

Trabalho de Conclusão de Curso  
Curso de Graduação em Geografia

**Identificação de Ilhas de Calor em Rio Claro - SP**  
Uma análise comparativa entre bairros de perfis socioeconômicos diferentes

Tiago Almeida Diniz

Prof(a). Dr<sup>a</sup>. Andréia Medinilha Pancher

Prof(a). Dr<sup>a</sup>. Karime Pechutti Fante

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
Instituto de Geociências e Ciências Exatas

Câmpus de Rio Claro

Tiago Almeida Diniz

Identificação de Ilhas de Calor em Rio Claro – SP: Uma análise comparativa entre bairros de perfis socioeconômicos diferentes

Trabalho de Graduação apresentado ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas - Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, para obtenção dos graus de Licenciado e Bacharel em Geografia.

Rio Claro - SP

2023

D585i      Diniz, Tiago Almeida  
Identificação de Ilhas de Calor em Rio Claro - SP : uma análise comparativa entre bairros de perfis socioeconômicos diferentes. / Tiago Almeida Diniz. -- Rio Claro, 2023  
85 p. : il., tabs., fotos, mapas

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado e licenciatura - Geografia) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro

Orientadora: Andréia Medinilha Pancher, Karime Pechutti Fante

1. Clima urbano. 2. Ilhas de Calor. 3. Transecto móvel. 4. Sensoriamento remoto. 5. Climatologia. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

TIAGO ALMEIDA DINIZ

IDENTIFICAÇÃO DE ILHAS DE CALOR EM RIO CLARO - SP: UMA  
ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE BAIRROS DE PERFIS  
SOCIOECONÔMICOS DIFERENTES

Trabalho de Graduação apresentado ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas - Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, para obtenção dos graus de Licenciado e Bacharel em Geografia.

Comissão Examinadora

Andréia Medinilha Pancher.(orientadora)

Karime Pechutti Fante.(orientadora)

Leonardo Brandão Prado.

Danilo Marques de Magalhães.

Rio Claro, 31 de outubro de 2023.

Assinatura do(a) aluno(a)

assinatura do(a) orientador(a)

*Dedico aos meus pais, que sempre me permitiram seguir meus  
sonhos apesar de todas as dificuldades!*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente aos meus pais, que apesar de todas as dificuldades, me deram a oportunidade de seguir nos estudos, e sou muito grato a tudo que por eles me foi oferecido.

Agradeço meus familiares, sobretudo meus irmãos e minha avó Geni, que estiveram sempre ao meu lado durante toda a vida.

Agradeço a Moradia Estudantil da UNESP de Rio Claro, que foi minha casa durante toda a graduação, me permitindo permanecer e resistir na universidade, e foi o lugar onde conheci pessoas maravilhosas que vou levar para a vida.

Agradeço aos professores e professoras com quem tive o prazer de aprender, como Maria Bernadete Sarti, que me despertou o interesse na licenciatura.

Agradeço meus amigos, os que já tinha e aos que fiz durante a graduação, que dividiram e dividem momentos que deixarão saudades. Agradeço em especial Alana Ferreira, Ana Caroline Maciel, Ana Flávia, Antônia Santos, Deborah Nardini, Lívia Valezzi, Rodrigo Matos, Samuel Caetano, Thais Cerqueira, e Vitória Nunes, que estão comigo desde o início da graduação, me apoiam em todas as fases, e não me imagino sem vocês em minha vida.

Agradeço aos que me ajudaram na construção desse trabalho, em especial minhas orientadoras Andréia Medinilha Pancher, que foi a primeira a acreditar nessa pesquisa, e Karime Pechutti Fante, que acreditou em mim, sempre se mostrou disposta a me ajudar e com quem aprendi muito, além de meu amigo Rodrigo Matos e meu companheiro Fabrício Alencar, que me ajudaram na aquisição dos dados.

Agradeço novamente meu namorado Fabrício Alencar, com quem convivo todos os dias, quem tem sido meu porto seguro e amigo em todos momentos.

E por fim agradeço a todos aqueles que fizeram parte da minha vida na UNESP em algum momento, e construiu memórias muito felizes comigo!

## RESUMO

Com o crescimento acelerado das cidades é cada vez mais evidente as transformações antrópicas na natureza, tendo entre as consequências o aumento das temperaturas urbanas, que são potencializadas através das características físicas dos materiais construtivos, impermeabilização do solo e a redução da cobertura arbórea. As ilhas de calor, são a expressão máxima dessa interação, e pode apresentar-se com dimensões espaciais e intensidades podendo impactar de maneira mais negativa as populações mais socioeconomicamente carentes, de acordo com o acesso às políticas públicas de planejamento urbano. Neste sentido, essa pesquisa de trabalho de conclusão de curso teve como objetivo fundamental analisar as disparidades térmicas e higrométricas matutinas e noturnas entre bairros de diferentes perfis socioeconômicos: Jardim Vila Bela e Parque Mãe Preta, em Rio Claro - SP. Os dados utilizados no estudo foram obtidos através de transectos móveis, sensoriamento remoto e análise rítmica dos sistemas atmosféricos atuantes. Os resultados dos transectos mostraram que as maiores temperaturas foram encontradas no Parque Mãe Preta em ambos períodos de medições, chegando a apresentar índices de diferença de temperatura entre o bairro e a estação meteorológica ( $\Delta t$ ) acima dos  $6,1^{\circ}$  C, sendo consideradas ilhas de calor fortes e muito fortes. O Jardim Vila Bela também apresentou dados superiores aos disponibilizados pela estação meteorológica de referência, com valores de  $\Delta t$  que ultrapassaram  $4^{\circ}$  C, considerados ilhas de calor forte. Foi possível perceber que no período noturno, a vegetação e a presença de corpos d'água amenizaram as temperaturas nos pontos que se situam próximos a eles. Quanto à umidade relativa do ar, em ambos os bairros, os valores se apresentaram muito abaixo dos dados da estação, ressaltando a falta de vegetação urbana e o impacto de sua ausência neste elemento atmosférico. Nos resultados obtidos pelo sensoriamento remoto, o Parque Mãe Preta obteve os maiores valores de temperatura superficial, sobretudo nas áreas onde a densidade de construções é maior, e os materiais construtivos aquecem de maneira intensa. Na Análises Rítmicas, foram observados índices baixos de pluviosidade, característicos do período sazonal do inverno, além da influência das massas de ar de origem tropical marítima. O estudo mostrou que os baixos níveis de vegetação urbana e dos tipos de materiais construtivos são determinantes para que o Parque Mãe Preta tenha anomalias térmicas com maior frequência e intensidade comparado ao Jardim Vila Bela.

**Palavras-chave:** Clima Urbano; Ilhas de Calor; Transecto móvel; Sensoriamento Remoto; Climatologia.

## ABSTRACT

With the accelerated growth of cities, the anthropogenic transformations in nature are increasingly evident, resulting in consequences such as the rise in urban temperatures. This phenomenon is exacerbated by the physical characteristics of construction materials, soil impermeability, and the reduction of tree cover. Heat islands represent the maximum expression of this interaction, with spatial dimensions and intensities that can negatively impact socioeconomically disadvantaged populations, depending on access to public policies for urban planning. In this sense, the research for this undergraduate thesis aimed to fundamentally analyze thermal and hygrometric disparities in the morning and night between neighborhoods with different socioeconomic profiles: Jardim Vila Bela and Parque Mãe Preta in Rio Claro - SP. The data used in the study were obtained through mobile transects, remote sensing, and rhythmic analysis of active atmospheric systems. The transect results showed that the highest temperatures were found in Parque Mãe Preta during both measurement periods, with temperature difference indices between the neighborhood and the meteorological station ( $\Delta t$ ) exceeding  $6.1^{\circ}\text{C}$ , indicating strong to very strong heat islands. Jardim Vila Bela also exhibited data higher than those provided by the reference meteorological station, with  $\Delta t$  values exceeding  $4^{\circ}\text{C}$ , considered a strong heat island. It was observed that during the night, vegetation and the presence of water bodies mitigated temperatures in areas close to them. Regarding relative air humidity, in both neighborhoods, values were much lower than those of the station, highlighting the lack of urban vegetation and the impact of its absence on this atmospheric element. Remote sensing results showed that Parque Mãe Preta had the highest values of surface temperature, especially in areas with higher construction density and intense heating of construction materials. Rhythmic analyses revealed low rainfall levels, characteristic of the winter season, and the influence of air masses of maritime tropical origin. The study demonstrated that low levels of urban vegetation and the types of construction materials are determining factors for Parque Mãe Preta to experience thermal anomalies more frequently and intensely compared to Jardim Vila Bela.

**Keywords:** Urban Climate; Heat Islands; Mobile Transect; Remote Sensing; Climatology.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Dinâmica da ilha de calor em diferentes zonas.....	15
Figura 2 - Características térmicas dos materiais construtivos.....	16
Figura 3 – Localização da Área de Estudo.....	22
Figura 4 – Expansão Urbana de Rio Claro.....	23
Figura 5 - Valor do rendimento nominal médio mensal das pessoas responsáveis por domicílios particulares permanentes por setor censitário (R\$).....	25
Figura 6 - Áreas Verdes em Rio Claro.....	27
Figura 7 - Imagem de satélite do bairro Parque Mãe Preta.....	28
Figura 8 - Imagem de Satélite do bairro Jardim Vila Bela.....	30
Figura 9 - Termo-higrômetro utilizado nas medições.....	32
Figura 10 - Pontos de medição no Jardim Vila Bela.....	34
Figura 11 - Pontos de medição Parque Mãe Preta.....	36
Figura 12 - Comparação da temperatura nos pontos medidos - Vila Bela e CEAPLA.....	41
Figura 13 - Comparação da temperatura nos pontos medidos - Mãe Preta e CEAPLA.....	42
Figura 14 - Comparação dos valores de umidade - Vila Bela x CEAPLA.....	45
Figura 15 - Comparação dos valores de umidade - Mãe Preta x CEAPLA.....	46
Figura 16 - Comparação Vila Bela x CEAPLA.....	48
Figura 17 - Comparação Parque Mãe Preta x CEAPLA.....	49
Figura 18 - Umidade relativa do ar - CEAPLA x Jardim Vila Bela.....	52
Figura 19 - Umidade relativa do ar - CEAPLA x Parque Mãe Preta.....	53
Figura 20 - Temperatura da Superfície em Rio Claro/SP - 24/06/23.....	54
Figura 21 - Temperatura da Superfície em Rio Claro/SP - 18/07/23.....	55
Figura 22 - Temperatura da Superfície em Rio Claro/SP - 11/08/23.....	56
Figura 23 - Temperatura da Superfície em Rio Claro/SP - 20/09/23.....	57
Figura 24 - Interpolação dos valores médios de $\Delta t$ nos pontos de medição - matutino.....	59
Figura 25 - Interpolação dos valores médios de $\Delta t$ nos pontos de medição - noturno.....	61
Figura 26 - Valores médios de umidade relativa do ar - Agosto.....	63

Figura 27 - Valores médios de umidade relativa do ar - setembro.....	65
Figura 28 - Análise rítmica de agosto nos dias dos transectos móveis.....	67
Figura 29 - Análise rítmica de setembro nos dias dos transectos móveis.....	69

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Descrição dos pontos no Jardim Vila Bela.....	33
Tabela 2 – Descrição dos pontos no Parque Mãe Preta.....	35
Tabela 3 – Horários de medição.....	37
Tabela 4 - Critérios para a classificação das ilhas de calor.....	37
Tabela 5 - Valores de $\Delta t$ - Jardim Vila Bela (agosto).....	43
Tabela 6 - Valores de $\Delta t$ - Parque Mãe Preta (agosto).....	43
Tabela 7 - Valores de $\Delta t$ - Jardim Vila Bela (setembro).....	50
Tabela 8 - Valores de $\Delta t$ - Parque Mãe Preta (setembro).....	50

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>12</b>
2.1 Gerais.....	12
2.2 Específicos.....	12
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>13</b>
3.1 Clima Urbano.....	13
3.2 Canal Termodinâmico.....	14
3.2.1 Ilhas de Calor.....	16
3.3 Importância da Vegetação Urbana.....	21
3.4 Análise Rítmica.....	22
<b>4 ÁREA DE ESTUDO.....</b>	<b>23</b>
4.1 Parque Mãe Preta.....	28
4.2 Jardim Vila Bela.....	29
<b>5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....</b>	<b>30</b>
5.1 Transectos Móveis.....	30
5.1.1 Descrição dos Pontos.....	32
5.2 Comparação com dados da estação meteorológica (CEAPLA).....	37
5.3 Análise Rítmica.....	38
5.4. Sensoriamento Remoto.....	38
<b>6 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>40</b>
6.1 Análise comparativa da temperatura nos bairros estudados - Episódio matutino.....	40
6.2 Análise comparativa da umidade nos bairros estudados - Episódio matutino.....	44
6.3 Análise comparativa da temperatura nos bairros estudados - Episódio noturno.....	47
6.4 Análise comparativa da umidade nos bairros estudados - Episódio noturno.....	51
6.5 Análise termo higrométrica por sensoriamento remoto.....	54
6.6 Identificação dos sistemas atmosféricos atuantes e análise rítmica.....	66
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>70</b>
<b>8 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>72</b>
<b>ANEXO A - CARTAS UTILIZADAS PARA A ANÁLISE RÍTMICA (AGOSTO).....</b>	<b>76</b>
<b>ANEXO B - CARTAS UTILIZADAS PARA A ANÁLISE RÍTMICA (AGOSTO).....</b>	<b>77</b>
<b>ANEXO C - CARTAS UTILIZADAS PARA A ANÁLISE RÍTMICA (AGOSTO).....</b>	<b>78</b>
<b>ANEXO D - CARTAS UTILIZADAS PARA A ANÁLISE RÍTMICA (SETEMBRO).....</b>	<b>79</b>
<b>ANEXO E - CARTAS UTILIZADAS PARA A ANÁLISE RÍTMICA (SETEMBRO).....</b>	<b>80</b>
<b>ANEXO F - CARTAS UTILIZADAS PARA A ANÁLISE RÍTMICA (SETEMBRO).....</b>	<b>81</b>
<b>ANEXO G - CARTAS UTILIZADAS PARA A ANÁLISE RÍTMICA (SETEMBRO).....</b>	<b>82</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Nas cidades, o inadequado planejamento é algo que reforça a desigualdade social, e seus efeitos podem ser negativos, abrangendo desde o crescimento da criminalidade, construções em áreas impróprias para a moradia, como margens de rios e córregos, que causam alagamentos e inundações, até o desmatamento da vegetação, fundamental para o conforto térmico urbano, causando muitos efeitos negativos, destacando-se as chamadas ilhas de calor.

No Brasil, a partir dos anos de 1960, houve um intenso crescimento populacional urbano nas cidades, saindo de 72 milhões de habitantes em 1960, para 212 milhões em 2022, um aumento de quase 200% (IBGE, 2023). Com a falta de preparo e infraestrutura para receber as pessoas que vinham do campo, o planejamento urbano das cidades não foi capaz de se adequar de forma eficiente, causando o surgimento de bairros marginais, formados por populações de grande vulnerabilidade socioeconômica. Esses bairros, que crescem de forma acelerada, não recebem a mesma atenção dos órgãos públicos se comparados com os bairros centrais e de perfis socioeconômicos superiores.

No Brasil, assim como na França, o planejamento urbano surgiu como uma necessidade emanada das políticas de saúde coletiva que justificavam a destruição das construções decadentes e urbanisticamente desordenadas, que favoreciam a disseminação de doenças infecto-contagiosas. Nesse processo, as moradias degradadas e densamente ocupadas deveriam ser demolidas para que fossem construídos novos espaços urbanos que favorecessem a iluminação solar e a ventilação. Esses novos espaços, nunca é demais sublinhar, levaram ao encarecimento da terra urbana e ao enobrecimento do território, resultando na expulsão dos residentes que não pudessem suportar a majoração dos custos fundiários. (SANTOS, 2012, p. 94).

Santos (2012) continua:

A população expulsa deslocou-se em direção aos espaços menos valorizados e mais distantes, o que pôde ser compensado com a expansão da malha de transportes urbanos, como ocorreu em Paris, mas não no Rio de Janeiro. No então Distrito Federal, a solução que a população de baixa renda encontrou foi deslocar-se em direção à periferia urbana ou ocupar os morros localizados próximos ao Centro da cidade, onde se concentravam os empregos. Esta estratégia resultou numa crescente segregação socioespacial que se acentuou diante da inexistência e/ou insuficiência de investimentos públicos que melhorassem as condições de reprodução social dessa população. (SANTOS, 2012, p. 94-95).

Levando em consideração as diferenças ambientais no território urbano do município de Rio Claro, é possível notar que em bairros de classe média alta e superiores, a ocupação do território se dá de maneira diferente da ocupação em bairros de rendas inferiores. No município, existem bairros que foram planejados previamente, já com o intuito de ser residencial, havendo uma preocupação com a vegetação urbana, como o Residencial Florença, enquanto outros, sobretudo os bairros mais distantes do centro, se formaram a partir do surgimento de grandes empresas que se instalaram próximas às rodovias que cercam a cidade.

A criação do Distrito Industrial de Rio Claro ocorreu em 1970, e com tal projeto o então prefeito municipal visava atrair indústrias de outros lugares, ativando a lenta industrialização do município, e ainda definir o zoneamento industrial da cidade e promover o planejamento urbano. O local para a implantação do Distrito Industrial foi a zona norte da cidade devido a vantagens topográficas, de comunicação, baixa densidade populacional, reunindo assim condições favoráveis para a implantação de uma área industrial. A aprovação dos investidores também foi levada em consideração. (COLISSI, 2016, p. 16 apud PASSARELI, 2013, p. 33).

O crescimento acelerado nos centros urbanos a partir da década de 1960 também pode ser verificado na história do crescimento populacional e urbano na cidade. Como afirma Colissi (2016, p. 17), “com a industrialização surgiram os problemas urbanos de ordem social, como o grande aumento populacional com a vinda de pessoas em busca de emprego e que nem sempre conseguiam vagas de trabalho, forçando-as a se marginalizarem no município”.

A grande ocupação nos centros urbanos intensificou os fenômenos que surgiram a partir das transformações antrópicas, como alagamentos, poluição atmosférica e ilhas de calor, alterando a qualidade de vida das pessoas por não possuírem infraestrutura necessária para enfrentarem esses episódios.

A identificação da diferença de temperatura e das possíveis ilhas de calor em bairros de rendas diferentes deve ser feita para verificar se existe uma ligação direta entre os fatores socioeconômicos e a elevação de temperatura, já que bairros formados por populações mais pobres normalmente não recebem atenção necessária das políticas públicas de melhoria da qualidade de vida nesses lugares (COLISSI, 2016). Também afirmado por Colissi (2016, p.17 apud TUCCI, 2004, p. 59) “[...] o planejamento urbano é realizado apenas para a parte da cidade ocupada pela população de média e alta renda, enquanto que para as áreas de baixa renda e de periferia o processo se dá de forma irregular ou clandestina.”

Assim, para entender esse processo de diferenciação espacial sob o viés da análise do clima urbano, neste TCC foram analisados dois bairros de Rio Claro com perfis socioeconômicos diferentes, sendo Jardim Vila Bela e Parque Mãe Preta. Para a comparação e compreensão desta dinâmica o presente trabalho está organizado da seguinte forma: Objetivos, Área de estudo, sendo a descrição das características da cidade de Rio Claro e dos bairros, revisão bibliográfica, onde é feito o levantamento de autores que tratam dos temas que baseiam o trabalho, procedimentos metodológicos, descrição dos métodos e ferramentas utilizadas para a obtenção dos resultados esperados, resultados e por fim as considerações finais.

## **2. Objetivos**

### **2.1. Geral**

Este trabalho teve como objetivo principal analisar diferenças térmicas e higrométricas, matutinas e noturnas, nos bairros Jardim Vila Bela e Parque Mãe Preta por possuírem perfis socioeconômicos diferentes na cidade de Rio Claro - SP.

### **2.2. Específicos**

- Analisar a diferença de temperatura e umidade no período matutino e noturno nos dois bairros estudados;
- Comparar a temperatura e a umidade dos bairros selecionados com os dados obtidos pela Estação Meteorológica de Rio Claro no mesmo período.
- Identificar espacialmente os locais com maiores/menores temperaturas nos bairros Parque Mãe Preta e Jardim Vila Bela;
- Verificar a influência dos sistemas atmosféricos na formação de ilhas de calor e maiores/menores diferenças de temperatura e umidade;
- Compreender a influência socioeconômica na dinâmica do clima local nos dois bairros estudados;

### 3. Revisão Bibliográfica

#### 3.1. Clima Urbano

Desde a primeira revolução industrial ocorrida na Inglaterra ainda no século XVIII, as cidades passaram a crescer de uma forma desenfreada, influenciando o clima local, a partir das alterações feitas nos solos, na topografias e nas vegetações das cidades.

A partir do crescimento urbano nesse período, surgiu a preocupação de alguns estudiosos do clima sobre as possíveis alterações climáticas nas cidades e suas consequências na saúde da população vulnerável. Segundo Fante (2023), a observação mais antiga do clima urbano foi feita por John Evelyn (1661 *apud* Fante, 2023), que relatou de forma crítica a poluição do ar de Londres através da queima de carvão. Howard (1883 *apud* FANTE, 2023) mediu temperaturas com diferenças de 2° C entre Londres e áreas rurais próximas, na época em que Londres era a principal cidade do mundo, com mais de 1 milhão de habitantes. Com o ritmo em que as cidades foram se expandindo e modificando a natureza local, foram surgindo outros estudiosos interessados nas mudanças climáticas ocorridas pela expansão urbana.

Monteiro (1976b *apud* SOUZA, 2010) é visto como um dos principais autores que descrevem o clima urbano. Para o autor, o clima urbano é um sistema complexo, dentro da Teoria Geral dos Sistemas, aberto, adaptativo que, ao receber energia do ambiente maior no qual se insere, a transforma substancialmente a ponto de gerar uma produção exportada ao ambiente.

Monteiro (2013) define o clima urbano como SCU (Sistema Clima Urbano) por ser um conjunto de trocas de energias entre os materiais provenientes da urbanização, como a edificação, e a atmosfera local da cidade. Além disso, o autor divide o SCU em três canais de percepção, sendo eles o canal físico-químico, cuja principal característica a qualidade do ar, e os efeitos causados pelos variados tipos de poluição atmosférica; termodinâmico, que diz respeito a temperatura do ar e ao conforto térmico, sendo esse último um tema de pesquisa recorrente na climatologia médica por conta das doenças associadas ao desconforto térmico, como pressão alta; e por último, o canal hidrometeorológico, que agrupa formas meteóricas, como

chuvas, neve, tornados e tempestades, que quando ocorrem de forma intensa, provoca danos a qualidade de vida nas cidades (MONTEIRO, 2013, p. 24).

O clima urbano se apresenta de diferentes formas dentro das cidades. Além disso, os impactos são diferentes quando tratamos dos grupos sociais que existem dentro do espaço urbano.

Nas cidades brasileiras, as principais enfermidades que se associam diretamente aos eventos extremos do clima, são as de veiculação hídrica (leptospirose, dengue, doenças diarreicas), que dependem da quantidade e da forma de disposição da água no sistema urbano. Além destas, as doenças respiratórias, que são agravadas por conta da permanência de material particulado (PM10) e gases provenientes da queima de combustíveis fósseis no ambiente urbano, principalmente em dias de tempo estável e seco. [...] o grau de vulnerabilidade dos diversos grupos sociais às enfermidades depende de uma série de indicadores, que vão desde as características individuais de cada organismo humano, passando pelas condições sociais e ambientais a que estes indivíduos estão submetidos. (SANT'ANNA NETO, 2011, p. 51)

### **3.2. Canal Termodinâmico**

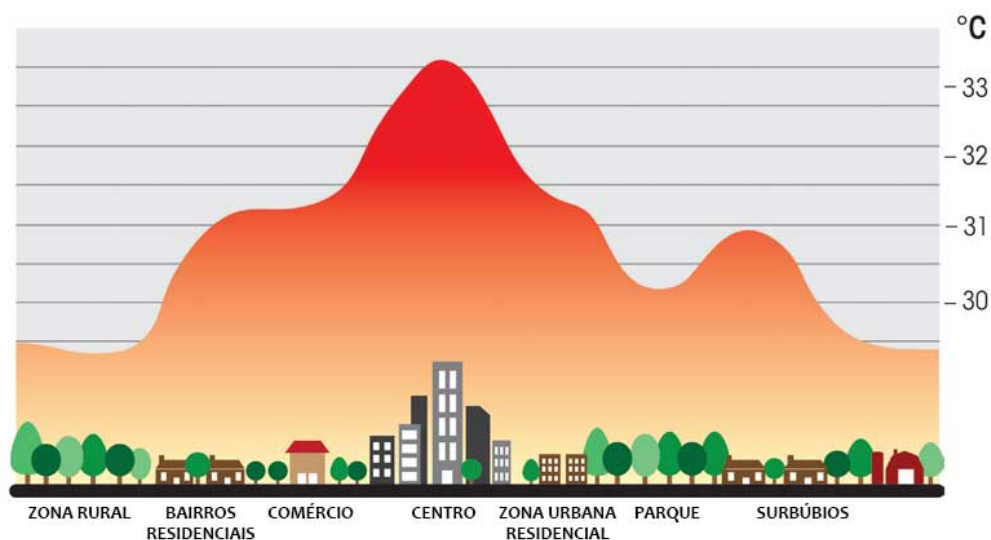
O canal termodinâmico é resultado da relação homem e natureza, e sua produção e balanço de energia (TEIXEIRA, 2019, p. 35). Segundo Teixeira (2019, p.35), o canal se relaciona com o “uso da terra, à forma e função urbanas, ao jogo integrado entre atmosfera e homem”.

As características desse canal são acentuadas pela alta taxa de urbanização e redução de áreas vegetadas, já que os materiais construtivos possuem albedo menor, portanto absorvem mais radiação solar, e pouco refletem.

Assim, superfícies com elevado albedo e emissividade tendem a permanecerem mais frias quando expostas à radiação solar, pois absorvem menos radiação e emitem mais radiação térmica para o espaço, transmitindo menos calor para seu entorno. Ao contrário, quanto menor for o albedo e a emissividade maior será a absorção de calor e sua permanência no ambiente do entorno. (SANT'ANNA NETO, 2011, p. 52)

Como é possível observar na figura 1, algumas das causas que provocam o aquecimento das cidades são a supressão da cobertura arbórea, impermeabilização do solo e os materiais construtivos que compõem as construções no meio urbano. Por motivos econômicos, muitas vezes são utilizados materiais de construção que possuem baixo teor de albedo, que acabam absorvendo quantidade elevada de radiação solar e irradiam grande parte desse calor que foi absorvido, aquecendo a atmosfera circundante.

**Figura 1** - Dinâmica da ilha de calor em diferentes zonas.



Fonte: Cunha, 2014.

Os materiais utilizados nas edificações possuem grande importância na análise do canal de percepção termodinâmico, já que a refletância e a emissividade variam entre eles (figura 2).

As coberturas (telhado) são as principais responsáveis pelo calor produzido tanto no interior quanto no entorno das edificações. Este calor é determinado pelas variáveis de albedo (refletância) e emissividade dos materiais. O albedo representa a porção da radiação solar incidente, que é refletida pelo material, enquanto a emissividade determina o desempenho térmico caracterizado pela temperatura superficial. [...] Diversos tipos de materiais construtivos têm sido utilizados nas edificações em áreas urbanas. No interior paulista prevalece o uso de três tipos de materiais de cobertura: as telhas cerâmicas, as de fibrocimento e as metálicas (alumínio, aço galvanizado). As coberturas cerâmicas são mais utilizadas em residências de classe média e alta, as de fibrocimento prevalecem nos bairros e conjuntos habitacionais de população de baixa renda e as metálicas nas edificações comerciais e industriais. (SANT'ANNA NETO, 2011, p. 52)

**Figura 2** - Características térmicas dos materiais construtivos.

TEMPERATURA SUPERFICIAL DOS MATERIAIS - (ASTM E 1980-98)				
Material	Albedo (a)	Emissividade (e)	Temp. Superficial (°C)	Diferença de Temperatura entre o ar e o material
Cerâmica Vermelha	0,53	0,9	36,8	- 0,1
Cerâmica Branca	0,54	0,9	36,2	- 0,6
Fibrocimento	0,34	0,9	47,1	+ 10,3
Alumínio s/pintura	0,57	0,05	69,4	+ 32,6
Alumínio cores claras	0,40-0,47	0,9	40,1 - 43,3	De + 3,2 a + 6,5
Alumínio cores escuras	0,26-0,38	0,9	45,0 - 51,4	De + 8,1 a + 14,5
Aço galvanizado sem pintura	0,57	0,25	57,9	+ 21,1

FERREIRA; PRADO. 2003

Fonte: FERREIRA; PRADO, 2003 *apud* FANTE, 2023.

Teixeira (2019, p.35) afirma que os produtos do canal termodinâmico são “ilhas de calor, os padrões de ventilação [...]”.

### 3.2.1 Ilhas de Calor

Como citado anteriormente, ilhas de calor são produtos do canal termodinâmico (TEIXEIRA, 2019), pois surgem a partir das alterações ocorridas no ambiente urbano.

De acordo com Lisa Gartland (2010, p.9), ilha de calor é “um ‘oásis inverso’, onde o ar e as temperaturas da superfície são mais quentes do que em áreas rurais circundantes”, ou seja, são áreas onde a temperatura apresenta grandes elevações em comparação com a temperatura real medida pelos equipamentos meteorológicos.

Para Kaimoti (2022)

As ilhas de calor são uma anomalia do clima que ocorrem quando a temperatura de determinadas regiões dos centros urbanos fica muito maior

do que a temperatura nas regiões periféricas. [...] Essa anomalia climática acontece devido à junção de diversos fatores como a poluição atmosférica, alta densidade demográfica, pavimentação, impermeabilização do solo, redução das áreas verdes, construção de edifícios altos que inibem a passagem do vento, grande quantidade de veículos e outros fatores que contribuem para o aumento da retenção de calor na superfície. Em locais menos urbanizados, com mais áreas verdes e menor número de edifícios, a radiação solar é absorvida pela vegetação e pelo solo, sendo dissipada através dos ventos. (KAIMOTI, 2022, p. 39).

Já para Amorim (2018) as:

[...] ilhas de calor atmosféricas são, portanto, definidas como bolsões de ar quente, registrados nos ambientes urbanos decorrentes da capacidade diferenciada dos materiais encontrados na superfície de armazenar e refletir a energia solar e da produção do calor antropogênico. Resultam das diferenças no balanço de energia entre a área urbana e rural, além das diferenças existentes no interior da própria cidade (AMORIM, 2017 apud AMORIM, 2018, p. 25).

De acordo com Voogt e Oke (2003)

[...] uma ilha de calor urbana refere-se ao excesso de calor da atmosfera urbana em relação ao ambiente não urbanizado. As ilhas de calor são melhor expressas em condições calmas e claras à noite quando as diferenças de resfriamento radioativo são maximizadas entre localidades urbanas e rurais circunvizinhas. (VOOGT, OKE, 2003, p. 372).

Essas diferenças existentes no interior da cidade são reforçadas por Oke (1982), citado por Amorim (2018).

Oke (1982, p. 7) considerou a ilha de calor como sendo uma anomalia térmica com dimensões horizontais, verticais e temporais, observada na maioria dos locais onde os estudos foram realizados. Ela é calculada considerando-se a diferença da temperatura, registrada simultaneamente, entre o ambiente construído e o não construído ( $\Delta T_{u-r}$ ). (OKE, 1982 apud AMORIM, 2018, p. 25).

Voogt, Oke (2003, p. 372) consideram que “as ilhas de calor podem ser definidas para diferentes camadas da atmosfera urbana, para as várias superfícies mesmo para a camada subterrânea.”

Oke et al. (1978, 2017 apud Amorim, 2018, p. 25) separa as ilhas de calor em três tipos principais: Superficial, identificada a partir do sensoriamento remoto; atmosférica inferior, com temperaturas registradas entre o nível da superfície e os telhados, e que são identificadas através dos transectos móveis e dos pontos fixos de coleta nos ambientes urbanos e rurais; e por último a ilha de calor da atmosfera urbana superior, que segundo o autor, “se sobrepõe à anterior e se estende por vezes até a atmosfera livre” (OKE, 1978 apud AMORIM, 2018, p. 25).

Amorim (2018), explica ainda que as ilhas de calor surgem principalmente em razão da urbanização desenfreada, que provoca níveis altos de poluição atmosférica, além de mudança nos níveis de precipitação.

Segundo Lombardo (2012, p. 66)

“As principais causas da ilha de calor urbano da atmosfera urbana inferior são: geometria urbana, poluição do ar, emissão de calor a partir dos edifícios, tráfego e metabolismo dos organismos vivos, cobertura do solo e materiais de construção.”

Além disso, além de ser considerado por muitos autores como um fenômeno específico de grandes cidades, Amorim (2018, p. 23) afirma que estudos de climatologia urbana têm comprovado que cidades pequenas e médias apresentam transformações climáticas consequentes dos diferentes usos do solo, além dos diferentes tipos de poluição.

Diversos trabalhos relacionados ao tema já foram desenvolvidos no Brasil, como o de Amorim (2005), no qual se utilizou como área de estudo a cidade de Presidente Prudente/SP, e que possui metodologia parecida com a utilizada para a aquisição dos dados deste trabalho: a autora realizou as medições das temperaturas durante dias do inverno que apresentavam condições climáticas ideais para a formação e identificação das ilhas de calor no município.

Outro estudo relevante sobre o tema foi o realizado por Barros e Lombardo (2016). Neste trabalho os autores analisaram a ilha de calor em São Paulo - SP e relacionaram com os diferentes usos e ocupações do solo. Foram utilizados métodos de sensoriamento remoto para a obtenção de dados da temperatura da superfície. Nos resultados foi possível identificar as ilhas de calor concentradas nos bairros industriais, comerciais e residenciais de baixa renda.

Além de trabalhos citados acima destacam-se as publicações desenvolvidas por Teixeira (2019), que buscou em sua tese descrever o clima urbano em cidades de pequeno e médio porte do oeste paulista, utilizando como base teórica o Sistema Clima Urbano elaborado por Monteiro (1976) e técnicas de aquisição de dados como transectos móveis e estações fixas de medição, além de levantamentos termográficos e de Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI). Como resultados, a autora obteve o diagnóstico de anomalias térmicas nas cidades estudadas, com a detecção de ilhas de calor fortes e moderadas.

Miyakava (2023), fez a análise das ilhas de calor no município de Presidente Prudente - SP e buscou afirmar a vegetação como medida mitigadora desses fenômenos no município. Assim como Teixeira (2019), o autor fez o uso de pontos fixos de medição, em três áreas: uma área densamente urbanizada, uma área urbanizada porém agroflorestal e uma área totalmente rural, além de levantamentos do NDVI e a identificação dos sistemas atmosféricos atuantes. O autor concluiu que a presença da vegetação junto com outros fatores climáticos e atmosféricos possuem influência direta nas temperaturas detectadas.

Existe ainda o trabalho realizado em Osvaldo Cruz - SP por Amorim e Caputo (2021), sobre a formação das ilhas de calor em cidades pequenas, onde os autores utilizaram técnicas de transectos móveis e pontos fixos para a coleta de dados de temperatura, além da técnica de NDVI. Os autores detectaram ilhas de calor fortes e muito fortes seguindo a definição de Fernandez Garcia (1996), que se intensificaram de acordo com a proximidade de áreas com grande adensamento construtivo.

### **3.3. A importância da Vegetação Urbana**

A vegetação desempenha um papel importante no controle da temperatura atmosférica e superficial, e sua falta faz com que as condições atmosféricas, sobretudo em áreas urbanizadas, sejam totalmente alteradas e se tornem prejudiciais aos seres humanos que vivem ali.

A falta ou escassez de vegetação (densa e rasteira) no meio urbano faz com que as cidades se tornem mais quentes do que as áreas rurais do seu entorno. Isso ocorre em função da diferença de calor específico dos materiais utilizados nas cidades e das plantas. O concreto e o asfalto possuem calor específico menor e, por isso, têm variação de temperatura mais rápida do que, por exemplo, nas árvores. Isso acontece porque a água, presente na umidade gerada pelas plantas, possui um calor específico muito elevado o que promove uma variação de temperatura mais lenta, além de promover a absorção e a retenção do calor. (OLIVEIRA, 1996, p. 10).

E o autor continua:

A diminuição de temperatura, das amplitudes térmicas e a manutenção da umidade do ar são benefícios mantidos pela vegetação através de mecanismos de interceptação, reflexão, absorção e transmissão da radiação direta ou refletida e manutenção de elevadas taxas de evapotranspiração (DETZEL, 1992 apud OLIVEIRA, 1996, p. 11).

Mello Filho (1985) e Milano (1987) apud Gonçalves, Camargo e Soares (2012) ressaltam a importância da vegetação urbana, citando suas funções essenciais. De acordo com os autores, quando se trata de conforto térmico, as funções principais são: função química, que se faz a partir da absorção do gás carbônico, liberando oxigênio e melhorando a qualidade do ar. Função física, que é feita pelo sombreamento da superfície através das copas das árvores, servindo assim como protetor térmico, já que a sombra evita o aquecimento das superfícies encontradas nos centros urbanos.

### **3.4. Análise Rítmica**

Para melhor compreensão sobre os principais sistemas causadores de ilhas de calor, partiu-se para o estudo da teoria da Análise Rítmica proposta por Monteiro (1971). Como descrito pelo autor supracitado (1971, p. 13), a análise rítmica é um conjunto de gráficos que vão representar de forma contínua e simultânea elementos que são básicos no clima: pressão atmosférica, umidade relativa, temperatura, pluviosidade, nebulosidade, e as direções do vento, além de identificar sistemas atmosféricos como frentes e massas de ar.

Segundo Ogashawara (2012, p. 61)

“A análise rítmica pode ser aplicada para estudos que possuam o objetivo de compreender a dinâmica da circulação atmosférica de superfície no que concerne aos seus impactos e/ou interações com os aspectos socioambientais pesquisados.”

Esse tipo de análise é eficaz na identificação dos fatores que levam ao surgimento de episódios anormais em estudos que envolvem um histórico de tempo, como, por exemplo, uma brusca queda de temperatura em uma semana que têm apresentado dias de calor elevado.

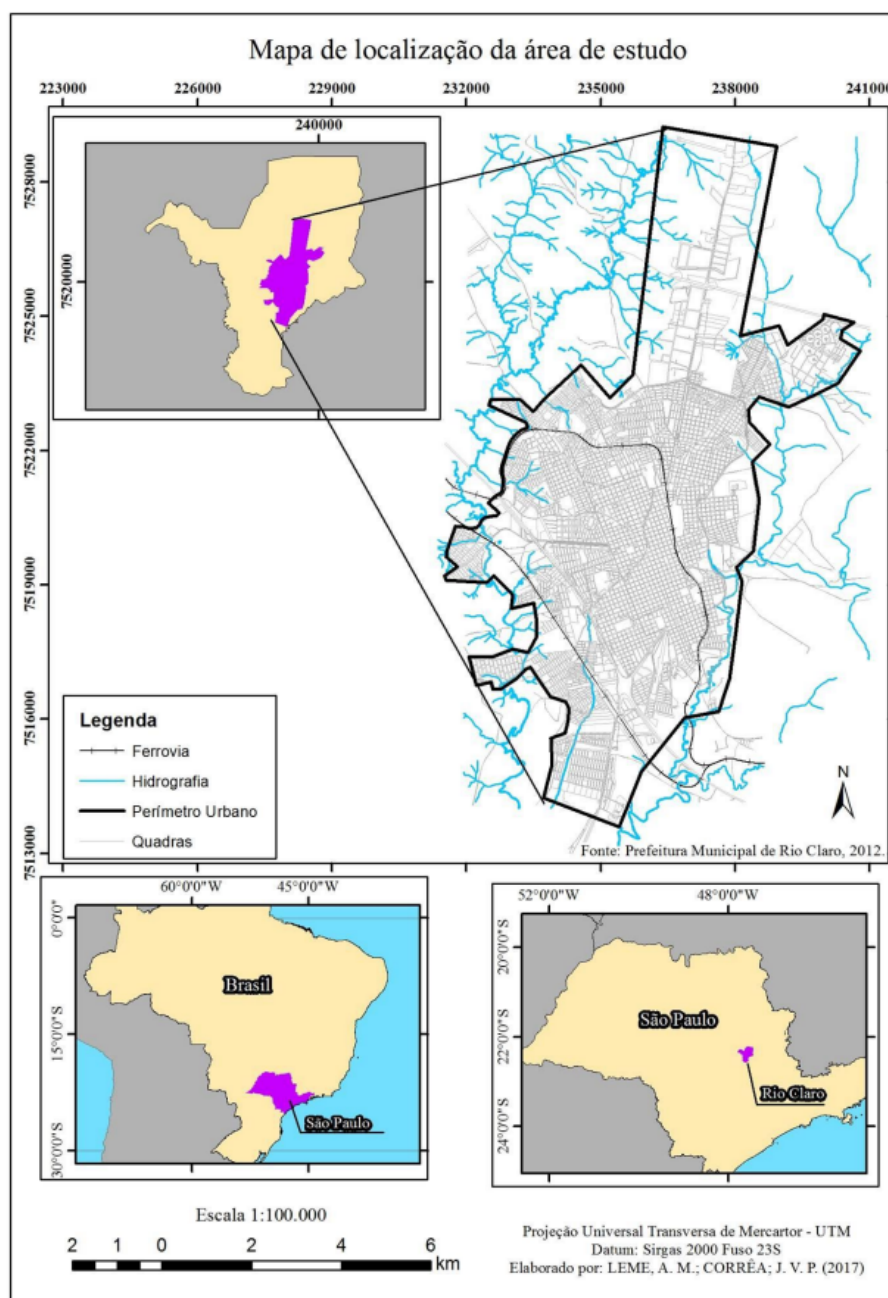
Esta teoria foi desenvolvida em um momento em que a Climatologia Geográfica buscava se reinventar e se desassociar de análises meramente estatísticas e estáticas. Inclui-se em uma opção metodológica que inclui o dinamismo da atmosfera a partir da sucessão dos tipos de tempo, observados e compreendidos em uma escala temporal mais refinada, e que traz maiores compreensões para a dinâmica do clima urbano, a escala diária.

Ogashawara (2012), enfatizou o uso de análise rítmica em estudos ambientais, utilizando a cidade de São Paulo como área de estudo. O autor concluiu que a utilização de ferramentas de auxílio nos estudos ambientais são indispensáveis.

#### **4. Área de Estudo**

Para o desenvolvimento da pesquisa, foram escolhidos dois bairros localizados na cidade de Rio Claro/SP. Este município se localiza no interior do estado de São Paulo entre as coordenadas de latitude 22°24'S e 22°33'S e longitude 47°25'O e 47°35'O. (figura 3).

**Figura 3:** Localização da Área de Estudo.



Fonte: Fornazieiro, 2020, p. 41.

Segundo o IBGE, a população em 2023 do município de Rio Claro é de 201.418 habitantes, sendo uma cidade de médio porte. O clima característico é o tropical de altitude, com chuvas predominantes no verão, no período de setembro a abril; e, uma estação seca, com baixa pluviosidade, no inverno, entre os meses de maio a agosto, com temperatura média de 22,3°C. Em 2022, a temperatura média

anual foi de 23°C (ULMAN, et al., 2022), além de 138 dias de precipitação, havendo um acúmulo de 1.502,2 mm (ULMAN, et al., 2022).

Assim como grande parte das cidades do interior paulista, o crescimento de Rio Claro em suas décadas iniciais se deu a partir da cafeicultura, que estimulou a chegada da ferrovia no ao município e todo o seu crescimento se deu ao redor da estação ferroviária da cidade. Após um período de pouco crescimento, a cidade passou a atrair novos habitantes com a instalação da oficina da FEPASA (Ferrovia Paulista S/A) na década de 1910, surgindo os “bairros além dos trilhos”, sendo esses os bairros formados pelos operários da oficina, como os bairros Vila Alemã e Vila Paulista (FERREIRA; OLIVEIRA; BENINCASA, 2012, p. 15).

O maior crescimento da cidade se deu a partir da década de 1960, com o espraiamento industrial ocorrido no interior paulista nesta e nas décadas seguintes, fazendo surgir a maior parte dos bairros periféricos da cidade (Figura 4).

**Figura 4:** Expansão Urbana de Rio Claro



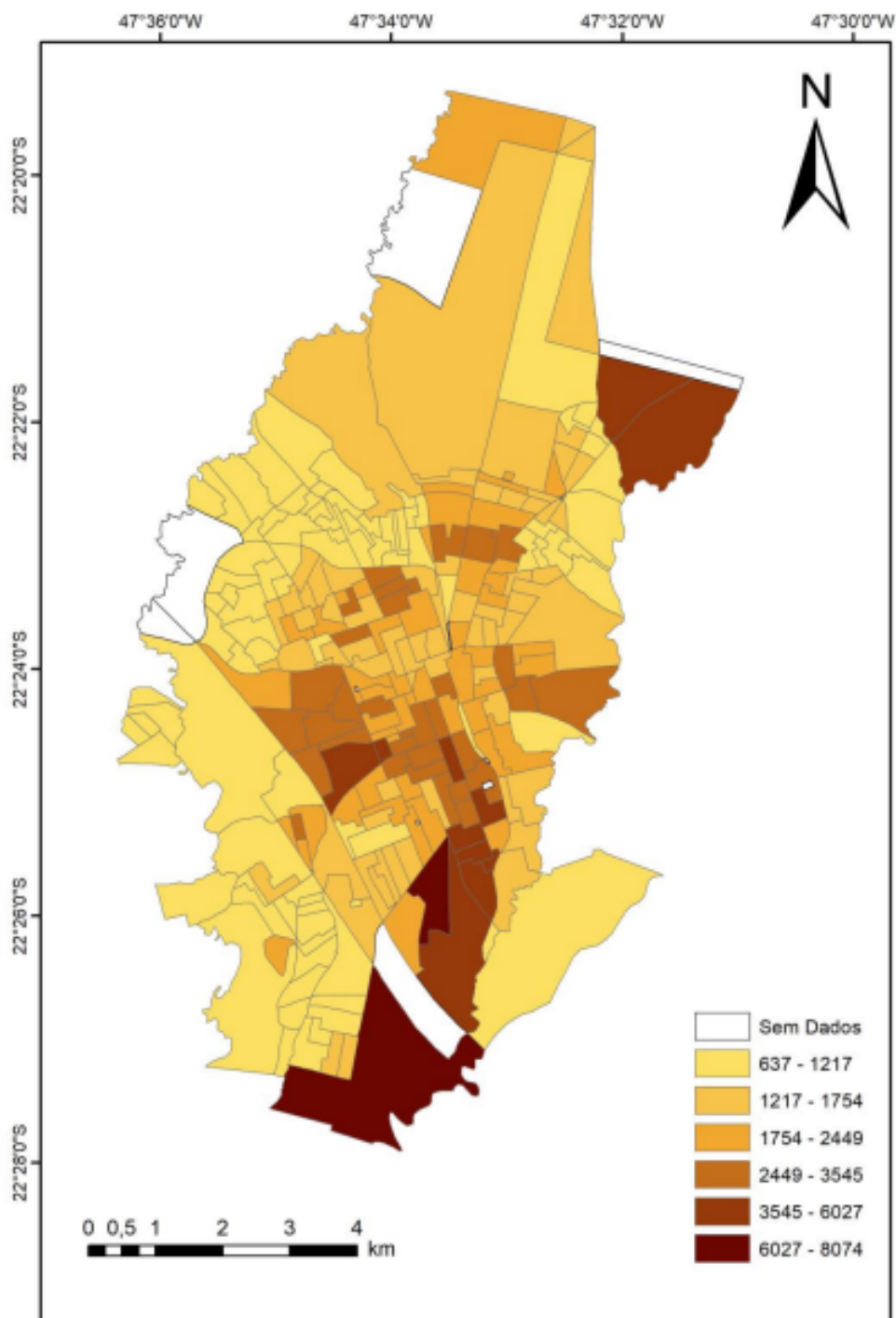
Fonte: Ferreira; Oliveira; Benincasa, 2001, p. 11.

Quanto à distribuição espacial por renda no município, é possível observar na figura 5, que os bairros com menor valor de renda nominal<sup>1</sup> estão localizados nas áreas periféricas da cidade. Por não haver dados do último censo (2022) sobre essa informação, foi utilizado o mapeamento contendo informações do censo anterior (2010).

---

<sup>1</sup> Salário mínimo no censo de 2010 era de R\$510,00.

**Figura 5** - Valor do rendimento nominal médio mensal das pessoas responsáveis por domicílios particulares permanentes por setor censitário em reais (R\$) - 2010.



Projeção Universal Transversa de Mercator - UTM  
Datum SIRGAS 2000 Fuso 23S  
Elaboração: CORRÊA, J.V.P.  
Fontes: Prefeitura Municipal de Rio Claro;  
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE 2010).

Fonte: Corrêa, 2018.

Em específico a arborização da cidade, apesar do site IBGE Cidades (2021) mostrar que a arborização de vias públicas é de 81,6%, o que aparenta ser um número bastante expressivo, Fornaziero (2020) evidenciou dados que mostram que a cobertura vegetal na cidade é bastante inexpressiva.

Somando as áreas ocupadas por praças, parques e jardins, Rio Claro dispõe de apenas 0,6 km<sup>2</sup> de área verde, o que corresponde a um índice de 1,57% ou 2,69 m<sup>2</sup>/habitante, índice bem abaixo dos 15 m<sup>2</sup>/habitante recomendado pela SBAU (Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, 1996). Entretanto, esse índice pode ser ainda mais preocupante se excluídos os jardins privados, reduzindo-o para 1,69 m<sup>2</sup>/habitante. Além disso, dentre as áreas de praças, 62% são cobertas por vegetação arbórea ou arbustiva, sendo esse o tipo de uso com maior ocorrência de vegetação (FORNAZIERO, 2020, p. 123).

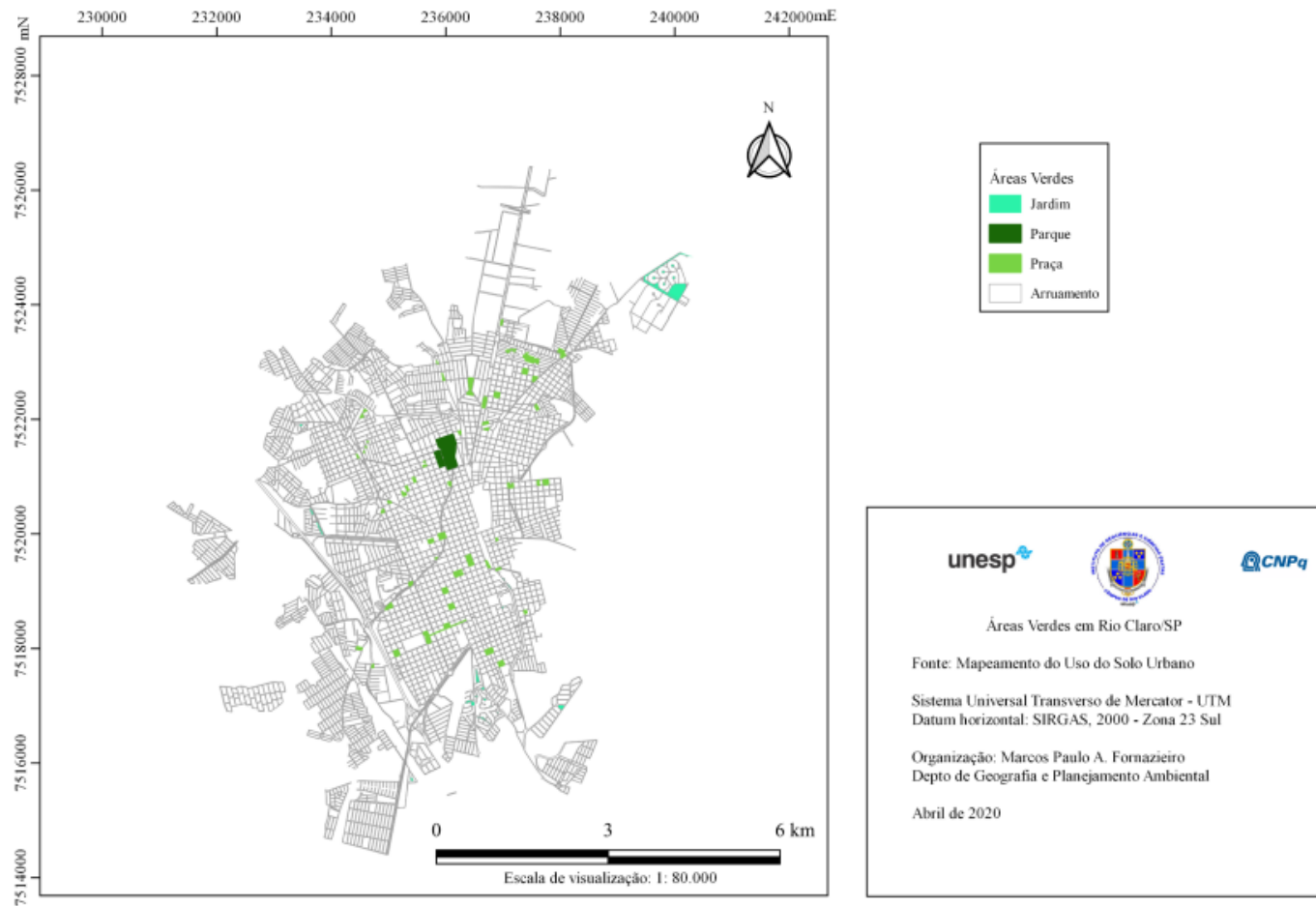
Assim, o baixo número de áreas verdes na cidade intensifica o aumento da temperatura e compromete a qualidade do ar nos dias quentes e secos.

Os parques urbanos podem reter até 85% do material particulado e as ruas arborizadas são responsáveis pela redução de 70% da poeira em suspensão. Muitos gases são também filtrados, uma vez que se aderem ao material particulado (OLIVEIRA, 1996, p. 11).

Em Rio Claro, segundo Fornaziero (2020), as áreas verdes estão em sua maioria nas áreas centrais da cidade. Os bairros periféricos, sobretudo os bairros de baixo ou muito baixo padrão, quase não possuem áreas verdes como praças, parques ou jardins, como é possível observar no mapa da figura 6.

Na questão da cobertura vegetal na cidade, sobretudo por vegetação arbórea e arbustiva, Rio Claro apresenta um índice muito baixo. Fornaziero (2020) levantou que apenas 3,08 m<sup>2</sup> da mancha urbana possui cobertura arbórea e arbustiva, o que representa um índice de 7%. Segundo Oke (1973 apud FORNAZIERO, 2020) o índice ideal deve ser por volta dos 30%.

**Figura 6:** Áreas Verdes em Rio Claro



Fonte: Fornazieiro, 2020, p. 124

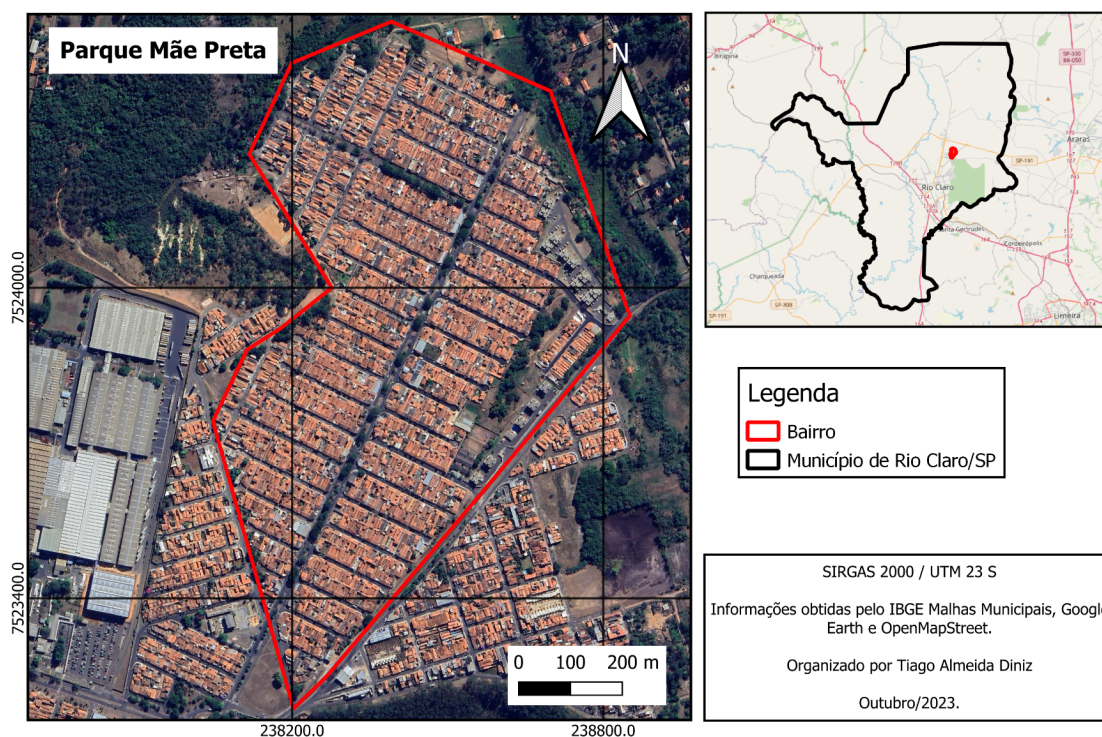
### 3.1. Parque Mãe Preta

O bairro está localizado na parte norte da cidade, próximo a rodovia Wilson Finardi, que liga Rio Claro a Araras - SP. Segundo Carmo (2010), o bairro possuía em 2010, uma população de 5.865 habitantes, e seu processo de ocupação se deu por volta dos anos 1980. Ainda segundo o autor, o bairro é de baixo padrão social.

De acordo com Corrêa (2018), o Parque Mãe Preta no censo do IBGE (2010) possuía renda média de R\$637,00 a R\$1.754,00.

Do ponto de vista da produção urbana, o bairro possui grande agrupamento de casas residenciais, com grande proximidade e poucos espaços vazios entre elas. O uso e ocupação do solo na maior parte é residencial e comercial, havendo inclusive um mini centro na via principal do bairro, com comércios de diversos tipos.

**Figura 7:** Imagem de satélite do bairro Parque Mãe Preta.



Fonte: Elaboração própria, 2023.

Em relação a sua arborização observa-se que ela concentra-se quase que exclusivamente apenas em 2 avenidas do bairro, sendo elas Av. 1 MP, que consiste na principal via do bairro, e a Av. 2 MP.

Segundo Fornazieiro (2020, p. 107), o Índice de Qualidade Ambiental Urbana (IQUAU) no bairro é baixo.

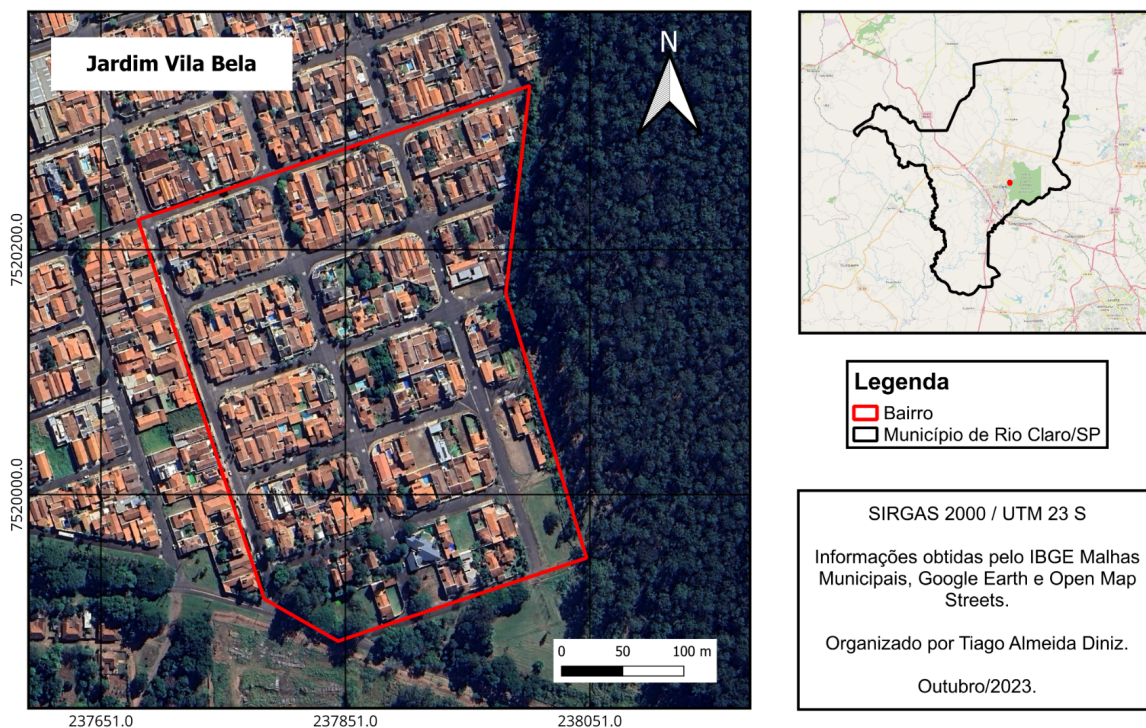
### **3.2. Jardim Vila Bela**

O bairro está localizado na parte leste do município, entre as avenidas 4A ao norte, 7A ao sul, e as ruas 14 B e 12 B, leste e oeste respectivamente, estando próximo à Floresta Estadual Edmundo Navarro de Andrade (FEENA) e ao câmpus da UNESP.

É um bairro de médio padrão, com renda nominal média dos responsáveis pelos domicílios no bairro, segundo IBGE (2010) apud Côrrea (2018), entre R\$2.449,00 e R\$3.545,00. Possui ruas largas e nível de arborização urbana moderado, com árvores e outros tipos de vegetações espalhadas pelas ruas do bairro, se diferenciando do Parque Mãe Preta, com arborização concentrada e centralizada.

O bairro também ocupa uma área menor. Observando as imagens aéreas disponíveis do Google Earth, é possível notar ainda um número relevante de casas que possuem arborização em seu terreno, sendo algo que pouco se vê no Parque Mãe Preta.

**Figura 8:** Imagem de satélite do bairro Jardim Vila Bela.



Fonte: Elaboração própria, 2023.

Ainda, o bairro se localiza ao lado da Floresta Estadual Edmundo Navarro de Andrade (FEENA), popularmente conhecida como “horto florestal”, o que indica uma influência direta sobre o clima local.

Segundo Fornazieiro (2020, p. 108), o Índice de Qualidade Ambiental Urbana (IQUA) no bairro é alto.

## 5. Procedimentos Metodológicos

Para a elaboração da pesquisa, foram utilizados os procedimentos metodológicos a seguir.

### 5.1. Transectos Móveis

Essa etapa foi executada por meio de transecto móvel, uma técnica baseada em percorrer um trajeto, e adquirir dados em pontos específicos e representativos da realidade.

[...] é muito empregado no estudo da climatologia urbana para verificar diferenças entre os parâmetros climáticos em pontos de distintas ocupações do solo, tendo-se difundido em função de sua aplicação relativamente mais simples e de baixo custo operacional do que a instalação de várias estações fixas para coleta dos dados. (VALIN JR; SANTOS, 2020, p. 427)

Os trabalhos de Campo foram realizados nos meses de agosto nos dias 19, 21, 22, 23, 24 e 25, com o intuito de mensurar as temperaturas e umidades matinais dos bairros Jardim Bela Vista e Parque Mãe Preta; e em setembro nos dias 20, 21, 22, 23 e 24, medindo a temperatura e umidade noturna dos bairros. Os transectos foram feitos utilizando bicicletas. As medições matutinas ocorridas no mês de agosto se iniciaram às 10h no primeiro ponto de cada um dos bairros, enquanto as medições noturnas no mês de setembro se iniciaram às 20h.

Para possível comparação, as medições foram feitas de modo simultâneo, garantindo que as condições atmosféricas fossem as mesmas.

Neste trabalho os transectos foram feitos utilizando aparelhos termo-higrômetros portáteis da marca TFA (figura 9). Esse equipamento possui dois visores, um para a temperatura e o outro para a umidade. Seus parâmetros de temperatura se alternam entre  $-10^{\circ}\text{C}$  e  $60^{\circ}\text{C}$ , enquanto os de umidade se alternam entre 10% e 99%. Por não serem aparelhos de datalogger, não foi possível a fixação dos equipamentos para a medição ao longo do tempo.

Para garantir que os dados obtidos não estivessem incorretos, três equipamentos do mesmo modelo foram colocados ao lado um do outro, para a verificação da discrepância dos dados, na qual se verificou que a diferença entre eles foram de  $0,1^{\circ}\text{C}$  nos valores de temperatura, e de 2% nos valores de umidade.

Além disso, nas medições matutinas os aparelhos foram protegidos por placas de isopor para evitar interferência direta da radiação solar nos equipamentos para que não houvesse a alteração nos valores.

**Figura 9:** Termo-higrômetro utilizado nas medições.



Fonte: Do autor, 2023.

Assim como no trabalho de Amorim (2005), os levantamentos ocorreram durante o inverno, em dias de céu aberto e poucos ventos, sendo o cenário ideal para a formação de ilhas de calor. Além disso, segundo informações da CPTEC (2023), o Brasil estava sob o efeito do El Niño<sup>2</sup>, o que fez com que o mês de agosto e setembro apresentassem aquecimento acima do comum para essa época do ano na região sudeste do Brasil.

### **5.1.1 Descrição dos Pontos**





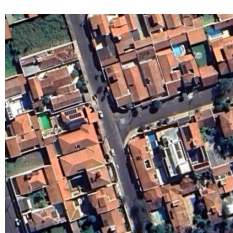

Foram definidos 8 pontos representativos em cada um dos bairros analisados, com o tempo de permanência de 3 minutos em cada um deles, por conta dos equipamentos necessitarem de um tempo para estabilização dos valores medidos.

No Jardim Vila Bela, os pontos de medição definidos foram descritos na tabela 1 e identificados espacialmente na figura 10:

---

<sup>2</sup> “Aquecimento anômalo da temperatura da superfície do mar na região do oceano Pacífico equatorial” (CPTEC, 2023).

**Tabela 1** - Descrição dos Pontos no Jardim Vila Bela

Pontos	Imagem de Satélite	Descrição
<p><b>P1</b></p> <p>Entre a Av. 2 A e rua 14 B.</p>		<p>Rua larga, próxima à FEENA, com quantidade moderada de árvores de porte médio, com pouca superfície sombreada. As casas nesse trecho são pouco agrupadas e são casas de médio padrão.</p>
<p><b>P2</b></p> <p>Entre a Av. 2 A e rua 12 B.</p>		<p>Rua larga com baixa quantidade de árvores. Casas pouco agrupadas, de médio e alto padrão e com moderada arborização.</p>
<p><b>P3</b></p> <p>Av. 1 A com a rua 3 B.</p>		<p>Rua larga com quantidade média de árvores, em sua maior parte de médio porte, sombreando algumas partes do trecho. Casas de médio e alto padrão, pouco agrupadas e com espécies vegetativas em seus terrenos.</p>
<p><b>P4</b></p> <p>Av. 3 A com rua 14 B.</p>		<p>Rua larga, com pouca vegetação, e próximo a FEENA. Casas de médio e alto padrão, pouco agrupadas e com pouca arborização.</p>
<p><b>P5</b></p> <p>Av. 3 A com rua 12 B.</p>		<p>Rua larga, com pouca arborização. Casas de médio e alto padrão, pouco agrupadas.</p>
<p><b>P6</b></p> <p>Av. 5 A com rua 13 B.</p>		<p>Cruzamento entre ruas largas, com bastante árvores de portes médios e grandes, sombreando grande parte do trecho. Casas de alto padrão, bem arborizadas e pouco</p>

agrupadas.

**P7**

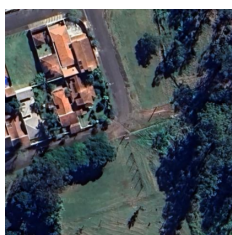
Av.  
Nossa  
Senhora  
da Ajuda



Rua larga, com o trecho bem arborizado e localizado ao lado de uma praça.

**P8**

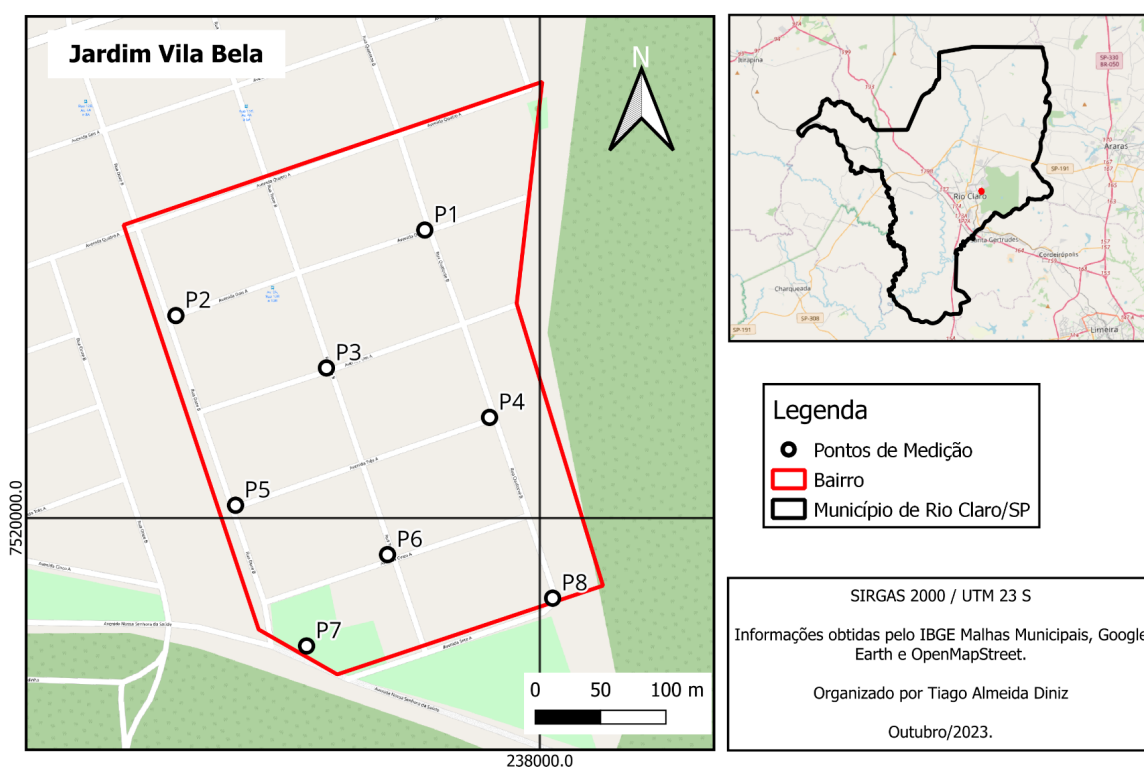
Av. 7 A  
com rua  
14 B.



Trecho com ruas largas, moderada arborização, além de estar próximo a FEENA, a um campo de futebol com árvores à sua volta, e terrenos ocupados por vegetações arbustivas. Casas pouco agrupadas e bem arborizadas.

Fonte: Elaboração própria, 2023.






**Figura 10: Pontos de Medição no Jardim Vila Bela**



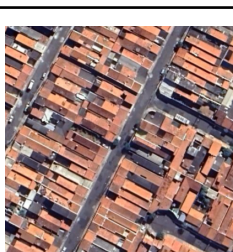


Fonte: Elaboração própria, 2023.

Já no Parque Mãe Preta, os pontos de medição podem ser observados na tabela 2 e na figura 11:

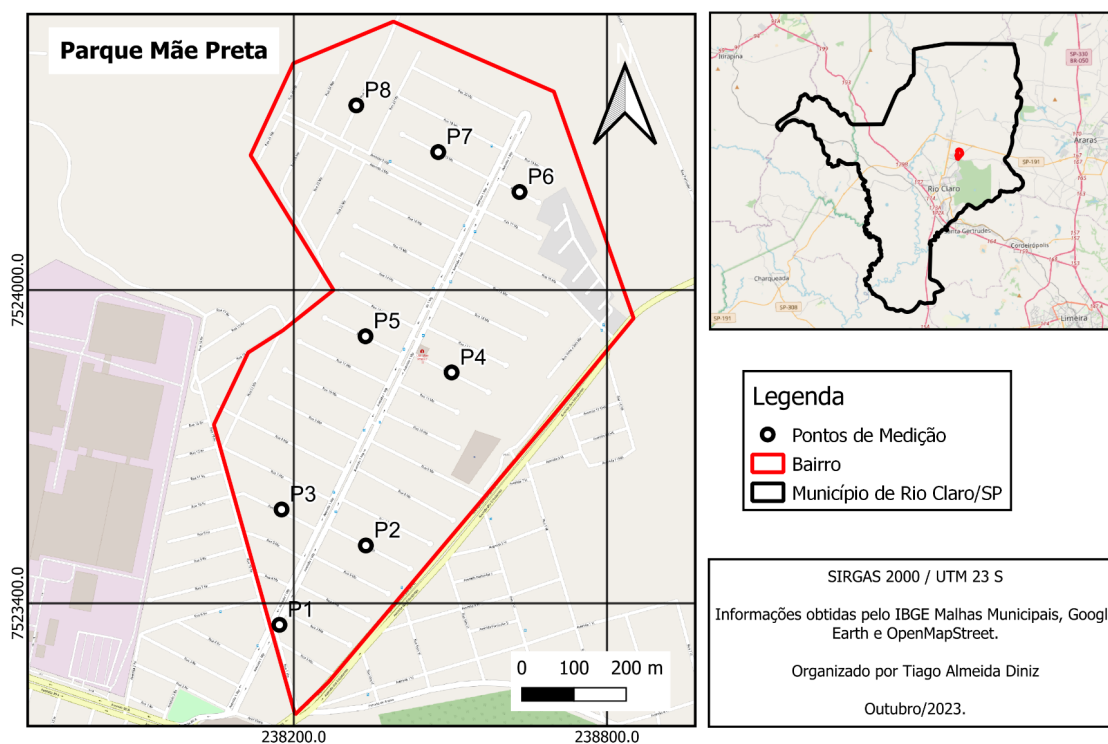
**Tabela 2** - Descrição dos Pontos no Parque Mãe Preta

<b>Pontos</b>	<b>Imagem de Satélite</b>	<b>Descrição</b>
<p><b>P1</b></p> <p>Av. 1 MP com rua 1 MP.</p>		<p>Avenida larga, com quantidade moderada de árvores de porte médio, com pouca superfície sombreada. Trecho comercial.</p>
<p><b>P2</b></p> <p>Rua 6 MP.</p>		<p>Rua estreita, com nenhuma espécie vegetativa. Casas densamente agrupadas, sem nenhuma arborização.</p>
<p><b>P3</b></p> <p>Rua 6 MP.</p>		<p>Rua estreita, com nenhuma espécie vegetativa. Casas densamente agrupadas, sem nenhuma arborização.</p>
<p><b>P4</b></p> <p>Rua 12 MP.</p>		<p>Rua estreita, com nenhuma espécie vegetativa. Casas densamente agrupadas, sem nenhuma arborização.</p>
<p><b>P5</b></p> <p>Rua 12 MP.</p>		<p>Rua estreita, com duas árvores de pequeno porte. Casas densamente agrupadas, sem nenhuma arborização.</p>

<p><b>P6</b></p> <p>Rua 18 MP.</p>		<p>Rua estreita, com nenhuma espécie vegetativa. Casas densamente agrupadas, algumas com telhados de fibrocimento, sem nenhuma arborização.</p>
<p><b>P7</b></p> <p>Rua 18 MP.</p>		<p>Rua estreita, com nenhuma espécie vegetativa. Casas densamente agrupadas, algumas com telhados de fibrocimento, sem nenhuma arborização.</p>
<p><b>P8</b></p> <p>Rua 23 MP.</p>		<p>Rua estreita, com duas árvores de pequeno porte. Casas densamente agrupadas, sem nenhuma arborização.</p>

Fonte: Google Earth, 2023.

**Figura 11: Pontos de Medição Parque Mãe Preta**



Fonte: Elaboração Própria, 2023.

## 5.2. Comparação com dados da estação meteorológica (CEAPLA).

Após a aquisição dos dados de temperatura e umidade nos bairros estudados, foi feita a aquisição dos dados da estação meteorológica do CEAPLA para a comparação dos valores encontrados.

Para tal comparação, os dados foram organizados em tabelas, e, posteriormente, em gráficos de temperatura, umidade relativa do ar e  $\Delta t$  (diferença de temperatura entre o ponto medido e a estação) para ambos os períodos.

Levando em consideração o tempo de permanência e locomoção entre os pontos, os horários definidos de cada ponto foram organizados de 5 em 5 minutos.

**Tabela 3 - Horários de Medição**

Pontos	Horário matutino	Horário noturno
P1	10:00h	20:00h
P2	10:05h	20:05h
P3	10:10h	20:10h
P4	10:15h	20:15h
P5	10:20h	20:20h
P6	10:25h	20:25h
P7	10:30h	20:30h
P8	10:35h	20:35h

Fonte: Elaboração própria, 2023.

Para a identificação dos tipos de ilhas de calor, utilizou-se como base as definições de Garcia (1996, apud Teixeira; Amorim, 2018), de acordo com a Tabela 4.

**Tabela 4:** Critérios para a classificação das ilhas de calor.

Tipo de Ilha	Critérios
Ilha de frescor	$\Delta t \leq 0^\circ \text{C}$
Ilha de calor fraca	$0,1^\circ \text{C} < \Delta t < 2^\circ \text{C}$
Ilha de calor moderada	$2,1^\circ \text{C} < \Delta t < 4^\circ \text{C}$

Ilha de calor forte	$4,1^{\circ} \text{ C} < \Delta t < 6^{\circ} \text{ C}$
Ilha de calor muito forte	$6,1^{\circ} \text{ C} < \Delta t$

Fonte: GARCIA, 1996 *apud* AMORIM, 2018.

### 5.3. Análise Rítmica

Após verificar as variações espaciais e temporais entre os bairros e a estação meteorológica localizada junto ao CEAPLA, foi realizada a análise rítmica nos mesmos dias em que foram obtidos os dados de campo.

Para isso, foram utilizados os dados da estação meteorológica para a geração dos gráficos, sendo um para o mês de agosto e um para setembro.

Para os dados de temperatura, foi utilizado a máxima, a mínima diária e a medida no horário das 9h de cada dia. Para os dados de umidade relativa, pressão atmosférica, velocidade e direção dos ventos, foram utilizados também os dados das 9h.

Após a transformação desses dados em gráficos, foi feita a comparação com os dados disponíveis nas cartas sinóticas disponibilizadas pela Marinha<sup>3</sup>, e com as imagens do satélite GOES 16 - canal 16, disponibilizadas pela Divisão de Satélites e Sistemas Ambientais (DSA) do Centro de Previsão de Tempo e Pesquisas Espaciais (CPTEC)<sup>4</sup>.

### 5.4. Sensoriamento Remoto

Para as análises espaciais da temperatura, também foram feitos mapas de superfície dos dias 24 de junho, 18 de julho, 11 de agosto e 20 de setembro, para a comparação das temperaturas em diferentes épocas da estação inverno. Foram escolhidos esses dias por não haver imagens de uma quantidade maior de dias, com apenas o mapeamento de setembro sendo de um dos dias em que foram realizados os transectos móveis.

<sup>3</sup> <https://www.marinha.mil.br/chm/dados-do-smm-cartas-sinoticas/cartas-sinoticas>

<sup>4</sup> <https://satelite.cptec.inpe.br/acervo/goes.formulario.logic?i=br>

Para tal, foi utilizado o *software* gratuito QGIS 3.28.11. As imagens orbitais utilizadas foram geradas pelo satélite Landsat 8, e obtidas no site da USGS (Serviço Geológico dos Estados Unidos)<sup>5</sup>.

Para o cálculo dos dados de temperatura foi utilizada a banda 10, que é uma das bandas termais do satélite. Ela possui resolução espacial de 100 m e resolução espectral de 10,6 - 11.19  $\mu\text{m}$ .

Antes de calcular os dados de temperatura, foi feito um recorte da camada raster a partir da malha do município de Rio Claro - SP, que foi obtido no banco de malhas municipais do IBGE (2023)<sup>6</sup>.

Após o recorte, foram geradas as imagens de temperatura a partir da metodologia aplicada por Corrêa e Coelho (2013), na qual foi calculada a temperatura da superfície a partir da fórmula “ $TC = (1321.08 / \ln(774.89 / (3.3420E-04 * \text{“banda10.tif”} + 0.10000) + 1)) - 273.15$ ” na calculadora Raster.

Para a diferenciação das cores e classes de temperatura, as imagens foram reclassificadas a partir da ferramenta “r.reclass” do QGIS, utilizando uma classificação aleatória de 10 faixas de temperatura, divididas a cada 2° C de diferença.

Após a geração das imagens reclassificadas, foi definido o gradiente de cores para a classificação das faixas de temperatura, sendo vermelho forte para as temperaturas mais altas e verde escuro para as temperaturas mais baixas.

Além dos mapas de temperatura da superfície, foram elaborados mapas de interpolação por krigagem das temperaturas e umidade medidas pelos transectos. Para a temperatura, foram utilizados os  $\Delta t$  médios de cada ponto dos bairros, de forma com que ficassem localizados nos mapas os pontos que concentram as ilhas de calor em ambos os períodos, enquanto para a umidade também foram utilizados os valores médios. Os dados foram inseridos no QGIS, e interpolados a partir da ferramenta “Smart Map”, um plugin que permite a elaboração dos mapas interpolados por krigagem direto no software do QGIS. Foram gerados mapas para os dados matinais obtidos em agosto e para os dados noturnos obtidos em setembro.

---

<sup>5</sup> <https://earthexplorer.usgs.gov/>

<sup>6</sup> <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html>

## **6. Resultados e Discussões**

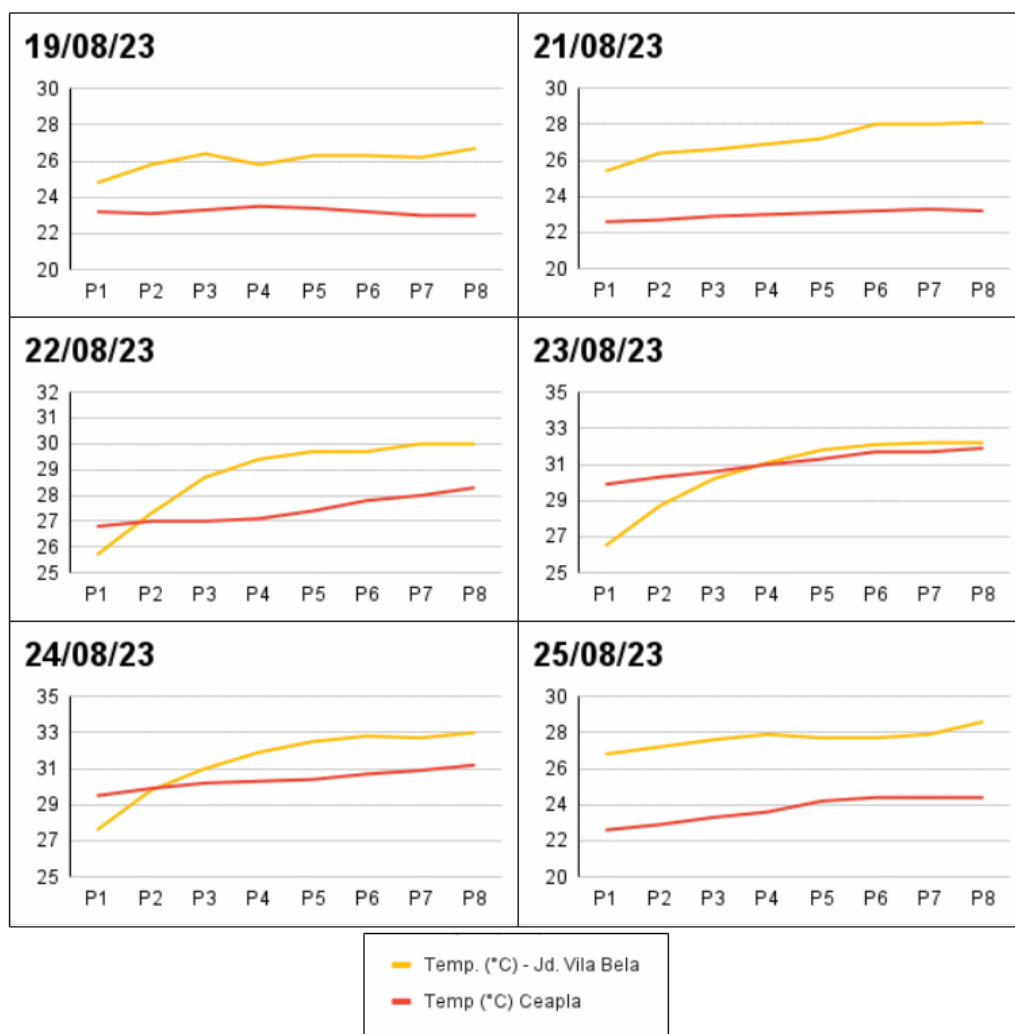
Neste tópico estão descritos os resultados obtidos em cada etapa metodológica da pesquisa.

### **6.1. Análise comparativa da temperatura nos bairros estudados - episódio matutino.**

Como é possível observar nos gráficos (figura 8), as temperaturas encontradas no Jardim Vila Bela estiveram, na maioria das vezes, acima das temperaturas medidas pelo CEAPLA nos mesmos horários, com a média de 28,6°C. Observou-se que neste bairro as maiores diferenças de temperatura ocorreram no dia 21/08, onde verificou-se o  $\Delta t$  médio de 4,02°C, sendo considerada como ilha de calor forte.

Nos dias 22, 23 e 24 de agosto, houve um aumento nas temperaturas encontradas, ultrapassando os 30°C, chegando a quase 34°C; esse incremento nas temperaturas reduziu as diferenças entre as temperaturas do bairro com a estação. Isso se deu por conta de um aquecimento pré frontal no dia 25, por isso as temperaturas encontradas não apresentaram grandes diferenças entre elas.

**Figura 12** - Comparação da temperatura nos pontos medidos - Vila Bela e CEAPLA



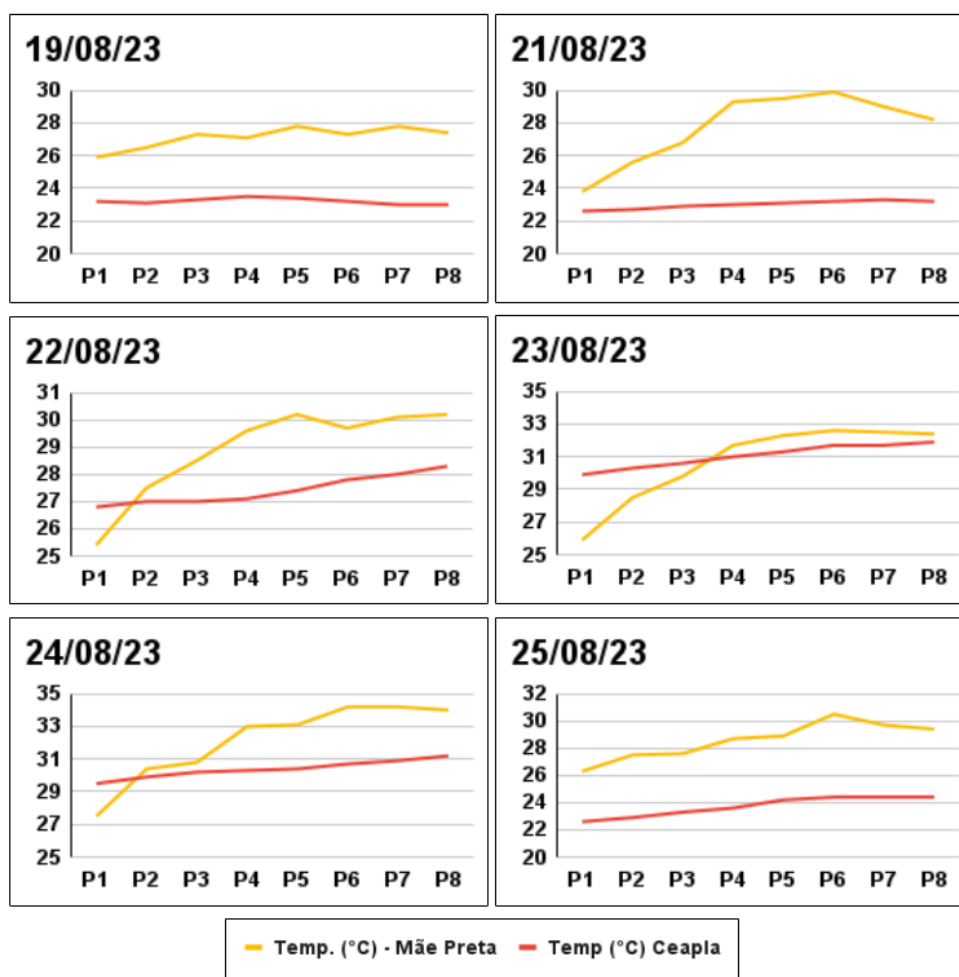
Fonte: Dados adquiridos pelo autor, 2023; CEAPLA, 2023.

No Parque Mãe Preta os cenários foram semelhantes, porém as temperaturas encontradas no bairro foram maiores em comparação com o Vila Bela e o CEAPLA. Observa-se que as temperaturas oscilaram de 0,5°C a 6,7°C, a mais que o CEAPLA, o que é considerado como ilhas de calor fracas a muito fortes, e temperaturas entre 0,1°C a 2,8°C a mais que o Jardim Vila Bela, sendo dia 24/08 o mais quente em relação às demais, com temperaturas entre 27°C a 34,2°C, sobretudo nos pontos 6, 7 e 8, que se localizam nos trechos mais densamente ocupados do bairro, com 34,2°C, 34,2°C e 34°C.

Outro fator que corrobora para as grandes temperaturas medidas nesses pontos são os materiais construtivos utilizados nas casas, especialmente nos

pontos 06, 07 e 08, onde há um número relevante de casas com telhado de fibrocimento, que possuem capacidade de aquecimento maior que os telhados de cerâmica.

**Figura 13** - Comparação da temperatura nos pontos medidos - Mãe Preta e CEAPLA



Fonte: Elaboração Própria, 2023; CEAPLA, 2023.

Analisando a tabela 5, é possível observar que a maioria dos valores de  $\Delta t$  representam ilhas de calor moderadas e fortes no Jardim Vila Bela, com destaque para os dias 21/08, que possuem valores de 2,9°C a 4,9°C, e o dia 25/08, que apresentou o maior número de pontos considerados ilhas de calor forte, com valores que variam entre 3,3°C a 4,3°C. Houveram os que apresentaram valores baixos foram 22/08, 23/08 e 24/08, chegando a haver pontos considerados ilhas de frescor,

com valores que variam entre  $-3,4^{\circ}\text{C}$  a  $2,3^{\circ}\text{C}$ . Nesses dias houve ainda o predomínio das ilhas de calor fracas, com o dia 23/08 apresentando índices de  $\Delta t$  abaixo de  $1^{\circ}\text{C}$ .

**Tabela 5 - Valores de  $\Delta t$  - Jardim Vila Bela (agosto).<sup>7</sup>**

Pontos	19/08	21/08	22/08	23/08	24/08	25/08
P1	1,6	2,8	-1,1	-3,4	-1,9	4,2
P2	2,7	3,7	0,3	-1,6	-0,1	4,3
P3	3,1	3,7	1,7	-0,4	0,8	4,3
P4	2,3	3,9	2,3	0,1	1,6	4,3
P5	2,9	4,1	2,3	0,5	2,1	3,5
P6	3,1	4,8	1,9	0,4	2,1	3,3
P7	3,2	4,7	2	0,5	1,8	3,5
P8	3,7	4,9	1,7	0,3	1,8	4,2

Fonte: Elaboração própria, 2023.

Os maiores valores estão localizados no Mãe Preta, com destaque para os dias 19, 21 e 25 de agosto, em que os maiores valores de  $\Delta t$  que ultrapassaram  $4^{\circ}\text{C}$ , com destaque para os pontos 4, 5 e 6 que ultrapassaram os  $6^{\circ}\text{C}$ , que são valores que representam ilhas de calor forte e muito forte. Nos dias 22, 23 e 24, a nebulosidade estava baixa e ocorria um aquecimento pré frontal, com isso as temperaturas nos pontos ficaram homogêneas e não apresentaram grandes diferenças entre si, sendo os dias de menores  $\Delta t$  e havendo, inclusive, valores negativos (tabela 6).

**Tabela 6 - Valores de  $\Delta t$  - Parque Mãe Preta (agosto).<sup>8</sup>**

Pontos	19/08	21/08	22/08	23/08	24/08	25/08
P1	2,7	1,2	-1,4	-4	-2	3,7
P2	3,4	2,9	0,5	-1,8	0,5	4,6
P3	4	3,9	1,5	-0,8	0,6	4,3
P4	3,6	6,3	2,5	0,7	2,7	5,1

<sup>7</sup> Cores de classificação de acordo com as classes definidas na tabela 4.

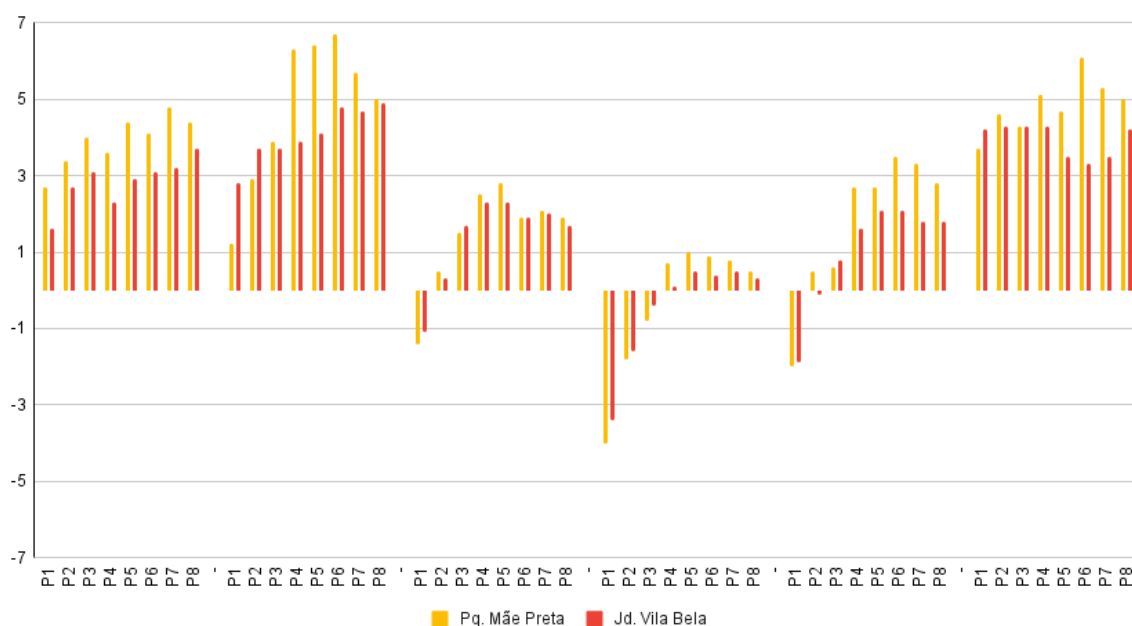
<sup>8</sup> Cores de classificação de acordo com as classes definidas na tabela 4.

<b>P5</b>	4,4	6,4	2,8	1	2,7	4,7
<b>P6</b>	4,1	6,7	1,9	0,9	3,5	6,1
<b>P7</b>	4,8	5,7	2,1	0,8	3,3	5,3
<b>P8</b>	4,4	5	1,9	0,5	2,8	5

Fonte: Elaboração própria, 2023.

Para uma análise comparativa dos resultados entre os bairros, foi elaborado um gráfico (Gráfico 1) com os valores do  $\Delta t$ .

**Gráfico 1** - Diferença de temperatura entre os bairros Parque Mãe Preta e Jardim Vila Bela e a estação do CEAPLA ( $\Delta t$ ).



Fonte: Elaboração própria, 2023.

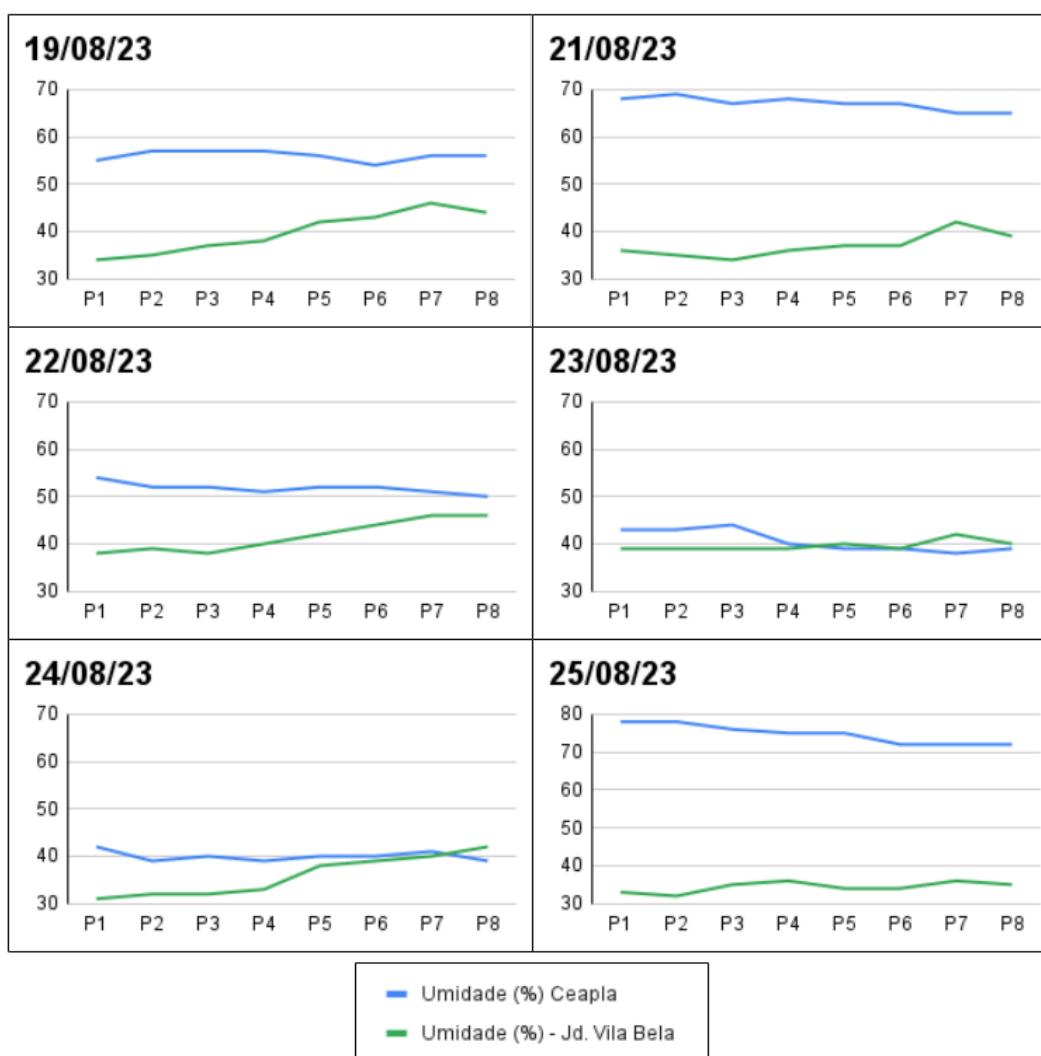
## 6.2. Análise comparativa da umidade do ar nos bairros estudados - episódio matutino.

Analisando os gráficos (figura 10), é possível notar que os índices de umidade encontrados foram maiores na estação do Ceapla. Nos dias que a estação atingiu os valores mais altos de umidade, foram os que apresentaram as menores temperaturas quando comparados com os bairros, e o mesmo ocorreu no modo

inverso, quando os índices de umidade atingiram os valores mais baixos, foram nos dias que a estação marcou as maiores temperaturas.

Nos dias 22/08, 23/08 e 24/08, assim como os valores de temperatura já apresentados, os valores de umidade apresentaram pouca diferença entre os pontos dos bairros e a estação com valores próximos a 5%, além de quedas nos valores encontrados nos dias 23 e 24, ficando abaixo dos 50%. Foram dias de pouca nebulosidade, o que explica os baixos valores de umidade. Dentre os demais, o dia 25/08 destaca-se como o dia em que as umidades foram mais discrepantes, atingindo diferenças entre 20% a 27%.

**Figura 14** - Comparação dos valores de umidade - Vila Bela x CEAPLA

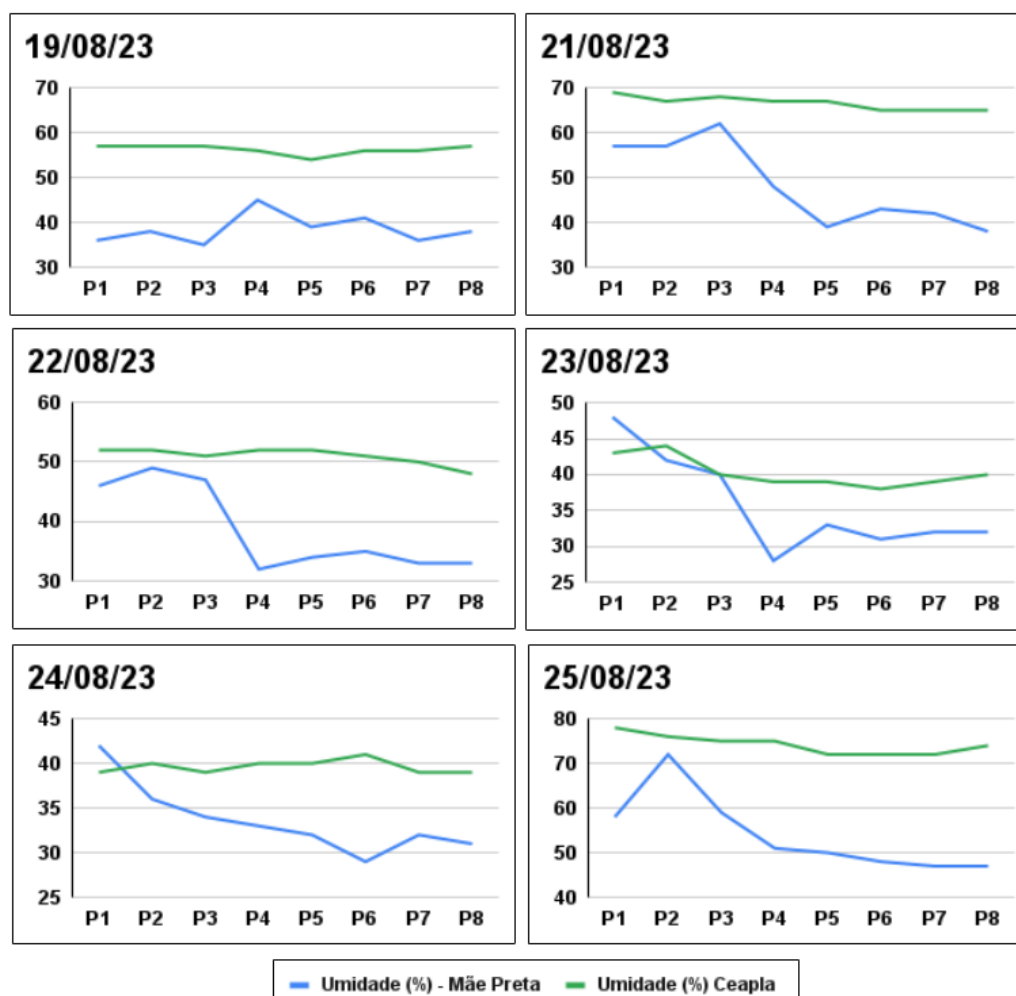


Fonte: Dados adquiridos pelo autor, 2023; CEAPLA, 2023.

Quando comparamos os valores de umidade medidos nos bairros, é possível notar que os maiores valores foram encontrados no Parque Mãe Preta, em alguns momentos estando acima dos valores encontrados no CEAPLA como é possível ver nos dias 23 e 24 de agosto. Porém, na maior parte, os valores entre os bairros estavam próximos, sempre entre 30% a 40%.

Importante ressaltar que em razão das medições terem sido realizadas no período da manhã, os valores de umidade nos bairros foram diminuindo a cada ponto, já que se tratava de horários em que a temperatura já estava se aquecendo de forma mais abrupta, conseqüentemente reduzindo os valores de umidade, assim como ocorreu com os valores do CEAPLA.

**Figura 15** - Comparação dos valores de umidade - Parque Mãe Preta x CEAPLA



Fonte: Elaboração própria, 2023.

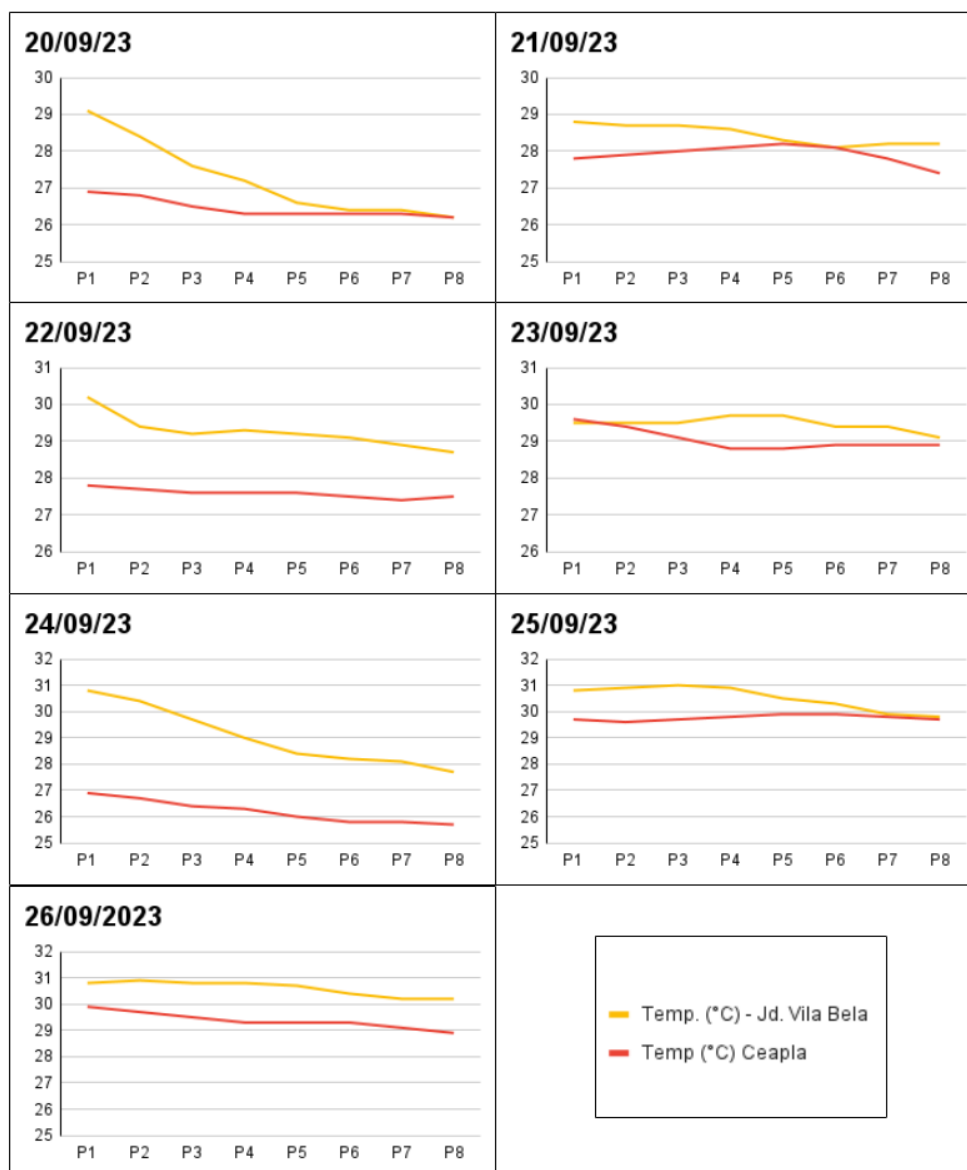
### **6.3. Análise comparativa da temperatura nos bairros estudados - episódio noturno.**

Ao analisar os dados das medições noturnas, é possível observar que os dados de temperatura dos bairros, assim como no episódio matutino, estiveram em sua maior parte acima das temperaturas medidas pelo CEAPLA. Além disso, é notável que as temperaturas entre os pontos e a estação não apresentaram grandes diferenças como apresentaram nos dados matutinos. Isso se explica pela onda de calor que ocorreu no período das medições e pela baixa umidade, havendo baixa nebulosidade nos dias, tornando os valores de temperatura homogêneos.

Os dias de menores diferenças foram os dias 23/09 e 26/09, quando apresentaram uma maior nebulosidade, o que permitiu que o resfriamento da temperatura não fosse tão grande quanto em dias de céu aberto.

No Jardim Vila Bela, as menores temperaturas foram medidas nos pontos 6, 7 e 8, com valores que alteraram entre 26°C a 30,4°C (figura 16 ). Isso aconteceu por serem os pontos mais arborizados do bairro, principalmente os dois últimos que se encontram em áreas pouco urbanizadas, além de serem os últimos pontos de medição do bairro, já que durante a noite a tendência é o resfriamento da atmosfera.

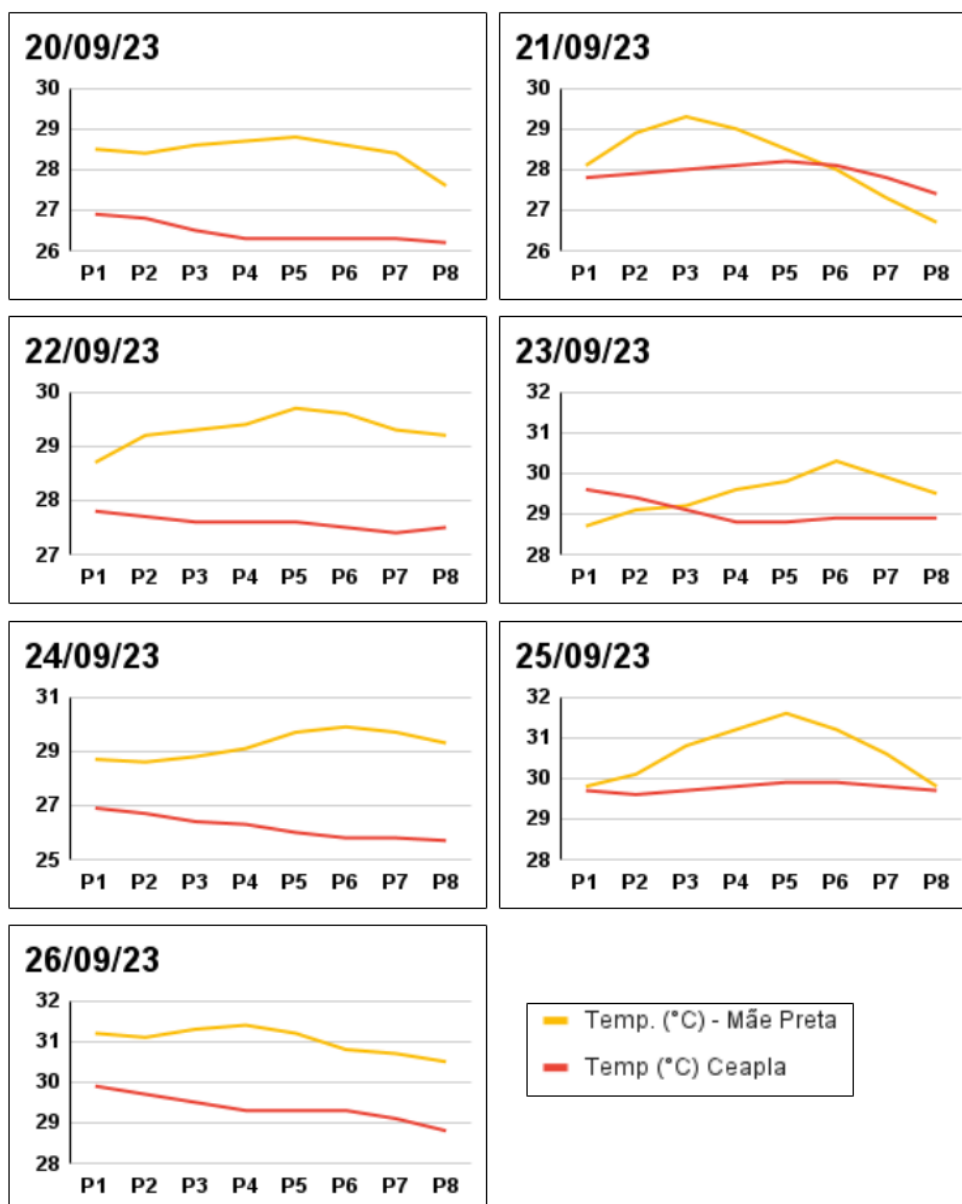
**Figura 16 - Comparação Vila Bela x CEAPLA**



Fonte: Elaboração própria, 2023.

No Parque Mãe Preta, como é possível observar na figura 17, os pontos 3, 4, 5 e 6 apresentaram as maiores temperaturas na maioria dos dias medidos, com valores médios de 29,6°C (ponto 3), 29,8°C (ponto 4), 29,9°C (ponto 5) e 29,8°C (ponto 6) . Isso se deu por conta de estarem localizados nas áreas do bairro de maior agrupamento de casas, além de serem os pontos onde estão localizados o maior número de casas com materiais construtivos que apresentam altas taxas de emissividade, como telhados de fibrocimento, como já foi apresentado na figura 8, no item 4.2.

**Figura 17 - Comparação Parque Mãe Preta x CEAPLA**



Fonte: Elaboração própria, 2023.

Diferente dos valores encontrados nas medições de agosto, as diferenças de temperatura de setembro apresentaram valores menores que 3° C na maioria dos dias de medições (tabelas 7 e 8), ficando acima apenas no dia 24, sendo um dia em que a nebulosidade estava baixa, o que permitiu maiores disparidades entre os bairros e a estação.

Como observado na tabela 7, no Jardim Vila Bela, prevaleceram valores que representam ilhas de calor fracas, com ilhas de calor moderadas sendo registradas

no dia 24. Os pontos 6, 7 e 8 apresentaram os menores valores de  $\Delta t$ , o que reforça a influência da vegetação e da baixa urbanização nesses lugares.

**Tabela 7 - Valores de  $\Delta t$  - Jardim Vila Bela (Setembro).<sup>9</sup>**

Pontos	20/09	21/09	22/09	23/09	24/09	25/09	26/09
P1	2,2	1	2,4	-0,1	3,9	1,1	0,9
P2	1,6	0,8	1,7	0,1	3,7	1,3	1,2
P3	1,1	0,7	1,6	0,4	3,3	1,3	1,3
P4	0,9	0,5	1,7	0,9	2,7	1,1	1,5
P5	0,3	0,1	1,6	0,9	2,4	0,6	1,4
P6	0,1	0	1,6	0,5	2,4	0,4	1,1
P7	0,1	0,4	1,5	0,5	2,3	0,1	1,1
P8	0	0,8	1,2	0,2	2	0,1	1,4

Fonte: Elaboração própria, 2023.

No Parque Mãe Preta (tabela 8), assim como no Jardim Vila Bela, houve o predomínio de valores que representam ilhas de calor fracas. Os pontos 3, 4, 5, 6 e 7 apresentaram os maiores valores em todos os dias de medição, com valores que chegaram a 4,1°C (ponto 6) no dia 24/09, sendo ilha de calor forte. Esses pontos registraram todos os valores representativos de ilhas de calor moderadas.

Assim como no Jardim Vila Bela, ilhas de frescor tiveram valores que chegaram a -0,7°C (ponto 8) no dia 21/09 e -0,9°C (ponto 1) no dia 23/09.

**Tabela 8 - Valores de  $\Delta t$  - Parque Mãe Preta (Setembro).<sup>10</sup>**

Pontos	20/09	21/09	22/09	23/09	24/09	25/09	26/09
P1	1,6	0,3	0,9	-0,9	1,8	0,1	1,3
P2	1,6	1	1,5	-0,3	1,9	0,5	1,4
P3	2,1	1,3	1,7	0,1	2,4	1,1	1,8
P4	2,4	0,9	1,8	0,8	2,8	1,4	2,1
P5	2,5	0,3	2,1	1	3,7	1,7	1,9
P6	2,3	-0,1	2,1	1,4	4,1	1,3	1,5

<sup>9</sup> Cores de Classificação de acordo com as classes definidas pela tabela 6.

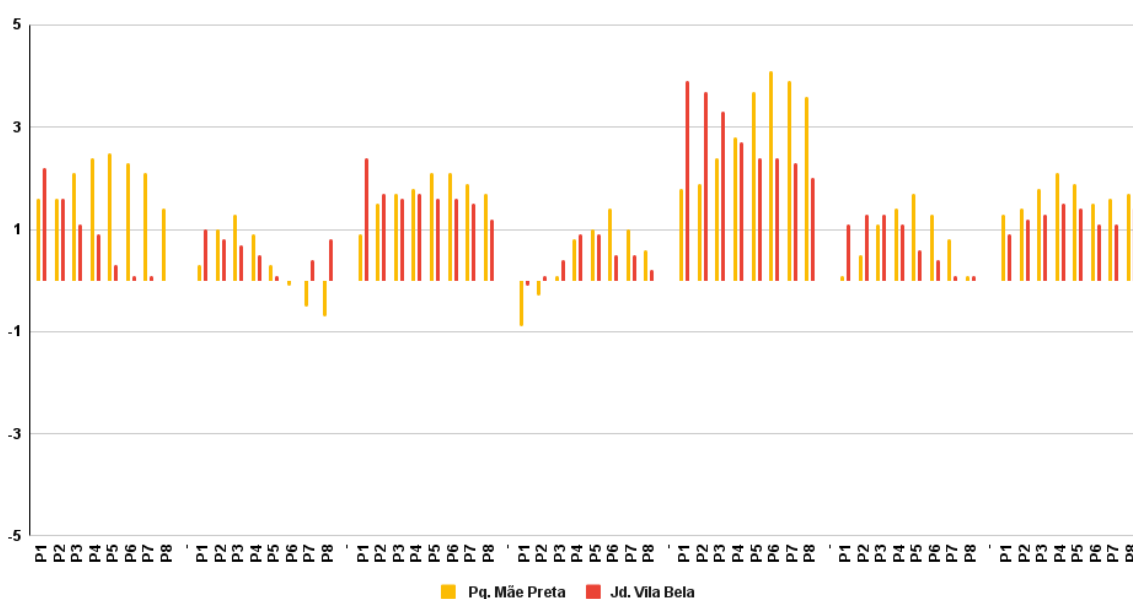
<sup>10</sup> Cores de Classificação de acordo com as classes definidas pela tabela 6.

P7	2,1	-0,5	1,9	1	3,9	0,8	1,6
P8	1,4	-0,7	1,7	0,6	3,6	0,1	1,7

Fonte: Elaboração própria, 2023.

Como feito na análise dos dados de agosto, foi elaborado um gráfico para a comparação dos  $\Delta t$  médios de setembro (gráfico 2) .

**Gráfico 2** - Diferença de temperatura entre os bairros e a estação do CEAPLA ( $\Delta t$ ).



Fonte: Elaboração própria, 2023.

#### 6.4. Análise comparativa da umidade do ar nos bairros estudados - episódio noturno.

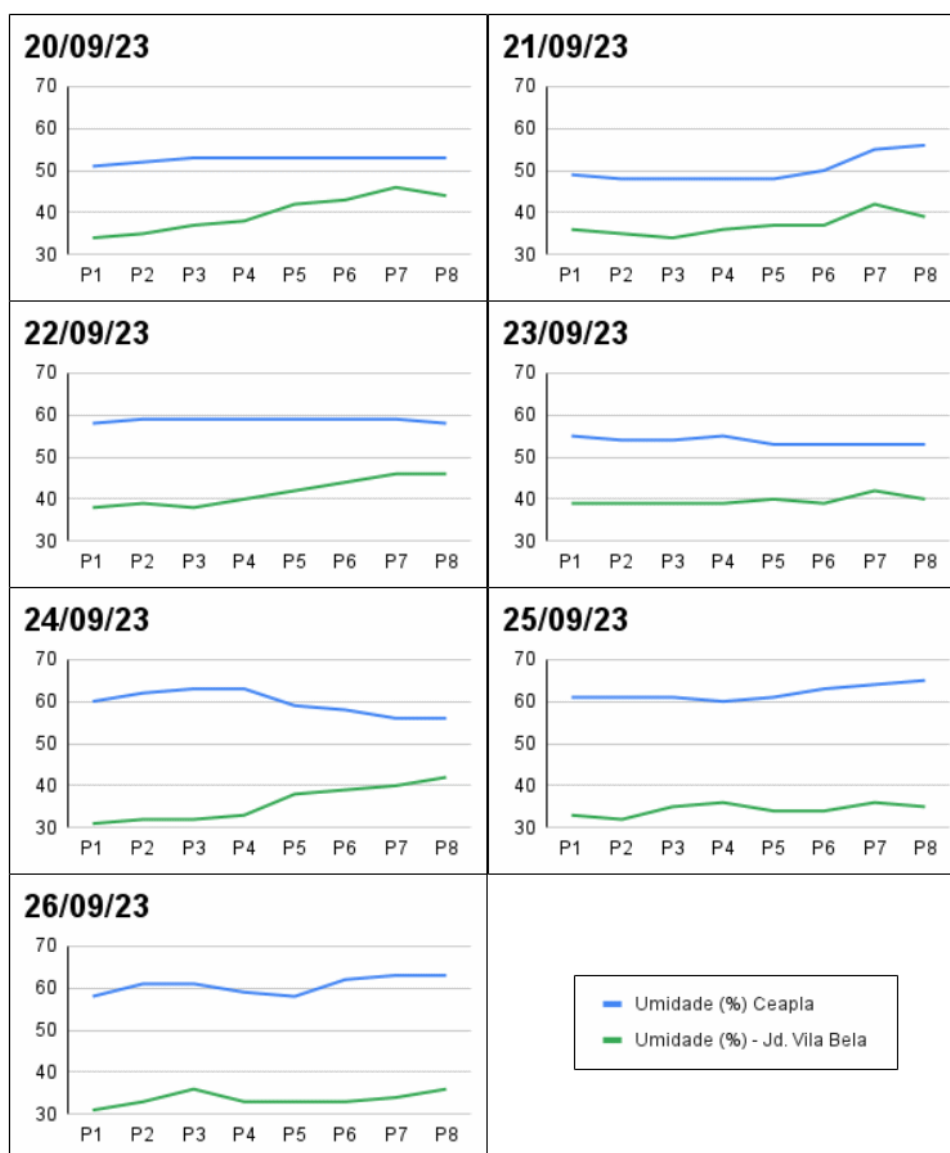
Assim como observado nos gráficos das medições de agosto, os maiores valores de umidade de setembro foram os medidos pelo CEAPLA, variando entre 50% a 70%.

No Jardim Vila Bela, os índices de umidade encontrados variaram entre 30% a 40% na maioria dos pontos, com poucas exceções estando próximos de 50%. Esses índices são considerados baixos pela Organização Mundial da Saúde (OMS). Segundo a OMS (2023), os índices ideais devem variar entre 50% a 60%.

Os pontos que apresentaram maiores índices de umidade no bairro foram os pontos 7 e 8, localizados nas áreas menos urbanizadas e com maior concentração de vegetação arbórea, além da proximidade com a FEENA.

Nos dias 20, 21, 22 e 23/09, devido a nebulosidade, o Jardim Vila Bela e a estação apresentaram valores próximos de umidade (figura 18).

**Figura 18** - Umidade relativa do ar - CEAPLA x Jardim Vila Bela



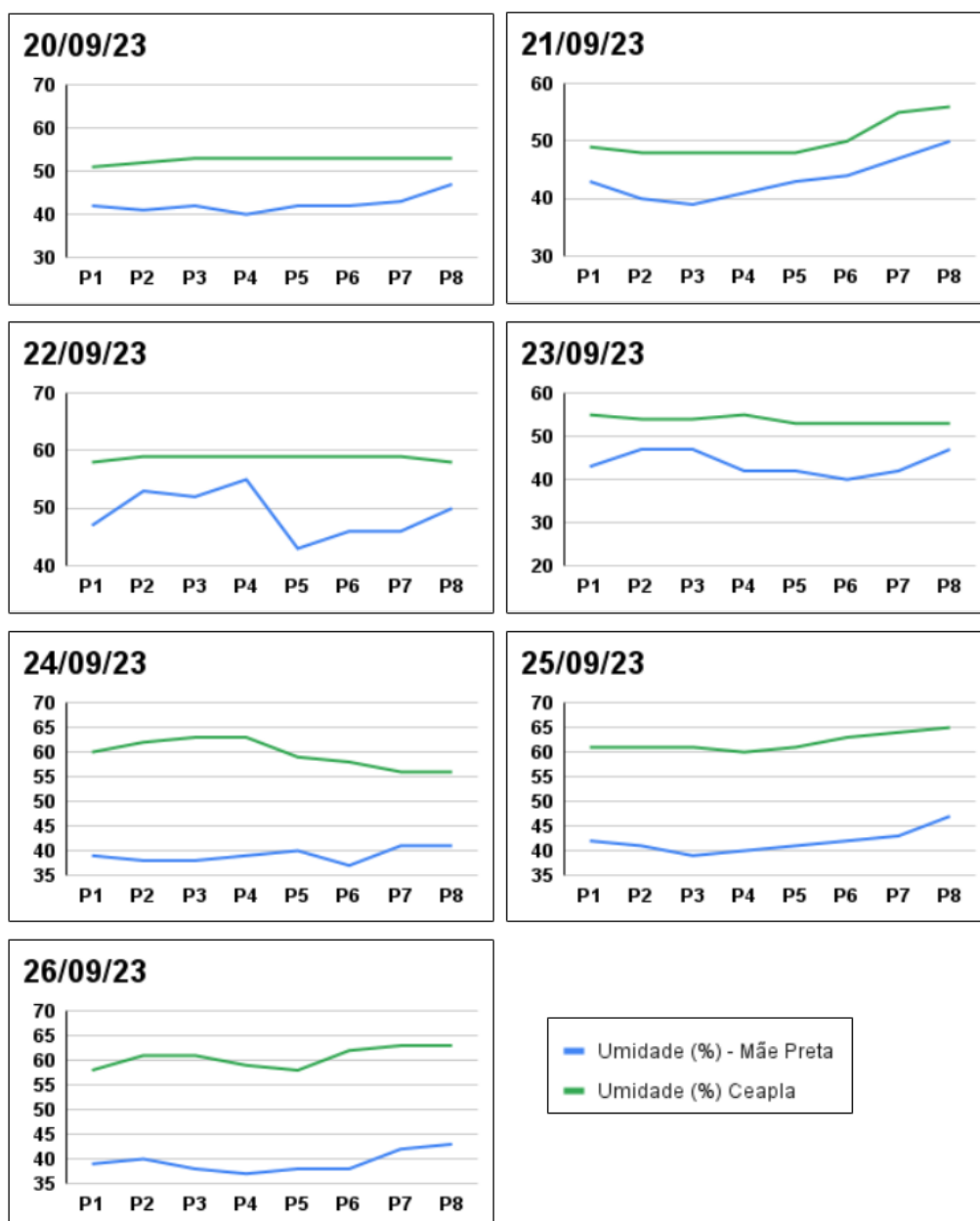
Fonte: Elaboração própria, 2023.

O Parque Mãe Preta, por sua vez, apresentou índices de umidade do ar mais altos que o Vila Bela, com destaque para os pontos 7 e 8, sendo estes localizados

próximos ao córrego que passa ao norte do bairro. Apesar disso, os valores medidos estavam abaixo do considerado ideal pela OMS.

Nos dias 20, 21, 22 e 23/09, em razão da nebulosidade, o Parque Mãe Preta e a estação apresentaram valores próximos de umidade (figura 19).

**Figura 19** - Umidade relativa do ar - CEAPLA x Parque Mãe Preta



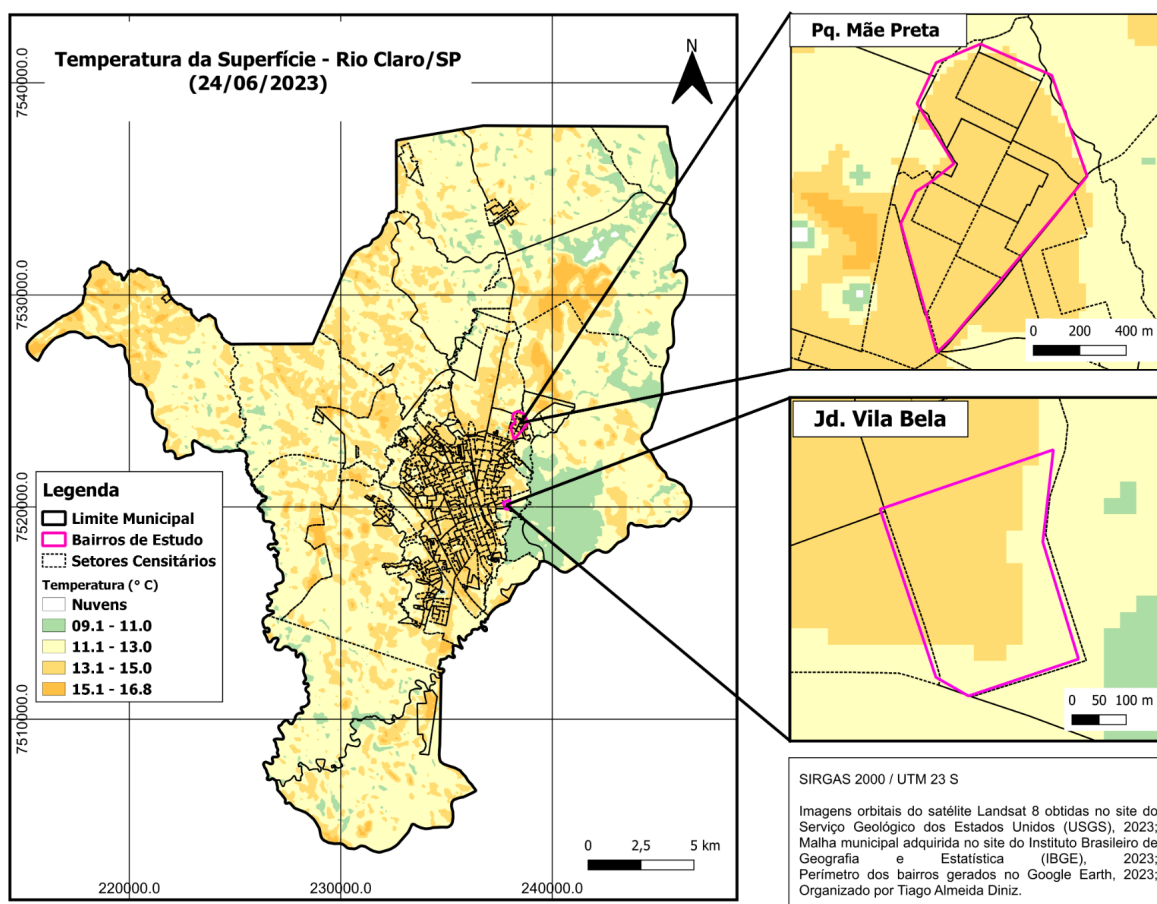
Fonte: Elaboração própria, 2023.

## 6.5. Análise termo higrométrica por sensoriamento remoto.

Ao comparar as temperaturas superficiais dos bairros nos mapas (figuras 20, 21, 22 e 23), é possível notar que não foram encontradas grandes disparidades entre os bairros durante os dias analisados.

No primeiro mapa, do dia 24 de junho, o Parque Mãe Preta apresentou temperaturas na faixa dos 13°C a 15°C em praticamente toda sua área, com uma pequena faixa com temperaturas menores, sendo localizada próxima ao córrego que passa ao norte do bairro. Já o Jardim Vila Bela, também apresentou grande parte da área nessa faixa de temperatura, porém houve uma parte relevante, nas partes mais arborizadas do bairro e próximas da FEENA, com temperaturas na faixa dos 11° C a 13° C.

**Figura 20** - Temperatura da Superfície em Rio Claro/SP - 24/06/23

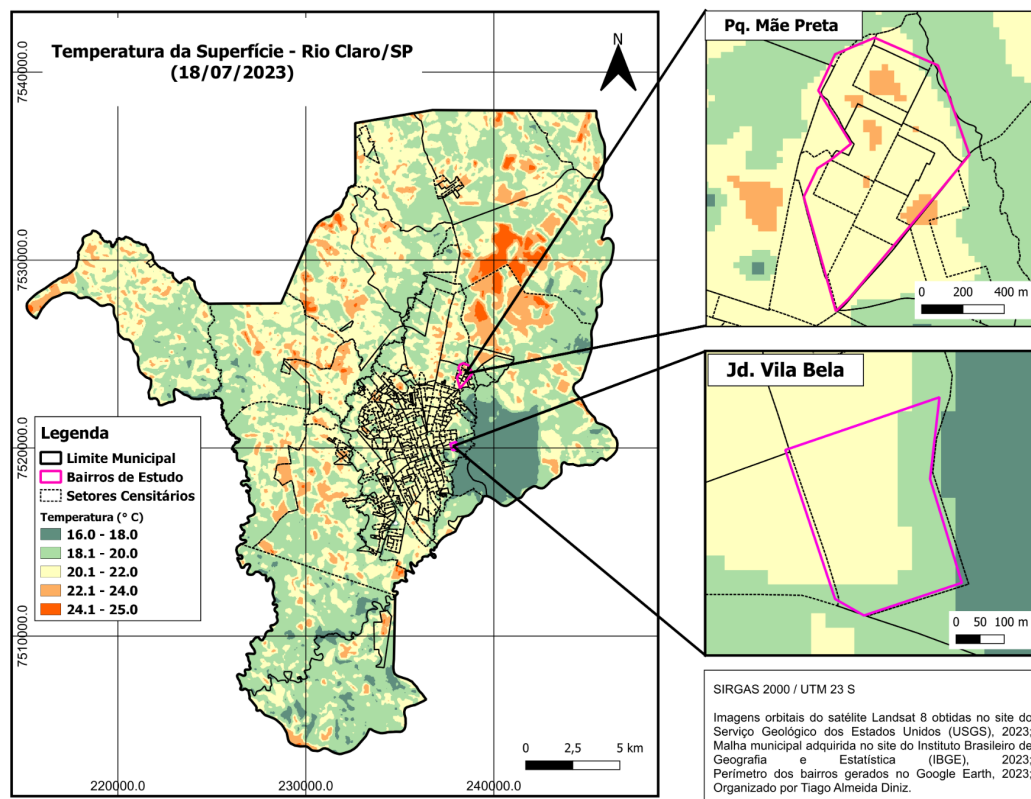


Fonte: Elaboração Própria, 2023.

No mapa do dia 18 de julho, as temperaturas superficiais encontradas nos bairros apresentaram grandes disparidades quando comparamos os bairros estudados. No Parque Mãe Preta é possível observar três faixas de temperatura, variando entre 18°C a 24°C, sendo as maiores localizadas nas áreas densamente urbanizadas do bairro, enquanto as menores, assim como no primeiro mapa e nas medições de campo, estão localizadas nas áreas ao norte do bairro, onde se localiza um curso d'água.

No Jardim Vila Bela, pode-se observar uma variação menor, com parte do bairro apresentando temperaturas entre 20°C a 22°C, sendo as áreas com menor arborização e mais distantes da FEENA, e parte do bairro com temperaturas entre 18°C a 20°C, correspondendo as áreas localizadas próximas da FEENA e com mais concentração de vegetação além de serem as áreas de menor adensamento de casas.

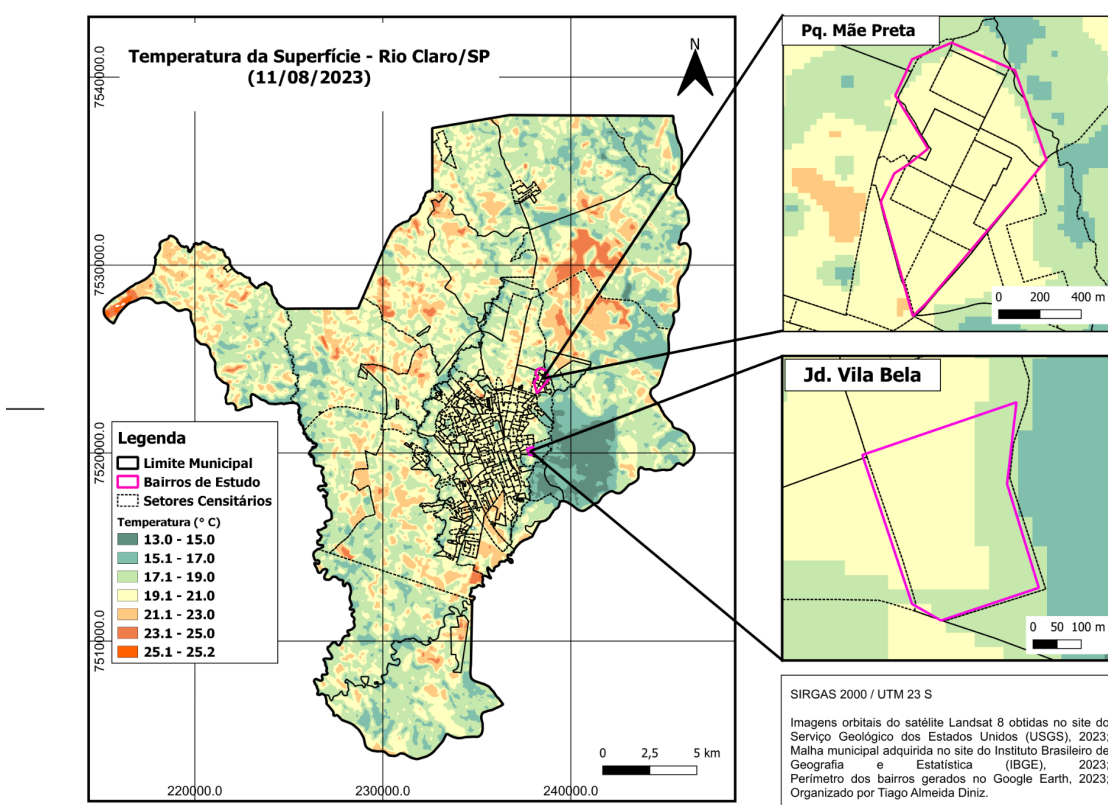
**Figura 21 - Temperatura da Superfície em Rio Claro/SP - 18/07/23**



Fonte: Elaboração própria, 2023.

No Parque Mãe Preta, a faixa entre 19,1°C a 21°C se localiza em quase toda a área do bairro, com as temperaturas abaixo dessa faixa estando localizadas nas áreas próximas ao córrego. Já no Jardim Vila Bela, assim como nos mapas anteriores, as temperaturas mais altas estão localizadas nas áreas de maior adensamento de casas e que estão mais distantes da FEENA, enquanto as temperaturas mais baixas estão localizadas nas áreas próximas a floresta e nas áreas de menor adensamento de casas e maior arborização, sendo localizadas também nessas áreas as menores temperaturas encontradas nos transectos móveis realizados no bairro.

**Figura 22 - Temperatura da Superfície em Rio Claro/SP - 11/08/23**



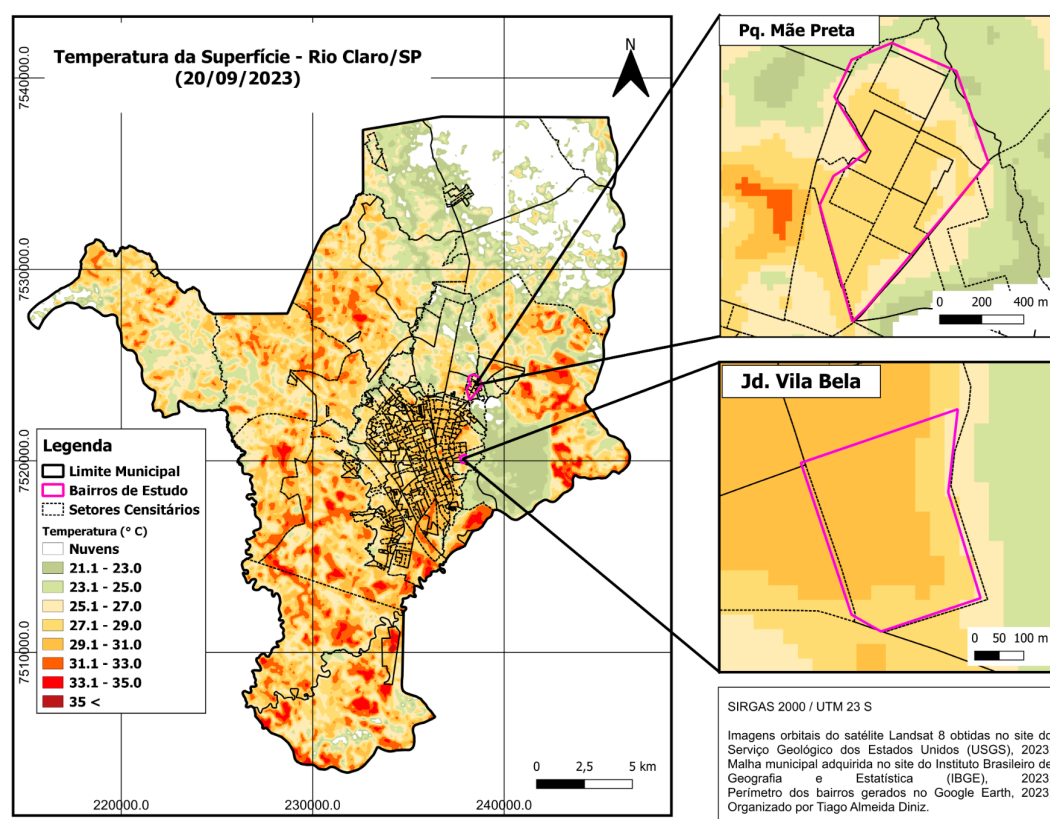
Fonte: Elaboração própria, 2023.

No mapa do dia 20 de setembro, ao contrário do observado nos mapas anteriores, as maiores temperaturas foram encontradas no Jardim Vila Bela. Assim como nos anteriores, as maiores temperaturas, entre 19,1°C a 21°C, no bairro estão localizadas nas áreas mais urbanizadas, enquanto as menores, entre 17,1°C a

19,0°C, estão localizadas próximas a floresta e nas áreas de maior arborização urbana e menor adensamento.

No Parque Mãe Preta, é possível observar três faixas de temperatura, que variam entre 23,1°C a 29°C, com as menores temperaturas, assim como nos mapas anteriores, sendo localizadas próximas ao córrego, e as maiores sendo localizadas nas áreas mais densamente ocupadas e urbanizadas. Vale ressaltar que o mês de setembro foi o mês mais quente, por ser um mês de transição entre estações, além de estar sob uma onda de calor, como já foi ressaltado anteriormente.

**Figura 23** - Temperatura da Superfície em Rio Claro/SP - 20/09/23.



Fonte: Elaboração própria, 2023.

Ao analisar os mapas de interpolação dos valores médios de  $\Delta t$ , obtidos com os dados de campo dos transectos móveis, é possível notar uma mudança nas localizações das ilhas de calor nos bairros estudados.

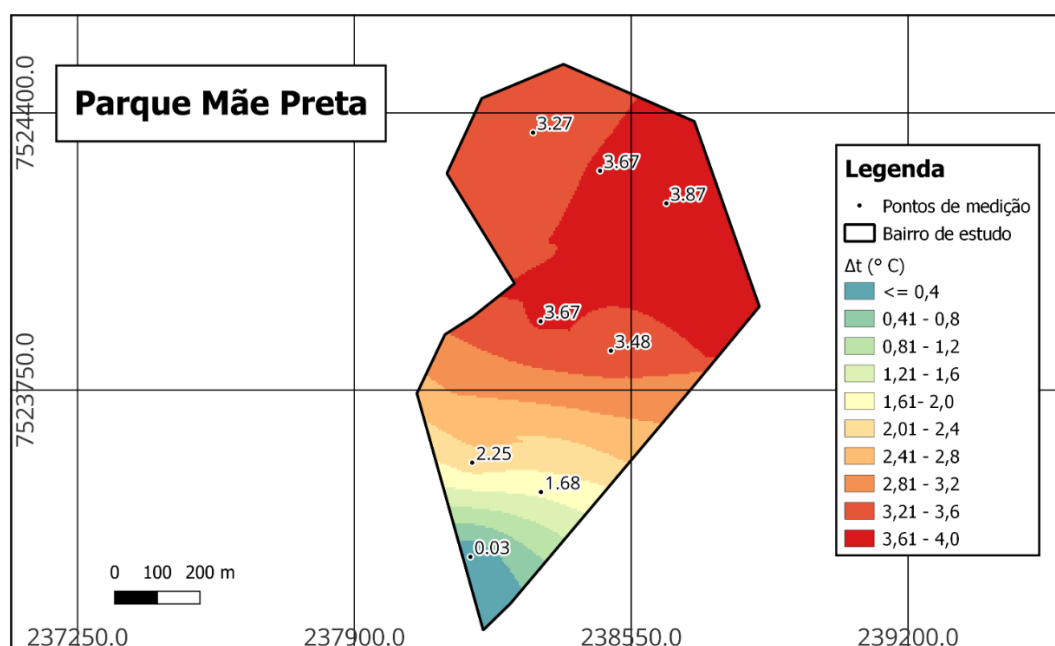
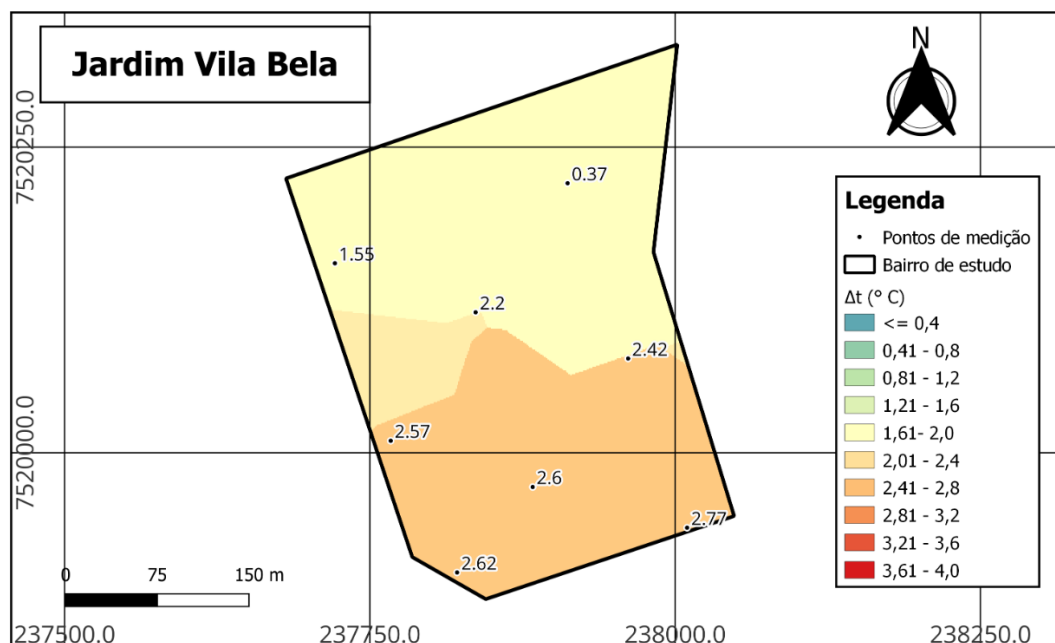
No mapa matutino (figura 24), é possível notar que as maiores médias de  $\Delta t$  estão localizadas no Parque Mãe Preta, com valores próximos de 4°C, podendo ser

definidas como ilhas de calor moderadas. Os menores valores no bairro estão localizados no ponto 1 (que se trata do local menos urbanizado), ponto 2 e ponto 3, enquanto os maiores estão localizados nos pontos 4, 5, 6, 7 e 8.

Já no Jardim Vila Bela, as médias de  $\Delta t$  ficaram entre 0,6°C a 2,9°C, sendo ilhas de calor fracas e moderadas. Apesar da arborização e da proximidade com a floresta, os pontos 6, 7 e 8 apresentaram as maiores médias de  $\Delta t$ , de 2,6°C, 2,62°C e 2,77°C respectivamente.

**Figura 24** - Interpolação dos valores médios de  $\Delta t$  nos pontos de medição - Matutino.

### $\Delta t$ ( $^{\circ}$ C) médio - Agosto



SIRGAS 2000 / UTM 23 S

Dados de temperatura obtidos a partir de transectos móveis realizados os dias 19, 21, 22, 23, 24 e 25 de agosto de 2023, das 10h às 10h40. Base cartográfica elaborada a partir das informações do Google Earth, 2023.

Elaborado por Tiago Almeida Diniz, 2023.

Fonte: Elaboração própria, 2023.

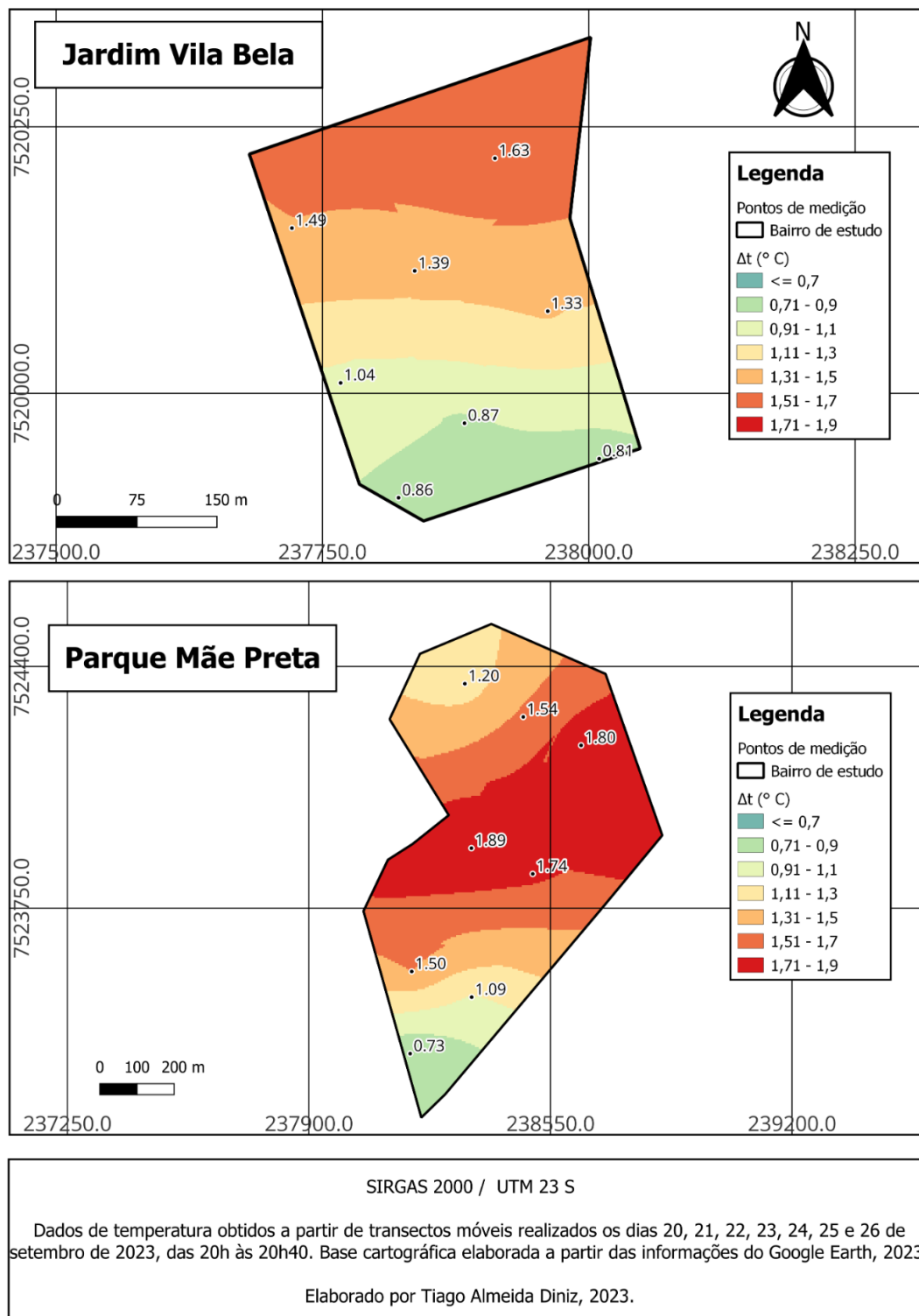
No cenário de setembro (figura 25), os valores médios foram menores que os encontrados em agosto, o que pode ser explicado pela onda de calor que ocorreu nos dias de medição, havendo um aquecimento atmosférico quase homogêneo nos pontos de medição, reduzindo a diferença de temperatura entre os pontos dos bairros e o CEAPLA. Em ambos os bairros, foram encontrados valores médios que se enquadram majoritariamente (tabelas 7 e 8) na categoria de ilha de calor fraca, contudo as temperaturas estavam altas mesmo no período noturno devido a onda de calor, como por exemplo, o ocorrido nos dias 24, 25 e 26/09, com valores acima dos 30°C, chegando a 30,8°C.

No Parque Mãe Preta, as médias de  $\Delta t$  continuam localizadas nos pontos 4, 5, 6 e 7, com 1,74°C, 1,89°C, 1,80°C e 1,54°C respectivamente, sendo as áreas de maior urbanização no bairro, enquanto as menores diferenças estão localizadas nos pontos 1, 2 e 3 do bairro, que já apresentaram as menores médias no episódio matutino, e também no ponto 8, que no episódio matutino apresentou um dos maiores valores médios dos pontos do bairro. Os valores médios desses pontos foram de 0,73°C, 1,09°C, 1,50°C e 1,19°C.

No Jardim Vila Bela, houve uma inversão na localização dos pontos com os maiores valores com relação aos menores. No episódio noturno, as maiores médias estão localizadas nos pontos mais densamente urbanizados, enquanto os menores estão nos pontos localizados nas áreas de maior arborização e com pouco adensamento de casas, sendo os pontos 6 (0,87°C), 7 (0,86°C) e 8 (0,83°C).

**Figura 25** - Interpolação dos valores médios de  $\Delta t$  nos pontos de medição - Noturno.

### $\Delta t$ ( $^{\circ}$ C) médio - Setembro



Fonte: Elaboração própria, 2023.

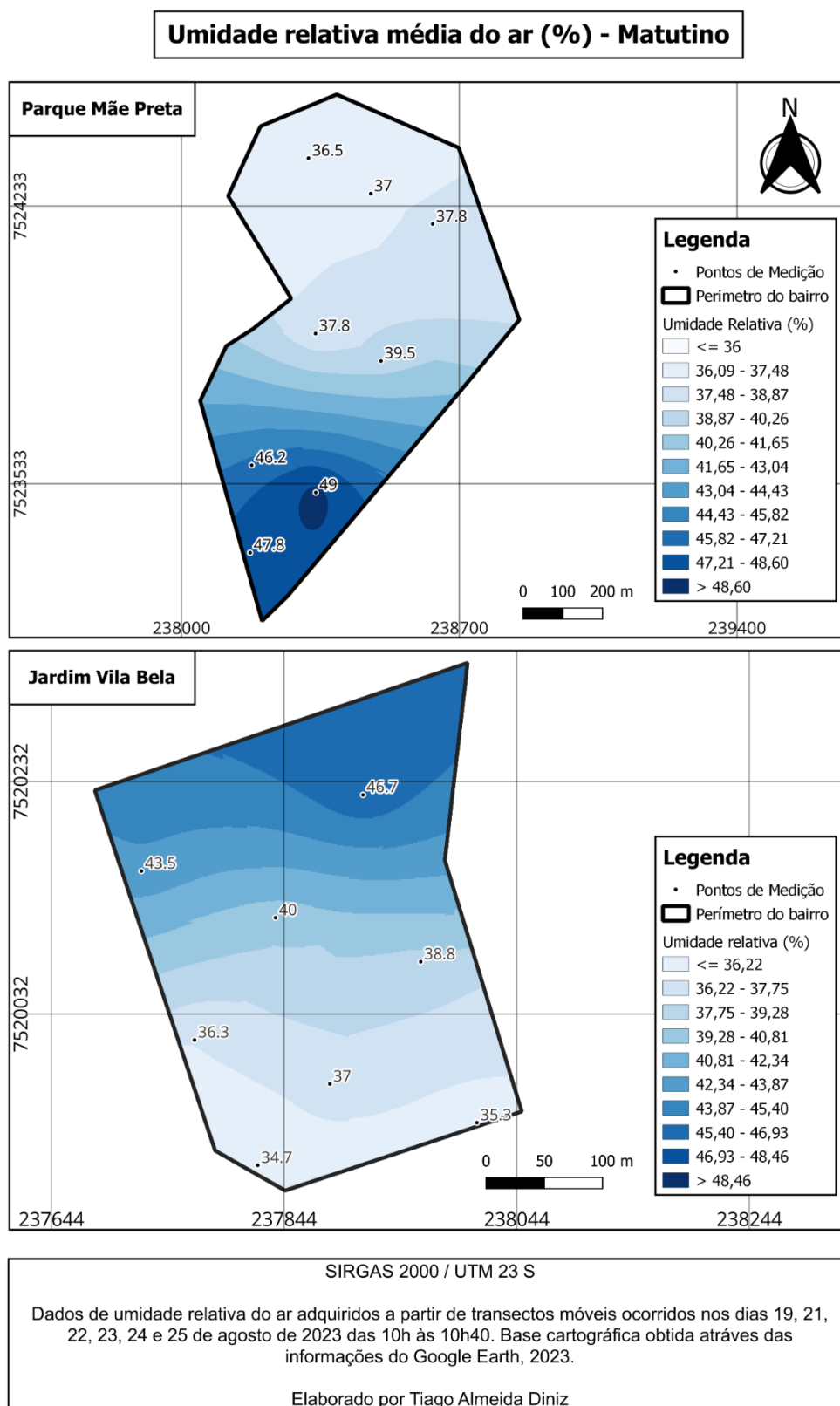
Ao observar o mapa de valores médios de umidade das medições matutinas (Figura 26), é possível notar que há redução da umidade relativa do ar de acordo com o avanço nos bairros, o que é explicado pelo aumento gradativo da temperatura durante o tempo percorrido pelos transectos móveis.

No Parque Mãe Preta, os maiores valores estão localizados nos pontos 1, 2 e 3 (47,8%, 49% e 46%), pontos que na figura 13 apresentaram as menores temperaturas do bairro em todos os dias dos transectos realizados no mês de agosto. Os menores valores de umidade estão localizados nos pontos 4, 5, 6, 7 e 8 (39,5%, 37,8%, 37,8%, 37% e 36,5% respectivamente), apresentando uma queda de 25,51% entre o ponto de maior umidade (ponto 2) e o ponto de menor umidade (ponto 8).

No Jardim Vila Bela, o comportamento foi parecido, já que os maiores valores estão localizados nos pontos 1 (46,7%), 2 (43,5%) e 3 (40%), e os menores estão localizados nos pontos 4, 5, 6, 7 e 8 (38,8%, 36,3%, 37%, 34,7% e 35,3% respectivamente). O aumento na umidade entre os pontos 5 e 6 é explicado pela quantidade de vegetação arbórea que existe no ponto 6.

Entre o ponto de maior valor (ponto 1) e o de menor valor (ponto 7) a queda é de 25,69%. Para efeito de comparação, a queda entre os valores médios de umidade medidos pela estação é de 5,02% quando comparado o horário de maior umidade (10h05 com 56,33%) e o horário que apresentou o menor valor médio de umidade (10h35 com 53,5%).

Figura 26 - Valores médios de umidade relativa do ar - Agosto.



Fonte: Elaboração própria, 2023.

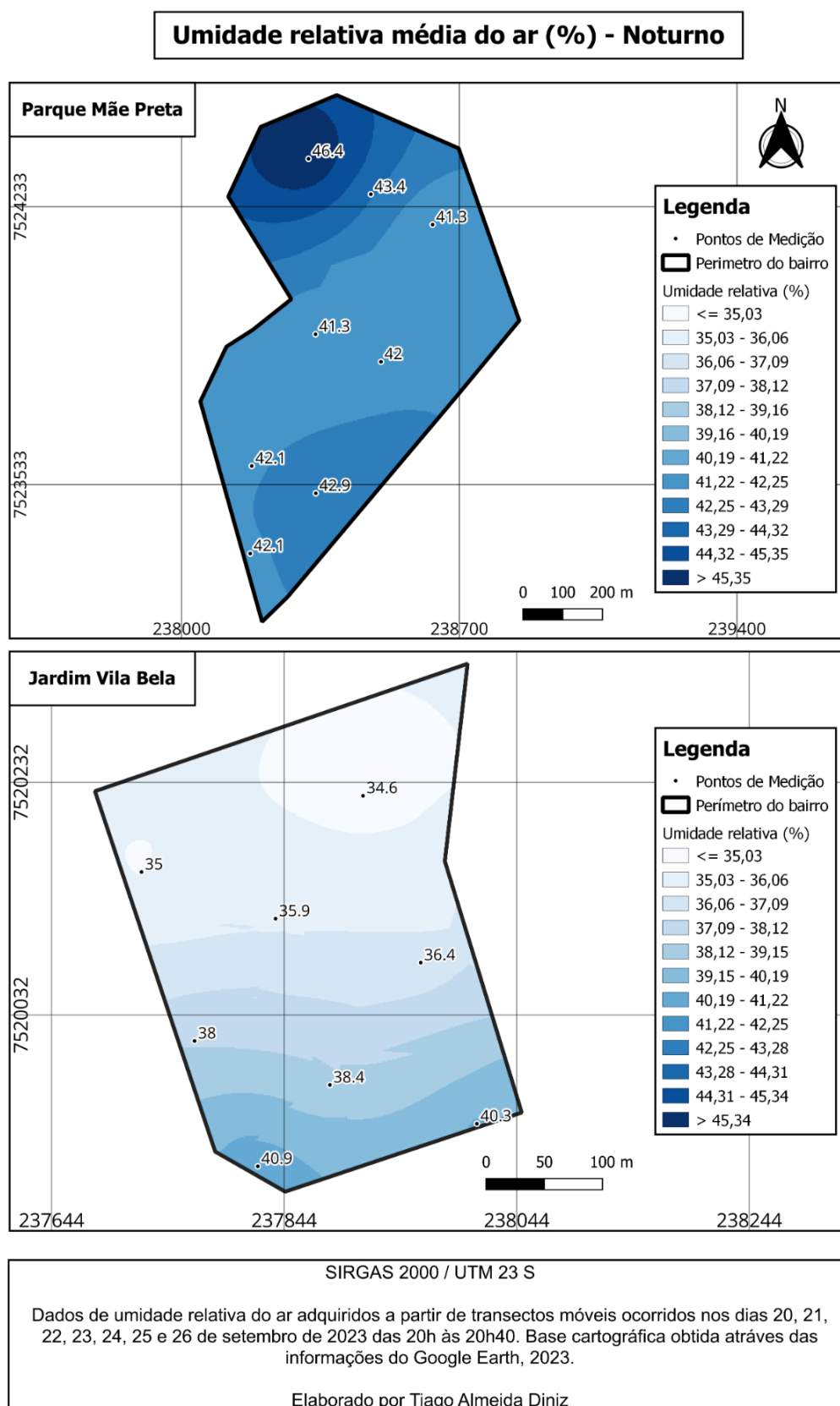
Na figura 27, do mês de setembro, a espacialização dos valores médios de umidade se inverteram quando comparadas com a figura 26.

No Parque Mãe Preta, todos os valores estão acima dos 40%, com destaque para os pontos 7 e 8, que apresentaram os maiores valores (43,4% e 46,4% respectivamente), com último ponto sendo extremamente influenciado pelo curso d'água que passa próximo do local. Os menores valores estão localizados nos pontos 5 e 6 (41,3% em ambos os pontos), que como já descrito anteriormente, são os pontos mais densamente ocupados. Entre os pontos de menores valores (ponto 5 e 6) e o de maior valor (ponto 8), houve um aumento de 10,99%, mostrando que a umidade relativa no episódio noturno do bairro apresentou variação menor que o episódio matutino.

No Jardim Vila Bela, os maiores valores foram medidos nos pontos 6, 7 e 8, com 38,4%, 40,9% e 40,3% respectivamente. Apresentaram os menores valores os pontos 1, 2, 3, 4 e 5, com 34,6%, 35%, 35,9%, 36,4% e 38% respectivamente, sendo valores menores que os encontrados no Parque Mãe Preta. A diferença entre o ponto de maior valor médio (ponto 7) e o de menor (ponto 1) foi de 15,40%, apresentando menor variação quando comparado ao episódio matutino, e maior variação se comparado ao Parque Mãe Preta no episódio noturno. Quanto aos valores médios do CEAPLA nos horários de coleta, a variação foi de 3,20% entre o maior (57,71% às 20h40) e o menor valor médio (55,86% às 20h25).

Importante ressaltar que além da vegetação e a presença de cursos d'água próximos aos pontos de maior umidade média nos bairros, o aumento gradativo dos valores de umidade no percurso se deu pelo tempo, já que a noite a superfície está esfriando, e quanto menor a temperatura, maior é a umidade relativa do ar.

Figura 27 - Valores médios de umidade relativa do ar - setembro.



Fonte: Elaboração própria, 2023.

## **6.6. Identificação dos sistemas atmosféricos atuantes e estudo da análise rítmica.**

Como observado na figura 28, o dia 19/08, estava sob a atuação da massa tropical atlântica, o que explica a umidade em torno dos 67%, além da temperatura máxima ter chegado próximo dos 30°C. Esse dia apresentou baixa amplitude térmica, resultado da nebulosidade em torno dos 6 - 8 décimos.

No dia 21/08, com a chegada da frente fria, os valores de temperatura mínima apresentaram uma queda em relação ao dia anterior, porém a máxima registrada houve um aumento, dado o aquecimento que antecede a chegada da frente.

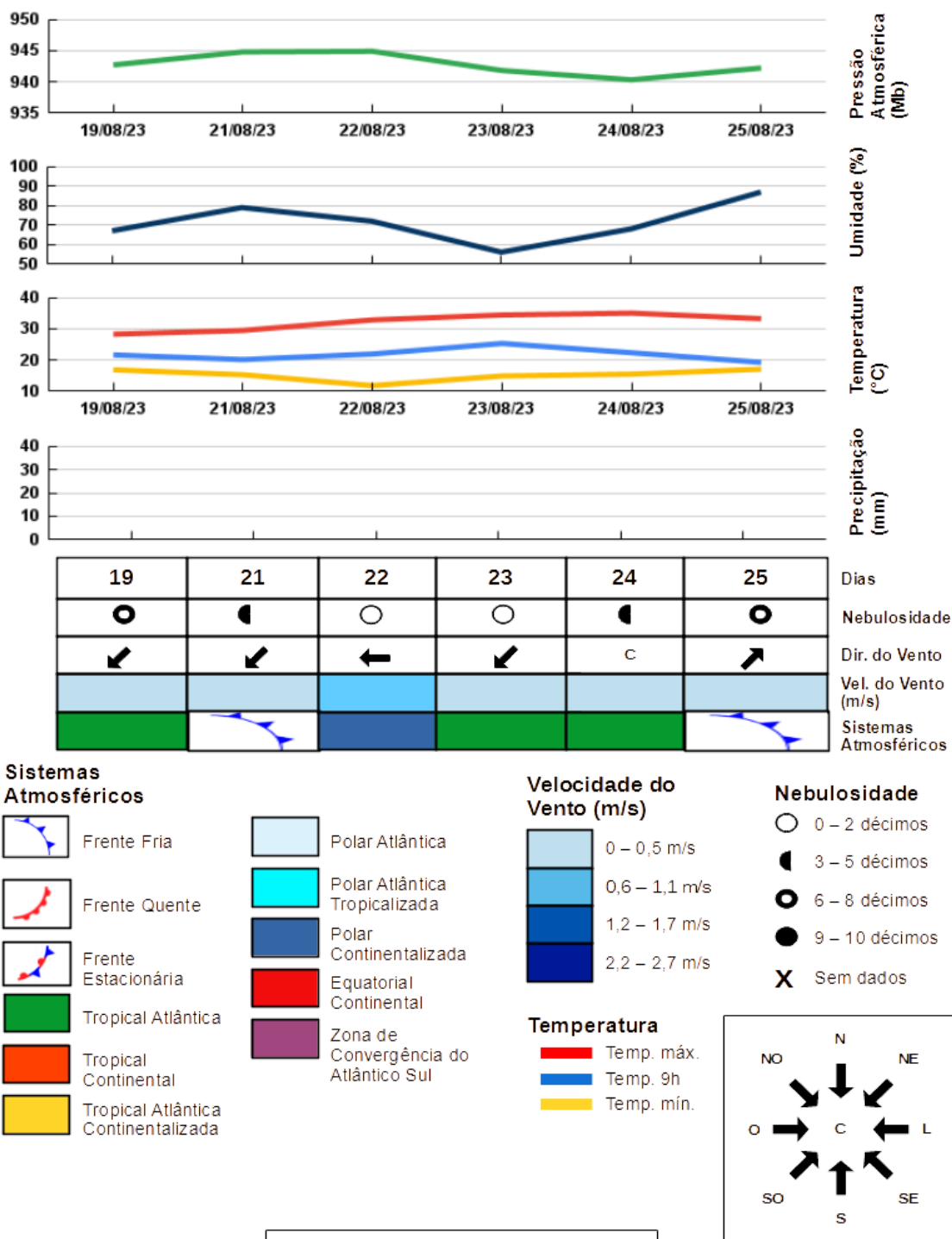
O dia 22/08 apresentou a maior amplitude térmica, devido a baixa nebulosidade, além da atuação da massa polar continentalizada, havendo um resfriamento maior durante a noite quando comparado aos demais dias.

No dia 23/08, apesar da atuação da massa tropical atlântica, apresentou queda na umidade relativa às 9h quando comparada ao valor do mesmo horário no dia anterior. Essa queda foi resultado da massa polar continentalizada que atuou no dia 22/08. Apesar da queda, a umidade esteve em 60%. Ainda, houve uma queda na pressão atmosférica, que manteve o céu com poucas nuvens, apresentando também uma grande amplitude térmica, de 20°C (15°C a mínima, e 35°C a máxima). A atuação da massa tropical atlântica se manteve no dia 24/08, aumentando ainda mais a temperatura, apresentando máxima de 36°C, e mínima de 16°C, além de aumentar a umidade, com 70% às 9h.

Com o aumento da pressão atmosférica no dia 25/08, houve a chegada da frente fria, deixando o céu encoberto por nuvens (nebulosidade entre 6 - 8 décimos), e aumentando a umidade, ficando em 88% às 9h). A frente fria provocou ainda queda nas temperaturas máximas quando comparada ao dia anterior, apresentando 32°C, além de redução na amplitude térmica, por conta da alta nebulosidade.

Figura 28 - Análise rítmica de agosto nos dias dos transectos móveis.

### Gráfico de Análise Rítmica – Rio Claro - Agosto/2023



Fonte: Elaborado pelo autor com base nas informações do CEAPLA, 2023.

Ao analisar o gráfico de análise rítmica do período (Figura 29) é possível observar que no período das medições, a estação mediu altas temperaturas, com as máximas estando todos os dias acima dos 30°C, chegando a 39°C no dia 25/08. As altas temperaturas além de serem resultado da massa tropical atlântica, também sofreram influência da onda de calor que atingiu a região sudeste nesta semana.

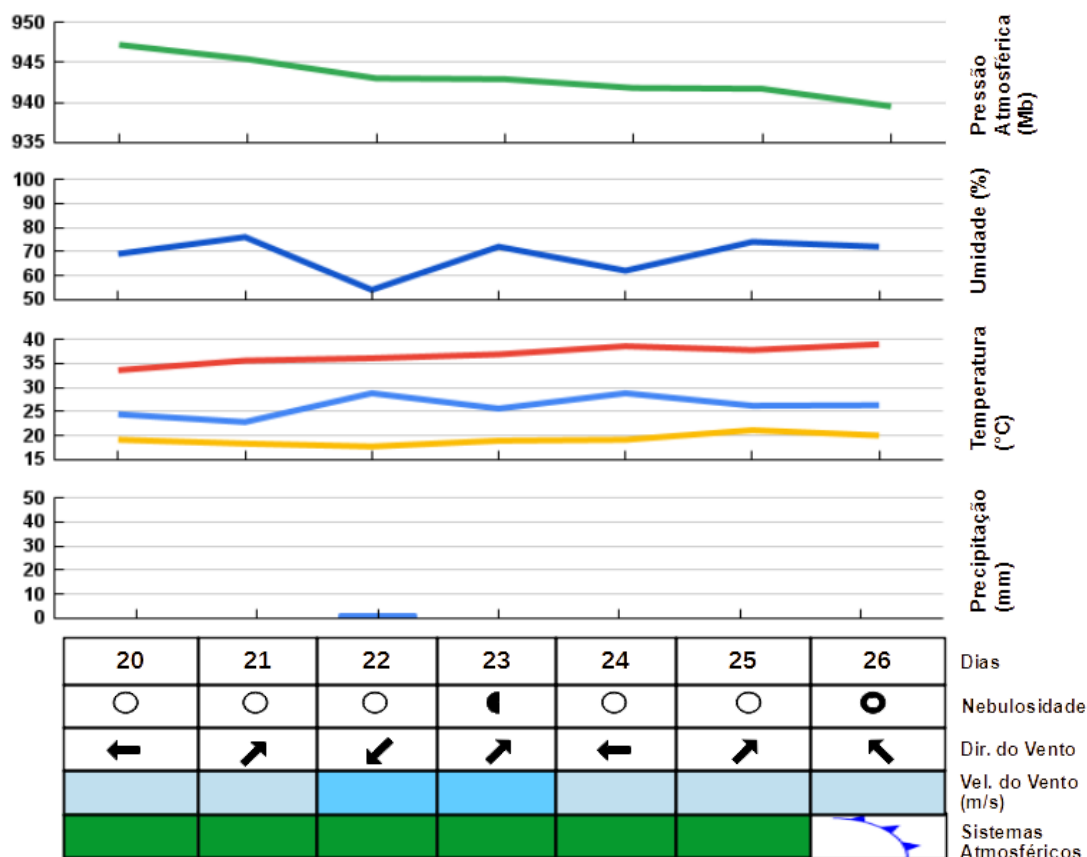
O crescimento nos valores máximos de temperatura ao longo dos dias, sobretudo no dia 25/08, foi causado pelo aquecimento pré frontal, dado a chegada do sistema no último dia de medição (26/09).

Como grande parte dos dias apresentaram céu limpo, foi frequente a amplitude térmica entre 15° C a 20°C.

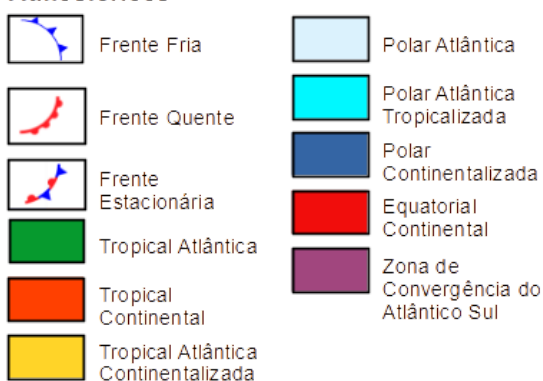
Os valores de umidade se mantiveram altos, estando acima dos 60% em 6 dos 7 dias analisados, apresentando 50% apenas no dia 22/09, que no mesmo horário marcou 28° C, sendo o maior valor medido às 9h na semana estudada.

Figura 29 - Análise rítmica dos dias dos transectos móveis - setembro.

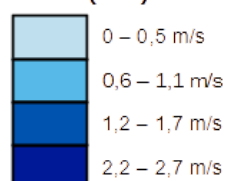
### Gráfico de Análise Rítmica – Rio Claro - Setembro/2023



#### Sistemas Atmosféricos



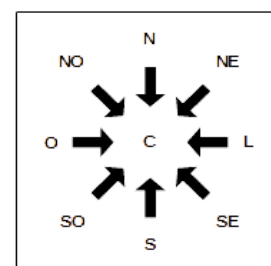
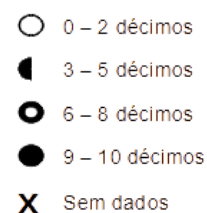
#### Velocidade do Vento (m/s)



#### Temperatura



#### Nebulosidade



Organizado por Tiago Almeida Diniz

Fonte: Elaborado pelo autor com base nas informações do CEAPLA, 2018.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como observado na pesquisa desenvolvida, a cidade Rio Claro - SP possui escassa vegetação urbana, grande densidade construtiva, e clima urbano próprio quando comparado às áreas não edificadas nas zonas rurais.

Apesar disso, é visível no território da cidade, disparidades de temperatura entre os bairros, sendo definidas por diversas características que tornam a temperatura maior em um ponto que em outro, por exemplo o uso e ocupação do solo, densidade de área construída, falta de vegetação urbana, entre outros fatores que definem o clima local. Os bairros estudados, apesar de serem vistos como ilhas de calor quando comparados com os dados da estação meteorológica, apresentam grandes disparidades entre si, atingindo limiares de até 2,4°C de diferença, no dia 21/08.

Os procedimentos metodológicos utilizados se mostraram eficientes para a análise dos diferentes tipos de dados, permitindo a constatação e análise espacial das ilhas de calor, além dos agentes que influenciam as anomalias térmicas no município e sobretudo nos bairros, como os materiais construtivos utilizados.

Houveram limitações encontradas nos transectos móveis, devido ao tempo utilizado. Os equipamentos precisam de alguns minutos para estabilizarem os dados nos pontos, tornando o transecto mais lento, porém, não foi algo que comprometeu os resultados da pesquisa.

Dos 5 setores censitários que existem no território do Parque Mãe Preta, os dois setores localizados ao norte são os que possuem menor renda nominal média e fica claro ao ver nas imagens de satélite que os materiais construtivos dos telhados nesses lugares possuem propriedades que acentuam a temperatura de microescala. Nos resultados, ficou evidente que as maiores temperaturas estavam localizadas nesses locais.

A forma em que as casas estão agrupadas, e a quantidade de vegetação em alguns pontos mostraram que são fatores que acentuam ou amenizam os valores de temperatura. Estudos como este servem para chamar a atenção dos órgãos públicos que muitas vezes não dão atenção necessária para o planejamento das cidades, sobretudo em bairros onde a população é vulnerável socioeconomicamente.

Espera-se que a partir desta pesquisa possam surgir outros estudos relacionados à geografia do clima no município, possibilitando mais dados concretos que possam ser aplicados com o intuito de minimizar as ilhas de calor e favorecer maior frequência e espacialidade de conforto térmico aos rio-clarenses.

## REFERÊNCIAS

- AMORIM, M. C. C. T.; DUBREUIL, V. As diferenças das temperaturas dos alvos diagnosticadas por meio de imagens termais do satélite Landsat 8 em período seco e chuvoso em ambiente tropical. In: XII Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica (SBCG), 2016, Goiânia. Anais... Goiânia: Gráfica UFG, 2016. v. 1. p. 1034-1046. Online ISBN: 978-85-495-0083-0. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/309533279\\_AS\\_DIFERENCAS\\_DAS\\_TEMPERATURAS\\_DOS\\_ALVOS\\_DIAGNOSTICADAS\\_POR\\_MEIO\\_DE\\_IMAGENS\\_TERMAIS\\_DO\\_SATELITE\\_LANDSAT\\_8\\_EM\\_PERIODO\\_SECO\\_E\\_CHUVOSO\\_EM\\_AMBIENTE\\_TROPICAL](https://www.researchgate.net/publication/309533279_AS_DIFERENCAS_DAS_TEMPERATURAS_DOS_ALVOS_DIAGNOSTICADAS_POR_MEIO_DE_IMAGENS_TERMAIS_DO_SATELITE_LANDSAT_8_EM_PERIODO_SECO_E_CHUVOSO_EM_AMBIENTE_TROPICAL). Acesso em: 20 out. 2023.
- AMORIM, M. C. de C. T. ILHAS DE CALOR URBANAS: MÉTODOS E TÉCNICAS DE ANÁLISE. Revista Brasileira de Climatologia,[S. I.], v. 25, 2021. DOI: 10.5380/abclima.v0i0.65136. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/rbclima/article/view/14136>. Acesso em: 9 set. 2022.
- AMORIM, M. C. de C. T. Intensidade e forma da ilha de calor urbana em Presidente Prudente/SP: episódios de inverno. Geosul, Florianópolis, v. 20, n. 39, p. 65-82, jan./jun. 2005. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/geosul/article/view/13307/12269>. Acesso em: 1 set. 2023.
- 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), [S. I.], v. 20, n. 1, p. 160-177, 2016. DOI: 10.11606/issn.2179-0892.geousp.2016.97783. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/geousp/article/view/97783>. Acesso em: 18 set. 2023.
- BARROS, H. R.; LOMBARDO, Magda Adelaide. A relação entre ilhas de calor urbana, ocupação do solo e morfologia urbana na cidade do Recife. Revista Geonorte, v. 3, n. 9, p. 65– 76-65–76, 2012. Disponível em: file:///C:/Users/Unesp.UNESP-1P764G3/Downloads/seer,+Journal+manager,+013\_(art.pdf). Acesso em: 23 nov. 2022.
- CAPUTO, Carlos Roberto; AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade. A formação de ilhas de calor em cidade pequena: o estudo de Osvaldo Cruz/SP/Brasil. Revista Brasileira de Climatologia, v. 29, 2021. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/download/73597/45051>. Acesso em 10 ago. 2023.
- COLISSI, G. S. O crescimento urbano de Rio Claro e suas implicações nos riscos à inundação: cenários de 1970 a 2015. 2016. 69 f. Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Geografia) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2016. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/156094>. Acesso em: 14 dez. 2022.
- CORRÊA, Juliano Vasques Penalber. O verde como indicador social: análise de amostra distribuição da cobertura arbórea urbana pública em Rio Claro e sua relação com a distribuição socioeconômica da população. 2018. Disponível em:

<https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/779897f4-b606-4552-b70e-a98da6f1adf9/content> . Acesso em: 15 jun. 2023.

COSTA, D. F. da; SILVA, Hélio R.; PERES, Leonardo de F. Identificação de ilhas de calor na área urbana de Ilha Solteira-SP através da utilização de geotecnologias. *Engenharia Agrícola*, v. 30, p. 974-985, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/eagri/a/bzMBJJ8MgLGXdSwHkYMHjYr/?format=pdf&lang=pt> . Acesso em: 30 ago. 2022.

CUNHA, Carla. São Paulo: uma ilha de calor. 2014. Disponível em: <https://www.karlacunha.com.br/sao-paulo-uma-ilha-de-calor/> . Acesso em: 29 out. 2023.

FANTE, Karime Pechutti. Climatologia Urbana e o Planejamento Estratégico dos Espaços Urbanos. Notas de aula. 2023.

FERREIRA, M. C. B. F.; OLIVEIRA, C. B. de; BENINCASA, V. URBANIZAÇÃO E FERROVIA: implantação do sistema ferroviário e suas consequências no espaço urbano da cidade de Rio Claro/SP. VI Colóquio Latino-Americano sobre Recuperação e Preservação do Patrimônio Industrial, p. 1-19, 2012. Disponível em: [http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/VI\\_coloquio\\_t2\\_urbanizacao\\_ferrovia.pdf](http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/VI_coloquio_t2_urbanizacao_ferrovia.pdf) . Acesso em: 23 nov. 2022.

FORNAZIEIRO, M. P. A.. QUALIDADE AMBIENTAL URBANA: proposta de um índice para a cidade de Rio Claro/SP. Dissertação (mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulísta. Rio Claro. 2020.

GARTLAND, L.; GONÇALVES, H. Ilhas de calor. São Paulo: Oficina de Textos, p. 9-10, 2010. Disponível em: <http://ofitexto.arquivos.s3.amazonaws.com/Degustacao-Ilhas-de-Calor.pdf> . Acesso em: 23 ago. 2022.

GONÇALVES, A.; CAMARGO, L. S.; SOARES, P. F.. Influência da vegetação no conforto térmico urbano: Estudo de caso na cidade de Maringá-Paraná. In: III simpósio de pósgraduação em engenharia urbana. 2012. Disponível em: <http://www.eventos.uem.br/index.php/simpgeu/simpgeu/paper/view/970/585> . Acesso em: 9 set. 2022.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Cidades. 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 17 set. 2022.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Malhas Territoriais. 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais.html> . Acesso em: 27 set. 2023.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Situação do fenômeno El Niño no oceano Pacífico equatorial em Junho de 2023. Centro de Previsão de Tempo e Estudos

Climáticos. Disponível em: <https://clima.cptec.inpe.br/gpc/pdf/situacao-EI-Nino-Junho-2023.pdf> . Acesso em: 12 de set de 2023.

KAIMOTI, N. L. A.. Desenvolvimento de metodologia para escolha de plantas apropriadas para implementação de cortinas verdes. 2022. Disponível em: [file:///C:/Users/Unesp.UNESP1P764G3/Downloads/TESE\\_FINAL\\_%20Naiara%20Lu%20chini%20de%20Assis%20Kaimoti\\_2022%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Unesp.UNESP1P764G3/Downloads/TESE_FINAL_%20Naiara%20Lu%20chini%20de%20Assis%20Kaimoti_2022%20(1).pdf) . Acesso em: 9 set. 2022.

Marinha do Brasil. Cartas Sinóticas. Centro de Hidrografia Marinha. 2023. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/chm/dados-do-smm-cartas-sinoticas/cartas-sinoticas> . Acesso em: 5 out. 2023.

MIYAKAVA, Willian. Análise das ilhas de calor em Presidente Prudente (SP) e a vegetação como instrumento mitigatório. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso. Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista. Presidente Prudente, 2023. Disponível em: [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/miyakava\\_w\\_tcc\\_prud%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/miyakava_w_tcc_prud%20(3).pdf). Acesso em: 22 out. 2023.

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

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. *Clima urbano*. 1. ed. São Paulo: Contexto, 2013. E-book. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br> . Acesso em: 14 set. 2023.

NETO, João Lima Sant'Anna. O clima urbano como construção social: da vulnerabilidade polissêmica das cidades enfermas ao sofisma utópico das cidades saudáveis. *Revista brasileira de climatologia*, v. 8, 2011. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/viewFile/25794/17213> . Acesso em 15 ago. 2023.

OGASHAWARA, I. ANÁLISE RÍTMICA E A CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA BRASILEIRA. *Revista Georaguaia, [S. l.]*, v. 2, n. 2, 2012. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/geo/article/view/4814> . Acesso em: 28 set. 2023.

OKE, Timothy R. The energetic basis of the urban heat island. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*. v. 108, n. 455, p. 1-24, 1982. Disponível em: [https://www.patarnott.com/pdf/Oake1982\\_UHI.pdf](https://www.patarnott.com/pdf/Oake1982_UHI.pdf) . Acesso em: 07 set. 2022.

OLIVEIRA, Carlos Henke de. Planejamento ambiental na cidade de São Carlos (SP) com ênfase nas áreas públicas e áreas verdes diagnóstico e propostas. 1996. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/1950/mestrado-carlos-henke-oliveira.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 09 set. 2022.

SANTOS, Angela Moulin S. Penalva. Planejamento urbano: para quê e para quem?. Revista de Direito da Cidade, v. 4, n. 1, p. 91-119, 2012.

SOUZA, Marcos Barros de. Mini curso - Clima Urbano: Aspectos Teóricos e Metodológicos. FFLCH/USP. 2010. Disponível em: [https://lcb.fflch.usp.br/sites/lcb.fflch.usp.br/files/upload/paginas/Mini\\_curso\\_clima\\_urbano\\_marcos\\_barros\\_de\\_souza.pdf](https://lcb.fflch.usp.br/sites/lcb.fflch.usp.br/files/upload/paginas/Mini_curso_clima_urbano_marcos_barros_de_souza.pdf) . Acesso em: 20 ago. 2023.

TEIXEIRA, Danielle Cardozo Frasca. O clima urbano das cidades de pequeno porte do oeste paulista: análise do perfil térmico de Presidente Venceslau, Santo Anastácio e Álvares Machado, Brasil. 2019. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/items/eaebaa9c-fa4a-4940-b8eb-de1fc461c849> . Acesso em: 28 set. 2023.

ULMAN, R. L.; CAMPESE, T. L.; FANTE; K. P. ANÁLISE DA VARIABILIDADE PLUVIOMÉTRICA NA CIDADE DE RIO CLARO/SP ENTRE OS ANOS DE 1994 A 2022. XV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA. Anais do evento. UNICENTRO. Guarapuava, Paraná. 2023.

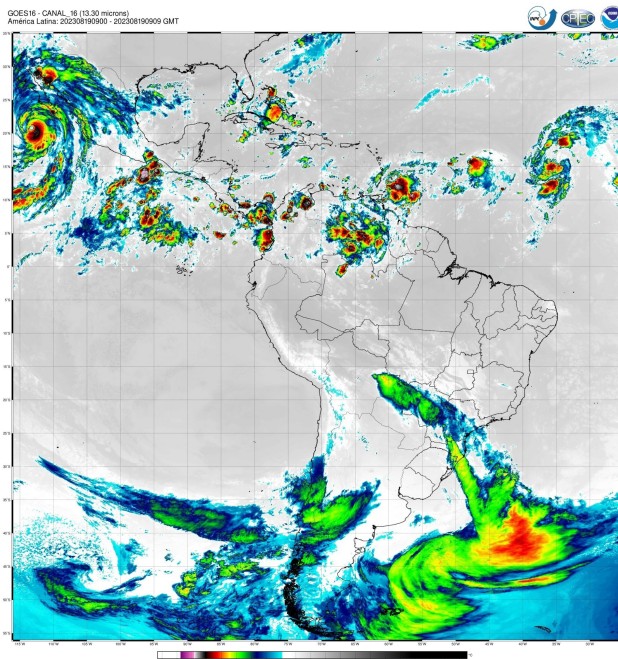
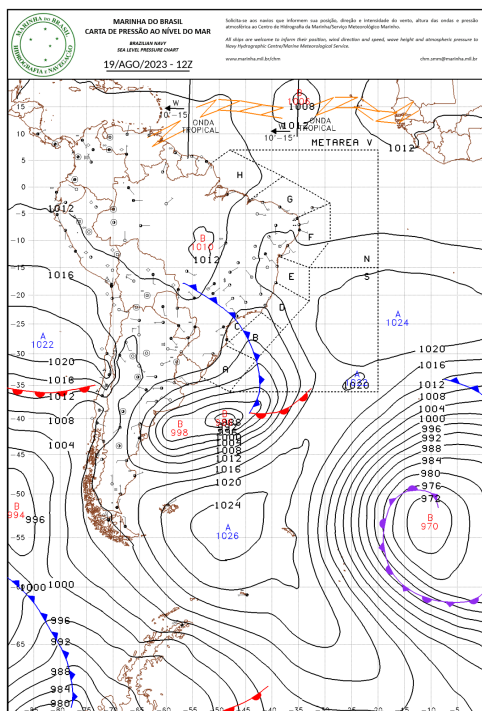
ULMAN, R. L.; CAMPESE, T. L.; FANTE; K. P. ANÁLISE DA VARIABILIDADE DAS TEMPERATURAS MÉDIAS, MÁXIMAS E MÍNIMAS NA CIDADE DE RIO CLARO/SP, AO LONGO DA SÉRIE DE 1994 A 2022. XV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA. Anais do evento. UNICENTRO. Guarapuava, Paraná. 2023.

VALIN JR, Marcos de Oliveira; SANTOS, Flávia Maria de Moura. LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO DA UTILIZAÇÃO DE TRANSECTOS EM PESQUISAS DE CLIMA URBANO NO BRASIL E RECOMENDAÇÕES DE PADRONIZAÇÃO NOS PROCEDIMENTOS. 2020.

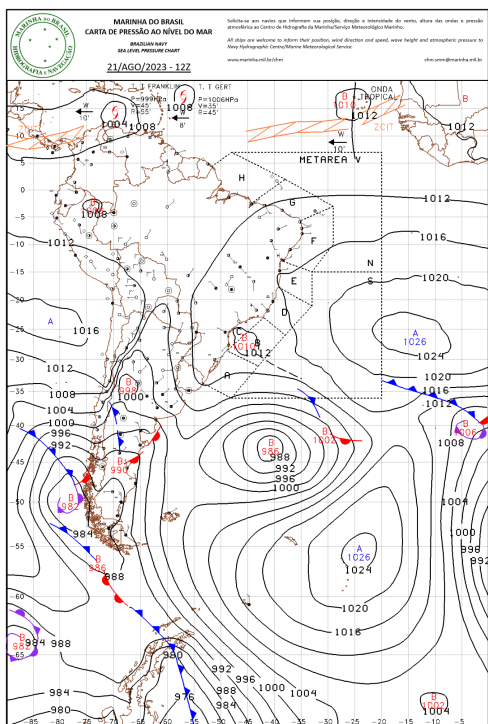
VOOGT, James A.; OKE, Tim R. Thermal remote sensing of urban climates. Remote sensing of environment, v. 86, n. 3, p. 370-384, 2003.

# ANEXO A – CARTAS UTILIZADAS PARA AS ANÁLISES RÍTMICAS (AGOSTO)

**19/08**

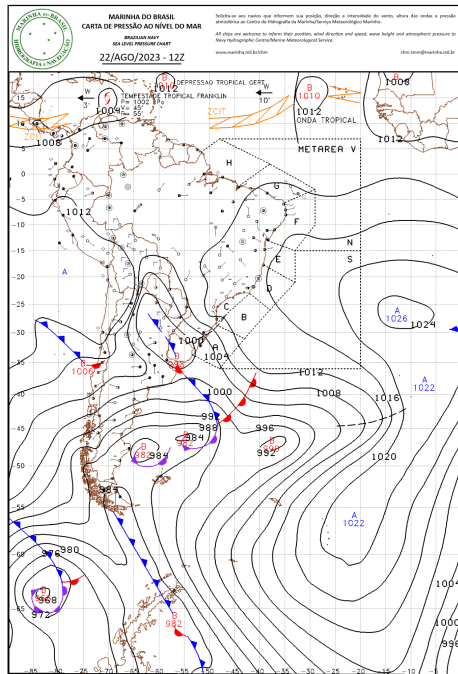


**21/08**



**ANEXO B – CARTAS UTILIZADAS PARA AS ANÁLISES RÍTMICAS (AGOSTO)**

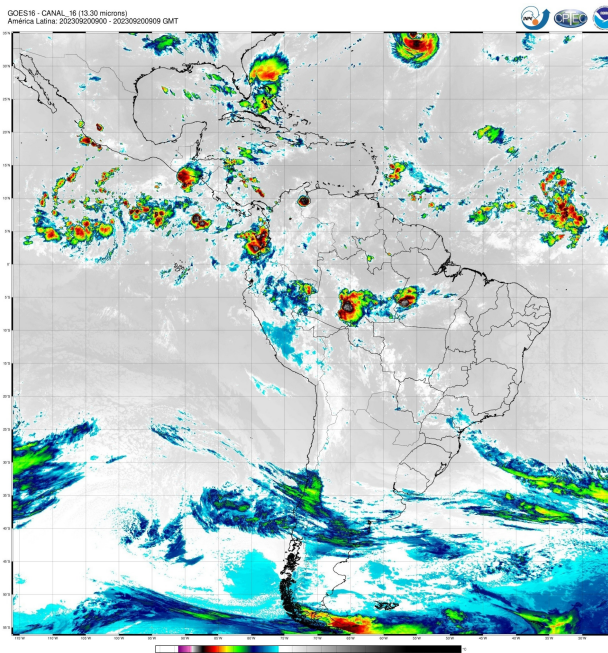
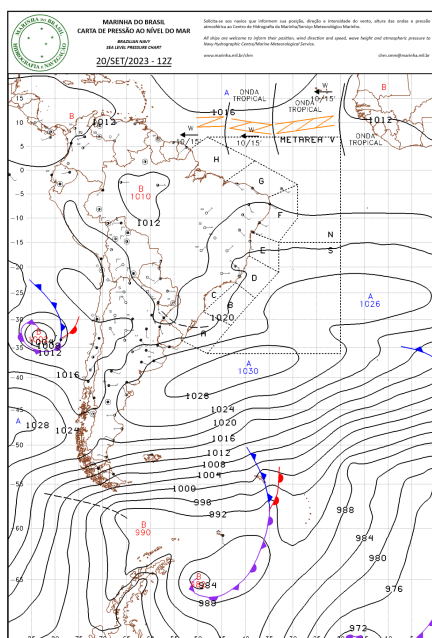
**22/08**



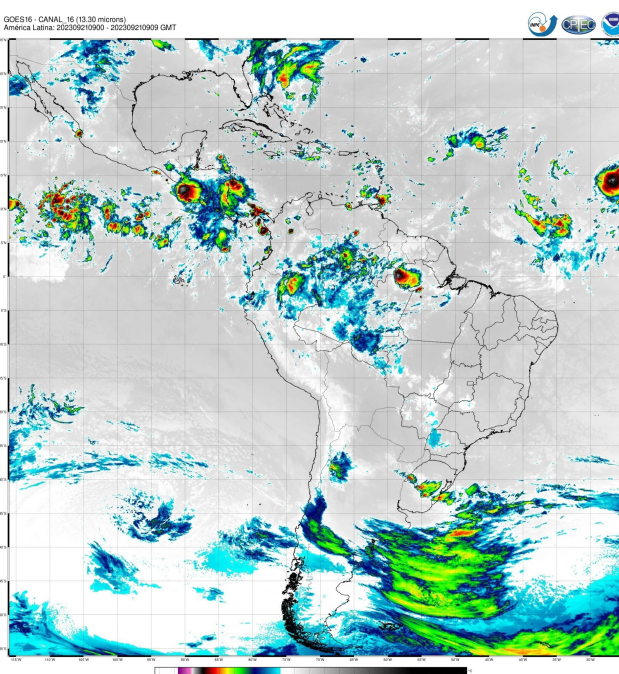
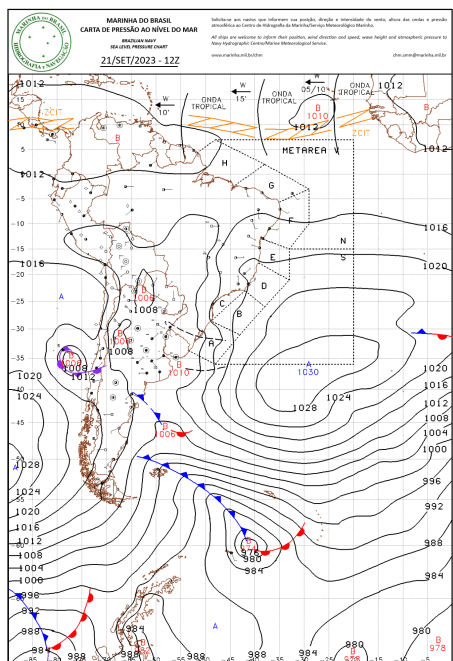


## ANEXO D – CARTAS UTILIZADAS PARA AS ANÁLISES RÍTMICAS (SETEMBRO)

**20/09**

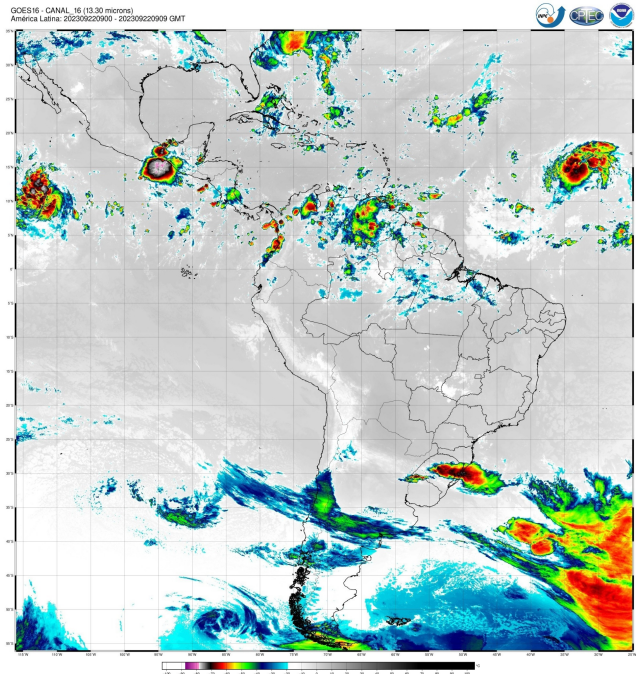
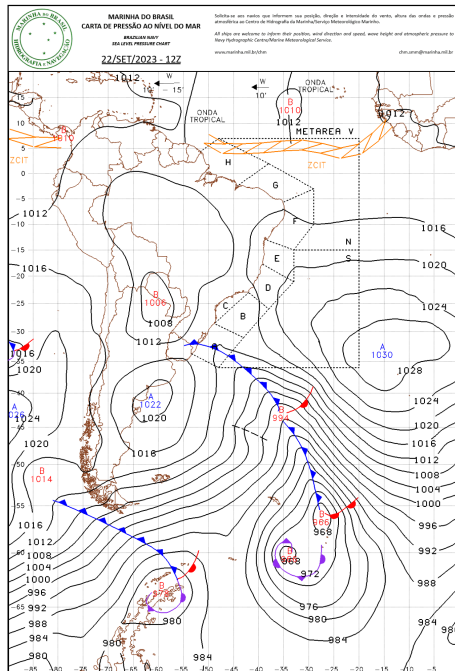


**21/09**

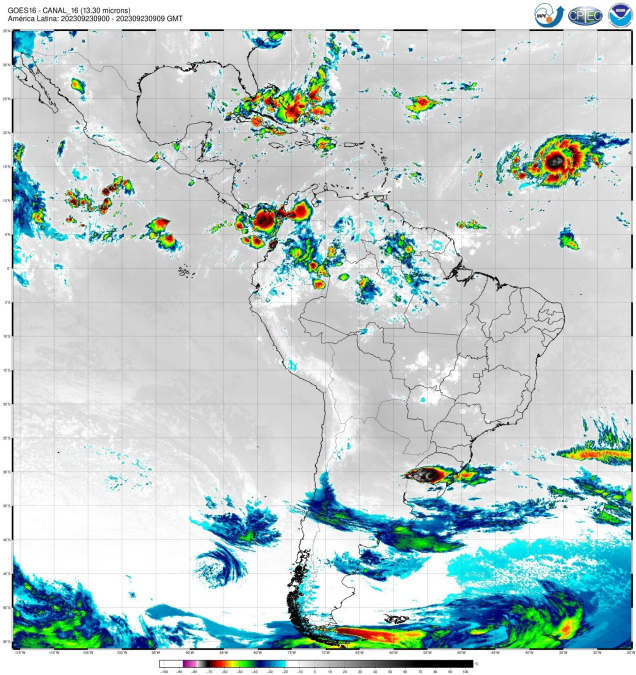
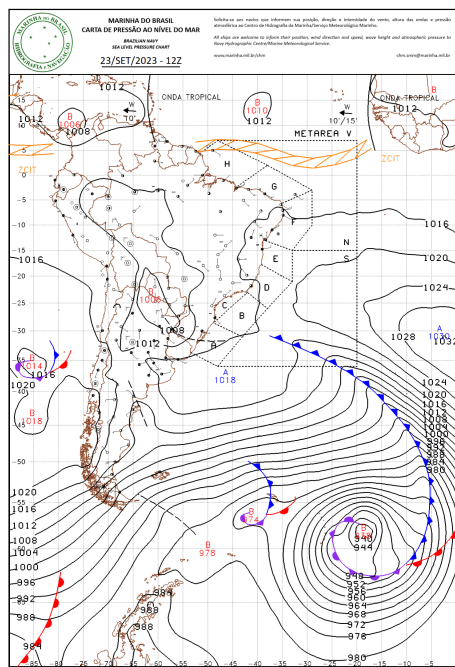


**ANEXO E – CARTAS UTILIZADAS PARA AS ANÁLISES RÍTMICAS (SETEMBRO)**

**22/09**

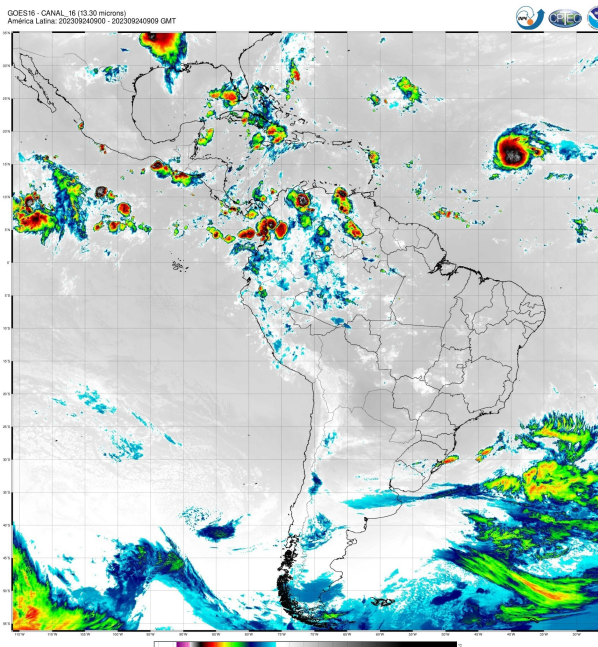
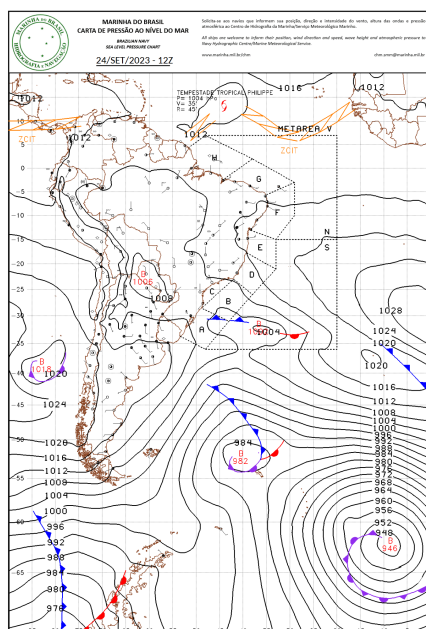


**23/09**

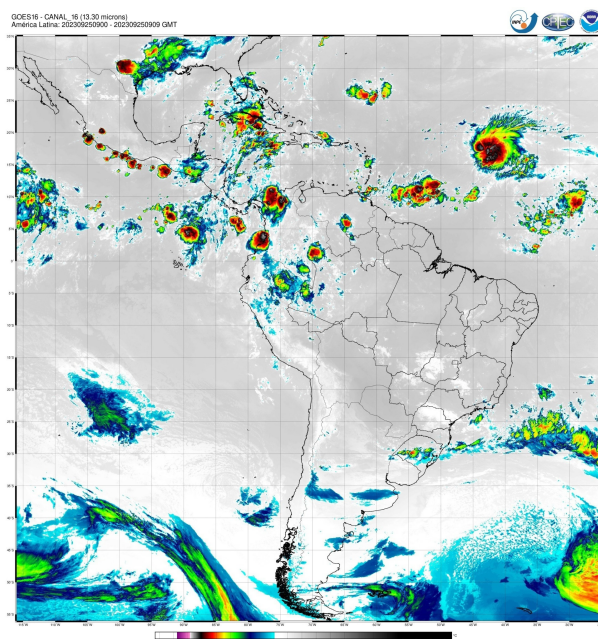
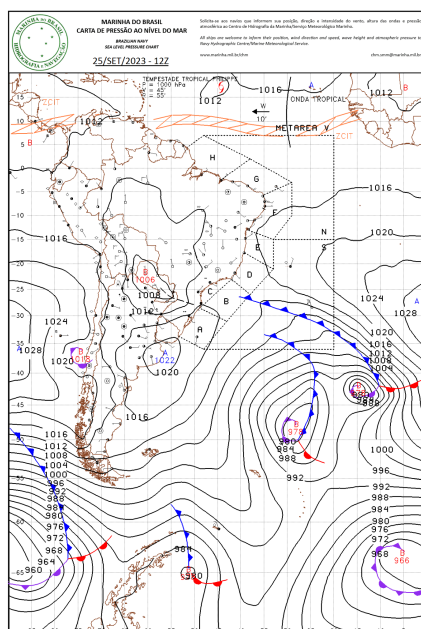


## ANEXO F – CARTAS UTILIZADAS PARA AS ANÁLISES RÍTMICAS (SETEMBRO)

**24/09**



**25/09**



## ANEXO G – CARTAS UTILIZADAS PARA AS ANÁLISES RÍTMICAS (SETEMBRO)

**26/09**

