

Podemos afirmar, ao final desta etapa, que a adoção de métodos de análise climática por satélites, por si só, não é capaz de atender as necessidades de um estudo de clima urbano em cidades do porte médio, já que há a necessidade de suportes de coleta de dados em campo para comprovar a veracidade das informações geradas pelos *softwares*.

Apesar de não ter sido o foco da pesquisa, notou-se que Patos de Minas produz, em algumas áreas, ilhas de calor, como é o caso dos arredores do ponto de coleta localizado no Bairro Centro, próximo a uma rede de supermercados, cuja diferença para os pontos próximos ao rural foram, em alguns dias e horários, superiores a 10°C.

Em contrapartida, o Parque do Mocambo executa com maestria sua função de regulador térmico, visto que, em quase todos os meses, funcionou como uma ilha de frescor, estando aproximadamente em média 5°C abaixo das temperaturas do entorno rural.

A proposta que fica, diante dos resultados adquiridos, é que, apesar das infinitas possibilidades garantidas pelas novas ferramentas da geotecnologia, devemos voltar nosso olhar para o espaço geográfico, estudá-lo e conhecê-lo em lócus para garantir autenticidade nos nossos estudos. Devemos voltar às práticas do marco inicial da Geografia, onde o empirismo foi marca registrada. Isso não significa deixar de lado as novas ferramentas, mas sim, agregá-las às metodologias já consolidadas.

Para os gestores, sugerimos que realizem com mais eficiência a identificação e a ampliação das áreas passíveis à manutenção térmica, ampliando as áreas verdes que são potenciais para o lazer e o conforto térmico dos cidadãos. Além disso, propomos que implantem espaços vegetados nas áreas identificadas como bolsões aquecidos. Dessa forma, o plantio de espécies adaptadas ao ambiente viário contribuirá para amenizar os efeitos dos ambientes de aquecimento. Entretanto, alertamos que é preciso ter maior rigor no planejamento do uso do solo citadino, para evitar o adensamento, principalmente, nas áreas em expansão urbana e, também, na organização dos projetos de construção civil, os quais devem ser adaptados às características do ambiente tropical. O plano diretor existe e deve ser cumprido.

## *Referências*

ABREU, M. **Sobre a memória das cidades**. In: CARLOS, Ana Fani Alessandri; SOUZA, Marcelo Lopes de; SPOSITO, Maria Encarnação Beltrão Sposito (Org.). A produção do espaço urbano. São Paulo: Contexto, 2011. p. 19-39.

ALENTEJANO, P. R. R. e ROCHA-LEÃO, O. M. Trabalho de Campo: uma ferramenta essencial para os geógrafos ou um instrumento banalizado. **Boletim Paulista de Geografia**, São Paulo, nº84, p. 51-57. 2006.

AMORIM, M. C. C. T. Ilhas de calor superficiais: frequência da intensidade e variabilidade espacial em cidade de clima tropical continental. **Geo UERJ**, Rio de Janeiro, n. 34, e, 2019. <https://doi.org/10.12957/geouerj.2019.40959>

AMORIM, M. C. C. T. **O clima urbano de Presidente Prudente/SP**. 2000. 374f. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

AMORIM, M. C. C. T., DUBREUIL, V., QUENOL, H., SANT'ANNA NETO, J. L. Características das ilhas de calor em cidades de porte médio: exemplos de Presidente Prudente (Brasil) e Rennes (França). **Confins (Paris)**, v.7, p.1-16, 2009. <https://doi.org/10.4000/confins.6070>

AMORIM, M. C. de C. T. Detecção remota de ilhas de calor superficiais: exemplos de cidades de porte médio e pequeno do ambiente tropical, Brasil. **Finisterra**, LII, 105, 2017, pp. 111-133 <https://doi.org/10.18055/Finis6888>

AMORIM, M. C. de C. T.; SANT'ANNA NETO, J. L.; MONTEIRO, A. (Org.). **Climatologia urbana e regional: questões teóricas e estudos de caso**. São Paulo: Outras Expressões, 2013. 274 p.

AMORIM, R. P. L.; DUARTE, M.; LEDER, M. S. Proposta de Proteção alternativa para sensores higrôtermicos utilizados em medições de ambientes externos. In: **Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, 13, 2010, Canela/RS. Avanços científicos e impactos da pesquisa em tecnologia do ambiente construído: como avaliar? Canela, 2010.

ASSIS, E.S. Avaliação da influência do uso e ocupação do solo urbano sobre a formação da ilha de calor na cidade de Belo Horizonte, MG, ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 1, Gramado, 1990. **Anais ...** Gramado: ANTAC, 1990, p. 53-57.

BALLING, R.C.; BRAZEL, S. W. High-resolution surface-Temperature patterns in a complex urban terrain. **Photogrammetric Engineering Remote Sensing**, Bethesda, v. 54, p. 1289-1293, 1998.

BAPTISTA, M.C **Estratigrafia e evolução geológica do Município de Lagoa Formosa (MG)**. Dissertação de mestrado apresentada ao Departamento de Geologia da Universidade Federal de Minas Gerais. 2004.

BARROS, H. R.; LOMBARDO, M. A. A ilha de calor urbana e o uso e cobertura do solo em São Paulo-SP. **Geousp – Espaço e Tempo** (Online), v.20, n.1, p.160-177, 2016. ISSN 2179-0892. <https://doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geousp.2016.97783>

BRASIL. **Código de Trânsito Brasileiro (CTB)**. Lei Nº 9.503, de 23 de setembro de 1997 que institui o Código de Trânsito Brasileiro. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Brasília: 2007.

CAIXEITA, A. C. M; BRITO, J. L. S. A utilização de técnicas de geoprocessamento na Bacia do Córrego do Monjolo/ Patos de Minas na proposta de zoneamento do parque municipal mirante do alto da colina. **Revista Horizonte Científico**. Uberlândia – MG, vol.5, n.2, p. 1-28, 2011.

CAIXETA, A. C. M. **Simulações computacionais para estimativa da influência do crescimento urbano na formação de zonas inundáveis adjacentes ao Córrego do Monjolo, em Patos de Minas - MG**. (Dissertação de Mestrado em Geografia) Universidade Federal de Uberlândia. MG, 2013. p. 227.

CALLEJAS, I. J. A. Contribuição ao processo de calibração de sensor de temperatura do tipo termistor com auxílio da plataforma Arduino. **2º Encontro em Engenharia de Edificações e Ambiental**, 2014.



CAPES Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. **Catálogo de Teses e Dissertações**. Disponível em: <[https://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses/#!/>](https://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses/#!/)  
Acesso em: 15 de jan. de 2019.

CARLOS, A. F. A. **A cidade**. São Paulo: Editora Contexto, 2005. 98 p.

CARVALHO, Homero Jorge Matos de. **Metodologia para a análise das interações entre a forma urbana e o clima**: Aplicação a uma cidade brasileira de clima litorâneo com baixa latitude. (Tese de Doutorado em Urbanismo). Rio de Janeiro. UFRJ, 2006.

CASTRO, F. de S. **Clima urbano sob o olhar das pequenas cidades: influência dos fatores geográficos nas variações climáticas em Lagoa Formosa (MG)**. (Dissertação de Mestrado em Geografia) Universidade Federal de Goiás. GO, 2016. p.143.  
<https://doi.org/10.30612/el.v8i16.8085>

CLAVAL, P. Le rôle du terrain en géographie. Des épistémologies de la curiosité à celles du désir. **Confins** [En ligne], 17 | 2013, mis en ligne le 22 octobre 2017, consulté le 25 avril 2019.  
<https://doi.org/10.4000/confins.8373>

CLAVAL. P. The role of fieldwork in geography, from epistemology of curiosity to epistemology of desire. **Confins** [Online], v.17, 2013.

COELHO, A.L.N.; CORREA, W.S.C. Temperatura de Superfície Celsius Do Sensor TIRS/Landsat-8: metodologia e aplicações. **Revista Geografia Acadêmica**. v.7, n.1 (xii.2013), p.31-45. <https://doi.org/10.18227/1678-7226rga.v7i1.2996>

DANNI-OLIVEIRA, I.M. Procedimentos de aferição de termômetros para atividades de campo em climatologia geográfica. **Revista Raega**: o espaço geográfico em análise, Curitiba, v.6, n.6, 2002. p.75-80. <https://doi.org/10.5380/raega.v6i0.18517>

DOUSSET, B.; GOURMELON, F. et al. Satellite multi-sensor data analysis of urban surface temperature and landcover. **ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing**, v. 58, p. 43-54, 2003. [https://doi.org/10.1016/S0924-2716\(03\)00016-9](https://doi.org/10.1016/S0924-2716(03)00016-9)

FIGUEIREDO FILHO, D. B; SILVA JÚNIOR, J. A. Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson (r). **Revista Política Hoje**, Vol. 18, n. 1, 2009, p. 115-146.

FONSECA, C. M. **Das Histórias de Colo ao Canto da Alma**. Lagoa Formosa: Multiprint, 2002. 264 p.

FREITAS, M. K; LOMBARDO M. A. O uso da imagem termal gerada pelos satélites da série LANDSAT e NOAA para estudo de ilha de calor: estudo de caso de São Paulo. GEOGRAFIA, Rio Claro, v. 32, n. 3, p. 645-656, set./dez. 2007.

GARCÍA, F. F. **Manual de climatología aplicada**: clima, medio ambiente y planificación. Madrid: Síntesis S. A., 1996. 285 p. (Serie Mayor). Coleção: Espacios y Sociedades.

GUSSO, A.; FONTANA, D.C.; GONÇALVES, G. A. Mapeamento da temperatura de superfície terrestre com o uso do sensor AVHRR/NOAA. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.42, n.2, p. 231-237. 2007. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2007000200012>

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapas**. Disponível em: <<https://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/malhas-digitais.html>> Acesso em: 15 de jan. 2019.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades**. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?lang=&codmun=314800>> Acesso em: 31 de agosto de 2015.

INPE Instituto de Pesquisas espaciais. Divisão de Geração de Imagens (DGI). Satélites. **Landsat**. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/documentacao/dgi/satelites/landsat/capa-landsat>>. Acesso em: 12 de fev. de 2019.

JENSEN, J. R. **Remote sensing of the environment an earth resource perspective**. 2ed. Upper Saddle River (NJ): Prentice Hall, 2007. 592 p.

LIMA, A.P.; AMORIM, M.C.de C.T. Contribuição ao Estudo de Clima Urbano em cidades de pequeno porte: o caso de Rosana/SP. In: **VIII Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica**. 2008, Alto do Caparaó-MG. Anais... Alto do Caparaó: Universidade Federal de Uberlândia, 2008.

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

LONDE, P. R. **Sistemas de espaços livres: uma avaliação da qualidade ambiental das áreas verdes de Patos de Minas/MG**. 2015. 184 f. Tese (Doutorado) Curso de Doutorado em Geografia, Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2015.

MATSON et al. Satellite Detection of Urban Heat Islands. **Monthly Weather Review**, Washington, v. 106, n.2, p. 1725-1734, 1978. [https://doi.org/10.1175/1520-0493\(1978\)106<1725:SDOUHI>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0493(1978)106<1725:SDOUHI>2.0.CO;2)

MELLO, A. Patos de Minas hoje. Patos de Minas Prefeitura Municipal, 1980.

MENDONÇA, F. A. **O clima e o Planejamento urbano de cidades de Porte Médio e Pequeno: Proposição Metodológica para Estudo e sua Aplicação à Cidade de Londrina/PR**. 1995. 298f. (Tese Doutorado em Geografia Física) - FFLCH/USP, São Paulo, 1995.

MENDONÇA, F. Clima e planejamento urbano em Londrina – proposição metodológica e de intervenção urbana a partir do estudo do campo termo-higrométrico. In.: MENDONÇA, F; MONTEIRO, C. A. de F. (Org.). **Clima urbano**. São Paulo: Contexto, 2003, p. 93-120.

MENDONÇA, F. de A. Riscos e vulnerabilidades socioambientais urbanos: a contingência climática. **Mercator**, Curitiba, v. 1, n. 9, p.153-163, dez. 2010.

MENDONÇA, F. S. A. U Sistema Ambiental Urbano: uma abordagem dos problemas socioambientais da cidade. In.: MENDONÇA, F. **Impactos Socioambientais urbanos**. PR: Editora, UFPR, 2004.

MENDONÇA, F; MONTEIRO, C. A. de F. (Org.). **Clima urbano**. São Paulo: Contexto, 2.ed. 2015, 192 p.

MENDONÇA, J. C. **Estimação da Evapotranspiração Regional Utilizando Imagens Digitais Orbitais na Região Norte Fluminense, RJ**. (ese (Doutorado em Produção Vegetal) Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, 2007.

MONTEIRO, C. A. de F. **Teoria e clima urbano**. 1976. 181 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia, Instituto de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1976.

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, n 01, p. 1-21, 1971.

MORAES E. O. Rede urbana do Brasil: constituição e dinâmica recente. **Revista Geonorte**. Manaus: Edição Especial 3, v. 7, n. 1, 2013.

MUSASHI, J. P.; PRAMOEDYO H.; FITRIANI, R. Comparison of Inverse Distance Weighted and Natural Neighbor Interpolation Method at Air Temperature Data in Malang Region. CAUCHY – **Jurnal Matematika Murni Dan Aplikasi**, Volume 5(2) (2018), Pages 48-54. ISSN: 2086-0382; e-ISSN: 2477-3344. <https://doi.org/10.18860/ca.v5i2.4722>

NASCIMENTO, D. T. F. **Emprego de técnicas de sensoriamento remoto e de geoprocessamento na análise multitemporal do fenômeno de ilhas de calor no município de Goiânia- GO (1986/2010)**. (Dissertação de Mestrado em Geografia) Universidade Federal de Goiás. GO, 2011. p. 98.

NOVAIS, G. T. **Caracterização climática da mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba e do entorno da Serra da Canastra (MG)**. 2011. 175 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Geografia, Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2011. Cap. 3.

OGUNODE, A.; AKOMBELWA, M. An algorithm to retrieve Land Surface Temperature using Landsat-8 Dataset. **South African Journal of Geomatics**, Vol. 6. No. 2, Geomatics Indaba, p.262-276, 2017. <https://doi.org/10.4314/sajg.v6i2.10>

OKE, T. R. **Boundary Layer Climates**. London: Methuen, 1978.

OKE, T. R. et al. The energy balance of central Mexico City during the dry season. **Atmospheric Environment**, v. 33, n. 24/25, p. 3919-3930, 1999. [https://doi.org/10.1016/S1352-2310\(99\)00134-X](https://doi.org/10.1016/S1352-2310(99)00134-X)

OKE, T. R. Towards better scientific communication in urban climate. In: **Theoretical and Applied Climatology**. Austria: 2005. <https://doi.org/10.1007/s00704-005-0153-0>



OLIVEIRA MELLO, Antônio. **Patos de Minas: Capital do Milho**. Patos de Minas: Ed. Academia Patense de Letras, 1971.

OLIVEIRA, B. S. **Satélites e Sensores**. Instituto de Pesquisas espaciais – INPE. Divisão de Sensoriamento Remoto – DSR. São José dos Campos, SP. 2016. Disponível em: <[http://www.dsr.inpe.br/vcsr/files/3-Satelites\\_e\\_Sensores.pdf](http://www.dsr.inpe.br/vcsr/files/3-Satelites_e_Sensores.pdf)> Acesso em: 12 de fev. de 2019.

PAIVA, C. M. **Estimativa o balanço de energia e da temperatura da superfície via satélite NOAA-AVHRR**. Rio de Janeiro, 2005. (Tese de doutorado em Engenharia Civil) Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

PATOS DE MINAS, Prefeitura Municipal. **Mapas e dados fornecidos pelo setor de planejamento urbano**, 2018.

PATOS DE MINAS. Prefeitura Municipal. **A cidade: história**. Disponível em: <<http://www.patosdeminas.mg.gov.br/acidade/historia.php>> Acesso em: 10 de setembro de 2015.

PÉDELABORDE, P. **Introduction à l'étude scientifique du climat**. Paris: SEDES, 1970. 246 p.

PEZZUTO, C. C. **Avaliação do ambiente térmico nos espaços urbanos abertos**: Estudo de caso em Campinas, SP. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) Campinas, 2007.

PEZZUTO, Cláudia C.; LABAKI, Lucila C.; FRANCISCO FILHO, Lauro. Distribuição horizontal da temperatura do ar em uma região central na cidade de campinas, SP In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 7, 2005, Maceió. **Anais...** Maceió: UFAL - ANTAC, 2005. p.1499-1506

PITA, M. F. La climatología como ciencia geográfica. In: CUADRAT, J. M; PITA, M. F (Org.). **Climatología**. 1ed. Madrid: Cátedra, 1997. p. 9-18

PNUD – Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. UNOPS – Oficina de Servicios para Proyectos de las Naciones Unidas. Proyecto Regional de Capacitacion en Gestion Ambiental Urbana. **Guia metodologica de capacitación en gestión ambiental urbana para universidades de América Latina y el Caribe**. Nova York: UNDP/UNOPS, 1997.

RIBEIRO, H. P. **Ilha de calor na cidade de São Paulo**: sua dinâmica e efeitos na saúde da população. Tese (Livre docência em Gerenciamento Ambiental) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

ROSA, R. **Introdução ao Geoprocessamento**. Apostila. Universidade Federal de Uberlândia. Instituto de Geografia. Laboratório de Geoprocessamento. 2013. 142p.

ROSA, R. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**. Uberlândia, EDUFU. 5. ed. 2003, 109p.

SANT'ANNA NETO, J. L. A Climatologia geográfica no Brasil: origem e contexto histórico. In: AMORIM, M. C. T; SANT'ANNA NETO, J. L; MONTEIRO, A. Climatologia urbana e regional: questões teóricas e estudos de caso. São Paulo: Outras Expressões, 2013.

SANT'ANNA NETO, J. L. Da climatologia geográfica à geografia do clima: gênese, paradigmas e aplicações do clima como fenômeno geográfico. **Revista da ANPEGE**, v. 4, p. 61-88, 2008. <https://doi.org/10.5418/RA2008.0404.0004>

SANTOS, M. **A urbanização brasileira**. 5ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008.

SANTOS, R. J. Pesquisa Empírica e trabalho de campo: algumas questões acerca do conhecimento geográfico. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, 11 (21 e 22): 111-125, jan./dez. 1999.

SERPA, A. O trabalho de Campo em geografia: uma abordagem teórico-metodológica. **Boletim Paulista de Geografia** (84): 7-24. 2006.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico: diretrizes para o trabalho didático-científico na universidade**. São Paulo: Cortez e Moraes LTDA, 1996.

SILVA, A. R. P.; SOARES, B. R. A centralidade nas pequenas e médias cidades: uma análise da microrregião de Frutal no Triângulo Mineiro. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 11, n. 36, p.01-08, dez. 2010.

SOARES, B. R. Pequenas e médias cidades: um estudo das relações socioespaciais nas áreas de cerrado em Minas Gerais. In: Maria Encarnação Beltrão Sposito. (Org.). **Cidades Médias: espaços em transição**. São Paulo: Expressão Popular, 2007.

SPOSITO, M. E. B. **Capitalismo e Urbanização**. São Paulo: Editora Contexto, 2008. 80 p.

SUERTEGARAY, D. M. A. 2002. Geografia e trabalho de Campo. In Geografia Física Geomorfologia: uma (re)leitura. Ijuí: **Editora da UNIJUI**. (no prelo).

SUERTEGARAY, D.M.A. Geografia física (?) Geografia ambiental (?) ou Geografia e ambiente (?). In: MENDONÇA, F; KOZEL, S. (Orgs.). **Elementos de epistemologia da geografia contemporânea**. Curitiba: Editora UFPR, 2004.

SUGA, Y. et al. Verification of Surface Temperature from LANDSAT ETM+Data. ACRS 2000, **Environment**, <http://www.gisdevelopment.net/aars/acrs/2000/ts5/env003pf.htm>, acesso em 10/mar/2006.

TARIFA, J. R. O ritmo e a prática do estudo dos climas de São Paulo (1970-2000). In: TARIFA, J. R; AZEVEDO, T. R. de. **Os climas na cidade de São Paulo: teoria e prática**. São Paulo: GEOUSP, 2001. 199 p. p. 11-33.

VIDAL, R. **Influência da morfologia urbana nas alterações da temperatura do ar na cidade de Natal-RN**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – UnB/Brasília: 1991.

VOOGT, J. A, OKE, T. R. Termal Remote Sensing of urban Climates. **Remote Sensing of Environment**. v. 86, p. 370-384, 2003. [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(03\)00079-8](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(03)00079-8)

ZAVATTINI, J. A. O paradigma da análise rítmica e a climatologia geográfica brasileira. **Geografia**, Rio Claro, Vol25(3):25-43, 2000.

## Anexo

**Quadro 10** - Identificação das teses que utilizam as geotecnologias por título, região, ano, IES de origem.

UNIVERSIDADES DA REGIÃO SUDESTE			
ANO	Minas Gerais (UFMG e UFU)	São Paulo (USP, UNESP, UNICAMP e MACKENZIE)	Rio de Janeiro (UFRJ e UFF)
1992 (1)		Impactos pluviais e desorganização do espaço urbano em Salvador/BA	
1994(1)		Uma abordagem tridimensional de clima urbano em área tropical continental: o exemplo de Cuiabá-MT	
1995 (1)		O clima e o planejamento urbano de cidades de porte médio e pequeno, proposição metodológica para estudo e sua aplicação a cidade de Londrina/PR	
1996 (2)		O clima urbano da cidade do Rio de Janeiro	
		Influência da geometria urbana na temperatura do ar ao nível do pedestre	
1997 (2)		Ventilação na camada intra-urbana: o caso de Bauru	
		Manaus: Um exemplo de clima urbano em região subequatorial	
1998 (2)		Comportamento termo-higrométrico de cidade equatorial devido ao processo de urbanização: o caso de Belém-PA	
		As Cidades como Indicadoras de Alterações Térmicas	



2000 (2)		O Clima Urbano de Presidente Prudente/SP	
		Clima e Percepção	
2001 (2)		Derivação antrópica do clima na Região Metropolitana de São Paulo abordada como função do ritmo semanal das atividades humanas.	
		Clima Urbano e Saúde: As patologias do aparelho respiratório associadas aos tipos de tempo no inverno, em Rio Claro - SP	
2002 (1)		Tendências e variabilidade do fenômeno pluvial na Região Metropolitana de São Paulo e possíveis vinculações com o processo de urbanização	
2003 (1)		A forma urbana e a radiação solar incidente na criação das ambiências térmicas e seus reflexos na apropriação e uso dos espaços públicos externos	
2006 (3)		Teoria e método da climatologia geográfica brasileira: uma abordagem sobre seus discursos e práticas	O entorno construído e o microclima de praças em cidades de clima tropical quente e úmido. Uma contribuição metodológica para o projeto bioclimático
			Metodologia para a análise das interações entre a forma urbana e o clima: aplicação a uma cidade brasileira de clima litorâneo com baixa latitude

2007 (2)		Proposta de Síntese Climática a partir do Comportamento Térmico e Higrométrico do Ar em Áreas Urbanas	
		Impactos Pluviais na Área Urbana de Ribeirão Preto-SP	
2009 (8)		Clima Urbano de Ponta Grossa-PR: uma abordagem da dinâmica climática em cidade média subtropical brasileira (Landsat 5)	
		Distribuição espacial do fluxo radiativo em ondas longas na Região Metropolitana de São Paulo	
		Ilha de calor em cidade de pequeno porte: Caso de Viçosa, na Zona da Mata Mineira	
		Geotecnologias e clima urbano: aplicação dos recursos de sensoriamento remoto e sistema de informações geográficas na cidade de Piracicaba, SP (Landsat 5)	
		As interações espaciais urbana e o clima. Incorporação de análises térmicas e energéticas no planejamento urbano	
		Áreas verdes urbanas, imagem e uso: um estudo geográfico sobre a cidade de Maringá – PR	
		Homens fecham janelas mulheres cobrem espelhos: chuva e imprensa na cidade de Campo Grande/MS (1961-2007)	

		Análise da valoração climática na perspectiva da economia ambiental: possibilidades e limitações	
2010 (3)	O sistema clima urbano do município de Belo Horizonte na perspectiva têmporo-espacial	Influência de lagos artificiais no clima local e no clima urbano: estudo de caso em Presidente Epitácio (SP)	
	Desenvolvimento de metodologia para planejamento energético integrado ao espaço urbano: um estudo do setor residencial de Belo Horizonte		
2011 (3)	A Cidade e o Clima: Impactos das precipitações concentradas e as tendências climáticas em Uberlândia/MG	Fragmentos Florestais Urbanos e Interações Climáticas em Diferentes Escalas: Estudos em Campinas, SP	
		Análise do conforto térmico em áreas abertas no município de Ourinhos-SP	
2012 (6)		Contribuições das árvores para o bioclima térmico no desenho urbano em cidades tropicais: o caso de Campinas, SP	A ilha de calor na região metropolitana do Rio de Janeiro (Landsat 5 e 7)
		Pelas lentes da climatologia e da saúde pública: doenças hídricas e respiratórias na cidade de Ribeirão Preto/SP (Landsat 7)	
		Saberes geográficos integrados aos estudos territoriais sob a ótica da implantação do parque nacional da chapada das mesas, sertão de Carolina/MA	

		A sustentabilidade urbana de Maringá/PR: da teoria à prática	
		Clima urbano e planejamento na cidade de Jales-SP (Landsat 7)	
2013 (3)		Índice de Vulnerabilidade Urbana a alagamentos e deslizamentos de terra em função de eventos extremos de precipitação: Uma proposta de método	
		A sociedade e a natureza na paisagem urbana: análise de indicadores para avaliar a qualidade ambiental (Landsat 5 e 7)	
		Conforto térmico nas escolas estaduais de Presidente Prudente/SP	
2014 (3)		Percepção sonora e térmica e avaliação de conforto em espaços urbanos abertos do município de Belo Horizonte - MG, Brasil	
		O clima urbano como indicador de qualidade ambiental: estudo de caso da paisagem urbana de Araçatuba/SP	
		Clima e vulnerabilidade socioespacial: uma avaliação dos fatores de risco na saúde da população urbana do município de São Luís (MA)	
2015 (6)		O desafio da manutenção do abastecimento hídrico na região metropolitana de São Paulo: busca por uma gestão sustentável	Transformações microclimáticas e legislação: o caso de Cuiabá-MT



		O clima urbano das cidades do interior do estado de São Paulo: uma análise do campo térmico de Assis, Cândido Mota, Maracaí e Tarumã (Landsat 8)	Uma metodologia para a inserção do clima como critério para o planejamento urbano: análise da cidade de Sinop-MT
		Uso da terra e clima urbano e suas influências sobre a população de <i>Euglossini</i> na cidade de Parnaíba, PI, Brasil (Landsat 8 e RapidEye)	
		Áreas Verdes em Teresina-PI: Aspectos Legais, Ambientais e de Gestão	
2016 (2)			Clima urbano e análise multivariada na cidade universitária da UFRJ
			Estudo por imagens de satélite da formação de ilhas de calor em Cuiabá e Várzea Grande (Landsat 5)
2017 (4)		Rugosidade e porosidade do tecido urbano como critérios de análise qualitativa da ventilação natural em cidades litorâneas	
		Análise das características socioambientais na cidade de Belém/PA: um estudo da vegetação e clima urbano (Landsat 5)	
		Contribuição para a melhoria no gerenciamento de resíduos sólidos: estudos aplicados aos municípios abrangidos pela superintendência da unidade de negócios baixo Paranapanema da Sabesp, região oeste do estado de São Paulo	

		Gestão de resíduos sólidos urbanos na Amazônia paraense: um estudo sobre o município de Barcarena (1897 - 2017)	
2018 (3)		Clima Urbano da Cidade de São Luís do Maranhão	
		Análise do clima urbano de Campinas-SP e da sua relação com a fenologia de espécies vegetais	
		Clima urbano, risco e vulnerabilidade em cidades costeiras do mundo tropical: estudo comparado entre Santos (Brasil), Maputo (Moçambique) e Brisbane (Austrália)	
UNIVERSIDADES DA REGIÃO SUL			
ANO	Universidade Federal de Santa Catarina (1)	Universidade Federal do Paraná (10)	Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2)
2005 (1)			Entre mitos e limites: As possibilidades do adensamento construtivo face à qualidade de vida no ambiente urbano
2006 (1)		Inundações Urbanas em Curitiba/PR: impactos, riscos e vulnerabilidade socioambiental no bairro Cajuru	
2007 (1)		Clima Urbano / conforto térmico e condições de vida na cidade: uma perspectiva a partir do aglomerado urbano da Região Metropolitana de Curitiba (AU-RMC)	
2010 (1)		Articulações entre o clima urbano e o clima regional: uma abordagem a partir da análise de Irati e Guarapuava/PR	

		Índice ultravioleta e câncer de pele no estado do Paraná (Landsat 5)	
2012 (1)		A influência da vegetação no clima urbano da cidade de Curitiba - PR	
2013 (1)		Clima urbano e dengue no centro-sudoeste do Brasil (MODIS)	
2014 (3)	Uso de pigmentos de óxidos de metais mistos na pavimentação para a mitigação da ilha de calor urbana	Reestruturação urbana e conforto térmico em Curitiba/PR: diagnóstico, modelagem e cenários	Análise da temperatura de superfície e da ocupação urbana no município de Porto Alegre (Landsat 5)
2015 (1)		A Dinâmica Pluvial do Clima Subtropical: Variabilidade e Tendência no Sul do Brasil	
2016 (1)		A governança climática na região metropolitana de Curitiba: uma perspectiva crítica interdisciplinar.	
		Variabilidade têmporo-espacial da pluviosidade na bacia do alto Iguaçu	
UNIVERSIDADES DA REGIÃO CENTRO-OESTE			
ANO	UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA (3)	UNIVERSIDADE FEDERAL DO MATO GROSSO (8)	
2007 (1)	Parâmetros bioclimáticos para avaliação de empreendimentos habitacionais multifamiliares da região Tropical Sub-úmida do Brasil.		
2012 (2)		Dimensão fractal e ilhas de calor urbanas: uma abordagem sistêmica sobre as implicações entre a fragmentação das áreas verdes e o ambiente térmico do espaço urbano (Landsat 3 e 5)	

		Influência da ocupação do solo na variação termo-higrométricas na cidade de Cuiabá-MT			
2013 (2)		Análise do comportamento termo-higrométrico urbano sob a ótica do uso e ocupação do solo em Cuiabá- MT			
		Efeitos do uso de telhados vegetados em ilhas de calor urbana com simulação pelo software Envi-met (Landsat 5)			
2017 (2)	Cenários Futuros de Mudanças Climáticas e Impactos do Conforto Térmico Humano em Áreas Urbanizadas. (Landsat 5 e 8)	Mapeamento termo higrométrico do município de Coari-AM utilizando transecto móvel			
2018 (3)	O Campo Térmico Urbano – Ilhas de Calor em Brasília / DF. (Landsat 8)	Variação microclimática influenciada pela topografia e urbanização			
		Efeito do sombreamento de duas espécies arbóreas na atenuação da radiação ultravioleta e microclima em espaços abertos no campus da UFMT			
UNIVERSIDADES DA REGIÃO NORDESTE					
ANO	UFPE (4)	UFC (3)	UFRN (1)	UFB (1)	UFCG (2)
2009 (1)	A climatologia da cidade de Teresina-PI: as variantes topoclimáticas dos espaços livres				
2010 (1)					Estudo Numérico da Interação entre uma Região Urbanizada e a Convecção Rasa



2011 (1)					Campo térmico urbano e a sua relação com o uso e cobertura do solo em cidade tropical úmida
2012 (1)	Balanço de Energia em área urbana na cidade do Recife-PE				
2013 (1)				Implicações microclimáticas dos tipos de revestimento das estruturas viárias: estudo em uma fração urbana de João Pessoa/PB	
2014 (1)	Balanço de energia e evapotranspiração na cidade do Recife-PE por sensoriamento remoto (Landsat 5)				
2015 (1)		Comportamento espaço-temporal da dengue e sua relação com os elementos atmosféricos e socioeconômicos em Fortaleza/CE			
2016 (2)		A qualidade do ar na região metropolitana de Fortaleza – CE sob a			

		perspectiva do sistema clima urbano			
		Comportamento espaço- temporal da pneumonia e sua relação com os elementos climáticos e socioeconômicos em Campina Grande-PB			
2017 (2)	Forma e conforto: estratégias para (re)pensar o adensamento construtivo urbano a partir dos parâmetros urbanísticos integrados à abordagem bioclimática		Índice Ambiental Urbano (IAU): uma contribuição ao estudo do planejamento e do conforto térmico em espaços abertos		

**Fonte:** Catálogo de teses e dissertações CAPES. **Org.:** Castro (2019)