



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

LUANA NOVAIS DE ANDRADE

**Análise das Ilhas de Calor Superficiais e a Influência da Vegetação em Cidade
de Porte Médio - Ourinhos/SP - Brasil**

Presidente Prudente - SP
2024

LUANA NOVAIS DE ANDRADE

Análise das Ilhas de Calor Superficiais e a Influência da Vegetação em Cidade de Porte Médio - Ourinhos/SP - Brasil

Dissertação de mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, da Universidade Estadual Paulista, Campus de Presidente Prudente para obtenção do Título de Mestre em Geografia.

Orientadora: Profa. Dra. Margarete Cristiane de Costa Trindade Amorim.

Presidente Prudente - SP
2024

N935a

Novais de Andrade, Luana

Análise das Ilhas de Calor Superficiais e a Influência da Vegetação em Cidade de Porte Médio - Ourinhos/SP - Brasil / Luana Novais de Andrade. -- Presidente Prudente, 2024

75 p. : il., tabs., fotos, mapas

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente

Orientadora: Margarete Cristiane de Costa Trindade Amorim

1. Geografia. 2. Climatologia urbana. 3. Ilhas de calor de superfície. 4. Geotecnologias. I. Título.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: "Análise das ilhas de calor superficiais e a influência da vegetação em cidade de porte médio – Ourinhos/SP – Brasil"

AUTORA: LUANA NOVAIS DE ANDRADE

ORIENTADORA: MARGARETE CRISTIANE DE COSTA TRINDADE AMORIM

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em Geografia, área:
Produção do Espaço Geográfico pela Comissão Examinadora:

Margarete Amorim

Profa. Dra MARGARETE CRISTIANE DE COSTA TRINDADE AMORIM (Participação Presencial)
Departamento de Geografia / Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente - FCT/Unesp

Danielle Cardozo Frasca Teixeira

Profa. Dra. DANIELLE CARDOZO FRASCA TEIXEIRA (Participação Presencial)
Departamento de Geografia / Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente - FCT/Unesp

Profa. Dra. GISLENE FIGUEIREDO ORTIZ PORANGABA (Participação Virtual)
Departamento: Geografia / Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – UFMS

Presidente Prudente, 06 de março de 2024

DEDICATÓRIA

Ao meu filho Davi, como forma de compensação
pelos momentos que deixei de
estar com ele para poder concluir a
graduação e a presente dissertação de Mestrado.

AGRADECIMENTOS

Gratidão! Assim começo esse parágrafo, finalmente chegou o dia em que terei a oportunidade de agradecer publicamente a todas as pessoas que foram importantes e me ajudaram em todos os momentos, seja no espaço geográfico (dentro ou fora da universidade), seja durante o tempo (os 8 anos de longa caminhada acadêmica), pois no fim da minha graduação não divulguei o meu trabalho de conclusão de curso.

Em primeiro lugar, quero agradecer aos meus pais, Claudemiro Theodoro de Andrade e a minha mãe Maria Salete Novais de Andrade, por me darem o suporte necessário para que tudo isso acontecesse, pelo incentivo para eu ir à escola no ensino fundamental e médio, por me apoiarem sempre, por me ajudarem sempre com o Davi, a minha eterna gratidão, eu amo vocês demais.

Quero agradecer as minhas irmãs Clariane Novais de Andrade e Larissa Novais de Andrade, por todo o apoio e força comigo e com o Davi, pelo carinho e proteção, por serem as melhores tias desse mundo e pela disposição para cuidarem do Davi em momentos que eu precisei, vocês são testemunhas de que não foi fácil essa longa caminhada acadêmica, sendo mãe solteira e estudante. Obrigada por estarem sempre presentes na minha vida!

Agradeço com muito carinho ao José Luis San Emeterio, meu companheiro que está sempre somando e compartilhando momentos desde do final da minha graduação até aqui, obrigada amorequinho por cada aprendizado, correções de trabalhos, pelo apoio, preocupação, motivação na tristeza ou em dias de alegria e em momentos de descontrações, muito obrigada por tudo.

Agradeço em especial, a minha queridíssima orientadora e professora Margarete Cristiane de Costa Trindade Amorim, por esses anos de orientação durante a graduação e pós-graduação, pela paciência e enorme contribuição do meu desenvolvimento, pelo apoio e momentos de descontrações, sempre serei grata por não me dispensar e não desistir de mim!

Agradeço a todas e todos meus professores e colegas da escola E.E. Fátima Aparecida Costa Falcon, pois vocês foram as bases para que eu chegasse até a universidade, obrigada.

Agradeço a 13ª turma e a Unesp – Campus experimental de Ourinhos, por proporcionarem o meu amadurecimento em todas as fases de formação e

emancipação do conhecimento, seja ela pessoal, social, intelectual, política e cultural. Aos meus colegas de graduação, em que pude vivenciar as diversas experiências no ambiente acadêmico e durante as aulas, dentre tantas outras coisas que proporcionaram o nosso reconhecimento e identidade enquanto turma, a Loló foi muito feliz durante o período que eu estudei com vocês.

Quero agradecer aos professores por cada correção e aprendizado, aos funcionários e equipe formadora dessa instituição que com muita luta (dos discentes, docentes e servidores), campus experimental de Ourinhos agora é Faculdade de Ciências, Tecnologia e Educação - Câmpus de Ourinhos, obrigada pela recepção e carinho recebido. Em especial ao professor Jonas Teixeira Nery, por ter me apresentado para o que eu mais gosto de fazer, estudar a Climatologia, ao professor Lucas Labigalini Fuini por ter me apresentado o GEMUG – Grupo de estudos de músicas aplicado para o Ensino de Geografia, as diversas ferramentas didáticas para o ensino e educação, ao Edson Luiz Piroli, pelo o apoio e incentivo, ao Paulo Mourão. Agradeço também, o Clerisnaldo (conhecido carinhosamente pelos alunos e professores de “Cléris”).

Agradeço aos meus amigos da Unesp Ourinhos, Cainã Crepaldi (meu corretor textual, Xai), Zen, aos amigos da querida República Sua Tia (A sua Tia sempre me abraça), Gabriel (Zaca), (Cabelinho), Sérgio, João Tosato (Na Nóia), Refúgio, Mongol (O Carinha), Giusepi (“[...] esquerda liberal do Oeste..”), muito obrigada.

Agradeço a Suelen (a dona Susu), pela amizade e companheirismo durante o meu período em Ourinhos, a cada hospedagem cedida em sua casa, ao querido Sérgio (Lafon).

Agradeço aos meus amigos de Presidente Prudente, William Garcia (*my best friend*), pela motivação para que eu chegasse até aqui, pelos conselhos e companheirismo, seja na tristeza ou na alegria, a Camila, o Evandro, a Elizângela (Lilica), a Jéssica (menina do rio), Victor, Karol Ribeiro, Elvis Silva, Ananda (Xuxu), Alex Pecinato, o Júnior Cordeiro e Jhoni Kayahara, muito obrigada.

Um agradecimento mais que especial aos meus amigos da FCT- UNESP, Eilane Ramos, a minha geógrafa preferida e companheira de todas as horas que tive a honra de compartilhar durante a graduação, gratidão Nany, pelo apoio, a cada correção, debates e ensinamentos, ao Jhonata Estevam (meu Mounamor) pelos

nossos oito anos de trocas, conselhos e a amizade (amo tanto), ao Jonatas Diniz, a Paula Novack (Paulete) pelos momentos em que só ela consegue me fazer sorrir em dias de tristeza e na alegria, ao André Félix e meu queridíssimo sambista e talentoso Jean Legroux pelos momentos de trocas, de afeto, de diversão, conselhos e debates, foi muito bom conhecê-los nessa estrada acadêmica, que será da universidade para a vida.

Agradeço aos meus professores da FCT- UNESP por todo ensinamento e dedicação nas disciplinas, a vocês devo minha formação profissional.

Agradeço aos meus companheiros do grupo de pesquisa GAIA, por estarem sempre dispostos a ajudar da melhor forma possível. Gratidão, amigos!

Agradeço aos colegas da LIX turma de Geografia, pelo carinho, sobretudo, aqueles que contribuíram para os debates em sala de aula e sempre se colocaram disponíveis para ajudar uns aos outros.

Agradeço aos momentos de lazer e integração entre os estudantes de Geografia da FCT/UNESP, proporcionados pelos campeonatos de futsal feminino e masculino (Intergeo e Lutas de classes), onde tive a felicidade de criar o time Vulcânicas em 2016, disputando vários campeonatos com algumas vitórias até 2022, depois me integrei no time Abya Yala Esporte e Cerveja (time da pós-graduação), nesse time me integrei em 2022 até os dias atuais.

Agradeço à equipe de servidores e professores do programa de pós graduação em Geografia da FCT/UNESP pela disposição em me ajudar, sempre!

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Luana Novais de Andrade

A cidade

O Sol nasce e ilumina as pedras evoluídas,
Que cresceram com a força de pedreiros suicidas.
Cavaleiros circulam vigiando as pessoas,
Não importa se são ruins, nem importa se são boas.

E a cidade se apresenta centro das ambições,
Para mendigos ou ricos, e outras armações.
Coletivos, automóveis, motos e metrô,
Trabalhadores, patrões, policiais, camelôs.

A cidade não pára, a cidade só cresce
O de cima sobe e o de baixo desce.
A cidade não pára, a cidade só cresce
O de cima sobe e o de baixo desce.

A cidade se encontra prostituída,
Por aqueles que a usaram em busca de saída.
Ilusora de pessoas e outros lugares,
A cidade e sua fama vai além dos mares.

No meio da esperteza internacional,
A cidade até que não está tão mal.
E a situação sempre mais ou menos,
Sempre uns com mais e outros com menos.

A cidade não pára, a cidade só cresce
E de cima sobe e o de baixo desce.
A cidade não pára, a cidade só cresce
O de cima sobe e o de baixo desce.

Eu vou fazer uma embolada, um samba, um maracatu
Tudo bem envenenado, bom pra mim e bom pra tú.
Pra gente sair da lama e enfrentar os urubus. (haha)
Eu vou fazer uma embolada, um samba, um maracatu
Tudo bem envenenado, bom pra mim e bom pra tú.
Pra gente sair da lama e enfrentar os urubus. (ê)

Num dia de Sol, Recife acordou
Com a mesma fedentina do dia anterior.

(Composição: Chico Science/1993).

RESUMO

Essa pesquisa partiu da hipótese de que a ausência de vegetação em áreas urbanas contribui para o aumento da intensidade das ilhas de calor superficiais e, assim, as diferentes classes sociais que vivem nas cidades possuem formas diferentes de se proteger e de se adaptar aos efeitos adversos das altas temperaturas. Desta maneira, os objetivos gerais foram identificar e analisar a intensidade das ilhas de calor de superfície em Ourinhos (SP), cidade de porte médio, considerando-se os diferentes tipos de usos e cobertura da terra, especialmente a densidade de vegetação, no intraurbano e rural próximo em diferentes períodos (estação chuvosa e seca). Para a realização deste trabalho, foi necessário utilizar as geotecnologias, com ênfase no sensoriamento remoto, com o objetivo de produzir mapas de temperaturas superficiais, de Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e de classificar a paisagem por meio das "Zonas Climáticas Locais" (LCZ). Esses recursos permitiram diagnosticar as intensidades das ilhas de calor e o padrão de renda das áreas densamente construídas em comparação com as menos construídas. A precipitação foi considerada um elemento relevante para a caracterização da vegetação intraurbana e de seu entorno próximo, especialmente em relação às ilhas de calor superficiais nos diferentes períodos do ano (seco e chuvoso). Para o tratamento das imagens do satélite *Landsat 8*, sensor *Oli*, foram utilizados os aplicativos *Idrisi Selva* e o *Quantum Gis 2.18*. Também, foram elaborados gráficos de análise rítmica, Monteiro (1971), com a intenção de demonstrar a sucessão dos tipos de tempo antes da obtenção das imagens pelo satélite. Nas análises dos resultados e em conformidade com o objetivo proposto, buscou-se identificar a importância e influência das áreas cobertas por vegetação nas características térmicas da cidade, a fim de demonstrar a intensidade de temperatura entre os alvos do intraurbano e do rural próximo, de modo a caracterizar sua importância no contexto do clima e qualidade ambiental urbana de Ourinhos. Os resultados mostraram que as maiores intensidades das ilhas de calor superficiais no intraurbano e no entorno rural próximo de Ourinhos decorreram das características da cobertura da terra, considerando-se a densidade construtiva, a presença de solo exposto e em bairros de baixa renda. Verificou-se que as ilhas de calor urbanas com maiores intensidades foram identificadas no período chuvoso e, no período seco, houve homogeneização das diferenças das temperaturas urbanas e rurais, devido à presença de solo exposto e pouco desenvolvimento vegetativo.

Palavras-chave: Clima urbano; Ilhas de calor de superfície; Zonas Climáticas Locais (LCZ); Geotecnologias.

ABSTRACT

This research was based on the hypothesis that the lack of vegetation in urban areas contributes to the increase in the intensity of surface heat islands and, therefore, the different social classes living in cities have different ways of protecting themselves and adapting to the adverse effects of high temperatures. Thus, the general objectives were to identify and analyze the intensity of surface heat islands in Ourinhos (SP), a medium-sized city, considering the different types of land use and land cover, especially the density of vegetation, in the intra-urban and nearby rural areas in different periods (rainy and dry seasons). To carry out this work, it was necessary to use geotechnologies, with an emphasis on remote sensing, with the objective of producing maps of surface temperatures, Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and classifying the landscape through "Local Climate Zones" (LCZ). These resources allowed the diagnosis of the intensities of heat islands and the income pattern of densely built areas compared to less built areas. Precipitation was considered a relevant element for the characterization of intra-urban vegetation and its immediate surroundings, especially in relation to surface heat islands in different periods of the year (dry and rainy). The Idrisi Selva and Quantum Gis 2.18 applications were used to process the images from the Landsat 8 satellite, Oli sensor. Also, rhythmic analysis graphs were created, Monteiro (1971), with the intention of demonstrating the succession of weather types before the images were obtained by the satellite. In the analysis of the results and in accordance with the proposed objective, we sought to identify the importance and influence of the areas covered by vegetation on the thermal characteristics of the city, in order to demonstrate the temperature intensity between the intra-urban and nearby rural targets, in order to characterize their importance in the context of the climate and urban environmental quality of Ourinhos. The results showed that the highest intensities of surface heat islands in the intra-urban and rural areas near Ourinhos were due to the characteristics of the land cover, considering the building density, the presence of exposed soil and in low-income neighborhoods. It was found that the urban heat islands with the highest intensities were identified in the rainy season and, in the dry season, there was homogenization of the differences in urban and rural temperatures, due to the presence of exposed soil and little vegetative development.

Keywords: Urban climate; Surface heat islands; Local Climate Zones (LCZ); Geotechnologies.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da área urbana do município de Ourinhos, São Paulo, Brasil.	21
Figura 2 - Esquema de funcionamento do sensoriamento remoto	30
Figura 3 - Ourinhos: localização do Parque Ecológico da Bióloga Tânia Mara Netto Silva, a oeste da malha urbana.	38
Figura 4 - Valores NDVI consagrados na bibliografia para vegetação.	39
Figura 5 - <i>Local Climate Zones</i> de Stewart (LCZ).	41
Figura 6 - Ourinhos: mapa com destaque das áreas com as maiores temperaturas registradas no dia 13/08/2022 às 10h22.....	49
Figura 7 - Imagem do satélite Goes banda 13 à direita e carta de pressão da Marinha do Brasil à esquerda referente ao dia 24 de março de 2019.	51
Figura 8 - Imagem do satélite Goes banda 13 à direita e carta de pressão da Marinha do Brasil à esquerda referente ao dia 15 de agosto de 2019.	55
Figura 9 - Potenciais LCZS em Ourinhos.	57
Figura 10 - Caracterização paisagística da área 1 – LCZ 6.....	58
Figura 11 - Caracterização paisagística da área 2 – LCZ 3.....	59
Figura 12 - Caracterização paisagística da área 3 – LCZ 3.....	60
Figura 13 - Caracterização paisagística da área 4 – LCZ DF.....	60
Figura 14 - Caracterização paisagística da área 4 – LCZ 6.....	61
Figura 15 - Carta de renda da área urbana em Ourinhos.....	64
Figura 16 - Painel síntese com tipologias e materiais construtivos, respostas no período chuvoso e seco da variável térmica e atributos socioeconômicos em A1 até A5.	66

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - População total e urbana no Brasil entre 1940 e 2010.	16
Tabela 2 - População e densidade demográfica do município de Ourinhos-SP, de 1918 a 2010.....	22

LISTA DE PAINÉIS

Painel 1 - Distribuição espacial da intensidade das temperaturas de superfície e NDVI (período chuvoso).	46
Painel 2 - Distribuição espacial da intensidade das temperaturas de superfície e NDVI (período seco).	48
Painel 3 - Distribuição espacial da intensidade das temperaturas de superfície e NDVI, considerando-se as precipitações que antecederam as imagens de satélite no período chuvoso, 24/03/2019.	52
Painel 4 - Distribuição espacial da intensidade das temperaturas de superfície e NDVI, considerando-se as precipitações que antecederam as imagens de satélite no período seco, 15/08/2019.	55

SUMÁRIO

1. Introdução	16
2. Caracterização da área de estudo	21
2.1. Aspectos do meio físico	22
2.2. Aspectos históricos	23
3. O clima urbano e a influência da vegetação nas cidades	26
3.1. Geotecnologias aplicadas para o estudo do clima urbano	29
4. Procedimentos metodológicos	33
4.1. Coleta e processamento dos dados associados aos sistemas atmosféricos	33
4.2. Aquisição e tratamento das imagens do satélite <i>Landsat-8</i> para diagnóstico das temperaturas dos alvos e índice da vegetação em Ourinhos.....	36
4.3. Classificação das potenciais zonas climáticas locais (LCZ).....	40
4.4. Aspectos socioeconômicos (mapa da distribuição de renda).....	42
5. Análise dos resultados.....	44
5.1. Intensidade da temperatura superficial em Ourinhos no período chuvoso.....	44
5.2. Intensidade da temperatura superficial em Ourinhos no período seco.....	47
5.3. A relação entre as potenciais zonas climáticas locais (LCZs) e as ilhas de calor superficiais em Ourinhos-SP	57
5.4. Comparação entre as áreas destacadas que apresentaram maiores temperaturas em relação à distribuição de renda	63
5.5. Proposta de intervenção para diminuir a temperatura nas áreas destacadas com maior temperatura	67
6. Considerações finais.....	69
7. Referências bibliográficas	71

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, os ambientes urbanos apresentaram grande crescimento e adensamento populacional, que consequentemente proporcionaram a expansão territorial para atender as necessidades decorrentes das atividades comerciais, industriais, do desenvolvimento das tecnologias e, também, da transferência da população rural para o ambiente urbano.

Na Tabela 1 apresenta-se a evolução da população urbana no Brasil entre 1940 e 2010. Os dados mostram que a população em áreas urbanas passou de 10.891.000 em 1940 para 160.879.708 em 2010.

Tabela 1 - População Total e Urbana no Brasil entre 1940 e 2010.

Ano	População total	População urbana
1940	41.326.000	10.891.000
1950	51.944.000	18.783.000
1960	70.191.000	31.956.000
1970	93.139.000	52.905.000
1980	119.099.000	82.013.000
1991	150.400.000	115.700.000
2010	190.755.799	160.879.708
2022	203.062.512	-

Fonte: SANTOS, 2008, p. 32, adaptado IBGE, censo 2022.

De acordo com Monteiro (1976), a urbanização é um fenômeno irreversível e a cidade será cada vez mais o habitat da humanidade. Conforme destacou Nunes (2015, p. 14-15), a relação da alteração no ambiente natural resultante do processo de urbanização “tem sido mais veloz do que a dinâmica dos processos físicos, ela contribui fortemente para criar e ampliar os riscos que, em numerosas situações, se transformam desastres”.

Assim, as diferentes intencionalidades na produção do espaço urbano no que se refere ao planejamento ambiental e ao crescimento urbano acelerado têm resultado em modificações na superfície e na geração de um clima urbano específico. Diversos autores têm relatado as alterações no clima local, promovidas nas cidades pelo processo de urbanização (LOMBARDO, 1985; OKE, 1996; PITTON, 1997; AMORIM, 2020), mostrando que as variáveis urbanísticas dos diferentes usos da terra determinam os microclimas dos espaços urbanos na atmosfera local.

As modificações nos elementos do clima na atmosfera local são consequências da impermeabilização da superfície, das diferentes características e densidades dos materiais construtivos, maior rugosidade da paisagem urbana, entre outras (AMORIM, 2020). Essas modificações elevam a temperatura no intraurbano em relação ao entorno rural e geram efeitos negativos que são sentidos pela fauna, flora, e principalmente pela população, sobretudo, as pessoas que fazem parte do grupo de risco (idosos, crianças, gestantes, cardíacos, asmáticos, entre outros).

Exemplo disso foi evidenciado por Ribeiro *et al.* (2016, p. 68), quando mostrou que “O *Center for Diseases Control and Prevention - Centro de Controle e Prevenção de Doenças (CDC)* registrou que no período de 1979 a 2003, a exposição ao calor excessivo contribuiu para 3.442 mortes prematuras nos Estados Unidos (CDC, 2016).”

No Brasil, Santos (2023), apresentou em sua dissertação de mestrado dados de mortalidade durante ondas de calor em todas regiões do Brasil, entre 2000 a 2019, foi identificado um total de 9.946.817 óbitos. A autora aponta que desses óbitos “2.903.518 (29%) correspondem à mortalidade de idosos (indivíduos com 65 anos ou mais) e 2.094.639 (21%) foram atribuídos a doenças cardiopulmonares” (p. 46).

Esses dados mostram a necessidade de procurar meios para diminuir e proteger as pessoas das altas temperaturas nas cidades. Segundo Mendonça (2000, p. 167), “o clima urbano é derivado da alteração da paisagem natural e da sua substituição por um ambiente construído, palco de intensas atividades humanas”.

Assim, a geração das ilhas de calor superficiais são exemplos das alterações causadas pelo ser humano na superfície que repercutem na atmosfera local.

[...] as ilhas de calor são formadas em áreas urbanas e suburbanas porque muitos dos materiais de construção comuns absorvem e retêm mais calor do sol do que materiais naturais em áreas rurais menos urbanizadas. Existem duas razões principais para esse aquecimento. A primeira é que a maior parte dos materiais de construção é impermeável e estanque, e por essa razão não há umidade disponível para dissipar o calor. A segunda é que a combinação de materiais escuros de edifícios e pavimentos com configuração tipo cânion absorve e armazena mais energia solar (GARTLAND, 2010, p. 9).

Segundo Amorim (2020), existem três tipos de ilhas de calor urbanas classificadas de acordo com a camada onde são encontradas:

1 - a ilha de calor superficial, diagnosticada por meio do sensoriamento remoto; 2 - a ilha de calor atmosférica inferior, que Oke (1978) denominou *urban canopy layer*, compreendida entre o nível do solo e o nível médio dos telhados; 3 - a ilha de calor da atmosfera urbana superior, denominada, segundo Oke (1978), por *urban boundary layer*. Esta se sobrepõe à anterior e se estende por vezes até a atmosfera livre (AMORIM, 2020, p. 41).

A literatura também aponta a existência da ilha de calor subsuperficial (*subsurface urban heat island*), que, de acordo com os estudos de Oke *et al.* (2017), refere-se às diferenças nos padrões de temperatura subsuperficial entre o ambiente urbano e o rural, ou seja, entre o subsolo localizado sob a superfície da cidade e o subsolo das áreas rurais.

Para Monteiro (1976, p. 116) “o clima urbano é um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização”. Desse modo, o clima urbano se manifesta na interação entre a atmosfera local e a superfície dos espaços construídos, refletindo uma dinâmica múltipla de influência que está atrelada às características físicas do ambiente estudado e aos processos sociais e políticos envolvidos no processo de ocupação e uso da terra nas cidades.

A detecção de ilhas de calor no ambiente urbano pode subsidiar o planejamento urbano, na medida em que a elevação da temperatura provoca o estabelecimento de zonas de menor pressão que por sua vez, facilita a movimentação do ar em direção aos pontos mais quentes e consequentemente, o transporte de poluentes para essas áreas (Amorim, 2005, p. 68).

Especialmente nas cidades de pequeno e médio, como aponta Mendonça (2003), a amenização dos problemas ambientais urbanos ainda é possível, pois:

As cidades de porte médio e pequeno possuem então características geográficas bastante diferenciadas daquelas de grande porte e metropolitanas, e apresentam, portanto, consideráveis facilidades para a identificação de suas paisagens intraurbanas; estas, previamente identificadas, permitirão uma melhor compreensão da interação sociedade natureza na construção do clima urbano. (MENDONÇA, 2003, p. 96).

Com isso, a presente pesquisa teve como objetivo identificar e analisar a intensidade das ilhas de calor de superfície em Ourinhos (SP), cidade de porte médio, considerando-se os diferentes tipos de usos e cobertura da terra, especialmente a densidade de vegetação, no intraurbano e rural próximo em diferentes períodos do ano (estação chuvosa e seca). Buscou-se apontar as particularidades dos diferentes tipos de construções somados à falta de vegetação

arbórea no ambiente urbano, para identificar as áreas com as temperaturas superficiais mais elevadas e associá-las com o uso da terra em seu entorno.

O período escolhido para a realização da análise entre 2018 e 2020 ocorreu no sentido de dar continuidade aos estudos relacionados ao clima urbano em Ourinhos: Nava, Souza e Nery (2010), Carfan (2011), Souza (2013), Bento, Basso e Nery (2017), visando trazer contribuições sobre os impactos socioambientais, decorrentes das altas temperaturas e falta de vegetação pela ocupação e uso da terra.

Portanto, esta proposta de mestrado foi elaborada como uma contribuição aos estudos que abordam os problemas ambientais urbanos. O objetivo geral foi analisar a intensidade das ilhas de calor de superfície em Ourinhos (SP), cidade de porte médio, considerando os diferentes tipos de uso e cobertura da terra em distintos períodos (chuvoso e seco).

Para alcançar o objetivo geral do trabalho, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- Identificar os sistemas atmosféricos atuantes nos períodos que antecederam à tomada das imagens de satélite disponíveis e sem cobertura de nuvens, no período de 2018 a 2020, para verificar a interferência das características do tempo na densidade de vegetação e na geração das ilhas de calor superficiais;
- Analisar a densidade da vegetação intraurbana e do rural próximo durante as estações seca e chuvosa;
- Realizar uma classificação das paisagens urbana e rural do entorno da malha urbana em Ourinhos/SP;
- Relacionar as características da intensidade de temperatura dos alvos, comparando áreas com maior e menor temperatura;
- Analisar e relacionar os fatores explicativos do ponto de vista social, com foco nos atributos socioeconômicos, considerando as áreas com as maiores temperaturas registradas;
- Contribuir com sugestões e fornecer subsídios para minimizar os problemas relacionados às temperaturas elevadas, promovendo a melhoria da qualidade de vida e do ordenamento territorial.

Diante do exposto, torna-se de extrema relevância o estudo das alterações das temperaturas de superfície que influenciam no conforto térmico das

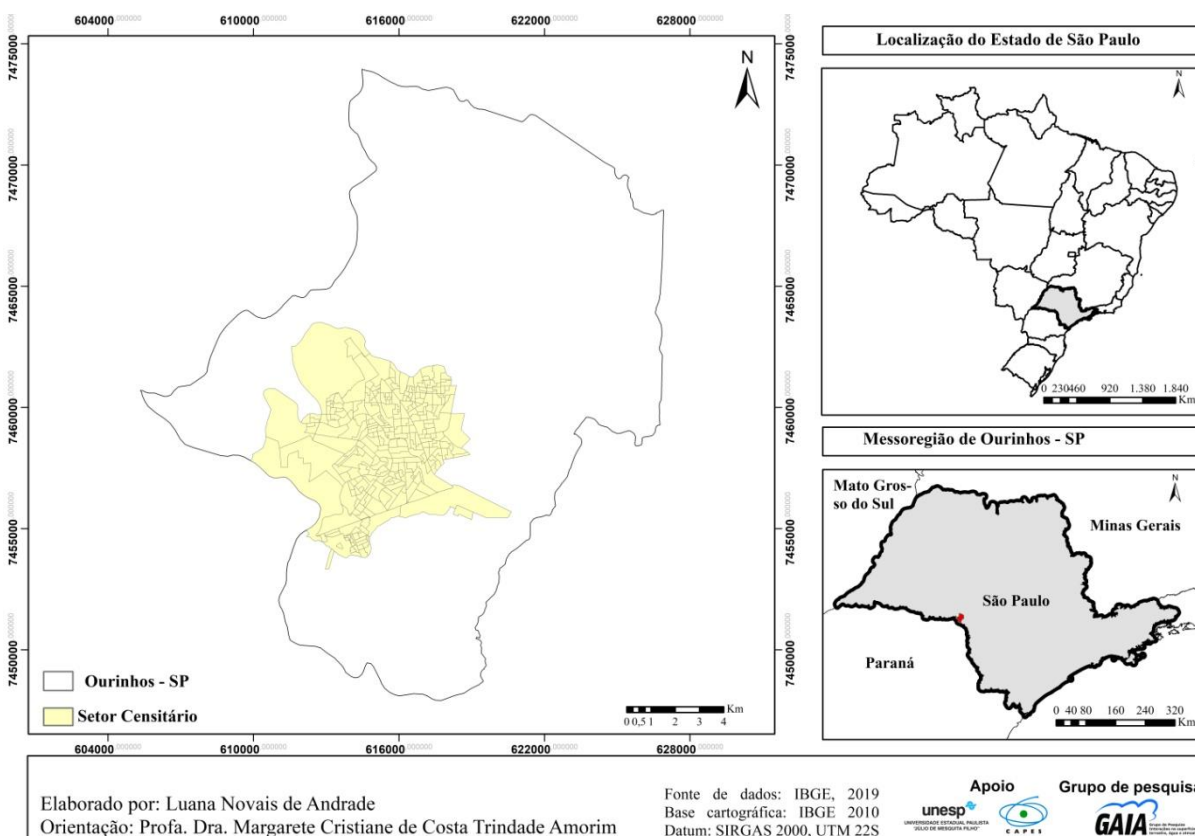
populações na cidade de Ourinhos-SP. Dessa forma, considerando os diferentes bairros e suas formas de ocupação e uso da terra, foi possível diagnosticar as diferenças na distribuição espacial das temperaturas dos alvos. Esse diagnóstico permitiu identificá-las e compreendê-las, com o objetivo de propor e contribuir com possíveis ações mitigatórias, especialmente voltadas para a população residente nos bairros mais carentes.

2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Nesse item é apresentada uma caracterização da área de estudo, destacando fatos históricos da urbanização de Ourinhos, como também aspectos do sítio urbano e características do meio físico.

Ourinhos está localizada a Oeste do Estado de São Paulo com as seguintes coordenadas geográficas: 22° 58' 44" de latitude Sul e 49° 52' 14" de longitude Oeste (Figura 1). Possui área de 295,818 km² e população estimada 115.139 habitantes, sendo sua densidade demográfica de 347,78 hab/km² segundo o censo do IBGE (2021).

Figura 1 - Localização da área urbana do município de Ourinhos, São Paulo, Brasil.



Org.: Luana Novais de Andrade, 2022.

Comparando-se os dados da população entre 1918 a 2022 verifica-se o aumento expressivo da população e consequentemente da densidade demográfica (Tabela 2).

Tabela 2 - População e densidade demográfica do município de Ourinhos-SP, de 1918 a 2010.

Ano	População	Densidade demográfica
1918	4.273	15,15 hab/km ²
1950	21.085	74,77 hab/km ²
1970	49 221	174,44 hab/km ²
1980	59 738	211,84 hab/km ²
1991	76 923	272,78 hab/km ²
2000	93 868	332,87 hab/km ²
2007	98.868	333,78 hab/km ²
2010	103 035	347,78 hab/km ²
2022	103.970	351,47 hab/km ²

Fonte: Prefeitura Municipal de Ourinhos Secretaria das Administrações, 1918, 1950, 1970, 1980, 1991 e 2000. IBGE, censo 2010 e 2020.

2.1 ASPECTOS DO MEIO FÍSICO

Segundo Ross e Moroz (1997), o município de Ourinhos está situado no Planalto Ocidental Paulista, possui relevo plano de solos férteis. Além de ter potencial hídrico, pois é banhado por três rios principais, situado na 17ª Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo/SP, denominado Médio Paranapanema (UGHI –MP).

O Rio Paranapanema é o principal, que separa Ourinhos da cidade de Jacarezinho localizada no estado do Paraná, ao Sul. O segundo é o Rio Pardo, afluente do Paranapanema o qual se impõe como barreira à expansão da área urbana do município, ao Leste e ao Norte, quando faz a curva em direção ao Paranapanema, dividindo o município em duas partes. O terceiro, Rio Turvo, corta a parte leste do município no sentido Leste-Oeste (Boscariol, 2008).

De acordo com o mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo Ross e Moroz (1997), o município de Ourinhos encontra-se na Unidade Morfoescultural do Planalto Centro Ocidental. O Planalto Centro Ocidental ocupa a maior parte da Unidade Morfoestrutural da Bacia Sedimentar do Paraná. Por localizar-se no Planalto Centro Ocidental, a região de Ourinhos apresenta formas de relevo predominantemente denudacionais; cujos modelos dominantes são colinas amplas e

baixas, com topos convexos (Dc).

Segundo Zacharias (2006), a geomorfologia de Ourinhos é caracterizada por duas unidades geomorfológicas: interflúvios amplos e extensos e interflúvios médios a alongados.

De acordo com o trabalho desenvolvido por Ross e Moroz (1997), eles identificaram e elaboraram o mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo, nesse mapa verifica-se que as formas das colinas da região de Ourinhos são classificadas como Dc11; assim, os entalhamentos médios de seus vales são inferiores a 20 metros e as dimensões interfluviais médias que predominam estão entre 1.750 e 3.750 m. Suas altimetrias variam entre 300 e 600 m e as declividades dominantes são de 10% a 20%.

Ainda segundo o Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo realizados pelos professores Ross e Moroz (1997), a litologia do Planalto Centro Ocidental é constituída basicamente por arenitos com lentes de siltitos e por argilitos. Assim, os solos dominantes na área são: Latossolo Vermelho-Amarelo e Argissolo (mais frequente nas vertentes mais inclinadas); ambos com textura média à arenosa. Podem apresentar também os seguintes solos com maior fragilidade potencial: Latossolo Vermelho, Latossolo Vermelho-escuro argiloso e Latossolo Vermelho-amarelo argiloso.

Segundo a reclassificação dos climas no Brasil, Dubreuil *et al.* (2018), com base na classificação de Köppen, considerou que a região em que Ourinhos está inserida, possui o tipo Aw, (com chuva no verão e estação seca no inverno). Segundo Carfan (2011):

[...] entre os meses de maio a julho, destacam-se os sistemas frontais provenientes do extremo Sul da América do Sul, o que provoca declínio da temperatura e baixa umidade. Já nos meses entre setembro e março, tem-se a elevação da temperatura e da evapotranspiração graças ao aumento da radiação solar no Hemisfério Sul (Carfan, 2011, p. 30).

Assim, as cidades situadas em zonas tropicais, como Ourinhos, enfrentam desafios relacionados ao calor intenso. Essa condição aumenta a vulnerabilidade das populações de baixa renda que vivem em áreas urbanas com altas temperatura.

2.2 ASPECTOS HISTÓRICOS

A fundação de Ourinhos ocorreu em 1918. Segundo Dias (2014), a estrada E. F. Sorocabana foi importante para a expansão cafeeira que impulsionou e deu origem ao município de Ourinhos:

O núcleo urbano inicial de Ourinhos desenvolveu-se ao norte da E.F. Sorocabana, local denominado pela população e pelos autores da história da cidade, como “abaixo da linha”. O primeiro bairro da cidade era a Barra Funda onde moravam todos os habitantes urbanos até aproximadamente 1918, embora houvesse um pequeno povoado chamado Vila Odilon. A Barra Funda recebeu posteriormente o nome de Vila Nova, apesar de ser ainda conhecida pelo nome original. A população total em 1920 era 4.273 habitantes (Dias, 2014, p. 48).

Dias (2014), apresentou a divisão espacial que ocorreu nesse período a partir dos trilhos da ferrovia Sorocabana:

[...] a ação da E. F. Sorocabana acabou por dividir a cidade em duas partes: a parte ao sul da ferrovia, denominada “acima da linha”, tornou-se desenvolvida onde estabeleceu-se o comércio principal, residências de melhor qualidade, bancos e a administração municipal; a parcela ao norte da ferrovia, denominada “abaixo da linha” tornou-se área da população de baixo poder aquisitivo, com poucos estabelecimentos comerciais e muitas residências de madeira (Dias, 2014, p. 48).

O motivo para a valorização das terras foi devido a sua localização. Dias (2014, p. 48), afirma que “em 1912 as terras urbanas mais valorizadas estavam na área “acima da linha” enquanto a área “abaixo da linha” apresentava menor valor imobiliário”.

[...] na gestão do prefeito José Galvão (1926-1930) realizou-se as primeiras medidas quanto à infraestrutura de Ourinhos, implantando emplacamento das ruas, calçamento de ruas do centro da cidade, colocando pedregulhos e sarjetas, além de iniciar o abastecimento de água, mesmo que precário. Apenas a Rua Pará, que concentrava estabelecimentos comerciais e estava localizada na parte “abaixo da linha” recebeu as mesmas benfeitorias que a parte “acima da linha”. Essas informações confirmam a infraestrutura deficitária na parte “abaixo da linha” em detrimento da parte “acima da linha”, ratificando a segregação socioespacial (Dias, 2014, p. 48).

Anos depois com a produção do espaço urbano, Silveira (2011), analisou que Ourinhos-SP, viveu três períodos:

O primeiro, de 1908 até 1940, é relativo aos primeiros anos da cidade, quando as fronteiras entre o público e o privado não eram tão claras. Nesse momento, o processo de produção do espaço era feito praticamente pelo proprietário de terras, que realizava as etapas necessárias para a transformação do solo rural em solo urbano, exercendo o papel de quase todos os agentes sociais produtores do espaço urbano definidos por Corrêa (2005). O segundo período, que se inicia entre 1940 e 1960 e se estende até a década de 1980, é de dinamismo e de desenvolvimento das formas de

produção e de consumo de moradias, envolto em um contexto mais amplo de modernizações de diversos setores da sociedade brasileira, com vistas a atender às novas necessidades impostas pela expansão e pela evolução do capitalismo nacional e internacional. Com isso, surgem os diversos agentes responsáveis pela produção do espaço (incorporadoras, imobiliárias, Estado, etc.), exercendo o Estado um papel fundamental na viabilização do processo de modernização da habitação e do setor de construção civil. O terceiro e último momento está relacionado com a liberalização da economia e com uma nova (re)estruturação da produção e do consumo, que passa a adotar padrões de produção mais flexíveis para o atendimento das variadas demandas, com a diminuição da produção de imóveis para as populações excluídas e com a expansão de produtos imobiliários para os grupos de renda mais elevada da população (loteamentos fechados, apartamentos, casas de veraneio, etc.) (Silveira, 2011, p. 60).

O avanço do mercado imobiliário em Ourinhos só ocorreu a partir de 1940. A partir do desenvolvimento do modo capitalista em todo o país, na cidade de Ourinhos não foi diferente:

Seu desenvolvimento e destaque regional foram influenciados por sua posição na rede de transportes regional, que lhe proporcionou destaque em relação aos seus municípios vizinhos. A centralização do fluxo regional, tanto de cargas como de passageiros, propiciou uma rápida evolução econômica do município, dinamizando as atividades primordialmente urbanas (comércio e serviços). Com o desenvolvimento da rede de transporte rodoviário, esta centralização se intensifica, o que, conjuntamente com o desenvolvimento econômico de sua população, permite o aparecimento de formas mais modernas de comércio e de serviço, acentuando ainda mais esta dinâmica (Silveira, 2011, p. 66).

Assim, “Ourinhos tornou-se uma área de influência e referência para as cidades vizinhas em alguns setores, tais como comércio, saúde e educação” (Silveira, 2011, p. 63). Contudo, Silveira (2011), também apresenta dados mostrando a centralidade pela influência que Ourinhos tornou pela sua localização e região geográfica.

[...] esbarra em algumas cidades médias e pequenas com certa influência regional e, consecutivamente, suas áreas de influência (cidades médias, como Marília/SP, Bauru/SP, Presidente Prudente/SP, Londrina/SP e Ponta Grossa/PR e cidades pequenas, como Avaré/SP, Assis/SP e Castro/PR) (Silveira, 2011, p. 66).

Silveira (2011, p. 23) afirma que

é comum uma sobreposição de influências entre as atividades econômicas destes espaços, inclusive devido à falta de especializações econômicas da cidade de Ourinhos/SP, o que faz com que esta se torne área de influência de alguns espaços, como Bauru/SP, Marília/SP e Londrina/PR.

Identificamos que a centralidade é visivelmente ressaltada pelo nível de urbanização, isto é, quanto maior for o nível de urbanização do município, maior será a centralidade por ele exercida. O nível de urbanização, por sua

vez, pode ser compreendido quando verificamos o crescimento demográfico e territorial do município de Ourinhos/SP nas áreas centrais da cidade. Assim, podemos ter noção de quanto é atrativo o centro para a população municipal e regional, que é motivada a percorrer e a consumir este centro. Este é, ao mesmo tempo, articulado e independente do resto da região (Silveira, 2011, p. 30).

Dessa maneira, a presente pesquisa torna-se relevante por ter adotado Ourinhos como recorte espacial de análise, porque é uma cidade que apresenta temperaturas elevadas em diferentes períodos do ano. Com os objetivos dessa pesquisa, pretende-se contribuir para o planejamento visando promover políticas públicas para o desenvolvimento de áreas verdes e espaços públicos com vegetação arbórea e garantir infraestruturas para a população se proteger das altas temperaturas.

3 O CLIMA URBANO E A INFLUÊNCIA DA VEGETAÇÃO NAS CIDADES

A produção do clima urbano está diretamente relacionado às atividades do ser humano. Segundo Lombardo (1997), essas atividades relacionadas a heterogeneidade de funções e áreas construídas na cidade torna, segundo Albuquerque e Lopes (2016, p. 40), “um fator modificador do clima regional, definindo condições do clima local.”

Essas modificações, de acordo com Amorim (2000):

[...] são provocadas pela retirada da vegetação original, pelo aumento da circulação de veículos e pessoas, impermeabilização generalizada do solo, mudanças no relevo, concentração de edificações, canalização de córregos, além do lançamento de partículas e gases poluentes na atmosfera (Amorim, 2000, p. 18).

Nesta perspectiva, em estudo realizado na cidade de João Pessoa, Paraíba:

percebeu-se que a temperatura da superfície é maior em áreas densamente urbanizadas, onde há predomínio de concreto e solo exposto, e menor em regiões onde há certa quantidade de vegetação e áreas menos adensadas. Contudo, considera-se que o período sazonal em que as imagens estão inseridas tenha contribuído para os resultados obtidos (Souza, Silva e Silva, 2016, p. 35).

Desta maneira, um dos fatores que está relacionado à formação de ilhas de calor, segundo Gartland (2010), diz respeito aos materiais de construção impermeáveis, que dificultam a dissipação do calor do sol, devido à baixa umidade.

Barros e Lombardo (2016), ao estudarem a ilha de calor na metrópole

paulista, considerando a cobertura da terra, verificaram que:

A presença baixa ou a total ausência de vegetação apresentou-se como a principal causa da distribuição espacial e da intensidade da ilha de calor urbana. Quanto ao uso do solo, a variável que estabeleceu melhor relação espacial com o fenômeno foi o de armazéns/indústria, comércio e serviços, ou seja, a abundância de asfalto, concreto e telhados de zinco, amianto e alumínio desses ambientes ensejam maior propagação e armazenamento de calor, o que aumenta a diferença de temperatura da superfície em mais de 8°C com relação aos ambientes rurais (Barros e Lombardo, 2016, p. 175).

Desse modo, verifica-se a importância da vegetação arbórea em vias públicas, nas áreas verdes e nos parques urbanos, pois fornecem sombra, e com a umidade das folhas das árvores, refrescam o ambiente e diminuem a temperatura.

Como abordado por Cavalheiro e Nucci (1998, p. 279), “as áreas densamente construídas, impermeabilizadas e com pouca vegetação são as que apresentam as mais altas temperaturas e baixa umidade”.

Segundo Coccozza; Lira e Silva (2017, p. 222),

as árvores nos proporcionam sombra, barram os ventos fortes, limpam o ar poluído, amenizam as temperaturas e enquadram vistas [...] podem ser usadas para proteger o solo da erosão, absorver o excesso de água que escoar durante as tempestades ou retirar contaminantes do solo.

Além disso, as áreas verdes públicas e os parques urbanos são essenciais para a qualidade de vida e ambiental das cidades. O Quadro 1 sintetiza os benefícios da influência positiva da vegetação sobre a dinâmica das cidades.

Quadro 1 - Funções da vegetação no contexto das cidades.

COMPOSIÇÃO ATMOSFÉRICA	➤ Ação purificadora por fixação de poeiras e materiais residuais; ➤ Ação purificadora por depuração bacteriana e de outros micro-organismos; ➤ Ação purificadora por reciclagem de gases através de mecanismos fotossintéticos; ➤ Ação purificadora por fixação de gases tóxicos.
EQUILÍBRIO ENTRE SOLO, CLIMA E VEGETAÇÃO	➤ Luminosidade e temperatura (a vegetação ao filtrar a radiação solar, suaviza as temperaturas extremas);

	➤ Umidade e temperatura (a vegetação contribui para conservar a umidade do solo, atenuando sua temperatura); ➤ Redução na velocidade do vento; ➤ Manutenção das propriedades do solo de permeabilidade e fertilidade; ➤ Oferta de abrigo à fauna existente; ➤ Influência sobre o balanço hídrico.
NÍVEIS DE RUÍDO	➤ Amortecimento dos ruídos de fundo sonoro contínuo e descontínuo de caráter estridente, ocorrentes nas grandes cidades.
ESTÉTICO	➤ Quebra da monotonia da paisagem das cidades, causada pelos grandes complexos de edificações; ➤ Valorização visual e ornamental do espaço urbano; ➤ Caracterização e sinalização de espaços, constituindo-se em um elemento de interação entre as atividades humanas e o meio ambiente.

Fonte: Di Clemente (2009). Disponível em: <https://livros01.livrosgratis.com.br/cp134515.pdf>.

Por isso, pode-se afirmar que a arborização se torna essencial na relação sociedade e natureza em busca da promoção da qualidade ambiental nas cidades.

Dacanal; Labaki e Silva (2010, p. 116) afirmam que “o elemento vegetação aparece como parte integrante do projeto urbano, reconhecendo-se sua importância na alteração das condições microclimáticas e, conseqüentemente, no desempenho térmico das construções”.

Shinzato (2009, p. 30), na sua dissertação mostrou os benefícios da vegetação de acordo com quatro aspectos:

➤ **1. Influência sobre os aspectos climáticos:** melhoria do microclima entre os edifícios, em relação à qualidade do ar, sombreamento nos climas quentes, proteção aos ventos no inverno e contribuição para orientar a ventilação natural.

➤ **2. Influência sobre os aspectos ecológicos relacionados à água:** contribuição no controle de enchentes, proteção contra a erosão do solo, ajuda na retenção e absorção das águas da chuva. Serve também como base para implantar a infraestrutura dos sistemas públicos de água e esgoto.

➤ **3. Influência sobre os aspectos da vida humana:** utilização em lugares como *playground*, áreas de esportes e recreação para criar um ambiente agradável, facilitando o encontro das pessoas. Cria caminhos de passagem para pedestres e determina a divisão de áreas com usos diferenciados. Ajuda na recuperação de pacientes em hospitais e na diminuição dos índices de violência, além de valorizar imóveis próximos às áreas verdes.

➤ **4. Influência sobre os aspectos relacionados à fauna:** habitat, diversidade e proteção natural da fauna.

Desta maneira, nos estudos apresentados pela Abreu (2008, p. 143) “constatou que a radiação solar atenuada pelas árvores é capaz de reduzir a temperatura do ar e de globo dos ambientes externos; indiretamente, a evapotranspiração da vegetação é responsável pela umidificação local”.

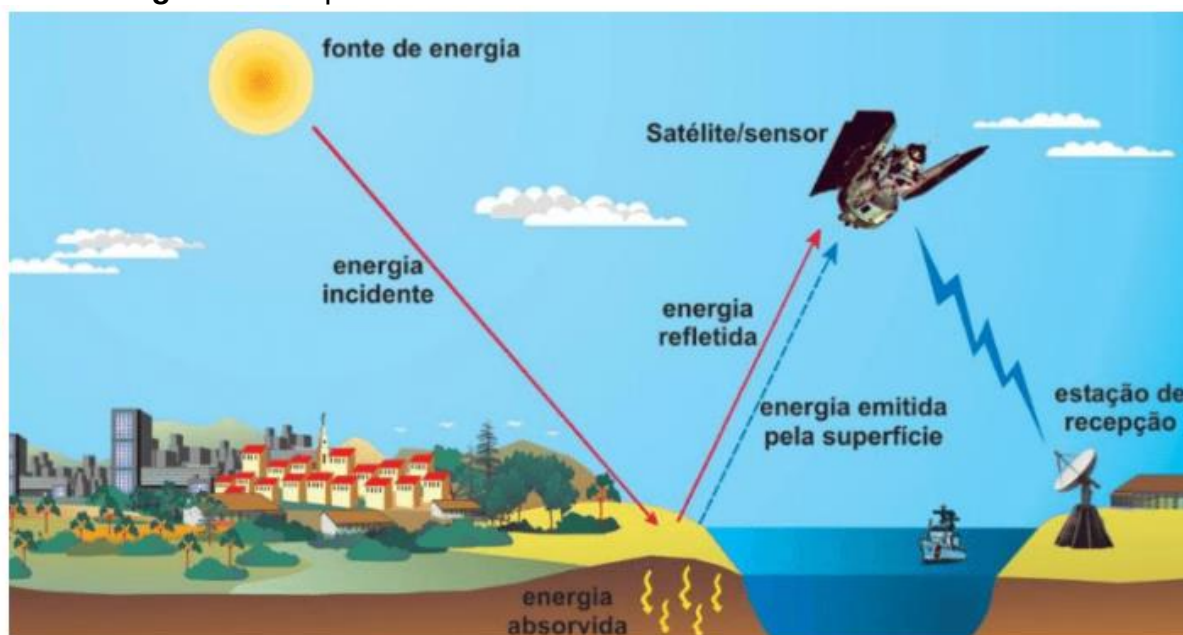
3.1 GEOTECNOLOGIAS APLICADAS PARA O ESTUDO DO CLIMA URBANO

A carência de uma rede de estações meteorológicas que possam fornecer dados em áreas extensas, somado a dificuldade de acesso aos dados de temperatura do ar, fez com que o sensoriamento remoto passasse a ser bastante utilizado nos estudos do clima urbano, na identificação e análise do fenômeno de ilhas de calor superficiais.

O sensoriamento remoto, segundo Gartland (2010, p. 41), “pode ser aplicado para medir as temperaturas e outras características de superfícies, como por exemplo, coberturas, pavimentos, vegetação e solo nu, por meio da medição de energia refletida e emitida a partir deles”.

A energia eletromagnética ao entrar em contato com a superfície varia de forma refletida, absorvida ou transmitida, dependendo das propriedades do material constituinte do objeto (Figura 2).

Figura 2 - Esquema de funcionamento do Sensoriamento Remoto.



Fonte: <http://parquedaciencia.blogspot.com.br/2013/07/como-funciona-e-para-que-serveo.html>. Acessado em 2023.

Segundo a definição de Jensen (2009):

O sensoriamento remoto pode ser definido como a “[...] medida e a aquisição de informação de alguma propriedade de um objeto ou fenômeno, por meio de um dispositivo de gravação, o qual não está em contato físico ou íntimo com o objeto ou fenômeno sob estudo” (Colwell, 1983, apud Jensen, 2009, p. 3).

De acordo com Fialho (2012, p. 7), para se obter a temperatura de desenvolvida se refere ao estabelecimento de fato de uma determinada superfície, a partir da critérios para definição do uso da terra, a fim de termografia infravermelha, é preciso estimar as emissividades para cada objeto imageado.

[...] objetos que têm temperatura acima de zero absoluto (0 K) emitem energia eletromagnética. Assim, todas as feições que encontramos cotidianamente na paisagem (ex.: vegetação, solo, rocha, água e pessoas) emitem radiação infravermelha termal 3,0 a 14 m do espectro (JENSEN, 2009, p. 251).

O processamento digital de imagens de satélite objetiva fornecer ferramentas para facilitar a identificação e a extração de informações equações contidas nas imagens de satélites, para posterior interpretação e cálculos das equações por meio do uso dos SIG (Sistemas de Informações Geográficas).

Segundo Rocha (2000):

o SIG é um sistema com capacidade para aquisição, armazenamento, tratamento, integração, processamento, recuperação, transformação, manipulação, modelagem, atualização, análise e exibição de informações digitais georreferenciadas, topologicamente estruturadas associadas ou não a um banco de dados alfanuméricos. (ROCHA, 2000, p. 220)

Os sensores remotos somados ao SIG e o geoprocessamento, são ferramentas destinadas aos processos da geoinformação e geotecnologia. Essas ferramentas permitem tratar dados da cobertura espacial dos objetos e extrair informações desses objetos de acordo com cada resposta espectral.

Câmara e Davis (2000) asseguram que:

[...] o termo Geoprocessamento denota a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica e que vem influenciando de maneira crescente as áreas de Cartografia, Análise de Recursos Naturais, Transportes, Comunicações, Energia, Planejamento Urbano e Regional (Câmara e Davis, 2000, p. 1).

Diversos autores estudaram por meio dos dados orbitais obtidos pelos sensores remotos a estrutura termal da superfície urbana, comparando-a com a ocupação e cobertura da terra (Oke, 1995; Voogt e Oke, 2003; Coltri, 2006; JENSEN, 2009; Amorim, 2017; Andrade e Amorim, 2023).

No Brasil, Lombardo (1985), foi a pioneira a utilizar o sensoriamento remoto aplicado ao mapeamento termal para estudar o clima urbano. Em sua tese intitulada “Ilhas de calor nas metrópoles”, ela diagnosticou as ilhas de calor superficiais na região metropolitana de São Paulo, utilizando as imagens da banda termal (banda 6) do sensor TM a bordo do satélite Landsat 5, com resolução espacial de 120 metros, e do sensor AVHRR - *Advanced Very High Resolution Radiometer*, do satélite NOAA, com 1 km de resolução.

Nesse trabalho, Lombardo identificou que na área central de São Paulo, nas zonas leste e sudeste, na marginal do Tietê e em Santo Amaro, registaram-se as maiores temperaturas (33°C). As menores temperaturas foram diagnosticadas no Parque do Estado e na serra da Cantareira (23 e 24°C).

Nascimento e Oliveira (2011, p. 118), apresentam a importância do sensoriamento remoto afirmando que “a evolução tecnológica possibilitou um maior emprego de dados orbitais obtidos em estudos sobre as características térmicas superficiais, por diferentes sensores remotos, como, por exemplo, os sensores TM e ETM+, ambos dos satélites da série Landsat”.

O Landsat 5, utilizado por Lombardo foi lançado em 1984 e funcionou até 2013. Em 2013, foi lançado o oitavo satélite do grupo com dois novos sensores a bordo, o *Operational Land Imager* – OLI e o *Thermal Infrared Sensor* – TIRS. Ambos os sensores trouxeram inovação, por exemplo, o sensor OLI inovou a banda do ultra-azul e a resolução radiométrica em 16 bits.

Borges e Batista (2020) analisaram a formação de ilhas de calor superficiais comparando com os índices de vegetação por diferença normalizada (NDVI) nas cidades de Londrina e Maringá, no estado do Paraná. Os resultados da pesquisa revelaram que Londrina apresentou índices de NDVI mais baixo, e intensidade de temperaturas de superfície mais elevadas em comparação com Maringá, apontando uma menor densidade de vegetação e maior formação de ilhas de calor superficiais em Londrina.

Diante do exposto, a utilização das Geotecnologias nesse trabalho foi extremamente importante no processo de aquisição de dados, nas análises e interpretações da intensidade das Ilhas de calor superficiais e os índices de vegetação, sobre diferentes tipos de ocupação e usos da terra. Considerando-se os tipos de materiais e construção, foi possível examinar as características da superfície urbana e maior detalhamento espacial das temperaturas da superfície de Ourinhos-SP.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

No presente trabalho, o estudo das características construídas no espaço urbano relacionado à intensidade das ilhas de calor superficiais e à espacialização da vegetação em Ourinhos baseia-se na proposta teórico-metodológica de Monteiro (1976) do Sistema Clima Urbano – SCU, e no sistema de classificação da paisagem de Stewart e Oke, (2009) denominado “*Local Climate Zones*” (LZC), ou zonas climáticas locais, e também na proposta de índice de vegetação de Rouse (1973) NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada).

O SCU é um sistema que considera a inter-relação dos elementos da natureza e da sociedade. Tendo em vista essas propostas metodológicas, os procedimentos de estudo para esta pesquisa consistiram, em um primeiro momento, na revisão baseada no referencial teórico no que tange a temática sobre o clima urbano e a influência da vegetação nas cidades no âmbito local, nacional e internacional.

Nos próximos subítens serão apresentados os detalhamentos dos procedimentos para o atendimento dos objetivos da pesquisa.

4.1 COLETA E PROCESSAMENTO DOS DADOS ASSOCIADOS AOS SISTEMAS ATMOSFÉRICOS

Para a identificação dos sistemas atmosféricos no período de estudo, foram utilizados os dados da estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), estação A716, localizada nas coordenadas: 22°95'S e 49°89'W, além das imagens do satélite meteorológico GOES, disponibilizados pelo CPTEC/INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais e as cartas sinóticas de superfície disponibilizadas pela Marinha do Brasil.

Os dados foram organizados para a construção dos gráficos de análise rítmica, conforme a proposta de Monteiro (1971). Essa proposta permite a análise da variação diária dos elementos do clima, segundo os mecanismos da circulação atmosférica regional e identificação dos sistemas atmosféricos atuantes nos períodos que antecederam à tomada das imagens de satélite utilizadas neste trabalho, que resultam nas características do tempo atmosférico responsáveis pela ocorrência de precipitação e desenvolvimento da cobertura vegetal, com o objetivo

de diagnosticar sob quais sistemas atmosféricos se apresentaram no período chuvoso e seco.

O gráfico de análise rítmica é a representação de dados dos elementos básicos do clima, sendo eles: os dados diários de temperatura (máximas e mínimas, em grau Celsius); de precipitação (o total acumulado no dia, em milímetros); de umidade relativa do ar (em porcentagem); de pressão atmosférica (às nove horas de cada dia, em hectopascal) e de velocidade e direção do vento (em metros por segundo); e os sistemas atmosféricos atuantes, de maneira a considerar a dinâmica da circulação regional da atmosfera organizadora dos tipos de tempo (Monteiro, 1971).

Em complementação aos dados para análise rítmica dos gráficos, a carta sinótica disponibilizadas no site CPTEC - Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos, ajudam na caracterização dos sistemas atmosféricos.

A visualização desses encadeamentos atmosféricos depende, basicamente, das respostas locais colhidas nas variações diárias e horárias dos elementos do clima (medições em superfície: estações e postos meteorológicos), nas cartas sinóticas do tempo (pressões reduzidas ao nível do mar e, se necessário, as dos principais níveis isobáricos) e nas imagens fornecidas por satélites meteorológicos. No entanto, interpretar e conjugar toda essa gama de informações, e, a partir daí, vislumbrar o ritmo de sucessão das massas de ar e dos tipos de tempo, isto é, a própria dinâmica atmosférica, é uma ação de caráter eminentemente geográfico, embora se esteja a lidar com informações predominantemente meteorológicas. E, sem esse arcabouço, é propriamente impossível praticar uma análise rítmica em Climatologia [...] (ZAVATTINI, 2002, p. 102).

Com isso, as diferenças na pressão atmosférica são criadas por fatores térmicos e mecânicos. Em relação às condições atmosféricas nas diferentes escalas geográficas do clima os fatores na escala local do clima segundo Sant'Anna Neto, (2013):

[...] assumem, nesta escala, uma importância crescente, uma vez que a rugosidade do relevo, a existência (ou não) de corpos d'água e de vegetação é suficientemente latente para exercer influência nas características das células locais dos climas regionais (Sant'Anna Neto, 2013, p. 86).

Assim, somando-se a essa técnica, é imprescindível a utilização de instrumentos e aparelhos especiais, capazes de medir e monitorar as respostas termo-higrométricas dos alvos (naturais e construídos).

Dessa maneira, considera-se importante a caracterização dos sistemas

atmosféricos atuantes durante o recorte temporal de análise, para melhor compreensão e definição em estudos relacionados ao clima urbano. Assim, apresentam-se os sistemas atmosféricos que atuam com maior recorrência no Brasil conforme o glossário¹, da CPTEC/INPE apresentados e enumerados a seguir:

1. Massa Polar Atlântica (Pa): massa de ar fria e úmida que se desenvolve no anticiclone migratório polar;
2. Polar tropicalizada (Pt): massa polar atlântica que ao se deslocar pelo continente ganha calor e perde suas características originárias, o centro de ação é o mesmo da Pa;
3. Massa Tropical Atlântica (Ta): seu centro de alta pressão é no Atlântico Sul; é uma massa quente e úmida;
4. Ta tropicalizada (Tac): é a massa tropical atlântica que perdeu sua umidade ao adentrar no continente;
5. Massa Tropical Continental (Tc): surge na região da depressão do Chaco, com maior intensidade no inverno, é caracterizada pela baixa umidade;
6. Massa Equatorial Continental (Ec): massa quente e úmida que surge no norte do país sobre a região amazônica, é uma massa de ar continental úmida por conta da evapotranspiração da floresta e dos grandes rios do norte, além da umidade do atlântico equatorial;
7. Frente Polar Atlântica (FPA): fronteira semi-contínua e semipermanente entre massas de ar polar e massas de ar tropical;
8. Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS): é uma massa de nebulosidade com precipitação e orientação que se estende desde a Amazônia até o sudeste do Brasil;
9. Zona de Convergência de Umidade (ZCOU): apresenta características parecidas com a ZCAS, porém a duração deste sistema atmosférico é de três dias, sendo que após este período é denominada de ZCAS.
10. Instabilidade Tropical (IT): Agrupamentos de *cumulus nimbus* (cb) cujas bigornas formam cobertura contínua, também conhecidas como complexos convectivos de meso-escala, é responsável por chuvas torrenciais e atua principalmente no verão;
11. Repercussão da FPA: a repercussão da frente polar atlântica está

¹ Glossário Técnico disponível em: <https://www.cptec.inpe.br/glossario.shtml#22>.

associada a um centro de baixa pressão que fica na extremidade de uma frente fria, muito similar ao cavado.

4.2 AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DAS IMAGENS DO SATÉLITE *LANDSAT-8* PARA DIAGNÓSTICO DAS TEMPERATURAS DOS ALVOS E ÍNDICE DA VEGETAÇÃO EM OURINHOS

Dentro do recorte temporal de análise em março e agosto de 2019, foram identificadas 8 imagens de satélite desprovidas de nuvens. Dessas, foram utilizadas na pesquisa 4 imagens para os mapas termais e de NDVI.

O sensoriamento remoto foi utilizado em todas as etapas dos procedimentos metodológicos desenvolvidos nessa pesquisa. As imagens termais permitiram o diagnóstico da intensidade de temperatura dos alvos em Ourinhos. Os dados de temperatura de superfície foram obtidos por meio da banda 10 (canal infravermelho termal) do satélite *Landsat 8*, com resolução espacial de 30 metros.

Dumke (2007, p. 246), explica a sequência dos mesmos procedimentos adotados nessa pesquisa para obter a temperatura de superfície:

os valores de níveis de cinza (NC) da imagem são primeiro convertidos para radiância espectral, por meio dos parâmetros de radiância calibração absoluta de pós-lançamento do sensor TM. Os valores de radiância espectral obtidos são, então, transformados em refletância aparente; A estimativa das temperaturas da superfície terrestre, em Kelvin, por radiometria, baseia-se nas Leis de Stefan-Boltzman e Lei de Plank. Com base nos valores estimados de emissividade obtêm-se a temperatura da superfície mediante a inversão da equação de Plank para corpos radiadores seletivos; Gera-se a grade de temperatura da superfície mediante a transformação de Kelvin para graus Celsius (°C), subtraindo os valores de T de 273,16 (DUMKE, 2007, p. 246).

Desta maneira, para os procedimentos e tratamento das imagens foi utilizado um Sistema de informação Geográfica (SIG), o aplicativo IDRISI, onde as constantes de calibração radiométrica do sensor possibilitam a conversão dos números digitais (ND) em energia radiante representados em tons de cinza. Os procedimentos detalhados a seguir, estão apresentados no sítio da *Levantamento Geológico dos Estados Unidos (USGS)*.

Para a conversão dos níveis de cinza (NC) em informações de radiância é necessário a aplicação da Fórmula 1:

$$L_{\lambda} = M L Q_{cal} + A L \quad (1)$$

Onde:

L_{λ} = Radiância espectral TOA (Watts/(m² sr μm));

M_L = Fator multiplicativo de redimensionamento da banda 10, a partir dos metadados;

A_L = Fator de rescisão aditivo específico da banda 10, a partir dos metadados;

Q_{cal} = Valor padrão quantificado e calibrado pelo *pixel* do produto (DN).

A partir da energia radiante do canal infravermelho termal é possível obter a temperatura dos alvos, em Kelvin, por meio da Fórmula 2:

$$T = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L_{\lambda}} + 1\right)} \quad (2)$$

Onde:

T = Temperatura de brilho de superfície em Kelvin (K);

L_{λ} = Radiância espectral TOA (Watts/(m² sr μm));

K_1 = Constante de conversão térmica específica da banda 10 – valor - 774.89;

K_2 = Constante de conversão térmica específica da banda 10 – valor - 1321.08.

Após este procedimento, foram subtraídos e convertidos os valores da temperatura em Kelvin pelo seu zero absoluto (273,15), gerando o arquivo com a temperatura convertida em graus Celsius (°C), pela a Fórmula 3:

$$^{\circ}\text{C} = [\text{imagem}] - 273.15 \quad (3)$$

Onde:

°C = Temperatura da imagem em graus Celsius

Imagem = Temperatura da imagem em Kelvin

Por fim, optou-se por trabalhar nessa pesquisa com a intensidade de ilhas de calor de superfície. Para o cálculo das diferenças entre a superfície urbana em

relação as áreas densamente vegetadas, foi considerando o Parque Ecológico da Bióloga Tânia Mara Netto Silva, localizado a Oeste da malha urbana, como área significativa de cobertura vegetal arbórea em Ourinhos (Figura 3). Assim, foi realizado o cálculo das diferenças de temperatura dos alvos (por *pixel*), subtraído com os valores de temperatura do parque ecológico de cada imagem termal com o intuito de reconhecer um padrão de aquecimento predominante entre as diferentes respostas dos alvos, por meio da Fórmula 4:

$$\Delta T^{\circ}\text{C} = [\text{imagem}] - T^{\circ}\text{CPE} \quad (4)$$

Onde:

$\Delta T^{\circ}\text{C}$ = Variação da intensidade de temperatura dos alvos;

[imagem] = Imagem processada com valores em escala Celsius ($^{\circ}\text{C}$);

$T^{\circ}\text{CPE}$ = Temperatura do Parque ecológico.

Figura 3 - Ourinhos: localização do Parque Ecológico da Bióloga Tânia Mara Netto Silva, a oeste da malha urbana.



Fonte: Serviço de mapeamento do Google Earth TM / NASA / Terra Metrics copyright (acesso em: agosto, 2020).

Para a elaboração dos mapas de NDVI (Índice de Vegetação por

Diferença Normalizada), com o objetivo de se obter “o realce das variações de densidade da cobertura vegetal” (Meneses e Almeida, 2012, p. 147), foram produzidos quatro mapas, sendo dois representativos do período chuvoso e os outros dois representativos do período seco.

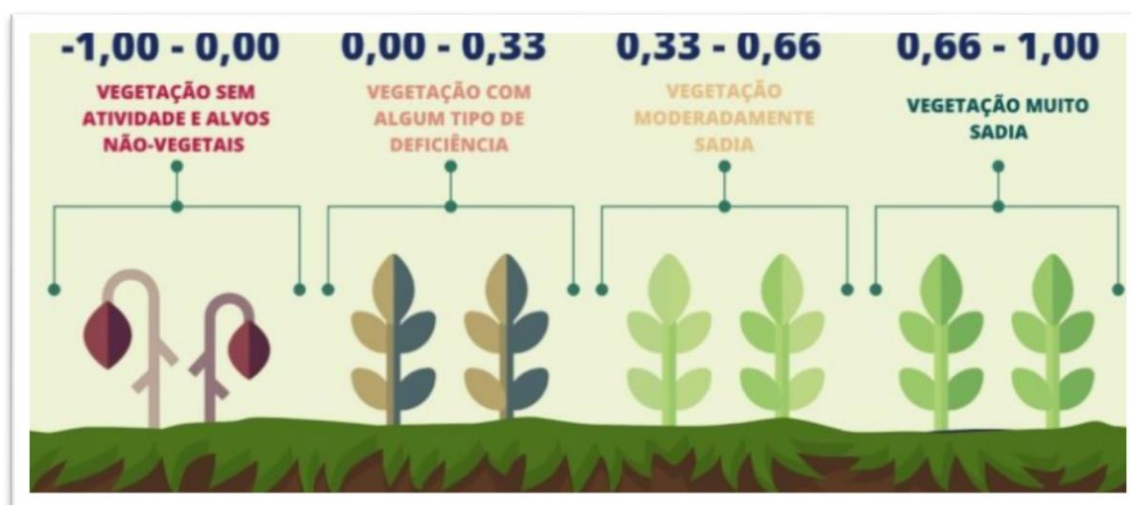
Assim, para o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) foram selecionadas as bandas espectrais da região do vermelho (4) e infravermelho próximo (5) do satélite *Landsat 8*, sensor *OLI*, que permitiram identificar a densidade e a espacialização da vegetação para a área estudada, diferenciando através da escala de valores do índice, que varia entre -1 e +1. Quanto mais próxima de +1, maior a densidade vegetal e quanto mais próxima de -1, menor sua densidade (Figura 4).

De acordo o site *EOS - análise dos dados em relação aos valores de NDVI*:

Valores negativos correspondem a áreas com superfícies de água, estruturas artificiais, rochas, nuvens, neve; o solo nu geralmente cai na faixa de 0,1-0,2; e as plantas sempre terão valores positivos entre 0,2 e 1. O dossel saudável e denso da vegetação deve estar acima de 0,5, e a vegetação esparsa provavelmente cairá entre 0,2 e 0,5. No entanto, é apenas uma regra geral e você deve sempre levar em consideração a estação, o tipo de planta e as peculiaridades regionais para saber exatamente o que significam os valores de NDVI (EOS, 2007, p. 4).

Ainda no site EOS (2007, p. 5), verifica-sena maioria dos casos, valores de NDVI entre 0,2 e 0,4 correspondem a áreas com vegetação esparsa; vegetação moderada tende a variar entre 0,4 e 0,6; qualquer coisa acima de 0,6 indica a maior densidade possível de folhas verdes.

Figura 4 - Valores NDVI consagrados na bibliografia para vegetação.



Fonte: <https://geografiadascoisas.com.br/artigos/tudo-o-que-voce-precisa-saber-sobre-o-ndvi-parte-1/>. Acessado em 07/11/2021.

Todos os tratamentos das bandas espectrais para a elaboração dos mapas foram realizados através da ferramenta *Raster Calculator* no aplicativo IDRISI (marca registrada da Clark University). Assim, o NDVI foi calculado a partir d fórmula 5:

$$NDVI = \frac{IVP - V}{IVP + V} \quad (5)$$

Onde,

IVP = Valor da reflectância da banda no infravermelho próximo;

V = Valores de pixel da faixa vermelha,

Assim, o NDVI é a diferença da reflectância do infravermelho próximo (IVP) e a reflectância do vermelho (V), dividida pela soma das mesmas entre (IVP) e (V).

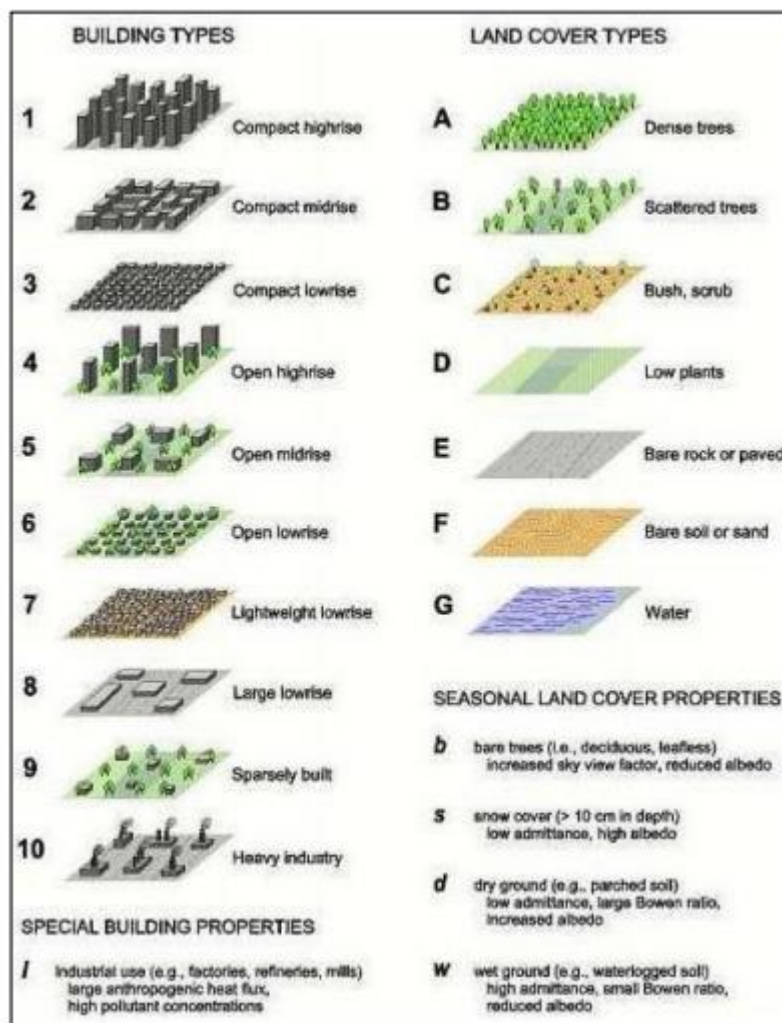
4.3 CLASSIFICAÇÃO DAS POTENCIAIS ZONAS CLIMÁTICAS LOCAIS (LCZ)

Para a classificação das LCZ que diferencia a temperatura de superfície entre a ocupação e os diferentes usos da terra, Stewart e Oke (2011) em estudos recentes mostram que o uso da tradicional classificação “urbano-rural” limita o avanço nos métodos e na comunicação da literatura sobre ilhas de calor. Para superar essa limitação, eles propuseram um sistema de classificação denominado “*Local Climates Zone*” (LCZ), ou Zonas Climáticas Locais.

Dentre as 19 LZC, 10 são relacionadas aos tipos de ocupação do solo por edificações e 7 referem-se aos tipos de cobertura de solo. Segundo Cardoso (2015, p. 94), “essas zonas climáticas são devidamente detalhadas em relação às propriedades do local que influenciam o clima na camada do dossel urbano (altura da rugosidade superficial, fração de superfície impermeável, o desempenho térmico, etc.)”. Assim, essas propriedades térmicas da cobertura da terra a partir da classificação LCZs são organizadas em folhas síntese (Stewart e Oke, 2009). (Figura 5).

Para Stewart (2011, p. 196), o objetivo da classificação é estabelecer classes com propriedades comuns, características e padrões homogêneos em cada classe.

Figura 5 - Local Climate Zones de Stewart (LCZ).



Fonte: Stewart, 2011, p. 196.

No mapeamento das LCZs em Ourinhos, conforme Araújo (2021, p. 66), “optou-se por utilizar o adjetivo “potencial” na nomenclatura “zonas climáticas locais”, dado ao fato de que para a classificação da área estudada, levou-se em consideração somente as propriedades da superfície (cobertura da terra e os diferentes usos)”.

Alinhando-se com o objetivo apenas da caracterização da cobertura da terra, além das informações obtidas empiricamente em campo, utilizou-se da interpretação visual das imagens do Google Earth que possibilitou o reconhecimento das propriedades da superfície presentes na área urbana de Ourinhos.

O *Google Earth* foi importante para a identificação da paisagem urbana. Segundo Equipe Urbana (2007, p. 1), o *Google Earth* está se convertendo em uma ferramenta indispensável para investigação geográfica, nos estudos de geografia

urbana, da morfologia e paisagem urbana.

En principio, con Google Earth se pueden analizar todas las formas visibles de un asentamiento tales como el plano y lo construido, la densidade, la red vial, las plazas, el parcelario, y de manera más limitada los tipos de edificios y usos (vivienda, grandes superficies industriales y comerciales, áreas mixtas) (Equipe Urbana, 2007, p. 2).

Nessa etapa, a utilização do Google Earth contribuiu para a identificação da paisagem urbana para a classificação das potenciais LCZs.

4.4 ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS (MAPA DA DISTRIBUIÇÃO DE RENDA)

Considerando que as diferentes ocupações e usos da terra, as tipologias e os diferentes materiais construtivos têm a influência sobre o clima, assim, a pesquisa buscou em relacionar os aspectos socioeconômicos elaborando um mapa da distribuição de renda de Ourinhos com dados disponibilizados pelo *site* do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (Figura 11).

Segundo Sant'Anna Neto e Tommaselli (2009), compreender a atuação dos tipos de tempo na cidade é importante para o planejamento urbano, e permite aumentar a capacidade da população e dos sujeitos sociais em se protegerem dos seus efeitos adversos.

Para a elaboração do mapa de renda foi utilizado o método de intervalos iguais Jenks para classificar a renda em cinco classes, através do *software* ArcGIS Pro 3.0. Para aplicação desse método foi realizado os seguintes passos:

- 1º. Abra o ArcMap: Inicie o ArcMap e abra o mapa ao qual deseja aplicar o método de quebra de classes de Jenks.
- 2º. Adicione os dados: Importe a camada de dados que você deseja classificar usando o método de Jenks.
- 3º. Propriedades da Camada: Clique com o botão direito na camada no *Table of Contents* (Tabela de Conteúdo) e escolha "*Properties*" (Propriedades).
- 4º. Vá para a guia *Symbolology* (Simbologia): Dentro das propriedades da camada, vá para a guia "*Symbolology*" (Simbologia).
- 5º. Na categoria "*Quantities*" (Quantidades): Selecione a opção de representação por quantidades, uma vez que o método de Jenks é usado para classificar dados quantitativos.

- 6º. Escolha "Jenks Natural Breaks" como método de classificação: No menu suspenso para "*Classification*" (Classificação), escolha "Jenks Natural Breaks". Isso ajustará automaticamente os intervalos de classe com base nos dados.
- 7º. Refine as configurações, se necessário.
- 8º. Aplique as alterações: Confirme as alterações e clique em *ok* para aplicar a simbologia baseada no método de Jenks à sua camada.

A simbologia utilizada no mapa de renda atribuiu cores específicas para representar as diferentes faixas de renda em que o verde representa a maior renda e o vermelho a menor renda.

O algoritmo de Jenks, segundo Girardi (2008, p. 24), “busca minimizar a variância intra classes e maximizar a variância inter classes”. Assim, Lima (2014, p. 33), explica que:

a quebra natural de Jenks agrupa os dados em classes utilizando um algoritmo que calcula valores de agrupamentos de dados com base nos valores de distribuição. A otimização baseada em Jenks visa reduzir a variância dentro dos grupos e maximizar a variância entre os grupos.

Em suma, o resultado final mostra a distribuição da renda em Ourinhos, dividida em setores usando cores diferentes para representar as faixas de renda. O mapa de renda permitiu visualizar as disparidades de renda nos diferentes bairros da cidade.

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

O tratamento das imagens de satélite resultou na produção de 8 mapas que corresponderam às imagens de satélites disponíveis (sem coberturas de nuvens), obtidas a partir no recorte temporal proposto no projeto, entre o período de 2018 e 2020. Neste trabalho serão apresentados 4 mapas termais representando a intensidade da temperatura de superfície e 4 mapas de NDVI (Índice de Vegetação por Diferencial Normalizada).

A fim de compreender a distribuição da temperatura dos alvos considerando-se as precipitações, as imagens foram agrupadas considerando dois períodos das estações opostas, um chuvoso e outro seco, tendo como ponto de partida os dados de precipitação nos dias que antecederam a tomada da imagem de satélite, tal como propõe Amorim (2017).

5.1 INTENSIDADE DA TEMPERATURA SUPERFICIAL EM OURINHOS NO PERÍODO CHUVOSO

No Painel 1 são apresentadas imagens do período chuvoso conforme os 30 dias anteriores à tomada das imagens de satélite obtidas nos dias 26/03/2020 e 24/03/2019. No dia 26/03/2020 somando a precipitação acumulada nos 30 dias até a data da tomada da imagem registrou-se o total de 106,9 mm, sendo assim distribuídos: em 5 dias antes da tomada da imagem não choveu, em 10 dias registrou-se 25,2 mm, 20 dias choveu 35,7 mm e em 30 dias acumulou-se o total de 106,9 mm. No dia 24/03/2019 registrou-se o total de 130,4 mm de precipitação acumulada, sendo essa bem distribuída em todo o período, pois nos 5 dias anterior registrou-se 63,4 mm, após 10 dias 101,4 mm, 20 dias 122,2 e em 30 dias foi registrado 130,4 mm de chuva.

A escala de intensidade das temperaturas de superfície dos mapas termais variou entre -3°C e 8°C ΔTS . No dia 26/03/2020 e 24/03/2019, verificou-se que nas áreas com gramíneas, menos impermeabilizadas e com cobertura vegetal, as quais são localizadas em praças públicas com vegetação densa arbórea e em mata ciliar ao longo dos cursos d'água se enquadraram na faixa entre -1°C , 0°C , e 1°C , representando uma diferença em relação ao ambiente urbano densamente construído em que se tem registrado a maior intensidade (8°C) de temperatura dos

alvos Painel 1).

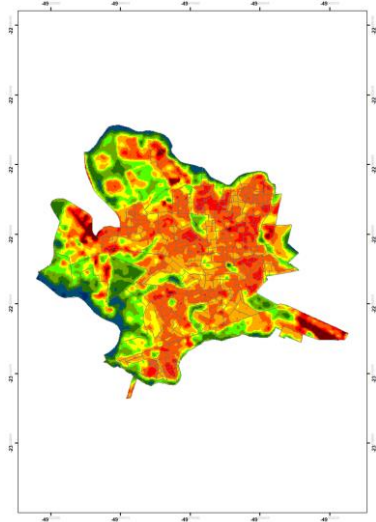
O mapa termal e de NDVI do dia 26/03/2020, em áreas com práticas agrícolas e permeáveis apresentaram maiores temperaturas e com pouca vegetação como apresentado na escala de variação dos valores de NDVI em relação às áreas densamente construídas e impermeáveis.

No Painel 1, nos mapas apresentados do dia 24/03/2019 verifica-se que ocorreu maior distribuição de precipitação durante os dias anteriores a tomada das imagens de satélite. As áreas com práticas agrícolas e permeáveis apresentaram menores intensidade em relação às áreas construídas impermeáveis.

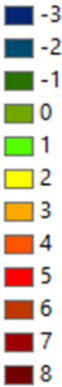
A escala de variação de todos os mapas de NDVI variou entre -0,14 e 0,06, e 0,28 e 0,61. As áreas menos impermeabilizadas e com cobertura vegetal no dia (26/03/2020) se situaram na faixa de -0,14 e 0, 0,20 representando baixo índice na escala de variação da vegetação. Enquanto que no dia (24/03/2019) a escala variou na faixa de 0,07 a 0,20 na mesma área.

Painel 1 - Distribuição espacial da intensidade das temperaturas de superfície e NDVI (período chuvoso) em Ourinhos.

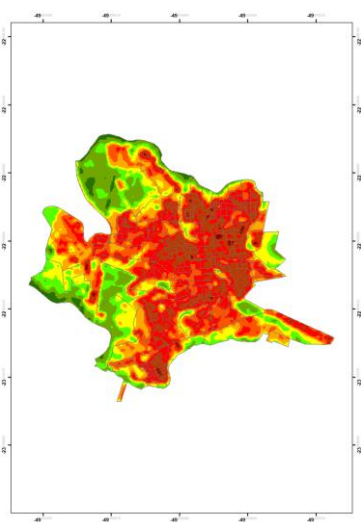
Intensidade da temperatura (chuvoso)



ΔTS
(°C)

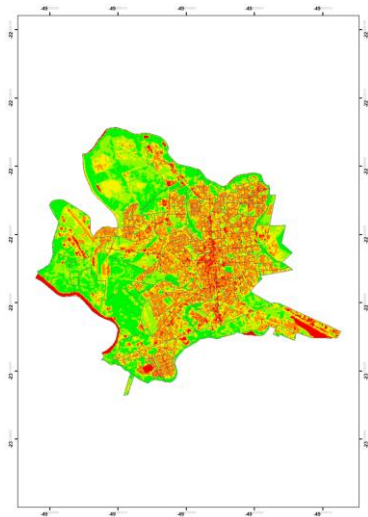


Intensidade da temperatura (chuvoso)



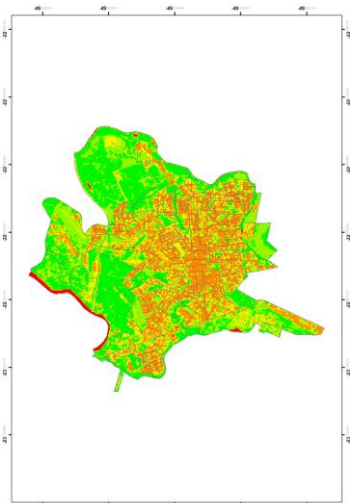
26/03/2020	Dias que antecederam a coleta das imagens.			
	5 dias	10 dias	20 dias	30 dias
Chuva (mm)	0,0	25,2	35,7	106,9

24/03/2019	Dias que antecederam a coleta das imagens.			
	5 dias	10 dias	20 dias	30 dias
Chuva (mm)	63,4	101,4	122,2	130,4



NDVI – 26/03/2020

NDVI



NDVI – 24/03/2019

Fonte: <earthexplorer.usgs.gov> e INMET, 2022.

Projeção: UTM (Universal Transversa de Mecartor)

Datum: SIRGAS 2000 Fuso: 22S

Elaboração: Luana Novais de Andrade, 2022.



Setor Censitário do IBGE



Fonte: Andrade, 2022.

5.2. INTENSIDADE DA TEMPERATURA SUPERFICIAL EM OURINHOS NO PERÍODO SECO

O que se observa no período seco representado pela imagem do dia 15/08/2019 é que a intensidade da temperatura e de NDVI foi elevada mesmo nas áreas com vegetação densa arbórea e vegetação rasteiras com gramíneas, menos no parque ecológico Tânia Mara Netto Silva.

Verificou-se que as áreas cobertas por vegetação no ambiente intraurbano e no rural próximo se enquadraram na faixa entre 2°C e 7°C, representando pouca diferença em relação ao ambiente intraurbano densamente construído em que a intensidade variou entre 2°C e 8°C.

No mapa termal e de NDVI do dia 11/07/2018, verifica-se que a intensidade de temperatura e o NDVI foram menores. As áreas menos impermeabilizadas e com vegetação rasteira variou entre -1°C e 2°C, enquanto que em áreas densamente construídas tiveram a mesma intensidade em algumas áreas que se encontram práticas agrícolas e com vegetação densa e rasteira. A escala de intensidade em áreas impermeabilizadas densamente construídas variou entre -1°C e 4°C.

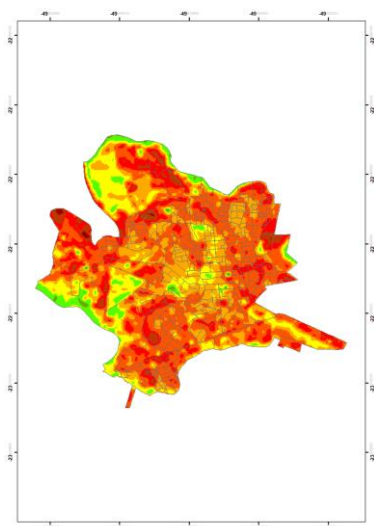
Os NDVI representativos do período seco, no dia 15/08/2019, variou de -0,21 a 0,61 em áreas que se encontram práticas agrícolas e com vegetação densa e rasteira. Diferentemente do mapa de NDVI do dia 11/07/2018, nessas mesmas áreas observa-se índices negativos, com pouca vegetação, na escala entre -0,14 e 0,13.

Os índices em áreas cobertas por vegetação no intraurbano variaram entre -0,14 e 0,20, já no ambiente rural próximo os NDVI variaram na faixa de 0,21 a 0,61, representando índices significativos e satisfatório na escala de variação no dia 15/08/2019.

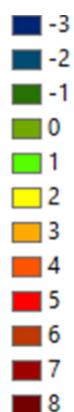
No dia 11/07/2018 os índices no ambiente intraurbano densamente construído se situaram na faixa de -0,14 a 0,13 representando índices pouco satisfatórios em relação à densidade de vegetação, destacando em ambos os dias o estado ativo da vegetação no ambiente rural em comparação ao intraurbano que se apresenta com poucas áreas cobertas de vegetação arbórea.

Painel 2 - Distribuição espacial da intensidade das temperaturas de superfície e NDVI (período seco) em Ourinhos.

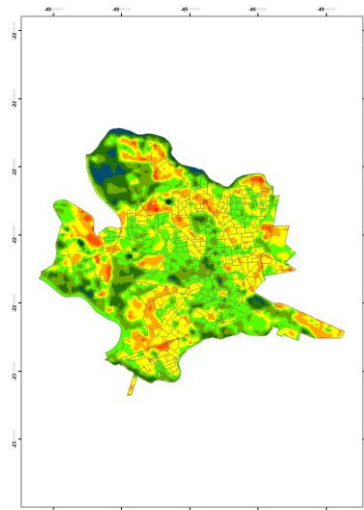
Intensidade da temperatura (seco)



ΔTS
(°C)

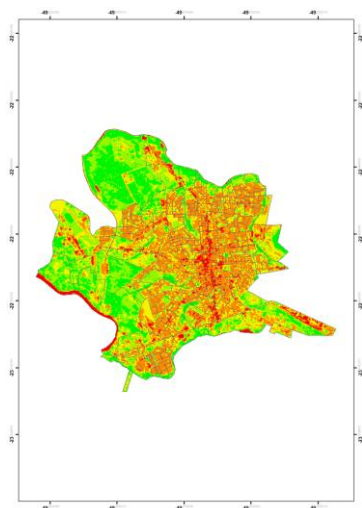


Intensidade da temperatura (seco)

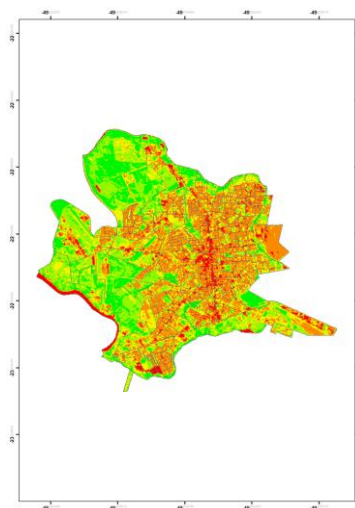


15/08/2019	Dias que antecederam a coleta das imagens.			
	5 dias	10 dias	20 dias	30 dias
Chuva (mm)	0,0	0,0	0,0	0,0

11/07/2018	Dias que antecederam a coleta das imagens.			
	5 dias	10 dias	20 dias	30 dias
Chuva (mm)	0,0	0,0	0,0	25,4



NDVI – 15/08/2019



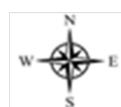
NDVI – 11/07/2018

Fonte: <earthexplorer.usgs.gov> e INMET, 2022.

Projeção: UTM (Universal Transversa de Mercator)

Datum: SIRGAS 2000 Fuso: 22S

Elaboração: Luana Novais de Andrade, 2022.



Setor Censitário do IBGE



Fonte: Andrade, 2022.

De maneira geral, optou-se nessa pesquisa desenvolver e apresentar técnicas com a finalidade de analisar as características das ilhas de calor superficiais em relação aos diferentes tipos de cobertura da terra na cidade Ourinhos/SP. Para isso realizou-se a classificação das características da superfície adaptando-se a proposta das Zonas Climáticas Locais (Stewart e Oke, 2009).

Deste modo, com a adaptação da proposta de classificação das LCZs, buscou-se comparar cinco áreas que apresentaram as maiores temperaturas diagnosticadas em Ourinhos (Figura 6). Acredita-se que tais análises podem contribuir para o planejamento ambiental, por meio de propostas visando medidas adaptativas para amenizar as temperaturas elevadas nos ambientes urbanos.

Figura 6 - Ourinhos: mapa com destaque das áreas com as maiores temperaturas registradas no dia 13/08/2022 às 10h22.



Fonte: Serviço de mapeamento do Google Earth TM / NASA / Terra Metrics copyright (acesso em: agosto, 2022).

No Quadro 2, apresenta-se as características e localização das áreas escolhidas que apresentaram as maiores temperaturas.

Quadro 2 - Síntese das características das áreas escolhidas

Área	LCZ	Localização	Coordenadas UTM (22S)	
			Lat.	Long.
1	6	Vila Santos Dumont	7460777.66	611916.17
2	3	Vila Sá	7458645.52	615098.81
3	3	Residencial Vandelena Morais Freire	7460934.54	617158.05
4	Df	Próximo ao campus da UNESP	7456185.35	618557.73
5	6	Jardim Itamaraty	7454437.17	614593.87

Fonte: Andrade, 2023.

Assim, foram elaborados dois painéis sintetizando a relação dos dados atmosféricos com a classificação das potenciais LCZs, a intensidade da temperatura e a densidade da vegetação.

As precipitações anteriores à tomada das imagens contribuíram para a compreensão das intensidades das temperaturas dos alvos. Assim como no estudo de Amorim (2017), a intensidade das temperaturas no período chuvoso é mais evidente devido ao aumento da biomassa e alta atividade fotossintética da vegetação, permitindo maiores diferenças na identificação da intensidade da temperatura entre o ambiente intraurbano densamente construído e o entorno rural próximo.

Para se compreender as diferenças nas intensidades de temperaturas das superfícies é importante verificar o ritmo climático, que compreende a menor escala temporal de análise na climatologia, a diária, com o propósito de identificar os sistemas atmosféricos nos dias que antecedem a tomada das imagens. Assim, considerou-se necessária a caracterização climática dos meses que corresponderam à tomada das imagens pelo satélite.

Com isso, os gráficos de análise rítmica apresentados nos Painéis 3 e 4 têm o intuito de apresentar as condições sinóticas que caracterizaram os períodos de análise.

No Painel 3 são apresentadas imagens do período chuvoso. Entre o dia 1º de março de 2019 e a data da tomada da imagem, no dia 24/03/2019, registrou-se

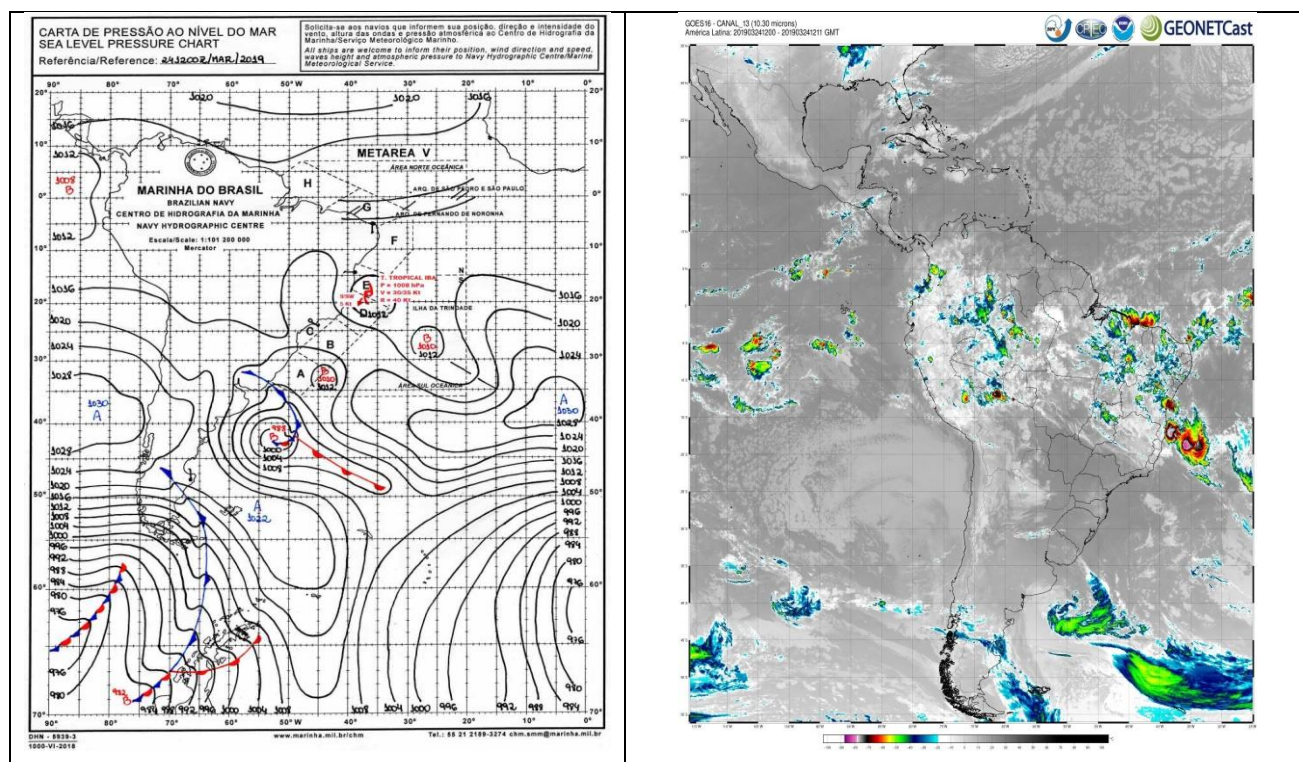
o total de 130,4 mm de precipitação acumulada, distribuída em vários dias.

No dia 24/03/2019, a escala do NDVI variou entre -0,14 e 0,61. Nas áreas menos permeabilizadas e com cobertura vegetal, a escala chegou a 0,61, significando o estado de alta atividade fotossintética da massa vegetativa.

Desse modo, os sistemas atmosféricos atuantes foram identificados diariamente e contabilizados no período chuvoso (março), apresentando 16 dias de atuação da massa tropical atlântica (Ta), sendo ela uma massa quente, úmida e de alta pressão; e 6 dias da massa polar tropicalizada (Pt), trazendo a estabilidade na atmosfera. No mesmo período foram contabilizados 4 dias de atuação da instabilidade tropical (IT) e 4 dias sob a influência das frentes polar atlântica (FPA). Tanto a IT como a FPA, proporcionam condições instáveis nos elementos do clima e foram responsáveis pela ocorrência de chuvas com totais pluviométricos significativos.

No dia da passagem do satélite *Landsat 8*, Ourinhos esteve sob a atuação da Massa Tropical Atlântica (TA) como mostrado na Figura 7.

Figura 7 - Imagem do satélite Goes banda 13 à direita e carta de pressão da Marinha do Brasil à esquerda referente ao dia 24 de março de 2019.

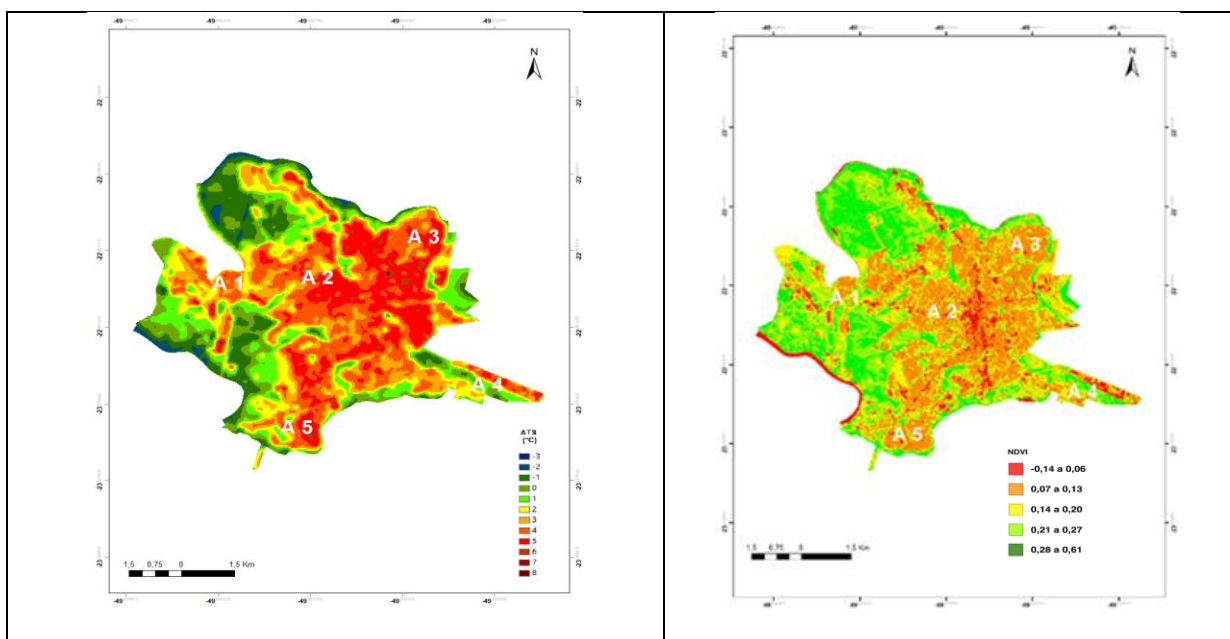


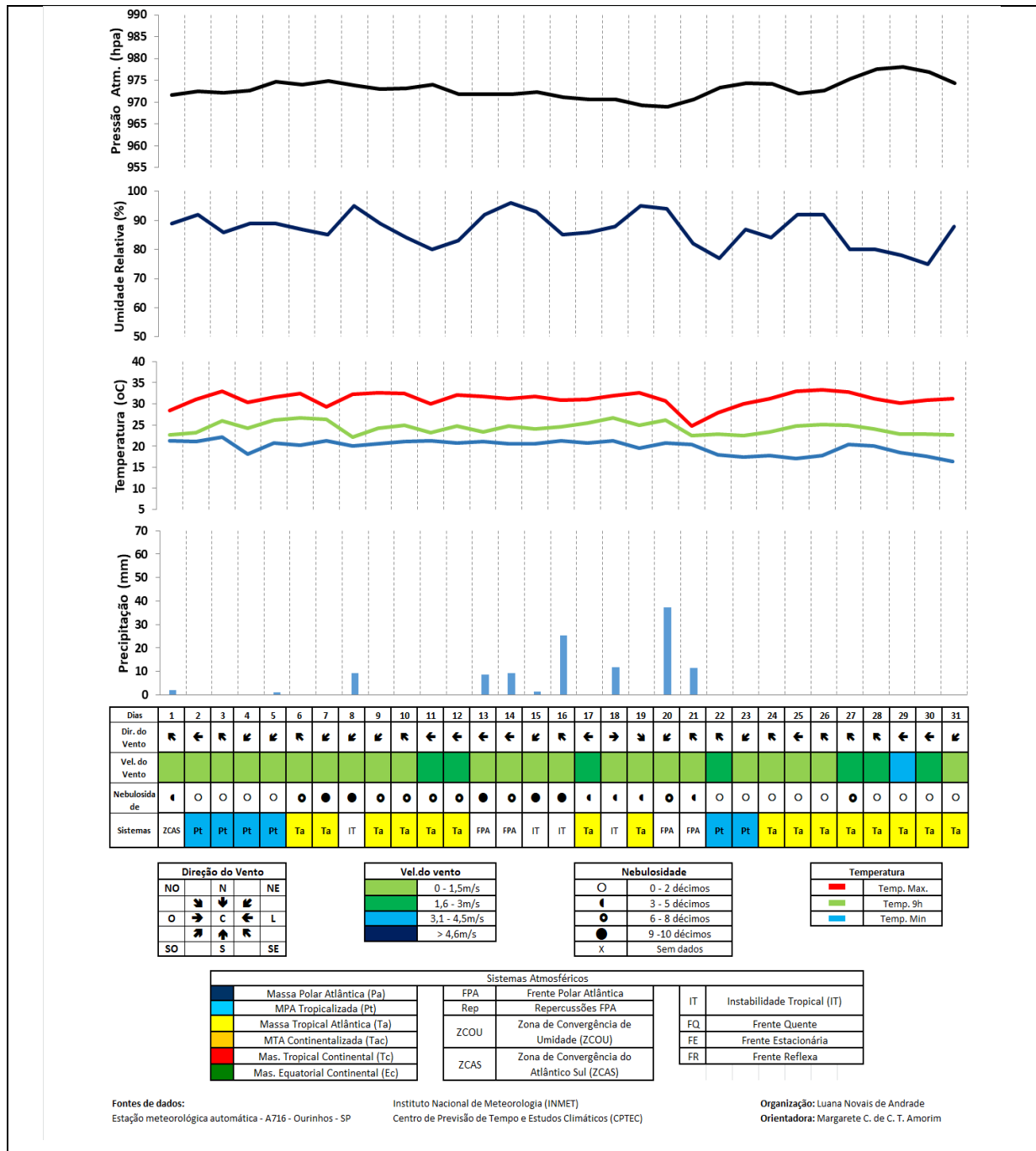
Fonte: Site da Marinha do Brasil (esquerda) e do CPTEC (direita) (2022).

No Pannel 3, representativo do período chuvoso dentro das 5 áreas

escolhidas, as maiores intensidades das temperaturas superficiais estiveram associadas às classes LCZs 6, 3, 3, Df e 6. Dentro dessas classes as intensidades das temperaturas variaram entre 8°C e 3°C. As LCZs 9, 10 e Df, contidas em pequenos fragmentos da área urbana e entorno rural próximo possuem características de cobertura da terra distintas, porém, há semelhança na intensidade da temperatura dos alvos.

Painel 3 - Distribuição espacial da intensidade das temperaturas de superfície e NDVI, considerando-se as precipitações que antecederam as imagens de satélite no período chuvoso, 24/03/2019.





Fonte: Andrade, 2022.

Desta maneira, observa-se no Painel 3, que no período chuvoso, a precipitação bem distribuída durante o mês de março manteve a atividade fotossintética da biomassa vegetativa do município de Ourinhos favorecendo a conservação de umidade nas folhas e no solo, contribuindo para a diminuição das temperaturas dos alvos em comparação com o período seco.

No período seco (julho), foram contabilizados 12 dias sob a influência da massa polar atlântica (Pa). Para Monteiro (1968), a massa Polar atlântica é um sistema provido de umidade em função da área de sua origem.

[...], potente nos seus avanços do sul para o norte. Mantém no Brasil Meridional uma interferência muito importante durante todo o ano, enquanto sobre outras regiões brasileiras seja mais expressiva no inverno. É uma massa fria e úmida, mercê de sua origem marítima. Segundo a classificação internacional de Bergeron, é sempre representada com mP. Quando, em cartas sinópticas brasileiras, é sinalizada como cP, isto significa apenas que sua trajetória é mais sobre o continente do que sobre o oceano (MONTEIRO, 1968, p. 122).

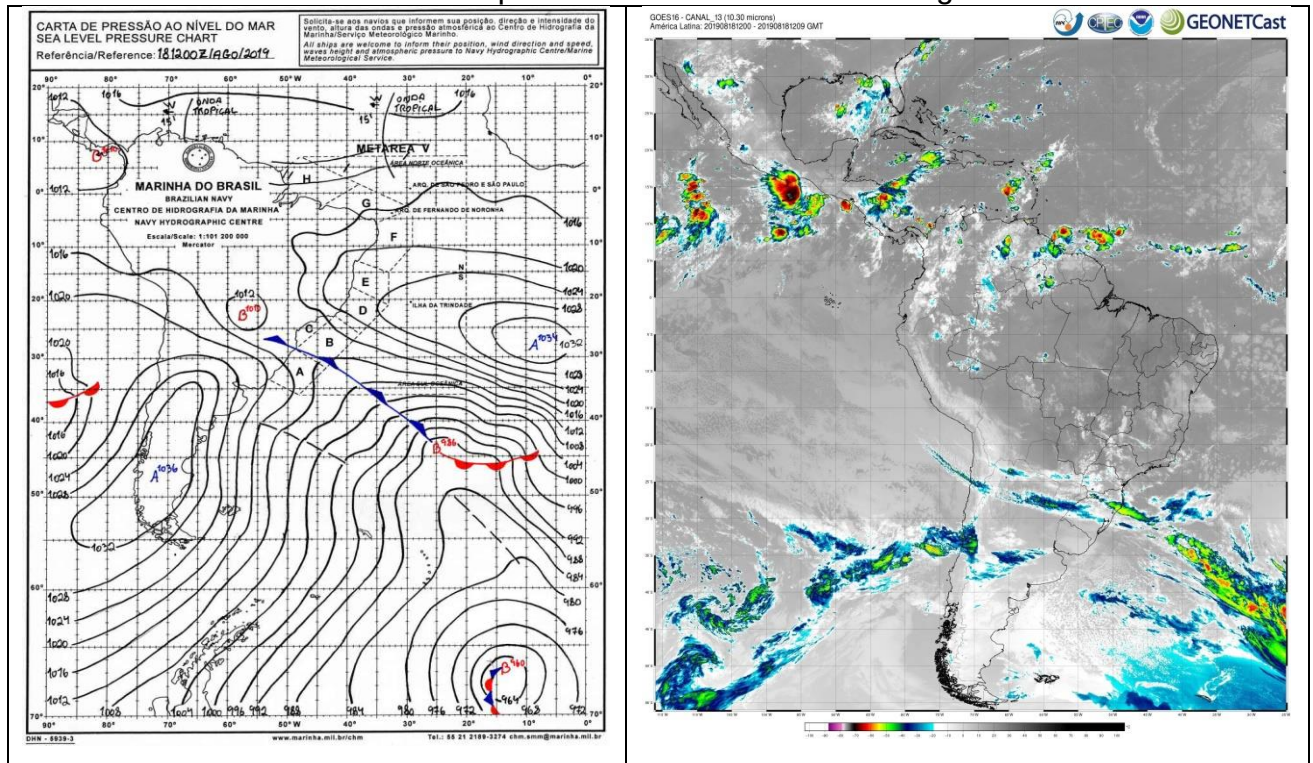
Sob a atuação da polar foram registradas as menores temperaturas e maior estabilidade durante os 31 dias (sem precipitação). Observa-se no gráfico de análise rítmica (Painel 4), a queda da temperatura e da umidade relativa do ar no dia 04/08/2019.

A orientação meridiana da cordilheira andina cria duas massas: a MPa, a que se fez referência e a Polar Pacífica (MPp), as quais, tendo a mesma gênese, estão intimamente relacionadas. Quando em avanço na vertente ocidental dos Andes, a MPp encontra oposição da Massa Tropical Pacífica (o que gera frontogênese na Frente Polar Pacífica), estabelece um fluxo dirigido do SW para NE que, conseguindo transpor a cordilheira, nestas latitudes já bem menos elevadas, vem reforçar a Massa Polar Atlântica. Graças a este reforço e às facilidades do relevo na vertente oriental dos Andes, a Massa Polar Atlântica é mais potente nos seus avanços do sul para o norte. Mantém no Brasil Meridional uma interferência muito importante durante todo o ano, enquanto sobre outras regiões brasileiras é mais expressiva no inverno. É uma massa fria e úmida, mercê de sua origem marítima (Jorge, 2009 p. 29).

No mesmo mês foram contabilizados 9 dias de atuação da massa polar tropicalizada (Pt), e 10 dias da massa tropical atlântica (Ta).

No dia da passagem do satélite *Landsat 8* no período seco, Ourinhos esteve sob a atuação da Massa Polar Atlântica (PA) como mostrado na Figura 8.

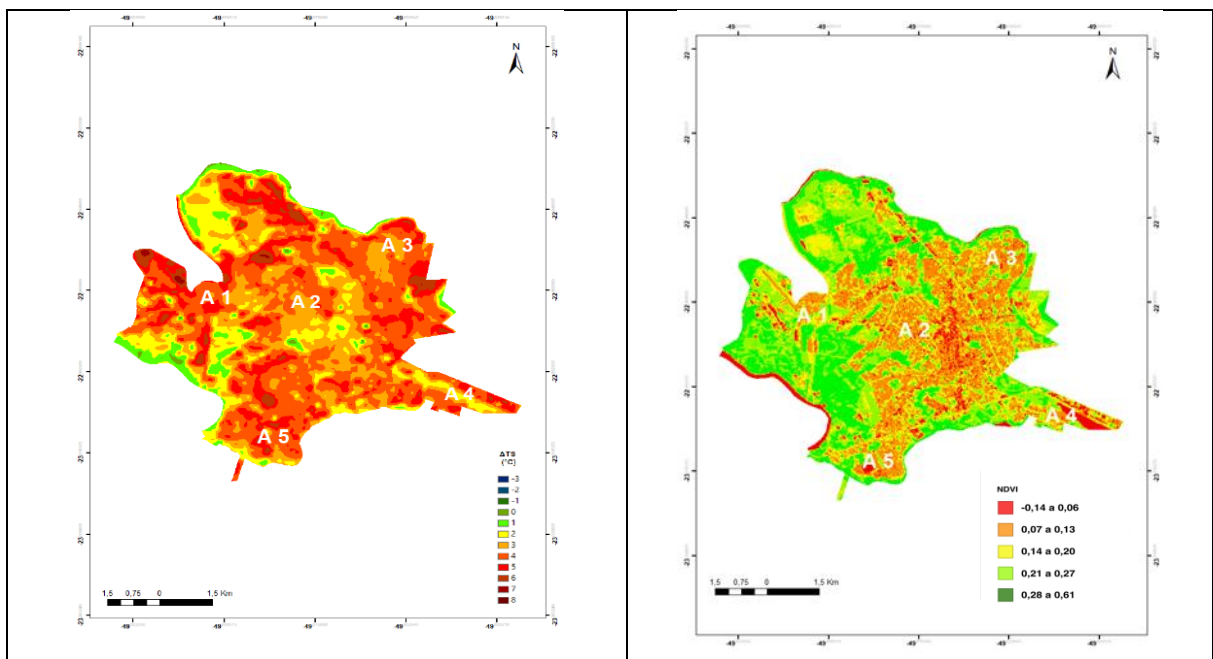
Figura 8 - Imagem do satélite Goes banda 13 à direita e carta de pressão da Marinha do Brasil à esquerda referente ao dia 15 de agosto de 2019.

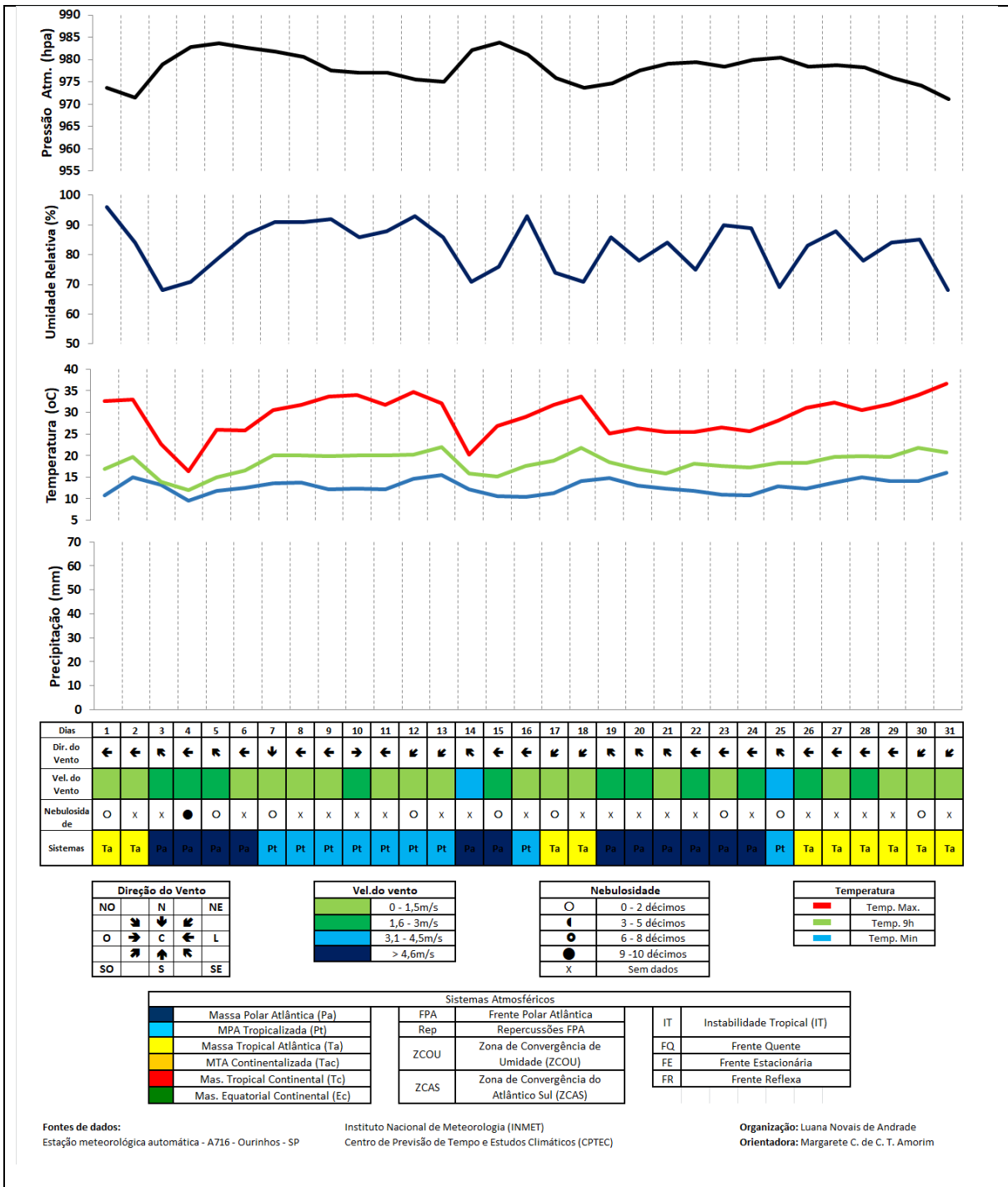


Fonte: Site da Marinha do Brasil (esquerda) e da CPTEC (direita) (2022).

Nos índices de NDVI representativo do período seco, no dia 15/08/2019, a escala variou de 0,21 a 0,61, sendo o menor valor registrado em áreas agrícolas com solo nu e o maior valor em área com vegetação densa.

Painel 4 - Distribuição espacial da intensidade das temperaturas de superfície e NDVI, considerando-se as precipitações que antecederam as imagens de satélite no período seco, 15/08/2019.





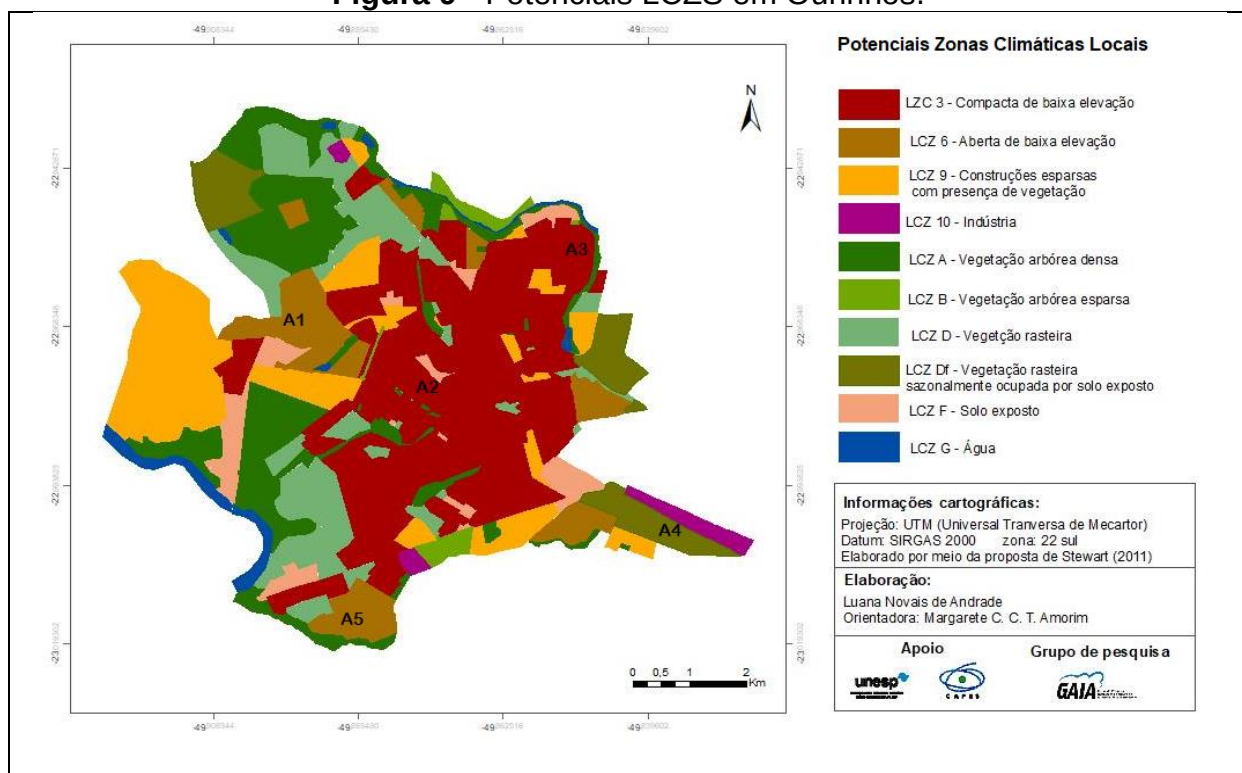
Fonte: Andrade, 2022.

Para melhor comparação foi realizado o painel síntese contendo todas as informações qualitativas das áreas escolhidas (Figura 16), juntamente com escala da intensidade da temperatura dos períodos chuvoso e seco para analisar a resposta termal e dos índices de NDVI.

5.3. A RELAÇÃO ENTRE AS POTENCIAIS ZONAS CLIMÁTICAS LOCAIS (LCZS) E AS ILHAS DE CALOR SUPERFICIAIS EM OURINHOS-SP

Em relação à classificação das potenciais LCZs foram definidas as seguintes classes: LCZ 3 – compacta de baixa elevação, LCZ 6 – aberta de baixa elevação, LCZ 9 – construções esparsas, LCZ 10 – indústria, LCZ A – vegetação arbórea densa, LCZ B – vegetação arbórea esparsa, LCZ D – vegetação rasteira, LCZ Df – vegetação rasteira sazonalmente ocupada por solo exposto, LCZ F – solo exposto e LCZ G – água (Figura 9).

Figura 9 - Potenciais LCZS em Ourinhos.



Fonte: Andrade, 2022.

Como apresentado nos procedimentos metodológicos, buscou-se comparar cinco áreas que apresentam as maiores temperaturas em relação as diferentes classes das potenciais LCZS diagnosticadas em Ourinhos. O trabalho de campo realizado em dezembro de 2022 e a utilização da ferramenta *Google Earth* ajudou na caracterização dessas áreas e possibilitou o registro das informações dos tipos de materiais, a forma, a localização e as potenciais LCZs identificadas nas cinco áreas.

Em seguida, apresenta-se detalhadamente a caracterização paisagística

das localidades das cinco áreas selecionadas.

Área 1: bairro Vila Santos Dumont

A área 1 (Figura 10), localiza-se no bairro Vila Santos Dumont, a noroeste da cidade de Ourinhos. O bairro fica distante do centro urbano e a rodovia BR-153, oficialmente denominada Rodovia Presidente João Goulart, também conhecida pelos nomes de Rodovia Transbrasiliana corta a cidade separando o bairro.

Com relação à cobertura da terra, a LCZ 6 nessa área apresenta média permeabilidade com presença ou não de cobertura vegetal arbórea, rasteira e solo exposto.

Figura 10 - Caracterização Paisagística da Área 1 – LCZ 6.

LCZ6					Figura 10	Caracterização paisagística da Área 1	LCZ 6:	6
ABERTA DE BAIXA ELEVÇÃO								
DEFINIÇÃO								
Forma: paisagem compacta, com média densidade construtiva. Edifícios baixos (não atingindo 3 pavimentos), de materiais pesados (tijolo, pedra, cimento) e com telhados predominante cerâmicos e alguns de fibrocimento. Árvores dispersas e áreas permeáveis (quintais, jardins e áreas não construídas). Função: Residencial. Localização: Predominante no entorno rural de Ourinhos.								
ILUSTRAÇÃO								
Vista oblíqua 								
Vista lateral 								

Fonte: Imagem da vista oblíqua: Google Earth – Imagem da vista lateral: Autora (2022). Elaborado pelas autoras. Adaptado de Stewart (2011).

Área 2: Vila Sá

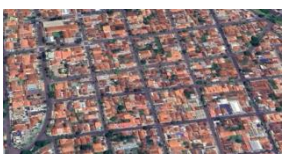
A área 2 (Figura 11), localiza-se no bairro Vila Sá, próximo ao centro urbano de Ourinhos, é uma área comercial e residencial de médio a alto padrão construtivo e densamente populosa.

Em relação à cobertura da terra é impermeável, densamente construída e

compacta com presença de vegetação arbórea espaçada pelas ruas dos bairros.

A LCZ 3 nessa área é justificada pela função e papel que desempenha, tem grande fluxo de pessoas, pela presença de pontos comerciais, lojas varejistas, lojas de roupas e calçados, postos de gasolina e empresas que auxiliam as atividades agroexportadoras para atender os agricultores de Ourinhos e região.

Figura 11 - Caracterização Paisagística da Área 2 – LCZ 3.

LCZ3 COMPACTA DE BAIXA ELEVÇÃO 3			
DEFINIÇÃO			
Forma: Densamente construída, com poucos espaços vazios. Edifícios baixos e pequenos. Predomínio de materiais construtivos pesados (cimento, pedra, tijolo) e telhados cerâmicos, fibrocimento e zinco. Apresenta cobertura da terra pavimentada, com pouca presença de vegetação arbórea ou nenhuma. Função: Comercial e residencial. Localização: Concentrada na área central da cidade.			
ILUSTRAÇÃO			
Vista oblíqua 			
Vista lateral 			

Fonte: Imagem da vista oblíqua: Google Earth – Imagem da vista lateral: Autora (2022). Elaborado pelas autoras. Adaptado de Stewart (2011).

Área 3: Residencial Vandelena Moraes Freire

A área 3 (Figura 12), localiza-se no bairro Residencial Vandelena Moraes Freire, a nordeste de Ourinhos. É um bairro periférico e em expansão com novas construções de empreendimentos e loteamentos. Observou-se também que é uma área de transição entre o rural e o urbano, sobretudo no eixo de expansão no sentido Nordeste.

Com relação à cobertura da terra, a LCZ 3 nessa área é compacta, densamente construída e em alguns pontos apresenta média permeabilidade com presença ou não de cobertura vegetal arbórea e rasteira.

Figura 12 - Caracterização Paisagística da Área 3 – LCZ 3.

LCZ COMPACTA DE BAIXA ELEVÇÃO		3
DEFINIÇÃO		
Forma: Densamente construída, com alguns espaços vazios. Edifícios baixos e pequenos. Predomínio de materiais construtivos pesados (cimento, pedra, tijolo) e telhados cerâmicos. Apresenta cobertura da terra pavimentada, salvo exceções, com presença de vegetação arbórea ou nenhuma. Função: Residencial. Localização: Nordeste.		
ILUSTRAÇÃO		
Vista oblíqua 		
Vista lateral 		

Fonte: Imagem da vista oblíqua: Google Earth – Imagem da vista lateral: Autora (2022). Elaborado pelas autoras. Adaptado de Stewart (2011).

Área 4: Área de práticas agrícolas localizada próximo ao campus da UNESP

A área 4 (Figura 13), localiza-se no distrito industrial de Ourinhos-SP, próximo a FATEC (Faculdades de Tecnologia do Estado de São Paulo). É uma área de transição entre urbano e o rural no eixo de expansão no sentido Sudeste. É constituída de residências periféricas, edifícios e barracões destinados a práticas industriais, o entorno dessa área é destinado a práticas agrícolas.

Em relação à cobertura da terra, apresenta-se permeabilizada exceto nas áreas construídas, com pequenos fragmentos de vegetação arbórea nos bairros.

Figura 13 - Caracterização Paisagística da Área 4 – LCZ DF.

LCZ VEGETAÇÃO RASTEIRA OU SOLO EXPOSTO DE D _F	
ACORDO COM A SAZONALIDADE	
DEFINIÇÃO	
Forma: Área sazonalmente ocupada por vegetação rasteira ou solo exposto. Não apresenta pavimentação em grande extensão, assim como construções. Função: Agricultura. Localização: Sudeste.	
ILUSTRAÇÃO	

Vista oblíqua		
Vista lateral 		

Fonte: Imagem da vista oblíqua: Google Earth – Imagem da vista lateral: Autora (2022). Elaborado pelas autoras. Adaptado de Stewart (2011).

Área 5: Jardim Itamaraty

A área 5 (Figura 14), localiza-se no bairro jardim Itamaraty, na zonal sul da área urbana de Ourinhos. É constituído de bairros periféricos e casas com materiais de baixo padrão. A LZC 6 justifica-se pela ocupação de residências esparsas com edificações de médio e pequeno porte. Observa-se que é uma área de expansão de espaços residenciais fechados de alto padrão.

Em relação à cobertura da terra, é uma região que apresenta média permeabilidade, sazonalmente ocupada por vegetação rasteira ou solo exposto.

Figura 14 - Caracterização Paisagística da Área 4 – LCZ 6.

LCZ	ABERTA DE BAIXA ELEVÇÃO			6
DEFINIÇÃO				
Forma: Construções espaçadas, com média densidade construtiva. Edifícios baixos (não atingindo 4 pavimentos), de materiais pesados (tijolo, pedra, cimento) e telhados cerâmicos. Árvores dispersas e áreas permeáveis (quintais, jardins e áreas não construídas). Função: Residencial. Localização: zona sul.				
ILUSTRAÇÃO				
<i>Vista oblíqua</i> 				



Fonte: Imagem da vista oblíqua: Google Earth – Imagem da vista lateral: Autora (2022). Elaborado pelas autoras. Adaptado de Stewart (2011).

Além das cinco potenciais LZCs identificadas nas áreas selecionadas que apresentaram temperaturas mais elevadas, foram diagnosticadas outras classes na área urbana de Ourinhos e no entorno próximo. Em relação às LZCs de cobertura construída, foram verificadas classes das potenciais LZC 9, especializadas em pequenos fragmentos e poucas classes com construções esparsa e vegetação arbórea ou não, também esparsa.

Foram também verificadas três classes das potenciais LZC 10, que foram definidas e selecionadas com o critério de que: se forem identificadas três a mais estabelecimentos industriais poderiam ser selecionadas e definidas como classe.

A classe LCZ A, em relação à cobertura da terra se caracteriza pela presença de vegetação arbórea com árvores densas e esparsas e bem localizadas como em áreas verdes e de preservação permanente.

A LCZ B, se caracteriza pela cobertura de vegetação arbórea esparsa, estando associada a áreas ocupadas por atividades humanas e com práticas de cultivos pessoais em praças, calçadas e canteiros.

As classes das potenciais LCZ D, se associa a cobertura do solo com presença de vegetação rasteira como gramíneas ou áreas cultivadas. Essa área ficou vinculada a áreas de pastagem ou sem uso.

Já a classe da potencial LCZ F, é caracterizada por solo exposto, representa os loteamentos urbanos que não apresentam construções residenciais e nem comerciais.

Por fim, a potencial LCZ G referente à cobertura dos corpos hídricos, foi considerada e selecionada para essa classe locais com presença de represamentos artificiais ou naturais. Nesse sentido, a cidade de Ourinhos é privilegiada, pois os três rios: Paranapanema, Pardo e Turvo cortam Ourinhos praticamente dentro e no entorno do perímetro urbano da cidade.

5.4. COMPARAÇÃO ENTRE AS ÁREAS DESTACADAS QUE APRESENTARAM MAIORES TEMPERATURAS EM RELAÇÃO À DISTRIBUIÇÃO DE RENDA

Segundo Monteiro (2009), a cidade é a transformação da ação humana sobre o espaço,

[...] aliado à própria dinâmica da população aí concentrada, circulando e desempenhando variadas atividades e serviços, faz com que as cidades sejam – por excelência – os lugares onde as resultantes ambientais configuram-se como obra conjunta de uma natureza retalhada e afeiçoada aos propósitos do viver humano (MONTEIRO, 2009, p. 10).

A relação sociedade e natureza atrelada à produção do espaço urbano define a distribuição da vegetação nas cidades resultando em desigualdes e vulnerabilidade ao acesso em praças públicas, áreas verdes e sobreamentos em locais públicos. Jenerette *et al.* (2007) estudou a cidade metropolitana Phoenix localizada a sudoeste dos Estados Unidos (EUA), nesse estudo ele concluiu que a condição socioeconômica intervém na quantidade e qualidade da vegetação no local, que assim, influencia a temperatura de superfície.

Dessa maneira, os efeitos das Ilhas de calor e alta temperatura não afeta todas as classes sociais da mesma maneira. A vegetação arbórea e as áreas verdes dentro das cidades ajudam a diminuir as altas temperaturas e os efeitos das Ilhas de calor que são sentidos, principalmente pela população de baixa renda, devido à dificuldade de mobilidade e acesso aos espaços verdes, ao se deslocar para áreas mais frescas ou desfrutar de áreas verdes em períodos de altas temperaturas.

Em relação às habitações, em alguns casos as casas nas áreas de baixa renda são construídas com materiais que acentua a retenção de calor durante períodos de calor intenso. Já a classe da alta renda pode investir em tecnologias de eficiência energética, em refrigeradores, ar-condicionados e habitações bem projetadas com tipo de materiais que retêm menos calor.

A saúde das pessoas de classes sociais mais vulneráveis é frequentemente a mais afetada quando o termômetro atinge níveis extremos nas cidades. A falta de acesso a ambientes climatizados coloca em risco a saúde da população de baixa renda, enquanto a população de alta renda pode buscar refúgio em espaços refrigerados e contar com cuidados médicos adequados.

As pessoas de baixa renda que enfrentam maior risco de problemas de saúde relacionados ao calor, como insolação e desidratação, devido à exposição

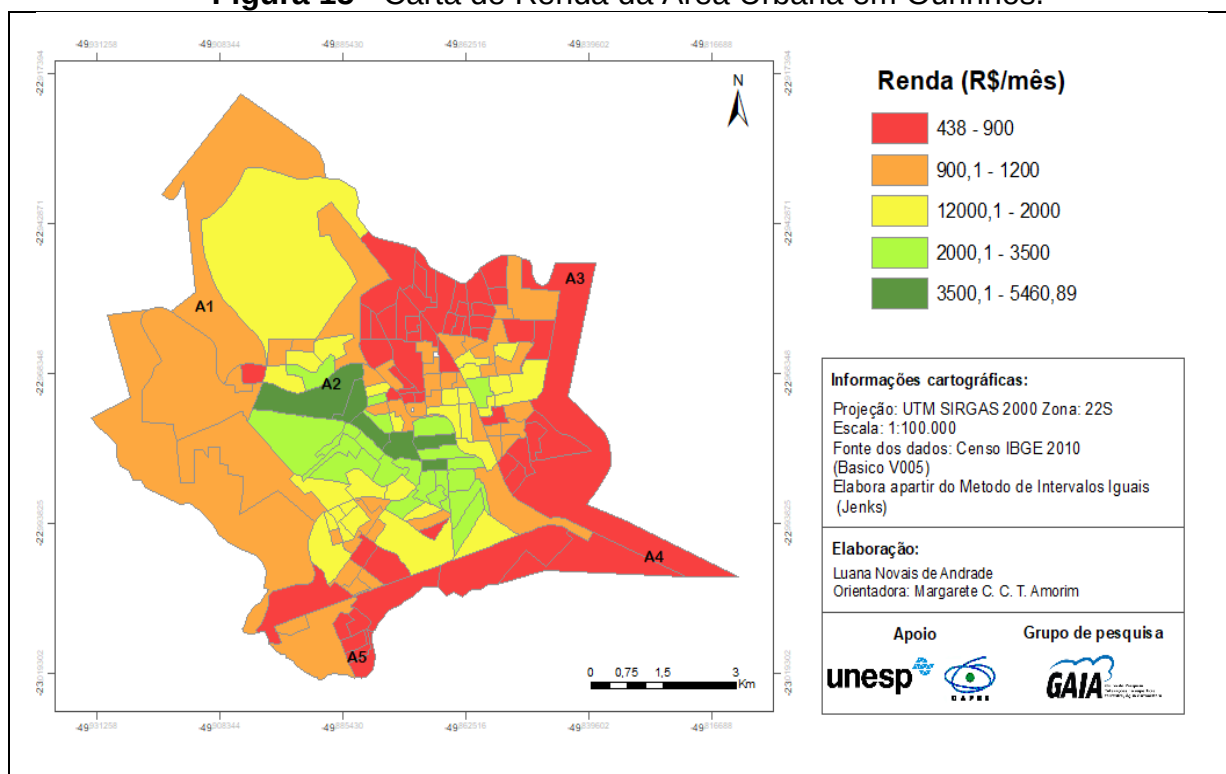
prolongada as temperaturas elevadas.

Dessa maneira, concordamos com Sant'Anna Neto (2001), ao dizer que:

O clima assume um papel variado na medida em que as diferentes sociedades (e dentro delas, os distintos grupos sociais) se encontram em momentos diferentes em relação ao processo de globalização e de mundialização, e que, num mesmo território uma sociedade desigual, estruturada em classes sociais, não dispõe (ou sua lógica assim não o permite) dos mesmos meios para lidar com a ação dos fenômenos atmosféricos, de forma a minimizar ou otimizar os seus efeitos para todos os segmentos sociais. (Sant'Anna Neto, 2001, p. 111).

Nessa perspectiva o mapa da distribuição de renda da área urbana em Ourinhos (Figura 15), permitiu-nos a realização da caracterização socioeconômica da população que vive na cidade, além de permitir a análise e o estabelecimento de relações com as cinco áreas selecionadas para o estudo da presente pesquisa.

Figura 15 - Carta de Renda da Área Urbana em Ourinhos.



Fonte: Andrade, 2022.

Na área 1, de acordo com os dados do IBGE (2010), os moradores que vivem nessa região possuem renda mensal entre 1200,1 e 2000 reais (Figura 15). É uma região que apresentam concentração de bairros residenciais populares e seu entorno a noroeste é rural, destinada à prática agrícolas.

Entre as cinco áreas estudadas, os moradores da área 2 apresentaram

maior renda. Foi classificada em duas classes de renda: R\$ 2000,1 a 3500 e R\$ 3500,1 a 5460,89 reais. Está localizada na área central da cidade é densamente edificada e compacta, mas de baixa elevação, solo impermeabilizado e arborização esparsa. Pelo papel que a área comercial de Ourinhos desempenha para a população local e das cidades vizinhas, ocorre um fluxo intenso de pessoas e veículos durante o dia no horário comercial.

A Nordeste está localizada a área 3. Trata-se de bairros periféricos com empreendimentos habitacionais voltados para segmentos socioeconômicos de menor renda. Nessa área a renda mensal é de R\$ 438,00 a 900 reais.

Já área 4 apresentou a mesma renda mensal da área 3, entre R\$438,00 a 900 reais. A diferença é que nessa área está localizada numa região residencial periférica e fica no distrito industrial.

A zona sul, localizada na área 5, apresenta características parecidas com a área 3. São bairros com empreendimentos habitacionais de menor renda, a diferença entre as duas áreas é que na área 5 a renda mensal apresentou duas classes de R\$438,00 a 900 reais e R\$900,10 a 2000 reais.

Nessa perspectiva que surgiu a hipótese para o desenvolvimento dessa pesquisa, de que se o espaço urbano é estruturado em classes sociais e produzido de forma desigual, esses fatores estão quase sempre associados a uma sociedade baseada na reprodução das desigualdades que são produzidas e se manifestam de forma material e desigual nas cidades.

As diferentes intencionalidades do poder público direcionam e manipulam a ação de plantio de vegetação arbórea e áreas verdes que na maioria das vezes são direcionadas para bairros de alto padrão.

Essa organização do espaço urbano amplia a reprodução das desigualdades e as diferenças de classes sociais. Essas diferentes classes sociais não terão os mesmos meios para se protegerem das altas temperaturas e do desconforto térmico nas cidades. Com isto, para a verificação/comprovação da hipótese foi realizada a comparação entre as áreas destacadas que apresentaram maiores temperaturas em relação à distribuição de renda e da vegetação.

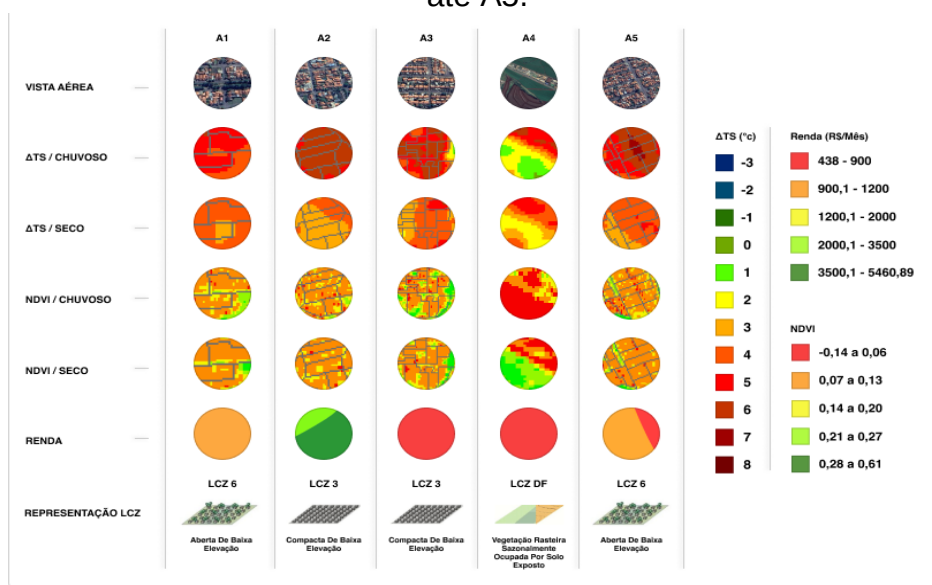
Na presente pesquisa, procurou-se analisar as ações e processos socioespaciais descrita por Corrêa (2011), sendo que os agentes que produzem o espaço urbano são:

os proprietários dos meios de produção, os proprietários fundiários, os promotores imobiliários, os Estado e os grupos sociais excluídos. A partir de sua ação o espaço é produzido, impregnado de materialidades como campos cultivados, estradas, represas e centros urbanos como ruas, bairros, áreas comerciais e fabris, mas também pleno de significados diversos, como aqueles associados à estética, status, etnicidade e sacralidade (Corrêa, 2011, p. 44).

As ações sobre o espaço urbano contêm interesses, estratégias e práticas espaciais que, por natureza compreendem ideologias, contradições e conflitos.

Para facilitar a compreensão de todas variáveis e dados diagnosticados e analisados, todas as informações das áreas escolhidas foram organizadas no painel da Figura 16, juntamente com as classes de diferença de temperatura e NDVI dos períodos chuvoso e seco para analisar a resposta termal, considerando fatores explicativos dos alvos relacionando com os segmentos sociais a partir da distribuição de renda das pessoas que residem nas cinco áreas selecionadas. Nesse painel são verificadas os campos térmicos e os aspectos socioeconômicos para a zona urbana de Ourinhos, revelando diferenças de intensidade da temperatura (ΔT) intraurbanas entre os dois períodos, bem como diferenciações de renda e a localização geográfica.

Figura 16 - Painel Síntese com Tipologias e Materiais Construtivos, Respostas no Período Chuvoso e Seco da Variável Térmica e Atributos Socioeconômicos em A1 até A5.



Fonte: Andrade, 2022.

Na Figura 16, no painel síntese verifica-se que as altas intensidades das ilhas de calor superficiais foram registradas em bairros de conjuntos habitacionais

com características de baixo padrão construtivo e dentre eles, destacam-se em quase todas as áreas selecionadas.

As diferenças das temperaturas dos alvos e dos NDVI entre o período chuvoso e seco atingiram os maiores valores: na área 4 constatou-se o pico máximo da intensidade de temperatura no período chuvoso, a escala variou entre 5°C e 9°C somado com os menores NDVI entre -0,14 e 0,07. Essa área diagnosticada pela potencial LCZ D_F é sazonalmente ocupada por vegetação rasteira ou solo exposto, exercendo a função de uma área com práticas agrícolas.

Com isso, os bairros periféricos de habitações populares onde estão localizadas as áreas A1, A2, A3 e A5, diagnosticadas com as potenciais LCZ 6, 3, D_F, 3 e 6, estruturadas em terrenos pequenos, compactos e de baixa elevação, e apresentaram as maiores temperaturas quando comparados com outros que, embora também sejam densamente construídos, possuem cobertura vegetal arbórea nas calçadas. Os resultados mostram que a resposta da intensidade das temperaturas dos alvos sintetiza a densidade construtiva da área urbana de Ourinhos, da vegetação e o tipo de materiais de cobertura dos telhados.

5.5. PROPOSTA DE INTERVENÇÃO PARA DIMINUIR A TEMPERATURA NAS ÁREAS DESTACADAS COM MAIOR TEMPERATURA

A vegetação em áreas urbanas, como já apresentando anteriormente, é benéfica para a população que vive nas cidades. Fernandes (2014, p. 24), traduziu um importante trabalho de Oliveira, Andrade e Vaz (2011, p. 218), onde enfatiza que:

a presença de áreas verdes em espaços urbanos na cidade de Lisboa ajuda a mitigar o aumento da temperatura do ar. Os autores verificaram uma diminuição de 6,9°C em relação à temperatura ambiente dos locais pouco arborizados. Além disso, essas áreas também podem auxiliar na redução e adaptação aos efeitos negativos do clima, tal como a minimização no consumo de energia em decorrência das temperaturas mais baixas advindas da presença de áreas verdes (Fernandes, 2014, p. 24).

A proximidade de áreas verdes em bairros periféricos reduz barreiras econômicas, permitindo que pessoas de baixa renda acessem esses espaços públicos em períodos de alta intensidade de temperatura, além de recreação e de lazer.

Na cidade de Ourinhos, quando se observa empiricamente, ou se consultam os moradores locais, verifica-se a revolta pela ausência de praças

públicas e áreas verdes. Nesse trabalho verificou-se a densidade de vegetação em Ourinhos-SP, através do NDVI. Diagnosticou-se pouca vegetação arbórea distribuída pela cidade e ausência de áreas verdes e praças públicas arborizadas nas cinco áreas destacadas que apresentaram maior temperatura. Isso é um problema porque essas áreas estão localizadas em bairros periféricos, exceto a área dois que fica localizada no centro da cidade e apresentou maior renda (Figura 15).

Dessa maneira, nessa pesquisa fica evidente que o poder público da cidade de Ourinhos, precisa formular políticas públicas de execução e manutenção de praças públicas com bastante vegetação arbórea nas áreas destacadas da presente pesquisa, além de iniciativas comunitárias em promover soluções acessíveis principalmente para população de baixa renda que não tem dinheiro para investir em ventiladores dentro de casa. Isso inclui desde estratégias simples, como áreas de sombra em espaços públicos, até programas de distribuição de recursos para lidar com as intensidades das Ilhas de calor.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com os resultados alcançados, verifica-se que as ilhas de calor superficiais foram identificadas especialmente no período chuvoso. No período seco, observa-se uma variação pequena na intensidade da temperatura dos alvos nas diferentes classes das potenciais LCZ entre os bairros compactos densamente construídos em relação aos bairros menos permeabilizados e mais arbóreos.

No período chuvoso, as áreas que apresentaram maior intensidade de temperatura foram identificadas nos bairros densamente construídos, compactos e de baixa elevação. Os valores mais elevados ocorreram na área central da cidade Ourinhos-SP, enquanto no período seco a intensidade apresentou valores próximos na escala de variação da temperatura dos alvos.

Ficou evidente que nos bairros com maior grau de ocupação, permeabilização do solo e menor quantidade de áreas com vegetação aumenta a intensidade da temperatura dos alvos nos dois períodos chuvoso e seco. Mas no período seco a diferença na intensidade de temperatura e NDVI em áreas com vegetação arbórea e menos permeabilizadas como as de práticas agrícolas apresentaram intensidades e NDVI próximos em relação ao intraurbano densamente construído e, desta maneira, não foi identificada a ocorrência de ilhas de calor superficial de forte intensidade.

No período chuvoso as áreas com menores temperaturas foram nos bairros mais próximos aos cursos d'água e com vegetação arbórea, essas áreas proporcionaram temperaturas amenas. Desta maneira, o presente estudo incentiva e apresenta técnicas às pesquisas futuras para procurarem formas de estudar as ilhas de calor superficial a partir do sensoriamento remoto em relação aos sistemas atmosféricos.

A relação entre o clima urbano e a desigualdade socioeconômica evidencia a necessidade de políticas públicas que, por meio da atuação do poder público, busquem reduzir essas desigualdades, garantindo acesso à infraestrutura, ferramentas de adaptação e proteção, além de áreas de lazer e arborização, para mitigar os impactos das altas temperaturas, especialmente em cidades mais quentes. Medidas como a distribuição de ventiladores para famílias de baixa renda e a instalação de climatizadores de ambientes em escolas tornam-se fundamentais nesse contexto.

A adaptação e mitigação devem ser inclusivas, garantindo que as comunidades de baixa renda sejam ativamente consideradas. Somente através de abordagens integradas poderemos construir maneiras das populações de baixa renda se protegerem das altas temperaturas nas cidades.

A falta de meios para se proteger em períodos de intensidade da Ilha de calor pode levar a problemas de saúde das pessoas, que afetam de maneira desproporcional aqueles que não têm meios adequados de se proteger.

Os resultados obtidos podem contribuir para análises voltadas ao planejamento urbano e avançar na construção de estratégias para mitigação das ilhas de calor para a promoção da qualidade ambiental e na saúde da população que vive nas cidades.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, M. C. C. T. **Climatologia e gestão do espaço urbano (climatology and urban space management)**. Mercator – Revista de Geografia da UFC v. 9, n. 1, p. 71 a 90-71 a 90, 2011.

AMORIM, M. C. C. T. **Detecção remota de ilhas de calor superficiais: Exemplos de cidades de porte médio e pequeno do ambiente tropical, Brasil**. Finisterra-Revista Portuguesa de Geografia, n. 105, p. 111-133, 2017.

AMORIM, M. C. C. T. **O clima urbano a partir do sensoriamento remoto e de registros da temperatura do ar**. In: XIV Encuentro de Geógrafos de América Latina: reencuentro de saberes territoriales latinoamericanos, 2013, Lima. **Anais...Lima/Peru**: UGI, 2013. p. 1-18.

AMORIM, M. C. C. T. **O clima urbano de Presidente Prudente/SP**. São Paulo, 2000. 378p. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia Letras e Ciência Humanas – USP.

AMORIM, M. C. C. T. **Spatial variability and intensity frequency of surface heat island in a Brazilian city with continental tropical climate through remote sensing**. Remote Sensing Applications: Society and Environment, v. 9, p. 10-16, 2018.

AMORIM, M. C. C. T. **Teoria e Método para o Estudo das Ilhas de Calor em Cidades Tropicais de Pequeno e Médio Porte**. Tese de Livre-Docência. Presidente Prudente: FCT/UNESP, 2017b.

ARAÚJO, F. L. **Ilhas de calor em Sinop-MT: Análise das características térmicas em conjunto com os aspectos socioeconômicos e ambientais**. Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, da Faculdade de Ciências e Tecnologia, da Universidade Estadual Paulista, 2021, p. 66.

BAJWA, M. M.; **Role of Integrate landscape designed in energy conservation in detaches dwellings in the Arabian Gulf region**. Renewable Energy, Oxford, v. 6, n. 2, p. 139-150, 1995.

BARROS, H. R.; LOMBARDO, M. A. **A ilha de calor urbana e o uso e cobertura do solo** em São Paulo-SP. Geosp – Espaço e Tempo (Online), v. 20, n. 1, p. 160-177, mês. 2016. ISSN 2179-0892. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/geosp/article/view/97783>. DOI: <http://dx.doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geosp.2016.97783>.

BENTO, C. A.; BASSO, L. S.; NERY, T. J. **O clima urbano da cidade de Ourinhos/SP: diagnóstico das variáveis meteorológicas**. Congresso nacional de Geografia física, 2017.

BUENO-BARTHOLOMEI, C. L.; **Influencia da vegetação no conforto térmico urbano e no ambiente construído**. Campinas, SP, 2003. 189 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de

Campinas.

CÂMARA, G.; DAVIS, C. **Arquitetura de Sistemas de Informação Geográfica**. In: CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. **Introdução a Ciência da Geoinformação**. São Paulo: INPE, 2001.

CARDOSO, R. S. **Classificação de potenciais unidades climáticas em Presidente Prudente-SP**. 2015, p. 94.

CARFAN, Ana Claudia. **Análise de conforto térmico em áreas abertas no município de Ourinhos - SP**. 2011. Tese (Doutorado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011. doi:10.11606/T.8.2011.tde-08022012-160622. Acesso em: 2024-02-21.

COCOZZA, P, G; Lira, B, F; Silva, A, M. **O nem sempre conveniente ver de: estudos preliminares de conceituação e tipificação de fitopatologias urbanas e m espaços públicos**. São Paulo, 2017.

COLWELL, R. N. **Manual de sensoriamento remoto**. Ed. 1983.

DACANAL, C; LABAKI; SILVA, M. L. T. **Vamos passear na floresta! O conforto térmico em fragmentos florestais urbanos**. Ambiente Construído. Porto Alegre, v. 10, n. 2, p. 115-132, abr./jun. 2010.

DI CLEMENTE, A, M. **Influência da vegetação como elemento modificador do conforto térmico da ambiência urbana da cidade de Anápolis-go**. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de PósGraduação em Sociedade Tecnologia e Meio Ambiente do Centro Universitário de Anápolis – unievangélica, 2019.

DIAS, F. M. F. **A gênese de Ourinhos -sp: a cidade “acima da linha” e “abaixo da linha”**. Geoinfá: Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia Maringá, 2014. v. 6, n. 1 , p. 46-61. ISSN 2175-862X (on-line).

DUARTE, D.; SERRA, G. **Padrões de ocupação do solo e microclimas urbanos na região de clima tropical continental**. In: ENCONTRO NACIONAL E ENCONTRO LATINO AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUIDO, VI e III., 2001, Anais... [São Pedro - São Paulo], 2001.

DUMKE, E. M. S. **Clima urbano/conforto térmico e condições de vida na cidade – uma perspectiva a partir do aglomerado urbano da região metropolitana de Curitiba**. 2007. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

EQUIPE URBANA. **O uso do Google Earth para estudar a morfologia das cidades. I Escopo e limitações**. Ar@cne. *Revista eletrônica de recursos da Internet em Geografia e Ciências Sociais*. Barcelona: Universidade de Barcelona, nº 100, 1º de setembro de 2007. < <http://www.ub.es/geocrit/aracne/aracne-100.htm> >.

FERNANDES, P. L. **Avaliação do conforto térmico em espaços livres públicos:**

estudo de caso no entorno de praças do município de Londrina, Paraná. Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2014.

FERNÁNDEZ, G. F. **Manual de climatologia aplicada: clima, medio ambiente y planificación.** Madrid: Editorial síntesis, S.A, 1996, p. 285.

FIALHO, S. E. **Ilha de calor: reflexões acerca de um conceito.** ACTA Geográfica, Boa Vista, Ed. Esp. Climatologia Geográfica, 2012, p. 72.

GARTLAND, L. **Ilhas de calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas.**

GIRARDI, E. P.; **Proposição de uma cartografia geográfica crítica e sua aplicação no desenvolvimento do atlas da questão agrária brasileira.** Presidente Prudente – FCT, tese apresentada ao Departamento de Geografia da Faculdade de Ciências e Tecnologia da unesp – Campus de Presidente Prudente para a obtenção de título de doutor em geografia, 2008.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Divisão de Satélites e Sistemas Ambientais. Banco de dados de imagens.** Disponível em: <<http://satelite.cptec.inpe.br/acervo/goes.formulario.logic?i=br>>. Acessado em: 16 março. 2018.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres.** São José dos Campos: Parêntese, 2009. 604 p.

LIMA, M. G. **Geoprocessamento e análise criminal: associação entre tráfico de drogas e vulnerabilidade socioeconômica na zona urbana de feira de santana no período de 2006 a 201.** Dissertação apresentada ao Programa de PósGraduação em Modelagem em Ciências da Terra e do Ambiente – PPGM-UEFS, 2014, p. 33.

MENDONÇA, F. **O clima urbano de cidades de porte médio e pequeno: aspectos teóricometodológicos e estudo de caso.** In: SANT' ANNA NETO, J. L.; ZAVATINI, J. A. (Org.) Variabilidade e Mudanças Climáticas: implicações ambientais e socioeconômicas. Maringá, cap. 09, 2000, p. 165-192.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I.M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil, In: “Circulação e Dinâmica Atmosférica”,** São Paulo, Oficina de textos, 2007, p.95- p.100.

MENDONÇA, Magaly. **A dinâmica têmporo-espacial do clima subtropical na região conurbada de Florianópolis/SC.** 2003. Tese de Doutorado.

MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. de (Orgs.). **Introdução ao Processamento de imagens de sensoriamento remoto.** Brasília: UNB/CNPq, 2012. 266 p. Disponível em: < <http://www.cnpq.br/documents/10157/56b578c4-0fd5-4b9f-b82a-e9693e4f69d8>> Acessado em: 29 jan. 2019.

MONTEIRO, C. A. de F. Clima. In **Geografia do Brasil: Grande Região Sul.** Rio de

Janeiro: IBGE. v.4, TOMO 1, p-114-166. 1968.

MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e Clima Urbano**. (Tese de Livre Docência apresentada ao Departamento de Geografia/FFLCH-USP). São Paulo, 1976.

NASCIMENTO, F. T. D.; OLIVEIRA, J. I. **Análise da evolução do fenômeno de ilhas de calor no município de Goiânia/Go (1986-2010)**. B.goiano.geogr. Goiânia, v. 31, n. 2, p. 113-127, jul./dez. 2011.

NAVA, A.; SOUZA, M. D.; NERY, T. J. **Análise do conforto térmico no município de ourinhos – SP**. Simpósio brasileiro de climatologia geográfica, 2010.

NERY, T. J., CARFAN, C. A. **Glossário de Termos Técnicos em Metodologia e Climatologia**. Jundiaí: Paco Editorial, 2013.

NOBILE, A. A.; **Diretrizes para sustentabilidade ambiental em empreendimentos habitacionais**. Campinas, SP, 2003. 386 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas.

NUCCI, J. C. **Qualidade Ambiental e Adensamento Urbano**. São Paulo: Humanistas/FFLCH-USP, 2001. 236p.

NUNES, L. H. **Urbanização e Desastres Naturais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

OKE, T. **Boundary layer climates**. London: Methuen & Co, 1978, p. 372.

OKE, T. R. **Boundary Layer Climates**. 2. ed. London and New York: Routledge Taylor & Francis Group, 1987, p. 288.

OKE, T. R.; MILLS, G.; CHRISTEN, A.; VOOGT, J. A. **Urban climates**. Cambridge: Cambridge University Press, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1017/9781139016476>.

OLIVEIRA, S.; ANDRADE, H.; VAZ, T. **The cooling effect of Green spaces as a contribution to the mitigation of urban heat: A case study in Lisbon**. Building and Environment 46, 2011, p.2186-2194.

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

RAMOS, R. R. D. et al. **Aplicação do índice da vegetação por diferença normalizada (NDVI) na avaliação de áreas degradadas e potenciais para unidades de conservação**. In: III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, Recife - PE, p. 01-06, 2010.

RIBEIRO, H; PESQUERO, C. R., & COELHO, M. DE S. Z. S. **Clima urbano e saúde: uma revisão sistematizada da literatura recente**. *Estudos Avançados*, 30(86), 67-82, 2016.

ROCHA, C. H. B. **Geoprocessamento – Tecnologias Transdisciplinar**. Juiz de Fora, 2000, p. 220.

ROSS, J. L. S; MOROZ, I. C. **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo. 1997. Escala 1:500.000.

SANT'ANNA NETO, J. L. **Clima e organização do espaço**. Boletim de Geografia, Maringá, 1998.

SANT'ANNA NETO, J. L.; TOMMASELLI, J. T. G. **O tempo e o clima de Presidente Prudente**. Presidente Prudente: FCT/UNESP, 2009.

SANTOS, L. M. M. **Bases metodológicas para sistema de alerta de redução de óbitos por ondas de calor nas capitais brasileiras**. Dissertação de Mestrado Fundação Oswaldo Cruz. Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca. Rio de Janeiro, RJ, Brasil 2023. 46 p.

SANTOS, M. **A evolução recente da população urbana, agrícola e rural**. In: (Org.). A urbanização brasileira. 5. ed. São Paulo: Edusp, 2008, p. 32. São Paulo: Oficina de Textos, 2010, p. 9.

SHINZATO, P. **O impacto da vegetação nos microclimas urbanos**. Dissertação de Mestrado apresentada a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, 2009, p. 30.

SILVEIRA, R. M. **Ourinhos / SP: formação e desenvolvimento de uma economia regional e demais estudos**. Bauru: Joarte, 2011.

SOUZA, J. F. de; SILVA, R. M.; SILVA, A. M. **Influência do uso e ocupação do solo na temperatura da superfície: o estudo de caso de João Pessoa –PB**. Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente, 2016.

SPIRN, A. W. **O jardim de granito: a natureza no desenho da cidade**. São Paulo: EDUSP, 1995. 345 p.

URBANA, E. **O uso do Google Earth para estudar a morfologia das cidades. I Escopo e limitações**. Ar@cne. Revista eletrônica de recursos da Internet em Geografia e Ciências Sociais. Barcelona: Universidade de Barcelona, nº 100, 1º de setembro de 2007. < <http://www.ub.es/geocrit/aracne/aracne-100.htm> >.

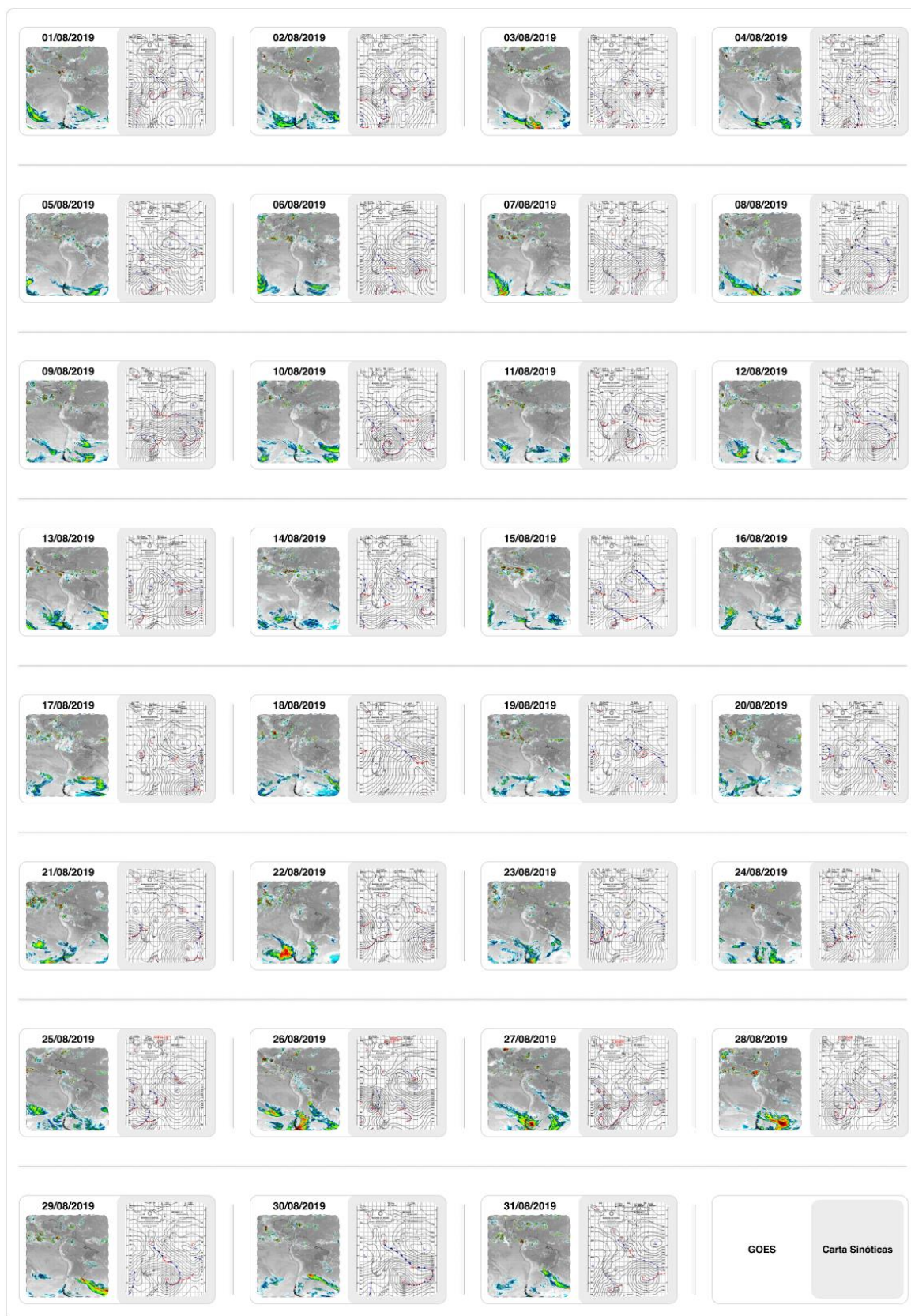
ZAVATTINI, J. A. **O tempo e o espaço nos estudos do ritmo no Brasil**. Revista de Geografia, Rio Claro-SP, v. 27, n. 3, p. 101-131, 2002. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/ageteo/article/view/1913>. Acesso em: 04 jan. 2024.

Painel de Imagens do satélite Goes da banda 13 à esquerda e à direita as carta de pressão da Marinha do Brasil (março)



Org.: Luana Novais de Andrade, 2022.

Painel de Imagens do satélite Goes da banda 13 à esquerda e à direita as carta de pressão da Marinha do Brasil (agosto)



Org.: Luana Novais de Andrade, 2022.