



UNIVERSIDADE FEDERAL DE JATAÍ (UFJ)
UNIDADE ACADÊMICA ESPECIAL DE ESTUDOS GEOGRÁFICOS (UAEEG)
GRADUAÇÃO E PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA (PPGGEO)

JOSÉ RICARDO RODRIGUES ROCHA

**O clima urbano como indicador de qualidade ambiental em Jataí
(GO) - Brasil**

JATAÍ
2021



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

UNIDADE ACADÊMICA ESPECIAL DE ESTUDOS GEOGRÁFICOS

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA) PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei 9.610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFG é de responsabilidade exclusiva do autor. Ao encaminhar o produto final, o autor(a) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA) PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFJ

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Jataí (UFJ) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFJ), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei 9.610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data. O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFJ é de responsabilidade exclusiva do autor. Ao encaminhar o produto final, o autor(a) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

1. Identificação do material bibliográfico

[] Dissertação [X] Tese

2. Nome completo do autor

José Ricardo Rodrigues Rocha

3. Título do trabalho

O CLIMA URBANO COMO INDICADOR DE QUALIDADE AMBIENTAL EM JATAÍ (GO) - BRASIL

4. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador)Concorda com a liberação total do documento [X] SIM [] NÃO¹

[1] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante:

- consulta ao(à) autor(a) e ao(à) orientador(a);
- novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação.

O documento não será disponibilizado durante o período de embargo. Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

Obs. Este termo deverá ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.



Documento assinado eletronicamente por **Alécio Perini Martins, Professor do Magistério Superior**, em 14/12/2021, às 16:46, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **JOSÉ RICARDO RODRIGUES ROCHA, Usuário Externo**, em 14/12/2021, às 16:47, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site <https://sei.ufg.br>

[/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0](https://sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **2574577** e o código CRC **8A274976**.

JOSÉ RICARDO RODRIGUES ROCHA

O clima urbano como indicador de qualidade ambiental em Jataí (GO) - Brasil

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, da Unidade Acadêmica Especial de Estudos Geográficos, da Universidade Federal de Jataí (UFJ), como requisito para obtenção do título de Doutor em Geografia.

Área de concentração: Organização do Espaço nos Domínios do Cerrado Brasileiro.

Linha de pesquisa: Análise Ambiental.

JATAÍ
2021

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFJ.

Rocha, José Ricardo Rodrigues

O clima urbano como indicador de qualidade ambiental em Jataí (GO) - Brasil / José Ricardo Rodrigues Rocha. - 2021. 225, CCXXIII f.

Orientador: Prof. Dr. Alécio Perini Martins.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Jataí, Unidade Acadêmica Especial de Estudos Geográficos, Jataí, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Jataí, 2021.

Inclui mapas, gráfico, tabelas, lista de figuras, lista de tabelas.

1. Sensação térmica. 2. Ilhas de calor. 3. paisagem urbana. 4. campo térmico. 5. Unidades climáticas I. Martins, Alécio Perini, orient. II. Título.

CDU 911



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO - REGIONAL JATAÍ

ATA DE DEFESA DE TESE

Ata Nº 23 da sessão de Defesa de Tese de **José Ricardo Rodrigues Rocha** que confere o título de Doutor em **Geografia**, na área de concentração em **Organização do Espaço nos Domínios do Cerrado Brasileiro**.

Aos **vinte e três dias do mês de setembro de 2021**, a partir das **14h**, por meio de videoconferência, realizou-se a sessão pública de Defesa de Tese intitulada “ **O CLIMA URBANO COMO INDICADOR DE QUALIDADE AMBIENTAL EM JATAÍ (GO) - BRASIL**”. Os trabalhos foram instalados pelo Orientador, Professor Doutor **Alécio Perini Martins (UAEEGEO / UFJ)** com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: Professor Doutor **Emerson Galvani (FFLCH / USP)**, membro titular externo; Professora Doutora **Margarete Cristiane de Costa Trindade Amorim (FCT / UNESP)**, membro titular externo; Professor Doutor **Diego Tarley Ferreira Nascimento (IESA / UFG)**, membro titular externo; Professora Doutora **Regina Maria Lopes (UAEEGEO / UFJ)**, membro titular interno. Durante a arguição os membros da banca não fizeram sugestão de alteração do título do trabalho. A Banca Examinadora reuniu-se em sessão secreta a fim de concluir o julgamento da Tese tendo sido o candidato **aprovado** pelos seus membros. Proclamados os resultados pelo Professor Doutor **Alécio Perini Martins**, Presidente da Banca Examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, lavrou-se a presente ata que é assinada pelos Membros da Banca Examinadora, aos **vinte e três dias do mês de setembro de 2021**.

TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA



Documento assinado eletronicamente por **Alécio Perini Martins, Professor do Magistério Superior**, em 14/12/2021, às 10:50, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Diego Tarley Ferreira Nascimento, Professor do Magistério Superior**, em 14/12/2021, às 11:09, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Regina Maria Lopes, Professora do Magistério Superior**, em 14/12/2021, às 12:16, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Margarete Cristiane de Costa Trindade Amorim, Usuário Externo**, em 14/12/2021, às 15:15, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Emerson galvani, Usuário Externo**, em 14/12/2021, às 15:59, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2572568** e o código CRC **EA986101**.

FOLHA DE MENÇÃO

Os Programas de Pós-Graduação stricto sensu, ora em funcionamento na Universidade Federal de Jataí (UFJ), em virtude de procedimentos técnicos relacionados à CAPES, continuam provisoriamente vinculados à Universidade Federal de Goiás (UFG), no entanto, todos os elementos pré-textuais do trabalho apresentado estão identificados como Universidade Federal de Jataí, em função da migração da BDTD ter ocorrido a partir de 16 de agosto de 2021, e pelo fato das pesquisas e produções estarem sendo realizadas na UFJ.

DEDICATÓRIA

Dedico essa monografia a minha eterna orientadora Dra. Zilda de Fátima Mariano (In memoriam).

AGRADECIMENTOS

Primeiramente; à Deus, por ter me concedido a vida, saúde, sabedoria e o fortalecimento diante dos percursos que tracei até chegar aqui, não foi fácil, porém tudo que foi passado serviu para chegar nos degraus mais altos;

Agradeço imensamente aos meus pais Egídio Rodrigues Rocha e Maria Benta da Rocha Rodrigues, por depositar em mim o amor, carinho, incentivo e confiança, o quais foram importantes para chegar ao patamar que me encontro e, que sempre estiveram ao meu lado;

Aos meus poucos irmãos Fátima, Fernanda, Zilda, Helena, Ailton e Júlio pelos conselhos, contribuições e acima de tudo, pela amizade e companheirismo de sempre;

In memoriam a minha eterna orientadora Dra. Zilda de Fátima Mariano que, não hesitou em me fortalecer mesmo diante de sua luta contra o câncer. Sempre se demonstrou forte diante das dificuldades e enfrentou com alegria, força e determinação demonstrando a bravura e nos ensinando a viver sempre alegre e de cabeça erguida. Mesmo diante dessa fase, a minha segunda “mãe” sempre me apoiou, a ela serei sempre grato e estará em minhas lembranças, pois foi de suma importância para que eu seja quem sou hoje;

Ao meu “pai” e orientador Alécio Perini Martins, que me acolheu nesta orientação, mesmo sabendo que não seria fácil, principalmente pela minha falta de tempo, pois não deixei em nenhum momento de trabalhar e sempre tentando conciliar as “vidas” que possuí. Agradeço imensamente a sua disponibilidade, dedicação e acima de tudo a coragem de pegar uma orientação em andamento. Não posso esquecer jamais de sua paciência em me orientar via e-mail, WhatsApp diante dos prazos “apertados”, não poupando noites, feriados, finais de semanas e tantas outras datas. Saiba que você fez e faz a diferença nesse mundo, pois em nenhum momento me deixou desamparado, agradeço novamente pela atenção, paciência, persistência, dedicação, instrução e confiança a mim concedidas;

A equipe do Laboratório de Climatologia da Universidade Federal de Jataí, novamente citando alguns nomes, os quais foram importantes para a conclusão da referida tese, mas, em especial a Professora Dra. Regina Maria Lopes, pelos conselhos, incentivos e força nos momentos de desespero, não foi fáceis

principalmente diante dessa pandemia onde tivemos perdas, porém, sempre nos erguemos;

Ao companheiro para toda obra, Jefferson Soares Reis e toda a sua família, que sempre contribuíram incentivando e cobrando o término desse trabalho para podermos viajar, lógico, após essa pandemia do Covid - 19 finalizar.

Aos colegas de graduação, mestrado e amigos para a vida toda, Elina Pereira da Silva (EM ESPECIAL), Jessica de Lima Souza, Andrea Pereira Pinto, Eleida Andrade Macedo, Mary Rúbia de Souza Freitas Nazaré, Cristiani Herreira Alves, pelos momentos de angustias vividos, pela compreensão e incentivo nos momentos difíceis, pelo ombro amigo que pude contar e também pelos momentos alegres que pudemos passar juntos;

A todos os professores que compõe o Programa Pós Graduação em Geografia, da Universidade Federal de Jataí, pelas contribuições na minha formação tanto acadêmica como pessoal;

Aos professores membros na banca de qualificação (Regina Maria Lopes, Emerson Galvani, Maria José Rodrigues e João Batista Pereira Cabral), pelas contribuições que serão sugeridas, na qual contribuíram tanto na formulação da presente tese quanto para o conhecimento pessoal;

A todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a elaboração desta pesquisa, pois sabemos que um trabalho sem uma equipe não pode ser concluído.

“É pura insensatez esperar que algum ser humano tenha sido, até agora, capaz de chegar a uma compreensão tal dos problemas da sociedade, que possa realmente identificar os aspectos centrais e determinar o modo como deveriam ser resolvidos.”

(CHURCHMAN, 1972)

RESUMO

Com o crescimento da urbanização, o clima se tornou um dos temas mais importantes nos estudos para a sociedade, sendo essencial a avaliação dos impactos das atividades humanas e a proposição de planos que busquem minimizar os efeitos negativos à qualidade de vida. Portanto, o campo térmico urbano merece destaque, sendo que é nele que o ser humano vive e onde se desenvolvem as relações entre sociedade e natureza mais perceptíveis. Assim, o objetivo da pesquisa foi desenvolver técnicas para avaliar a qualidade ambiental urbana a partir do estudo das temperaturas do ar e da superfície, identificando unidades climáticas homogêneas na cidade de Jataí/GO. Foram instalados 9 (nove) pontos de coleta distribuídos na malha urbana, localizados estrategicamente para coletar dados sobre as mais diversas fisionomias que se encontram na cidade. Para a coleta dos dados utilizou-se termohigrômetros *dataloggers* HT-4000 e HT-500 configurados para o registro a cada 30 minutos. Os dados foram tabulados em planilhas eletrônicas permitindo um melhor manuseio a fim de demonstrar a realidade de cada local sobre as condições atmosféricas atuantes no momento. Realizou-se a análise da variabilidade da temperatura do ar, bem como a frequência de ocorrência nas estações do ano: primavera 2018, verão 2018/2019, outono 2019 e inverno de 2019. Para a análise ambiental, verificou-se o conforto térmico dos diferentes pontos de coleta, além do mais, buscou-se por meio do levantamento aerofotogramétrico com drone para realizar o mapeamento do uso do solo com o objetivo de verificar o padrão de uso nos pontos de coleta, bem como o fator de visão do céu (FVC) ou sky view factor (SVF) para a avaliação da obstrução e radiação solar nos pontos no decorrer das estações do ano. Para reforçar as análises sobre o campo térmico urbano e a formação de ilhas de calor na cidade de Jataí, foram utilizadas imagens termais em episódios de primavera, verão, outono e inverno. Desta forma, os dados coletados em campo foram correlacionados com o padrão de uso do solo em um raio de 200 metros e a imagem termal. Os resultados demonstraram que na cidade de Jataí (GO) há uma tendência de aumento da temperatura do ar. Verificou-se que em alguns pontos houve desconforto em relação ao calor, principalmente às 15 horas, enquanto que o desconforto ao frio se deu às 21 horas nos meses de inverno e a zona de conforto no verão, horário que há lentamente o resfriamento da superfície lentamente, mantendo a temperatura dentro da zona de conforto. O mapeamento termal demonstrou que há pequenas ilhas de calor e áreas com menores temperaturas na área urbana, sendo que as áreas de menores temperaturas estão associadas à vegetação enquanto que as ilhas de calor relacionam-se com a alta taxa de construção e ausência de arborização. Para as unidades climáticas verificou-se que houve uma influência direta em relação ao relevo, a exposição e o padrão de construção. O estudo demonstrou que é necessário um olhar voltado às questões ambientais na cidade, entre eles para o planejamento urbano, visto que o estudo do clima urbano pode minimizar os efeitos negativos proporcionados pelo modo de uso da Terra.

PALAVRAS CHAVE: Sensação térmica, Ilhas de calor, paisagem urbana, campo térmico, unidades climáticas.

ABSTRACT

With the growth of urbanization, the climate has become one of the most important topics in studies for society, for man it is essential to assess its impacts and, based on the assessments, draw strategies that seek to minimize the negative effects related to the quality of life. Therefore, the urban thermal field deserves a highlight, because the human beings live in it and have their relationships between society and nature. Also, the objective of the study was to analyze the urban thermal field in the city of Jataí (GO) observing environmental climatic quality. For this, 9 (nine) points of collection was been distributed in the urban grid, strategically located to collect data on the the most diverse physiognomies found in the city. For data collection, dataloges HT-4000 and HT-500 thermohygrometers were used, configured to record every 30 minutes. The data were tabulated in electronic spreadsheets, allowing a better handling in order to demonstrate the reality of each location regarding the atmospheric conditions acting at the time. Air temperature variability was performed, as well as the frequency of occurrence in the seasons of the year: spring 2018, summer 2018/2019, autumn 2019 and winter 2019. For the environmental analysis the thermal comfort of the different collection points was verified. In addition, an aerophotogrammetric drone survey was used to map land in order to verify the usage pattern at the collection points, as well as the sky view factor (FVC) or sky view factor (SVF) for the assessment of obstruction and solar radiation at points during the seasons. To reinforce the analysis of the urban thermal field and the formation of heat islands in the city of Jataí, thermal images were used in episodes during the seasons. In this way, the data collected at the locus were correlated with the land use pattern in a 200 meter radius and the thermal image. The climatic results showed that in the city of Jataí (GO) there is a tendency for an increase in air temperature. It was noticed that at some points there was discomfort in relation to the heat, especially at 3 pm, while discomfort due to the cold occurred at 9 pm and the comfort zone occurred predominantly at 9 pm, when the surface was cooled slowly , keeping the temperature within the comfort zone. Thermal mapping showed that there are small islands of heat and coolness in the urban area, with cool areas being associated with vegetation while heat islands are related to a high scale of construction and lack of afforestation. For the climatic units, it was found that there was a direct influence in relation to relief, exposure and construction pattern. The study showed that it is necessary to look at environmental issues in the city, including urban planning, since the study of the city climate can minimize the negative effects provided by the way the land is used.

KEY WORDS: Thermal sensation, Heat islands, urban landscape, thermal field, climatic units.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Modelo de entendimento de Paisagem proposto por Bertrand.	29
Figura 2 - Albedo dos materiais urbanos	48
Figura 3 - Efeito da umidificação do ar em função da proximidade de áreas verdes arborizadas.	50
Figura 4 – Representação da orientação das ruas e sombreamento das construções.	56
Figura 5 - Variação diária de temperatura (°C) sob grupamento composto por espécie vegetais com portes diferentes.	57
Figura 6 – Efeito nos ventos provocados pela barreira.	59
Figura 7 - Implantação de loteamentos em Jataí (evolução da área ocupada).	69
Figura 8 - A) Termohigrômetro modelo HT-500; B) Termohigrômetro modelo HT-4000 e C) Mini-abrigo meteorológico.	73
Figura 9 - Esquema das relações do Fator de visão do céu	81
Figura 10 - A) Levantamento aerofotogramétrico; B) Imagem da área processada	82
Figura 11 - A) Delimitação do raio de 200 metros; B) Imagem recortada e C) Criação das classes de uso e altura dos alvos na superfície.	83
Figura 12 - Extrusão da camada para exportação do arquivo para cenas 3D.	84
Figura 13 - Cálculo do Sky View Factor (fator de visão do céu) e o gráfico da abóboda celeste.	85
Figura 14 - Organograma do cálculo de temperatura superficial terrestre.	87
Figura 15 – Estrutura hierárquica do AHP	90
Figura 16 - Ilustração do funcionamento da ferramenta Overlay Weighited Sum.	96
Figura 17 - Sistema de circulação atmosférica perturbada na região centro-oeste	98
Figura 18 - Uso da terra nos pontos de coleta em Jataí (GO)	112
Figura 19 – Obstrução dos pontos de coleta de dados com a trajetória aparente do sol no céu em diferentes estações do ano*.	114
Figura 20 – Imagem da localidade P3: A) Ausência de vegetação e B) casas próximas.	142
Figura 21 – A) Imagem com a atuação da ZACAS e B) Carta sinótica do dia 13/05/2019	135
Figura 22 – Imagens sinóticas com a atuação da frente fria: A) 07/07/2019; B) 24/09/2019.	135
Figura 23 – Vista parcial dos pontos de coleta com solo exposto, A) Ponto 2 e B) Ponto 4.	136
Figura 24 – Cartas sinóticas do dia 09/11/2018 e 10/11/2018.	136
Figura 25 – Imagens sinóticas com a atuação da frente fria: A) 15/05/2019; B) 16/05/2019; C) 25/05/2019 e D) 26/05/2019.	135
Figura 26 – Imagens sinóticas com a atuação da frente fria no litoral: A) 05/06/2019; B) 17/06/2019)	136
Figura 27 – Imagens de satélite do dia 07/06/2019: A) às 17:20h e B) às 15:40h.	139
Figura 28 – Imagens sinóticas com a atuação da frente fria: A) 03/08/2019; B) 04/08/2019.	141
Figura 29 - Lotes vagos a oeste na área urbana de Jataí (GO)	152
Figura 30 – Representação da imagem (RGB), albedo e temperatura e superfície com vegetação arbórea em Jataí (GO) na primavera.	164
Figura 31 – Imagem de drone da área próximo ao P5 em Jataí (GO)	165
Figura 32 – Representação da imagem (RGB), albedo, NDVI e temperatura e superfície sobre o telhado do Jatahy Shopping em Jataí (GO) na primavera.	166
Figura 33 – Representação da imagem (RGB), albedo, NDVI e temperatura e superfície em	

área construída em Jataí (GO) na primavera.	167
Figura 34 – Áreas de chácaras que se urbanizaram em Jataí	168
Figura 35 - Área 1: Fundo de Vale com a presença de vegetação e; Área 2: Vegetação remanescente do cerrado	179
Figura 36 – Presença de culturas rotativas a noroeste da área urbana de Jataí – GO.	181
Figura 37 – A) Terrenos baldios e vegetação nos fundos de quintais, B) Queimadas de terrenos vagos em épocas de estiagem em Jataí – GO.	182
Figura 38 – Divulgação pelo poder público de cartazes de conscientização em Jataí - GO	182
Figura 39 – Presença galpões empresariais em Jataí – GO.	183
Figura 40 – A: Áreas de novos loteamentos em Jataí – GO e B: Lançamento do residencial Parque dos Ventos.	184
Figura 41 – Área correspondente a UCIV em Jataí - GO	184
Figura 42 – A: Bairro Portal do Sol e B: Bairro Cidade Jardim II em Jataí - GO	185
Figura 43 – Área correspondente a UCIV em Jataí - GO	186
Figura 44 – A: Centro da cidade as 17:45 e B: Aquecimento do asfalto durante o dia em Jataí - GO	186
Figura 45 – Área em fundo de vale totalmente ocupada em Jataí - GO	187
Gráfico 1 – Caracterização das temperaturas médias mensais e precipitação pluvial em Jataí (GO), 1979 a 2018.	100
Gráfico 2 - Variabilidade das temperaturas médias mensais em Jataí (GO).	101
Gráfico 3 - Variabilidade das temperaturas médias mensais em Jataí (GO).	102
Gráfico 4 – Variabilidade das médias das temperaturas máximas mensais em Jataí (GO).	103
Gráfico 5 – Variabilidade das médias das temperaturas mínimas mensais em Jataí (GO).	104
Gráfico 6 – Variabilidade da umidade relativa do ar média mensal em Jataí (GO).	105
Gráfico 7 – Variabilidade mensal das chuvas em Jataí (GO).	106
Gráfico 8 - Variabilidade das temperaturas do ar média na primavera de 2018 em Jataí (GO).	135
Gráfico 9 - Variabilidade das temperaturas do ar máxima na primavera de 2018.	135
Gráfico 10 - Variabilidade das temperaturas do ar mínima na primavera de 2018	136
Gráfico 11 - Variabilidade das temperaturas médias no verão de 2018/2019 em Jataí (GO)	138
Gráfico 12 - Variabilidade das temperaturas máximas no verão de 2018/2019 em Jataí (GO)	138
Gráfico 13 - Variabilidade das temperaturas mínimas no verão de 2018/2019 em Jataí (GO)	139
Gráfico 14 – Variabilidade das temperaturas médias no outono de 2019 em Jataí (GO)	141
Gráfico 15 – Variabilidade das temperaturas máximas no outono de 2019 em Jataí (GO)	141
Gráfico 16 – Variabilidade das temperaturas mínimas no outono de 2019 em Jataí (GO)	142
Gráfico 17 – Variabilidade das temperaturas médias no inverno de 2019 em Jataí (GO)	136
Gráfico 18 – Variabilidade das temperaturas máximas no inverno de 2019 em Jataí (GO)	137
Gráfico 19 – Variabilidade das temperaturas mínimas no inverno de 2019 em Jataí (GO)	137
Gráfico 20 – Frequência da temperatura do ar absoluta em Jataí (GO) na primavera de 2018.	

	136
Gráfico 21 – Frequência da temperatura do ar em Jataí (GO) no verão de 2018/2019.	137
Gráfico 22 – Frequência da temperatura do ar em Jataí (GO) no outono de 2019.	138
Gráfico 23 – Frequência da temperatura do ar em Jataí (GO) no inverno de 2019.	135
Gráfico 24 – Temperatura efetiva no mês de novembro de 2018. A) 3 horas; B) 9 horas; C) 15 horas e D) 21 horas.	135
Gráfico 25 – Temperatura efetiva no mês de dezembro de 2018. A) 3 horas; B) 9 horas; C) 15 horas e D) 21 horas.	135
Gráfico 26 – Temperatura efetiva no mês de janeiro de 2019. A) 9 horas; B) 15 horas e C) 21 horas.	138
Gráfico 27 – Temperatura efetiva no mês de maio de 2019. A) 9 horas; B) 15 horas e C) 21 horas.	141
Gráfico 28 – Temperatura efetiva no mês de junho de 2019. A) 9 horas; B) 15 horas e C) 21 horas.	137
Gráfico 29 – Temperatura efetiva no mês de julho de 2019. A) 9 horas; B) 15 horas e C) 21 horas.	140
Gráfico 30 – Temperatura efetiva no mês de agosto de 2019. A) 9 horas; B) 15 horas e C) 21 horas.	142

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Evolução populacional de Jataí, Goiás e Brasil: 1970 – 2019.	69
Tabela 2 - Classificação do tipo de superfície do uso da terra	83
Tabela 3 - Escalas para o método de comparações em pares	92
Tabela 4 – Descrição das características dos critérios do relevo	92
Tabela 5 - Matriz de comparação paritária do relevo	93
Tabela 6 – Descrição das características dos critérios da ocupação	93
Tabela 7 - Matriz de comparação paritária do uso da Terra	94
Tabela 8 – Descrição das características dos critérios da temperatura °C	94
Tabela 9 - Matriz de comparação paritária da temperatura	94
Tabela 10 - Classificação do uso da terra nos pontos de coleta em Jataí, 2020 (%).	112
Tabela 11 – Desvio padrão de temperatura do ar absoluta nos pontos de coleta para a primavera de 2018 em Jataí (GO).	137
Tabela 12 – Desvio padrão de temperatura do ar nos pontos de coleta para o verão de 2018/2019 em Jataí (GO).	140
Tabela 13 – Desvio padrão de temperatura do ar nos pontos de coleta para o outono de 2019 em Jataí (GO).	135
Tabela 14 – Desvio padrão de temperatura do ar nos pontos de coleta para o inverno de 2019 em Jataí (GO).	135
Tabela 15 – Frequência das temperaturas efetivas (%) na primavera de 2018 em Jataí (GO).	136
Tabela 16 – Frequência das temperaturas efetivas (%) no verão de 2018 e 2019 em Jataí (GO).	139
Tabela 17 – Frequências das temperaturas efetivas no outono de 2019 em Jataí (GO).	138
Tabela 18 – Frequências das temperaturas efetivas no inverno de 2019 em Jataí (GO).	143
Tabela 19 - Valores médios de albedo de superfície por categoria de uso da terra em Jataí (GO) nos episódios.	146
Tabela 20 - Variação da temperatura do ar (T_A) e temperatura de superfície (T_S) registrada em postos de monitoramento fixos na cidade de Jataí (GO) – 2018/2019	155
Tabela 21 – Diferença entre a temperatura do ar (T_A) e temperatura de superfície (T_S) registrada em postos de monitoramento fixos na cidade de Jataí (GO) – 2018/2019	156
Tabela 22 - Análise estatística da temperatura do ar (°C) registrada em postos de	

monitoramento fixos na cidade de Jataí (GO) – 2018/2019	157
Tabela 23 - Análise estatística da temperatura superficial terrestre (TST °C) registrada em postos de monitoramento fixos na cidade de Jataí (GO) – 2018/2019	157
Tabela 24 – Pareamento dos critérios utilizados para o zoneamento ambiental climático de Jataí (GO).	177

SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO.....	13
2 - REVISÃO DE LITERATURA	20
2.1 ANÁLISE DA PAISAGEM E A TEORIA SISTÊMICA.....	21
2.2 O CLIMA URBANO	28
2.3 A QUALIDADE AMBIENTAL URBANA	40
2.4 CLIMA E PLANEJAMENTO URBANO	47
2.5 GEOTECNOLOGIAS E ESTUDOS DO CLIMA URBANO	55
3 - MATERIAL E PROCEDIMENTOS.....	62
3.1 ASPECTOS GERAIS DA ÁREA DE ESTUDO	63
3.2 PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE	65
3.3.1 Análise temporal dos dados climáticos de Jataí (GO).....	67
3.3.2 Coleta de dados e análise espacial dos dados climáticos, conforto térmico e frequência em Jataí (GO).	67
3.3.3 Levantamento aerofotogramétrico, mapa de uso e cobertura da terra e fator de visão do céu (FVC).....	75
3.3.4 Procedimentos e análise da temperatura de superfície.....	81
3.3.5 Elaboração do zoneamento climático ambiental de Jataí (GO) – Análise multicritério e Processo de Análise Hierárquica (AHP).....	84
4 - Variabilidade espaço-temporal e frequência da temperatura do ar e (des)conforto térmico em Jataí.....	92
4.1 ANÁLISE TEMPORAL E A DINÂMICA Atmosferica DE JATAÍ (GO).....	93
4.2 ANÁLISE DOS DADOS GEOURBANOS DE JATAÍ (GO)	102
4.2. 1 RELEVO	102
4.2.2 Uso e cobertura da terra nos pontos de coleta em Jataí (GO)	106
4.2.3 Fator de visão do céu (FVC)	108
4.3 ANÁLISE DA VARIABILIDADE DA TEMPERATURA DO AR EM JATAÍ (GO)	111
4.3.1 Variações da temperatura do ar na primavera de 2018.....	111
4.3.2 Variações da temperatura do ar no verão de 2018/2019.....	116
4.3.3 Variações da temperatura do ar no outono de 2019	120
4.3.4 Variações da temperatura do ar no inverno 2019.....	124
4.4 ANÁLISE DA FREQUÊNCIA DA TEMPERATURA DO AR ABSOLUTA EM JATAÍ (GO)	127
4.4.1 Frequências das temperaturas do ar na primavera de 2018	127
4.4.2 Frequências da temperatura do ar no verão de 2018/2019.....	129
4.4.3 Frequências da temperatura do ar no outono de 2019.....	130

4.4.6	Frequências da temperatura do ar no inverno de 2019.....	131
4.5	ANÁLISE DO CONFORTO TÉRMICO EM JATAÍ (GO).....	132
4.5.1	Análise do conforto térmico na primavera de 2018	133
4.5.2	Análise do conforto térmico no verão de 2018/2019	139
4.5.3	Análise do conforto térmico no outono de 2019	142
4.5.4	Análise do conforto térmico no inverno de 2019.....	148
5	- INDICADORES BIOFÍSICOS E DINÂMICA DA TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE.....	154
5.1	Distribuição espacial dos valores instantâneos de albedo e NDVI em Jataí (GO)	155
5.2	comparação entre a temperatura de superfície e do ar em Jataí (GO)	163
5.3	análise episódica da temperatura de superfície em Jataí (GO)	167
5.4	análise do albedo, NDVI e TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE PARA A QUALIDADE Ambiental de Jataí (GO).....	172
6	- UNIDADE CLIMÁTICA EM JATAÍ (GO).....	179
6.1	Parâmetros utilizados para as unidades climáticas	180
6.2	Unidades climáticas na cidade de Jataí (GO)	187
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	199
	REFERÊNCIAS.....	204



**“Cabe ao geógrafo interessado no tema e que vê a cidade como fato geográfico, a tarefa de contribuir para a solução de problemas de qualidade ambiental urbana, uma vez que o clima urbano constitui importante componente do ambiente.
Brandão (1996, p.4)**

1 - INTRODUÇÃO¹

¹ A tese foi elaborada baseada nas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (NBR) 10520 e 6023 (2018), 6024, 6027 e 6028 (2003) e 14724 (2011).

O ser humano faz parte da natureza, sendo constituído por componentes de energia e pelos elementos que circundam. Com o passar do tempo, ele tem se apropriado da superfície terrestre produzindo, acumulando conhecimentos e técnicas para sustentar o sistema produtivo e acelerando o ritmo de degradação ambiental. Os recursos naturais foram e ainda e são extremamente necessários para a sobrevivência no planeta Terra, aos quais estão atrelados a forma de ocupação e a exploração dos recursos naturais.

As diferentes camadas entre a superfície e a atmosfera se encontram em constantes interações. A radiação solar incidente, por exemplo, é convertida em outras formas de energia, sendo que a ação do ambiente (superfície) está em refletir a radiação e transformar parte em calor (radiação de onda longa, calor sensível) e em energia cinética da circulação atmosférica. Contudo, o aquecimento das superfícies pela radiação solar gera o fluxo de calor sensível pela energia cinética das moléculas, ou seja, “essa energia irá aquecer o ar acima da superfície” por meio do balanço de energia (GARTLAND, 2010 p. 27).

Neste contexto, o balanço de energia influencia de forma direta no clima, visto que a radiação solar faz com que os diversos tipos de materiais respondam de maneiras diferenciadas, os quais podem influenciar o clima local e até mesmo o global (MASCARÓ e MASCARÓ, 2009).

O clima é considerado um dos elementos mais importantes dentro desses recursos e sua atuação perpassa em todo o ambiente, exercendo ação sobre o modo de vida da sociedade, na agricultura, na economia e em outros setores. A compreensão climática nunca foi fácil, mas, o homem busca em sua história compreender seus parâmetros a fim de gerar modelos do passado para compreender a sua evolução.

Gartland (2010) enfatiza que nas cidades há um maior acúmulo de saldo de radiação em relação ao meio rural devido aos materiais urbanos e a geometria de ocupação do terreno. As cidades são os locais que apresentam maiores variações climáticas. O centro urbano, especificamente, concentra a maior parte dessas variações, sendo que ele é considerado o grande palco das modificações/evoluções da superfície da Terra.

Uma das grandes preocupações nos meios científicos e acadêmicos está relacionada à questão das tendências climatológicas microclimáticas, meso e macroclimáticas, sendo que a primeira influi na segunda e, ambas, interferem diretamente nas atividades humanas, sobretudo nos meios de produção e qualidade ambiental. Esse contexto é descrito por Mendonça (2013), que ressalta o “[...] incremento das cidades no que diz respeito ao seu crescimento e complexidade, fato aliado ao agravamento da queda da qualidade de vida urbana [...]”. Sendo a cidade o “palco” dessas atividades humanas expressas na materialidade, os quais estão relacionados diretamente ou indiretamente a essa qualidade do meio ambiente, portanto, podemos dizer que a cidade é complexa, exigindo uma visão holística de sua dinâmica para a sua compreensão.

Mendonça (2000) menciona que a partir do século XX, especificamente após a Segunda Guerra Mundial, houve uma maior preocupação com os climas das cidades, principalmente dentro da política, por parte de administradores e na comunidade em geral. Desta forma, tratando-se do clima urbano, é possível verificar que a maioria dos trabalhos estão direcionados à qualidade ambiental, com enfoque nas diversas variações que a apropriação proporciona.

De fato, o processo de urbanização e industrialização são vistos como elementos de progresso, porém, esses elementos modificam o espaço urbano que por sua vez, alteram a qualidade de vida da população, com a formação de ilhas de calor, proliferação de doenças, desconforto térmico, criminalidade entre outros aspectos. Dentre os estudos desenvolvidos, podemos verificar que Barros e Lombardo (2016) apresentaram a relação espacial entre os diferentes padrões de uso e cobertura do solo e a temperatura na formação de ilha de calor urbana no território de São Paulo-SP; Aleixo (2012) analisou a dinâmica climática e os diferentes tipos de tempo como condicionantes da incidência das doenças relacionadas à água e ao ar na cidade de Ribeirão Preto; Pereira et. al (2009) analisaram a distribuição espacial das doenças respiratórias em crianças menores de 2 anos correlacionando com a temperatura e umidade do ar, no ano de 2008 para a cidade de Jataí.

É nesse contexto que a interferência climática na vida da população nas cidades se torna importante e ganha destaque, sendo que através das condições do meio físico urbano e das características adquiridas pela ação antrópica, há interferência de forma direta e indireta na qualidade ambiental urbana. Lombardo

(1985, p.27) relata que “a elevada densidade demográfica, a concentração de áreas construídas, a pavimentação asfáltica do solo e as áreas industriais podem provocar alterações no clima local, essencialmente nos valores da temperatura do ar”, ou seja, diminui-se a qualidade ambiental dos locais que possuem essas características.

Tendo em vista o aquecimento global com projeções de aumento em 1,5 °C e 2,0 °C entre 2030 e 2052, o IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) formulou um estudo com as previsões futuras de temperatura global sob vários cenários e, expôs que as temperaturas globais poderão aumentar 2,0 °C acima dos níveis pré-industriais, o que acarretará sérias consequências para a sociedade em geral (IPCC, 2018).

Desta forma, com o aumento da temperatura há a diminuição da qualidade ambiental climática, principalmente nas cidades, visto que sérios problemas podem ocorrer na fisiologia humana: “sob uma variedade de condições físicas e ambientais, o equilíbrio entre a produção e a perda do calor, que é resultante da ação dos centros termorreguladores, mantém a temperatura corporal em níveis estáveis, ou seja, em torno dos 37,0 °C (CAMARGO e FURLAN, 2011, p. 279)”. Teobaldo Neto e Amorim (2017) reforçam que o conforto térmico é o estado de bem-estar do corpo humano, ou seja, quando o organismo não necessita acionar mecanismos termorreguladores para manter a temperatura corporal estável.

Diversos estudos na área da meteorologia e climatologia têm procurado avaliar e demonstrar a necessidade de se estudar e compreender o clima urbano com enfoque na qualidade ambiental, buscando a relação entre a cidade e a variabilidade climática. Entre os trabalhos desenvolvidos com a temática do conforto ambiental, que demonstram a necessidade de um planejamento urgente nas cidades, destacam-se Amorim et al (2009) que verificaram as ilhas de calor urbanas (ICU) em duas cidades: Rennes (França) e Presidente Prudente (Brasil) por meio de pontos fixos e móveis e dados térmicos do satélite Landsat-TM. Os resultados demonstraram o aumento das temperaturas, ligeiramente maiores em Rennes do que em Presidente Prudente, e a geração de ICU decorrentes do processo de urbanização nas duas cidades.

Abdallah (2015) analisou a influência de espaços abertos e de construção na cidade de New Assiut no Egito e verificou diferenciação térmica de 11 °C no dia mais quente de julho. Ribeiro et al (2018) analisaram as ilhas de calor urbanas em Juiz de

Fora e os dados das cartas demonstraram a formação de ilhas de calor da ordem de até 7,6 °C, além do Índice de Desconforto e da Temperatura Efetiva demonstrarem a produção de zonas de desconforto térmico que podem produzir um nível de estresse fisiológico caracterizado pela ocorrência de vasoconstrição (sensação térmica "ligeiramente fresco") ou vasodilatação (sensação térmica "ligeiramente quente").

Todos estes estudos demonstram que os climas nas cidades acarretam vários problemas relacionados à qualidade ambiental, portanto, há necessidade de incorporar o fator climático a fim de minimizar seus impactos negativos à população. Em sua maioria, há uma tendência de caracterizar os grandes centros urbanos em relação aos pequenos centros, como um espaço de qualidade de vida negativo, porém, estudos como Macedo (2012) e Rocha (2014) na cidade de Jataí (GO); Alves (2014) em Iporá (GO), Ugeda Junior (2011) em Jales (SP), Teixeira e Amorim (2018) em Rancharia (SP), apontam que até os pequenos centros urbanos demonstram que essa qualidade de vida está sendo escassa, decorrente da inexistência de planejamento que leve em conta o clima urbano.

O desenvolvimento urbano associado à intensa exploração dos recursos naturais tende a gerar problemas nas cidades, o que acarreta a queda na qualidade ambiental. Esta perda, por sua vez, ocorre desde a maior incidência de poluição até a geração de um clima urbano. Portanto, há a necessidade do planejamento em relação a expansão urbana, o controle dos parâmetros de verticalização e uso do solo, bem como o planejamento ambiental, sendo que esses tornam-se essenciais para preservar as áreas ambientais ainda presentes no tecido urbano e para melhorar a qualidade de vida dos habitantes.

Neste contexto, o presente estudo surgiu a partir de questões norteadoras: 1) Como se dá a relação entre as categorias de uso e cobertura da terra em área urbana e a variabilidade diária e sazonal da temperatura do ar? 2) Qual a relação entre uso da terra, conforto térmico e qualidade ambiental em cidades pequenas e médias? 3) É possível estabelecer um zoneamento climático para cidades de pequeno e médio porte?

Ao abordar o termo qualidade ambiental, utilizamos a definição de Minaki (2007) como um “diagnóstico da existência ou não de condições saudáveis de habitação, em termos humanos, sociais, ecológico-ambientais, econômicos, dentre

outros, obtidos em conjunto num determinado local”. Com isso, a análise da qualidade ambiental é vista em diversas perspectivas entre a dualidade sociedade/natureza, dentre elas podemos destacar a ecológica, ambientalista ou preservacionista.

Os elementos climáticos são dinâmicos e influenciados pela ação do homem, os quais diminuem a qualidade ambiental e geram um impacto negativo à população. Perante das mudanças ocorridas na paisagem urbana de Jataí (GO) através de novos loteamentos, material construtivo, vias totalmente pavimentadas com ausência de arborização, e as características já consolidadas desde o surgimento da cidade e, transformadas no decorrer do tempo, surgiu a principal hipótese do trabalho: a interação de escalas espaciais distintas atuam de forma integrada, derivando condições climáticas específicas causadoras de desconforto térmico para a população, tal como se dá nas grandes metrópoles.

Nesse sentido, a pesquisa que deu origem a essa tese de doutorado teve como objetivo central desenvolver técnicas para avaliar a qualidade ambiental urbana a partir do estudo das temperaturas do ar e da superfície, identificando unidades climáticas homogêneas na cidade de Jataí/GO.

Para tanto, definiu-se como objetivos específicos: **a)** Caracterizar a dinâmica climática da Cidade de Jataí/GO em um período de 40 anos, identificando tendências de variação nos elementos temperatura do ar (média, máxima e mínima), precipitação e umidade relativa do ar; **b)** Analisar a variabilidade espacial e temporal da temperatura do ar e da temperatura de superfície na área urbana de Jataí(GO), relacionando-as com as características fisiográficas e com as categorias de uso e cobertura da terra; **c)** Caracterizar episódios de temperatura de superfície por meio de imagens satelitárias, compreendendo as condições sinóticas da atmosfera em dias representativos de extremos climáticos para a região de estudo; **d)** Avaliar o conforto térmico em diferentes ambientes urbanos considerando os padrões de construções, arborização e características fisiográficas; **e)** Elaborar cartografia de síntese da qualidade ambiental a fim de classificar os setores da cidade em unidades climáticas.

O estudo da qualidade ambiental climática na cidade de Jataí tem como base metodológica a Teoria do Clima Urbano, proposta por Monteiro (1975), na qual foi adotado o subsistema termodinâmico, a partir do estudo da disposição física e estrutural da cidade, das características da temperatura do ar intraurbanas nas suas

variações diárias e mensais, em diferentes usos e coberturas da terra e em diferentes estações do ano.

Nesse contexto, justifica-se a relevância da pesquisa realizada na cidade de Jataí, de porte populacional médio, com aproximadamente 103.221 habitantes (conforme a estimativa do IBGE, 2021), visto que já foram desenvolvidos trabalhos na área de estudo, porém não abordando as diversas técnicas metodológicas que se propõe à análise ambiental climática para a cidade. Ainda, de acordo com Silva (2005), a ocupação do solo urbano, na cidade de Jataí, teve seus parâmetros estabelecidos com a implantação do Plano Diretor Municipal, no ano de 2001, o qual foi revisado em 2010 e, verifica-se que em nenhum plano diretor houve a incorporação do fator climático da cidade, inclusive na revisão realizada em 2020 não se discutiu temas relacionados ao meio ambiente.



“O clima está mudando mais rápido do que as ações para lidar com a questão”.
(Barack Obama, ex-presidente)

2 - REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ANÁLISE DA PAISAGEM E A TEORIA SISTÊMICA

O conceito de paisagem vem sendo utilizado divergindo-se entre várias abordagens e diversas áreas (SILVEIRA, 2009). A paisagem surge nos primórdios da materialização dos pensamentos humanos, por meio das pinturas rupestres, dotadas de significados afetivos e representações habituais do modo de vida dos seres humanos (JESUZ e SANTOS, 2016).

Seguindo este pensamento, entende-se que o conceito de paisagem havia a representação de modos de vida, de aspectos do meio, mas não havia a reflexão do que se entendia por paisagem, esse caráter epistemológico, filosófico, é derivado das ciências. Portanto, remete a um momento anterior à organização da ciência geográfica, sendo que, de acordo com Passos (1988, p. 28) a palavra paisagem,

[...] procede da linguagem comum e nas línguas românicas deriva do latim (*pagus*, que significa país), com o sentido de lugar, setor territorial. Assim, dela derivam as diferentes formas: *paisaje* (espanhol), *landscape* (francês), *paesaggio* (italiano), etc. As línguas germânicas apresentam um claro paralelismo através da palavra originária *land*, com um sentido praticamente igual e da qual derivam *landschaft* (alemão), *landscape* (inglês), *landschap* (holandês), etc.

Para Guerra (2006), o conceito de paisagem surge nos diversos horizontes nas bases teórico-metodológicas das escolas de Geografia, sendo que em cada uma delas há uma variedade de abordagens ligadas ao seu tempo específico. Entende-se que a paisagem é uma palavra que deriva diversos sentidos, sendo usada em todas as ciências e sob várias aplicações e, faz-se necessário o seu estudo a fim de compreender as diversas formas de manifestações, pois não é estática e está em constante evolução.

Inicialmente, a paisagem foi discutida pela dicotomia de uma paisagem natural e uma paisagem modificada/humanizada, sendo que todos esses conceitos se entrelaçam a uma concepção filosófica e no método. No início do século XIX, Alexander von Humboldt considerou a Geografia enquanto uma ciência de síntese da paisagem, pois deveria ser descrita e representada pelo observador (SILVEIRA, 2009).

Souza et al (2016) destacam que o conceito de paisagem permeou durante séculos em vários lugares, entre elas na escola alemã, a qual tinha uma divergência da escola francesa, e podemos citar, por exemplo, que La Blache da escola francesa, rejeitava a ideia defendida por Friedrich Ratzel da escola alemã, sendo que Ratzel defendia que as condições naturais do meio influenciavam e determinavam as atividades humanas e a vida em sociedade, conhecida como o determinismo, enquanto que para La Blache o homem também provoca transformações ao meio onde vive, havendo assim possibilidades, ou seja, essas não obedeceriam a uma relação entre causa e efeito.

Dollfus (1973) enfatiza a definição de paisagem como uma visão mais corriqueira, afirmando que “em um primeiro passo, o geógrafo encontra-se em face da paisagem, que é o aspecto visível, diretamente perceptível do espaço”, porém, a paisagem vai além, podendo ser definida como um conjunto de formas. Ainda, o mesmo autor, enfatiza que o geógrafo descreve e define as formas, o que leva à análise (interpretação dos fatos localizados).

Portanto, Dollfus (1973) define a paisagem como um conjunto heterogêneo de formas naturais e artificiais, a qual é formada por frações de ambas e, que as paisagens estão compostas e se articulam em relação aos outros. As partes compostas definidas: 1) natural, são abióticos (refere-se aos elementos combinados de terreno, vegetação, solo, rios e lagos); 2) no âmbito vivo (as comunidades vegetais e animais); 3) os grupos humanos, que instalados no âmbito natural, transformam, modificam e alteram o âmbito vivente, ou seja, inclui todas as modificações feitas pelo homem, como nos espaços urbanos e rurais.

Para Monbeig (2004) os fatos geográficos são expressos na paisagem, sendo um trabalho complexo, de dever do geógrafo, compreender e explicar a realidade da mesma forma, como um mecanismo composto por partes, e estas vão se ajustando para que haja o funcionamento deste mecanismo.

A compreensão do estudo da paisagem na Geografia está ligada à Teoria Geral dos Sistemas, que começou a ser estudada pelo biólogo alemão Ludwig Von Bertalanffy desde os anos 1950. Bertalanffy buscou dar sentido à ciência de forma holística e entender a natureza através da inter-relação entre seus elementos e não apenas particularização dos estudos científicos (BARROS, 2012).

Segundo Bertalanffy (1968), a Teoria Geral do Sistema seria um instrumento útil capaz de fornecer modelos a serem utilizados em diferentes campos e transmitidos de uns para os outros. Ainda, o mesmo autor propõe o “sistema” como um modelo de um organismo vivo, caracterizando-o como um sistema aberto, pois, ele troca matéria com o ambiente, sendo necessário estudar não as partes isoladas, mas o resultado da interação dessas partes. Assim, enfatiza que também é possível resolver os problemas decisivos encontrados na organização e ordená-los, resultantes da interação dinâmica das partes e diferenciar o comportamento das partes quando estudadas isoladamente ou dentro do todo.

Araújo e Gouveia (2016) destacam que Bertalanffy, na busca de uma produção de conceitos que permitiriam criar condições de aplicações na realidade, sob a ótica das questões científicas dos sistemas, conseguiu explicar o funcionamento genérico de qualquer sistema no Universo.

Conforme Bertalanffy (1968 *apud* DAVISON, 1983, p. 23):

se as leis dos sistemas biológicos - que regem os processos como crescimento e adaptação - podem ser aplicados às áreas além da biologia; e se a lei da gravidade é igualmente aplicável às maçãs e aos planetas; e se a lei da probabilidade se aplica igualmente à genética e aos seguros de vida, então as leis dos sistemas biológicos, bem poderiam ser aplicáveis à psique humana, às instituições sociais, e ao conjunto global da ecosfera.

O modelo conceitual de Bertalanffy é comparado ao organismo vivo como um sistema aberto e interações com o ambiente, desde então, essa análise sistêmica esteve presente em todas as disciplinas. Contudo, o conceito também encontrou aplicação nas ciências da Terra, entre elas na geomorfologia e meteorologia. Jean Tricart (1965), adaptou-a para a classificação ecodinâmica dos meios ambientes.

De acordo com Vale (2012 p. 96) “caberia à Geografia conhecer as inter-relações entre fenômenos de qualidades distintas que coabitam numa determinada porção do espaço terrestre. Esta perspectiva introduz a Ecologia no domínio geográfico”.

Monteiro (2001) expõe que ao longo dos anos houve a evolução da “ciência da paisagem”, a qual se desenvolveu através das escolas alemãs e russas e,

posteriormente, interagiram com a escola francesa, a qual trouxe várias contribuições à Geografia brasileira.

Em se tratando do estudo da teoria de sistemas no Brasil, observa-se que sua base teórica e metodológica foi inspirada em trabalhos de geógrafos estrangeiros, sobretudo franceses (Bertrand) e soviéticos (Sochava), que apresentaram concepções distintas sobre os sistemas.

Ao pensar no geossistema no Brasil, verifica-se que ingressou ao país a partir da década de 1970, quando teve a tradução do artigo do geógrafo francês Georges Bertrand, intitulado originalmente "*Paysage et géographie physique globale: esquisse methodologique*" (publicado no ano de 1968) e traduzido para o português pela Profa. Dra. Olga Cruz, do Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo (USP), em 1971 (NEVES, 2015).

Ao tratar do geossistema, Troppmair e Galina (2006) enfatizam que o fator "Tempo" altera o geossistema, sendo necessário

[...] abordar os elementos abióticos, bióticos e noóticos, não somente os existentes no momento; mas levar em consideração também sua história. Assim ganha importância fundamental o elemento "tempo", seja este linear, de evolução normal, ou cíclica, alterações no decorrer do ano com a fenologia das estações, refletindo-se na dinâmica da natureza, no agir e no comportamento social e nas atividades econômicas. Acrescentamos um Terceiro Tempo: o Tempo Antrópico ou de Impactos. O Tempo Antrópico ou de Impactos é o tempo que altera de forma mais rápida e drástica o geossistema e sua paisagem, pois ocorre em curtíssimo espaço de tempo, ou seja, em poucos anos, meses ou mesmo em dias ou horas. São queimadas do Brasil Central e da Amazônia, inundações, movimentos coletivos do solo, desmatamentos ou implantação de monoculturas.

Troppmair e Galina (2006) ao retratar o fator "tempo" no geossistema demonstraram que devido ao sistema que está inserido, a paisagem vem sendo alterada constantemente. Ainda, Troppmair e Galina (2006, p 82) definem a paisagem como "um fato concreto, um termo fundamental e de importante significado para a GEOGRAFIA, pois a paisagem é a fisionomia do próprio Geossistema".

Para Bertrand (2004), a paisagem é um conjunto único e indissociável (combinação dinâmica dos elementos físicos, biológicos e antrópicos) em perpétua

configuração é mais abrangente que o arranjo, pois é formada pelo arranjo espacial, a configuração e a paisagem. O **gênero de vida** é o conceito estruturante das relações homem-natureza-espço, é um todo modelado no meio geográfico, na técnica e nas normas e regras de regulação.

Para Ortigoza (2010), a paisagem deve ser analisada em seu contexto do cotidiano, sendo que as paisagens, assim como a cultura, são constituintes da identidade socioespacial, ou seja, é uma materialização momentânea da vida social. Ainda, Souza (2013, p. 94) ao expressar sobre paisagem reforça que:

Decididamente, a paisagem é um organismo complexo, pois é feita pela associação específica de formas naturais e é apreendida pela análise morfológica, mas em seu conteúdo, também se mostram combinações de obras humanas, que se refletem no uso que é dado as mesmas e que conferem a identidade cultural das sociedades que passam sobre elas em vários momentos da história

Desta forma, é nas cidades que se percebe nitidamente o sistema complexo, aliando todos as formas que se entrelaçam formando um sistema.

Neste sentido, Monteiro (1976), contribuiu para o avanço dessa temática através de sua obra "Teoria e Clima Urbano", o qual propôs uma nova orientação sobre como conduzir uma investigação integrando o clima e o espaço urbano. Assim sendo, o trabalho desenvolvido por Monteiro deu o surgimento de um modelo para o estudo do clima urbano, através do uso de abordagens quantitativas e qualitativas, o que estabelece subsistemas e canais de percepção que fazem parte do Sistema Clima Urbano.

Portanto Monteiro (1990) cita que os trabalhos tinham cunho de variações zonais deixando de lado os componentes geocológicos e, ainda enfatiza que

O lugar que é uma cidade, pelo menos para um geógrafo, não é apenas um "dado lugar" sobre o qual se quer observar (medir elementos ou notar comportamentos) a atmosfera. É verdade que no domínio geográfico podemos constatar atitudes que variam de "foco" em matéria de localização e padrões de morfologia urbana. Desde a fase hoje dita "tradicional" houve preocupações com tipologias, padrões e modelos, variando entre as "determinações" da natureza sobre a localização das cidades [...] e os próprios modelos urbanos [...]

Desta forma, podemos entender que a paisagem urbana influencia de forma direta sobre o clima, visto que “a grande variedade de tipos de sítios de cidade, tem sido considerada através dos tempos” (MONTEIRO, 1990).

Para tanto, a análise da paisagem e a teoria sistêmica ganharam grande importância nas pesquisas geográficas em todo o mundo, e passaram por diversas concepções até a atualidade para ser definida como um conjunto de combinações dinâmicas que estão em constantes alterações, sendo no âmbito físico, químico, biológico e humano.

Pearlmutter (2007, p. 754) expõe que a paisagem começou a ser valorizada desde os antigos gregos e que se orientavam pela radiação recebida, inovando formas para que tivessem qualidade ambiental climática;

[...] the ancient Greeks began orienting the porticos of their dwellings to capture winter sunlight almost 2500 years ago, and solar heating has since been augmented by such innovations as transparent glazing and thermal insulation. In other cases, indirect forms of solar energy – like wind generated by the differential heating of terrestrial surfaces – have been exploited to remove heat from buildings and from the skin of their inhabitants. Cooling by radiant heat loss to the night sky, by the evaporation of water, or by contact with deep soil have similarly been used to capitalize on these climatic cycles driven by energy in flux.

Ao tratar da paisagem urbana, verificamos que é composta desde a antiguidade por aspectos naturais e culturais, os quais se entrelaçam formando uma dinâmica constante que são modificadas ao longo da história por suas funcionalidades. Desta forma, a paisagem urbana pode ser definida como “a arte de tornar coerente e organizado, visualmente, o emaranhado de edifícios, ruas e espaços que constituem o ambiente urbano” (CULLEN, 2006, p. 63).

Reforça Bonametti (2004, p. 108) que:

As paisagens urbanas não devem ser lidas somente por meio daquilo que vemos, mas também por meio daquilo com que nos identificamos; por meio daquilo que não conseguimos ver, mas sentimos; enfim, por meio de tudo o que nos ajuda a ter sensações ou, ainda, por meio de tudo o que torna a visão possível, o que nos faz ver mais do poderíamos ver. Ao chegar a uma cidade, as primeiras impressões que se têm das edificações, das praças, das vegetações, ainda da luz, dos sons e até do ar, no qual paira a poeira de suas ruas, são indícios para se obter um verdadeiro quadro dos lugares.

Concordamos com Dollfus (1973), o qual expõe que o estudo geográfico da organização do espaço terrestre vem se acentuando de acordo com a evolução do pensamento geográfico, e está ligado a partir da análise da apropriação e produção de espaço.

Ainda, Monteiro Filho et. al (2015) reforçam que o sistema capitalista induz a paisagem urbana a refletir o status social de uma determinada população, ou seja, que a paisagem urbana deriva de uma disparidade social nos espaços urbanos, cita por exemplo áreas que podem ser dotadas de infraestrutura de luxo e locais sem a menor condição de habitação.

Portanto, aliado aos fatores que Monteiro Filho et. al (2015) apresentaram, podemos verificar que o clima das cidades está entrelaçado aos fatores estruturais e sociais, sendo que, a paisagem urbana é expressa por meio dessa interação, sendo que o ambiente urbano é diferenciado pelas modificações provocadas no meio pelo homem (ação antrópica), onde imprimem suas marcas de acordo com a evolução no tempo. Essas modificações ocasionam as alterações do meio, que se dão através da construção de estruturas e superfícies artificiais. Com essas modificações é gerado o que é chamado de “clima urbano”, o qual leva em consideração o homem (sociedade), infraestrutura (produto do trabalho humano) e o meio ecológico.

Para tanto, a definição da paisagem urbana/cidade está condicionada a vida social e ao espaço geográfico (sistêmica) e, a cidade de Jataí tem passando por diversas transformações, entre elas a expansão urbana com a abertura de novos bairros que precisam de análise sistemática a fim de aumentar a qualidade de vida da população.

Deve atentar-se à ausência de praças arborizadas, os tipos de materiais utilizados nas construções, a direção das ruas e todos os elementos que se organizam dentro da paisagem urbana de Jataí, para que a interação dos mesmos possa favorecer a qualidade ambiental e principalmente climática da cidade.

2.2 O CLIMA URBANO

A temática do clima urbano surgiu especialmente na Inglaterra e França no século XIX, quando esses países foram bastante industrializados e começaram a apresentar ambientes fortemente degradados (LIMA, PINHEIRO e MENDONÇA, 2012). Essa degradação se deu ao fato de que no espaço urbano houve a concentração da população ocasionando transformações nas características do meio, que por consequência influenciam os elementos climáticos tanto em escala local e regional, ocasionando a formação das ilhas de calor, gerando desconforto humano, dentre outros.

De acordo com Mendonça (2015), os primeiros estudos sobre clima urbano no Brasil surgiram a partir da década de 1960 nas cidades do Rio de Janeiro e São Paulo, baseados em teorias e metodologias internacionais, dentre as quais a de Oke (1972). Verifica-se que a sua base tem origem nas publicações do professor Carlos Augusto Figueiredo Monteiro, o trabalho pioneiro foi o Sistema Clima Urbano (S.C.U), proposto em 1976. Foi na Teoria Geral dos Sistemas, de Ludwing Von Bertalanffy, que Monteiro buscou o direcionamento técnico e teórico para elaboração do S.C.U.

Em seus estudos, Monteiro apresenta uma proposta de metodologia sobre o clima urbano tratando-o como um sistema aberto que integra uma visão sistêmica. Desde então, Monteiro se tornou uma referência nos estudos de clima nas cidades Brasileiras, e sua proposta norteia grande parte das pesquisas envolvendo a cidade, observando a sua dinâmica atmosférica que são decorrentes do modo de ocupação do espaço urbano.

Estudar o “clima urbano” para mim foi preocupação geográfica de alguém que está consciente de que o universo urbano está amplamente aberto ao que há de mais interdisciplinar. Em verdade, obedecendo ao caráter antropocêntrico da Geografia, a cidade é cada vez mais a morada do homem (MONTEIRO, 2013, p. 10).

Portanto, a abordagem proposta do clima urbano leva em consideração três canais de percepção: Canal I – O conforto térmico (subsistema termodinâmico); Canal II – A qualidade do Ar (subsistema físico-químico); e Canal III – Impacto meteórico (subsistema hidromecânico), sendo que estes canais estão ligados diretamente entre a superfície e a atmosfera, conforme Quadro 1.

Quadro 1 – Articulações dos subsistemas segundo o canal de percepção

CARACTERISTICA	I - TERMODINÂMICO (conforto térmico)	II - FÍSICO-QUÍMICO (qualidade do ar)	III - HIDROMETEÓRICO (impacto meteórico)
Fonte	Atmosfera Radiação Circulação horizontal	Atividade urbana Veículos automotores Indústrias Obras - limpeza	Atmosfera Estados especiais (desvios rítmicos)
Desenvolvimento	Contínuo (permanente)	cumulativo (renovável)	episódio (eventual)
Observação	Meteorologia espacial (t. de campo)	sanitária e meteorológica espacial	Meteorológica hidrológica (t. de campo)
Produtos	“Ilha de calor” Ventilação, aumento da precipitação	poluição do ar	ataques à integridade urbana
Efeitos diretos	desconforto e redução do desempenho humano	Problemas sanitários doenças respiratórias, oftalmológicas etc.	problemas de circulação e comunicação urbana
Reciclagem adaptativa	Controle do uso do solo tecnologia de conforto habitacional	vigilância e controle dos agentes de poluição	Aperfeiçoamento da infraestrutura urbana e regularização fluvial. uso do solo
Responsabilidade	natureza e homem	homem	natureza

Fonte: Adaptado de Monteiro (1975)

A partir dos canais de percepção elaborados por Monteiro, surgiram então uma gama de estudos relacionados à qualidade ambiental do espaço, como reforça Sant’anna Neto (2011 p. 121) de que “uma vasta produção científica tem se incumbido de elucidar como a dinâmica climática produz as variações temporais e espaciais dos principais elementos atmosféricos e sua repercussão no espaço”. Portanto, os estudos do clima urbano passaram a ter maior notoriedade devido ao processo de urbanização que deixou de lado as questões ambientais enfocando mais a questão econômica.

Os estudos desenvolvidos na área da climatologia estão ligados às mudanças climáticas e ao aquecimento global e, este, está inteiramente ligado ao clima urbano, sendo que é nas cidades que se localizam a maior parte da sociedade humana, especificamente em grandes cidades, entretanto, é notável que há diversos fatores que contribuem para a geração de um clima urbano até mesmo nas cidades de médio e pequeno porte, conforme reforça Minaki (2014, p.62) que “o porte da cidade não é um critério para definir o tamanho do problema, mas um aspecto integrador frente à análise conjunta de outros elementos”.

Ao se tratar do clima urbano, independentemente do porte da cidade é notório a diferenciação dos elementos climáticos (temperatura e umidade relativa do ar, precipitação, radiação solar entre outros), porém, é evidente que as pesquisas sobre

o clima urbano estão pautadas na dinâmica térmica da cidade ou, o subsistema termodinâmico proposto por Monteiro (MENDONÇA, 2015; LIMA, PINHEIRO E MENDONÇA, 2012).

O Quarto Relatório Científico do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) AR4 (2019), apresenta acima de 90% de confiança no aquecimento global dos últimos cinquenta anos, especialmente nos extremos climáticos do planeta, principalmente nos países menos desenvolvidos na região tropical. Também, projeta que o aumento da temperatura (aquecimento global) influenciará na diminuição da população e que, pode reduzir em até 50% a proporção da população mundial exposta a um aumento do estresse hídrico induzido pela mudança do clima.

Projeta-se que qualquer aumento no aquecimento global afete a saúde humana, com consequências principalmente negativas (alta confiança). Riscos mais baixos foram projetados a 1,5°C do que a 2°C para morbidade e mortalidade relacionadas ao calor (confiança muito alta) e para a mortalidade relacionada ao ozônio, se as emissões necessárias para a formação de ozônio continuarem altas (alta confiança). Ilhas de calor urbanas frequentemente amplificam os impactos das ondas de calor nas cidades (alta confiança). Projeta-se que os riscos de algumas doenças transmitidas por vetores, como malária e dengue, devem aumentar com o aquecimento de 1,5°C para 2°C, incluindo trocas potenciais em sua amplitude geográfica (alta confiança) (IPCC. 2019, p. 12)

Sant'anna Neto (2013), enfatiza que a superfície da Terra sofre variações climáticas por periodicidade, padrões cíclicos ou transformações antrópicas de grande extensão, sendo que essas áreas, devido à mudança na estrutura das paisagens e influências microclimáticas, particularizam dentro das células regionais do clima.

Para Monteiro (1990, p. 84) “[...] é sempre aconselhável na pesquisa do clima urbano a relação entre as diferentes escalas geográficas do clima, pois, é notável a variação dos diferentes fatores em cada escala”, ou seja, há uma relação entre as diferentes camadas da Terra, a litosfera, a hidrosfera, a criosfera e a biosfera, as quais estão em constante movimento, repercutindo, particularmente, no estado da atmosfera.

Neste sentido, há a necessidade para se compreender o sistema taxonômico das escalas climáticas, entre os estudos desenvolvidos, Monteiro (1975) contribuiu com sua obra intitulada Teoria do Clima Urbano, a partir da abordagem sistêmica.

Monteiro nos trouxe a hierarquização das escalas climáticas e suas articulações com o clima urbano, definindo as escalas desde a superfície terrestre até escalas superiores de acordo com as suas estratégias de abordagens, conforme quadro 2.

Quadro 2- Categorias taxonômicas da organização do clima e suas articulações.

Ordem de Grandeza (CAILLEUX e TRICART)	Unidades de Superfície	Escalas Cartográficas de tratamento	Espaços Climáticos	Espaços Urbanos	Estratégias de abordagem		
					Meio de observação	Fatores de Organização	Técnicas de análise
II	10 ⁶ (milhões de Km)	1:45.000.000 1:10.000.000	Zonal	-	Satélites Nefanálises	Latitudes Centro de Ação Atmosférica	Caracterização geral e comparativa
III	10 ⁴ (milhões de Km)	1: 5 000 000 1: 2 000 000	Regional	-	Cartas sinóticas Sondagens Rede meteorológica	Sistemas Meteorológicos (circulação secundária)	Rede Transectos
IV	10 ² (centenas de Km)	1: 1 000 000 1: 500 000	Sub-Regional (fácies)	Megalópoles Grandes áreas Metropolitanas		Fatores geográficos regionais	Mapeamento sistemático
V	10 (dezenas de Km)	1: 250 000 1: 100 000	Local	Área Metropolitana Metrópoles	Posto meteorológico ou Rede complementar	Integração geocológica Ação antrópica	Análise espacial
VI	10 ⁻² (centenas de milhares de metros)	1: 50 000 1: 25 000	Mesoclima	Cidade Grande, bairro ou subúrbio de metrópole		Urbanismo	Especiais
-	Dezenas de metros	1: 10 000	Topoclima	Pequena cidade. Fácies de bairro/subúrbio de cidade	Registros móveis (episódios)	Arquitetura	
-	Metros	1: 2 000	Microclima	Grande edificações habitação	Bateria de instrumentos especiais	Habitação	

Fonte: Monteiro (1975).

Ribeiro (1993, p. 1) apresenta os critérios orientadores para esse sistema:

- a) São consideradas escalas superiores aquelas mais próximas do nível planetário e escalas inferiores aquelas mais próximas dos indivíduos habitantes da superfície da Terra:
- b) As combinações de processos físicos interativos numa escala superior resultam em modificações sucessivas no comportamento da

atmosfera nas escalas inferiores;

c) As combinações particulares de processos físicos nas escalas inferiores possuem limitada repercussão nas escalas superiores;

d) O grau de dependências da radiação extra-terrestre na definição climática é maior nas escalas superiores, enquanto que a influência dos elementos da superfície, inclusive a ação antrópica, vai-se tornando mais pronunciada na medida em que se atingem as escalas inferiores;

e) Quanto mais extenso o resultado de determinada combinação, maior será o tempo de sua permanência, sendo o inverso igualmente verdadeiro;

f) A extensão de uma determinada combinação na atmosfera resulta num atributo tridimensional sendo, portanto, volumétrica a noção de extensão, em Climatologia, e tendo como limite superior o próprio limite da atmosfera terrestre.

Ribeiro (1993) expõe que muitos autores têm apresentado sistemas taxonômicos para os fenômenos climáticos, e apresentam uma variação em suas definições escalares, mas apresentam em comum, três níveis (macroescala ou escala planetária, a mesoescala e a microescala ou pequena escala).

Ribeiro (1993) classifica as escalas climáticas urbanas da seguinte maneira:

Nível macroclimático: - Interação entre a radiação solar, a curvatura da Terra e os seus movimentos de rotação e translação. A macroclimatologia está “relacionada com os aspectos dos climas de amplas áreas da Terra e com os movimentos atmosféricos em larga escala”.

Nível mesoclimático: - Interação entre a energia disponível (para o processo de evaporação e de geração de campos de pressão) e as feições do meio terrestre. A mesoclimatologia está “preocupada com o estudo do clima em áreas relativamente pequenas, entre 10 a 100 quilômetros de largura, por exemplo, o estudo do clima urbano e dos sistemas climáticos locais severos tais como tornados e temporais”.

Nível microclimático: Interação entre os sistemas ambientais particulares na modificação dos fluxos de energia, umidade, massa e momentum. A microclimatologia está “preocupada com o estudo do clima próximo à superfície ou de áreas muito pequenas, com menos de 100 metros de extensão”

Para os estudos em clima urbano vemos que é necessário abordar diversas escalas, porém, as que mais influenciam estão presentes desde o nível microclimático a local, conforme enfatiza Monteiro (1975, p.145) de que “um clima local diversifica-se inicialmente ao nível de sua compartimentação geocológica, base mesma da

identificação dos mesoclimas, passando a organizar-se no nível dos topoclimas e especializar-se nos microclimas”. São nessas escalas que estão presentes a interação entre os sistemas ambientais e os fluxos de energia gerados através do balanço de energia. Mascaró e Mascaró (2009) reforçam que a maioria das cidades brasileiras possuem estações meteorológicas, que servem no caráter climático “local”. Neste sentido também evidenciado por Sorre (1951, p. 14);

O conjunto de variações atmosféricas registadas pelos nossos sentidos variam de local para local com extrema rapidez, em cada local apresenta uma individualidade original, por vezes irreduzível à individualidade mais próxima. Uma ligeira diferença de altitude, a oposição das encostas do mesmo morro, a passagem da rampa para o planalto, e a duração da insolação, a nebulosidade do ar, a temperatura, a quantidade de chuva, tudo muda. E ao mesmo tempo a paisagem vegetal e as reações do nosso organismo. Diremos, portanto, que o clima local é a realidade fundamental, o único dado imediato de toda climatologia - principalmente aos olhos de um biólogo. Esta proposição pode parecer óbvia e inofensiva. Na verdade, raramente é aceito com todas as suas consequências [tradução do autor].

Para o estudo de clima urbano, é perceptível a adoção de vários procedimentos empregados para a realização nas diversas escalas. Para Ugeda Júnior e Amorim (2016, p.170) não houve alterações teórico-metodológico na proposta do SCU, mas houve nos procedimentos técnicos, principalmente nos de aquisição de dados;

[...] do ponto de vista teórico-metodológico não houveram significativas alterações e o SCU permanece essencialmente aquilo que foi proposto por Monteiro (1976), já do ponto de vista técnico e das representações espaciais, diversas alterações se processaram nesses 40 anos. Destaca-se a evolução dos instrumentos e a popularização dos registradores automáticos, que implicaram em melhorias nas condições das técnicas de aquisição, tratamento e análise de dados, além dos avanços no sensoriamento remoto bem como nas técnicas de representação espacial.

As pesquisas envolvendo a temática do clima urbano vem incorporando estratégias metodológicas a fim de aprofundar na discussão teórica e prática do clima urbano, principalmente no que tange sobre a qualidade ambiental. Com o passar dos anos, surgiram diversos procedimentos aplicados para a coleta de dados e análises estatísticas sobre as condições meteorológicas a fim de compreender a dinâmica do clima urbano, especificamente no que diz sobre a temperatura do ar.

Lima, Pinheiro e Mendonça (2012) corroboram apontando que grande parte dos estudos sobre clima urbano utilizaram o S.C.U. com técnicas simples para levantamento de dados e, com o passar dos anos, foram incorporando novas técnicas, entre elas a utilização de equipamentos eletroeletrônicos, medidas móveis, sensoriamento remoto, etc. Ainda, salientamos que a evolução nos instrumentos de registros automáticos permitiu um avanço significativo na compreensão das especificidades do clima urbano, tanto durante o dia quanto nos registros noturnos e, o registro em escala temporal maior.

Fialho (2009) menciona quatro alternativas para o estudo em clima urbano, sendo a primeira, a partir de estações meteorológicas padrões, as quais a princípio foram constituídas para uma escala regional e foram incorporadas à mancha urbana devido a expansão das cidades. A segunda alternativa é a comparação dessas estações que estão no perímetro urbano com aquelas localizadas na área rural; a terceira é a criação de uma rede de monitoramento fixo dentro da área urbana por meio de mini abrigos meteorológicos e a quarta os transectos móveis. Ao se tratar da terceira e quarta alternativa, ou seja, pontos fixos e transectos móveis (Quadro 3).

Quadro 3 – Vantagens e desvantagens no processo de mensuração por meio de pontos fixos e transectos moveis.

Pontos fixos		Transectos móveis	
Vantagem	Desvantagem	Vantagem	Desvantagem
Permite observações simultâneas	Dificuldade em definir pontos representativos	Descreve melhor a heterogeneidade do meio urbano	Refazer o percurso, algumas vezes com intuito de criar uma maior confiabilidade
Favorece o registro temporal da ilha de calor	Custo operacional e logístico	Aumenta os números de pontos de coleta dentro da área de estudo	Não é apropriado para grandes distâncias
-	Preparar equipes para registro dos parâmetros e compatibilizar horários e leituras	Permite uma maior agilidade no processo de monitoramento	Restrito apenas a estradas de rodagem
-	-	-	Dificuldade em definir pontos representativos
-	-	-	Não mensuração simultâneas dos elementos do clima

Fonte: Fialho et al. (2009).

Diante dos diversos procedimentos para a coleta dos dados climáticos, principalmente urbanos, verifica-se que a metodologia a ser seguida dependerá do objetivo de estudo, visto que análises episódicas não há a necessidade de pontos

fixos, porém, o estudo mais amplo permitirá uma análise mais detalhada do comportamento da atmosfera para a compreensão da dinâmica climática.

De acordo com Krebs (1989), o método do transecto consiste em caminhar ao longo de um percurso previamente determinado, registrando as medições em pontos equidistantes e, o comprimento do transecto e a distância entre os pontos amostrados dependem dos objetivos do estudo, do tempo disponível e da finalidade a amostrar.

Compreende-se que a pesquisa do clima da cidade implica obrigatoriamente em observação complementar e fixa permanente, bem como trabalho de campo com observações móveis e episódicas (MONTEIRO, 1976). Dentre as observações móveis, temos o exemplo do estudo apresentado por Amorim et al. (2009) ao aplicar o método de transectos móveis para estudar as variações espaciais de temperatura do ar na cidade de Presidente Prudente-SP.

Minaki (2017) analisou o clima urbano de Maringá por meio do transecto móvel por meio de automóvel com velocidade de até 30 km/h em uma extensão de 16 km, com duração de 50 minutos, no sentido norte-sul da área urbana. Houve os registros de temperatura e umidade relativa do ar em episódios representativos do inverno (18 dias), o transecto levou em consideração o uso da terra, aspectos de superfície e densidade de edificações e de vegetação variadas. A autora constatou que houve diferença térmica de até 6,4°C e higrométrica máxima de 27%, sob condições sinóticas estáveis. Além disso, registrou diferenças dos valores sobre sistemas polares que foram influenciados também pela altitude.

Seguindo a mesma metodologia do transecto móvel, Kegler et. al. (2016) analisaram a distribuição espacial da temperatura do ar em Erechim/RS, sob domínio polar em processo de tropicalização às 15h. Para correlacionar com os valores coletados utilizou cartas sinóticas, imagens de satélite e dados da rede oficial de estações meteorológicas do INMET para identificação dos sistemas atmosféricos atuantes e comparações com os dados e sua magnitude. Como resultado, verificou diferenças de até 8°C entre os bairros da cidade, e a influência de áreas verdes nas temperaturas menores, além das características físicas e de ocupação terem influenciado.

Pezzuto (2007) avaliou a influência dos diferentes usos do solo e o efeito

climático no ambiente urbano em Campinas, SP por meio de coleta de dados com medidas móveis e fixas de temperatura e umidade relativa do ar. O autor constatou que o uso do solo urbano interferiu tanto na temperatura do ar como na sensação térmica, e também verificou que pontos localizados em regiões de uso do solo semelhantes apresentaram valores estatisticamente iguais, o autor delimitou as Unidades Climáticas Urbanas através do cruzamento dos valores dos atributos climáticos medidos com as características associadas aos padrões de uso do solo.

Pinheiro e Amorim (2007) realizaram a análise do perfil da temperatura e umidade relativa do ar e a velocidade e direção do vento, no campo e na área urbana de Euclides da Cunha Paulista, de acordo com os sistemas atmosféricos atuantes nos horários das 21h e 23h, em julho de 2007. A cidade de estudo é considerada de pequeno porte e apresentou a geração de um clima urbano específico, em que, na maioria dos dias, a temperatura rural esteve abaixo da temperatura urbana.

Viana e Amorim (2008), para caracterizar o clima urbano em Teodoro Sampaio/SP, realizaram a coleta de dados com miniabrigos meteorológicos, em seis pontos na cidade e um na área rural próxima. Os horários de coleta foram às 7h, 9h, 15h e 21h, por 13 dias de janeiro de 2005 (17/01 a 29/01), e oito dias de julho de 2005 (06/07 a 13/07). Desta forma, constatou que a cidade já apresenta características peculiares quanto ao uso e ocupação do solo, sendo que, no verão, as magnitudes das ilhas de calor coincidem com o horário de maior devolução de radiação terrestre para a atmosfera. Ainda enfatizam que a inércia calórica dos materiais constituintes do meio urbano e os sistemas atmosféricos atuantes foram fatores decisivos para a configuração das diferenças térmica e higrométrica intra-urbana.

Ortiz e Amorim (2012) analisaram a temperatura e a umidade relativa do ar de Cândido Mota (cidade de pequeno porte), realizando as coletas por meio de pontos fixos, durante 30 dias do verão (de 31 de dezembro de 2010 a 29 de janeiro de 2011). Assim, constataram ilha de calor com amplitude térmica de 8°C, sendo definido pelos autores um valor elevado para uma cidade de pequeno porte. Concluíram, por meio de suas análises, que a cidade, apesar de pequena, já apresenta alterações em seu campo térmico e higrométrico, equivalente a estudos de cidades de médio e grande

portes.

Ortiz (2015) também analisou o clima urbano por meio da coleta de temperatura e umidade do ar em três cidades: Assis, Cândido Mota, Maracá e Tarumã (SP), onde realizou a coleta de dados meteorológicos através de pontos fixos e móveis sob a atuação dos mesmos sistemas atmosféricos. Em seus resultados verificou que as análises a partir dos transectos móveis confirmaram que os tamanhos das cidades não interferem nas intensidades das ilhas de calor, mas sim o uso e a ocupação do solo.

Minakii e Amorim (2016) analisaram a ilha de calor urbana por meio de transectos móveis noturnos em episódios de inverno em Araçatuba-SP. Realizaram dois percursos de automóvel com velocidade de até 30 km/h (no sentido sul-norte e oeste-leste), utilizaram um sensor para coleta dos dados (logger ThermaData Humidity-Temperature, model HTD) acoplado em uma haste na parte externa de cada carro. Além dos dados móveis, realizou a coleta em um ponto fixo. Como resultado, verificaram uma ilha de calor com intensidade de 6,4°C e concluiu-se que o padrão predominante da espacialização indicou partes do setor central, oeste e norte da cidade com as temperaturas mais altas.

Para o estado de Goiás, temos os trabalhos desenvolvidos por Lima (2013) que analisou através de pontos fixos fora de Florestas Estacionais Semidecíduais (FES) e no interior das FES nos municípios de Cachoeira Alta e Caçu. Em sua análise, a autora verificou que os pontos fora das FES, principalmente os voltados para as vertentes norte, nordeste, oeste, noroeste e sudoeste, as quais recebem maior insolação, apresentaram temperaturas máximas maiores entre 52,7 a 46,9 °C, enquanto que os pontos localizados no interior das FES, independente da exposição das vertentes, tiveram a temperatura máxima absoluta entre 36,7 a 47,2°C e a mínima absoluta entre 3,8 a 6,5°C.

Na cidade de Iporá -GO temos os estudos desenvolvidos por Alves e Specian (2009) que analisaram a existência de variações térmicas e higrométricas em 4 pontos de coleta na área urbana, de acordo com o uso e ocupação do solo, e os sistemas atmosféricos que atuaram nos dias da coleta de dados da temperatura e umidade relativa do ar, as quais ocorreram em três horários, às 9h, 13h e às 22h30, em dois

períodos (de 28/04/2008 a 10/05/2008 e de 05/07/2008 a 14/07/2008). Concluíram que nos dois períodos ocorreram ilhas de calor e ilhas secas, principalmente nos pontos que correspondem aos locais mais urbanizados, e que, independentemente do período de coleta, os pontos localizados nas áreas mais urbanizadas apresentaram temperaturas mais elevadas, o que configurou locais de ilhas de calor.

Ainda em Iporá-GO, Alves (2014) analisou a variação da temperatura e umidade relativa do ar, máximas e mínimas absolutas, em uma cidade de pequeno porte do cerrado brasileiro (Iporá - GO), identificando as relações com os aspectos físicos do ambiente, função e morfologia urbana. Assim, verificou-se que a exposição das vertentes, a densidade de vegetação, construção, a hipsometria e os padrões de uso e ocupação do solo influenciaram na variação dos valores máximos e mínimos absolutos da temperatura e umidade relativa do ar em Iporá.

Se tratando da cidade de estudo da presente tese de doutorado, temos o trabalho realizados por Rocha et al (2010) que estudaram o clima da cidade de Jataí-GO, com 90 mil habitantes, e verificaram que as chuvas ocorrem de maneira pontual e a temperatura do ar foi maior nas áreas mais urbanizadas, enquanto que as áreas com menor densidade de urbanização, pouca pavimentação e com vegetação, apresentaram-se as menores temperaturas.

Macedo (2012), também na cidade de Jataí (GO), analisou as variações higrótérmicas em duas bacias hidrográficas no município por meio de pontos fixos. As bacias do Açude (Sapo) com 98% de área urbanizada e Capoeira, com 2% de área urbanizada, sendo 6 e 4 pontos de coletas respectivas. A autora também utilizou características físicas como a hipsometria, exposição das vertentes e o uso da terra para correlacionar com os valores registrados pelos pontos de coleta. Desta forma, verificou que a variação da temperatura e umidade relativa do ar nas bacias, ocorreram da combinação da hipsometria, exposição das vertentes e o uso da terra além da área com a urbanização apresentou maiores valores térmicos e concluiu que existe uma variação da temperatura e umidade relativa do ar entre o rural e o urbano.

Desta forma, verifica-se que na cidade é que ocorre todas as relações humanas e, a reconstrução da paisagem constantemente à medida que surgem as novas necessidades e com isso há o surgimento de um clima próprio, Mendonça

(2013), ressalta que o “[...] incremento das cidades no que diz respeito ao seu crescimento e complexidade, fato aliado ao agravamento da queda da qualidade de vida urbana [...]”. Desta forma, a cidade de Jataí (GO) vem passando por uma série de transformações em sua paisagem urbana, sendo pela implementação de novos bairros ou alteração daqueles já existentes, como a instalação de comércios, praças, asfaltamentos entre outros, portanto, vê-se a necessidade de um estudo que busque a investigação da qualidade ambiental climática da cidade relacionando-a com os aspectos físicos, estruturais e dinâmicos da área ocupada com o intuito de verificar essa variação para subsidiar o planejamento.

2.3 A QUALIDADE AMBIENTAL URBANA

As cidades, após a Revolução Industrial, passaram a ser local de atração para a população que optou ou foi forçada a deixar o campo/rural. Com o passar do tempo, as migrações em direção às cidades acabaram por modificar a sua estrutura, adquirindo formas e dinâmicas incorporadas a partir da sua ocupação. Diante disso as cidades assumiram uma nova característica ambiental, implicando em uma análise mais detalhada para compreender os elementos que passaram a ser incorporados em seus espaços.

Neste contexto, faz-se necessário considerar tanto os fatores naturais, como a vegetação, relevo, clima, solo entre outros, quanto às modificações causadas por meio da ocupação humana, sendo que todos estes fatores podem interferir na qualidade ambiental dos espaços urbanos, principalmente o climático.

Em seus estudos, Ugeda Júnior e Amorim (2016) enfatizam que há fatores que contribuem para as diferenças climáticas, entre elas a posição e as características do traçado pelo sítio onde são construídas as cidades e, a produção do espaço urbano que tem a capacidade de acentuar ou eliminar as alterações climáticas causadas pela própria urbanização. Os mesmos autores ainda citam sobre o planejamento urbano que pode ser uma ferramenta capaz de minimizar senão solucionar as alterações climáticas encontradas nos ambientes urbanos.

A qualidade ambiental por sua vez, é definida por Minaki (2007) como um

“diagnóstico da existência ou não de condições saudáveis de habitação, em termos humanos, sociais, ecológico-ambientais, econômicos, dentre outros, obtidos em conjunto num determinado local”. Com isso, a análise da qualidade ambiental é vista em diversas perspectivas entre a dualidade sociedade/natureza, dentre elas podemos destacar a ecológica, ambientalista ou preservacionista.

O quadro socioambiental gerado pela sociedade gera grandes impactos e as consequências sofridas por ela se tornam cada vez mais complexas, sendo que Silva (2014) enfatiza que “apesar dos diversos problemas ambientais atuais, a natureza continua a ser vista, predominantemente, como uma simples fonte de recursos ou um local de depósito de resíduos das atividades humanas”.

Lima e Amorim (2009, p.3) afirmam que a “qualidade ambiental pode ser considerada como um equilíbrio entre elementos da paisagem urbana através de um ordenamento do espaço, conciliando principalmente os benefícios da vegetação com os diversos tipos de usos do solo através de um planejamento”. As autoras ainda acrescentam que a questão ambiental se torna mais agravante por meio do crescimento das cidades e a apropriação dos recursos naturais, entre eles a “retirada da cobertura vegetal para a construção de estradas, casas e equipamentos públicos sem planejar os espaços que estão sendo alterados”.

Desta forma, Minakii e Amorim (2007, p. 68) reforçam que;

Com a urbanização o desenvolvimento humano não priorizou a qualidade natural dos habitats, mas a busca de artifícios que projetam o bem-estar pessoal. O avanço das técnicas trouxe a facilidade e o aumento do ritmo cotidiano de trabalho, comunicações e transporte, não sendo capaz, entretanto, de exercer uma influência positiva à manutenção dos sistemas naturais. A poluição, as mudanças climáticas, as catástrofes ambientais são fatores que indicam transformação antrópica, e entre tantos outros, resultam do comportamento oposto à tolerância suportada pela dinâmica ambiental.

Barbosa e Amorim (2012) contribuem em seus estudos e apontam que por meio do processo de urbanização, as cidades constituíram-se no desenvolvimento

das relações humanas, onde nas cidades brasileiras a partir da década de 1950 esse crescimento foi mais intenso, aumentando o número de pessoas vivendo nas cidades.

Para Nucci (2001) o processo de urbanização desordenada afeta a qualidade ambiental por meio da alteração na qualidade do solo, na água, no ar, redução na quantidade de espaços livres nas áreas urbanas, pelo aumento da poluição, dos congestionamentos e dos ruídos.

Desta forma, diversos problemas surgiram em decorrência desse elevado número de pessoas nas cidades, sendo que essas modificações que ocorrem nas superfícies das áreas urbanas (tanto materiais quanto as atividades desenvolvidas), ocasionam a geração de um clima urbano, o qual provoca nos balanços de energia, massa e movimento (LANDSBERG, 1981; OKE, 1987). Assim, é necessário que o estudo do clima urbano leve em consideração o fenômeno de transformação de energia num jogo integrado entre o ar atmosférico e o ambiente urbano edificado pelo homem (MONTEIRO 1990).

Oke (1988) destaca que o balanço de energia é um processo físico e termodinâmico entre a superfície e a camada limite, onde são determinados os fluxos temperatura e umidade do ar, bem como os superficiais, as quais contribuem de forma significativa no perfil médio de temperatura potencial dentro da camada limite atmosférica.

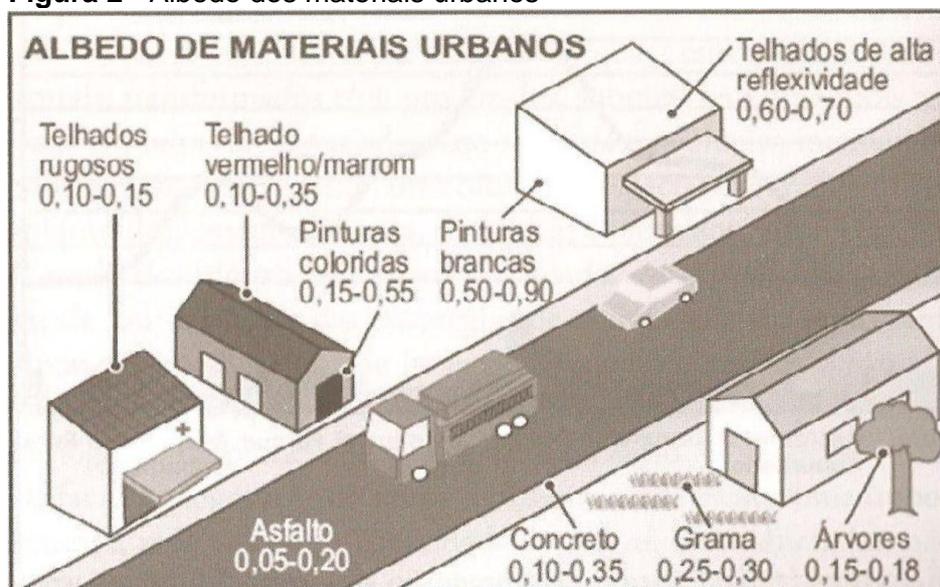
Gartland (2010) expõe que a equação do balanço de energia é definida pelo processo de convecção somado a evaporação e o armazenamento de calor que é igual ao calor antropogênico mais o saldo de radiação. A convecção é a energia transmitida (no caso da superfície terrestre para o ar acima dela), a evaporação é a energia transmitida da superfície terrestre em forma de vapor d'água, o armazenamento de calor depende da propriedade dos materiais (condutividade térmica e a capacidade calorífica) e o calor antropogênico é o calor produzido pelo homem (edifícios, equipamentos ou pessoas). Já o saldo de radiação pode ser entre radiação solar global (quantidade de energia radiada pelo sol), radiação dólara refletida (quantidade de energia refletida a partir de uma superfície de um material), radiação atmosférica (calor emitido por partículas presentes na atmosfera) e radiação da superfície (calor irradiado a partir de uma superfície).

Nascimento e Oliveira (2011) reforçam que há a alteração no fluxo de matéria e energia sobre a atmosfera local e, é possível constatar diferenças nos elementos climáticos pelos materiais que compõem o solo. Neste sentido, Oke (1987) enfatiza que há relação entre o tipo de material encontrado na construção civil e seus valores de radiação, condutividade e outros.

Para Giongo, Padovani e Vettorazzi (2009, p. 4715) “o albedo é definido como a razão entre a radiação solar refletida e a radiação solar incidente em uma superfície. É o principal fator que afeta o balanço de radiação terrestre e tem sido frequentemente considerado em estudos do clima global e regional”.

Para Lombardo (1985) a densidade demográfica, as áreas construídas, a pavimentação asfáltica e as áreas industriais podem interferir nos diferentes padrões de refletividade, ou de albedos, afetando o equilíbrio climático local, sendo que a radiação é absorvida e emitida pela superfície (Figura 2).

Figura 2 - Albedo dos materiais urbanos



Fonte: Sant'Ana Neto, J. L (2013)

Gartland (2010) expõe que tipos de materiais estão ligados intrinsecamente com a radiação solar (reflectância ou albedo e a emissividade térmica), visto que podem atingir de 50,0 a 90,0°C, provocando assim o aumento das temperaturas internas, reduzindo o conforto térmico, gerando maior demanda de eletricidade (principalmente no vespertino) entre outros.

Portanto, vários aspectos devem ser levados em consideração para amenizar os efeitos negativos ocasionados pela ocupação do solo urbano, seja por meio do tipo de material, a disposição do mesmo, ou até mesmo a cor, conforme evidenciado por Sevegnani et. al. (1994, p.2);

O uso de pintura branca nas telhas de cimento-amianto promove significativamente a reflexão da radiação solar e, com isto, acarreta uma redução na quantidade de calor de radiação gerado na cobertura. Se a quantidade de calor é menor, menor será o fluxo térmico e melhores serão as condições de conforto térmico. Executando-se "in loco" a pintura dos telhados de fibrocimento, com o emprego de tinta acrílica (Metalatex), pode-se constatar que as casas com telhas de cimento-amianto pintadas de branco apresentam temperaturas efetivas internas menores do que as registradas nas casas com telhas de barro na cor natural.

Deste modo, o ritmo e a magnitude de produção e armazenamento de calor nas cidades são profundamente alterados pelas dinâmicas urbanas, o que provoca maior aquecimento em algumas áreas com características específicas, principalmente em Jataí, conforme demonstrado nos estudos de Rocha (2005) da variação da temperatura na malha urbana da cidade. A forma e intensificação do uso e ocupação da terra provoca uma pressão cada vez maior sobre o sítio local e, a cidade de estudo vem sofrendo essa "pressão" com a implementação de novos bairros conforme evidenciado por Silva (2005) e Oliveira (2016). Com essa alteração da superfície e adoção de alguns materiais que produzem respostas térmicas conforme o seu albedo, acabam por provocar a ocorrência mais frequente de episódios atípicos (WMO, 1996).

A partir dessas modificações e seus efeitos sobre a população, verifica-se que os eventos/fenômenos climáticos extremos/atípicos ocasionam em sua maioria, repercussões negativas para a sociedade e, tornam-se ainda mais preocupantes quando ocorrerem em locais onde a população é mais suscetível a esses fenômenos, como moradores de ruas, idosos, crianças entre outros.

Para tanto, Landsberg (1981, p. 6) define que essas alterações são mais perceptíveis durante o dia, e são resultado da modificação da superfície:

A diferença da temperatura de superfície entre o urbano e rural é geralmente maior durante o dia, enquanto a diferença da temperatura

do ar é maior à noite. Dentro da camada do dossel urbano, os desfiladeiros das ruas ilustram o efeito da forma urbana nos microclimas. A altura dos edifícios e a orientação das ruas criam padrões de sombreamento complexos ao longo do dia que afetam as temperaturas do ar e da superfície [tradução do autor].

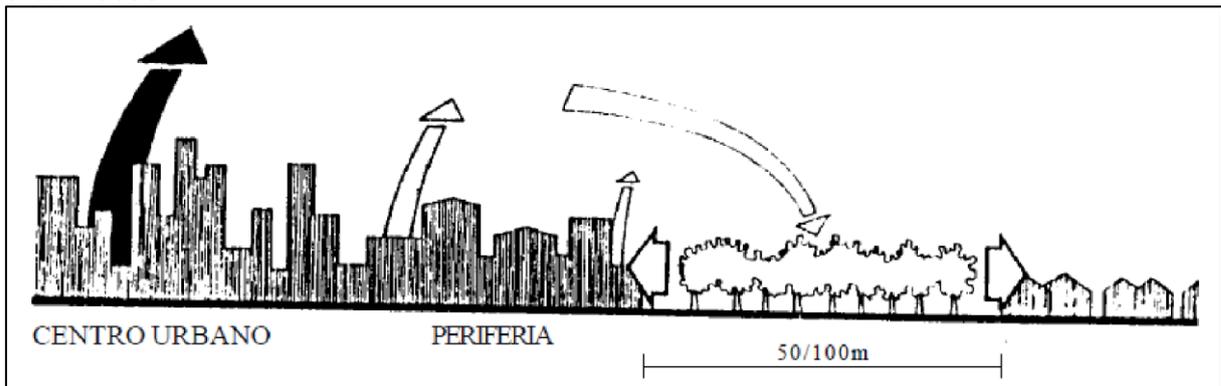
Sendo assim, o ambiente urbano possui características que ocasionam uma variabilidade dos elementos climáticos que estão relacionados à forma de ocupação da população. Neste sentido concordamos com Lombardo (1985, p.77) em sua afirmação de que “as condições climáticas de uma área urbana extensa e de construção densa são totalmente distintas daquelas dos espaços abertos circundantes, podendo haver diferenças de temperaturas, de velocidade do vento, de umidade, de pureza do ar etc”.

Basane et al (2011), expõem que com a intensa urbanização ocorre a impermeabilização do solo, ocasionando a diminuição da evaporação, a evapotranspiração e a infiltração, gerando desconforto térmico. Entre as mais habituais ocupações da superfície Terrestre está a retirada da cobertura vegetal, sendo este um importante elemento na paisagem para se ter a qualidade ambiental, assim, Lima (2014, p. 30) expõe que

A retirada da cobertura vegetal resulta em alguns problemas urbanos, como a erosão, assoreamento de cursos d'água, falta de áreas verdes, poluição do ar, sonora e da água. Estes são consequências do desequilíbrio entre o crescimento das cidades e suas atividades, com a falta ou inadequado planejamento destes espaços que, nem sempre consideram os aspectos físicos do ambiente.

Oliveira e Ribas (1995) enfatizam que no meio urbano, através de 1 hectare de bosque (vegetação) o consumo de calor latente, por evaporação, permite o decréscimo de temperatura. Este efeito pode ser observado no meio urbano conforme mostra a figura 3.

Figura 3 - Efeito da umidificação do ar em função da proximidade de áreas verdes arborizadas.



Fonte: Izard e Guyot (1979) apud Oliveira e Ribas (1995 p.84).

Desta forma, Nucci (2008, p.1) contribui com a afirmação que “a sociedade humana depende, para seu bem estar, da consideração não só dos parâmetros ético e sociais, mas também dos fatores ambientais (físicos, químicos e biológicos)”, assim, o processo de formação e organização da cidade contribui para a qualidade ambiental urbana, dentre as quais a vegetação se torna um aliado, porém, muitas vezes ignorado.

Vemos que a paisagem urbana está relacionada ao modo de ocupação da superfície, assim Leite (1994, p. 7) reforça que a paisagem sofre várias mudanças conforme os padrões culturais e, esses aliados a natureza são integrantes;

[...] muitos lugares e elementos que compõem uma paisagem são atribuídos valores específicos que mudam constantemente acompanhando a evolução dos padrões culturais. Estes estão, por sua vez, fortemente enraizados nos processos naturais de cada lugar ou região, isto é, a natureza e a cultura juntas, como processos integrantes, conferem forma e individualidade aos lugares. Os ritmos climáticos, hidrológico e biológico para moldar uma paisagem cujos padrões de produção e utilização variam de acordo com o contexto específico da sociedade.

Ainda o mesmo autor enfatiza que “a ausência de vegetação nos espaços públicos destinados ao lazer e à recreação da população também é considerada um dos problemas que interfere na qualidade ambiental das cidades”, visto que atividades de lazer contribuem para uma qualidade de vida saudável. Para a cidade de Jataí (GO), Souza (2011) realizou um estudo sobre a arborização urbana e verificou que a quantificação das áreas verdes é insatisfatória em relação à quantidade da população

que reside na cidade. Neste sentido, Rocha et al. (2015) verificaram o índice de conforto térmico em duas áreas na cidade, uma com a presença de vegetação e outra no centro da cidade com baixo índice de vegetação e verificaram que as maiores temperaturas máximas absolutas e desconforto térmico ao calor foram encontradas na área central da cidade que possui intenso fluxo de veículos e pessoas, além de barracões com material de zinco.

Em vista, os impactos ambientais estão atrelados a formas de tratar o ambiente, assim, vários fatores contribuem para a qualidade de vida, principalmente no espaço urbano que carece muito de planejamentos voltados a contribuir de forma positiva no ambiente e para a população, principalmente a de baixa renda.

Neste sentido, a perda da qualidade ambiental urbana está atrelada a diversos fatores, visto que é nela que as pessoas moram (cidade), exercem as suas diversas atividades, ou seja, as transformações que ocorrem no espaço por meio da urbanização, acabam remodelando o ambiente, sendo na rugosidade do terreno, o qual altera os padrões de circulação natural do ar (edificações), os materiais de construção (transmissão e armazenam energia), os índices de áreas verdes (arborização) entre outros. Assim, as somas desses fatores acarretam um desconforto higrotérmico e a diferenciação de calor na malha urbana, o que gera um clima urbano específico dentro dos aparatos urbanos diversificados.

2.4 CLIMA E PLANEJAMENTO URBANO

Considerando que a paisagem urbana é o “palco” das modificações e da materialização dos processos espaciais e temporais que ocorrem na cidade, demonstram que há a necessidade do planejamento, sendo que este é primordial para a qualidade de vida da população.

Corroborando, Minaki (2014), enfatiza que o estudo da qualidade ambiental urbana é um importante subsídio ao planejamento, pois fornece informações que contribuem para a qualidade de vida da população e, as sociedades de diferentes lugares e tamanhos se deparam com os problemas decorrentes de sua organização espacial.

O ser humano sempre está em busca de qualidade de vida e, alternativas surgiram e surgem a todo momento, sendo que entre elas há a utilização de aparelhos para climatizar ambientes fechados, porém, Nucci (2007, p. 78) expõe que “mesmo com todo desenvolvimento tecnológico e econômico percebe-se, claramente, a deterioração do ambiente natural acompanhada de um correspondente aumento nos problemas de saúde física, mental e social dos indivíduos”.

Assim, a qualidade de vida está intimamente ligada à forma de ocupação da população, sendo que as alterações provocadas ao ambiente responderão de forma positiva ou negativa. Além de ser notório que ao ocupar um determinado espaço o homem se apropria de forma a suprir as suas necessidades esquecendo muitas vezes da qualidade ambiental/vida.

O planejamento da paisagem se tornou e é de suma importância para os estudos relacionados à qualidade ambiental, sendo um fator determinante no modo de vida da sociedade e, a sua relação ao fator climático se torna muitas vezes favorável ou maléfico ao ser humano.

Entre os fatores maléficos Barcellos et al. (2009, p 292) enfatizam que;

As flutuações climáticas sazonais produzem um efeito na dinâmica das doenças zoonóticas como, por exemplo, a maior incidência da dengue no verão e da malária na Amazônia durante o período de estiagem. Os eventos extremos introduzem considerável flutuação que podem afetar a dinâmica das doenças de veiculação hídrica, como a leptospirose, as hepatites virais, as doenças diarreicas, etc. Essas doenças podem ser agravadas com as enchentes ou secas que afetam a qualidade e o acesso à água. Também as doenças respiratórias são influenciadas por queimadas e os efeitos de inversões térmicas que concentram a poluição, impactando diretamente a qualidade do ar, principalmente nas áreas urbanas.

Todavia, Ab'Saber (1998, p. 34) relaciona alguns eventos com os impactos ocasionados principalmente nas cidades, sendo que para ele;

Nas regiões tropicais o ritmo das cheias está intimamente relacionado com o volume e o tempo de duração das grandes chuvas. Cidades inteiras, em faixas ribeirinhas, recebem a pressão e as interferências das inundações nos verões chuvosos, a principal época de precipitações. Via de regra, quanto mais cresce o organismo urbano – tamponando e hermetizando os solos, outrora livres para infiltração –, mais rápido se torna o escoamento superficial, maior o volume das águas nos rios e riachos e mais catastróficas e imediatas as

interferências das inundações sobre a funcionalidade do mundo urbano.

Dentre os efeitos negativos proporcionados pelo ambiente ao ser humano temos as ilhas de calor, conforme evidenciado por Andrade, Roseghini e Mendonça (2010, p.59);

A intensidade ou magnitude das ilhas de calor e/ou frescor geralmente evoluem mediante a diferença máxima observada, em um determinado momento, entre a temperatura de um ponto qualquer da cidade e outros com especificidades diferenciadas. Tal técnica permite comparar áreas diferentes e, se monitorada por um tempo suficiente, dá subsídios a um possível planejamento urbano, priorizando a mitigação de efeitos desagradáveis, causados pelo maior adensamento das construções na cidade.

Gartland (2010) enfatiza que a ilha de calor não causa apenas desconforto, sendo que as temperaturas elevadas, a falta de sombreamento e papel no aumento da poluição do ar tem efeitos na mortalidade e na saúde da população.

De acordo com Oke (1978) são definidas como **ilha de calor de superfície**, que são os termos mais empregados nos trabalhos com satélites, **ilha de calor atmosférica**, apresenta uma variabilidade temporal e é mais evidente no período noturno e **ilha de calor vertical**, que compreende em duas camadas, sendo uma da cobertura urbana e a camada limite urbana,

Para tanto, Ayoade (1996, p. 302) reforça que as ilhas de calor são causadas pelos seguintes fatores:

- 1 – a capacidade térmica de calor e a condutividade das superfícies urbanas que acarretam absorção da radiação durante o dia e sua liberação na atmosfera, à noite;
- 2 – o acréscimo de calor por combustão, aquecimento do espaço e metabolismo do corpo humano;
- 3 – a secura das superfícies urbanas implica que não será usada muita energia para a evaporação. A maior parte da energia será usada para aquecer o ar. A secura das superfícies urbanas deve-se à remoção do escoamento superficial por sistemas de esgotos urbanos, por falta de extensa cobertura vegetal e ausência de lagoas ou reservatórios de água, nos quais possa ocorrer a evaporação/transpiração;
- 4 – a diminuição dos fluxos dos ventos por causa do efeito de fricção das estruturas urbanas reduz a troca de ar da cidade com o ar mais

frio da zona rural circundante, afetando os processos evaporativos que podem contribuir para os resfriamentos;
5 – o efeito estufa da camada da poluição sobre as cidades também ajuda no desenvolvimento do fenômeno da ilha de calor urbano. Há redução na radiação terrestre infravermelha para o espaço à noite, de modo que a energia fica conservada dentro da atmosfera urbana, abaixo da camada de poluição.

Andrade (2005, p.75), seguindo esse pensamento corrobora em sua interpretação expondo que “o clima urbano deve assim ser considerado enquanto componente de qualidade do ambiente e, portanto, de contribuição para a qualidade de vida no meio urbano”. Portanto, a análise do clima urbano “permite que o homem interfira no mesmo, de forma a planejar ações que revertam os impactos negativos desse clima e procure melhorar as condições ambientais da cidade” (ELY 2006, p.108).

Segundo Mascaró e Mascaró (2009, p. 30), os quais citam os principais parâmetros importante para se observarem quanto a influência dos dados climáticos urbanos, enfatiza que são produzidas pelo “uso da terra, padrões de edificações, áreas verdes e espaços abertos, morfologia e estrutura urbana, configuração vertical, densidade demográfica e de construção, intensidade de fluxo de veículos automotores e de pedestres”.

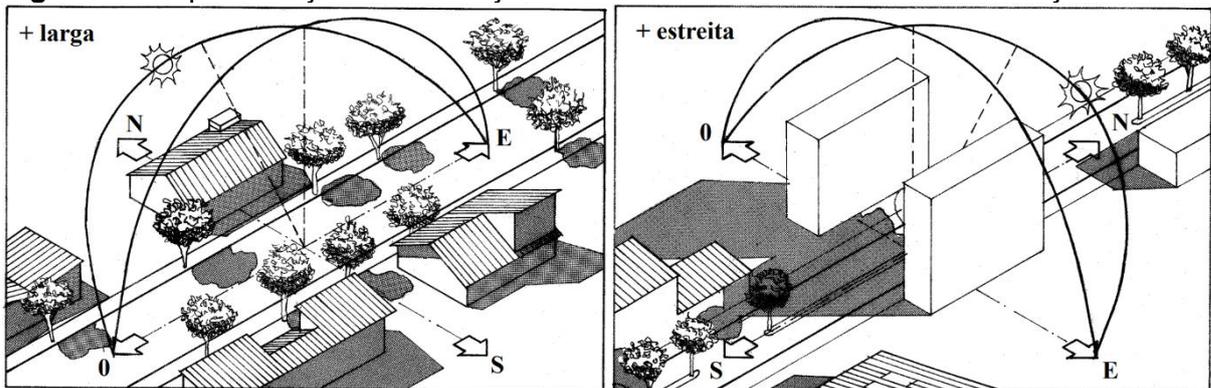
Entre os elementos, a vegetação é um excelente regulador climático na superfície, “pois absorve radiação solar que é utilizada nos processos de fotossíntese e transpiração das superfícies vegetadas. O fluxo de vapor de água emitido pela vegetação tem a capacidade de absorver e conservar calor” (SANTOS et. al, 2011. p. 350).

Em se tratando da área construída (edifícios) em um clima tropical, Corbella e Yannas (2003) enfatizam que a radiação solar é a principal causa de desconforto térmico, sendo que as superfícies dos ambientes construídos absorvem a energia solar, a qual é convertida em energia térmica, o que aumenta imediatamente a temperatura do ar que está em contato com elas e faz com que as superfícies emitam e reflitam mais energia infravermelha para outros elementos de construção. Para amenizar os efeitos, os mesmos autores expõem estratégias como a maneira de posicionar a construção (estudos da trajetória do sol), proteger as aberturas contra a

entrada de sol (utilização de vegetação), minimizar a absorção (a pintura) delimitar a orientação e o tamanho das aberturas para a luz natural.

De acordo com Frota e Schiffer (2001), a disposição das ruas, a largura e até mesmo as construções influenciam diretamente na radiação solar e aquecimento, sendo que as ruas com direção norte-sul devem ser mais estreitas, visto que as construções terão condições de se protegerem mutuamente da radiação solar direta, criando sombra nas ruas, para os pedestres e sobre as fachadas opostas, conforme pode ser observado na Figura 4. Ainda reforça que as ruas com direção norte-sul não devem ter um traçado extenso e reto, mas sim prever praças e desvios de modo a não canalizar os ventos.

Figura 4 – Representação da orientação das ruas e sombreamento das construções.



FONTE: Frota e Schiffer (2001, p. 70)

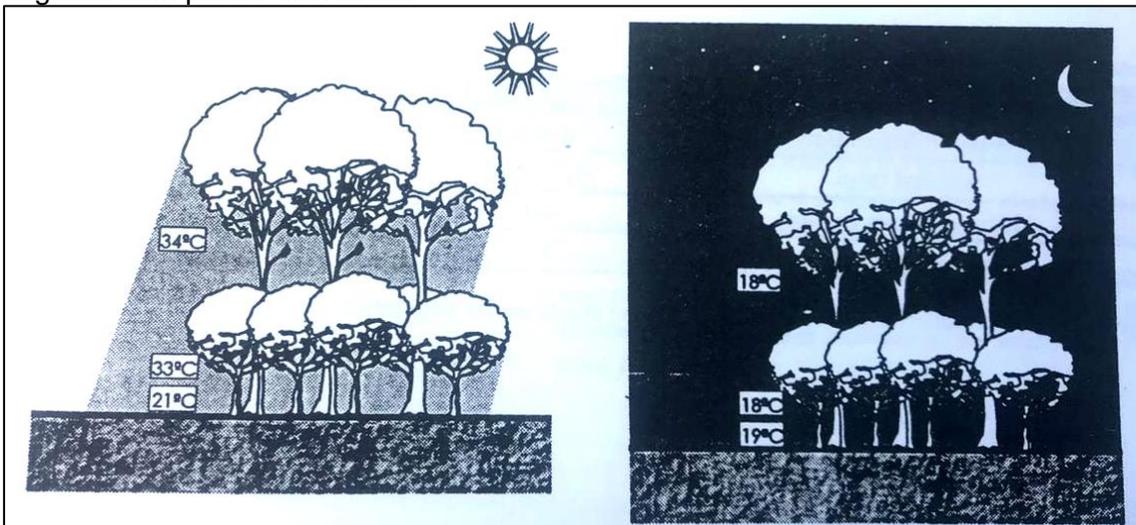
Nos estudos desenvolvidos por Pimentel e Ferreira (2019), ao analisar o comportamento do clima urbano na cidade de Juiz de Fora (MG), verificou o aquecimento a partir de variáveis de um modelo geomatemático, como albedo, emissividade, massa construída e altura de edificações urbanas. Por meio do estudo verificaram que as áreas de menor temperatura de superfície, estavam associadas à presença de vegetação e consequentemente a áreas identificadas como as com menor potencial de aquecimento.

Souza (2011, p. 43) verificou na cidade de Jataí (GO) que “as praças e parques avaliados não possuem arborização satisfatória, o que não proporciona vantagens relevantes como exemplo, o sombreamento que possibilita a criação de microclima mais ameno” fato evidenciado nos estudos de Rocha et al. (2014) que verificaram na cidade de Jataí (GO) por meio de pontos fixos de coleta em dois ambientes a influência

do uso e ocupação no conforto térmico, sendo que o ponto que apresentou maior temperatura é localizado no centro da cidade, com fluxo de veículos e pessoas e com pouca arborização.

De acordo com Mascaró e Mascaró (2009. p. 61) a influência da vegetação, dependendo do seu porte arbóreo pode reduzir a temperatura em 3,0 a 4,0°C do que nas áreas expostas a radiação solar (Figura 5), sendo que “as várias camadas de copa ampliam a absorção da radiação solar e a estratificação da temperatura do ar sob a vegetação”.

Figura 5 - Variação diária de temperatura (°C) sob grupamento composto por espécie vegetais com portes diferentes.



Fonte: Mascaró e Mascaró (2009. p. 61)

Anyanwu e Kanu (2006) relatam que a temperatura reduzida do ar devido a árvores pode melhorar a qualidade do ar porque a emissão de muitos poluentes e/ou produtos químicos formadores de ozônio são dependentes da temperatura. O mesmo autor ainda enfatiza sobre a influência das árvores em removerem a poluição gasosa do ar. Uma vez dentro da folha, os gases se difundem em espaços intercelulares e pode ser absorvido pela água para formar ácidos ou reagir com superfícies internas das folhas.

Melo e Dias (2019) estudaram o microclima e o conforto térmico proporcionados por três áreas de remanescentes florestais urbanos (Mata da Roda d'água (12 ha), Parque Ecológico IPSPG (2 ha) e Mata do Açude (30 ha) no município de Jataí – GO, com base no índice UTCI. As autoras constataram que o grau de

conservação das florestas, bem como a proximidade com área urbanizada de Jataí influenciam seu microclima e conforto térmico.

Troppmair e Galina (2003) expõem que as cidades com espaços verdes podem contribuir de diversas formas com a qualidade ambiental, não precisando ser de caráter extenso, mas que possibilite a proteção à natureza.

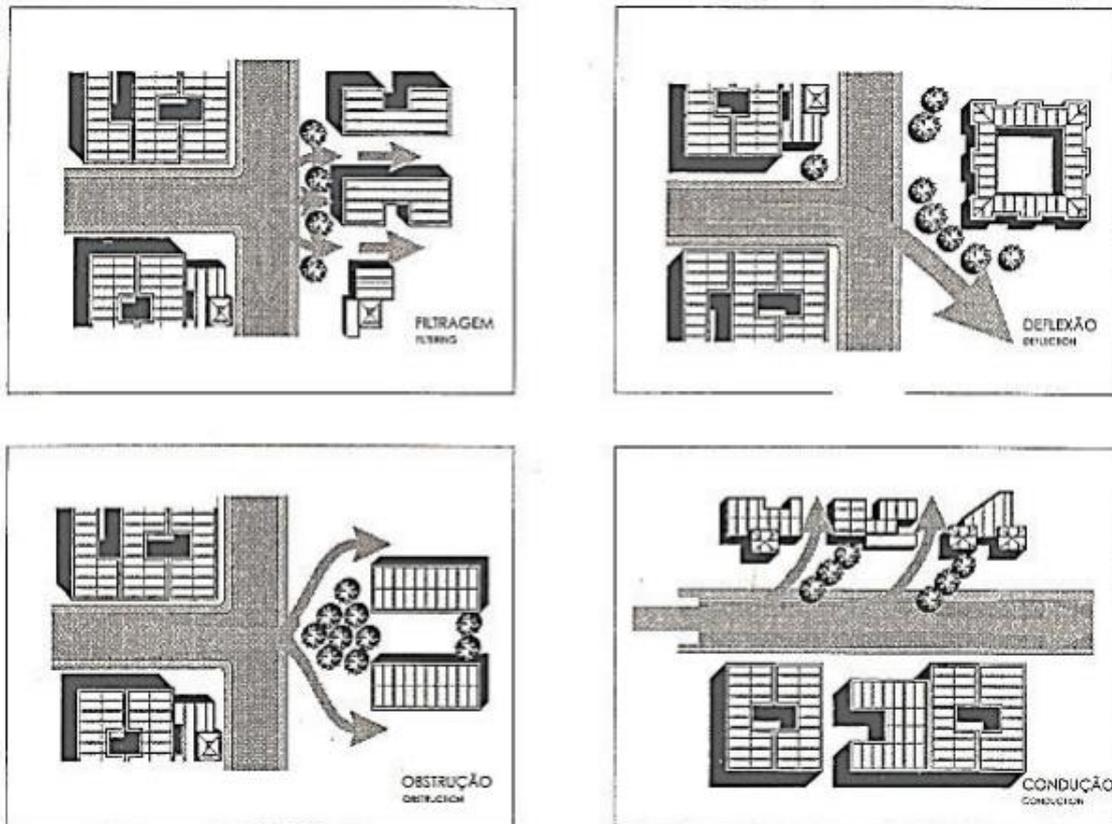
- a) criação de microclima mais ameno que exerce função de centro de alta pressão e se reflete de forma marcante sobre a dinâmica da ilha de calor e do domo de poluição;
- b) despoluição do ar de partículas sólidas e gasosas, dependendo do aparelho foliar, rugosidade da casca, porte e idade das espécies arbóreas;
- c) redução da poluição sonora, especialmente por espécies aciculiformes (pinheiros) que podem acusar redução de 6 a 8 decibéis;
- d) purificação do ar pela redução de microorganismos. Foram medidos 50 microorganismos por metro cúbico de ar de mata e até 4.000.000 por metro cúbico em shopping centers;
- e) redução da intensidade do vento canalizado em avenidas cercadas por prédios;
- f) vegetação como moldura e composição da paisagem junto a monumentos e edificações históricas. (TROPMAIR E GALINA 2003, p.)

Neste sentido, Shinzato (2009, p.30) expõe sobre a influência no microclima urbano;

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.
3. Influência sobre os aspectos da vida humana: utilização em lugares como playground, áreas de esporte 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.

Também se verifica que há uma importância dos ventos e seus efeitos sobre as condições de conforto térmico e a qualidade do ar. Segundo Robinete (1972) apud Mascaró (1999) são quatro os efeitos básicos da vegetação em relação ao vento, sendo a canalização, deflexão, obstrução e filtragem do vento. Mascaró e Mascaró (2009, p. 66) enfatizam que “o deslocamento do ar regula a sensação térmica, pois estimula a evaporação e as perdas de calor por convecção”, ainda expõe que as “rajadas de 23m/s se encontram no limite de derrubar um indivíduo jovem normal (ação do vento que surge de repente, sem permitir às pessoas se prepararem para resistir ao seu efeito)”. Assim, a estrutura urbana direciona o fluxo do ar, modificando a sua velocidade, conforme Figura 6.

Figura 6 – Efeito nos ventos provocados pela barreira.



Fonte: Mascaró e Mascaró (2009, p. 67)

Ainda, ao adentrar a cidade, também se verifica que a posição das ruas (largura, material construído) surtem efeito no quesito microclima, sendo que se deriva pela insolação, ventos, temperatura, balanço de energia e outros elementos, os quais podem reagir de formas diferentes de acordo com as estações do ano (MASCARÓ E MASCARÓ, 2009).

De acordo com Tarifa (1977, p. 73):

Os fundamentos teóricos, que permitem a explicação das diferenças constatadas nas variações da temperatura e umidade nos ambientes investigados, devem ser procurados no modo de recepção, transmissão, propagação e dissipação da energia nesses ambientes. Estando, pois, localizadas junta à interface solo-atmosfera, qualquer alteração na natureza dessa superfície, tanto espacial como vertical, altera significativamente o modo de propagação da energia.

Portanto, verifica-se que o desempenho ambiental na malha urbana é resultado do comportamento da arquitetura, ou seja, a disposição do modo de uso do solo. Neste sentido, a qualidade ambiental é de suma importância para a manutenção da vida no planeta e, a necessidade do planejamento ambiental urbano se torna cada vez maior. Contudo, o planejamento visa no monitoramento de eventos climáticos extremos, planejamento de uso do solo urbano, incremento de áreas verdes na cidade, um planejamento ao criar novos bairros entre outras medidas que aumentaria a qualidade ambiental urbana.

2.5 GEOTECNOLOGIAS E ESTUDOS DO CLIMA URBANO

A partir dos trabalhos desenvolvidos com a temática do clima urbano, principalmente daqueles com o enfoque na qualidade ambiental, percebe-se que nem sempre há um aparato de equipamentos capazes de coletar todas as informações espaciais necessárias para um diagnóstico completo da dinâmica climática, havendo a necessidade de sofisticação de técnicas e tecnologia a fim de se aproximar da realidade. Desta forma, Silva (2016, p. 1465) relata que;

[...] nem todas as pesquisas possuem instrumentos adequados para as medições. Por conseguinte, muitos estudos utilizam-se das geotecnologias, como por exemplo, dos produtos do sensoriamento remoto, para se estimar as temperaturas de superfície. Dentre as possibilidades, os satélites da série Landsat 5 através da banda 6 (termal), é possível estimar as temperaturas.

Para Rosa (2005, p.81), as geotecnologias são “o conjunto de tecnologias para coleta, processamento, análise e oferta de informações com referência

geográfica”. Ainda, o autor enfatiza que sua utilização constitui-se como poderosas ferramentas para tomada de decisões.

Dentre as tecnologias, imagens de satélite são frequentemente utilizadas em estudos de fragilidade ambiental, turismo, economia etc. Na climatologia permitem a análise da circulação atmosférica, da temperatura da superfície terrestre, da radiação solar, além do desenvolvimento de modelagem para contribuir com a qualidade ambiental, como mapas de zoneamentos climáticos. De acordo com Volpato et al (2008 p. 3), “a representação de dados climáticos no espaço é essencial em diversas áreas do conhecimento, sendo de uso extensivo nas áreas de agronomia, biologia, ecologia, geografia, geologia e meteorologia”.

Polizel (2009) reforça que estudos com enfoque sobre a temática de clima urbano e de Ilhas de Calor vem se destacando e ganhando importância na área do sensoriamento remoto, pois tais procedimentos oferecem visões de diferentes escalas e permitem uma análise mais apurada dos dados.

Nesse sentido, o sensoriamento remoto se destaca nos estudos de ordem ambiental com o crescente uso de seus recursos na pesquisa científica. Nos estudos de clima urbano, o uso do sensoriamento remoto tem experimentado crescimento nas últimas décadas, principalmente na análise de anomalias térmicas como as ilhas de calor. A utilização de dados de sensoriamento remoto captados na região do infravermelho termal permite a realização de estudos do comportamento térmico das diferentes tipologias de cobertura do solo pelo fornecimento de informações relativas à temperatura aparente da superfície (*Land Surface Temperature – LST*). (BARBOZA e VECCHIA, 2006)

A utilização de imagens de satélite em ambiente de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), por exemplo, tem permitido análises da paisagem em escalas temporais e espaciais diversas. Dependendo do seu enfoque, as imagens de satélites são processadas gerando assim cartas de uso do solo, índice de arborização, temperatura da superfície, entre outras, procedimentos e técnicas que se incorporam para a realização desta pesquisa na cidade de Jataí (GO).

De acordo com Lang e Blashke (2009), em diversas partes do mundo, utiliza-se dos SIGs para o planejamento regional e, enfatizam que são adequados para realizar as diversas tarefas do planejamento. Borges (2000) reforça que a utilização destes instrumentos possibilita análises da cidade como um todo, ao mesmo tempo que facilitam a avaliação e intervenção na saúde urbana.

Para Silva Neto e Aleixo (2013, p. 10), os “SIGs possibilitam as aplicações de funções como a análise geográfica, que pode ser definida como a combinação de informações temáticas, que consistem em funções como a superposição, ponderação, medidas e consulta de banco de dados”. Santos et. al (2012) enfatizam que o emprego do geoprocessamento vem se consolidando como uma alternativa para a representação e a análise de dados geográficos e que algumas tarefas podem ser executadas com emprego do geoprocessamento e suas tecnologias, como exemplo o mapeamento de atributos ambientais e predição dos efeitos de determinados usos da terra.

A junção das técnicas de geoprocessamento com os dados coletados em lócus, como exemplo de espacialização de dados climáticos a partir de transectos e de pontos fixos permitem uma compreensão melhor do fenômeno.

Grimmond (2006) enfatiza que as inovações tecnológicas permitiram uma coleta e análise de dados por meio de uma maior capacidade de mesclar modelos e dados de múltiplas observações, manutenção e longevidade de coleções de pesquisa e fluxo mais rápido de informações entre os cientistas e, ainda relata que se tornou mais acessível;

Os avanços na tecnologia proporcionaram aos climatologistas urbanos uma instrumentação nova, aprimorada e frequentemente mais acessível, e a capacidade de processar e analisar dados mais rapidamente. Uma maior compreensão dos processos atmosféricos urbanos, e das ciências atmosféricas de forma mais ampla, resultou em importantes insights sobre o posicionamento apropriado de instrumentos meteorológicos e a interpretação dos resultados. (GRIMMOND, 2006, p. 3). [tradução do autor]

Neste sentido, Borges (2000, p. 4) diz que o “uso das tecnologias de informação pode ajudar a trazer um novo olhar sobre a cidade. É preciso poder generalizar ou individualizar como uma lente fotográfica que aproxima e distancia conforme o foco desejado”.

Nascimento (2011) associa essas metodologias com o fato de inexistência de redes de estações meteorológicas com dados e áreas extensas capazes de subsidiar estudos de forma detalhada, assim, enfatiza que o sensoriamento remoto começou a

ser empregado principalmente nas análises de ilhas de calor a partir da década de 1970. Pereira (2014, p.16) corrobora ao afirmar que

Os dados de sensoriamento remoto vêm dando suporte a vários estudos sobre a superfície da Terra, sobretudo quando se considera a possibilidade de obtenção de informações temporais que se destacam como uma importante fonte de informações históricas, permitindo o mapeamento e a quantificação de informações pretéritas e atuais das áreas imageadas.

É fato que os instrumentos incorporados nesses estudos facilitam a compreensão dos fenômenos, como as imagens termais na análise das ilhas de calor. Desta forma, o estudo do clima urbano por meio do sensoriamento remoto permite examinar relações entre a estrutura espacial dos padrões térmicos urbanos e as características da superfície urbana em maior grau de detalhamento (DORIGON, 2015).

Verifica-se que nas últimas décadas houve grande evolução no sensoriamento remoto por parte da disponibilização de imagens e mais ainda sobre os sistemas orbitais, principalmente na resolução espacial e espectral, o que permite maior apuramento dos dados de superfície.

Vários estudos de clima urbano têm se valido das geotecnologias para analisar a temperatura da superfície em áreas urbanas e puderam constatar que a temperatura da superfície é proveniente do modo de uso do solo, o qual está inteiramente ligado a qualidade ambiental urbana. No Brasil, o trabalho de Lombardo (1985) foi pioneiro ao utilizar imagens do satélite NOAA – National Oceanic and Atmospheric Administration para encontrar a temperatura e do Landsat para mapear os usos do solo da metrópole Paulista.

Ainda no campo do clima urbano, Barbosa e Vecchia (2009) utilizaram para a cidade de São Carlos (SP) o cruzamento de imagem de temperatura de superfície com as tipologias de uso para identificar a correlação com a formação das ilhas de calor. Neste estudo, verificaram que os resultados obtidos por meio de análise da banda termal do satélite Landsat 7 ETM+ mostraram a viabilidade na utilização de SIG como ferramenta de análise na identificação de ilhas de calor.

Nascimento e Oliveira (2011) analisaram a evolução das ilhas de calor no município de Goiânia/GO no período de 1986 a 2010, por meio do sensoriamento

remoto. Os autores constataram que as temperaturas superficiais terrestres apresentaram certo padrão de variação espacial e temporal. Verificaram que as temperaturas mais elevadas ocorreram em maior proporção sobre as áreas centrais (mais urbanizadas) e as temperaturas menores nas áreas periféricas, ou mesmo naquelas revestidas por cobertura vegetal e corpos hídricos.

Pereira (2014) analisou a temperatura de superfície (TS) por meio das imagens do Landsat 5 nos diferentes usos da terra da bacia da Usina Hidrelétrica Barra dos Coqueiros, em Caçu (GO). Além dos dados de TS coletou por pontos fixos dados de temperatura e umidade relativa do ar, as quais serviram para calibração da TS e comparação entre ambas. Constatou-se que a TS apresentou uma variação espacial de acordo com os diferentes usos da terra e variação temporal no período seco e chuvoso, devido às condições da vegetação.

Martins (2015) avaliou a utilização de dados do sensor MODIS/AQUA para estimativa de evapotranspiração real na bacia do Rio Paranaíba, localizada nos estados de Goiás, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais, além do Distrito Federal utilizando o algoritmo SEBAL (*Surface Energy Balance Algorithms for Land*). Como resultado sobre a modelagem, verificou que o saldo de radiação à superfície, os fluxos de calor estimados e a evapotranspiração real apresentaram forte relação com o uso da terra e cobertura vegetal. Verificou também alguns pontos de atenção na utilização do modelo, como a não utilização de dados dos solos na estimativa de evapotranspiração, e na estimativa do fluxo de calor sensível, que necessita de dados climáticos, em especial de velocidade dos ventos, para sua calibração.

Também, verificamos diversas metodologias que buscam investigar o clima urbano por meio de softwares que suprem a demanda por aparelhos que muitas vezes se tornam caros para o estudo. Conforme Bourscheidt (2019, p. 111), “o rápido avanço tecnológico e computacional das últimas décadas vem tornando possível o desenvolvimento de novos instrumentos que, por terem um custo relativamente mais acessível e por serem de fácil utilização, ganham cada vez mais espaço no mercado de geotecnologias”.

Assis (2016), para elaboração dos mapas de edificações e de sombreamento para a cidade de Juiz de Fora (MG) utilizou a ferramenta “*Street View*” do Google Earth para verificar o número de pavimentos das construções e adicionou na tabela de atributos do ArcGIS® 10.6.1 e posteriormente importou no software de modelagem

tridimensional “*Google SketchUp Pro 2015*”, pelo qual com a ferramenta de sombras foi possível simular um estudo solar para análise de sombreamento em diversos horários.

A utilização de drones para mapeamentos também está em ascensão, principalmente quando suas aplicações são acopladas a sistemas de imageamento de alta qualidade (fotografias) as quais permitem a elaboração de um produto final mais detalhado. Neste contexto, Silva (2015) ressalta que a integração da fotogrametria com os avanços computacionais, entre eles o processamento por meio de programas dedicados, com as funções básicas da fotogrametria digital para executar as operações de fototriangulação, tem aumentado o mercado interessado em imagens digitais obtidas com plataformas não tripuladas. Ainda, ressalta que sua utilização para mapeamentos tem crescido em virtude do uso de receptores GNSS (Sistema Global de Navegação por Satélite), contribuindo assim para maiores precisões.

Fagundes e Iescheck (2019, p. 60) corroboram demonstrando a necessidade de algumas etapas para a produção cartográfica com qualidade, sendo o “planejamento de voo, pré-sinalização/apoio de campo, execução do voo, processamento dos dados, elaboração dos produtos intermediários e finais e controle de qualidade para validação desses produtos”.

Desta forma, Xavier (2013) efetuou um levantamento bibliográfico dos usos de drones em estudos ambientais, apontando quais os softwares utilizados e a legislação vigente no Brasil e, verificou que as imagens capturadas por drones podem ser manipuladas de diversas maneiras de modo a chegar no resultado que se espera.

Silva et al. (2017) utilizaram o drones para levantamento fotogramétrico da realização do Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE) em Maracanã (PA). Após o levantamento fotogramétrico, trataram as imagens através do software Agisoft PhotoScan e, geraram seus resultados através do software QGIS 2.14. Por meio de seus estudos puderam concluir que a utilização de drones em ZEE é plenamente satisfatória na geração e manipulação dos dados espaciais.

Buffon, Sampaio e Paz (2018) apresentaram uma avaliação das áreas edificadas com risco de desastres ligado à inundação em áreas urbanas de Campo Magro (PR) por meio de coleta de dados por meio de VANT e trabalhos de campo. Os

autores construíram um mapeamento síntese do risco de desastres, cujos resultados indicam que a metodologia é de baixo custo e importante para as áreas desprovidas de imageamento em detalhe, e se mostrou eficiente como um sistema de apoio à decisão espacial frente à mitigação e prevenção dos desastres decorrentes de inundações.

A partir das referências apresentadas, podemos verificar que o adensamento urbano e sua complexidade resultaram em uma gama de estudos para monitorar a qualidade ambiental, principalmente nas cidades, além de ser uma área em evolução que ainda carece de muito desenvolvimento para estudos climatológicos. Neste sentido, surgem propostas na organização de uso do espaço onde se assentam as cidades com a necessidade de repartir a área urbana em zonas delimitadas e categorizadas em vista de suas utilizações (MELO, 1982).

Dada a importância das geotecnologias aplicadas aos estudos ambientais e, principalmente ao que diz respeito a qualidade de vida da população, faz-se necessária sua utilização em colaboração com o planejamento urbano. A cidade de Jataí vem se expandindo rapidamente e sem levar em consideração o planejamento ambiental, portanto, o presente estudo contribuiu significativamente para a tomada de decisões bem como o incremento das geotecnologias nestes processos.

Por fim, através do avanço das tecnologias como os instrumentos capazes de registros de dados automáticos de temperatura e umidade relativa do ar utilizados neste estudo e outros sensores, bem como com o auxílio das técnicas de geoprocessamento como a temperatura de superfície, permite-se uma análise mais apurada da realidade ambiental e com isso a tomada de decisões junto ao planejamento.



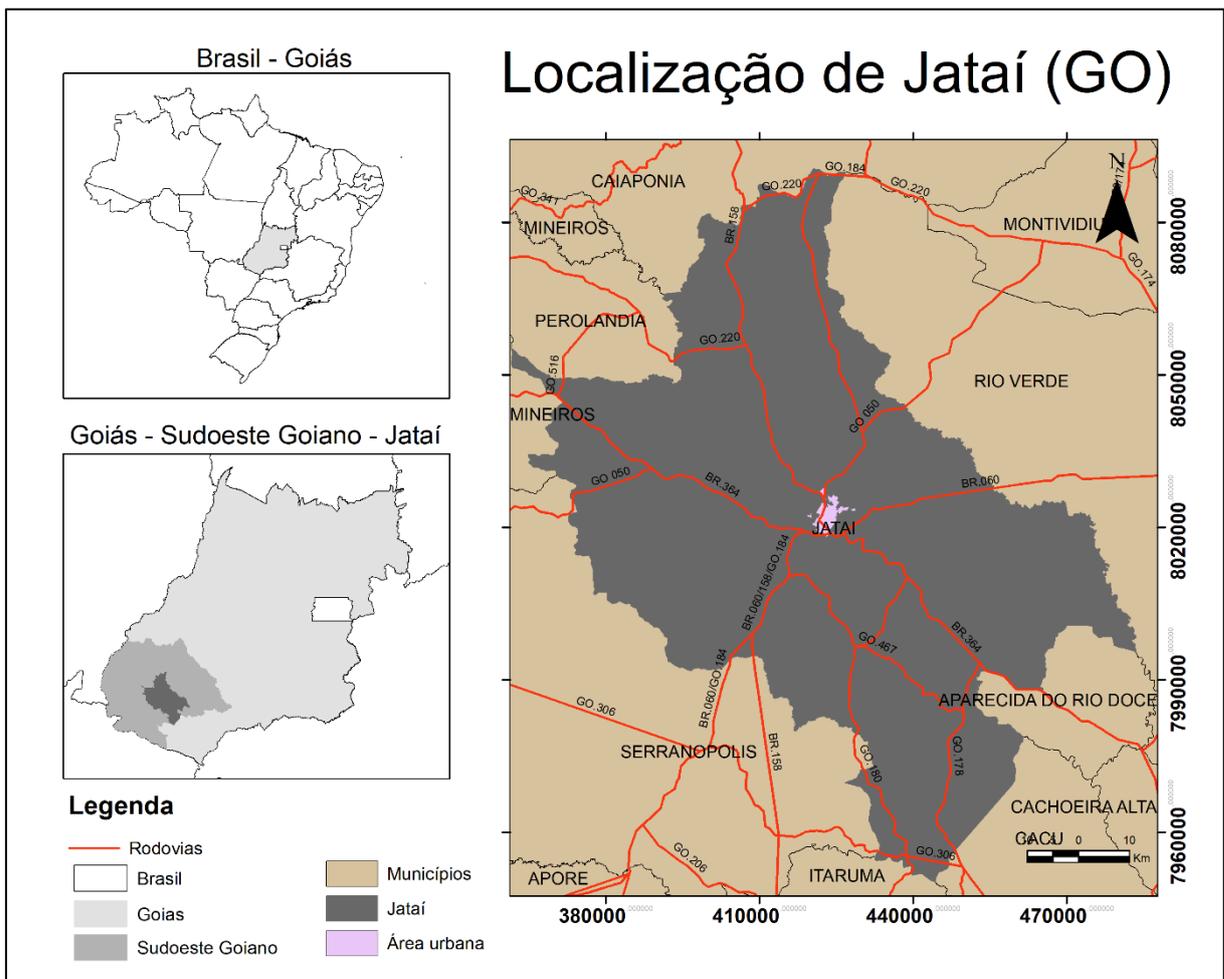
“É preciso penetrar na cidade, no seu interior e compreendê-la como fato social produtor de uma acentuada gama de derivações progressivas (MONTEIRO, 1990 p. 16).”

3 - MATERIAL E PROCEDIMENTOS

3.1 ASPECTOS GERAIS DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo compreende a área urbana de Jataí e seu entorno. O município está localizado na microrregião do Sudoeste de Goiás (Mapa 1), com área total de 7.174 km². A população do município de acordo com o censo 2010 foi de 94.890 habitantes (IBGE,2010) com densidade de 12,23 hab/km² e a estimativa para 2021 foi de 103.221 habitantes (IBGE, 2021). De acordo com o Instituto Mauro Borges (2016), o primeiro núcleo de povoamento da cidade iniciou-se após 1837, sendo denominado de Paraíso, que em 1882 elevou-se à categoria de vila e, em 1885, desmembrou-se do município de Rio Verde lhe atribuindo o nome Jataí.

Mapa 1 - Localização da área de estudo, Jataí (GO).



Organizador: autor

Quanto às características demográficas, de acordo com os dados do IBGE, a cidade de Jataí, demonstra desde 1970 até 2020 uma taxa crescimento médio de

16,4%, pouco maior que a do estado (16,2%) e, acima da do Brasil (15,0%), conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Evolução populacional de Jataí, Goiás e Brasil: 1970 – 2019.

Ano	Jataí		Goiás		Brasil	
	População	Crescimento (%)	População	Crescimento (%)	População	Crescimento (%)
1970*	41.364	-	2.938.677	-	93.139.037	-
1980*	53.394	22,5	3.120.718	5,8	119.002.706	21,7
1991**	65.957	19,0	4.018.903	22,3	146.825.475	18,9
2000**	75.451	12,6	5.003.228	19,7	169.799.170	13,5
2010**	88.006	14,3	6.003.788	16,7	190.755.799	11,0
2020***	102.065	13,8	7.113.540	15,6	211.755.692	9,9

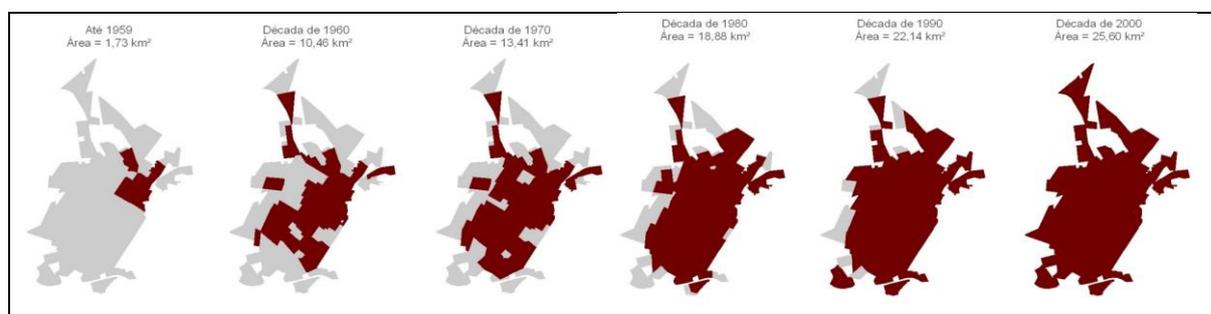
(* Amostragem; ** Senso; *** Estimativa)

Fonte: Fonte: IBGE

Organização: ROCHA, J. R. R. (2014)

É notório que a cidade de Jataí (GO) duplicou a sua população em 50 anos e, com a expansão populacional da cidade, conforme pode ser observado na figura 7, proporcionou também uma maior alteração da área urbana, provocando assim alterações no ambiente e automaticamente no clima urbano. No estudo desenvolvido por Silva (2005, p. 47) demonstrou-se “a presença significativa, nas décadas de 1980 e 1990, de conjuntos habitacionais de baixa renda, aspecto este que se estende, pelo menos a princípio, à década atual”.

Figura 7 - Implantação de loteamentos em Jataí (evolução da área ocupada).



Fonte: Silva (2009).

De acordo com Silva (2009), foram implementados novos conjuntos habitacionais em áreas vazias, previamente desmatadas, porém, existem espaços

vazios nos bairros já habitados, sendo desnecessários os empreendimentos de novos loteamentos. Em 2013, essa expansão da área urbana deu-se através do Programa Minha Casa, Minha Vida, do Governo Federal, sendo implantado, na cidade, o bairro Cidade Jardim, situado a noroeste da cidade.

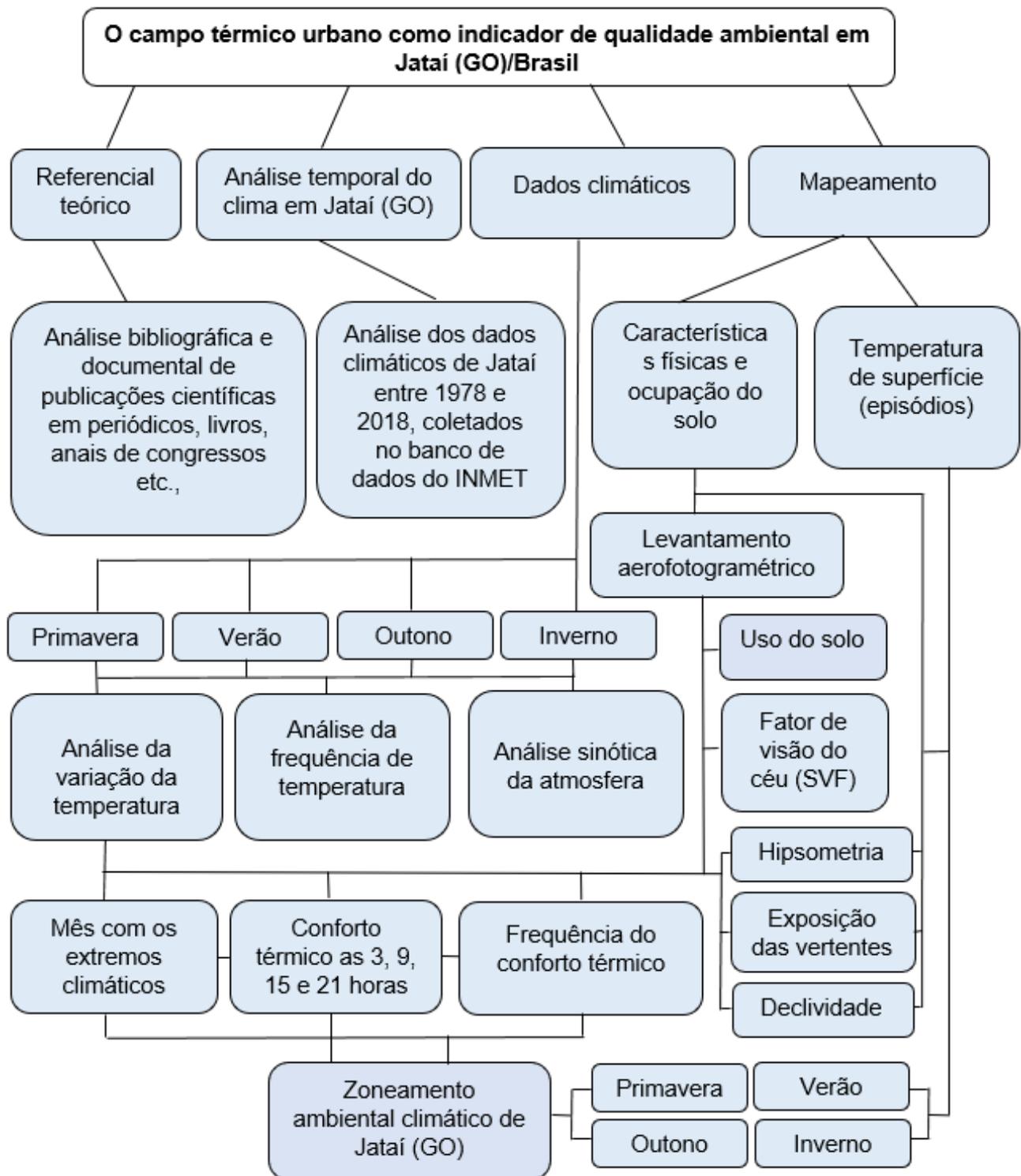
3.2 PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE

Para a elaboração desta pesquisa, buscou-se uma sustentação através da fundamentação teórica e metodológica com base em trabalhos com enfoque no tema de pesquisa, sobretudo em análise ambiental climática. Para tanto, realizou-se uma caracterização climática da área de estudo por meio de dados levantados pela estação meteorológica de Jataí (GO) administrada pelo INMET no período de 40 anos (1978 – 2018).

Os dados climáticos coletados em campo foram organizados em planilha eletrônica a qual permitiu o tratamento estatístico dos mesmos, bem como a análise dos valores extremos máximos, mínimos e médios, além da frequência de ocorrência desses valores.

Posteriormente, foi realizado o mapeamento dos atributos fisiográficos como a hipsometria, exposição das vertentes, declividade, uso e ocupação da terra e das características da vegetação e dos sistemas atmosféricos que atuam na área de estudo.

As ferramentas de geotecnologias foram utilizadas para mapeamento de uso e cobertura, sobrevoos na área que circunda os pontos de coleta, identificação de padrões de construção, elaboração do zoneamento e o mapeamento da temperatura de superfície. O fluxograma 1 demonstra o detalhamento das etapas seguidas.

Fluxograma 1 - Roteiro metodológico para elaboração da tese.

Organização: Próprio autor (2019)

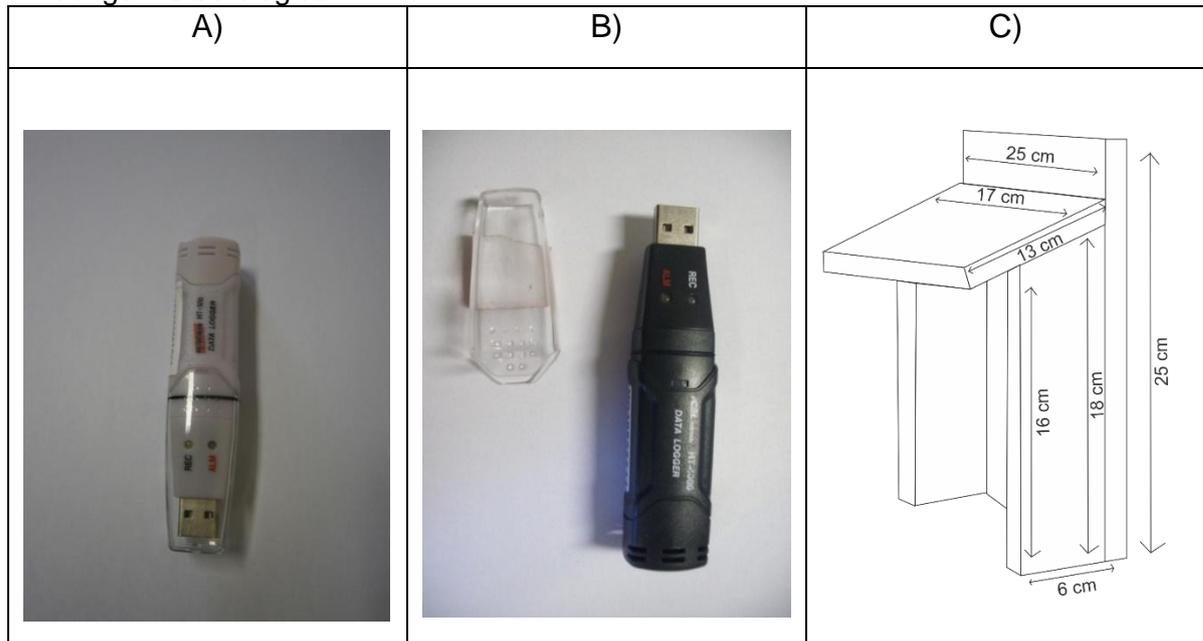
3.3.1 Análise temporal dos dados climáticos de Jataí (GO)

Para a caracterização climática de Jataí (GO) utilizou-se uma análise temporal de 40 anos, por meio do banco de dados do INMET entre os anos de 1978 a 2018. Para evitar o comprometimento das análises, foram excluídos os dias com falhas de dados, restando 13.617 dias, o que equivale a 94% do total de 14.478 dias do período de análise. Após a retirada dos dados com falhas, analisou-se os parâmetros climáticos de temperatura e umidade relativa do ar (média, máximas e mínimas) e precipitação pluvial para a cidade de Jataí (GO).

3.3.2 Coleta de dados e análise espacial dos dados climáticos, conforto térmico e frequência em Jataí (GO).

A metodologia utilizada para a coleta de dados na malha urbana de Jataí (GO) consistiu no registro da temperatura e umidade relativa do ar por meio de sensores de temperatura instalados em hastes fixas distribuídas em diferentes pontos da cidade. Foram utilizados aparelhos digitais thermohigrômetros (Data Logger, HT - 500 e HT - 4000), instalados em mini abrigos de madeira, na cor branca e proteção de tela de nylon para proteger de insetos (Figura 8 A, B e C). Os registros foram realizados conforme proposta metodológica desenvolvida por Monteiro (1990), no qual os aparelhos foram instalados com sua face voltada ao sul e em locais onde os aparelhos não tivessem exposição direta ao sol durante o dia e no decorrer do ano. Os dados de temperatura e umidade relativa do ar foram coletados a cada 30 minutos, porém, no trabalho é apresentado a cada 1 (uma) hora, justifica-se a coleta a cada 30 minutos a fim de verificar a variação da temperatura em um curto prazo para a discussão dos resultados.

Figura 8 - A) Termohigrômetro modelo HT-500; B) Termohigrômetro modelo HT-4000 e C) Mini-abrigo meteorológico.



Fonte: Adaptado de Rocha, J. R. R. (2015).

Os termohigrômetros possuem características técnicas de capacidade de armazenamento de até 16.000 dados de temperatura do ar, 16.000 de umidade relativa do ar e 16.000 de ponto de orvalho. A interface para o descarregamento dos dados e configuração do aparelho é feita por meio de uma entrada USB.

Os instrumentos utilizados apresentam de acordo com as especificações do fabricante (INSTRUTERM), para a medida da temperatura, uma faixa de - 40 a 70 °C, com resolução de 0,1 °C e precisão de 1°C / 1,8°F (-4 a 122°F / -20 a 50°C), enquanto que nas medidas da umidade relativa do ar apresentam faixa de 0 a 100 % RH, com resolução de 0,1 % Rh e precisão de $\pm 3\%$ RH.

A escolha dos pontos para instalação dos equipamentos seguiu os critérios propostos na metodologia utilizada por Sezerino e Monteiro (1990) e adotados por Mendonça (1995), Amorim (2005) e Viana (2006), além da metodologia desenvolvida por Oke (2006) que levaram em consideração além do “bom senso” as características de relevo, vegetação, hidrografia, associadas ao uso da terra da cidade. Desta forma, a localização dos pontos de coleta levou em consideração as características físicas urbanas (morfologia), o padrão de uso (urbanização) e o dinamismo urbano, incorporando assim os elementos da paisagem urbana, onde foram instalados 9 pontos de coleta em Jataí (denominados de P1 a P9). Devido ao problema de coleta

de dados, o P9 foi retirado da pesquisa, portanto, restaram 8 pontos de coleta, onde cada ponto representa aproximadamente 3,6 Km² na área urbana.

A fim de uma caracterização da distância dos pontos de coleta, calculou-se entre eles a distância em linha reta, o qual encontrou-se os valores entre si de 1,7 a 8,0 km, conforme Quadro 4.

Quadro 4 - Distância em linha reta entre os pontos de coleta (em km).

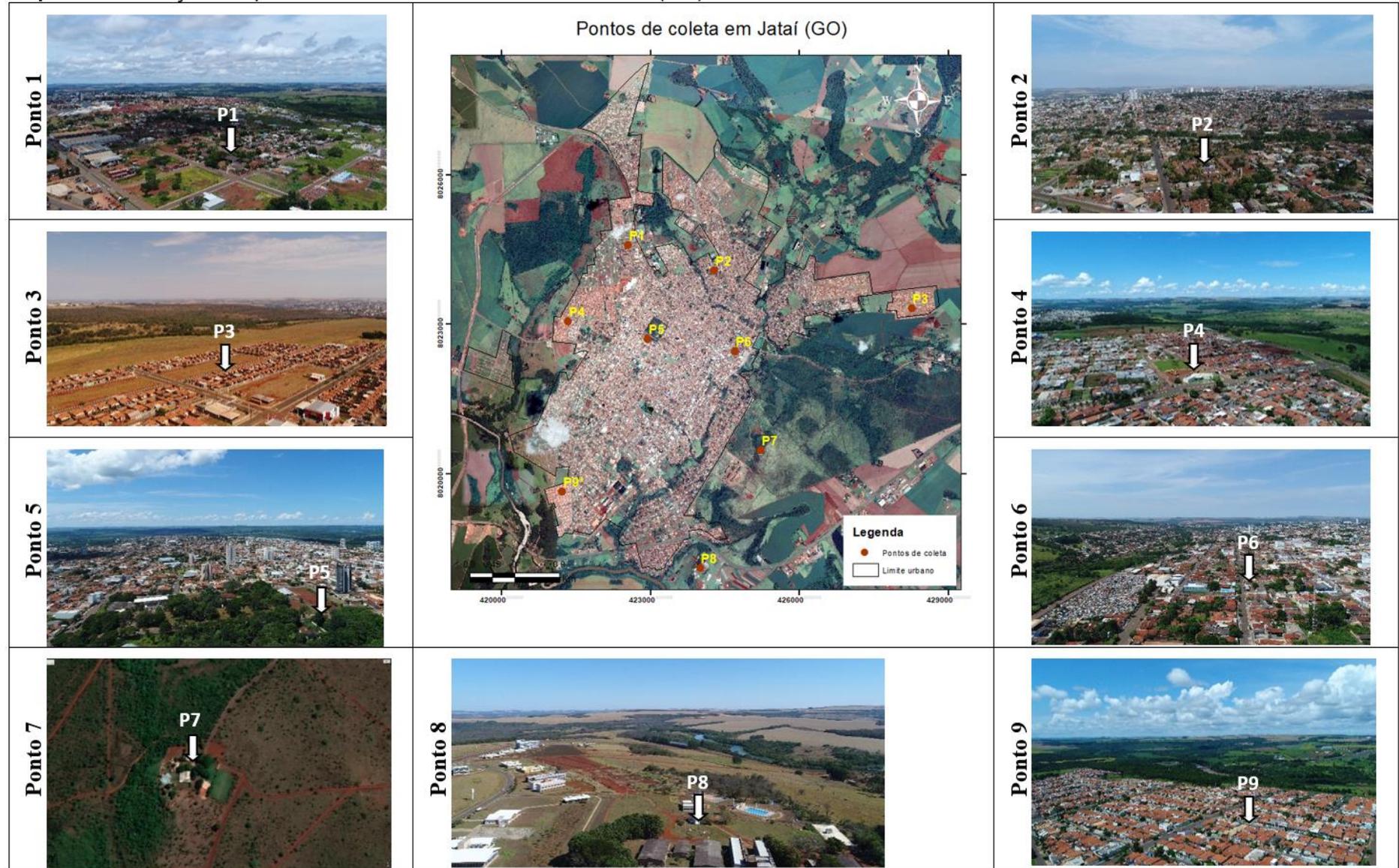
Pontos	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
P1	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-
P2	1,8	0,0	-	-	-	-	-	-	-
P3	5,9	4,0	0,0	-	-	-	-	-	-
P4	1,9	3,1	7,0	0,0	-	-	-	-	-
P5	1,9	1,9	5,4	1,7	0,0	-	-	-	-
P6	3,0	1,7	3,7	3,4	1,8	0,0	-	-	-
P7	4,9	3,7	4,2	4,7	3,2	2,2	0,0	-	-
P8	6,5	6,0	6,8	5,6	4,7	4,4	2,7	0,0	-
P9	5,1	5,4	8,0	3,4	3,5	4,5	4,1	3,2	0,0

Organização: Próprio autor (2020).

Os pontos de coleta possuem características próprias, sejam elas mais adensadas na construção ou na vegetação, próximas a córregos ou áreas de lavouras entre outras, assim, os pontos estão dispostos na malha urbana com a busca de caracterizar estes diversos usos, conforme Mapa 2 e Quadro 5.

ROCHA, J. R. R. O campo térmico urbano como indicador de qualidade ambiental em Jataí (GO)/Brasil

Mapa 2 - Localização dos pontos de coleta na malha urbana de Jataí (GO).



Organização: Próprio autor (2020)

Quadro 5 - Caracterização dos pontos de coleta em Jataí (GO).

P1	O Ponto 1 (P1) encontra-se no Centro Tecnológico Sucam, local público, localizado no Setor Epaminondas, a noroeste da cidade. É um bairro residencial, datado da década de 1960, ainda com poucas casas e terrenos desocupados, localizado paralelamente à BR 158, saída para o município de Caiapônia.
P2	O ponto 2 (P2) é situado no Vila Vida, uma instituição vinculada a um órgão público que abriga casais de idosos, localizado no setor Santa Terezinha, a nordeste da cidade, a implantação do bairro é datada até 1959 com pavimentação e arborização, cuja localização possui um fluxo de veículos e pessoas, sendo que a rua dá acesso aos bairros Dom Abel, Filostro Machado e Colmeia Park.
P3	O Ponto 3 (P3) situa-se em residência, no Conjunto Residencial Cidade Jardim II, ao nordeste da área urbana da cidade. É um bairro residencial popular de 2016, com o desenvolvimento pelo programa Minha Casa Minha Vida (MCMV)
P4	O Ponto 4 (P4) situa-se em na Secretaria da Educação Municipal de Jataí, sendo um órgão público, localizado no bairro Cylineo França ao oeste da área urbana, o bairro é datado de 1960, porém a construção da Secretaria de Educação ocorreu no ano de 2017.
P5	O ponto 5 (P5) localiza-se na Universidade Federal de Jataí, no Campus Riachuelo, no setor Samuel Graham; ao lado está o Parque Ecológico Samuel Graham, recém construído, mas que era uma mata nativa do Cerrado preservada, pertencente à escola Instituto Samuel Graham.
P6	O ponto 6 (P6) encontra-se no Centro Sucam, localizado no setor Centro, primeiro núcleo de ocupação da cidade de Jataí. É a área comercial e bancária da cidade, com intenso fluxo de carros e pessoas, possuindo uma grande densidade de edificações com telhado de zinco e pouca arborização. Localiza-se em rua paralela à rua principal do centro (Avenida Goiás).
P7	O ponto 7 (P7) situa-se no Clube dos Sargentos (41° BIMtz de Jataí), ao sudeste da cidade, área de preservação e lazer com presença de gramíneas e piscinas, onde a vegetação é abundante. Não apresenta densidade de construção; vegetação original do cerrado nas proximidades.
P8	O ponto 8 (P8) localiza-se na estação do INMET, na Universidade Federal de Jataí (UFJ), localizado a sudeste da cidade, em uma área suburbana. Não possui fluxo de pessoas e veículos, é cercado por tela, possui gramíneas, ao fundo possui o Rio Claro que abastece a cidade
P9	O ponto 9 (P9) é localizado em um bairro residencial, Cohacol V, localizado a sudoeste da cidade, possuindo pavimentação em todas as ruas, presença de pouca arborização nas calçadas, alta densidade de construção e altitude de 714 m. Este ponto foi retirado das análises devido a problemas de coleta.

Fonte: Próprio autor.

A coleta dos dados ocorreu no recorte temporal de setembro de 2018 a setembro de 2019, onde foram abordados de acordo com as estações do ano:

primavera de 2018, verão de 2018/2019, outono de 2019 e inverno de 2019.

Os dados foram tabulados em planilha eletrônica que permitiu o tratamento estatístico dos dados retirando os extremos (máximo e mínimo) bem como a média e plotados em gráficos para as 03, 09, 15 e 21 horas. Os dados foram apresentados em valores de porcentagens e em gráficos e tabelas, visando uma melhor representação.

Realizou-se a frequência de temperatura a fim de verificar se os pontos com temperaturas extremas possuem como características temperaturas mais elevadas ou se houve evento atípico, visto que os aparelhos são sensíveis e um simples objeto, com reflexão de raios solares pode alterar os dados e não representar a realidade do local de coleta. Para determinar a frequência das temperaturas máximas e mínimas, utilizou-se o intervalo de classe obtido pela regra de Sturges (CRESPO, 1997), equações 1 e 2.

$$K = 1 + 3,3 (\log_{10} n) \quad 1$$

em que n é o número total de elementos do conjunto de dados.

E para determinar a amplitude dos intervalos de classe (h):

$$h = \frac{[x_{\text{máx}} - (x_{\text{mín}} - 1)]}{k} \quad 2$$

onde K é o número de intervalos de classe e

$x_{\text{máx}}$ – valor máximo

$x_{\text{mín}}$ – valor mínimo

Os estudos sobre clima urbano vêm demonstrando consequências em ambientes urbanos quanto à problemática do desconforto térmico ambiental, uma vez que a saúde, a disposição ao trabalho, lazer e outras atividades são influenciadas pelas reações ao frio e ao calor. Nesta perspectiva, o conforto térmico faz-se importante para qualidade ambiental urbana.

Para o conforto térmico, verificou-se através dos dados, as ocorrências os eventos extremos mensais e, assim, selecionou-se o período para a análise da variação da temperatura efetiva às 03, 09, 15 e 21 horas.

Para tanto, utilizou-se do cálculo do Conforto Térmico através do método de combinação dos valores de temperatura e umidade relativa do ar. Conforme Frota e Schiffer (2016) existem diferentes abordagens em relação ao conforto, sendo o primeiro com índices biofísicos (baseado nas trocas de calor entre o corpo e o ambiente); índices fisiológicos (que se baseiam nas reações fisiológicas através da temperatura seca do ar, temperatura radiante média, umidade do ar e velocidade do ar) e índices subjetivos (baseiam nas sensações subjetivas), nesta pesquisa levou-se em consideração o índice de conforto a partir do fisiológicos por meio de dados de temperatura e umidade relativa do ar.

Para tanto, os cálculos para a Temperatura Efetiva (TE) foram obtidos por meio da equação 3, elaboradas por Thom (1959) e utilizadas em diversos estudos a fim de verificar condições de um ambiente apropriado às atividades humanas, entre eles Vicente et al (2002); Silva e Amorim (2010); Rocha et. al (2014) e Silva et al (2016).

$$TE = 0,4 * (Ts + Tu) + 4,8 \quad 3$$

onde: TE - Temperatura efetiva; Ts - Temperatura de bulbo seco (°C); Tu - Temperatura de bulbo úmido (°C).

Devido a metodologia utilizada necessitar da temperatura de bulbo úmido (Ts) e os aparelhos utilizados para coleta (termohigrometro HT-500 e HT-4000) não fornecerem o dado, fez-se necessário calcular o valor de temperatura de bulbo úmido pelo método de Pereira et al (2004), por meio das equações 4 (Cálculo da pressão de saturação (es) em kPa; 5 (Pressão de vapor do ambiente (e), em kPa; 6 e 7 (variáveis g e d) e 8 (Cálculo da temperatura de bulbo úmido (Tu) em °C).

$$es = 0,611 * EXP(17, 27 * T / (T + 237,3)) \quad 4$$

onde:

es= pressão de saturação (kPa);
T= temperatura do ar (Bulbo seco)

$$e = (es * UR) / 100 \quad 5$$

onde:

e= Pressão de vapor do ambiente (kPa)
es= pressão de saturação (kPa)
UR= Umidade relativa do ar (%)

$$g = 0,00066 \times P \quad 6$$

onde:

g= variável

P= é a pressão barométrica ambiente em kPa,

$$d = 4098 \cdot e / (T_o + 237,3)^2 \quad 7$$

onde:

d=Variável

e= Pressão de vapor do ambiente (kPa)

T_o= Temperatura de orvalho (°C)

$$T_u = [(g \cdot T) + (d \cdot T_o)] / (g + d) \quad 8$$

onde:

T_u= Temperatura do bulbo úmido (°C)

g= Variável

T= Temperatura do Bulbo seco (°C)

d= Variável

T_o= Temperatura de Ponto de Orvalho (°C)

Para esta pesquisa utilizou-se das classes de temperatura adaptadas por Monteiro e Alucci (2009) para espaços urbanos na cidade de São Paulo, derivada de tratamento estatístico da base de dados empírica, análise de modelos e proposição de temperatura equivalente percebida. (Quadro 6).

Quadro 6 – Classificação do Índice de Desconforto.

Temperatura Efetiva (°C)	Sensação		Resposta física
	Térmica	Conforto	
> 42,4	Muito calor	Muito incômodo	Problemas de regulação
34,9 – 42,4	Calor	Incômodo	Aumento da tensão por transpiração e aumento do fluxo sanguíneo
27,3 – 34,8	Pouco calor	Pouco incômodo	Regulação normal por transpiração e troca vascular
19,6 – 27,2	Neutro	Cômodo	Regulação vascular
12,0 – 19,5	Pouco frio	Pouco incômodo	Aumento das perdas por calor seco
4,4 – 11,9	Frio	Incômodo	Vasoconstrição nas mãos e pés
< 4,4	Muito Frio	Muito incômodo	Estremecimento

Fonte: Adaptado de Monteiro e Alucci (2009).

Após a execução dos cálculos, os mesmos foram plotados em gráficos

identificando os dias e locais com os valores de temperatura de superfície relacionando-as com os padrões de ocupação, temperatura de superfície, urbanização e as características dos aspectos físicos, no qual será verificada a interferência da paisagem no conforto térmico, dando origem a uma carta síntese da qualidade ambiental em Jataí.

Para a validação dos dados coletados, procurou-se relacioná-los com dados secundários, portanto, utilizou-se de dados de órgãos oficiais como INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), CPTEC (Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos), INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), Centro de Hidrografia da Marinha e outros órgãos. Os sistemas atmosféricos atuantes nos episódios de registros na região durante o período de análise foram verificados por meio de análise das condições sinóticas com base nas imagens do Satélite Ambiental Operacional Geoestacionário (GOES)12 e 13 do CPTEC e as cartas sinóticas do INPE.

3.3.3 Levantamento aerofotogramétrico, mapa de uso e cobertura da terra e fator de visão do céu (FVC)

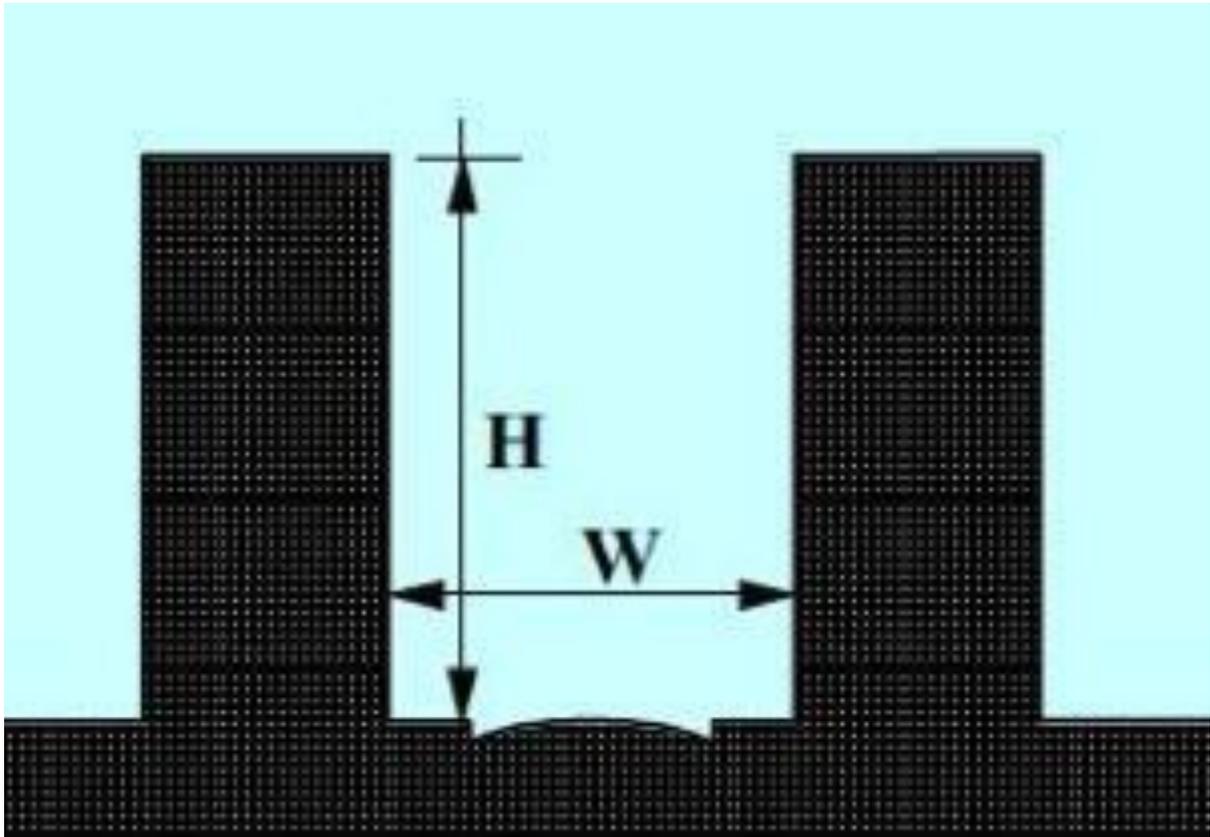
Nas análises dos estudos em clima urbano, é necessário levar em consideração vários fatores que contribuem para a configuração do campo térmico da cidade com a finalidade de compreender os processos que ocorrem. Neste sentido, inseriu-se uma análise da geometria urbana através da técnica de *Sky View Factor* (SVF) ou o fator de visão do céu (FVC).

As relações entre o FVC e a dinâmica dos elementos climáticos urbanos têm por referência as pesquisas desenvolvidas por OKE (1981), o qual analisou a influência da geometria urbana e o papel do FVC na formação de ilhas de calor urbana (ICU) noturna em condições atmosféricas estáveis. Assim, a geometria urbana pode ser determinada tanto pela relação entre a altura ea largura da via/construção como pelo fator de visão do céu (FVC) que é um parâmetro que indica uma relação geométrica entre a Terra e o céu, ou seja, é uma representação da área visível de céu (elemento essencial no balanço de energia na Terra).

Os cânions urbanos podem ser representados através de sua forma urbana, ou seja, as quais apresentam edificações com perfis verticais diversificados por meio do

fator de visão do céu (FVC) ou *sky view factor* (SVF). Assim, o FVC é considerado a razão entre a radiação solar recebida ou emitida comparada com aquela recebida ou emitida por todo o entorno (MINELLA 2009), conforme Figura 9.

Figura 9 - Esquema das relações do Fator de visão do céu



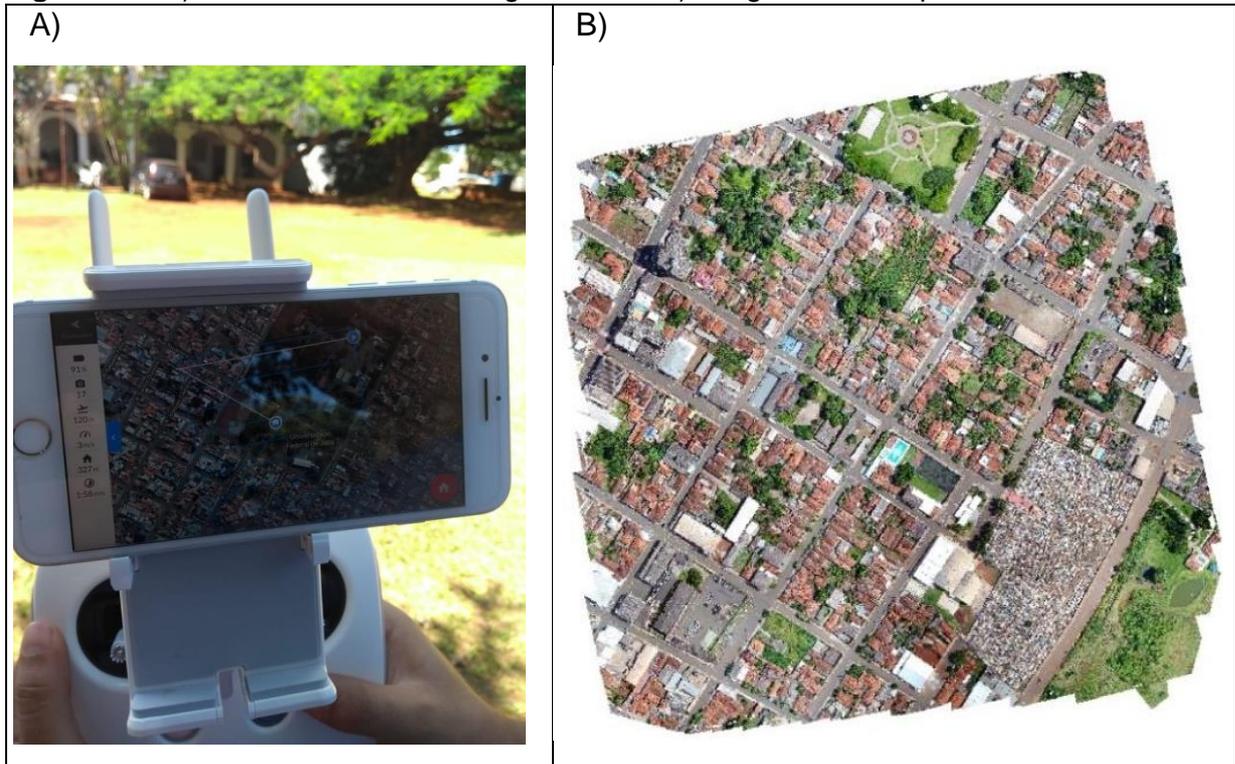
Fonte: Souza (1996 apud ROCHA 2007)

Desta forma, fez-se necessário a realização do levantamento aerofotogramétrico dos pontos de coleta na área urbana. As imagens foram coletadas com drone DJI PHANTON 4 (MODELO - WM332A). Para estabelecer os planos de voo utilizou-se o aplicativo gratuito Drone Deploy (versão mobile-3.14.0), o qual possui a função de traçar a rota de voo e estabelecer a área de coleta das fotos (Figura 10 A). O georreferenciamento da imagem foi realizado com um mínimo de 05 marcos dentro da área imageada, para isso foram deixadas quatro placas de cerâmicas nas extremidades e uma no centro, em cada ponto e, com a utilização de um GPS foram medidas as coordenadas para o georreferenciamento em laboratório.

Para a coleta das fotografias aéreas utilizou-se a altura de 120 metros, ao final da coleta das imagens, foram captadas em média 210 fotos por área, dimensões de 4864 x 3648 pixels, com resolução horizontal de 3,5 cm. As fotos foram descarregadas

no computador para o processamento dos mosaicos utilizando a versão para teste do software *Agisoft PhotoScan Professional 1.4.0 Build 5076* (Figura 10 B). Após o processamento, gerou-se mosaicos com as dimensões de 17829 x 17690 com escala de 1:4 cm.

Figura 10 - A) Levantamento aerofotogramétrico; B) Imagem da área processada



Fonte: Próprio autor.

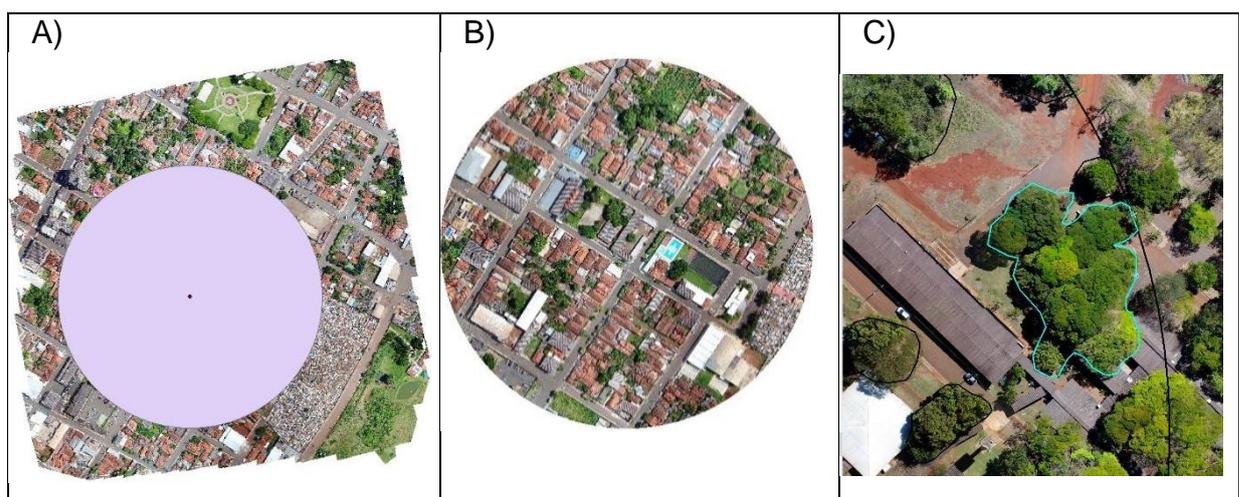
Após o processamento dos mosaicos, a imagem foi importada no ArcGIS 10.6.1®, com georreferenciamento da área a partir das coordenadas coletadas em campo. Com a imagem já georreferenciada, foi feita a delimitação da área de estudo em um raio de 200 metros do termohigrômetro para determinar as características geourbanas da localidade, conforme figura 11 A.

Para a delimitação do raio de influência da temperatura, procurou-se nas diversas literaturas trabalhos que vissem a metodologia mais eficaz. Cox (2008), baseado em Oke (2004), utilizou um raio de 500 metros, visto que a cada metro que a estação se afasta do solo, seu raio de abrangência aumenta em cem metros. Nduka e Abdulhamed (2010) utilizaram o raio de 200 metros. Rocha, Souza e Castilho (2010), para descreverem as análises morfológicas, utilizaram 100 metros de raio como área

de influência. Amorim (2011) considerou 75 metros. Monteiro e Pezzuto (2013) utilizaram um raio de 300 metros, o qual também delimita relacionando com a altura de instalação dos instrumentos. Barbugli (2004), por meio de análises de regressão linear para determinar o raio adequado de influência climática, variando progressivamente até um raio de 250 metros, verificou que as melhores correlações foram encontradas para uma área com raio de 150 metros. Desta forma, seguindo a metodologia de Barbugli (2004) para determinar o raio de influência da temperatura nas cidades pesquisadas, Rocha (2015) realizou o estudo na cidade de Jataí e verificou que a correlação da temperatura ocorreu no raio de 200 metros, sendo esta a que utilizamos para o mapeamento, conforme Figura 11 B.

A partir da coleta, processamento das imagens e determinação do raio, delimitou-se com polígonos as categorias de uso e cobertura da terra e a altura das edificações (Figura 11 C) para que posteriormente fosse realizada uma modelagem 3D. Para o uso e cobertura da terra, a classificação ocorreu por interpretação visual, considerando a altíssima resolução das imagens e a ineficiência dos métodos automáticos de classificação, além do apoio de campo que permitiu uma margem de erro inferior a 5%.

Figura 11- A) Delimitação do raio de 200 metros; B) Imagem recortada e C) Criação das classes de uso e altura dos alvos na superfície.



Fonte: Próprio autor.

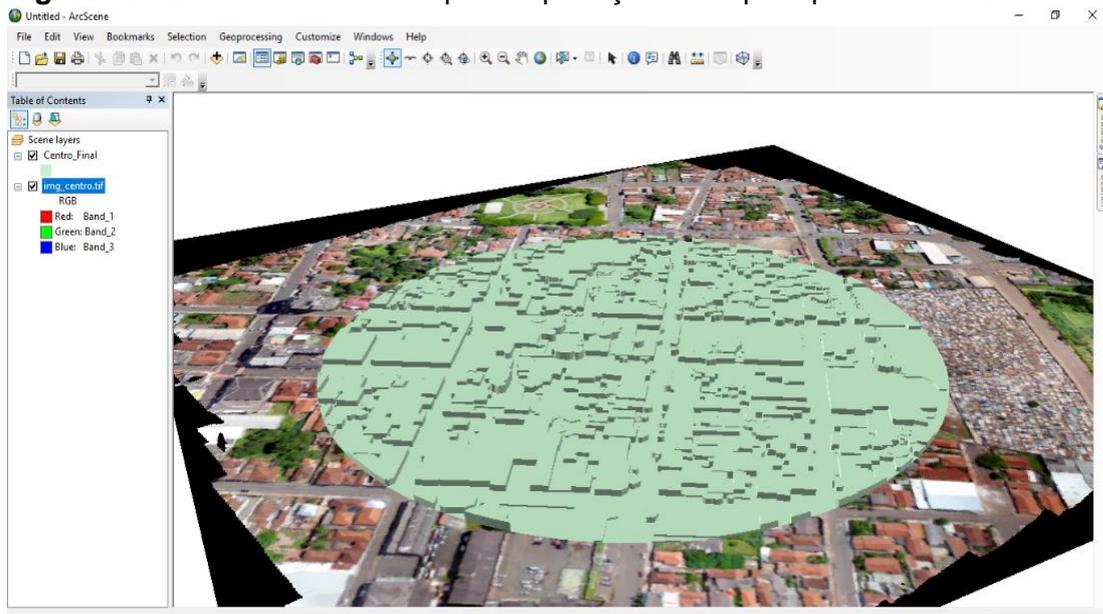
Para o mapeamento, foram utilizadas as classes que predominam na área urbana de Jataí, conforme descritas na Tabela 2.

Tabela 2 - Classificação do tipo de superfície do uso da terra

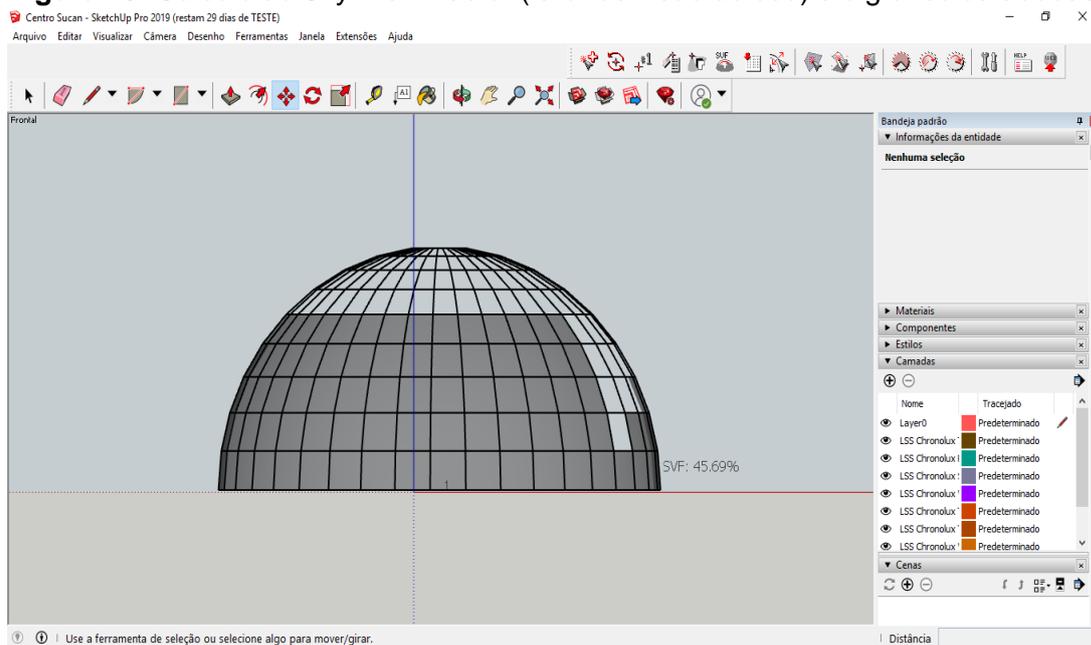
Classe	Características	Cor
Vegetação	Porte arbóreo, médio e grande.	Verde escuro
Gramíneas	Porte arbóreo rasteiro e arbustivo.	Verde claro
Áreas construídas	Casas, comércios, concretos (calçadas), entre outros.	Lilás
Terrenos vagos	Terrenos sem construções com ou sem a presença de vegetação.	Rosa
Solo descoberto	Solo “nu” sem a presença de cobertura	Marrom
Pavimentação asfáltica	Asfalto.	Cinza escuro
Superfície líquida	Piscinas, lagos e córregos entre outros.	Azul
Agricultura	Práticas agrícolas (hortas)	Amarelo

Elaboração: Próprio autor (2019).

Após a classificação de uso e cobertura da terra, o arquivo foi aberto no ArcScene 10.6.1® e em “Properties” realizou-se a extrusão da camada, posteriormente exportou-se o arquivo para cenas 3D (Figura 12). Após essa etapa, importou-se o arquivo gerado no software Vivaty Studio para a conversão no formato de reconhecimento do software na versão de teste Google SketchUp. Assim, instalou-se um plugin no software Google SketchUp chamado chronolux, o qual permitiu a elaboração de gráficos do ângulo de incidência dos raios solares, sombreamento e insolação horária, sendo que o programa permite selecionar o período que se pretende analisar, data e horário inicial e final de análise. Posteriormente foram realizados o cálculo do Sky View Factor (fator de visão do céu) e o gráfico da abóbada celeste, onde a partir do ponto amostral que foi vetorizado foi gerado um gráfico de obstrução da abóbada em que a área em cinza escuro compreende parte da abóbada celeste obstruída e a parte da abóbada livre de obstrução é a parte em branco e calculou-se o SVF (Figura 13).

Figura 12 - Extrusão da camada para exportação do arquivo para cenas 3D.

Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 13- Cálculo do Sky View Factor (fator de visão do céu) e o gráfico da abóbada celeste.

Fonte: Próprio autor (2019).

Com base nos resultados de FVC dos oito pontos de coleta na cidade de Jataí (GO) definiu-se três classes de obstrução, sendo estas: (1) locais com alta obstrução, apresentando FVC entre 35,23 a 55,23% de obstrução; (2) locais com moderada obstrução, que possuem FVC no intervalo entre 55,24 a 75,24%; e, por fim, (3) locais de baixa obstrução aqueles com FVC na faixa de 75,25 a 95,35%.

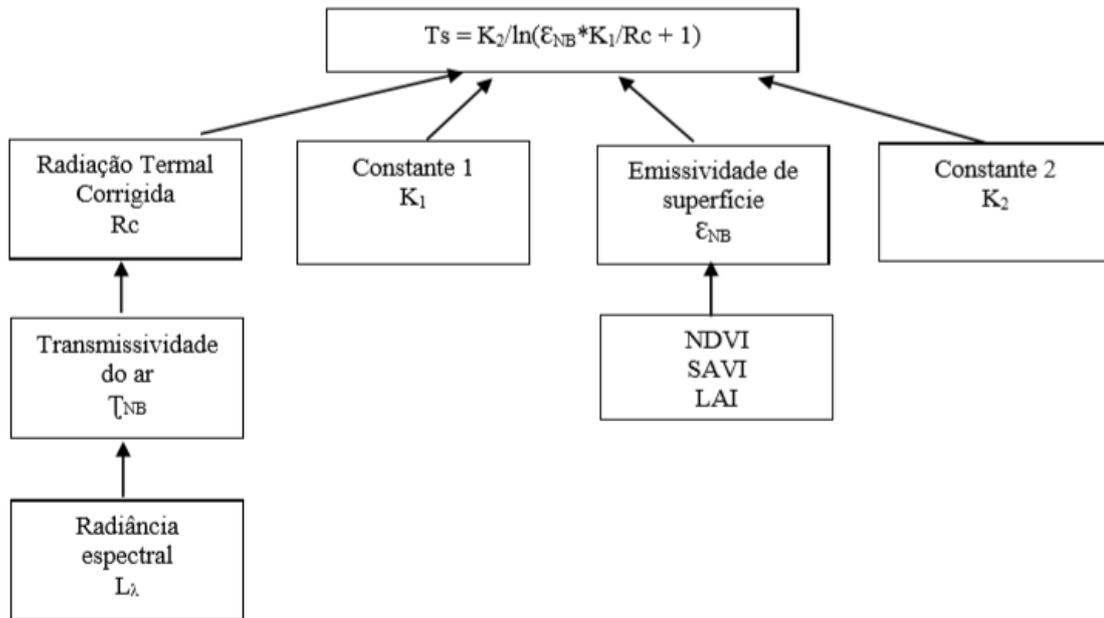
A fim de verificar o período da incidência dos raios solares na localidade em relação às estações do ano, utilizou-se a calculadora da posição solar diária, disponível no site http://www.heliodon.com.br/calc_sol_3.html, onde inseriu-se os dados da localidade e extraiu os dados dos ângulos solares para as datas: 23/09/2018 para a primavera; 21/12/2018 para o verão, 20/03/2019 para o outono e 21/06/2019 para o inverno o qual obteve-se 62,89°, 85,37°, 62,94° e 38,66° respectivamente. Salienta-se que os raios solares para a região de estudo voltam-se mais para o horizonte norte. Portanto, a obstrução do horizonte norte afeta muito mais a chegada de energia solar do que um horizonte sul obstruído.

3.3.4 Procedimentos e análise da temperatura de superfície

Para reforçar as análises sobre o campo térmico urbano e a formação de ilhas de calor na cidade de Jataí, foram utilizadas imagens termais obtidas pelo satélite Landsat 8, sensor TIRS (banda 10), obtidas junto ao domínio Earth Explorer do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS). Estas imagens encontram-se em resolução espectral de 16bits e resolução espacial de 100 metros, amostradas para 30 metros. Para a geração de informações de temperatura de superfície, adaptou-se a metodologia descrita por Allen et. al. (2002), correspondente ao algoritmo SEBAL (*Surface Energy Balance Algorithms for Land*) para estimativa de evapotranspiração real. Como o algoritmo foi desenvolvido para imagens Landsat 5, recorreu-se ao manual elaborado por Ariza (2013) para realizar os cálculos de radiância espectral ($L\lambda$), conforme equação 9.

$$L\lambda = MI \times Q_{cal} \times AI \quad 9$$

Onde MI corresponde ao fator multiplicativo de redimensionamento de banda, AI ao fator aditivo de redimensionamento de banda (ambos disponibilizados nos metadados da imagem) e Q_{cal} ao valor calibrado dos níveis de cinza, onde foi inserida a própria imagem na calculadora raster do ArcGIS 10.6.1® para obtenção dos valores de radiância. As demais etapas do cálculo seguiram o esquema da figura 14.

Figura 14 - Organograma do cálculo de temperatura superficial terrestre.

Adaptado de: Allen et. al (2002)

Posteriormente, calculou-se a transmissividade do ar (T_{NB}) utilizando a altitude média da área de estudo (z) para, então, obter a radiação termal corrigida. Para o cálculo da temperatura de superfície foi preciso, ainda, mensurar a emissividade da superfície, pois sem a correção desse valor obteve-se apenas a temperatura de brilho. As constantes K_1 e K_2 podem ser obtidas nos metadados da imagem. Considerando a necessidade de obtenção de imagens sem cobertura de nuvens e a periodicidade de 16 dias do Landsat 8, não foi possível realizar os cálculos para uma quantidade maior de imagens. Neste estudo, foram selecionadas 4 imagens, uma representativa para cada estação do ano dentro do período de estudo, conforme quadro 7.

Quadro 7 – Amostragens das imagens de satélite para análise episódica da temperatura de superfície (TS) em Jataí (GO).

Estação do ano	Data da imagem/mapeamento
Primavera	16 de dezembro de 2018
Verão	06 de março de 2019
Outono	09 de maio de 2019
Inverno	12 de julho de 2019

Organização: Próprio autor.

As imagens correspondem à órbita/ponto 223/72, para a qual foi estabelecido

um raio de 50km do centro de Jataí e, posteriormente, selecionada a área urbana e periurbana, coincidindo com os postos de monitoramento. Como as imagens foram obtidas sempre às 10h27min, os valores calculados foram comparados com as informações de temperatura registradas em superfície pelos pontos de coleta às 10h30min, permitindo avaliar a diferença entre a temperatura de superfície e a temperatura do ar registrada pelos termohigrômetros. O produto final, em formato raster, foi reclassificado em 10 classes, considerando os intervalos de temperatura que permitissem a identificação das ilhas de calor.

Todas as variáveis receberam análise estatística descritiva, com geração de médias e identificação de valores máximos, mínimos, desvios padrão e variância. Em um segundo momento, identificou-se a correlação (R) existente entre as variáveis (Correlação de Pearson), sendo que para aquelas que apresentaram valores superiores a 0,7 (correlação forte), foram calculadas as equações de regressão, coeficiente de determinação (R²), além da realização de testes de desempenho pelos coeficientes D de Willmott et. al. (1985) e C de Camargo e Sentelhas (1997). Ambos apresentam uma escala de desempenho que varia de péssimo a ótimo, conforme Oliveira (2016): Péssimo < 0,40; Mau 0,40 a 0,50; Sofrível 0,50 a 0,60; Mediano 0,60 a 0,65; Bom 0,65 a 0,70; Muito bom 0,75 a 0,85; e Ótimo > 0,85.

Foram calculados, ainda, o erro quadrático médio (EQM) e a raiz do erro quadrático médio (REQM), metodologia utilizada para avaliar o grau de semelhança entre previsão e observação (equações 2 e 3), conforme disposto por Meira (2010):

$$EQM = \frac{1}{n} \sum (T_e - T_o) \quad (10)$$

$$REQM = \sqrt{\frac{1}{n} \sum (T_e - T_o)^2} \quad (11)$$

Onde T_o corresponde à temperatura observada; T_e à temperatura estimada (TST); e n ao número de postos de monitoramento. A partir dos cálculos de Erro Quadrático Médio entre temperaturas do ar e de superfície, foi proposta uma metodologia de ajuste para estimativa de temperatura do ar para áreas sem pontos

de monitoramento. A proposta é relativamente simples e consiste em subtrair o valor do Erro Médio calculado para cada data de obtenção de imagem termal do valor de TST estimado para cada pixel (Equação 4).

$$Tar = TST - EQM \quad (12)$$

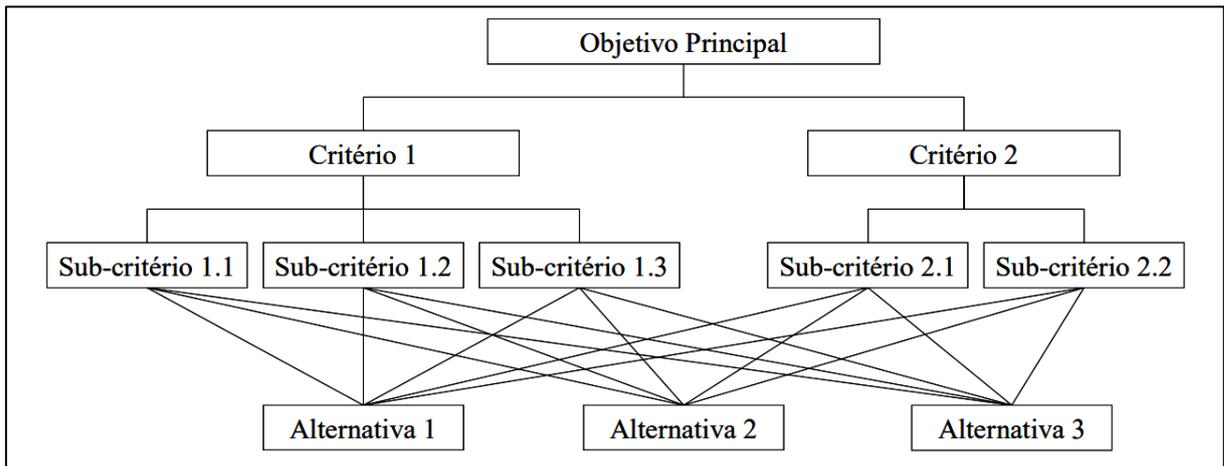
Os valores podem apresentar-se super ou subestimados dependendo das categorias de uso e cobertura da terra, mostrando variações significativas para superfícies vegetadas.

3.3.5 Elaboração do zoneamento climático ambiental de Jataí (GO) – Análise multicritério e Processo de Análise Hierárquica (AHP)

Os zoneamentos constituem em uma classificação considerada um processo complexo, por vezes envolvendo quantidade elevada de elementos que constituem as diferentes paisagens (BRAZ et al, 2020). A utilização das geotecnologias por meio do processamento de dados em modelos matemáticos contribui de forma significativa para a compreensão do espaço.

Desta forma, para a realização do zoneamento partiu-se análise multicritério, baseando-se em elementos similares agrupados por meio de critérios definidos, possibilitando a construção e análise espacial do clima na cidade de Jataí - GO.

Após, realizou-se a determinação da hierarquia dos critérios quantitativos e qualitativos (relações de comparação entre eles) por meio do método *Analytic Hierarchy Process* (AHP) de Thomas L. Saaty (1977). O fundamento do AHP consiste na decomposição e síntese das relações entre os critérios até que se chegue a uma priorização dos seus indicadores, aproximando-se de uma melhor resposta de medição única de desempenho (Saaty, 1991), conforme Figura 15

Figura 15 – Estrutura hierárquica do AHP

Fonte: Oliveira e Belderrain (2008).

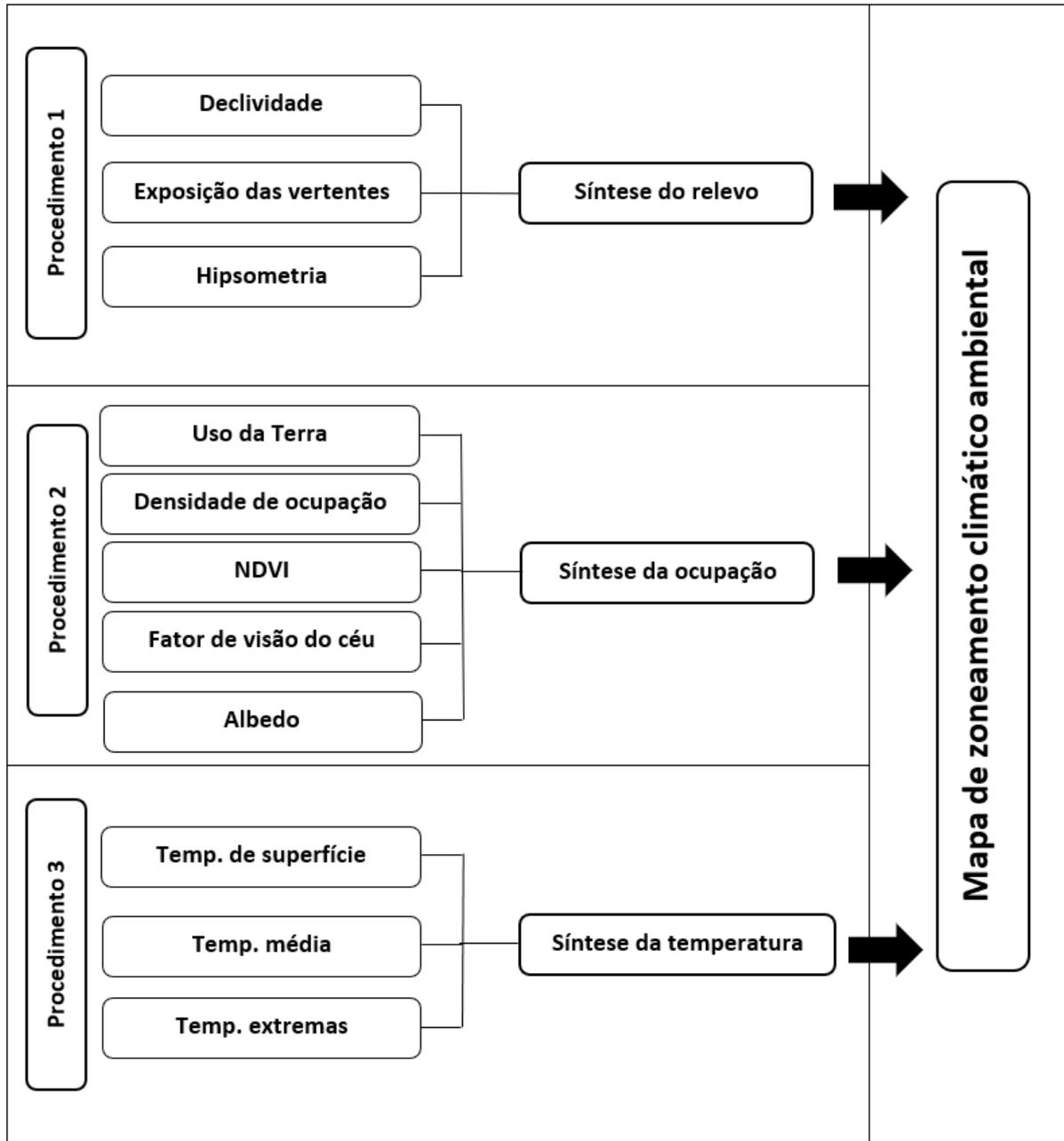
Sendo assim, para a área de estudo, definiu-se a estrutura hierárquica, estabelecidos três níveis, sendo o *nível 1* que compreende o objetivo principal que é o zoneamento climático ambiental de Jataí; o *nível 2* que compreende as variáveis (critérios) de informações geográficas elaboradas pela base cartográfica (declividade, exposição do relevo, hipsometria, uso da Terra, densidade de ocupação, NDVI, fator de visão do céu, temperatura de superfície e temperatura do ar), e o *nível 3* que corresponde as classes (sub-critérios) de cada variável utilizada.

Antes de utilizar a análise hierárquica para a elaboração do mapeamento, foram gerados três mapas-síntese das características ambientais de Jataí, constituindo em uma etapa qualitativa para síntese de critérios. No primeiro mapa (procedimento 1), obteve-se a síntese do relevo por meio da análise das variáveis declividade, exposição das vertentes e hipsometria, diferenciando o grau de contribuição de cada região para o aquecimento da superfície. No procedimento 2, foi construída a síntese da ocupação da terra, analisando as variáveis uso e cobertura da terra, a densidade de ocupação, NDVI, albedo e o fator de visão do céu. No procedimento 3 foi construída a síntese de temperatura, informação correlacionada às variáveis dos procedimentos 1 e 2, na qual analisou-se os dados de temperatura do ar (média, máxima e mínima) e de temperatura de superfície.

O fluxograma 01 ilustra de forma sintética os procedimentos adotados para

a elaboração das sínteses cartográficas de entrada para a realização do zoneamento.

Fluxograma 1 – Procedimentos realizados para elaboração das sínteses cartográficas.



Fonte: Próprio autor (2021).

A partir da hierarquização estabelecida, foi realizada a análise hierárquica em cada nível, comparando as alternativas de forma pareada, combinando os critérios segundo os diversos níveis hierárquicos. De acordo com Al-Shabeeb, Al-Adamat e Masagbah (2016), o método AHP permite a construção de uma série de matrizes que comparam todos os critérios entre si determinado qual deles é de maior prioridade, e

visa facilitar o entendimento durante a atribuição dos pesos. Desta forma, utilizou-se a análise pareada dos critérios e alternativas por meio da escala Saaty, a qual varia de 1 a 9 (escala de razão), sendo que o valor 1 indica que os critérios são igualmente importantes e um valor 9 indica que o critério em consideração é extremamente importante em comparação com os outros critérios, conforme tabela 3.

Tabela 3 - Escalas para o método de comparações em pares

Intensidade de Importância	Definição da importância	Explicação
1	Igual	Dois critérios contribuem igualmente para o objetivo
3	moderada	Julgamento e Experiência favorecem ligeiramente um critério em detrimento de outro
5	Grande	Julgamento e Experiência favorecem fortemente um critério em detrimento de outro
7	muito forte	Julgamento e Experiência favorecem fortemente um critério em detrimento de outro
9	Extrema	A evidência que favorece um critério em detrimento de outro é da mais alta validade possível
2, 4, 6, 8	Valores intermediários	Quando o compromisso é necessário
Recíprocos	Valores para comparação inversa	Se o critério i teve um dos números acima atribuídos a ele quando comparado com o critério j, então j tem o valor recíproco quando comparado com i

Fonte: Al-Shabeeb, Al-Adamat e Masagbah (2016).

Por meio da escala de Saaty criou-se uma matriz para cada mapa-síntese na qual os números da tabela representam o grau de importância de um atributo na linha em relação a outro atributo na coluna.

Na tabela 4 demonstra-se as características do relevo na área de estudo, sendo que verificou altitudes superiores e inferiores a 800 metros com diversas orientações das vertentes e formas de relevo. O pareamento dessas características pode ser observado na tabela 5.

Tabela 4 – Descrição das características dos critérios do relevo

RELEVO	
Critérios	Descrição
A	Altitude superior a 800m em fundos de vale ou vertentes norte/sul sem distinção de declividade.
B	Altitude inferior a 800m em fundos de vale ou vertentes norte/sul sem distinção de declividade.
C	Altitude superior a 800m em vertentes leste/oeste sem distinção de declividade.
D	Altitude inferior a 800m em vertentes leste/oeste com relevo plano/suave ondulado
E	Altitude inferior a 800m em vertentes leste/oeste com relevo ondulado.
F	Altitude inferior a 800m em vertentes leste/oeste com relevo forte ondulado.

Organização: Próprio autor (2021).

Tabela 5 - Matriz de comparação paritária do relevo

Relevo	A	B	C	D	E	F	soma das pontuações (linhas)	Autovetor - W (normalização pela soma total)	(D*W) Produto vetorial entre linhas da matriz e auto vetor	$\lambda = (D*W)/W$
A	1	3	0,33	0,14	0,20	0,33	5,01	0,06	0,35	5,37
B	0,33	1	0,33	0,14	0,14	0,14	2,10	0,03	0,20	7,33
C	3	3	1	0,14	0,20	0,33	7,68	0,10	0,54	5,48
D	7	7	7	1	1	5	28,00	0,36	2,92	8,12
E	5	7	5	1	1	1	20,00	0,26	1,81	7,06
F	3	7	3	0,20	1	1	15,20	0,19	1,20	6,15
-							77,98			
λ máximo (média)							6,59			
CR = $(\lambda - n) / ((n - 1) * RI)$							0,09			
RI (tabelado)							1,32			

Organização: Próprio autor (2021).

Para o uso e ocupação da Terra, verificou que nas áreas urbanizadas há espaços com menos de 25% ocupada, de 25 a 50%, de 50 a 80% e acima de 80%, bem como áreas que possuem vegetação remanescentes do Cerrado, gramíneas entre outros, conforme pode ser observado na tabela 06. Pareando os critérios obteve-se os valores descritos na tabela 7.

Tabela 6 – Descrição das características dos critérios da ocupação

OCUPAÇÃO	
Critério	Descrição
A	Área urbana consolidada com ocupação do solo superior a 80%
B	Área urbana consolidada, com ocupação do solo entre 50% e 80%
C	Agropecuária/Vegetação rasteira
D	Água
E	Área de expansão urbana com ocupação do solo inferior a 25%
F	Área de expansão urbana, com ocupação do solo entre 25% e 50%
G	Gramíneas/Vegetação rasteira em área urbana consolidada
H	Solo descoberto/rede viária
I	Vegetação remanescente em área urbana e periurbana

Organização: Próprio autor (2021).

Tabela 7 - Matriz de comparação paritária do uso da Terra

Uso	A	B	C	D	E	F	G	H	I	soma das pontuações (linhas)	Autovetor - W (normalização pela soma total)	(D*W) Produto vetorial entre linhas da matriz e auto vetor	Lâmbida = (D*W)/W
A	1	3	5	9	5	5	7	1	9	45,00	0,22	3,20	14,47
B	0,3	1	5	9	5	3	7	1	9	40,33	0,20	2,46	12,43
C	0,2	0,2	1	7	3	3	1	0,2	5	20,60	0,10	0,99	9,78
D	0,1	0,1	0,1	1	0,2	0,1	0,3	0,1	1	3,15	0,02	0,17	10,89
E	0,2	0,2	0,3	5,0	1	0,3	0,3	0,2	7	14,60	0,07	0,47	6,55
F	0,2	0,3	0,3	7,0	3,0	1	0,3	0,2	7	19,40	0,10	0,73	7,70
G	0,1	0,1	1,0	3,0	3,0	3,0	1	0,2	5	16,49	0,08	0,90	11,16
H	1	1	5	9	5	5	5	1	9	41,00	0,20	2,64	13,10
I	0,1	0,1	0,2	1	0,1	0,1	0,2	0,1	1	3,02	0,01	0,16	10,76
-										203,59			
Lâmbida máximo (média)										10,76			
CR = (lambida-n)/((n-1)*RI)										0,15			
RI (tabelado)										1,49			

Organização: Próprio autor (2021).

Para as temperaturas, verificou 4 classes descritas na tabela 8, a qual pareou-se e obteve os pesos na tabela 9.

Tabela 8 – Descrição das características dos critérios da temperatura °C

TEMPERATURA	
Crítérios	Descrição
A	Temperatura entre 35,0 a 40,2 °C em 3 (três) estacoes
B	Temperaturas baixas (24,2 a 29,5 °C) em 2 (duas) estacoes
C	Temperatura entre 40,3 a 45,6 °C em todas estacoes
D	Temperatura entre 29,6 a 34,9 °C em 2 (duas) estacoes

Organização: Próprio autor (2021).

Tabela 9 - Matriz de comparação paritária da temperatura

Temperatura	A	B	C	D	soma das pontuações (linhas)	Autovetor - W (normalização pela soma total)	(D*W) Produto vetorial entre linhas da matriz e auto vetor	Lâmbida = (D*W)/W
A	1	0,33	0,20	0,14	1,68	0,06	0,24	4,21
B	3	1	0,33	0,20	4,53	0,15	0,52	3,41
C	5	3,00	1	0,33	9,33	0,32	1,22	3,86
D	5	5,00	5,00	1	18,00	0,47	2,47	5,22
-					29,54			
Lâmbida máximo (média)					4,17			
CI = (lambida-n)/(n-1)					0,06			
RI (tabelado)					0,90			

Organização: Próprio autor (2021).

Para tanto, foram validadas as comparações pareadas, por meio de Índice de Consistência (IC), utilizado para verificar se haveria alguma inconsistência nos julgamentos realizados. Este índice gera o resultado do autovetor máximo (λ_{max}) pelo número de elementos considerados na matriz (n), e dividido pela subtração de “n – 1” (Saaty, 2005, p. 28). Para calcular a razão de consistência, Saaty (1980), propõe a utilização do índice de aleatoriedade (*RI-Random Index*), como ilustra o Quadro 8.

Quadro 8 - Índice randômico Médio do AHP.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

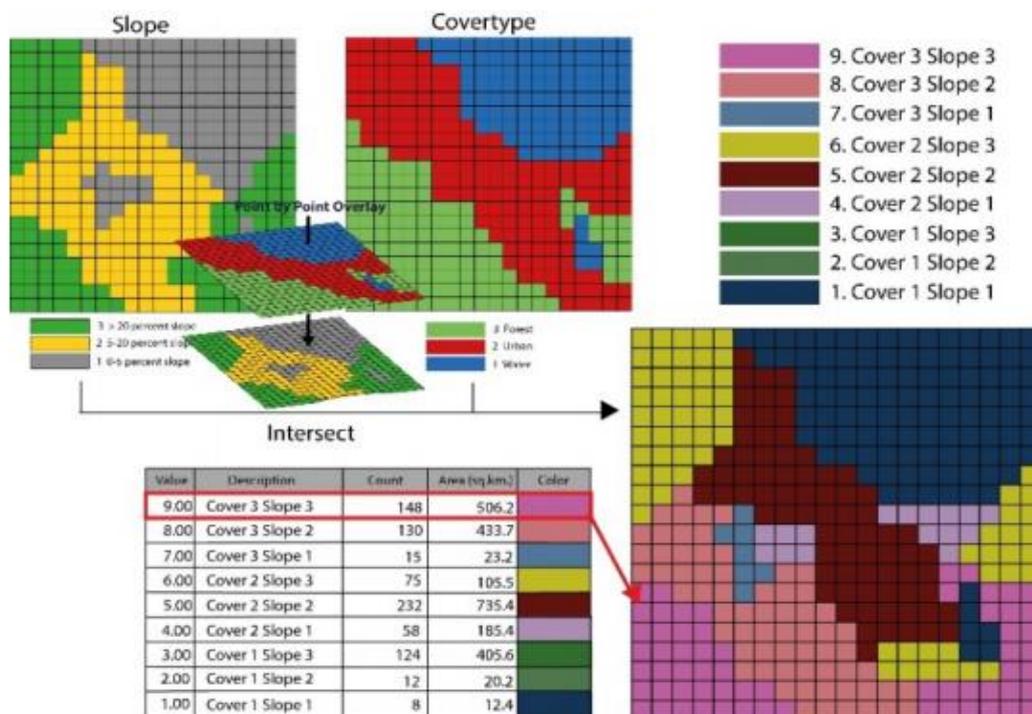
Fonte: Saaty (1991).

Assim, as camadas de informações (variáveis) analisadas foram pareadas a fim de calcular o consenso entre ambas para atribuir pesos de cada critério

estabelecidos com a aplicação da análise multicritério e processo de análise hierárquica (AHP).

Após os cálculos de pesos de cada variável, utilizou-se a ferramenta *Overlay Weighted Sum* que permite ponderar e combinar várias entradas para criar uma análise integrada. A soma ponderada funciona multiplicando os valores de campo designados para cada raster de entrada pelo peso especificado. Em seguida, ele soma (adiciona) todos os rasters de entrada para criar um raster de saída, conforme pode ser observado na figura 16.

Figura 16 - Ilustração do funcionamento da ferramenta *Overlay Weighted Sum*.



Fonte: Srisawat, Kronprasert e Arunotayanun (2016)

Para a área de estudo, verificou-se que a sobreposição dos mapas gerou 5 classes, as quais foram chamadas de Unidade Climática I (UCI) a Unidade Climática V (UCV). Na UCI prevaleceu áreas de fundo de vale e vegetação remanescente do Cerrado, a UCII área de uso dinâmico, na UCIII área de baixa densidade de construção, UCIV média e UCV alta densidade de construção.



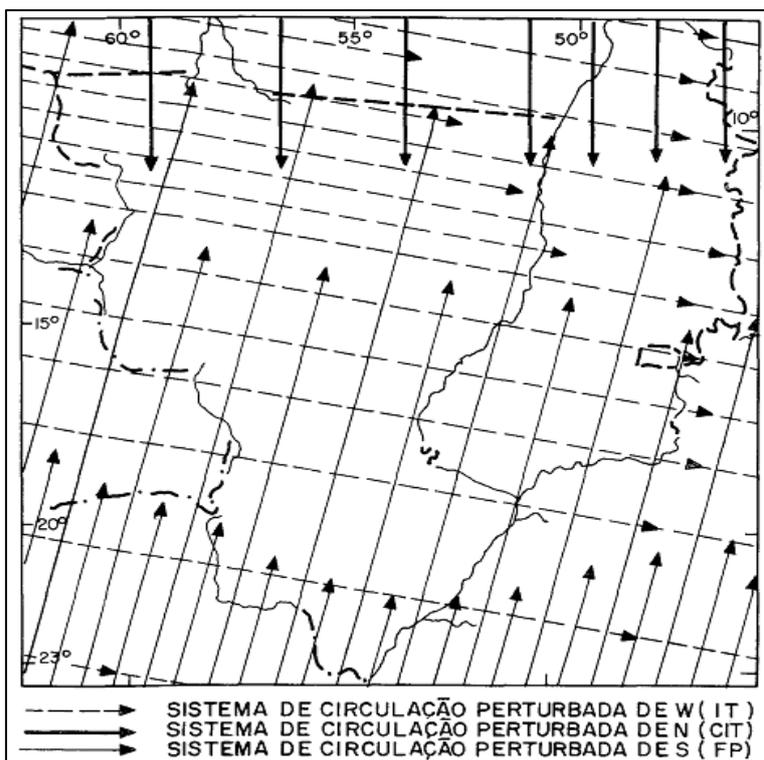
“A ciência consiste em substituir o saber que parecia seguro por uma teoria, ou seja, por algo problemático”.
(José Ortega y Gasset)

4 - VARIABILIDADE ESPAÇO- TEMPORAL E FREQUÊNCIA DA TEMPERATURA DO AR E (DES)CONFORTO TÉRMICO EM JATAÍ

4.1 ANÁLISE TEMPORAL E A DINÂMICA ATMOSFÉRICA DE JATAÍ (GO)

As características climáticas de Jataí estão sob a influência das condições que afetam a região do Centro-Oeste brasileiro. Para Nimer (1989), o mecanismo atmosférico constitui o fator regional que assegura uma certa homogeneidade climática, enquanto o relevo, através de sua variação da altitude, promove a heterogeneidade. O mesmo autor destaca três principais correntes perturbadas que atuam sobre a região - a) Sistema de correntes Perturbadas de Oeste – da linha de instabilidades tropicais (IT); b) Sistema de correntes perturbadas do norte – da convergência intertropical (CIT); c) Sistema de correntes perturbadas do Sul – do anticiclone polar e frente polar (FP), conforme figura 16.

Figura 17 - Sistema de circulação atmosférica perturbada na região centro-oeste



Fonte: Nimer (1989, p. 4).

Além das correntes demonstradas por Nimer (1989), verifica-se que a região está sob influência de outros sistemas atmosféricos, como a ZCAS, considerada um dos mais importantes fenômenos na escala intrasazonal que ocorre durante o verão

na América Sul, com episódios de estiagem prolongada e enchentes que atingem diversas regiões do país. Outra atuação é a ZCOU, a qual se assemelha à ZCAS, visto que são zonas de convergência de umidade marcadas por nebulosidade e precipitação intensas.

Os aspectos físicos e os sistemas atmosféricos caracterizam o clima da região de estudo, sendo que para Ab'saber e Costa Júnior (1950 p. 24) a região encontra-se nas áreas tropicais de continentalidade, o que fornece “um longo período chuvoso durante o ano, opondo-se a um outro, mais seco, de igual período [...] inverno seco e verão chuvoso”. Neste sentido, Dubreuil et al (2017) corrobora em seus estudos e reforça que a região onde Jataí está inserida, apresenta invernos secos (abril a setembro) e verões chuvosos (outubro a março), ou seja, tropical chuvoso (Aw), baseado na classificação de Köppen (1918).

Ab'saber e Costa Júnior (1950) enfatizam que no sudoeste goiano as variações da temperatura mínimas ficam em torno de 18,0 °C para o mês mais frio e 23,0 °C para o mais quente. Já nos estudos desenvolvidos por Silva, Santana e Pelegrini (2006), os quais caracterizou o clima no Estado de Goiás, verificou que os meses de junho e julho são os mais frios, indicando valores médios em torno de 12°C em áreas localizadas no sudeste e sudoeste goiano. Quanto à umidade relativa do ar, o mês de dezembro apresenta-se como o período mais úmido (80 a 82 %) em cerca de 50 % da área do estado, e agosto o mês mais seco (48 a 52 %) em quase toda área do Estado de Goiás.

De acordo com Silva e Andrade (2010, p.3), há uma relação entre os períodos chuvosos com as altas temperaturas, e os períodos de ocorrência de baixas temperaturas e estiagem na região. Os autores enfatizam que:

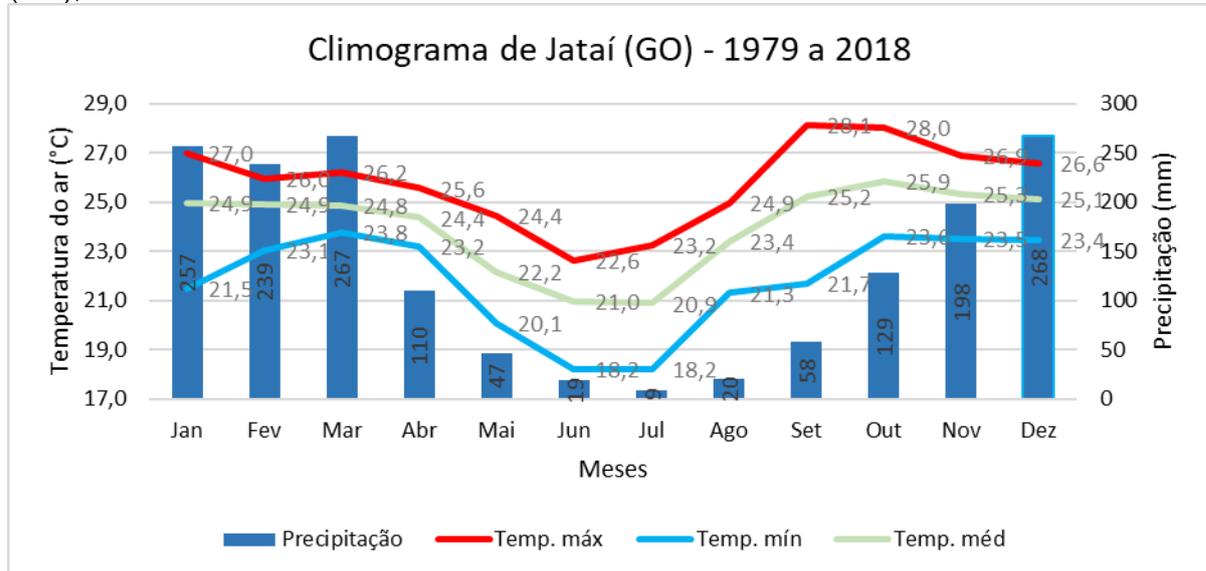
São seis meses de verão quente e chuvoso, que abrange os meses de outubro a março, e seis meses de inverno seco e ameno, que compreende os meses de abril a setembro. No verão, a temperatura média é de 25°C, o mês mais quente outubro com 27°C. Quanto às chuvas de verão a precipitação média (medida em milímetros) é de aproximadamente 300 mm. Os meses mais chuvosos são novembro, dezembro e janeiro com somatório de 740 mm, o que corresponde a 46% da precipitação de todo o ano. O mês mais chuvoso no período analisado (1979 a 2009) foi janeiro, com média de 277 mm.

Nimer (1972, p. 13) enfatiza que “durante o inverno, especialmente nos meses de junho-julho, frequentemente os termômetros descem para 15°C na Região Centro-Oeste”.

A fim de compreender o clima de Jataí, considerou-se os dados de 40 anos registrados no P8, que se localiza na estação meteorológica convencional do Instituto Nacional de Meteorologia, na Universidade Federal de Jataí.

A temperatura do ar média anual durante o período de análise (1979 a 2018) em Jataí foi de 24,0 °C. Os valores médios mensais oscilaram entre a temperatura mínima média de 18,2 °C (junho e julho) à temperatura máxima média de 28,1 °C (setembro). Os dados pluviométricos demonstraram média anual de 1620,1 mm (Gráfico 1), confirmando assim a dinâmica climática descrita por Nimer (1989), Ab'saber e Costa Júnior (1950), Silva, Santana e Pelegrini (2006), Silva e Andrade (2010) e Mariano (2005).

Gráfico 1 – Caracterização das temperaturas médias mensais e precipitação pluvial em Jataí (GO), 1979 a 2018.



Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)
Organização: Próprio autor (2020)

Pela análise dos dados podemos determinar dois períodos climáticos bem definidos para Jataí, sendo, um chuvoso com temperaturas médias elevadas que se inicia entre os meses de setembro e outubro (início da primavera) se estendendo até

abril (início do outono), e outro, seco com temperaturas médias baixas, a qual se inicia em abril ou maio (início/meio outono) e se estende até setembro ou outubro (final do inverno).

É preciso salientar que na latitude que se encontra Jataí, as máximas ocorrerem em setembro e outubro. Isso se deve a alguns fatores, entre eles, nessa época do ano ainda as chuvas são reduzidas, pouco nebulosidade, baixa umidade relativa do ar, elevação rápida de temperatura do ar. Aliado a isso tem-se o fato de que o sol já está declinando para o hemisfério sul nessa época do ano aumentando os níveis de radiação solar global.

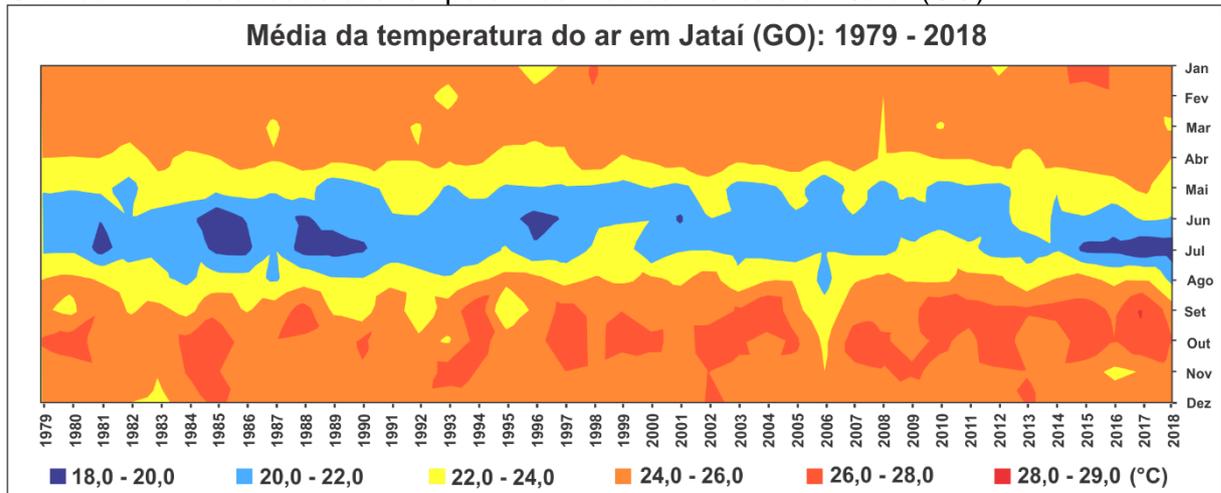
Desta forma, as características climáticas de Jataí apresentam invernos secos e verões chuvosos, tendo o tipo climático tropical chuvoso (Aw), baseado na classificação de Köppen (1918) e (DUBREUIL, 2017).

No período de análise verificou-se que os meses mais frios ocorreram em junho e julho com média da temperatura mínima de 18,2 °C, também evidenciado nos estudos de Mariano (2005) e Silva, Santana e Pelegrini (2006).

No período chuvoso, na região onde se encontra Jataí, há a atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e a Zona de Convergência de Umidade (ZCOU).

As temperaturas baixas do inverno estão relacionadas à ação direta do Anticiclone Polar, o que ocasiona dias muito frios (abaixo de 10,0°C), sobretudo em junho e julho, podendo ocorrer geadas. Nesta época do ano, quando as massas polares não chegam até a região, as temperaturas se elevam, ocasionando médias de temperatura elevadas no inverno (MARIANO, 2005).

No gráfico 2 é possível verificar a variabilidade da temperatura do ar em Jataí ao longo dos anos (1979 a 2018), o qual demonstra com clareza as estações do ano para o município, sendo que nos tons de vermelho claro a vermelho escuro demonstram a estação mais quente (verão) eo inverno nos tons de azul escuro a claro.

Gráfico 2 - Variabilidade das temperaturas médias mensais em Jataí (GO).

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)

Organização: Próprio autor (2020).

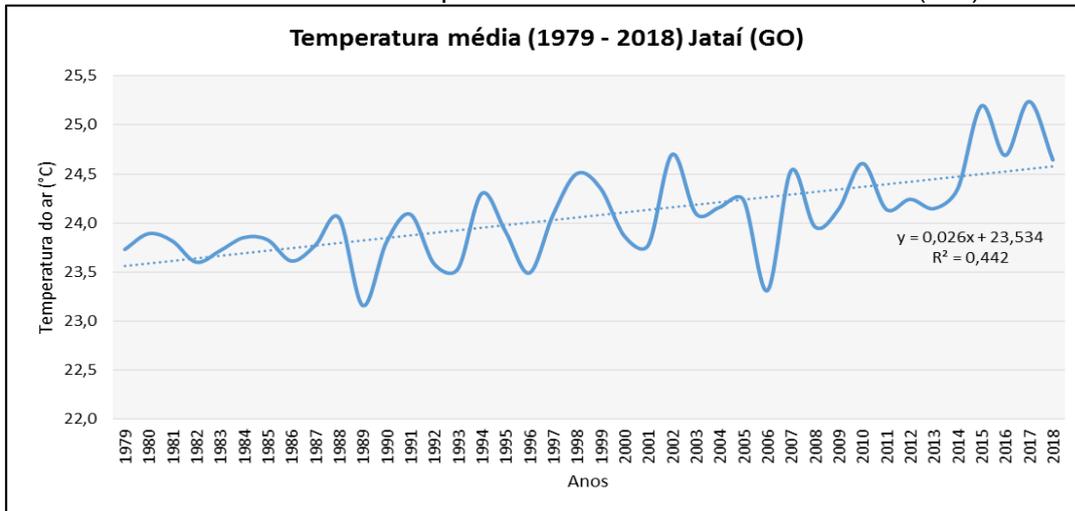
Entre o final do mês de agosto até dezembro, os dados registrados apresentaram os maiores índices térmicos, alcançando valores médios em torno de 28,0 °C, isto ocorre devido a estação da primavera, sendo ela considerada uma transição do inverno para o verão, porém assume valores razoavelmente elevados. Conforme Souza e Borsato (2011), por se tratar de uma estação de transição, as características que ela assume dependem do sistema atmosférico que está atuando, as características são as mesmas do inverno ou as do verão. Para Nascimento (2017) neste período ocorre o maior ângulo de incidência da radiação solar ocasionando numa maior aquecimento da superfície terrestre, o que podemos constatar na área de estudo com temperaturas mais elevadas.

Para tanto, ao verificar as temperaturas médias na cidade de Jataí, constata-se que os valores nos últimos anos, em especial de 2007 a 2018, foram se elevando constantemente, onde observa-se uma oscilação de alguns anos com médias menores e anos com médias maiores.

Quanto às temperaturas de inverno, as quais no início da análise demonstraram um período de duração maior, nota-se uma diminuição na duração do período, verificando um certo atraso na queda dessas temperaturas menores e um adiantamento na sua elevação.

Ao analisar os dados de temperatura média do ar em Jataí nos últimos 40 anos, verificamos uma tendência de aumento nos valores registrados, com coeficiente de determinação à 0,44% (R^2), conforme Gráfico 3.

Gráfico 3 - Variabilidade das temperaturas médias mensais em Jataí (GO).



Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)
Organização: Próprio autor (2020).

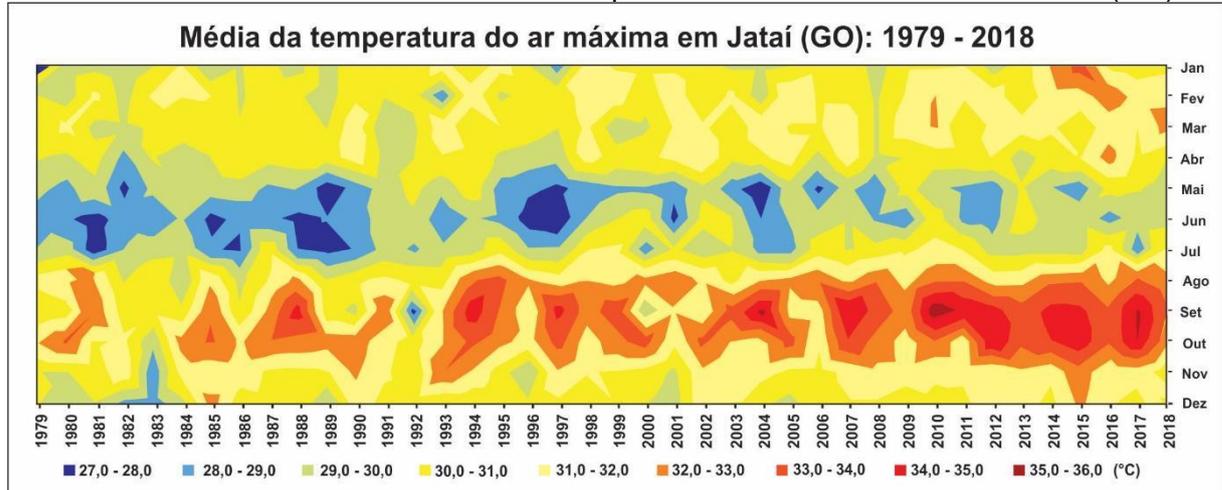
Se tratando das temperaturas máximas para a cidade de Jataí, verificou-se que as mesmas oscilaram entre 27,1 a 35,7 °C, com média de 30,6 °C, os valores mais elevados ocorreram entre os meses de agosto e novembro.

Segundo a agência espacial norte-americana (NASA), em 2016 o El Niño causou um aumento da temperatura global em 0,2°C. Para o Serviço de Mudança Climática do Copernicus, o ano de 2019 foi o segundo mais quente já registrado no mundo, onde as temperaturas foram 0,6 °C acima da média para o período 1981-2010. Através dos dados climáticos da cidade de Jataí (GO) pudemos observar o registro elevado da temperatura neste mesmo período, sendo que o gráfico 3 demonstra nitidamente que nos primeiros anos da série histórica, os meses que compreendem a primavera (setembro e outubro), apresentaram temperaturas médias em torno de 30,0 °C e, ao final da série nota-se o aumento das temperaturas com cerca de 1,5 °C, demonstrando nitidamente de 2010 a 2018 (31,6; 31,0; 31,1; 31,1; 31,4; 31,7; 31,5, 31,4 e 31,3 °C respectivamente).

O gráfico 4 demonstra as temperaturas máximas, sendo que os registros no inverno ocorreram próximas a 28,0 °C nos primeiros anos da série histórica e ao final houve registros de temperaturas em torno de 30,0 °C, isso demonstra o aumento dos

registros de valores médios da temperatura máxima para a cidade de Jataí enfatizando que o inverno não se apresenta tão rigoroso quanto aos primeiros anos da série histórica.

Gráfico 4 – Variabilidade das médias das temperaturas máximas mensais em Jataí (GO).



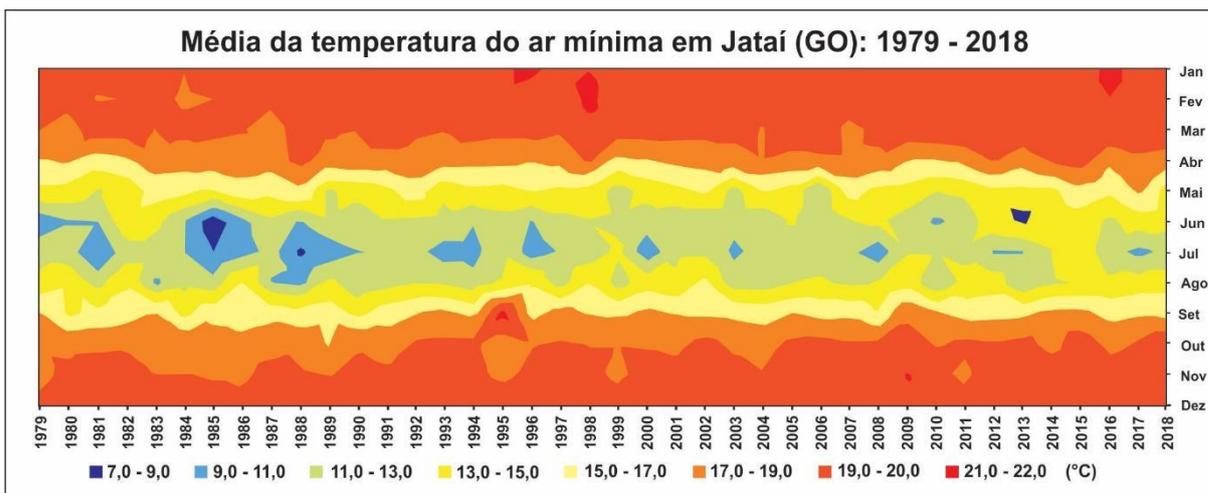
Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)

Organização: Próprio autor (2019)

Em relação a temperatura do ar mínima, por meio do gráfico 5, verificou-se que a média para o período foi de 17,0 °C, a qual oscilou entre 7,5 a 21,6 °C. Os meses de junho e julho apresentaram os menores valores térmicos no período, caracterizando assim os mais frios, sendo que neste período há a atuação de massas de ar fria que ocasionam a queda das temperaturas, nestes meses ocorreram valores médios em torno de 12,0°C, porém podem atingir valores absolutos menores. Percebe-se também que os tons de azul, o que indica menores temperaturas (9,0 a 13,0 °C), ao final da série histórica há uma diminuição e um aumento da cor amarela (13,0 a 15,0 °C), o que demonstra invernos com temperaturas médias mais elevadas.

Entre os meses de novembro a março, observa-se a elevação das temperaturas, chegando a 21,6 °C nos meses de janeiro e fevereiro (1996, 1998 e 2016), período que ocorre a estação do verão, sendo que na América do Sul, nessa estação diminui-se a atuação de sistemas frontais em direção a latitudes mais baixas e menor frequência no verão, conforme foi evidenciado por Andrade (2007).

Gráfico 5 – Variabilidade das médias das temperaturas mínimas mensais em Jataí (GO).

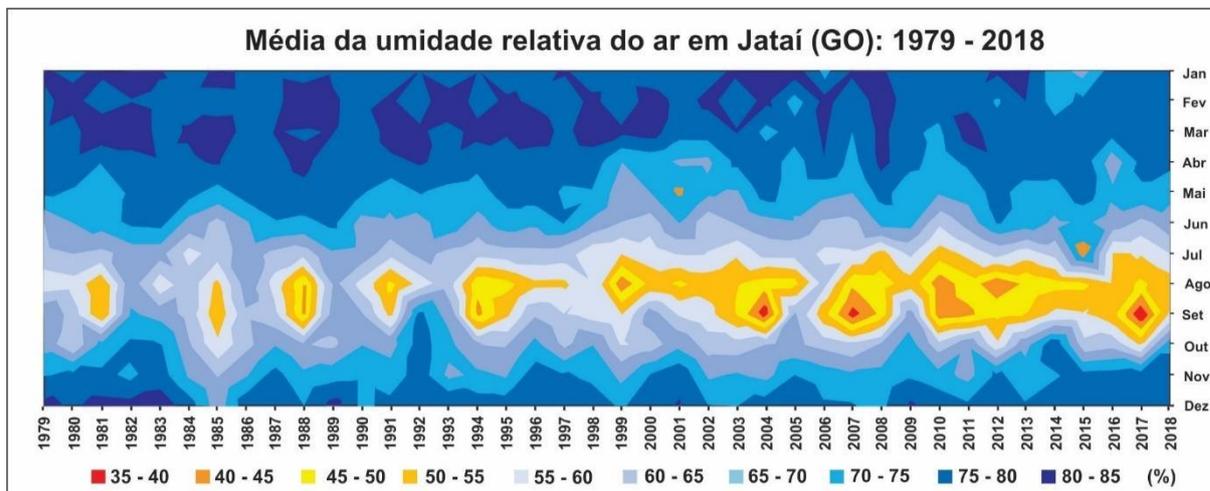


Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)
 Organização: Próprio autor (2019)

A análise temporal da umidade relativa do ar média demonstrou uma média de 70%, sendo que oscilou entre 35 a 85% (Gráfico 6). Entre os meses de agosto e setembro é o período que são registrados os valores mais críticos, geralmente abaixo de 50%.

De acordo com Nimer (1989, p. 394) “no Inverno, o anticiclone polar invade com mais força e frequência esta região, deixando o céu limpo, e a atmosfera mais seca”, o que ocasionou os registros das baixas umidades relativas. Por meio do Gráfico 6, percebe-se que a umidade relativa vem demonstrando valores menores, o que pode acarretar problemas de saúde da população, conforme corroborado por Pereira et al (2008), onde constatou que a maioria dos casos de doenças respiratórias em Jataí ocorrem na estação do inverno, onde as temperaturas são menores, visto que são características de dias frios e secos, com umidade relativa do ar inferior a 60%.

Gráfico 6 – Variabilidade da umidade relativa do ar média mensal em Jataí (GO).

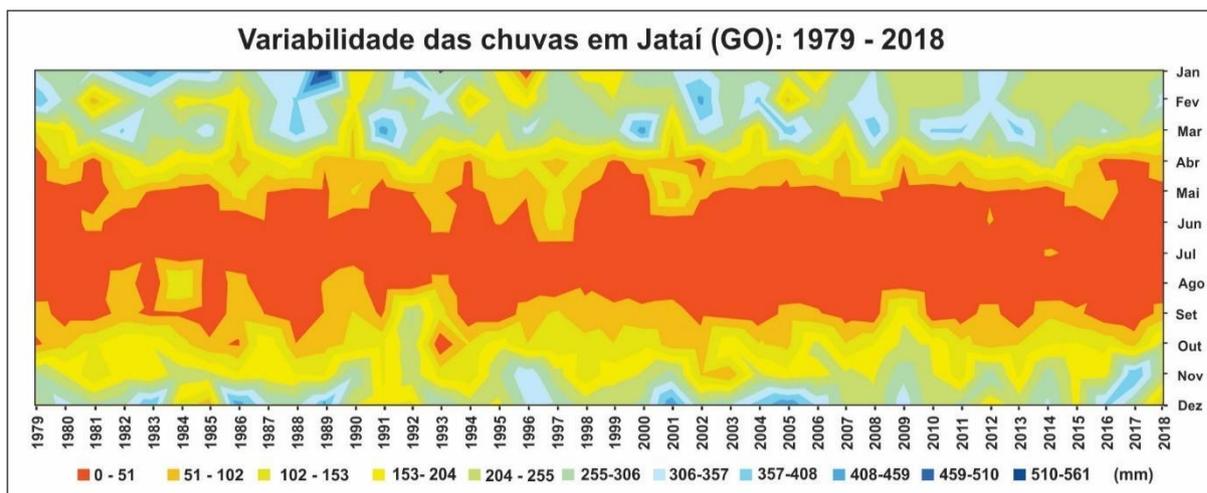


Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)
 Organização: Próprio autor (2019)

A média de precipitação no período de estudo na cidade de Jataí foi de 1620,1 mm anuais, sendo que os maiores valores pluviométricos ocorreram entre os meses de outubro a março, isso devido às linhas de instabilidade que ocorrem na região, sendo que as correntes perturbadas de W ocasionam geralmente as chuvas. Já os menores valores pluviométricos ocorreram entre abril e setembro. Relacionados estes valores pluviométricos aos dados de umidade relativa do ar, verificamos que nesses meses de estiagem, as chuvas não são suficientes para aumentar a umidade.

Percebe-se por meio do Gráfico 7 que os volumes de chuvas são irregulares e evidencia o prolongamento do período sem chuvas na cidade, sendo que em alguns anos o total pluviométrico foi inferior a 1300 mm (1981; 1994 e 1999) enquanto outros anos ultrapassam os 2000 mm (1982; 1989; 1992 e 1993), anos sob a atuação forte do El Niño.

Gráfico 7 – Variabilidade mensal das chuvas em Jataí (GO).



Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)
 Organização: Próprio autor (2019)

A análise dos dados climáticos, demonstra que as estações tiveram características totalmente diferenciadas, apresentando-se com maior expressividade no verão e inverno, sendo que as temperaturas começam a se elevar na primavera e seguem o ritmo até o início do outono e, neste período, apresentam os maiores índices pluviométricos. Dentre as tendências observadas, as temperaturas máximas demonstram maiores tendências de aumento, pois, verifica-se que na primavera há um aumento médio de 5,0 °C em relação às demais estações do ano.

4.2 ANÁLISE DOS DADOS GEOURBANOS DE JATAÍ (GO)

4.2. 1 RELEVO

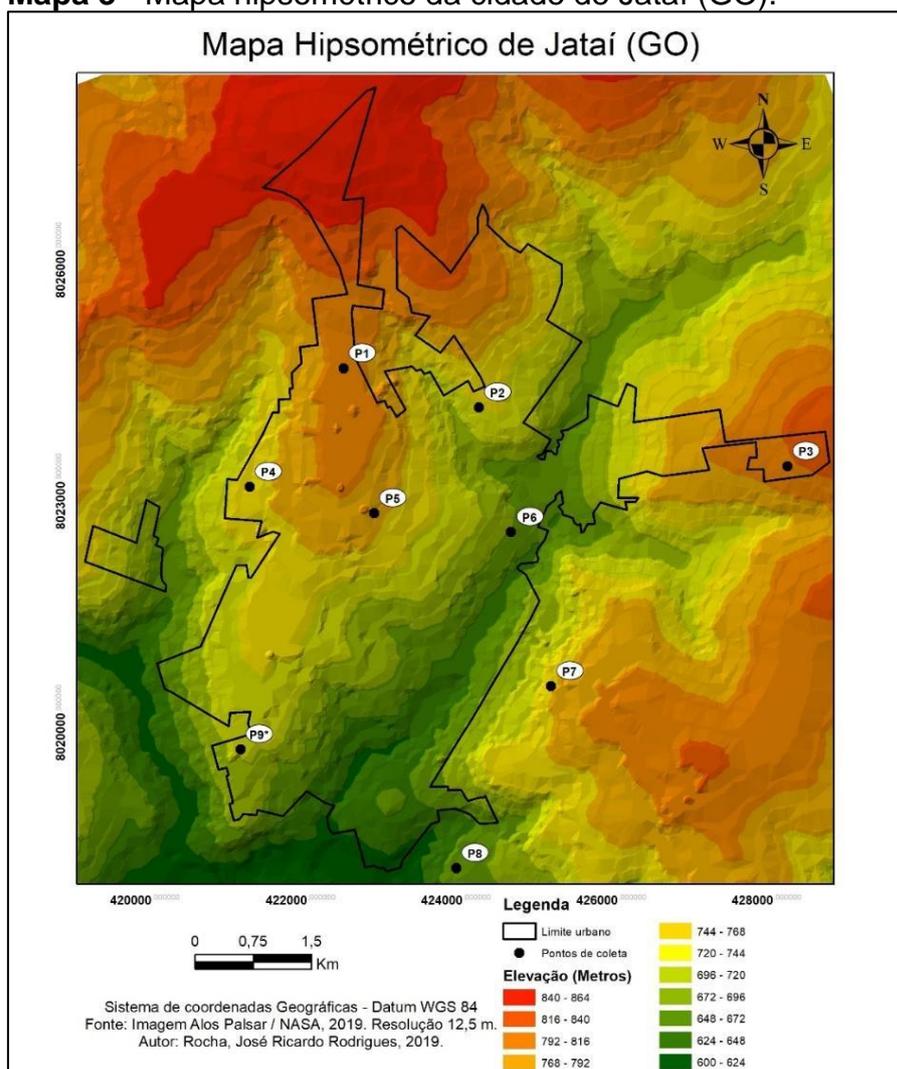
Andrade e Mendonça (2010, p.02) ressaltam que “o relevo interage com as condições climáticas de várias formas, diversificando os padrões climáticos de todo o planeta, através da variação de altitude da superfície e da forma e orientação das vertentes”. Corroborando, Oliveira e Galvani (2015) destacam a interação do relevo com os elementos atmosféricos, o qual possui influência sobre a diversificação dos tipos climáticos que resultam nas paisagens. Também relatam que há quatro características principais do relevo para essa atuação: a posição, orientação e forma das vertentes, declividade e a altitude.

A cidade de Jataí está localizada no Planalto Central Brasileiro e possui um relevo plano/suave ondulado. Na área urbana é possível encontrar diferenças

altimétricas desde o sul ao norte, com aproximadamente 240 metros de desnível. A área urbana é dividida a leste pelo vale do Córrego Jataí, registrando as menores cotas altimétricas.

Por meio do mapa de hipsometria (Mapa 3), identificou-se que em Jataí, entre o ponto de monitoramento mais alto (P3) e o mais baixo (P8), existe diferença altimétrica de 135 metros. o que corresponde a uma diferença térmica em torno de 0,9 °C, visto que, na troposfera, há um declínio de 0,6°C em média na temperatura para cada 100 m de aumento na altitude, uma variação considerável para o clima urbano. Desta forma, os pontos P1(780 m) e P3 (797 m) localizam-se nos pontos mais elevados, P2 (721 m), P4 (734 m), P5 (761 m), P7 (744 m) em uma altitude mediana em relação aos demais pontos (740 m) e o P6 (673 m) e P8 (662 m) nas menores altitudes.

Mapa 3 - Mapa hipsométrico da cidade de Jataí (GO).



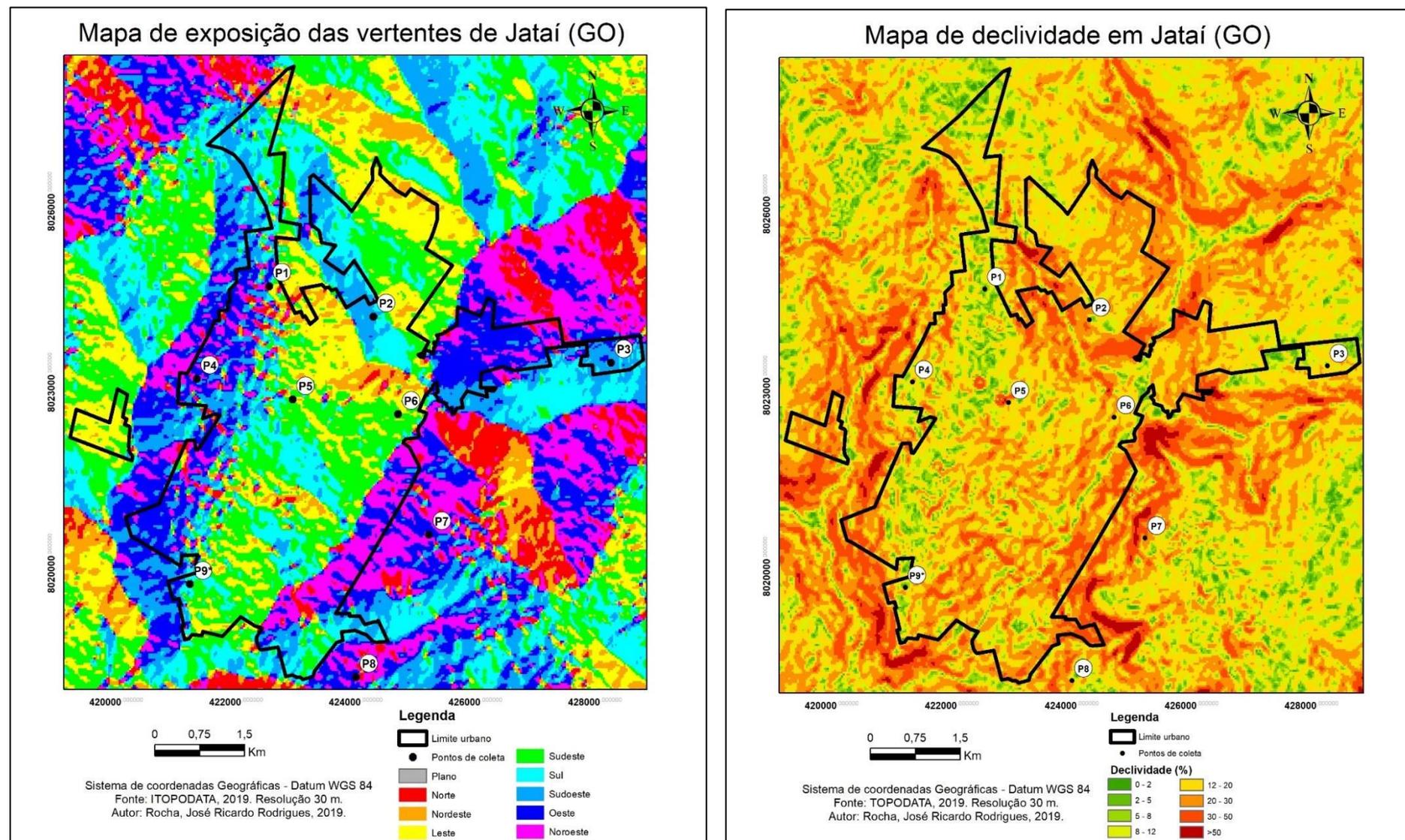
Fonte: Próprio autor (2019).

A análise da exposição das vertentes e a declividade é de suma importância para a compreensão da variação climática na área urbana, visto que para Geiger (1980, p. 382) “o clima das encostas, ou clima das exposições, é determinado, em primeiro lugar, porque as superfícies inclinadas recebem da radiação solar direta mais ou menos calor do que as superfícies horizontais”

De acordo com o mapa 4, que representa os aspectos de exposição das vertentes, percebe-se que os pontos estão dispostos às várias orientações, sendo que os pontos P1, P4, P7 e P8 recebem maior intensidade da radiação solar, já o P1 sua vertente está voltada para o leste, recebendo maior intensidade dos raios no período da manhã, o P4 está com a vertente voltada a oeste/noroeste recebendo maior radiação no período da tarde e, o P7 e P8 a oeste com predomínio de radiação solar no período da manhã. Já as demais localidades estão com as vertentes voltadas ao sul, desta forma recebem menor intensidade da radiação solar, sendo que os pontos P2, P3 com vertentes voltadas a sudoeste e P6 e P5 a sudeste.

Para as condições de declividade do terreno, as mesmas irão definir, juntamente com a exposição das vertentes e a hipsometria, o grau de incidência de insolação sobre a superfície, sendo que a alta declividade do terreno e exposição voltados ao norte estão mais susceptíveis a receberem maior radiação solar e as exposições nesta mesma direção com menor declividade poderão receber menor radiação devido os aspectos locais como vegetação, construções entre outros. Quanto à distribuição espacial dos pontos de coleta, verificou que o P1 apresentou de 2 a 5 %, sendo considerado o mais plano em relação aos demais pontos de coleta, as localidades P3, P4, P6 e P8 apresentaram declividade de 12 a 20 % enquanto que o P2, P5 e P7 apresentaram-se entre 20 a 30%. Já a localidade P7 apresentou a maior declividade entre os pontos de coleta, de 30 a 50% (mapa 4).

Por meio da análise da hipsometria, exposição das vertentes e declividade, verificou-se que a área urbana se situa num fundo de vale com orientação das vertentes voltadas as direções NE/SE, sendo possível observar no mapa 2, áreas com elevações superiores a 800 metros em torno do limite urbano. De certa forma, isso pode interferir nas características de temperatura, ventos e conforto ambiental na malha urbana.

Mapa 4 – Características físicas da área urbana de Jataí (GO): A) exposição das vertentes e B) declividade

Fonte: Próprio autor

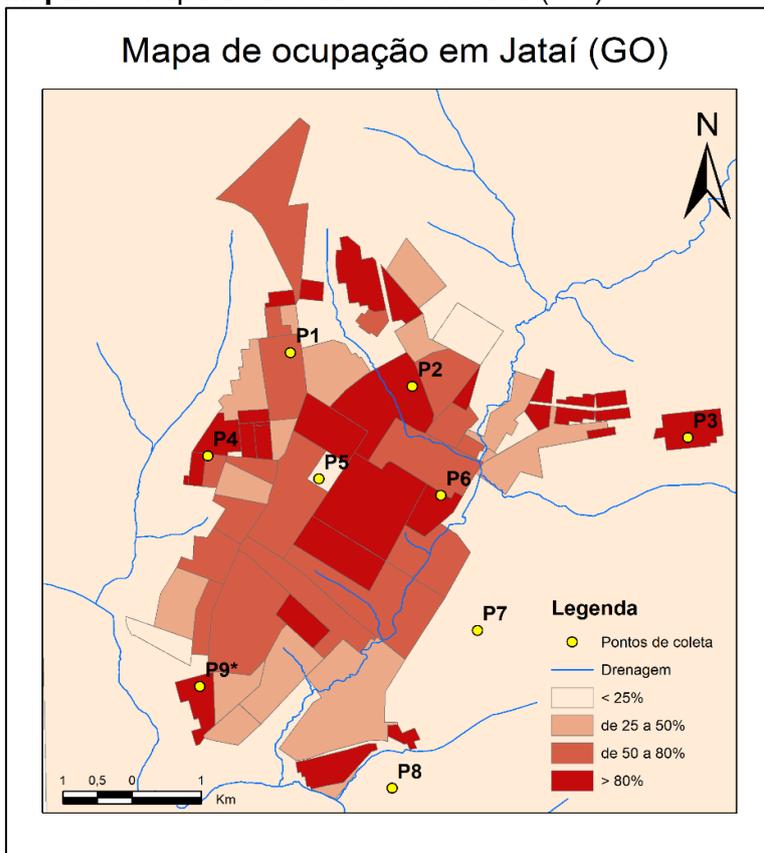
4.2.2 Uso e cobertura da terra nos pontos de coleta em Jataí (GO)

O uso e cobertura da terra influencia no balanço de radiação da localidade interferindo nas características climáticas. Na área urbana de Jataí verificou-se uma heterogeneidade por meio da classificação do uso e cobertura da terra, sendo que em alguns locais apresentaram uma quantidade significativa de características que minimizam os impactos climáticos negativos como exemplo vegetação arbórea, baixa densidade de construção e gramíneas, enquanto outros locais apresentaram expressivas características de solo exposto e alta densidade de construção, o que contribui para extremos climáticos.

Quanto a uso da Terra em Jataí, verificou que no centro da cidade há uma maior taxa de ocupação (acima de 80%), sendo que essa localidade foi uma das primeiras a serem ocupadas, além de possuir o centro comercial (Mapa 5).

Quando se direciona as bordas da cidade, é possível verificar que há um declínio na taxa de ocupação. Alguns bairros, como o Cidade Jardim II a nordeste, observa-se uma alta ocupação, sendo que é um bairro popular.

Mapa 5 – Mapa de uso do solo em Jataí (GO)



Elaboração: Próprio autor (2019).

A fim de uma melhor caracterização, definiu-se um raio de 200 metros para verificar a influência do uso dos dados coletados. Assim, em relação às categorias de uso e cobertura da terra, as áreas menos expressivas no entorno dos pontos de análise correspondem às superfícies líquidas, representadas principalmente por piscinas, presente em todos os pontos exceto no P3. As áreas classificadas como vegetação arbórea apresentam significativa variação entre os pontos, com maior percentual no entorno do P7 (82,69%), localizado em uma área militar a leste da área urbana (41ºBIMTz de Jataí), sendo que nessa localidade existe uma reserva de Cerrado. Já a menor porcentagem de vegetação arbórea foi registrada no P3 (1,83%), isso devido ser um conjunto habitacional popular recente com um padrão de construções mais adensado (Setor Cidade Jardim II). Se tratando das gramíneas o P3 também obteve a menor porcentagem (1,8%) enquanto o P8 foi a que mais apresentou, sendo que se localiza na UFJ e precisa dessas características, principalmente por se tratar de uma estação convencional do INMET.

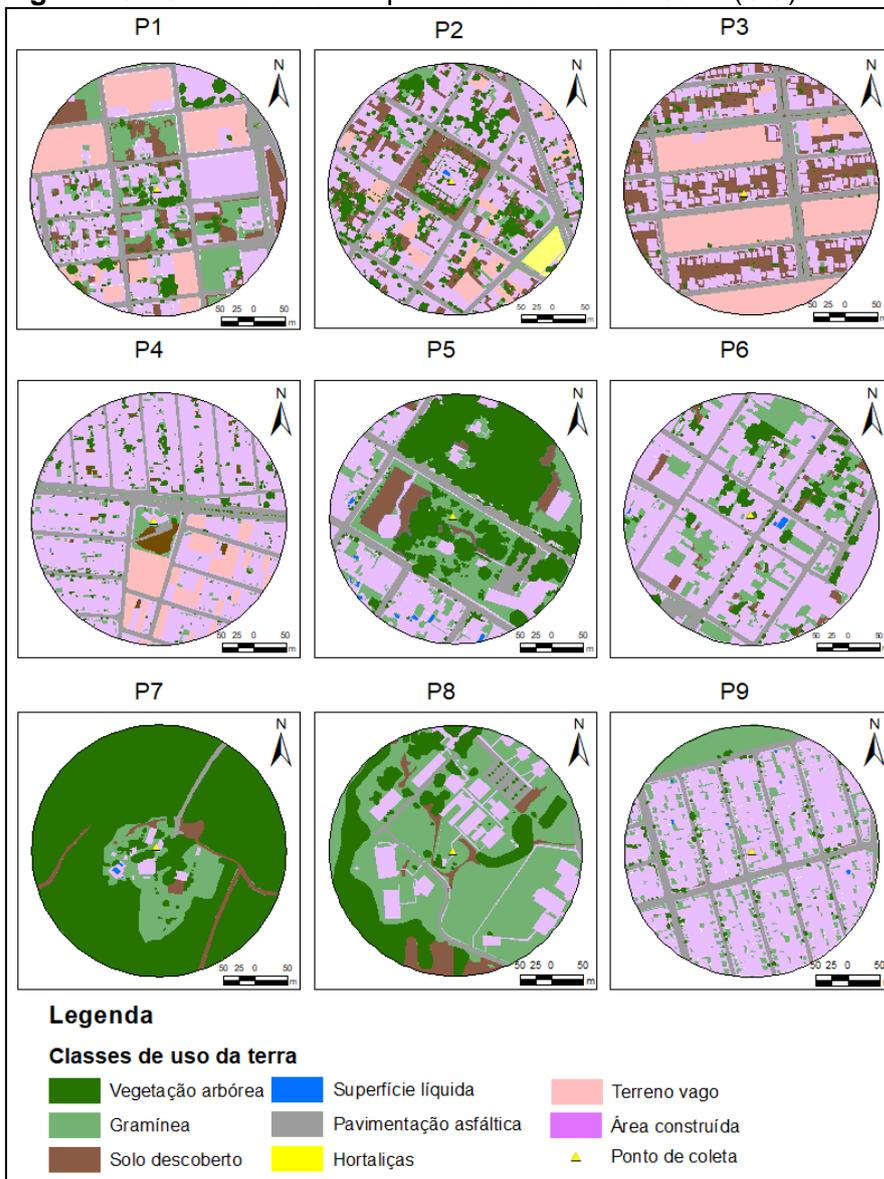
Quanto ao fator de área construída, a qual englobou toda forma de construção (casas, calçadas, comércios e outros), apresentou em maior porcentagem na localidade P4 com 61,40% seguido do P9 e P6 (61,14 e 59,46% respectivamente). Desta forma, a localidade P4 apresentou maior porcentagem de construção e menor taxa de vegetação arbórea, o que contribuiu para os maiores valores de temperatura do ar. A menor taxa de construção foi no P7, visto que é uma área remanescente do cerrado.

Observa-se na tabela 10 e na figura 18 que os maiores valores de pavimentação asfáltica foram observados na localidade P1 (19,65%), visto que no raio utilizado (200 metros) esteve presente uma das perimetrais da cidade (BR-158), com ruas mais largas, o que contribui para um maior volume de asfalto e, o menor encontrou-se no P7 (1,05%). Para os terrenos vagos, verificamos que se encontram nos pontos localizados a norte e noroeste da cidade, nos pontos P1 (18,22%), P2 (6,84%), P3 (20,49%) e P4 (9,99%), sendo que estas localidades são áreas mais recentes de expansão urbana. Em relação ao solo exposto, ficou em destaque o P3 com 36,89%, sendo que a localidade se encontra em uma área que era destinada à agricultura, assim, com a implementação do bairro popular Cidade Jardim II teve uma nova configuração.

Tabela 10 - Classificação do uso da terra nos pontos de coleta em Jataí, 2020 (%).

Classe	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
Água	0,02	0,07	-	0,03	0,41	0,24	0,09	0,28	0,13
Vegetação arbórea	6,46	16,07	1,84	4,48	37,62	8,37	82,69	21,83	2,84
Área construída	32,92	42,60	27,09	61,40	25,00	59,46	1,57	15,78	61,14
Pavimentação asfáltica	19,65	15,45	12,28	17,63	12,01	14,32	1,05	4,91	16,12
Solo descoberto	9,52	11,91	36,89	2,11	5,77	2,32	3,59	5,57	0,07
Terreno vago	18,22	6,84	20,49	9,99	-	-	-	-	-
Gramínea	13,20	5,10	1,41	4,37	19,19	15,30	11,01	51,63	19,70
Hortaliças	-	1,95	-	-	-	-	-	-	-

Elaboração: Próprio autor (2019).

Figura 18 - Uso da terra nos pontos de coleta em Jataí (GO)

Elaboração: Próprio autor (2019).

4.2.3 Fator de visão do céu (FVC)

O termo fator de visão de céu – FVC (*sky view factor*) ou ângulo de obstrução do horizonte (ψ), é um parâmetro adimensional, que quantifica a quantidade de céu visível em um local. Em Jataí, por meio do FVC, verificou-se que os pontos P1, P2, P6 e P7 possuem alta obstrução, o que impede a incidência dos raios solares de forma direta em grande parte do dia. Os pontos P1 e P7 demonstram suscetíveis a maior incidência de raios solares devido a exposição das vertentes estarem voltadas ao norte, em contrapartida, estes pontos possuem alta obstrução, o que favorece menor aquecimento da superfície das localidades (Quadro 9).

Já as localidades P3, P4 e P5 apresentaram-se com obstrução média (44,06%; 40,34% e 29,81% respectivamente), desta forma por meio do gráfico da abóbada celeste, percebe-se que os mesmos podem ter a superfície mais aquecida, principalmente no início da tarde. Já a localidade P8 apresentou-se com baixa obstrução (4,98%), ou seja, cerca de 95,2% de sua superfície está exposta aos raios solares desde as primeiras horas do dia, isso ocorre devido a localidade ser uma estação do INMET com normas para a sua instalação.

Quadro 9 – Fator de visão do céu em cada ponto de coleta.

Obstrução	ALTA				MÉDIA			BAIXA
Ponto	P1	P2	P6	P7	P3	P4	P5	P8
FVC	64,77	45,06	54,32	55,6	44,06	40,34	29,81	4,98

Organização: Próprio autor (2019)

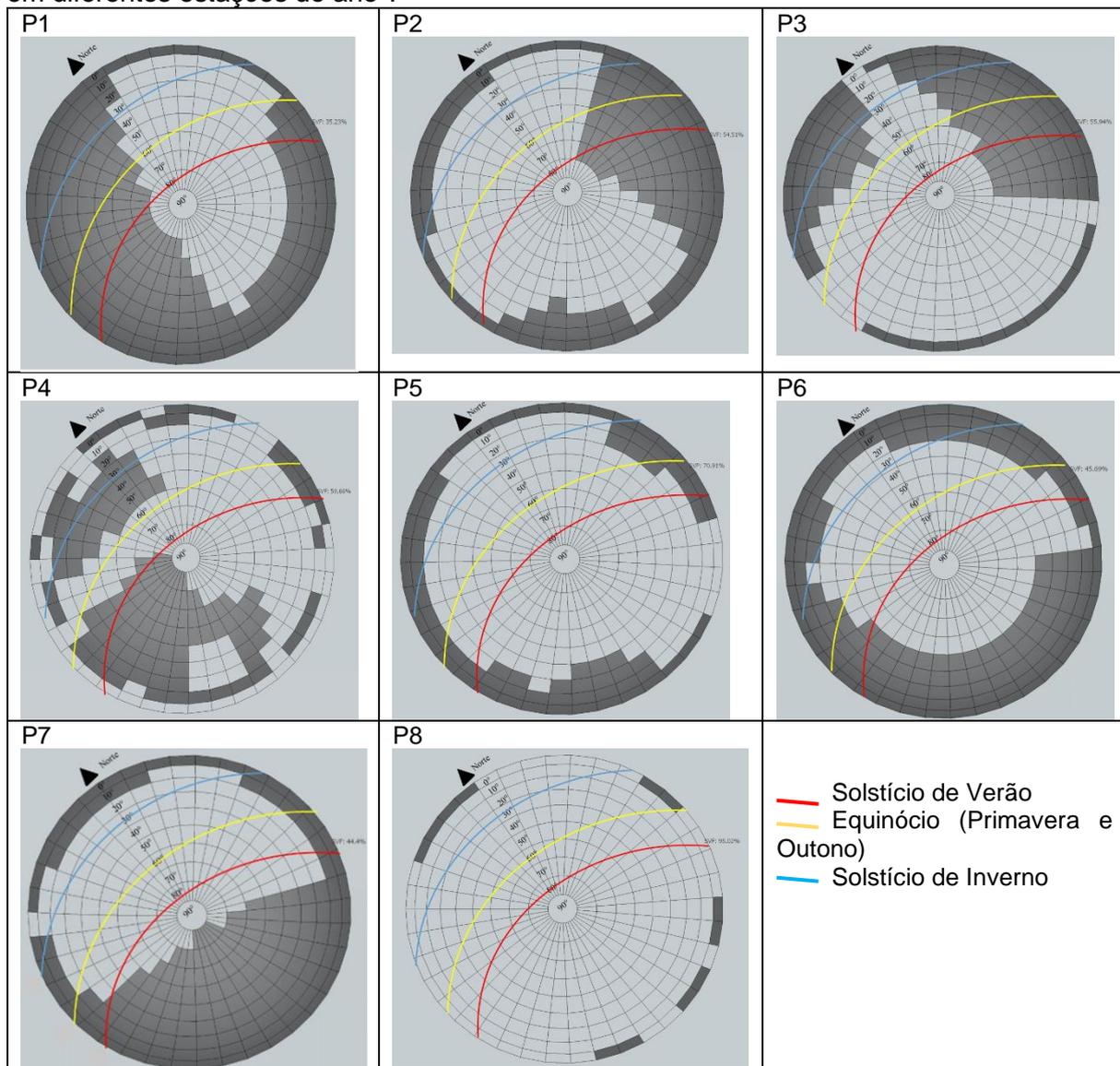
Para uma melhor avaliação, apresentou-se a também a silhueta de obstrução do horizonte dos pontos de coleta com a trajetória aparente do sol no céu durante as estações do ano (Figura 19). Verificou-se que a localidade P1 recebe maior radiação solar no período da manhã, sendo que no lado oeste que compreende o período da tarde há obstrução, portanto tende a ser menos aquecida pelos raios solares.

Para a localidade P2 constatou que nos primeiros horários do dia existe obstrução dos raios solares (leste), principalmente no verão e, no período da tarde recebe maior radiação (oeste). O ponto recebe maior período de radiação solar diária no inverno, portanto, há maior aquecimento do local tanto no verão quanto no inverno.

Caso similar ao P2 está o P3, que apresenta obstrução no leste, ou seja, nas primeiras horas do dia não recebe radiação solar, predominando no período da tarde a maior incidência dos raios solares nas estações do verão, outono e primavera, sendo que no inverno há a obstrução de manhã e à tarde, ficando apenas um período no meio do dia exposto à radiação solar.

Já na localidade P4 verificou-se que durante a primavera e outono apresenta maior período de incidência dos raios solares, sendo que no verão e inverno no período da tarde há obstrução. A localidade P5 está exposta a radiação solar durante todo o período em todas as estações, porém, a localidade está envolta de vegetação, principalmente de um parque ecológico com vegetação nativa do cerrado. As localidades P6 e P7 demonstraram similaridade, onde ao sul possuem a maior parte obstruída em relação ao norte, enquanto que recebem radiação solar durante todo o dia. Já a localidade P8 apresentou-se mais exposta a radiação solar do que os demais, sendo que o espaço que se encontra é aberto com pouca presença de construção, visto que o P8 é a estação do INMET.

Figura 19 – Obstrução dos pontos de coleta de dados com a trajetória aparente do sol no céu em diferentes estações do ano*.



Fonte: Próprio autor (2020)
 * Norte geográfico.

4.3 ANÁLISE DA VARIABILIDADE DA TEMPERATURA DO AR EM JATAÍ (GO)

Para compor as análises da variabilidade da temperatura do ar, considerou-se para cada estação os valores médios, máximos e mínimos, além do desvio padrão dos valores registrados.

4.3.1 Variações da temperatura do ar na primavera de 2018

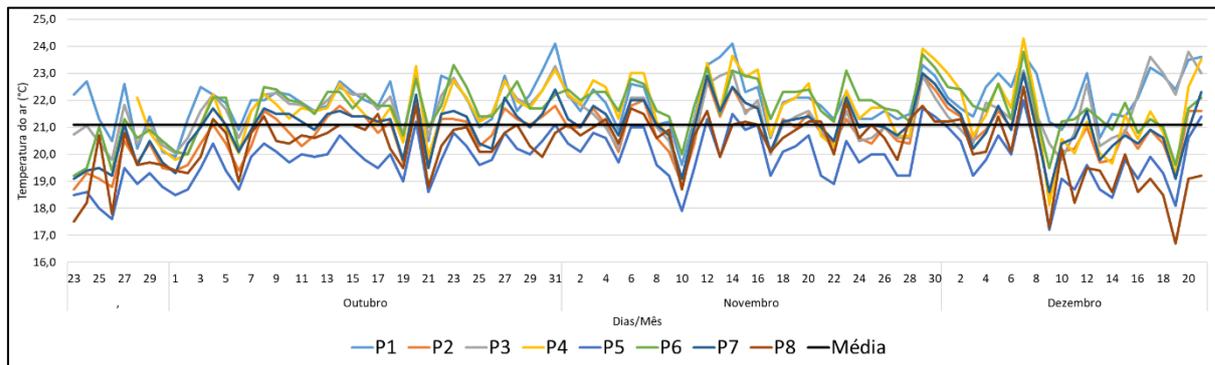
Os valores pluviométricos na estação da primavera em 2018 foram de 501 mm acumulados, sendo que o período chuvoso se inicia nesta estação ocorre o início da estação chuvosa na região (INMET). Na primavera, verificou-se por meio dos registros que a temperatura do ar média em Jataí foi de 26,1 °C, oscilando entre 20,5 e 31,9 °C. As localidades P4 e P5 apresentaram os maiores valores térmicos médios, fato relacionado pela presença de solo exposto e alta taxa de construção nas duas localidades, corroborando com os resultados encontrados por Monteiro et al. (2014), que analisaram as variações temporais e espaciais de temperatura e umidade relativa do ar e verificaram que nos diferentes usos e ocupações o solo exposto foi um fator para elevar as os registros térmicos.

Para as menores temperaturas médias durante o período foram registradas nas localidades P7 e P8, conforme pode ser observado no Gráfico 8. As características das localidades favoreceram os registros, sendo que o P7 é constituído com vegetação (82,9%) o que contribuiu para os menores valores, enquanto o P8 está localizado na estação do INMET, a qual possui características recomendadas pela OMM.

Observa-se também que os valores das temperaturas médias se elevaram em alguns dias durante a estação, fato observado entre os dias 1 e 5 de outubro, 30 de outubro a 1 de novembro, 12 e 15 e novembro e no final da estação (16 a 20 de dezembro), essas elevações se dão pela presença de uma circulação anticiclônica

ROCHA, J. R. R. **O campo térmico urbano como indicador de qualidade ambiental em Jataí (GO)/Brasil** que atuou sobre o continente, especificamente na área de estudo.

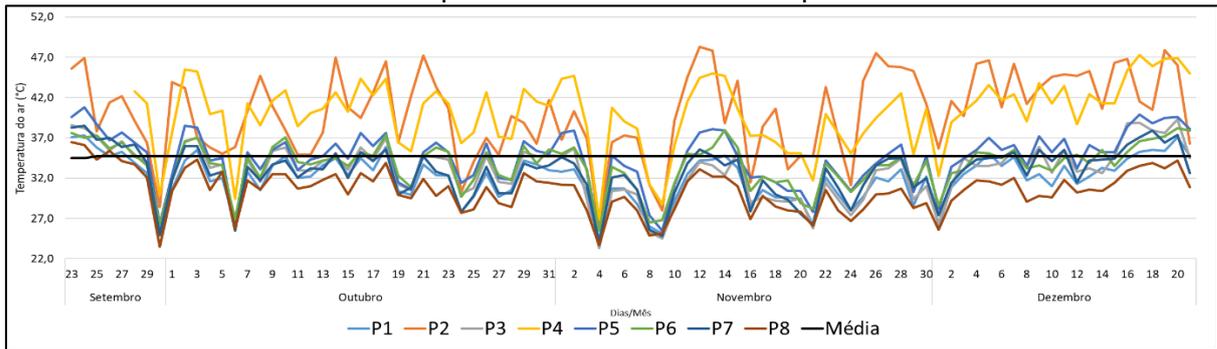
Gráfico 8 - Variabilidade das temperaturas do ar média na primavera de 2018 em Jataí (GO).



Fonte: Laboratório de Climatologia da Universidade Federal de Jataí.
Organização: Próprio autor (2019)

Em se tratando das temperaturas máximas, verificou-se para a primavera uma média de 37,4 °C, oscilando entre 23,5 e 48,3 °C. A menor temperatura máxima ocorreu em 30 setembro no P8 (23,5°C) e a maior (48,3°C) em 12 de novembro no P2 e 18 dezembro (47,9°C) no P3 (Gráfico 8). Percebe-se que durante a estação houve o declínio das temperaturas em alguns dias, não somente nas máximas, mas, principalmente nos dias 30/09, 06/10, 04/11 e 09/11. Nestes dias os Jatos de Baixos Níveis influenciaram a circulação atmosférica com bastante nebulosidade, o que é característico para esta época do ano, assim as temperaturas máximas nesses dias caíram havendo registro bem abaixo da temperatura média da estação.

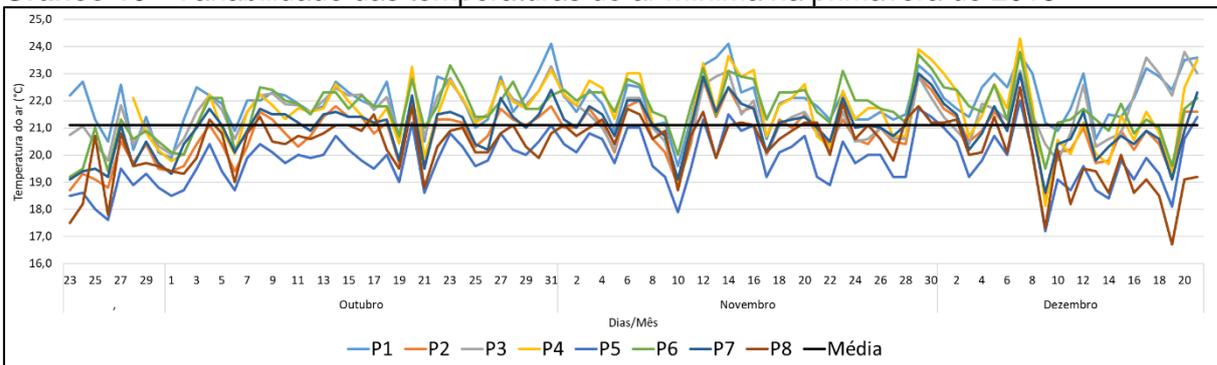
Entre os pontos de coleta, verificou-se que as localidades P2 e P4 apresentaram os maiores registros máximos na primavera (Gráfico 9), tendo os valores sempre mais elevados que a média da estação. Ambas as localidades possuem altas taxas de construção (P2 com 42,6% e P4 com 61,4%) e suas exposições das vertentes estão suscetíveis a receberem maior radiação solar durante o período da tarde, visto que na primavera o FVC das localidades contribui para esses registros, conforme pode ser verificado na Figura 18.

Gráfico 9 - Variabilidade das temperaturas do ar máxima na primavera de 2018.

Fonte: Laboratório de Climatologia da Universidade Federal de Jataí.

Organização: Próprio autor (2019)

Para as temperaturas mínimas, o menor registro foi de 16,7 °C em 19 de dezembro no P8 enquanto que a maior foi registrada em 7 de dezembro no P4 com 24,3 °C, a média da temperatura mínima nessa estação foi de 21,1 °C (Gráfico 10). Verifica-se que as temperaturas mínimas registradas estiveram próximas à média da estação e, a localidade P5 que apresentou os maiores valores em grande do período de análise. Em contrapartida, verifica-se que a localidade P7 apresentou as menores temperaturas mínimas, fato se dá pela presença da vegetação nativa do Cerrado que contribui para os registros. Corroborando sobre a influência da vegetação, Specian et. al. (2013), analisaram o padrão da temperatura e da umidade relativa em dois pontos na área urbana (área urbanizada e um remanescente de Cerrado) ambos localizados na cidade de Iporá (GO) e verificaram diferenças de até 4,0°C de temperatura e 19% de umidade do ar entre os dois ambientes analisados.

Gráfico 10 - Variabilidade das temperaturas do ar mínima na primavera de 2018

Fonte: Laboratório de Climatologia da Universidade Federal de Jataí.

Organização: Próprio autor (2019)

Quanto ao desvio padrão da temperatura do ar para a estação da primavera, verificou-se que os valores de temperatura máxima oscilaram entre 2,6 a 5,1 °C (P8 e P2 respectivamente), para a mínima de 0,9 (P1, P2 e P8) a 1,2 °C (P4) e, a

temperatura média foi de 1,2 (P8) a 2,0 °C (P3 e P4), conforme observa-se na tabela 11.

Ao analisar mensalmente podemos verificar que o P8 apresentou os menores valores de desvio padrão, ou seja, os dados registrados são mais homogêneos. Já o P4 foi a localidade que apresentou os maiores desvios, automaticamente os seus dados estão mais dispersos em relação à média do período. Isso demonstra que o P8 sendo uma estação do INMET, que possui normas de instalação adquire características que minimizam os efeitos dos extremos climáticos, enquanto que no centro urbano, onde não há o mesmo planejamento, é possível encontrar uma oscilação nos valores térmicos devido ao ambiente construído.

A variação da temperatura (extremos) no P4 demonstrou-se maior em relação aos demais pontos, fato se deu pela localidade haver a presença de solo exposto (2,11%), alta taxa de construção (61,4%) e, baixa taxa de vegetação arbórea (4,48%) o que contribui para o aquecimento e resfriamento do local de acordo com a atuação da atmosfera além de estar com sua face voltada a noroeste, recebendo maior radiação solar no período da tarde.

Tabela 11 – Desvio padrão de temperatura do ar absoluta nos pontos de coleta para a primavera de 2018 em Jataí (GO).

Pontos	Set			Out			Nov			Dez			PRIMAVERA		
	Máx	Mín	Méd	Máx	Mín	Méd									
P1	3,7	1,0	2,7	2,2	0,9	1,3	2,7	0,9	1,6	2,3	0,9	1,5	2,8	0,9	1,8
P2	5,5	0,6	2,6	4,1	0,7	1,3	5,9	0,9	1,8	3,4	1,0	1,4	5,1	0,9	1,8
P3	3,9	0,6	2,4	2,3	0,7	1,2	5,0	1,0	1,8	5,5	1,1	2,0	4,9	1,0	2,0
P4	5,7	0,8	2,6	3,3	0,9	1,5	4,6	1,1	1,9	3,4	1,4	1,7	4,3	1,2	2,0
P5	4,2	0,6	2,5	2,6	0,7	1,2	3,6	0,9	1,5	2,7	1,1	1,3	3,4	1,0	1,6
P6	3,5	0,8	2,1	2,3	0,8	1,2	2,9	0,8	1,5	2,1	0,9	1,2	2,8	1,0	1,6
P7	4,1	0,6	2,4	2,3	0,7	1,2	3,2	0,8	1,5	2,3	1,0	1,3	3,2	0,9	1,6
P8	3,9	1,2	2,0	1,9	0,7	1,0	2,2	0,7	1,1	1,9	1,3	1,0	2,6	1,1	1,2

* Em azul os menores valores e vermelho os maiores.

Fonte: Laboratório de Climatologia da Universidade Federal de Jataí.

Organização: Próprio autor (2019)

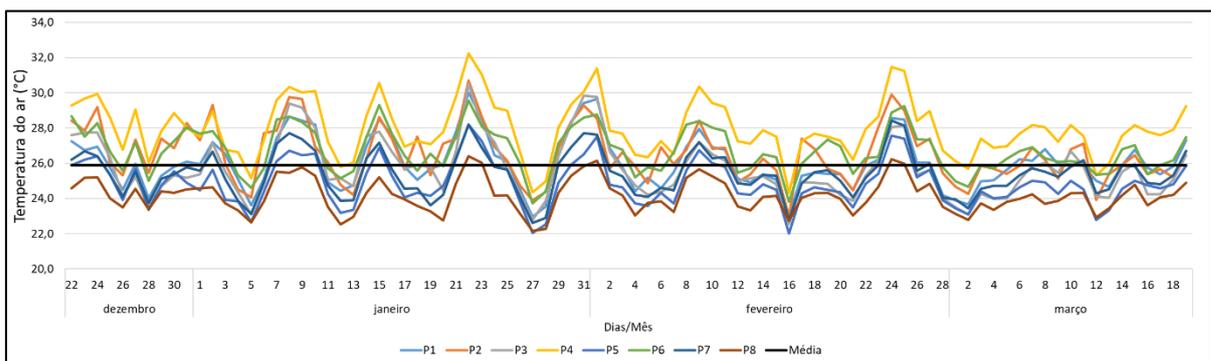
4.3.2 Variações da temperatura do ar no verão de 2018/2019

Para o verão, período chuvoso na região, verificou que a precipitação acumulada foi de 776 mm. Ao analisar a temperatura do ar média no verão, foi possível observar uma média de 25,9 °C, a qual variou entre 22,0 e 32,3 °C (P5 em 13/01 e P4 em 22/01 respectivamente). Os sistemas atmosféricos nesta estação do

ano atuam de forma diversificada, sendo que a atuação da circulação anticiclônica sobre o Centro-Oeste inibiu o desenvolvimento de áreas de instabilidades em algumas localidades, o que contribui para a elevação das temperaturas. Esse fenômeno pode ser observado em algumas sucessões de dias com o registro de maiores temperaturas, porém, como a termodinâmica é muito forte principalmente nesta estação do ano, por vezes essa inibição foi rompida, permitindo convecções locais, como é o caso dos dias com menores temperaturas. Desta forma, a estação do verão foi marcada pelo processo de áreas de instabilidades, o que ocasiona a elevação das temperaturas e até mesmo registros menores, dependendo muito de suas atuações.

Em relação aos pontos de coleta, verificamos que o P5 apresentou o registro da menor temperatura média, porém, não foi a localidade que teve esse predomínio, sendo que durante toda a estação os menores valores ocorreram em P8, sendo esta localidade a que apresentou temperaturas sempre menores em relação à média da estação, conforme pode-se observar no gráfico 11. Para as maiores médias, temos em destaque o P4 que apresentou temperaturas elevadas em praticamente toda a estação. Nitidamente, o comportamento da atmosfera influenciou nos valores de temperaturas, porém, nota-se que as características locais contribuíram para as diferenças encontradas entre os pontos de coleta.

Gráfico 11 - Variabilidade das temperaturas médias no verão de 2018/2019 em Jataí (GO)

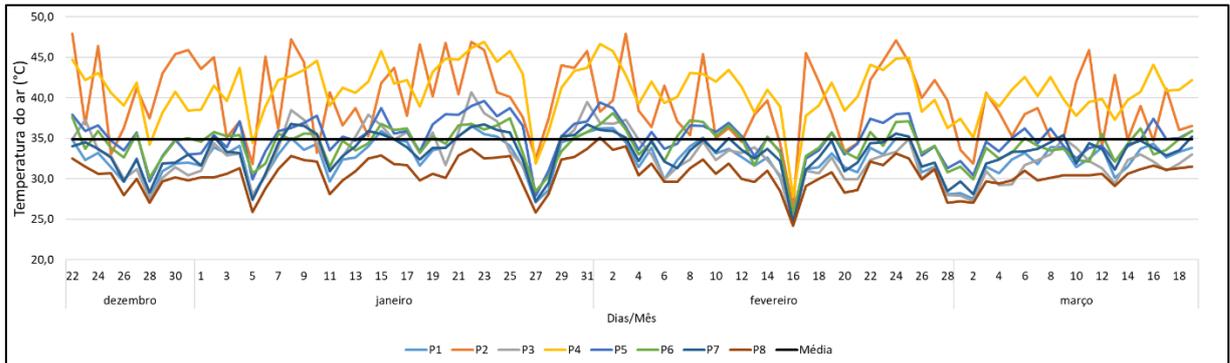


Fonte: Laboratório de Climatologia da Universidade Federal de Jataí.
Organização: Próprio autor (2019)

Em se tratando das temperaturas máximas registradas, observou uma temperatura média para a estação de 34,9 °C e, sua oscilação foi de 24,2 a 48,2°C, sendo que a menor ocorreu no dia 16 de fevereiro (P8) e a maior nos dias 22 e 31 de fevereiro no P2. No dia de maior registro de temperatura, verificou por meio da análise da carta sinótica de 500 hPa o aprofundamento da circulação em altos níveis para este nível da atmosfera, se traduzindo num amplo anticiclone com atuação sobre parte

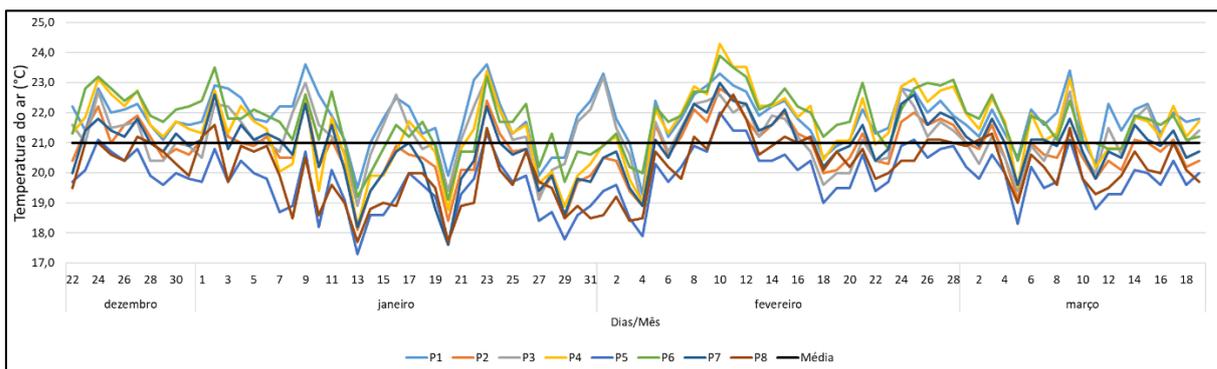
do Centro-Oeste, o que induziu movimentos descendentes que dificultaram a formação de nebulosidade significativa em boa parte desta área. Para o dia 16 de fevereiro a área estava sob a atuação de uma ZCOU, isso fez com que as temperaturas dos pontos de coleta diminuíssem, conforme pode ser observado no gráfico 12.

Gráfico 12 - Variabilidade das temperaturas máximas no verão de 2018/2019 em Jataí (GO)



Fonte: Laboratório de Climatologia da Universidade Federal de Jataí.
Organização: Próprio autor (2019)

Para as temperaturas mínimas (Gráfico 13), verificamos que a mesma oscilou de 17,3 a 24,3 °C, o registro da média foi de 21,0 °C. O menor registro nesta estação ocorreu em 13 de janeiro no P5 e o maior ocorreu em 10 de fevereiro no P4. Nesta estação houve bastante a atuação do anticiclone aliado ao Vórtice Ciclônico de Altos Níveis (VCAN) e, esse sistema atmosférico provocou a defluência do escoamento que gerou divergência de massa em altitude e contribui, aliado à termodinâmica, para a formação da nebulosidade, desta forma houve o registro das menores temperaturas mínimas. Em contrapartida, em alguns dias os anticiclones induziram os movimentos descendentes que dificultam a formação de nebulosidade, o que provocou o aumento da temperatura.

Gráfico 13 - Variabilidade das temperaturas mínimas no verão de 2018/2019 em Jataí (GO)

Fonte: Laboratório de Climatologia da Universidade Federal de Jataí.
Organização: Próprio autor (2019)

Para o verão, verificou-se que o desvio padrão entre os pontos ocorreram entre 0,5 a 4,9°C, sendo que para as máximas foram entre 1,2 a 4,9 (P8 e P2 respectivamente). Para a temperatura mínima foi de 0,5 a 1,4 (P8 e P4) e a média entre 0,6 e 2,0 (P8 e P3). Nota-se que os menores valores de desvio ocorreram no P8, tanto entre as temperaturas máximas, mínimas e médias. Já os valores com maiores desvios foram registrados entre o P2, P3 e P4, demonstrando que no verão essas localidades apresentaram valores de temperaturas mais variadas em relação aos demais pontos de coleta. Quanto aos valores máximos, observa-se que estão com valores mais elevados de desvio, sendo que as características locais fazem com que os pontos se aqueçam de formas diferenciadas, ocasionando elevação das temperaturas de acordo com o tipo de material, forma de uso da terra, presença de vegetação entre outros.

Ao verificar os dados da tabela 12 é notável que a localidade P2 apresenta os maiores desvios nas temperaturas máximas, sendo que esta apresenta-se com solo descoberto (11,9%), além de 42,6% de área construída, totalmente pavimentada (15,4%). Em contrapartida, observa-se que o P8 está localizado em uma área com bastante vegetação do cerrado (21,83%) e gramíneas (51,63%) e baixa taxa de construção (15,78%) com os menores valores de desvio.

Tabela 12 – Desvio padrão de temperatura do ar nos pontos de coleta para o verão de 2018/2019 em Jataí (GO).

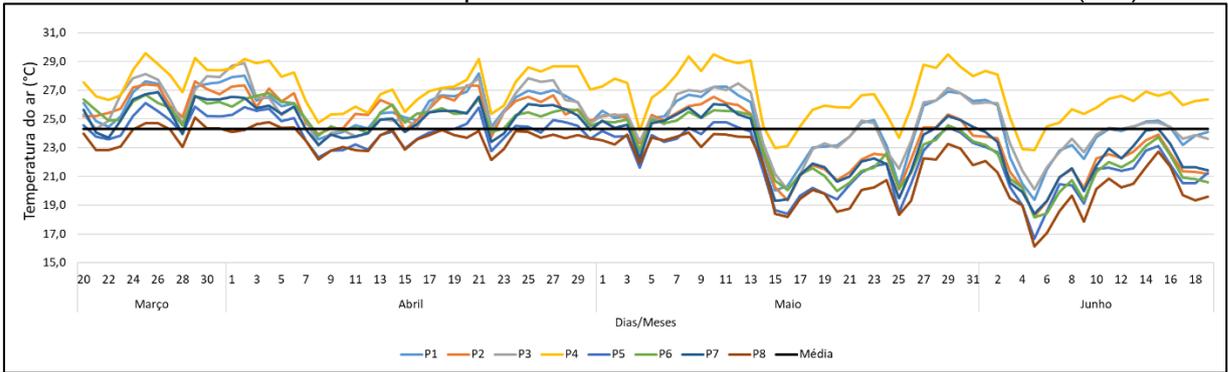
Pontos	Dez			Jan			Fev			Mar			PRIMAVERA		
	Máx	Mín	Méd	Máx	Mín	Méd									
P1	1,9	0,5	1,0	2,4	1,0	1,8	2,4	0,9	1,4	1,9	0,9	0,9	2,3	0,9	1,5
P2	4,9	0,6	1,2	4,6	1,1	1,9	4,7	0,9	1,4	3,6	1,0	0,8	4,7	0,9	1,6
P3	2,6	0,7	1,4	3,2	1,0	2,0	2,7	1,0	1,5	2,0	1,1	1,0	3,0	0,9	1,7
P4	2,8	0,6	1,2	3,4	1,2	1,9	3,6	1,1	1,6	2,1	1,4	1,0	3,2	1,2	1,6
P5	2,2	0,5	0,9	2,7	0,9	1,5	2,8	0,9	1,3	1,6	1,1	0,7	2,5	0,9	1,3
P6	2,0	0,6	1,1	2,1	1,1	1,5	2,5	0,9	1,2	1,6	0,9	0,7	2,2	1,0	1,3
P7	1,8	0,5	0,9	2,6	1,2	1,6	2,4	0,9	1,3	1,8	1,0	0,8	2,3	1,0	1,3
P8	1,5	0,5	0,6	2,1	1,0	1,2	2,2	1,0	0,9	1,2	1,3	0,6	1,9	1,0	0,9

Fonte: Laboratório de Climatologia da Universidade Federal de Jataí.
Organização: Próprio autor (2019)

4.3.3 Variações da temperatura do ar no outono de 2019

No outono, verificou-se que a precipitação acumulada foi de 275 mm, sendo que nesta estação há a finalização do período chuvoso na região. Já as temperaturas médias variaram de 16,1 a 29,6 °C, com a média para o período de 24,3 °C. A menor ocorreu em 5 de junho no P8 e a maior em 25 de março no P4. Por meio do gráfico 20 é possível observar que no início da estação as temperaturas ocorreram acima da média e, no final da estação os valores diminuíram, prevalecendo abaixo da média. Este fato se deu pela transição para o inverno, onde há a atuação de jatos polares e frentes frias na região de estudo.

Em relação aos pontos de coleta, verificou-se que o P4 apresentou as maiores médias em todos os dias da estação, seguido do P3 e P1 (gráfico 14). A localidade P4 tem sua face voltada a oeste/noroeste, o que faz a mesma receber radiação solar no período da tarde, aquecendo significativamente em relação aos demais pontos, como pode ser observado no gráfico 20. Já as menores temperaturas médias ocorreram no P8.

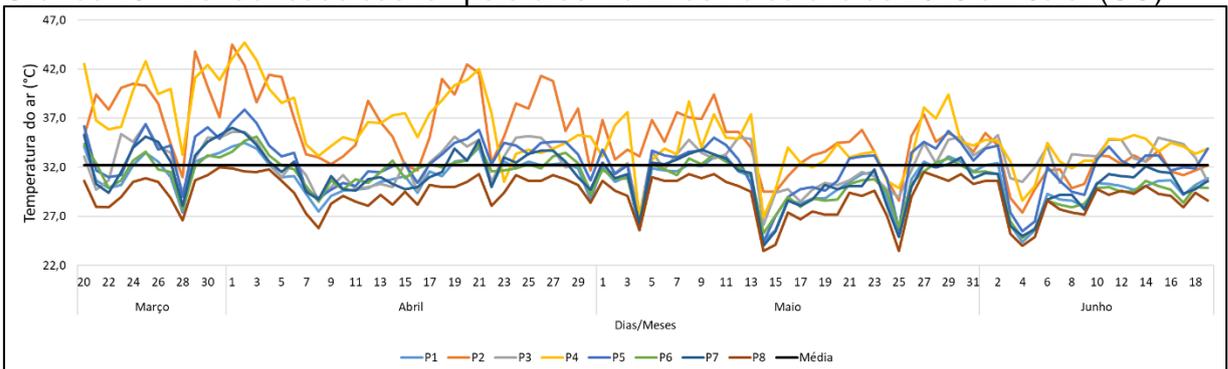
Gráfico 14 – Variabilidade das temperaturas médias no outono de 2019 em Jataí (GO)

Fonte: Laboratório de Climatologia da Universidade Federal de Jataí.

Organização: Próprio autor (2019)

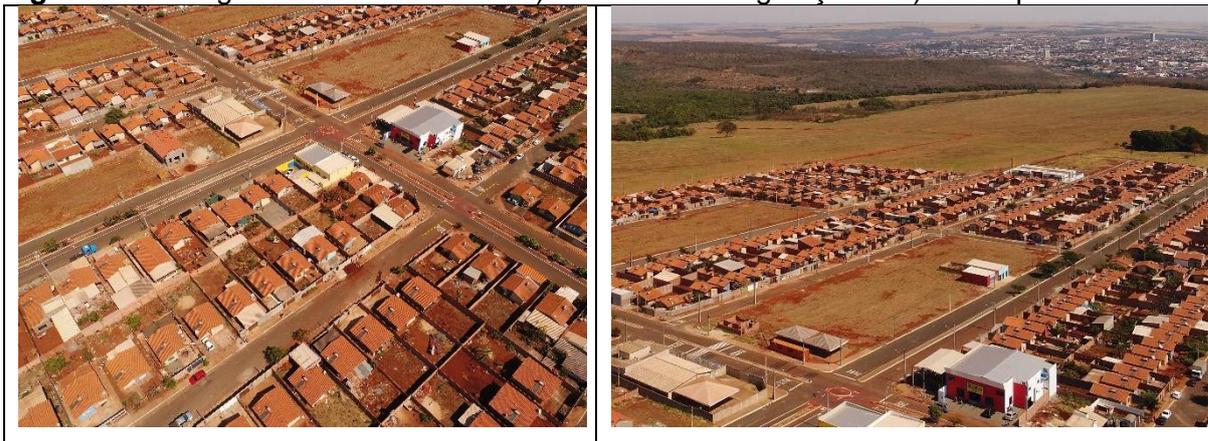
Quanto às temperaturas máximas (Gráfico 15), verificamos uma média de 32,2 °C, a oscilação ocorreu entre 23,5 e 44,7 °C, sendo que a menor ocorreu em 25 de maio no P8 sob a atuação de uma massa de ar fria e, a maior temperatura ocorreu em 02 de abril no P4.

Nota-se que as localidades P4 e P2 apresentam nesta estação com o predomínio das maiores temperaturas, principalmente no início da estação marcada pelas altas temperaturas em relação aos demais pontos de coleta. Também foi possível verificar que a localidade P3 apresentou valores mais elevados, sendo que é um bairro residencial popular com solo exposto, casas próximas e pouca arborização (Figura 20 A e B), o que contribui para esses valores.

Gráfico 15 – Variabilidade das temperaturas máximas no outono de 2019 em Jataí (GO)

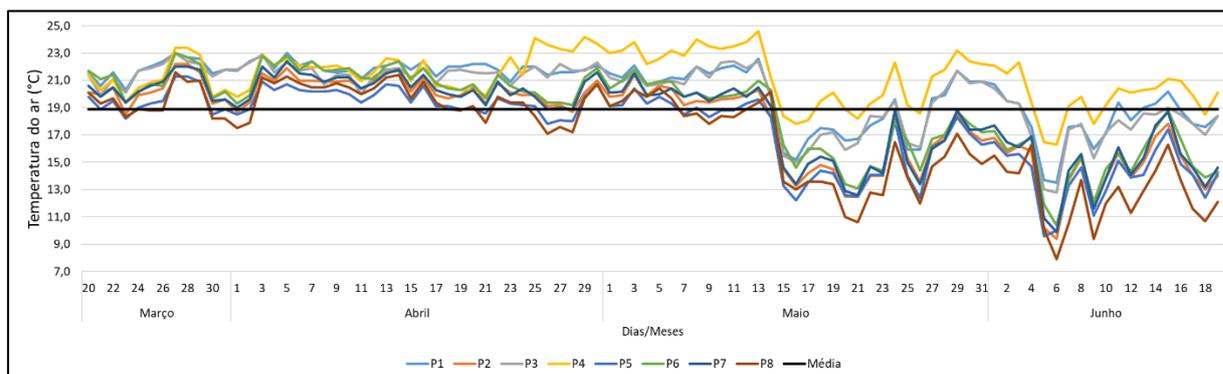
Fonte: Laboratório de Climatologia da Universidade Federal de Jataí.

Organização: Próprio autor (2019)

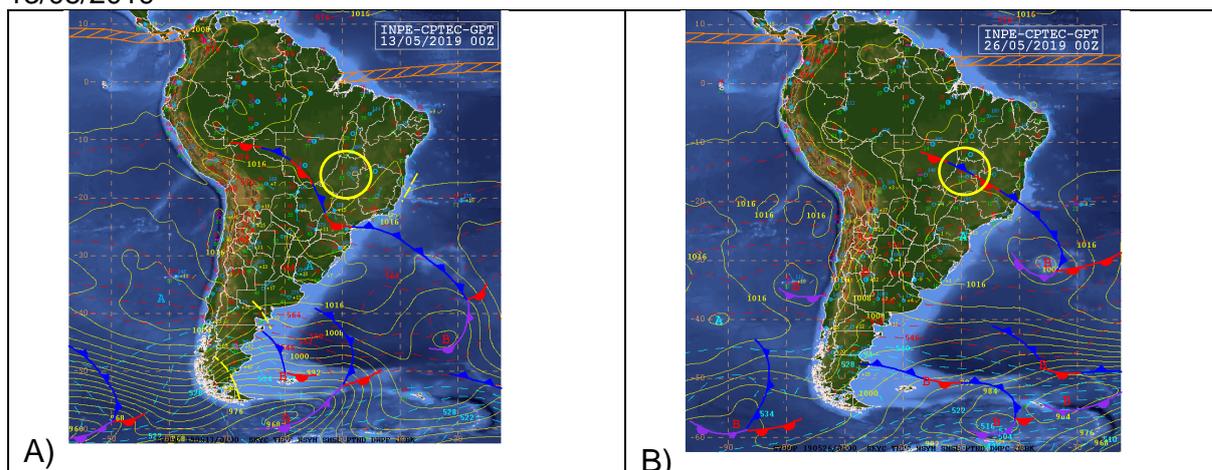
Figura 20 – Imagem da localidade P3: A) Ausência de vegetação e B) casas próximas.

Fonte: Próprio autor (2019)

Na análise das temperaturas mínimas (Gráfico 16), os resultados demonstraram que houve uma média de 18,9 °C e, oscilação de 7,9 a 24,6 °C. O menor registro ocorreu na localidade P8 (06/06), desta forma, observa-se que após o dia 13/05 houve a queda das temperaturas. A ocorrência desses valores se deu pela presença de massas de ar fria que adentraram a região de estudo, conforme evidenciados pelas cartas sinóticas e imagens de satélite (Figura 21 A e B). Quanto ao maior valor mínimo ocorreu em 13/05 no P4.

Gráfico 16 – Variabilidade das temperaturas mínimas no outono de 2019 em Jataí (GO)

Fonte: Laboratório de Climatologia da Universidade Federal de Jataí.
Organização: Próprio autor (2019)

Figura 21 – A) Imagem com a atuação da frente estacionária e B) Carta sinótica do dia 13/05/2019

* Destaque da área de estudo com o círculo amarelo.

Fonte: Adaptado de INPE - CPTEC (2019)

Ao analisar o desvio padrão para a estação do outono (Tabela 13) verificamos que os valores oscilaram entre 0,4 e 3,8°C. Desta forma, para as temperaturas máximas apresentaram os menores desvios no P5 com 1,5 e o maior no P2 com 3,8°C o que demonstra que a vegetação na localidade P5 (37,62%) contribui para uma menor oscilação dos valores de temperatura.

Para as temperaturas mínimas, o menor desvio ocorreu P1 em abril (0,4 °C) e o maior no P8 em maio (3,0°C), o que pode estar relacionado diretamente ao fator de altitude entre as localidades. Também, o fato de o P8 estar localizado em uma zona rural contribui para a circulação atmosférica que provoca o declínio da temperatura, fato que pode ser analisado até o final da estação.

Tabela 13 – Desvio padrão de temperatura do ar nos pontos de coleta para o outono de 2019 em Jataí (GO).

Pontos	Mar			Abr			Mai			Jun			OUTONO		
	Máx	Mín	Méd	Máx	Mín	Méd									
P1	1,9	0,8	1,2	1,7	0,4	1,2	2,4	2,3	2,1	2,0	1,9	1,7	2,2	2,3	1,9
P2	3,3	1,1	0,9	3,8	0,9	1,0	2,5	2,8	2,1	1,9	2,1	1,5	3,7	3,0	2,3
P3	2,2	0,9	1,4	2,1	0,6	1,5	2,3	2,4	2,1	1,6	1,9	1,5	2,2	2,3	2,0
P4	2,9	1,3	1,0	3,4	1,2	1,4	3,0	2,1	1,9	1,7	1,6	1,4	3,6	1,8	1,7
P5	2,3	1,0	0,8	2,2	0,9	1,0	2,9	2,7	2,0	2,5	2,0	1,6	2,7	2,9	2,1
P6	1,7	1,1	0,7	1,5	1,1	0,8	2,1	2,6	1,9	1,7	2,0	1,5	2,2	3,0	2,2
P7	2,4	0,9	1,1	1,9	1,0	1,0	2,6	2,7	2,1	2,1	2,3	1,7	2,5	3,0	2,1
P8	1,6	1,1	0,8	1,5	1,3	0,7	2,3	3,0	2,0	1,8	2,3	1,6	2,0	3,5	2,1

Fonte: Laboratório de Climatologia da Universidade Federal de Jataí.

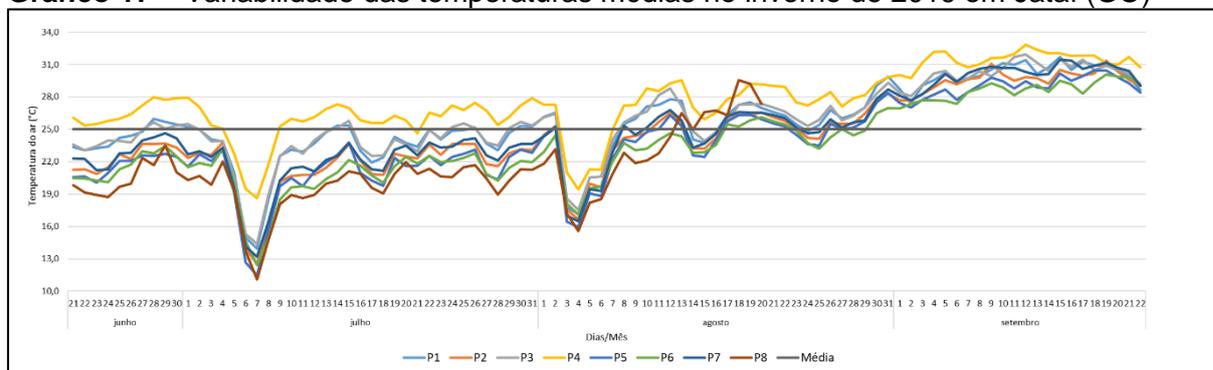
Organização: Próprio autor (2019)

4.3.4 Variações da temperatura do ar no inverno 2019

Na estação do inverno, as chuvas acumuladas foram de 4 mm, o que demonstra período de seca na região (INMET). Verificou-se que as temperaturas do ar médias oscilaram entre 11,1 a 32,8 °C (Gráfico 17) o qual apresentou média de 24,9 °C. A menor temperatura ocorreu no P8 em 7 de julho sob a atuação de uma massa de ar frio, o qual fez com que as temperaturas caíssem em todos os pontos, conforme pode ser observado no gráfico 30. Entre os dias 3 e 6 de agosto percebe-se que as temperaturas voltam a registrar os menores valores médios, onde também houve a atuação de uma massa de ar frio sobre a região. Percebe-se que no início da estação do inverno, com a atuação de massas de ar frio, a incidência dos raios solares faz com que os valores de temperatura ocorram abaixo da média e, ao final da estação prevalecem acima.

Entre os pontos de coleta, o P4 apresenta as maiores temperaturas do ar, enquanto o P8 as menores.

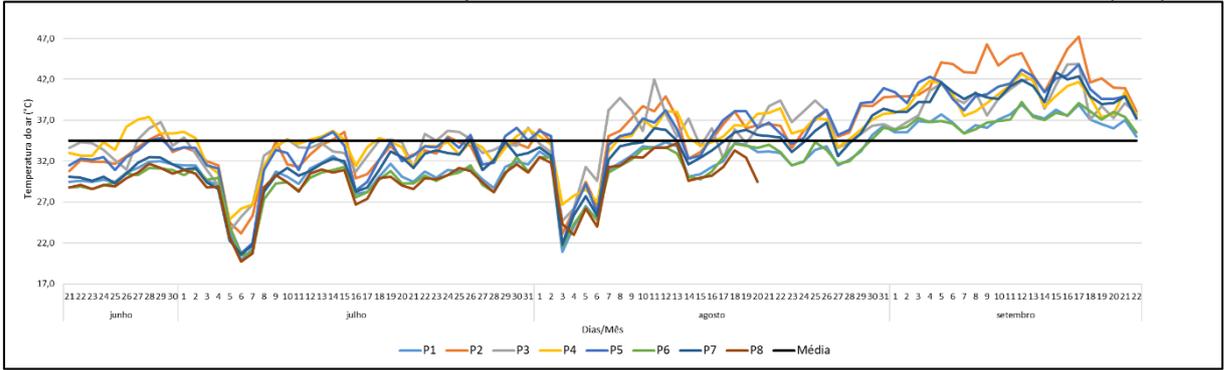
Gráfico 17 – Variabilidade das temperaturas médias no inverno de 2019 em Jataí (GO)



Fonte: Laboratório de Climatologia da Universidade Federal de Jataí.
Organização: Próprio autor (2019)

O gráfico 18, demonstra os registros das temperaturas do ar máxima e, verifica que a média da estação foi de 34,0 °C, os quais tiveram oscilação entre 19,7 °C no dia 6 de julho no P8 e 47,2 °C em 17 de setembro no P2. Nota-se que no início da estação as maiores temperaturas ocorreram em sua maioria abaixo da média, enquanto em agosto e setembro há a elevação das mesmas prevalecendo acima. Observamos que nos dias 5, 6 e 7 de julho as temperaturas máximas não passaram de 26,7 °C, isso devido a atuação de massas de ar fria que são típicas nessa estação (Figura 22 A e B), o que provocou a diminuição das temperaturas.

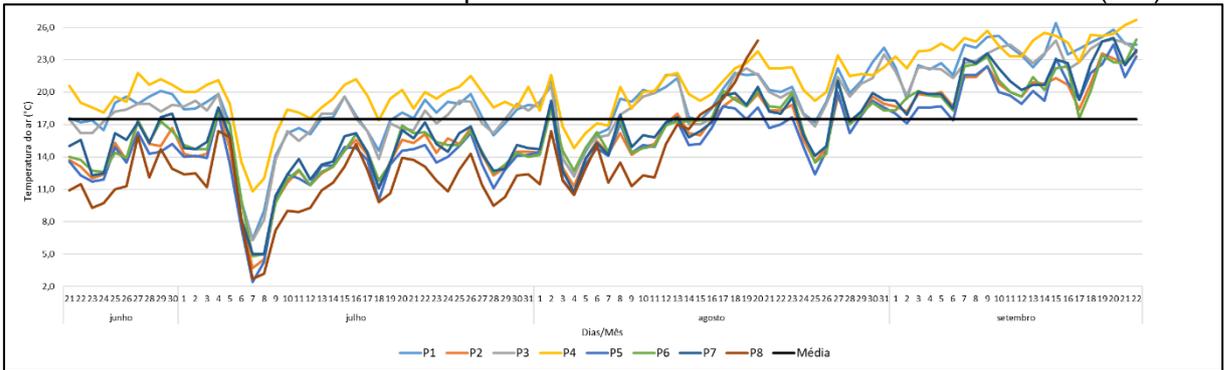
Gráfico 18 – Variabilidade das temperaturas máximas no inverno de 2019 em Jataí (GO)



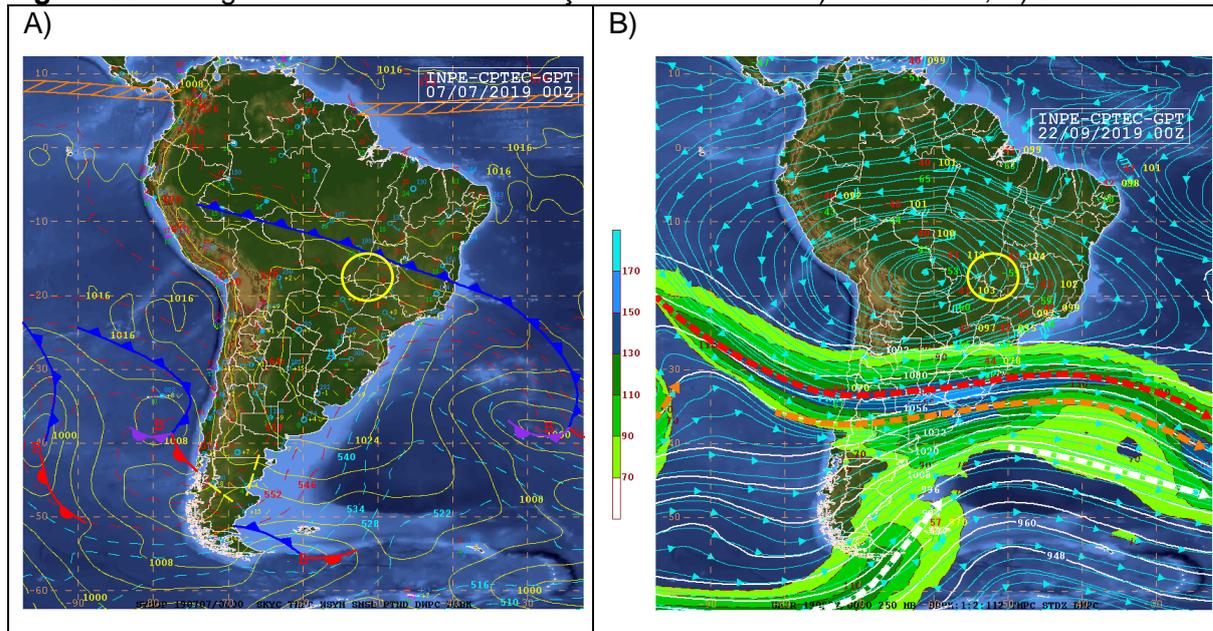
Fonte: Laboratório de Climatologia da Universidade Federal de Jataí.
 Organização: Próprio autor (2019)

Quanto às temperaturas mínimas (Gráfico 19) demonstram que a média da estação foi de 17,5 °C. Os dados registrados oscilaram entre 2,4 a 26,7 °C, sendo que a menor ocorreu em 7 de julho (P5) e a maior em 22 de setembro (P4). Percebe-se que a localidade P4 apresentou as maiores temperaturas mínimas enquanto que o P8 apresentou as menores até a sua data de último registro, sendo que houve falhas nos dados neste ponto de coleta. Verificamos que no dia de maior temperatura mínima houve um escoamento anticiclônico sob a região de estudo, típico dessa época do ano, o qual favoreceu o movimento descendente do ar e contribuiu para a condição de pouca nebulosidade, conforme observado na imagem 22 B, além de elevar as temperaturas máximas.

Gráfico 19 – Variabilidade das temperaturas mínimas no inverno de 2019 em Jataí (GO)



Fonte: Laboratório de Climatologia da Universidade Federal de Jataí.
 Organização: Próprio autor (2019)

Figura 22 – Imagens sinóticas com a atuação da frente fria: A) 07/07/2019; B) 24/09/2019.

* Destaque da área de estudo com o círculo amarelo.
 Fonte: Adaptado de INPE - CPTEC (2019)

De modo geral, é possível verificar que as temperaturas (média, máxima e mínima) da estação do inverno apresentam uma tendência de aumento após julho, sendo que neste período há a diminuição de entradas de frente fria e inicia-se o período de estiagem diminuindo a umidade relativa do ar e consequentemente elevando a temperatura.

Quanto aos valores de desvio padrão da temperatura do ar, verificamos que houve uma oscilação entre 1,0 a 4,1 °C. Nesta estação a localidade P4 apresentou os menores valores de desvio em quase todos dos dados (máximo, mínimo e médio), no inverno temos um menor número horas de radiação solar durante o dia, o que pode ter contribuído para que a localidade não se aquecesse e resfriasse como nas demais estações analisadas.

Observa-se que a localidade P6 também apresentou os menores valores de desvio padrão, sendo que a localidade está em um fundo de vale, o que contribui para nesta estação as temperaturas prevalecerem menores, conforme tabela 14.

Tabela 14 – Desvio padrão de temperatura do ar nos pontos de coleta para o inverno de 2019 em Jataí (GO).

Pontos	Jun			Jul			Ago			Set			Outono		
	Máx	Mín	Méd	Máx	Mín	Méd									
P1	1,0	1,2	1,0	2,9	3,1	2,7	3,3	2,6	3,0	1,0	1,5	1,0	3,8	3,6	3,6
P2	1,3	1,7	1,1	2,9	3,1	2,6	3,9	2,2	2,7	2,3	1,6	0,9	5,1	3,7	3,8
P3	1,6	1,0	0,9	3,0	3,2	2,7	3,7	2,6	2,7	2,2	1,3	1,0	3,9	3,5	3,5
P4	1,7	1,2	1,0	2,7	2,5	2,2	3,2	2,2	2,7	1,6	1,1	0,7	3,6	3,0	3,0
P5	1,2	1,4	0,9	3,7	3,1	2,8	4,1	2,3	2,8	1,6	2,0	0,9	4,7	3,8	3,9
P6	1,0	1,7	1,2	2,7	3,0	2,4	3,2	2,2	2,3	1,0	1,9	0,9	3,9	3,7	3,7
P7	1,1	1,8	1,2	3,4	3,1	2,6	3,6	2,4	2,8	1,5	2,0	1,0	4,7	3,9	3,9
P8	1,0	2,0	1,5	2,8	3,0	2,4	3,3	4,1	3,8	-	-	-	2,9	3,8	3,3

Fonte: Laboratório de Climatologia da Universidade Federal de Jataí.

Organização: Próprio autor (2019)

4.4 ANÁLISE DA FREQUÊNCIA DA TEMPERATURA DO AR ABSOLUTA EM JATAÍ (GO)

Para esta análise, utilizou-se classes denominadas de 1 a 10, sendo que as classes próximas a 1 referem-se aos menores valores de temperaturas do ar absolutas e quanto mais próximas de 10 aos maiores valores. É possível perceber os pontos que apresentam maiores ocorrências de temperaturas extremas máximas e mínimas, e relacioná-las às características de relevo e de uso e cobertura da terra.

4.4.1 Frequências das temperaturas do ar na primavera de 2018

Para a primavera, a frequência de temperatura demonstrou-se entre as classes 1 e 3 (2,4 a 15,9 °C) sem registro de dados. As menores temperaturas foram registradas na classe 4 (16,0 a 20,4 °C), onde ocorreram em maior frequência no P5 e P8 com 15,3 e 8,9 % respectivamente. Estas localidades possuem características que contribuíram para os menores valores, sendo a presença de vegetação e baixa densidade de construção.

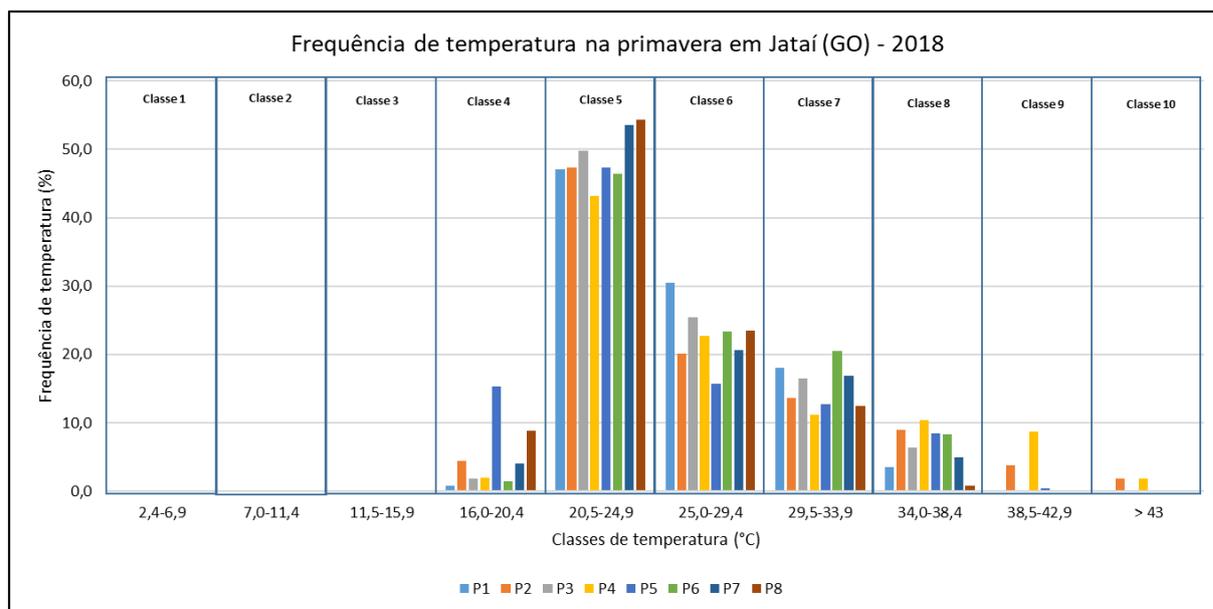
Quanto à maior frequência, verificou-se que ocorreram na classe 5 (20,5 a 24,9 °C) e gradativamente houve uma diminuição para as classes de temperaturas subsequentes (maiores temperaturas do ar). Nesta classe, predominam os registros dos pontos P8 com 54,4% seguido do P7 (53,5%) e P3 (49,7%), assim esses pontos

demonstraram cerca de 50% de suas temperaturas entre 20,5 a 24,9 °C.

Nas classes de maiores temperaturas (classe 8, 9 e 10), verificamos que o P4 sobressai em relação aos demais pontos com 10,4; 8,6 e 1,8% de frequência respectivamente, posteriormente o P2 apresentou também nas mesmas classes 9,0; 3,8 e 1,8% respectivos, confirmando assim que as localidades nesta estação do ano apresentam as maiores temperaturas devido às características ambientais das mesmas.

Já o ponto P3, apesar de apresentar temperaturas nas classes mais altas, estas apresentam-se com pouca frequência, sendo que da classe 9 apresentou 0,2 %. Já o P4 apresentou-se com maiores frequências na classe 9 e 10 com 8,6 e 1,8% respectivamente (Gráfico 20).

Gráfico 20 – Frequência da temperatura do ar absoluta em Jataí (GO) na primavera de 2018.



Fonte: Laboratório de Climatologia da UFJ.

Organização: Próprio autor (2019).

Em geral, verificou-se que os pontos P7 e P8 apresentaram maiores frequências nas temperaturas mais amenas, sendo que as características locais dos pontos contribuíram para os valores registrados, onde localizam-se na área rural com pouco adensamento de construção e presença de vegetação. Já a localidade P4 foi a que apresentou maior frequência de temperaturas elevadas, isso devido a exposição das vertentes aliado à falta de arborização, estando o entorno totalmente pavimentado e com presença de solo descoberto.

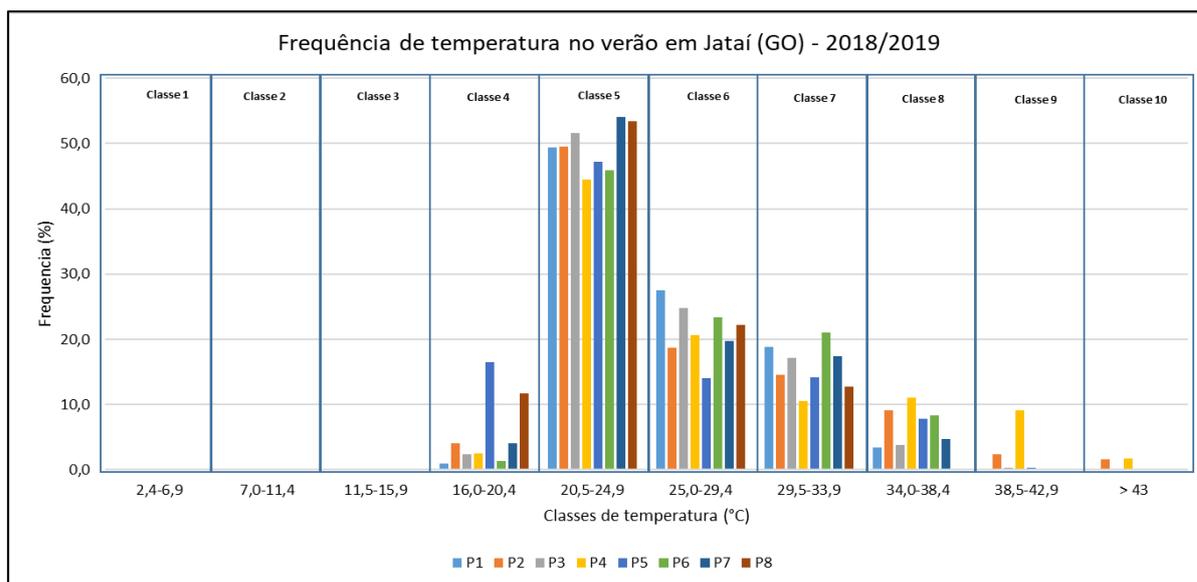
Ainda se verifica que no período da primavera os dados não apresentaram ocorrências abaixo de 20 °C e, com maior frequência na classe 5 principalmente após o início das chuvas em outubro. Estes registros mais elevados a partir da classe 7 são do período anterior ao início das chuvas, com umidades muito baixas até outubro/novembro.

4.4.2 Frequências da temperatura do ar no verão de 2018/2019

Quanto à frequência das temperaturas na estação do verão, verificou-se que não houve registros nas menores classes (1 a 3). Já para a classe 4 (16,0 a 20,4 °C) as localidades P5 e P8 tiveram as maiores frequências registradas (16,5 e 11,6 % respectivamente) em relação aos demais pontos de coleta, os quais estavam abaixo de 5% nesta classe. Observa-se por meio do gráfico 21 que houve um predomínio de maior frequência das temperaturas na classe 5 (20,5 a 24,9 °C) em todos os pontos de coleta, onde as maiores ocorreram no P7 com 54,0% seguido do P8 com 53,4%, essas localidades estão em uma área com arborização e gramíneas, conforme mencionado anteriormente.

Para as maiores temperaturas, verificou-se que nas classes 8 (29,5 a 33,9 °C), 9 (34,0-38,4 °C) e 10 (acima de 43,0 °C) há a maior predominância da localidade P4 com 11,1%; 9,1% e 1,8% seguido da localidade P2 (9,1%; 2,4%; e 1,6%).

Gráfico 21 – Frequência da temperatura do ar em Jataí (GO) no verão de 2018/2019.



Fonte: Laboratório de Climatologia da UFJ.

Organização: Próprio autor (2019)

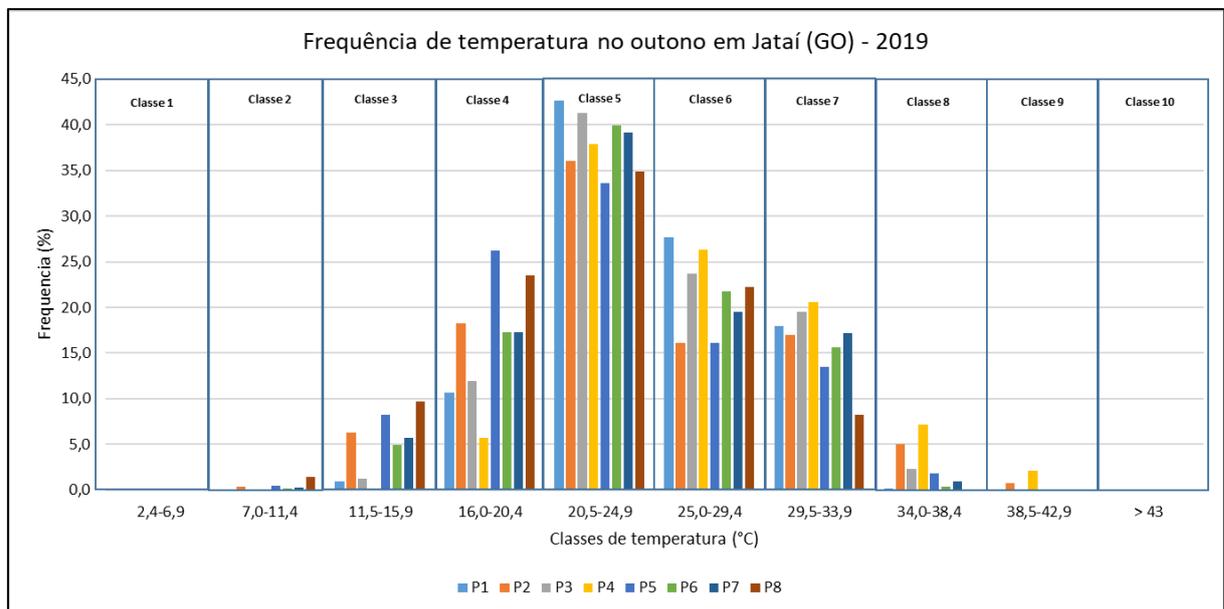
Através dos dados coletados no verão observa-se a importância da ocorrência de chuvas regulares e da umidade do ar para manter as temperaturas mais amenas na cidade, em torno de 20,0 a 25,0 °C.

4.4.3 Frequências da temperatura do ar no outono de 2019

Na análise das frequências de temperaturas no outono (Gráfico 22), verificou-se que as mesmas também se apresentaram com maiores frequências na classe 5 e, obtiveram temperaturas nas classes 2 e 3 com destaque para o P8 com as maiores frequências (classe 2 com 2,4% e classe 3 com 9,7%).

Nota-se que as localidades P2, P3 e P4 apresentaram frequências de temperaturas nas maiores classes (8, 9 e 10), sendo que na classe 8 o P2 teve 5,0%, P3 com 4,6% e o P4 com 7,2%. Já para a classe 9 sobressaíram o P4 com 2,1%, seguido do P3 com 1,6% e o P2 com 0,7%.

Gráfico 22 – Frequência da temperatura do ar em Jataí (GO) no outono de 2019.



Fonte: Laboratório de Climatologia da UFJ.

Organização: Próprio autor (2019)

As frequências das temperaturas no outono demonstraram um período de transição. Os registros contaram com o predomínio de temperaturas nas classes 5 e 6, demonstrando a importância da umidade e ocorrência de chuvas, porém, já evidencia uma maior frequência nas classes 3 e 4, mostrando a transição para

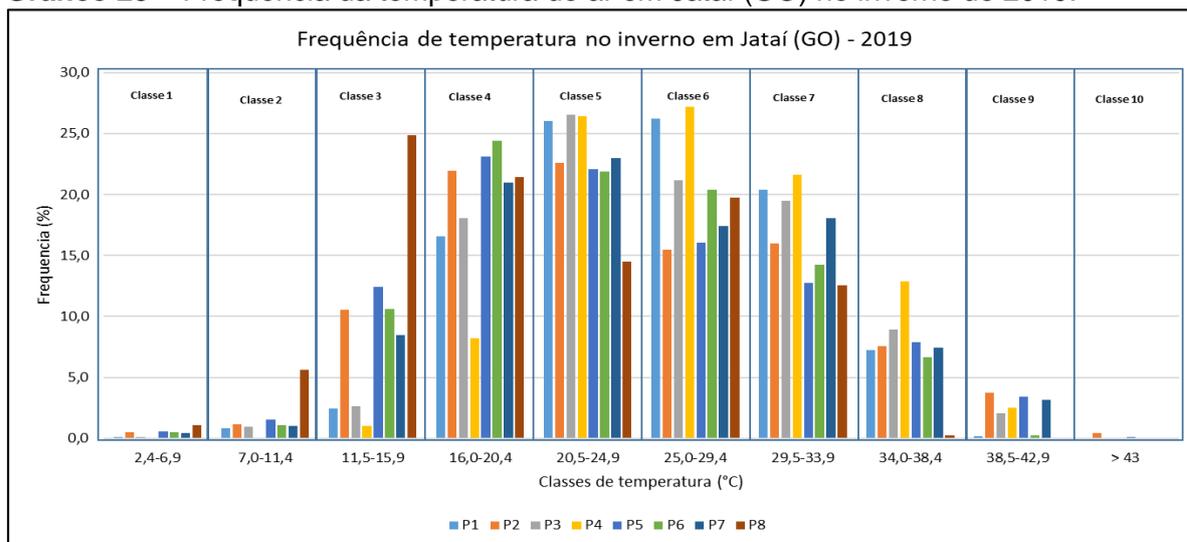
temperaturas mais baixas a partir de maio.

Os valores registrados nas maiores classes, mesmo em menor porcentagem, indicam os locais que necessitam de uma intervenção a fim de amenizar os extremos climáticos, aumentando assim a qualidade ambiental climática. Silveira (2016) corrobora em seus estudos e demonstra que a organização espacial condiciona as repercussões dos eventos climáticos extremos, tanto positivos quanto negativos e, a este associa-se o agravamento de doenças.

4.4.6 Frequências da temperatura do ar no inverno de 2019

Quanto às frequências de temperaturas do ar para o inverno, verificamos que as maiores classes de ocorrência foram na 4 e 5 (16,2 a 25,3°C) havendo um decréscimo para as maiores temperaturas. Nesta estação, nota-se que as temperaturas menores possuem maior frequência, isso devido a atuação de massas de ar frio que atuaram na área. Entre esses valores menores temos o destaque para a localidade P8 em relação aos demais pontos. Já para as maiores classes de temperatura o P4 apresentou maior frequência (assim como nas outras estações do ano), conforme pode ser observado no gráfico 23. Desta forma, o P4 registrou uma frequência na classe 6 com 26,6%, na classe 7 com 22,1%, na 8 com 10,8% e na 9 com 1,8%. Para a maior classe (10) os pontos P2 e P3 apresentaram 0,4 e 0,1 % de frequência respectivamente.

Na classe de maiores temperaturas (acima de 43,0 °C) os pontos P2 e P3 apresentaram maior frequência, sendo que essas localidades apresentam características que propiciam as temperaturas mais elevadas, onde o P2 além de possuir pouca arborização está localizado em um bairro totalmente pavimentado, com solo exposto e um conjunto de casas direcionadas ao centro do quarteirão (Figura 23 A e B). Já o P3 é um bairro popular que possui casas próximas umas das outras, com pouca arborização e bastante solo exposto, visto que essa área é destinada à construção de praças.

Gráfico 23 – Frequência da temperatura do ar em Jataí (GO) no inverno de 2019.

Fonte: Laboratório de Climatologia da UFJ.
Organização: Próprio autor (2019)

Figura 23 – Vista parcial dos pontos de coleta com solo exposto, A) Ponto 2 e B) Ponto 4.

Fonte: Próprio autor (2019)

No inverno verificou-se uma distribuição dos valores térmicos em todas as classes, isso devido às características do inverno na região. As temperaturas mais baixas ocorrem somente até a primeira quinzena de agosto, depois a região apresenta características de primavera. Já a umidade baixa e a falta de chuvas também contribuem para o aumento da frequência de temperaturas acima de 30,0 °C no inverno.

4.5 ANÁLISE DO CONFORTO TÉRMICO EM JATAÍ (GO)

Para a análise do conforto térmico nas estações do ano considerou-se os meses com valores térmicos extremos (maior e menor temperatura absoluta do ar). Devido a grande quantidade de dados coletados, optou-se por concentrar a análise nos horários das 03, 09, 15 e 21 horas.

4.5.1 Análise do conforto térmico na primavera de 2018

Na primavera, os meses de novembro e dezembro apresentam os maiores registros de temperatura (extrema de 48,3 °C), enquanto o menor registro ocorreu em dezembro (extrema de 16,7 °C), assim, na primavera analisou-se os meses de novembro e dezembro. Destaca-se, ainda, que a primavera representa a transição entre o período seco e chuvoso no Cerrado, com o mês de novembro representando o período de reposição de água no solo e o aumento nos índices de umidade relativa do ar.

Ao observar o horário das 3 horas (Gráfico 24 A) identifica-se que a menor temperatura efetiva ocorreu no dia 10, onde todos os pontos apresentaram uma queda para a zona de desconforto ao frio (pouco frio), sendo que não é característico nesta época do ano, porém, se trata de uma área rural (P8).

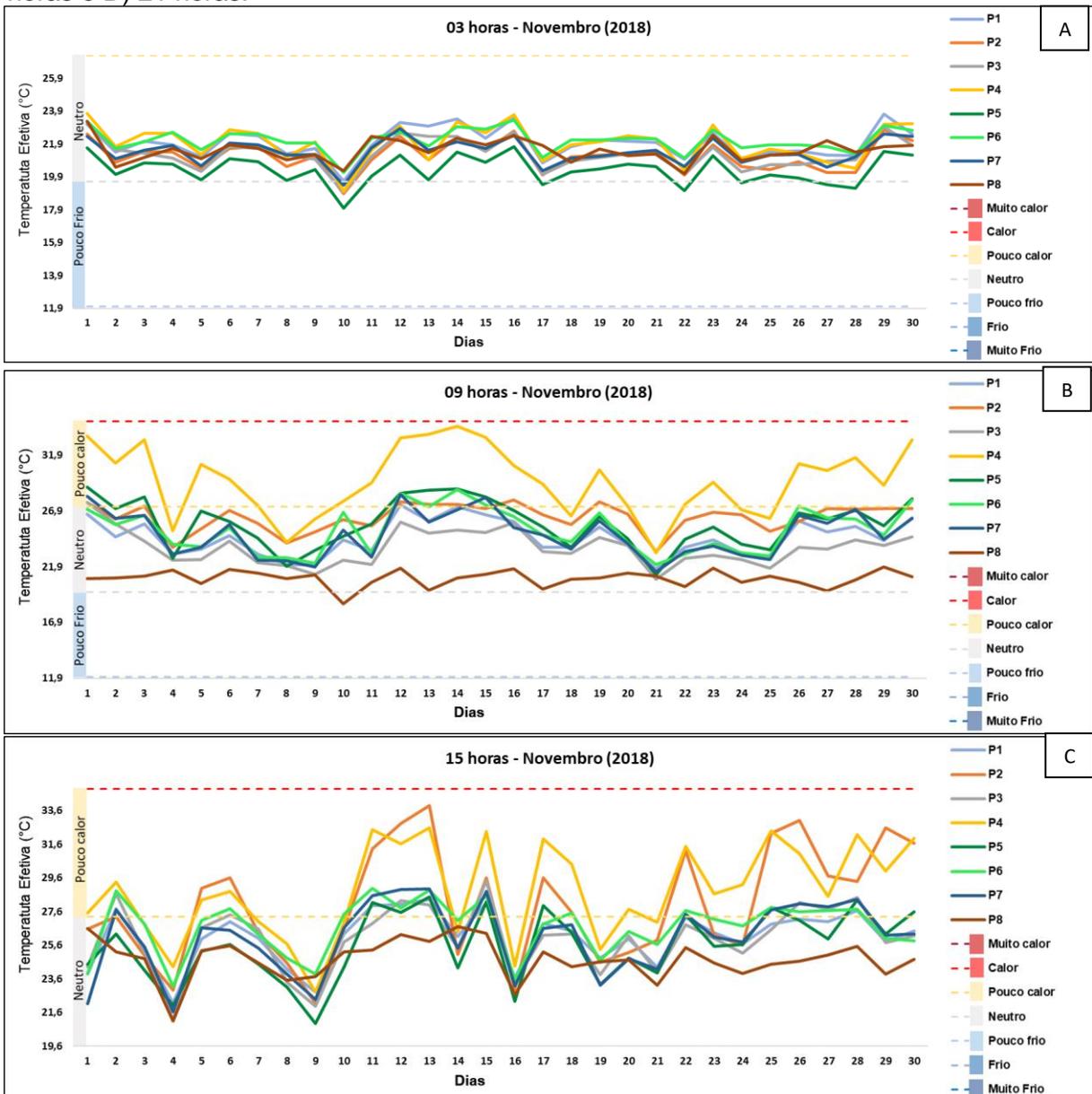
Em destaque, verificamos que o ponto P5 teve o menor registro de temperatura efetiva durante todo o mês, sendo que as características do local contribuem para os registros. Para o horário das 9, o P4 apresentou os maiores valores de temperatura efetiva durante todo o mês de novembro e, suas temperaturas ficaram na zona de desconforto térmico (pouco calor). Isso ocorreu devido ao solo exposto e ao padrão das construções próximas à localidade, o que provoca um maior aquecimento da superfície, em consequência o aumento da temperatura do ar. Quanto às menores temperaturas efetivas ocorreram no P8, sendo o menor no dia 10 com 18,6 °C.

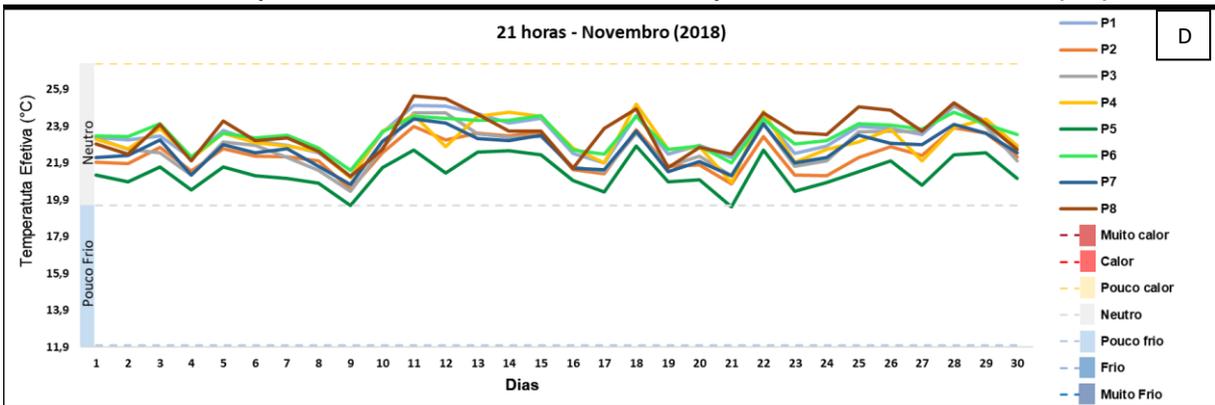
Às 09 horas, comparando os pontos de análise, verificou-se uma maior diferença nas temperaturas efetivas, onde o P4 prevaleceu com temperaturas com desconforto ao calor (pouco calor). Neste horário o FVC influenciou bastante, sendo que os pontos que possuem menor obstrução dos raios solares nesse período do dia apresentaram as maiores temperaturas efetivas.

Para as 15 horas (Gráfico 24C), verificou-se que as temperaturas efetivas prevaleceram com neutralidade (zona de conforto) e ao desconforto ao calor, principalmente no final do mês. Verifica-se entre os horários das 9 e 15 horas uma diferença das temperaturas, sendo as 15h menores que as 9h, nitidamente nos pontos 2 e 4, isso justifica-se pelo período da tarde haver uma obstrução na radiação solar na localidade.

Nas 21 horas (Gráfico 24D), verificou-se que as temperaturas efetivas ficaram dentro da zona de conforto térmico em todos os pontos. O P5 neste horário apresentou a menor temperatura efetiva entre os pontos de coleta e, nos dias 9 e 21 apresentou temperatura efetiva no valor de 19,6 °C (temperatura no limite entre o conforto e desconforto ao frio) e, o P8 apresentou a maior (25,5 °C) no período de análise (novembro).

Gráfico 24 – Temperatura efetiva no mês de novembro de 2018. A) 3 horas; B) 9 horas; C) 15 horas e D) 21 horas.



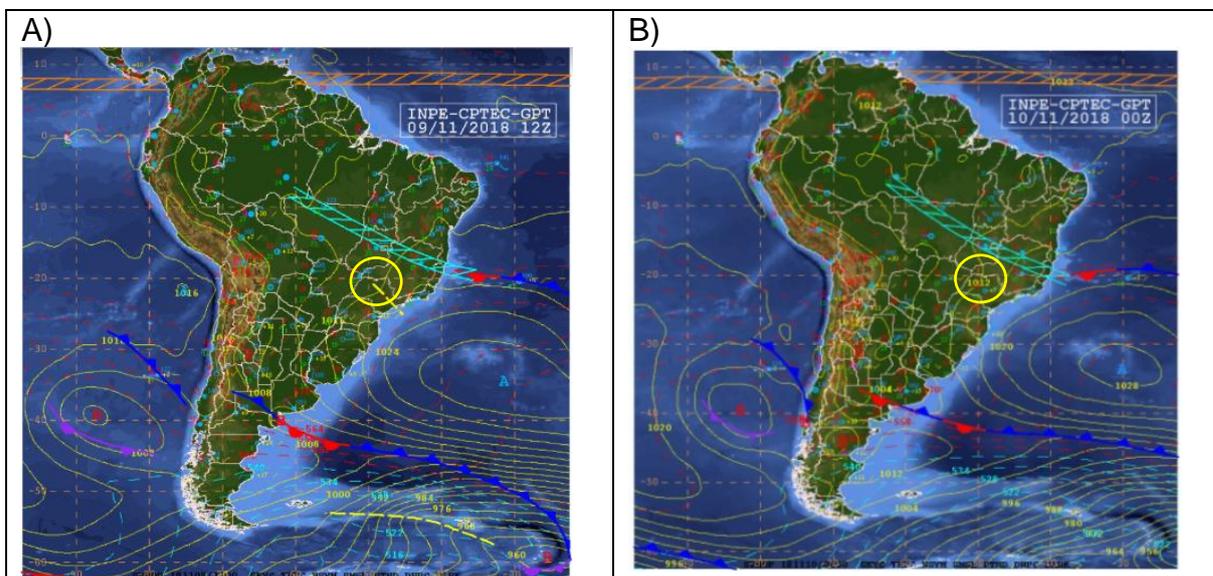


Fonte: Laboratório de Climatologia (UFJ)
 Organização: Próprio autor (2019)

Para o mês de novembro, as temperaturas efetivas se mantiveram dentro da zona de conforto (neutro) em quase sua totalidade, sendo que em alguns dias demonstraram temperaturas com desconforto em relação ao calor (pouco calor). Nota-se aqui o papel fundamental das precipitações e dos maiores índices de umidade relativa do ar para a manutenção do estado de conforto térmico na cidade de Jataí.

Ao analisar os gráficos horários, verificamos que a partir do dia 9 de novembro às 15 horas as temperaturas efetivas diminuíram, o que provocou a diminuição das temperaturas, o que também ocorreu às 03 horas do dia 10, isso foi devido a atuação da Zona de Convergência de Umidade (ZCOU) (Figura 24A e B), o que provocou o aumento da umidade relativa e a diminuição da temperatura do ar, acarretando assim uma queda na temperatura efetiva.

Figura 24 – Cartas sinóticas do dia 09/11/2018 e 10/11/2018.



* Destaque da área de estudo com o círculo amarelo.
 Fonte: Adaptado de INPE - CPTEC (2019)

Na análise da temperatura efetiva em dezembro, as 03 horas verificou-se que todos os pontos prevaleceram-se dentro da zona de conforto térmico (neutro), entretanto, em alguns dias é possível observar temperaturas na zona de desconforto ao frio (pouco frio), sendo que o P5 manteve-se com maiores números de dias com as temperaturas menores, principalmente entre os dias 9 e 19, isso é explicado devido a localidade estar próxima a uma área com bastante vegetação, o que contribui para as menores temperaturas do ar e maiores umidades relativas (Gráfico 25 A).

Para as 9 horas (Gráfico 25 B) a localidade P4 apresentou-se com os valores de temperatura efetiva maiores, sendo classificado como desconforto ao calor (pouco calor), próximo a calor. Já o P8 no início do mês, entre os dias 01 e 08 manteve-se na zona de conforto e após esses dias ficou dentro da zona de desconforto ao frio (pouco frio). Percebe-se que as localidades possuem valores de temperaturas efetivas distintas, sendo que o P4 e P8 demonstram-se com amplitudes maiores em relação aos demais pontos, isso devido suas características locais como a altitude e uso e cobertura da terra.

O gráfico 25 C demonstra as temperaturas efetivas para as 15 horas, observa-se que os pontos prevaleceram entre a zona de desconforto ao calor e de conforto. A localidade P8 esteve sempre com temperaturas efetivas menores, as quais estiveram sempre dentro da zona de conforto, enquanto que o P2 e P4 registraram temperaturas efetivas maiores durante o período e apresentaram-se na zona de desconforto ao calor. No dia 14 houve uma queda nas temperaturas efetivas em alguns pontos de coleta, especialmente no P2, P4 e P5 e, de acordo com o boletim técnico do CPETEC/INPE, neste dia ocorreu uma ampla área anticiclônica em grande parte do Centro-Oeste e, este sistema gerou subsidência forçada que inibiu a formação de nebulosidade significativa em grande parte destas áreas. No entanto, de forma bem isolada, a termodinâmica foi mais forte e favoreceu o desenvolvimento de nuvens mais convectivas, preferencialmente a partir da tarde, ocasionando assim às 15 horas a queda das temperaturas efetivas em algumas localidades dentro da cidade, especificamente a noroeste, onde se encontram estes pontos.

Para as 21 horas (Gráfico 25 D) verificou-se que as temperaturas efetivas prevaleceram dentro da zona de conforto em todos os pontos de coleta. Neste horário a localidade P8 demonstrou temperaturas efetivas maiores sendo que se encontra numa área densamente gramada e próximo ao Rio Claro, assim, essas superfícies demoram mais a aquecer, como também demoram mais a perder o calor.

Gráfico 25 – Temperatura efetiva no mês de dezembro de 2018. A) 3 horas; B) 9 horas; C) 15 horas e D) 21 horas.



Fonte: Laboratório de Climatologia (UFJ)
 Organização: Próprio autor (2019)

Ao analisar a frequência das temperaturas efetivas na estação da primavera, constatou-se que os maiores valores de temperatura efetiva foram registrados na zona

de conforto (neutro). Entre os pontos de coleta a localidade P8 apresentou os maiores números de horas na zona (95,2%) distribuídos entre os meses de setembro a dezembro (7,7; 33,4; 33,0 e 21,0% consecutivamente), enquanto que a localidade P4 apresentou o menor registro de horas na zona de conforto com 67,7 % (Tabela 15).

Para as temperaturas com desconforto ao frio o maior registro ocorreu no P5 com 7,3%, sendo que a localidade possui bastante arborização e fica ao lado de um parque ecológico com vegetação nativa do cerrado, o que proporciona principalmente no período da noite a queda das temperaturas do ar e automaticamente o registro de temperaturas efetivas para o frio.

Quanto às temperaturas com desconforto ao calor, notou-se que o P4 sobressaiu em relação aos demais pontos, sendo que apresentou em outubro 0,3%, novembro 0,8 e dezembro com 1,0% o que equivale a 13, 33 e 41 registros.

Se tratando de desconforto ao calor (pouco calor), no mês de outubro ocorreu maior porcentagem de registro em todos os pontos e, com destaque para o P4 (11,3%).

Tabela 15 – Frequência das temperaturas efetivas (%) na primavera de 2018 em Jataí (GO).

Ponto	Muito Calor				Calor				Pouco calor				Neutro				Pouco frio				Frio				Muito frio			
	Set	Out	Nov	Dez	Set	Out	Nov	Dez	Set	Out	Nov	Dez	Set	Out	Nov	Dez	Set	Out	Nov	Dez	Set	Out	Nov	Dez	Set	Out	Nov	Dez
P1									1,3	3,8	2,3	4,2	7,6	30,6	30,9	19,2			0,1									
P2									1,8	7,5	6,4	6,4	6,2	26,3	26,7	16,5	0,9	0,6	0,3	0,4								
P3									1,6	6,2	3,3	6,2	7,1	28,3	29,7	17,0	0,1		0,3	0,1								
P4					0,3	0,8	1,0		0,6	11,3	9,4	8,2	2,5	25,1	25,0	15,2			0,2	0,5								
P5									1,6	5,7	4,5	5,0	5,0	27,1	27,3	16,5	2,2	1,7	1,5	1,9								
P6									1,3	6,1	4,7	5,7	6,9	28,4	28,7	17,4	0,6			0,2								
P7									1,7	4,8	3,5	5,3	6,3	29,1	29,6	17,7	0,9	0,5	0,2	0,4								
P8										0,1			7,7	33,4	33,0	21,0	1,2	0,9	0,2	2,4								

Fonte: Laboratório de Climatologia (UFJ)

Organização: Próprio autor (2020)

Ao analisar a variabilidade da temperatura do ar, os dados de conforto térmico e a frequência destes de suas ocorrências, verificou que a localidade P4 apresentou temperaturas mais elevadas e maior frequência de desconforto em relação ao calor, sendo que a localidade com a vertente voltada a oeste, com média declividade e fator de visão do céu faz da localidade ser a mais aquecida e obter o menor conforto ambiental, sendo necessário um planejamento para minimizar esses efeitos de extremos que ocorrem nesta área. Já as localidades que possuem arborização (P5,

P7 e P8) demonstraram menores porcentagens de desconforto em relação ao calor, porém, nota-se mesmo que em menor frequência desconforto ao frio (pouco frio).

4.5.2 Análise do conforto térmico no verão de 2018/2019

No verão, observou-se que tanto a temperatura máxima quanto a mínima ocorreram em janeiro, desta forma este foi o mês que se analisou as temperaturas efetivas.

Para as 3 horas, verificou-se que as temperaturas efetivas prevaleceram dentro da zona de conforto (neutro), neste horário verifica-se que há uma uniformidade na variação dos valores, sendo que a ausência da radiação solar contribuiu para uma menor variação entre os pontos de coleta. Diante dos dados, nota-se que a localidade P5 teve os menores registros, sendo que a vegetação tende a provocar a atenuação nos valores térmicos, principalmente durante a madrugada. Observou-se que houve registro de temperaturas efetivas com desconforto ao frio (pouco frio) em alguns pontos de coleta nos dias 13, 20, 29, 30 e 31 (Gráfico 26A).

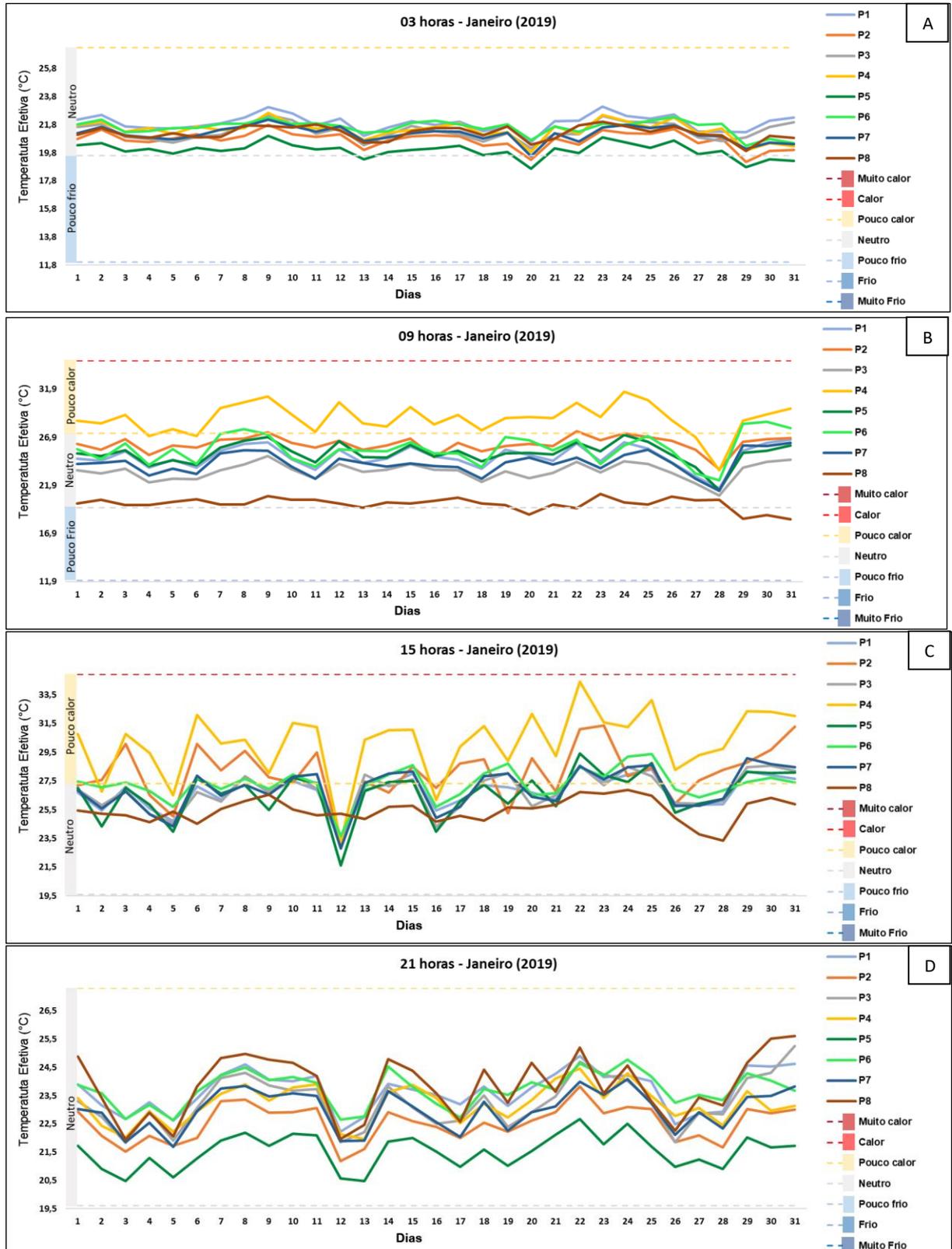
Para as 9 horas constatou-se que a localidade P4 apresentou os maiores registros com desconforto ao calor, com exceção do dia 28, onde a atuação do Vórtice Ciclônico de Altos Níveis (VCAN) fez com que a temperatura efetiva ficasse dentro da zona de conforto. O P8 apresentou os menores valores de temperatura efetiva para o período, porém, mantém-se entre a zona de conforto (prevalência) e desconforto ao frio durante todo o mês (Gráfico 26 B).

Para as 15 horas, todos os pontos de coleta apresentaram temperaturas efetivas elevadas, prevalecendo os registros dentro da zona de desconforto ao calor (pouco calor), principalmente para os pontos P2 e P4. Também houve registros de alguns dias dentro da zona de conforto na maioria dos pontos de coleta. Quanto à localidade P8 apresentou-se apenas na zona de conforto (neutro). No dia com menores temperaturas efetivas (12/01), houve a atuação do Vórtice Ciclônico de Altos Níveis (VCAN), conforme Gráfico 26 C, neste dia todos os pontos ficaram dentro da zona de conforto às 15 horas.

Às 21 horas (Gráfico 26 D), todos os pontos estavam dentro da zona de conforto térmico (neutro). Entre os pontos, o P5 apresentou as temperaturas efetivas menores enquanto o P8 se destacou entre as maiores temperaturas, mesmo dentro da zona de conforto, sendo que durante o dia, a superfície se aquece, gerando um

fluxo de calor para o interior do solo e, à noite, inverte-se o sentido do fluxo, que agora passa a ser do interior do solo para a superfície.

Gráfico 26 – Temperatura efetiva no mês de janeiro de 2019. A) 9 horas; B) 15 horas e C) 21 horas.



Fonte: Laboratório de Climatologia (UFJ)
 Organização: Próprio autor (2019)

As frequências de temperaturas efetivas demonstraram que a localidade P8 foi a que apresentou maior frequência na zona de conforto térmico (neutro) em todos os meses da estação, totalizando 94,6%. Posteriormente temos o P1 com 86,2% dos valores dentro da zona de conforto e o P3 com 84,0%.

Quanto aos valores de temperatura efetiva com desconforto em relação ao frio, percebe-se que o mesmo não apresentou nas classes de frio e muito frio, porém houve o registro na classe pouco frio, tendo destaque para a localidade P5 com maior frequência em relação aos demais pontos (7,4%) seguido do P8 (4,7%). Essas localidades possuem as maiores taxas de arborização e área gramada, o que contribui para o registro desses valores durante a noite e a madrugada, como pode ser observado nos valores de temperatura efetiva das 03 e 09 horas.

Para o desconforto ao calor verificamos que o P4 registrou o maior valor com 27,5% das horas, seguido pela localidade P2 com 20,4% e o P6 com 20,2%. Nesta estação o mês de janeiro demonstrou maiores frequências com desconforto em relação ao calor, conforme pode ser observado na tabela 10. Em destaque o P4 que registrou as maiores temperaturas efetivas, o que ocasionou o registro em todos os meses na classe de calor (34,9 a 42,4°C). Desta forma, nota-se que as frequências de temperaturas efetivas na zona de pouco calor demonstraram um decréscimo de episódios de janeiro a abril, isso devido a transição para o outono onde há quedas das temperaturas devido a atuação da atmosfera (Tabela 16).

Tabela 16 – Frequência das temperaturas efetivas (%) no verão de 2018 e 2019 em Jataí (GO).

Ponto	Muito Calor				Calor				Pouco calor				Neutro				Pouco frio				Frio				Muito frio			
	Dez	Jan	Fev	Mar	Dez	Jan	Fev	Mar	Dez	Jan	Fev	Mar	Dez	Jan	Fev	Mar	Dez	Jan	Fev	Mar	Dez	Jan	Fev	Mar	Dez	Jan	Fev	Mar
P1									0,9	4,0	2,7	5,8	10,4	27,7	18,9	29,3	0,2	0,1										
P2									2,5	6,3	4,0	7,6	8,9	25,1	17,4	26,4	0,4	0,1	1,2									
P3									1,5	4,0	2,6	6,8	9,8	27,4	18,8	27,9	0,4	0,2	0,5									
P4					0,1	1,5	0,9	1,5	3,9	8,0	5,8	9,8	7,4	22,1	14,9	23,0	0,2	0,9										
P5									2,1	5,4	3,6	7,1	9,2	24,7	16,9	23,7	0,1	1,8	1,1	4,5								
P6									2,4	6,3	3,5	8,0	9,0	25,5	18,1	27,0				0,3								
P7									1,4	5,0	3,7	6,6	9,9	26,4	17,8	27,3	0,3	0,1	1,3									
P8									0,2	0,4			11,3	30,6	21,2	31,5	1,0	0,4	3,4									

Fonte: Laboratório de Climatologia (UFJ)

Organização: Próprio autor (2020)

Na análise dos dados verifica-se que a localidade P4 apresenta os maiores valores de temperatura do ar e temperatura efetiva, sendo que a localidade também apresentou na primavera, ou seja, a localidade apresenta extremos de temperaturas que ocasionam estresse térmico em relação ao calor.

4.5.3 Análise do conforto térmico no outono de 2019

Para a análise do conforto térmico considerou-se o mês com a maior temperatura do ar (maio) e a menor (junho). Em maio verificou-se que às 3 horas os pontos de coleta apresentaram-se em sua maioria dentro da zona de conforto, o que corresponde à primeira quinzena, com exceção do P5 entre os dias 7 a 13 que registrou temperaturas para desconforto em relação ao frio (Gráfico 27 A). Os maiores valores de temperatura efetiva prevaleceram no P4, sendo que nessa época do ano a localidade é a que apresenta os registros com mais conforto.

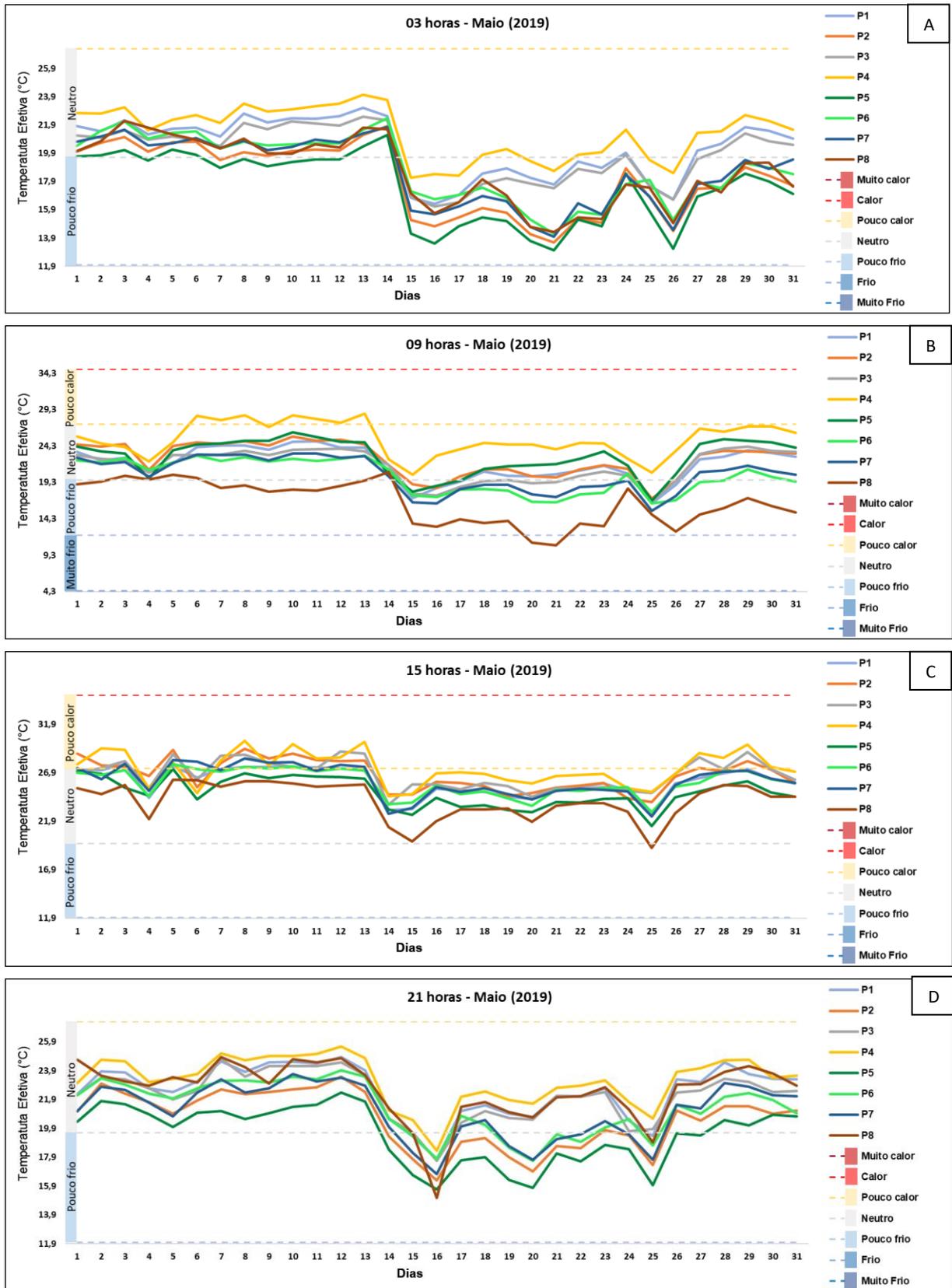
Para as 9 horas, verificou-se entre os pontos de coleta na primeira quinzena o predomínio da zona de conforto, com exceção do P4 entre os dias 6 e 13, o que provocou desconforto em relação ao calor (pouco calor) e o P8 que apresentou dias com desconforto ao frio (pouco frio). Já no final da quinzena, o horário registrou valores de temperaturas baixas, caracterizando-se na zona de desconforto em relação ao frio (pouco frio) na maioria dos pontos de coleta.

As 15 horas verificou um predomínio de desconforto em relação ao calor nessa primeira quinzena nos pontos 2, 3, 4 e 7, o que também pode ser notado no final do mês (Gráfico 27 C). Assim, as localidades P2 e P4 se destacam com as maiores temperaturas efetivas do mês.

Quanto à temperatura efetiva para as 21 horas, na primeira quinzena todos os pontos apresentaram-se dentro da zona de conforto (Gráfico 27 D). Já na segunda quinzena prevaleceu na zona de desconforto ao frio, esse fato ocorreu devido a atuação de massas de ar, como no dia 15/05 (Figura 25 A) com a atuação de um sistema estacionário entre o sul da Região Amazônica que se estendeu ao Centro Oeste e sudeste onde seguiu como ramo frio até uma baixa pressão com centro de 976 hPa. Para o dia 16/05, percebe-se que as temperaturas efetivas se elevam, sendo que a massa de ar começou a se afastar do continente e após tornou atuar (Figura 25 B, C e D).

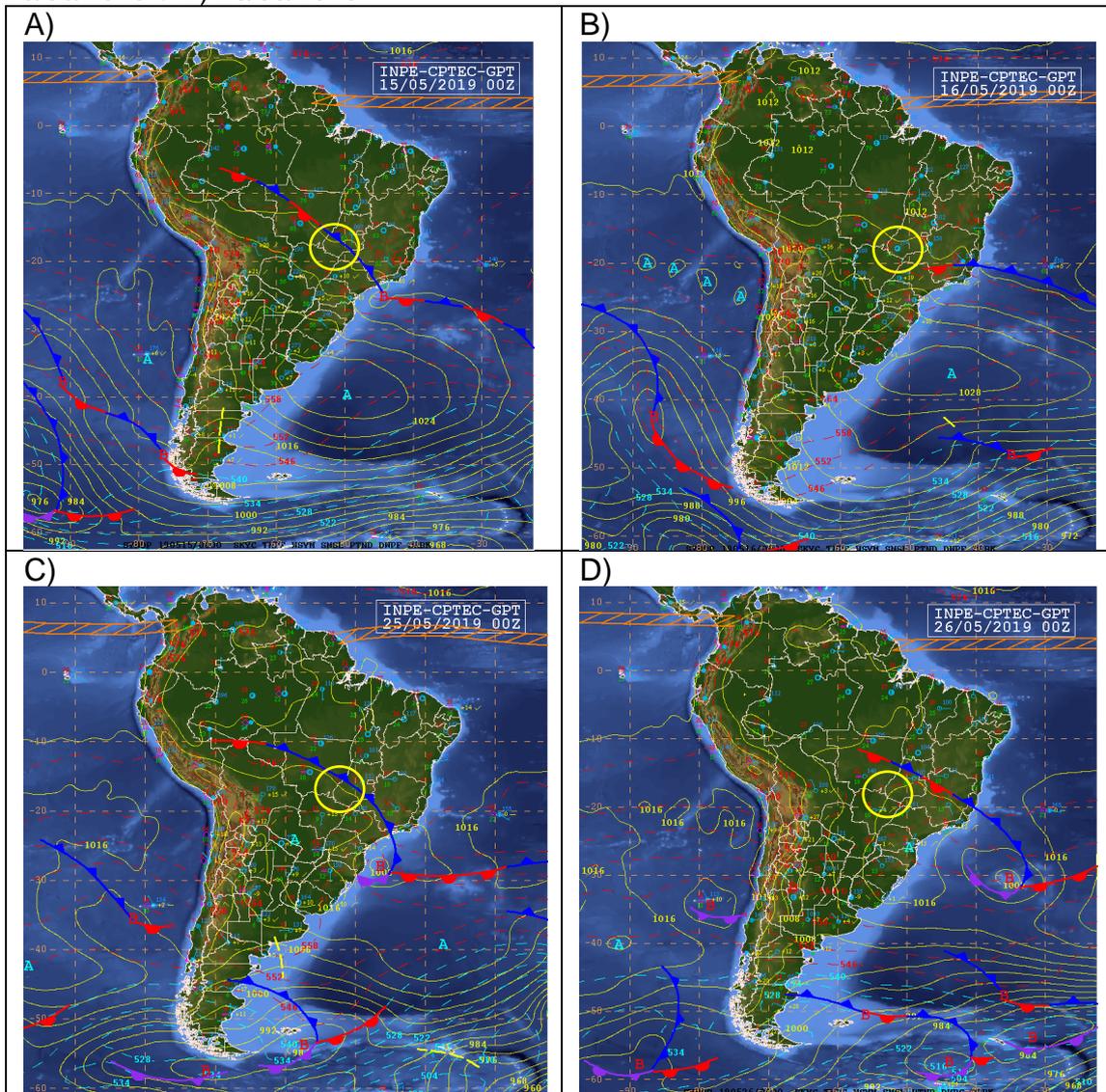
Os dados demonstraram clareza a transição para o período mais frio após a segunda quinzena de maio na região, persistindo até o início de agosto. Assim, verificou-se que as temperaturas mais baixas não se concentram no inverno, mas sim num período entre meados de outono e inverno.

Gráfico 27 –Temperatura efetiva no mês de maio de 2019. A) 9 horas; B) 15 horas e C) 21 horas.



Fonte: Laboratório de Climatologia (UFJ)
 Organização: Próprio autor (2019)

Figura 25 – Imagens sinóticas com a atuação da frente fria: A) 15/05/2019; B) 16/05/2019; C) 25/05/2019 e D) 26/05/2019.



* Destaque da área de estudo com o círculo amarelo.

Fonte: Adaptado de INPE - CPTEC (2019)

Na análise do mês de junho, às 3 horas os pontos de coleta prevaleceram na zona de desconforto ao frio (pouco frio) (Gráfico 28 A) e, os pontos P2 e P5 que apresentaram temperaturas com desconforto ao frio (frio) (12,0 e 10,6°C respectivamente), percebe-se que durante a estação as temperaturas do P4 registraram-se mais elevadas que os demais pontos, porém, permaneceu grande parte dentro da zona de conforto visto que a temperatura efetiva é uma relação entre a temperatura do ar e a umidade relativa do ar.

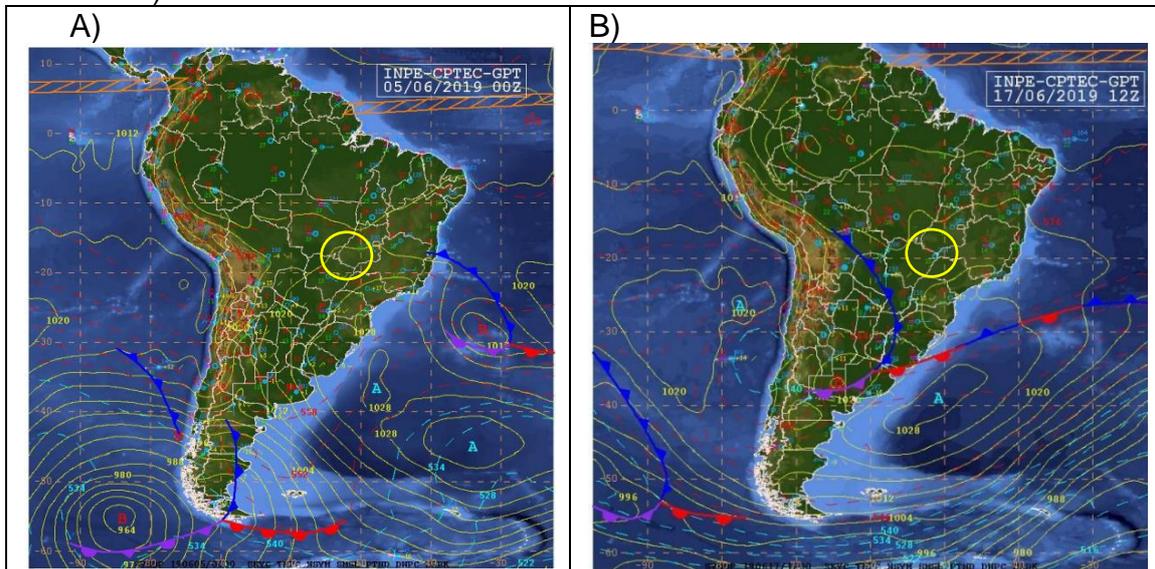
No horário das 9h, verificamos que houve uma oscilação entre os pontos de coleta, sendo que o P4 se manteve na zona de conforto e os demais pontos (exceto o P8) oscilou entre a zona de conforto e o desconforto ao frio (pouco frio), enquanto

que o P8 oscilou entre a zona de pouco frio e frio. Nesses dias notou-se a presença de frente fria atuando sobre o território brasileiro, na parte litorânea, não especificamente na área de estudo, mas essa atuação acabou por influenciar as temperaturas registradas (Figura 28 A e B).

O predomínio de temperaturas efetivas para as 15 horas ocorreu na zona de conforto entre os pontos, com exceção em dias esporádicos em que do P8 registrou 19,3 °C de temperatura ficando dentro da zona de desconforto ao frio (Gráfico 26 C). Nesta época do ano é comum uma zona de conforto, visto que apesar de entradas de frentes frias, as características ambientais dos pontos contribuem para o aquecimento, principalmente a tarde.

Já às 21 horas (Gráfico 28 D), as temperaturas estavam dentro da zona de conforto e desconforto ao frio. As localidades que possuem características para o resfriamento como o P5, apresentaram as menores temperaturas efetivas para este horário, entre essas características a presença de vegetação nativa do cerrado (parque IPSPG).

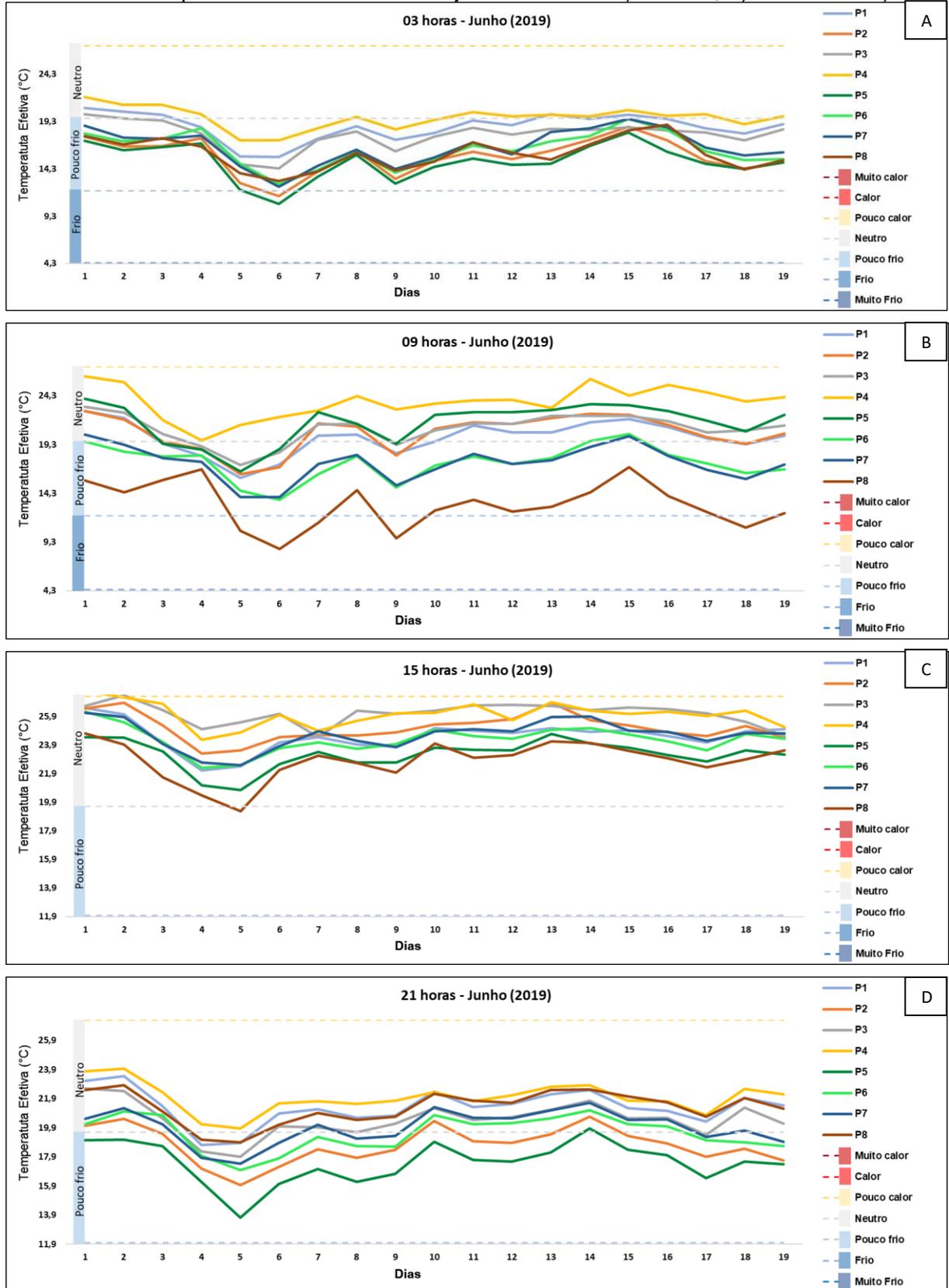
Figura 26 – Imagens sinóticas com a atuação da frente fria no litoral: A) 05/06/2019; B) 17/06/2019)



* Destaque da área de estudo com o círculo amarelo.

Fonte: Adaptado de INPE - CPTEC (2019)

Gráfico 28 – Temperatura efetiva no mês de junho de 2019. A) 9 horas; B) 15 horas e C) 21 horas.



Fonte: Laboratório de Climatologia (UFJ)
 Organização: Próprio autor (2019)

Ao analisar a frequência das temperaturas efetivas no outono (Tabela 17), verificou-se que os meses de abril e maio que prevaleceram as maiores porcentagens

no período analisado com temperaturas efetivas dentro da zona de conforto sendo que o P8 apresentou em abril 28 % e o P1 em maio com 23,1 %. Porém, se tratando do período de análise (outono), a localidade P1 sobressaiu com 71,2 % no total, isso devido o FVC ter demonstrado que a localidade no período de maior aquecimento da superfície (vespertino) apresentou obstrução dos raios solares, o que pode ter ocasionado das temperaturas prevalecem dentro da zona de conforto.

O maior desconforto em relação ao calor prevaleceu nos pontos P1, P2, P3, P4, P6 e P7, já o P5 e P8 demonstraram maior porcentagem em relação ao frio. As localidades que apresentaram maior porcentagem no desconforto ao frio estão localizadas em áreas que possuem bastante vegetação (P5) e o P8 está em uma área projetada para uma estação meteorológica, com gramíneas e próximo ao rio principal da cidade, o Rio Claro.

Tabela 17 – Frequências das temperaturas efetivas no outono de 2019 em Jataí (GO).

Ponto	Muito Calor				Calor				Pouco calor				Neutro				Pouco frio				Frio				Muito frio			
	Mar	Abr	Mai	Jun	Mar	Abr	Mai	Jun	Mar	Abr	Mai	Jun	Mar	Abr	Mai	Jun	Mar	Abr	Mai	Jun	Mar	Abr	Mai	Jun	Mar	Abr	Mai	Jun
P1									1,0	2,5	2,0		12,0	30,1	26,4	14,2			5,3	6,4								
P2									2,6	5,9	3,5		10,1	25,7	20,7	10,0	0,4	1,0	9,5	10,3				0,4				
P3									2,9	5,1	4,7	1,1	10,1	27,5	23,1	11,9			5,9	7,6								
P4					0,2	0,2			4,1	8,2	5,8	0,5	8,7	23,7	25,2	17,4	0,1	0,3	2,9	2,9								
P5									1,9	4,3	2,4	0,1	9,7	25,2	19,1	8,8	1,5	3,1	12,2	11,2				0,5				
P6									0,6	2,4	1,0		12,2	29,5	23,7	9,9	0,2	0,7	9,0	10,6				0,2				
P7									2,4	4,8	2,9		10,3	26,9	21,8	10,8	0,4	0,9	8,9	9,6				0,3				
P8													11,6	29,6	21,5	8,7	1,4	3,0	11,9	10,6			0,3	1,4				

Fonte: Laboratório de Climatologia (UFJ)

Organização: Próprio autor (2020)

4.5.4 Análise do conforto térmico no inverno de 2019

O inverno de 2019 foi a estação que registrou a menor temperatura absoluta durante o período analisado, no P5 em julho com 2,4 °C e a maior temperatura registrada foi de 47,5 °C no mês de agosto no P3. Desta forma, apresentará os índices de temperatura efetiva para os meses de julho e agosto.

Se tratando do mês com as menores temperaturas, em julho, verificou que as 3 horas as temperaturas efetivas prevaleceram dentro da zona de desconforto ao frio (12,0 a 19,5 °C – pouco frio), porém, com a atuação de uma massa de ar fria entre os dias 6 e 9 ocasionou a queda das temperaturas registrando temperaturas efetivas com desconforto ao frio (4,4 a 11,9 °C - frio). Percebe-se que a localidade P4 apresentou

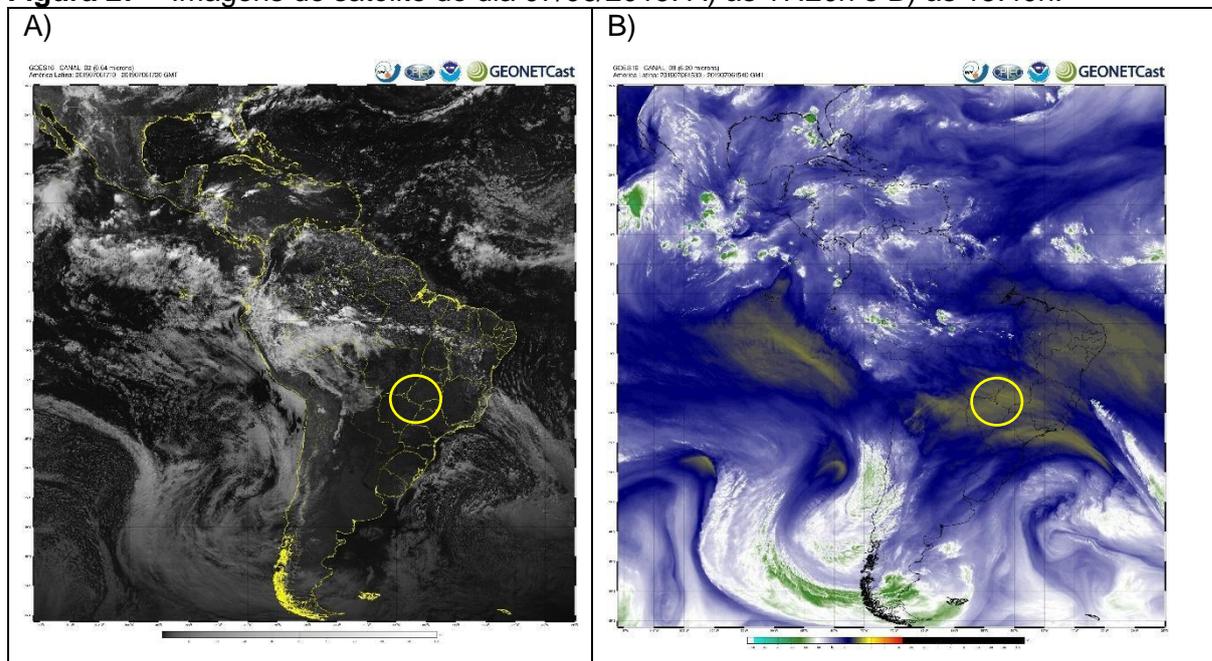
as maiores temperaturas se aproximando da zona de conforto, enquanto o P5 com maior desconforto ao frio devido a presença de vegetação.

Às 9 horas (Gráfico 29A) verificou-se uma oscilação entre os pontos de coleta, sendo que os pontos que mais apresentaram temperaturas elevadas são os que estão com mais dias de conforto térmico. Já a localidade P8 que registrou os menores valores de temperatura do ar é o que apresentou dias com desconforto ao frio (frio e muito frio).

O gráfico 29 B mostra a variação da temperatura efetiva às 15 horas, nele é possível verificar que os pontos de coleta estiveram dentro da zona de conforto, com exceção dos dias com a atuação das massas de ar frio (dias 6 a 9 de julho).

Quanto às 21 horas (Gráfico 29 C), as temperaturas voltaram a diminuir, oscilando em uma faixa entre a zona de conforto (P1, P3, P4 e P8) e desconforto ao frio (P2, P5, P6 e P7). Observa-se que durante o dia a localidade P8 apresentou os menores valores e durante a noite os maiores, visto que durante o dia, devido não ter obstrução do FVC e a pouca nebulosidade favoreceu para que a superfície se aquece mais durante o dia e o calor é liberado durante a noite (Figura 27 A e B).

Figura 27 – Imagens de satélite do dia 07/06/2019: A) às 17:20h e B) às 15:40h.

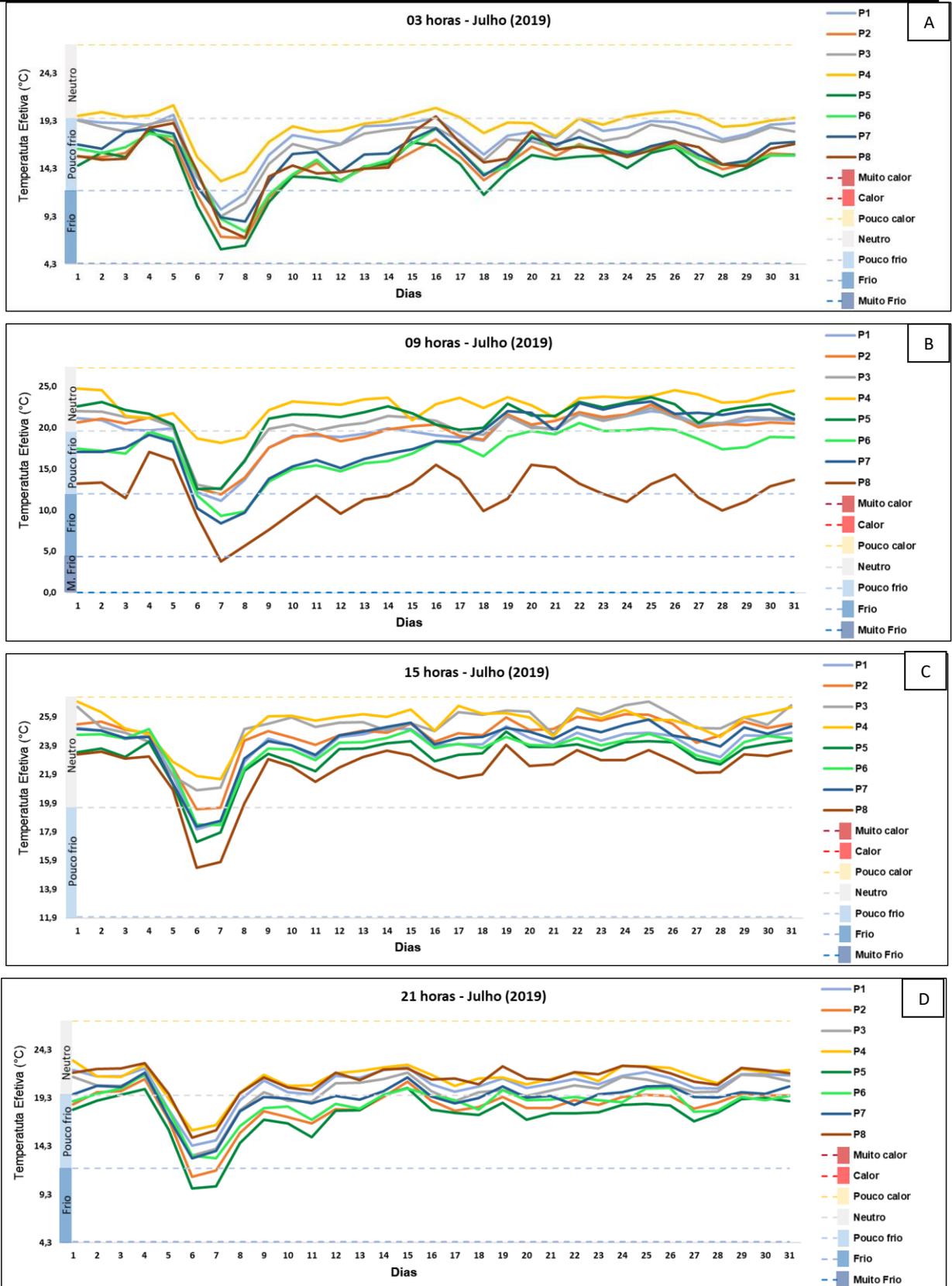


* Destaque da área de estudo com o círculo amarelo.

Fonte: Adaptado de INPE - CPTEC (2019)

Gráfico 29 – Temperatura efetiva no mês de julho de 2019. A) 9 horas; B) 15 horas e C) 21 horas.

ROCHA, J. R. R. O campo térmico urbano como indicador de qualidade ambiental em Jataí (GO)/Brasil



Fonte: Laboratório de Climatologia (UFJ)
Organização: Próprio autor (2019)

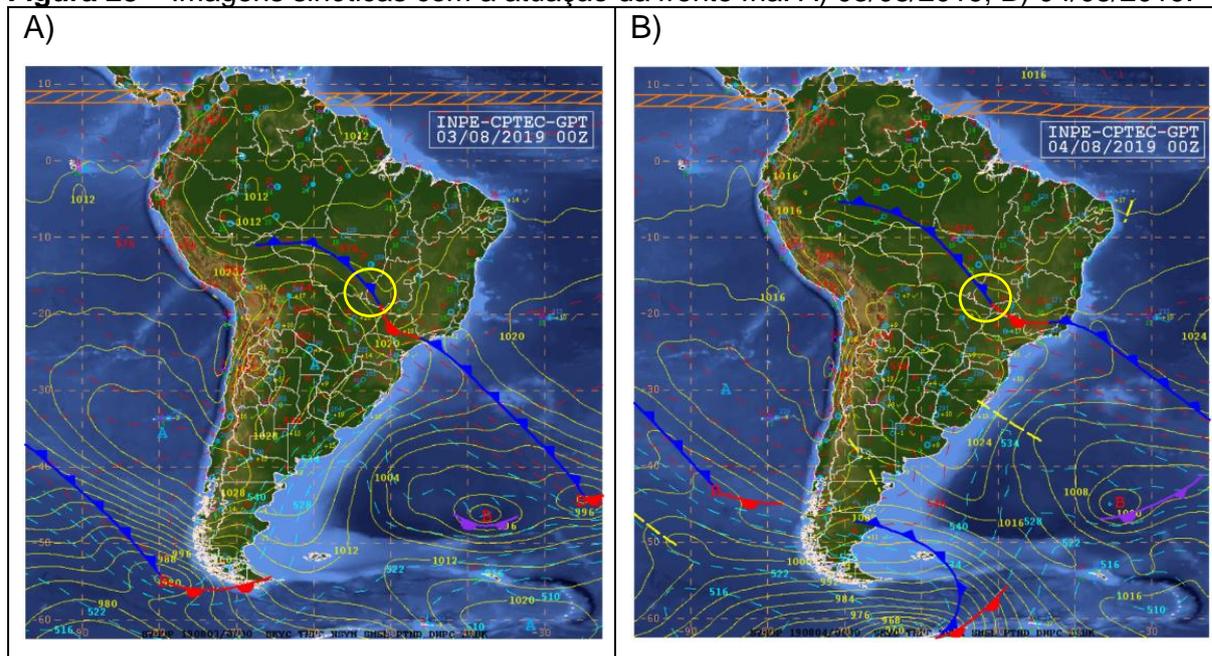
Para o mês com o registro da maior temperatura (agosto), verificou-se que as temperaturas se demonstraram na zona de desconforto ao frio e foi se elevando até a

zona de conforto. Nas 3 horas observou que a localidade P4 apresentou as maiores temperaturas e o P5 as menores. Para as 9 horas houve desconforto em relação ao frio no início do mês (Gráfico 30 B), especificamente entre os dias 2 e 6, isso ocorreu devido a atuação de um sistema frontal sobre o sul do Brasil nos primeiros dias e no final atingiu a região de estudo (Figura 29). O P8 demonstrou temperaturas efetivas menores em relação aos demais pontos, porém, houve falhas na coleta de dados não permitindo uma análise de todo o mês.

Para as 15 horas (Gráfico 30 C) verificou-se que apenas o P8 apresentou desconforto em relação ao frio no dia 3, enquanto que os demais pontos se apresentaram dentro da zona de conforto. O P3 teve destaque no desconforto com o calor, seguido pelo P4.

Nas 21 horas todos os pontos demonstraram desconforto entre os dias 3 e 4, onde o P5 apresentou temperaturas efetivas menores durante todo o mês, enquanto o P8 apresentou as maiores, diferentemente das 9 e 15 horas (Gráfico 30 B e C).

Figura 28 – Imagens sinóticas com a atuação da frente fria: A) 03/08/2019; B) 04/08/2019.



* Destaque da área de estudo com o círculo amarelo.

Fonte: Adaptado de INPE – CPTEC (2019)

Gráfico 30 – Temperatura efetiva no mês de agosto de 2019. A) 9 horas; B) 15 horas e C) 21 horas.



Fonte: Laboratório de Climatologia (UFJ)
 Organização: Próprio autor (2019)

Na tabela 18 observa-se que para o inverno, principalmente nos meses de julho e agosto, ocorreram as maiores frequências de temperaturas dentro da zona de conforto (neutro), em contrapartida, nota-se que também nestes meses houve desconforto em relação ao frio maior que o calor. Esses valores de desconforto ao frio é reflexo da entrada de frentes frias que atuaram na cidade prevalecendo por alguns dias, característica típica da estação. Percebe-se nitidamente que o P8 apresentou a maior porcentagem com desconforto ao frio (30,4 %), sendo que as características do local, tendo a superfície recoberta por gramíneas, baixa taxa de construção, proximidade do rio e localizado em uma área “rural” contribuíram para os valores registrados.

Para o desconforto ao calor, verifica-se que em junho e julho houve pouca frequência e maior intensidade ocorreu em agosto e setembro em todos os pontos de coleta. Estas informações deixam claro que, ao contrário de outras zonas climáticas onde as estações do ano são bem definidas, no Cerrado (especialmente em Jataí) as temperaturas mais baixas concentram-se entre a segunda quinzena de maio e a primeira quinzena de agosto. A partir deste período, a região adquire características próprias da primavera, marcadas pela baixa umidade relativa do ar, ausência de precipitações e temperaturas altas, tendendo ao desconforto ao calor.

Tabela 18 – Frequências das temperaturas efetivas no inverno de 2019 em Jataí (GO).

Ponto	Muito Calor				Calor				Pouco calor				Neutro				Pouco frio				Frio				Muito frio			
	Jun	Jul	Ago	Set	Jun	Jul	Ago	Set	Jun	Jul	Ago	Set	Jun	Jul	Ago	Set	Jun	Jul	Ago	Set	Jun	Jul	Ago	Set	Jun	Jul	Ago	Set
P1									0,9				7,4	21,0	24,6	20,0	3,3	11,6	8,3	2,5	0,4							
P2									1,3	4,2			5,1	15,2	18,7	13,7	5,5	16,7	12,7	5,3	1,0	0,3	0,1					
P3									0,4	0,9	0,9	3,3	5,9	17,6	22,3	17,2	4,3	14,1	9,8	2,9	0,5							
P4									0,2	0,1	1,8	6,1	9,0	25,6	26,4	17,3	1,4	7,2	4,9		0,0							
P5									0,2	1,6	3,9		4,7	14,1	16,8	13,1	5,9	17,4	14,1	6,2	1,3	0,4	0,2		0,03			
P6										1,2			4,9	14,2	20,0	17,7	5,7	17,9	12,6	4,5	0,9	0,4						
P7										0,3	3,6		5,5	16,3	20,4	15,2	5,1	15,8	11,9	4,5	0,9	0,3	0,1					
P8													5,6	16,7	16,5	8,2	6,8	20,7	13,3	6,0	0,9	3,6	1,2	0,4	0,11			

Fonte: Laboratório de Climatologia (UFJ)
Organização: Próprio autor (2020)



Foto: Andréa Pereira Pinto

“O aumento da população e a ampliação das cidades deveriam ser sempre acompanhadas do crescimento de toda a infraestrutura urbana, de modo a proporcionar aos habitantes uma mínima condição de vida”.
Mota (1999, p. 17).

5 - INDICADORES BIOFÍSICOS E DINÂMICA DA TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE

5.1 DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS VALORES INSTANTÂNEOS DE ALBEDO E NDVI EM JATAÍ (GO)

A aplicação das técnicas de sensoriamento remoto para coleta de dados biofísicos como o albedo de superfície possui grande relevância para o estudo em clima urbano, visto que é nas áreas urbanas que se encontra a maior diversidade de ambientes. Conforme Martins (2015, p, 101), a cidade possui “diferentes materiais de construção, arborização urbana, sombreamento, entre outros fatores que deixam esses ambientes extremamente heterogêneos”.

Prado e Ferreira (2004) ressaltam que o albedo ou a reflexão dos materiais utilizados na construção é uma das variáveis responsáveis pelo aquecimento, uma vez que representa a parte da radiação solar incidente que é refletida pelo material. Assim, as superfícies com albedo e emissão elevados permanecem mais frios quando expostos a radiação solar, porque absorvem pouca radiação e emitem mais radiação para a atmosfera, conseqüentemente, eles transmitem pouco calor ao ambiente.

Na tabela 19 são apresentados os valores extremos e médios do Albedo da Superfície Instantâneo para cada categoria de uso da terra em Jataí nos episódios para a primavera, verão, outono e inverno. Os valores de albedo da superfície demonstraram que as áreas de construção obtiveram os maiores registros, com média de 0,57. De acordo com as amostras coletadas (valor máximo e mínimo), observa-se que o albedo mais elevado corresponde ao telhado de zinco, referente ao shopping da cidade (Jathay Shopping), o que também foi constatado no trabalho desenvolvido por Oliveira et al (2015).

Na categoria de solo exposto também foram encontrados valores de albedo elevados, com média de 0,29. Nos estudos realizados por Angelini (2015), Oliveira et al (2015) e Martins (2015) também verificaram valores de albedo da superfície em solo exposto, variando de 0,25 a 0,32, o que corrobora com os resultados encontrados neste estudo.

As áreas de vegetação arbórea e corpos d'água apresentaram menores valores de albedo (0,05 a 0,18), para a água o valor médio foi de 0,07 enquanto a vegetação arbórea foi de 0,16. Para estas superfícies, cobertas por vegetação,

registrou-se o albedo menor, isso é devido a vegetação possuir reflectância baixa decorrente da alta absorção da radiação pelo processo de fotossíntese (ROSA, 2009).

Já sobre os corpos d'água, Oke (1987) enfatiza que suas propriedades térmicas e dinâmicas (oceanos, mares, lagos, etc.) torna-os armazenadores e transportadores de energia muito importantes, sendo que é possível a transferência de calor dentro da água não apenas por condução e radiação, mas também por convecção e advecção.

Quanto a classe de hortaliças e terrenos vagos, não foi possível a coleta, sendo a primeira devido ao tamanho da área que se obteve pelo mapeamento e, o de terrenos vagos por alguns terem a presença de gramíneas e outros com solo exposto, assim essa classe engloba nas duas classes analisadas.

Tabela 19 - Valores médios de albedo de superfície por categoria de uso da terra em Jataí (GO) nos episódios.

Classes	Amostras								Média	Referência
	Primavera		Verão		Outono		Inverno			
	Max	Mín	Max	Mín	Max	Mín	Max	Mín		
Água	0,09	0,05	0,08	0,05	0,09	0,09	0,08	0,06	0,07	0,03 – 0,09
Vegetação arbórea	0,18	0,17	0,16	0,15	0,15	0,14	0,15	0,14	0,16	0,14 - 0,20
Área construída	0,76	0,26	0,90	0,21	0,80	0,24	0,76	0,59	0,57	0,21 – 0,90
Pav. asfáltica	0,23	0,21	0,13	0,11	0,18	0,17	0,20	0,17	0,18	0,11 – 0,23
Solo descoberto	0,25	0,24	0,22	0,21	0,26	0,25	0,46	0,42	0,29	0,21 – 0,46
Terreno vago	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gramínea	0,27	0,21	0,22	0,18	0,22	0,22	0,24	0,23	0,22	0,18 – 0,27
Hortaliças	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Organização: Próprio autor.

Sabe-se que o albedo da superfície exerce um controle na quantidade de energia que é absorvida pela superfície terrestre, a qual atua de forma direta no balanço final de radiação e energia (SANTOS e LIMA, 2013). Desta forma, em Jataí, verificou-se que as áreas mais densamente urbanizadas apresentaram os maiores valores de albedo da superfície, principalmente na parte central da cidade. Devido ao uso da terra, como o adensamento de construção, impermeabilização de grandes áreas, utilização de alguns materiais de construção entre outros, estes alvos apresentaram alta refletividade, com valores de albedo superiores a 0,20, com exceção dos fundos de vales com a presença de água e vegetação.

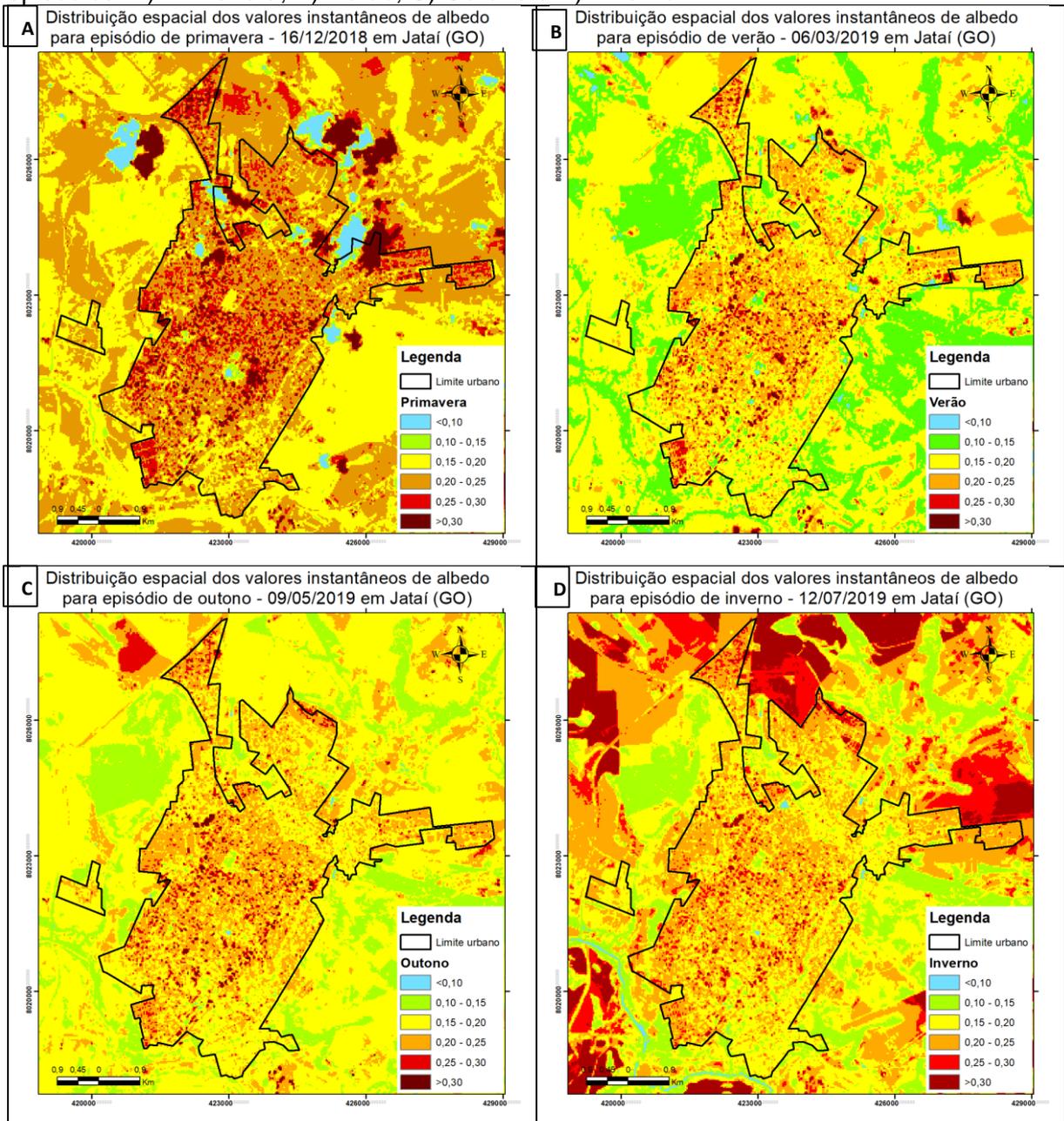
A maior variação do albedo foi verificada no inverno (período seco), no qual observa-se o aumento do albedo das superfícies com solo exposto (0,45) destinadas à agricultura e, neste período ficam sem cobertura vegetal. Também se encontram altos valores de albedo em algumas áreas no perímetro urbano (0,68), no qual estão relacionados em sua grande parte a telhados de zinco.

Os menores valores de albedo são encontrados em superfície líquida ou em vegetação. Em relação a vegetação, observou-se que os valores de albedo diminuíram no verão em relação a primavera (de 0,16 para 0,13), conforme mapa 5A e B, isso é devido ao período chuvoso, onde a vegetação adquire uma coloração de verde mais escuro refletindo menos energia, o que também foi evidenciado por Querino et al. (2006).

Em contrapartida, verificou-se que no inverno com baixo índice pluviométrico, a vegetação do Cerrado perde grande parte de suas folhas, bem com a produção de clorofila diminui e apresentam valores de albedo maiores (0,19). Este fato também foi constatado por Couto (2009), o qual enfatiza que as condições ambientais alteram as propriedades óticas das folhas, por exemplo, com o retorno do período chuvoso há a rebrota da vegetação do Cerrado e, o albedo começa a diminuir. Desta forma, o teor de clorofila nas folhas está associado à variação climática (estações do ano) e diretamente com os valores de albedo.

No mapa 6A, verifica-se a presença de nuvens sobre a área urbana com albedo menor que 0,10 e seu sombreamento provocou valores altos de albedo na superfície acima de 0,30.

A partir do Mapa 6 é possível verificar a distribuição espacial do albedo da superfície nos episódios em Jataí (GO), sendo possível notar por análise visual que houve uma oscilação dos valores registrados. Corroborando, Pillar (1995) e Callegare (2010) enfatizam que a quantidade de energia que chega na Terra pode variar de acordo com a oscilação do eixo em relação a órbita, o que é evidenciado pelos diferentes valores encontrados nos episódios de análise.

Mapa 6 – Distribuição espacial dos valores instantâneos de albedo em Jataí (GO) nos episódios: A) Primavera, B) Verão; C) Outono e D) Inverno

Fonte: Imagem OLI/Landsat 8

Organização: Próprio autor (2020).

Após a elaboração dos mapas de albedo, realizou o mapeamento do índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI), pois essas informações combinadas podem ser muito importantes para identificar fenômenos que podem estar ocorrendo em uma determinada área contribuindo para o planejamento e gestão do uso da terra, visto que o NDVI é capaz de medir a quantidade e a qualidade de vegetação presente em uma determinada área dentro de um pixel analisado (SILVA et al, 2009, COUTO, 2009 e ORHAN et al., 2014).

Nas análises episódicas para as estações do ano (primavera 2018, verão 2018/2019, outono 2019 e inverno de 2019) em Jataí demonstram diferenciação nos resultados, principalmente da primavera e outono comparados com o verão e inverno.

Com base no mapa 7, pode-se observar que os menores valores de NDVI ocorreram no período de estiagem (outono/inverno), isso devido à baixa disponibilidade de água no solo, temperaturas e umidade do ar relativamente baixas, período de vazão sanitário (predomínio de solo descoberto nas áreas agrícolas), processo de caducifolia em parte da vegetação do Cerrado, entre outros. Já os maiores valores de NDVI estão associados à época chuvosa na cidade (primavera/verão), caracterizados por tons de verde mais intenso.

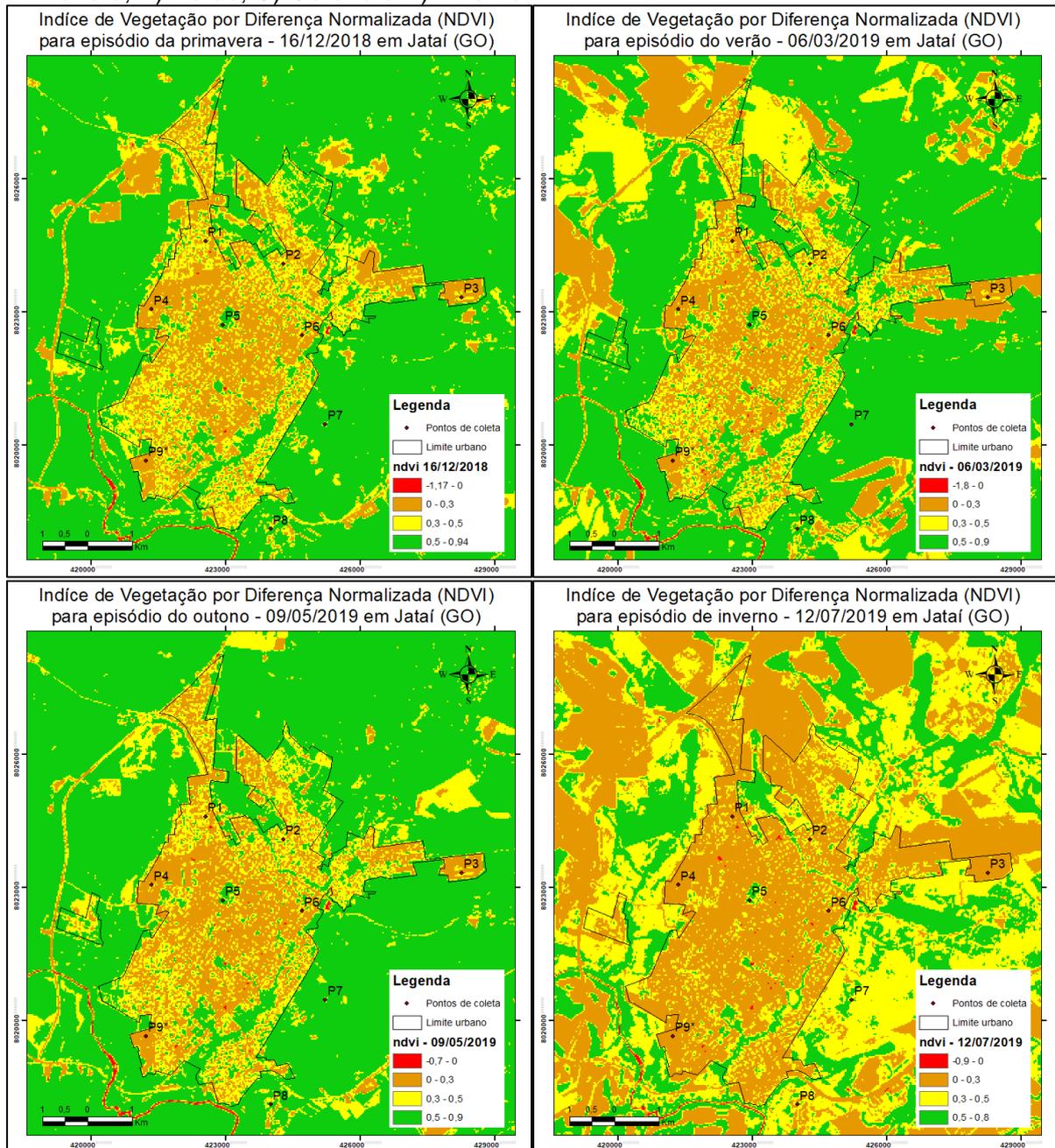
Através da análise de NDVI, verificou-se que o índice de vegetação que variou de 0,5 a 0,9 no mapa está relacionado a áreas que apresentam uma maior densidade de vegetação. Por outro lado, os valores entre -1,8 a 0,0 foram observados em áreas com a presença de água, enquanto que valores entre 0,0 e 0,3 representam o solo exposto, asfalto e até mesmo alta densidade de edificações.

Na primavera e no outono verificou-se que o entorno da cidade apresentou os maiores valores de NDVI devido a presença da agricultura. Já no verão é possível observar algumas áreas com baixo NDVI, ou seja, sem a presença de vegetação, período de transição entre a safra e safrinha em que o solo estava descoberto ou os cultivos em processo de germinação. Quanto ao inverno, é nítido algumas áreas com os valores de NDVI baixo, visto que neste período, após a colheita, o solo fica totalmente descoberto ou coberto por palhadas.

Também foi possível constatar NDVI baixo durante o inverno algumas áreas de pastagens e cerrado, pois trata-se de um período de estiagem onde a vegetação perde a umidade e as folhas secam e caem.

Quanto à malha urbana da cidade, é possível verificar a presença de grandes áreas com vegetação, estas áreas trata-se de parques, praças públicas, quintais, jardins particulares, arborização nas vias públicas e gramíneas, além de áreas de preservação permanente próximas a córregos. Souza (2011, p. 33) realizou um estudo em Jataí (GO) e verificou que a arborização urbana é constituída por algumas espécies que “não é apropriada para a arborização urbana, que deixa de proporcionar melhoria na qualidade ambiental”, visto que a autora se refere a espécies que estão a paisagem enquanto estética, como palmeiras.

Mapa 7 – Índice de Vegetação por diferença normalizada em Jataí (GO) nos episódios: A) Primavera, B) Verão; C) Outono e D) Inverno



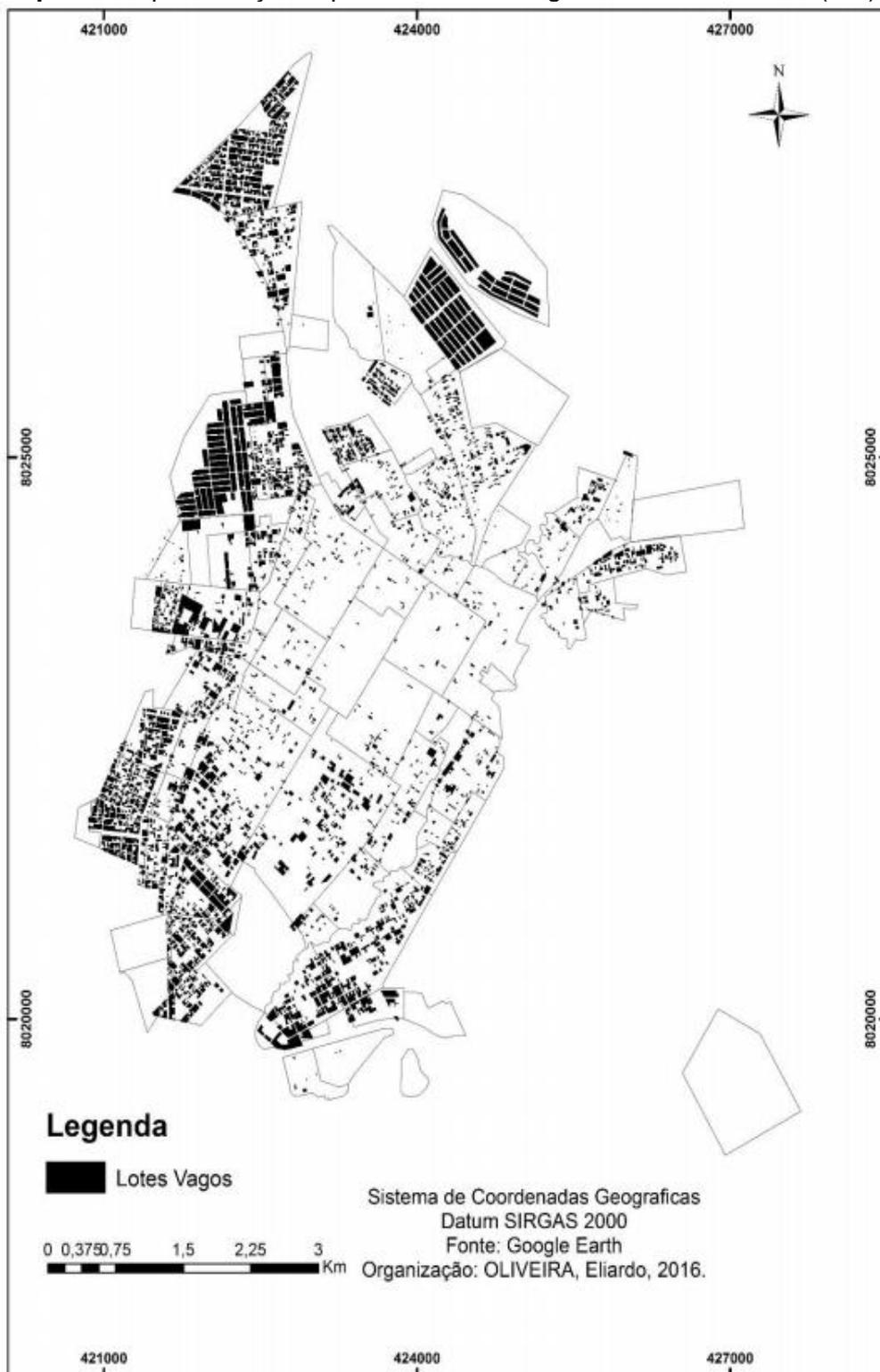
Fonte: Imagem OLI/Landsat 8
Organização: Próprio autor (2020).

Oliveira (2016) realizou um estudo em Jataí com o objetivo de verificar a configuração socioespacial da cidade, e verificou que há um número expressivo de lotes vagos, principalmente na direção oeste, o que sofreu influência direta e instantânea após a implementação do Shopping Jatahy, que valorizou os espaços já existentes, além da abertura de novos loteamentos em suas proximidades.

No mapa de NDVI é possível verificar que a oeste da área possui gramínea ou vegetação mais esparsa, isso se dá pela presença de lotes vagos, conforme

ROCHA, J. R. R. **O campo térmico urbano como indicador de qualidade ambiental em Jataí (GO)/Brasil** também constatado por Oliveira (2016) (Mapa 8), visto que o imageamento utiliza o pixel com resolução de 30m, assim, com o trabalho de campo confirmou-se, conforme figura 29.

Mapa 8 – Representação espacial dos lotes vagos na cidade de Jataí (GO).



Fonte: Oliveira (2016)

Figura 29 - Lotes vagos a oeste na área urbana de Jataí (GO)

Fonte: Próprio autor

É possível verificar no Mapa 5 que algumas áreas em vermelho são referentes a corpos d'água, sendo que aqueles com extensões maiores se referem aos lagos e piscinas em clubes e hotéis, como pode ser observado com maior nitidez no episódio da primavera.

De acordo com Carvalho (2012) as cidades necessitam de áreas verdes (públicas) onde a população possa desfrutar de momentos de lazer e contato com a natureza e, salienta que poucas têm esses espaços de forma organizada, de modo que não passam de espaços dispersos pela malha urbana. No seu estudo em Jataí (GO), verificou que alguns loteamentos que inicialmente tinham em seus esboços áreas verdes, sofreram alterações quanto a sua destinação ou foram deixadas ao abandono. Ainda, o mesmo autor enfatiza que todo esse aparato está ligado às decisões políticas, pois são ações que precisam ser pensadas e executadas a longo prazo e é prejudicada pela alternância de grupos políticos na administração.

De acordo com Gartland (2010), árvores e vegetações reduzem a formação de ilhas de calor urbana de duas maneiras, sendo por meio do sombreamento das superfícies urbanas, a qual as mantém mais frescas e reduzindo o calor que é transmitido para o ar, permitindo assim o conforto ambiental das pessoas mantendo-as refrescadas; e o processo de fotossíntese através da evapotranspiração, utilizando a energia solar para evaporar a água evitando aquecer a cidade.

Neste sentido, concordamos com Carvalho (2012), visto que há muitos espaços abertos dentro da cidade sem uma atenção voltada a arborização ou qualquer outra tomada de decisão que leve em consideração a qualidade ambiental

do local e, infelizmente ficam, à mercê com o solo totalmente exposto contribuindo para um aquecimento da temperatura de superfície e automaticamente do ar, diminuindo assim a qualidade de vida da população.

A vegetação é um aliado importante para a qualidade ambiental. Mascaró e Mascaró (2009) enfatizam que sua atuação no microclima urbano contribui para o controle climático, sendo que a temperatura do ar que pode diminuir de 3,0 a 4,0°C em áreas sombreadas em relação as expostas a radiação, e a umidade relativa do ar de 3 a 10%, dependendo do seu porte arbóreo, idade, período do ano entre outros.

Em Jataí, verifica-se que algumas áreas da cidade apresentam valores de temperaturas do ar elevadas e, essas áreas possuem alta taxa de construção sem a presença de arborização que seja satisfatória para a amenização desses valores, entre eles podemos citar o P4. Portanto, a utilização de arborização nas vias urbanas, que possuem albedo entre 0,10 a 0,35, provocaria o sombreamento impedindo assim de absorver grande parte da radiação solar, diminuindo conseqüentemente os valores elevados da temperatura do ar.

A influência dos valores elevados de temperatura do ar sob as condições fisiológicas do ser humano são mencionadas por Sartori (2014) sobre o rendimento do trabalho, quando a temperatura aumenta de 20,0°C para 24,0°C o rendimento diminui a 85% e quando a pessoa trabalha com temperatura muito alta (acima 30,0°C) e umidade relativa alta (acima de 80%) a capacidade de trabalho reduz-se a 72%. Assim, verifica-se a necessidade do alinhamento de políticas para amenização desses efeitos promovendo a qualidade ambiental.

Gartland (2010, p.69) enfatiza os problemas gerados pelo aumento da temperatura do ar, entre eles “mais gastos com eletricidade/água, [...] maior demanda por eletricidade, principalmente durante os períodos de vespertinos, maior potencial de brownouts (subtensão) e blecautes na rede força [...] temperaturas urbanas e suburbanas” entre outras.

5.2 COMPARAÇÃO ENTRE A TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE E DO AR EM JATAÍ (GO)

Através dos dados registrados pelos aparelhos instalados no perímetro urbano foi possível comparar os dados da temperatura de superfície. Foram selecionados os dados de temperatura do ar coletados no horário em que o satélite coletou as imagens e após o processamento da T_s extraiu-se a temperatura do pixel para os pontos de coleta, permitindo a análise conjunta. Para Moreira (2009) a temperatura de superfície está ligada diretamente à estimativa de fluxo de radiação de onda longa e indiretamente aos fluxos de balanço de energia da superfície.

Conforme apresentado na Tabela 20, encontram-se os valores máximos, mínimos, média, variância e desvio padrão da temperatura do ar (T_A) e temperatura de superfície (T_s) para os dias 11/09/2018, 16/12/2018, 06/03/2019, 09/05/2019, 26/06/2019, 12/07/2019 e 28/07/2019. É notável que os registros se apresentaram mais elevados no fim do inverno e início da primavera, visto que as características climáticas da cidade de Jataí contribuíram para os valores térmicos, marcando o início e fim do período chuvoso.

Dentre os dias analisados, verificou-se que a temperatura do ar obteve a maior média em setembro, no dia 11/09/2018, com 34,9°C, o qual demonstrou a maior variância com 16,4 °C e o desvio padrão de 4,1°C. Para a temperatura de superfície, verificou-se o mesmo comportamento, sendo no dia 11/09 ocorreu a maior média entre o período analisado (48,6°C), com 5,1°C de variância e 2,2°C de desvio padrão.

A circulação atmosférica do dia 11/09 estava sob a atuação de um amplo escoamento anticiclônico que inibiu a formação de nebulosidade e contribuiu para a entrada de ar mais seco para os níveis mais baixos (250 hPA), colaborando para a redução significativa do índice de umidade relativa do ar além do aumento tanto das temperaturas do ar quanto de superfície, ou seja, os valores térmicos registrados foram elevados devido ao déficit hídrico em superfície alinhada pela disponibilidade de energia nesse período do ano.

Verificou-se através do desvio padrão e variância que os pontos de coleta demonstraram grandes diferenças térmicas, o que demonstra que as condições sinóticas e as características urbanas influíram nos registros na malha urbana. O ponto P4 apresentou as temperaturas do ar e de superfície mais elevadas, sendo que nessas localidades evidencia-se o efeito da densidade de construções, solo exposto e baixa arborização, o que favoreceu para o registro térmicos maiores. Quanto aos menores valores térmicos ocorreram nos pontos P6, P7 e P8, sendo que no P6

localizado no centro da cidade e, como localiza-se em um fundo de vale em período de inverno obteve as menores temperaturas do ar. O ponto P7 localiza-se em uma área com concentração de vegetação (cerrado) sem densidade de construção e fluxo de pessoas, já o P8 localiza em um ambiente planejado (estação do INMET) em uma área rural, fatores que contribuíram para os menores registros.

Tabela 20 - Variação da temperatura do ar (T_A) e temperatura de superfície (T_S) registrada em postos de monitoramento fixos na cidade de Jataí (GO) – 2018/2019

Ponto	11/09		16/12		06/03		09/05		26/06		12/07		28/07	
	T_A	T_S												
P1	33,8	50,5	31,8	40,3	29,3	36,0	28,6	33,4	27,9	36,7	25,7	36,7	29,7	36,8
P2	34,9	47,5	34,6	39,8	30,5	35,3	28,4	32,7	27,0	35,0	23,3	34,4	29,3	35,4
P3	35,0	51,2	32,6	40,5	26,5	35,4	28,2	32,1	28,8	35,2	27,8	37,2	27,9	36,8
P4	40,0	48,6	33,9	42,1	36,9	35,8	31,0	33,7	29,6	36,0	29,4	36,1	29,0	36,3
P5	40,3	47,6	34,2	38,6	31,8	33,8	30,8	31,6	28,1	34,7	26,6	34,1	31,8	35,1
P6	27,5	47,4	33,7	41,8	29,4	36,1	26,1	34,0	23,2	36,1	18,8	34,6	20,3	36,5
P7	36,8	44,1	31,7	35,1	26,8	31,9	27,7	30,1	24,7	33,8	20,9	32,7	28,8	34,3
P8	30,7	51,1	27,8	37,8	28,8	34,0	25,2	32,3	23,5	35,6	24,8	35,6	22,4	37,7
Média	34,9	48,5	32,5	39,5	30,0	34,8	28,3	32,5	26,6	35,4	24,7	35,2	27,4	36,1
Máximo	40,3	51,2	34,6	42,1	36,9	36,1	31,0	34,0	29,6	36,7	29,4	37,2	31,8	37,7
Mínimo	27,5	44,1	27,8	35,1	26,5	31,9	25,2	30,1	23,2	33,8	18,8	32,7	20,3	34,3
Desvio Padrão	4,1	2,2	2,1	2,1	3,1	1,4	1,9	1,2	2,3	0,9	3,3	1,4	3,7	1,0
Variância	16,5	5,1	4,2	4,6	9,5	1,8	3,6	1,4	5,3	0,7	10,9	2,0	13,6	1,1

*Em vermelho valores maiores e azul valores menores.

Organização: Dos autores, 2019.

Ao verificar as diferenças absolutas entre os dados de temperatura do ar e temperatura de superfície constatou-se que no inverno houve as maiores amplitudes térmicas, evidenciando assim o papel da água na superfície e da umidade relativa do ar no equilíbrio térmico em áreas urbanas, visto que Pillar (1995, p. 4) enfatiza que “quanto mais úmido o solo, mais lento é o fluxo de calor, porque o calor específico da água é maior do que o dos minerais do solo”.

A maior amplitude ocorreu em 11/09, com 20,4°C de diferença no P8, localizado na estação automática do INMET (área rural), nesta mesma data verificou que variância e o desvio padrão foram mais elevados (26,0 e 5,1°C respectivamente), Já a menor diferença térmica ocorreu em 09/05 com amplitude de 0,8°C no P5, localizado em uma área com densa vegetação ao lado de um parque ecológico com predomínio de Cerrado, nesta data a variância e desvio padrão foram os menores registros do período de análise (Tabela 21).

Tabela 21 – Diferença entre a temperatura do ar (T_A) e temperatura de superfície (T_S) registrada em postos de monitoramento fixos na cidade de Jataí (GO) – 2018/2019

	11/set	16/dez	06/mar	09/mai	26/jun	12/jul	28/jul
P1	16,7	8,5	6,7	4,8	8,8	11	7,1
P2	12,6	5,2	4,8	4,3	8	11,1	6,1
P3	16,2	7,9	8,9	3,9	6,4	9,4	8,9
P4	8,6	8,2	1,1	2,7	6,4	6,7	7,3
P5	7,3	4,4	2	0,8	6,6	7,5	3,3
P6	19,9	8,1	6,7	7,9	12,9	15,8	16,2
P7	7,3	3,4	5,1	2,4	9,1	11,8	5,5
P8	20,4	10	5,2	7,1	12,1	10,8	15,3
Média	13,6	7,0	4,8	4,2	8,8	10,5	8,7
Máximo	20,4	10,0	8,9	7,9	12,9	15,8	16,2
Mínimo	7,3	3,4	1,1	0,8	6,4	6,7	3,3
Desvio Padrão	5,1	2,2	2,4	2,2	2,4	2,6	4,3
Variância	26,0	4,7	5,7	4,9	5,6	6,9	18,8

Organização: Dos autores, 2019.

Através das análises estatísticas dos valores registrados nos pontos de monitoramento de temperatura do ar observou-se que as correlações foram fortes entre os pontos fixos e o P8 (estação automática do INMET), conforme pode ser observado na tabela 22. Para a temperatura de superfície encontrou-se uma correlação muito forte entre os pixels dos pontos fixos e o pixel do P8 (estação automática do INMET) na tabela 23. Desta forma, os valores demonstraram que os dados utilizados foram de boa qualidade e, apesar do coeficiente de determinação não apresentar valores elevados para os dados de temperatura do ar, os índices de desempenho D (Willmott) e C (Camargo e Sentelhas) demonstraram, respectivamente, desempenhos muito bons e bons, enquanto que para a T_S o desempenho foi excelente e muito bom para os dois índices.

Por meio do erro quadrático médio, verificou que na temperatura do ar os pontos 06 e 07 apresentaram-se subestimados em relação à estação do INMET, enquanto que esta situação aconteceu na T_S para os pontos 02, 03, 05 e 07. De acordo com Willmott et. al. (1985), este indicador é importante para verificar a concordância entre as variáveis, devendo apresentar-se próximo a 0 em uma “situação ideal”. Nota-se que tanto para temperatura do ar quanto para temperatura de superfície aconteceu subestimativa para o ponto 07, situado em uma extensa reserva de Cerrado pertencente ao Exército Brasileiro, o que demonstra que a vegetação interfere diretamente sobre a estimativa de temperatura de superfície.

Tabela 22 - Análise estatística da temperatura do ar (°C) registrada em postos de monitoramento fixos na cidade de Jataí (GO) – 2018/2019

	R	R ²	Índice D	Índice C	EQM	REQM
P1 x P8 (INMET)	0,6794	0,4616	0,9999	0,6793	0,4889	0,3000
P2 x P8 (INMET)	0,7050	0,4971	0,9992	0,7044	0,3889	0,5000
P3 x P8 (INMET)	0,6064	0,3678	0,9983	0,6054	0,5889	1,0000
P4 x P8 (INMET)	0,9669	0,9348	0,9848	0,9522	0,6778	1,5333
P5 x P8 (INMET)	0,7497	0,5620	0,9975	0,7478	0,5111	0,6000
P6 x P8 (INMET)	0,7106	0,5049	0,9999	0,7105	-0,0333	2,0000
P7 x P8 (INMET)	0,6399	0,4094	0,9988	0,6391	-0,2111	1,2542

R = Correlação de Pearson; R² = Coeficiente de determinação; EQM = Erro quadrático médio; REQM = Raiz quadrada do EQM; Índice D = Índice de desempenho de Willmott; Índice C = Índice de desempenho de Camargo e Sentelhas. O ponto 8 refere-se à estação automática do INMET.
Organização: Dos autores, 2020.

Tabela 23 - Análise estatística da temperatura superficial terrestre (TST °C) registrada em postos de monitoramento fixos na cidade de Jataí (GO) – 2018/2019

	R	R ²	Índice D	Índice C	EQM	REQM
P1 x P8 (INMET)	0,9827	0,9657	0,9992	0,9819	0,1222	0,3667
P2 x P8 (INMET)	0,9588	0,9193	0,9996	0,9585	-0,0667	0,4000
P3 x P8 (INMET)	0,9780	0,9564	0,9996	0,9776	-0,0444	0,5333
P4 x P8 (INMET)	0,9399	0,8833	0,9993	0,9392	0,0444	0,1667
P5 x P8 (INMET)	0,9799	0,9603	1,0000	0,9799	-0,1000	0,5000
P6 x P8 (INMET)	0,9238	0,8533	0,9991	0,9229	0,0556	0,3333
P7 x P8 (INMET)	0,9946	0,9893	0,9990	0,9937	-0,1778	0,8333

R = Correlação de Pearson; R² = Coeficiente de determinação; EQM = Erro quadrático médio; REQM = Raiz quadrada do EQM; Índice D = Índice de desempenho de Willmott; Índice C = Índice de desempenho de Camargo e Sentelhas. O ponto 8 refere-se à estação automática do INMET.
Organização: Dos autores, 2020.

A análise estatística apresentada demonstra o bom desempenho das variáveis consideradas e a boa validação dos dados. Embora sejam necessários mais pontos de amostragem, os postos de monitoramento instalados na cidade de Jataí apresentaram um ajuste significativo quando considerado o Erro Quadrático Médio calculado para cada episódio de captação de imagens termais.

5.3 ANÁLISE EPISÓDICA DA TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE EM JATAÍ (GO)

Para a análise da temperatura de superfície, elaborou-se os mapas para verificar a distribuição dos valores térmicos na malha urbana e periurbana de Jataí na primavera, verão, outono e inverno. No mapa 9A, apresenta-se os episódios de

temperaturas de superfície da primavera e verão (16/12/2018 e 06/03/2019), na qual verificou que a área urbana, em decorrência do acréscimo de carga térmica, apresentou-se mais aquecida que a área rural circundante. Notavelmente observa-se também que há presença de manchas com temperaturas maiores na malha urbana, a qual estão localizadas principalmente na área central da cidade e loteamentos recentes. A localização dessas temperaturas do ar indica que o adensamento urbano (no centro da cidade), o solo descoberto devido a retirada da cobertura natural e os materiais de construção (novos bairros), são capazes de refletir maior quantidade de energia e, contribuíram para esses registros.

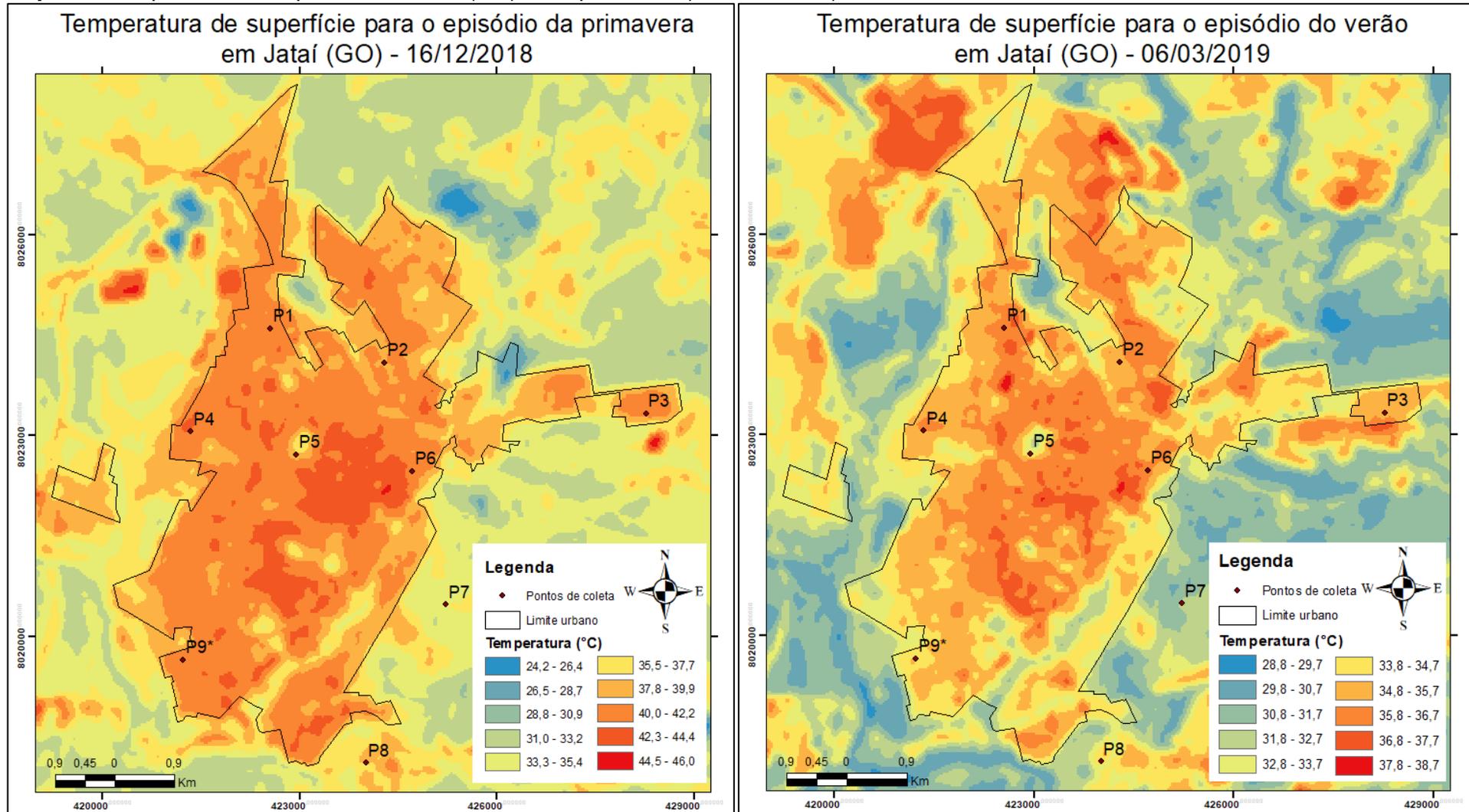
Lombardo (1985) esclarece que as cidades contribuem para a alteração do balanço de energia, gerando bolsões sobre as áreas urbanas, denominadas ilhas de calor. Esse fenômeno reflete a interferência do homem na dinâmica dos sistemas ambientais.

Diante do mapeamento e os valores registrados pelos pontos fixos, verifica-se que o (P4) apresentou os maiores valores em ambos e, neste local, também foi registrada a menor diferença entre a temperatura de superfície e do ar (tabela 14) o que indica que as características locais podem estar ligadas à T_s e ela, por sua vez, correlacionada intimamente com a temperatura do ar. Bias, Baptista e Lombardo (2003) e Costa, Silva e Peres (2010) destacaram que há diferença nos padrões de reflexão, em particular, albedo, emissividade e capacidade, e condutividade térmica que são altamente condicionados pelos materiais empregados na construção civil. Assim, esses materiais terão capacidade de reflexão diferenciados, ou seja, quanto mais radiação absorvida significa mais calor emitido pela superfície.

Nota-se no episódio do verão (mapa 9B) que as temperaturas mais baixas estão localizadas justamente nas áreas de vegetação, presentes em parques, praças e mata ciliares. Portanto, verifica-se a importância de um planejamento que vise espaços verdes na cidade a fim de atenuar os valores térmicos encontrados, pois os menos proporcionam elevadas temperaturas que contribuem para uma baixa qualidade ambiental climática a população.

Em áreas com a vegetação nativa do cerrado também se verificou um aquecimento em relação a outras estações do ano, sendo que nesta época com o período de estiagem (seca) o solo perde umidade, além do declínio da vegetação que perde suas folhas.

Mapa 9 – Temperatura de superfície em Jataí (GO) nos episódios: A) Primavera, B) Verão.



Fonte: Imagem termal do satélite Landsat 8 - (USGS)

Organização: Próprio autor (2020).

Ao analisar as T_s no outono nota-se que ao norte da cidade, no bairro Portal do Sol, que as temperaturas foram menores em relação àquelas registradas no centro da cidade, pois as características do bairro como vários lotes vagos com a presença de vegetação rasteira, contribuíram para os valores térmicos. Salienta-se que o bairro foi implementado em 2007 e sua ocupação ocorre de forma lenta.

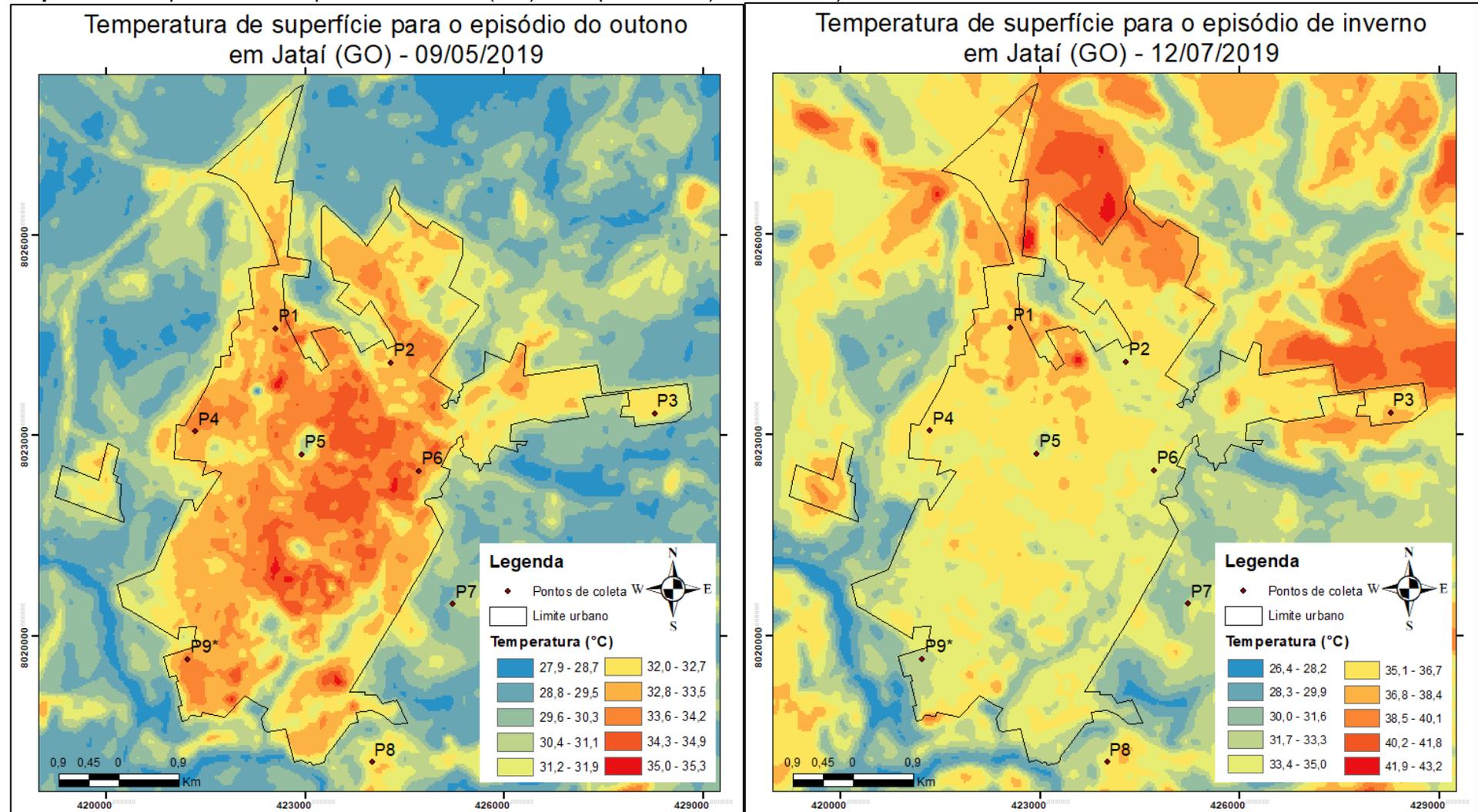
Em contrapartida, observa-se também que nas áreas rurais há o predomínio de menores temperaturas, conforme evidenciado no mapa 10A. A região é produtora de grãos e coincide com épocas de plantio, a cobertura vegetal disponível nessa época contribuiu significativamente para os menores registros de T_s . Também se observa que algumas áreas rurais tiveram valores de temperaturas baixas (entre 22,2 e 25,4°C), sendo que a presença de nuvens sombreou estas áreas influenciando os valores térmicos de superfície.

Para o inverno, observou-se que as temperaturas prevaleceram em torno de 33,4 a 34,7 °C na área urbana, fator responsável pelo ocorrido foi o relevo, sendo que nesta época do ano os fundos de vale obtêm as temperaturas mais baixas, mesmo sendo esses, densamente construídos. Amorim (2005) investigou sobre o clima de Presidente Prudente e, também constatou que em dia com vento muito fraco de sudeste, associado com as características de fundo de vale, foram responsáveis pela diminuição da temperatura na zona leste da cidade, mesmo sendo bairros densamente construídos.

Ainda no inverno, na área rural, após a colheita, nota-se que os valores térmicos se elevam. Essa característica é determinada pelo solo exposto, visto que nestas áreas apresentaram albedo entre 0,15 e 0,20, e justamente os valores que provocam muitas vezes a elevação da temperatura que chega a ser maior que a área urbana, conforme Mapa 10B.

Também registrou-se manchas com temperaturas menores no interior da cidade, isso devido a presença de água e a vegetação arbórea que minimiza os efeitos de absorção de energia dos materiais, ou seja, contribui para menores temperaturas de superfície e do ar. Desta forma, em relação aos pontos de coleta de temperatura do ar, o P5 que registrou valores de temperatura do ar menores, o que pode ser observado também no mapa de T_s , nesta área encontra-se o Parque ecológico do IPSP com uma densa massa de vegetação arbórea.

Mapa 10 – Temperatura de superfície em Jataí (GO) nos episódios: A) Outono e B) Inverno



Fonte: Imagem termal do satélite Landsat 8 - (USGS)
Organização: Próprio autor (2020).

Desta forma, na análise do episódio da T_s ficou claro que os fatores urbanos contribuíram para os valores térmicos encontrados, sendo que as áreas com maior índice de vegetação demonstraram temperaturas menores, em contrapartida, as áreas com uma urbanização mais densa e sem a presença de reguladores como a vegetação provocou o aquecimento da superfície, conforme também evidenciado nos estudos de Almeida et al. (2015), o qual constatou que a resposta térmica da área urbana demonstrou que os baixos índices de vegetação foram responsáveis pela distribuição das altas temperaturas, gerando ilhas de calor em alguns bairros de Maceió (AL), nos quais a população residente e está bastante sujeita ao desconforto térmico.

5.4 ANÁLISE DO ALBEDO, NDVI E TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE PARA A QUALIDADE AMBIENTAL DE JATAÍ (GO)

A qualidade ambiental climática está relacionada com a forma de ocupação da superfície terrestre, e as mudanças climáticas influenciam diretamente no bem-estar da população, principalmente nos centros urbanos, onde há uma substituição dos aspectos naturais por outros artificiais.

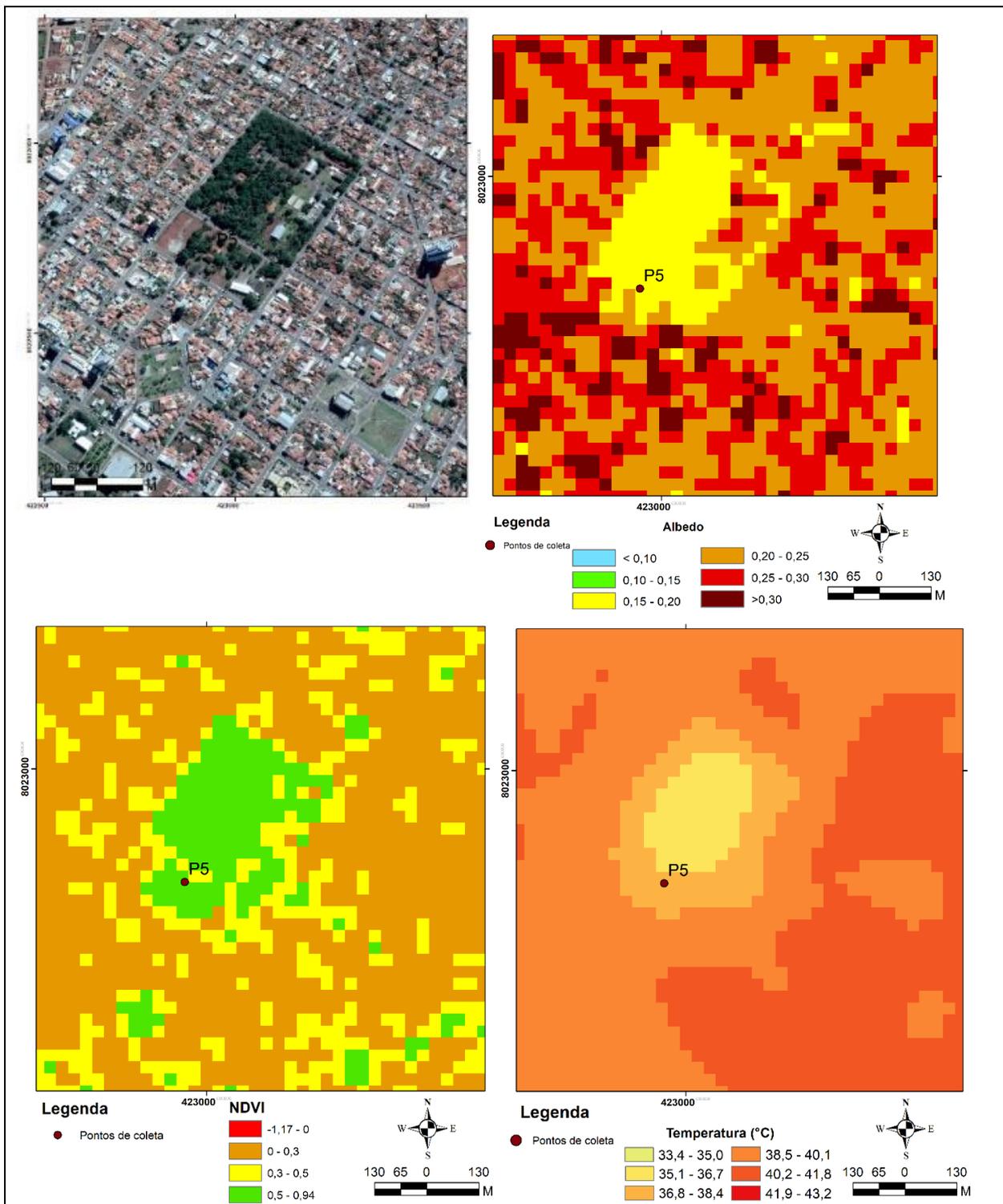
Rocha et al (2015) analisaram e compararam as características da temperatura do ar e do conforto térmico com o uso e ocupação da terra na cidade de Jataí para o ano de 2012, e verificaram que as temperaturas com os padrões de alta densidade de construção obtiveram os maiores valores e efetivamente os maiores desconfortos em relação ao calor. Quanto aos horários, observaram que a temperatura efetiva às 9 horas prevaleceu dentro da zona de conforto térmico, as 15 horas apresentaram desconforto térmico ao calor e, as 21 horas na zona de conforto nas localidades, tanto na mais urbanizada quanto na menos urbanizada.

Quanto a qualidade ambiental climática que a vegetação proporciona, nos estudos de Melo e Dias (2019) sobre o microclima e o conforto térmico em Jataí analisaram três áreas de remanescentes florestais urbanos no município e os resultados demonstraram que a vegetação proporciona conforto para a população, principalmente em épocas de estiagem.

Ao considerar a escala microclimática, percebe-se que a vegetação é de suma importância para a qualidade ambiental. Na área urbana de Jataí, ao verificar na data das 16/12/2018 às 10:00h entre o P4 sem a presença de vegetação registrou albedo de 0,29 enquanto o P5 o qual possui vegetação em seu entorno registrou 0,18 de albedo, automaticamente menores valores térmicos. Através dos dados de temperatura do ar coletados para este dia e hora, foi possível encontrar diferenças térmicas entre estas localidades de até 5,4 °C, enquanto os valores de temperatura de superfície obtiveram amplitude de 6,5°C entre os pontos.

Na figura 30, é possível verificar nitidamente a influência da vegetação nos valores de albedo e temperatura de superfície, indicando que a vegetação possui menor albedo devido a sua capacidade de absorção, além de gerar sombreamento da superfície e contribuir para os valores térmicos menores no local e em suas redondezas, contribuindo para a qualidade ambiental. Angelini et al. (2015) também verificaram para a cidade de Cuiabá que a vegetação densa apresentou menor albedo e menor temperatura da superfície em relação aos outros tipos de uso e ocupação da terra.

Figura 30 – Representação da imagem (RGB), albedo e temperatura e superfície com vegetação arbórea em Jataí (GO) na primavera.



Organização: Próprio autor.

Diante das imagens de satélite, consideradas as diferenças de resolução entre os produtos, observou-se que algumas áreas registraram menores valores do albedo, entre 0,15 e 0,20, essas áreas estão relacionadas a quintais, calçadas ou praças que

possuem vegetação rasteira ou arbórea (Figura 31). Os registros de albedos maiores que 0,30, estão relacionados aos telhados e áreas densamente construídas.

Figura 31 – Imagem de drone da área próximo ao P5 em Jataí (GO)



Fonte: Próprio autor

Mascaró e Mascaró (2009) enfatizam que a vegetação contribui para a redução da temperatura, as diferentes camadas da copa ampliam a absorção da radiação solar e a estratificação da temperatura do ar sob a vegetação.

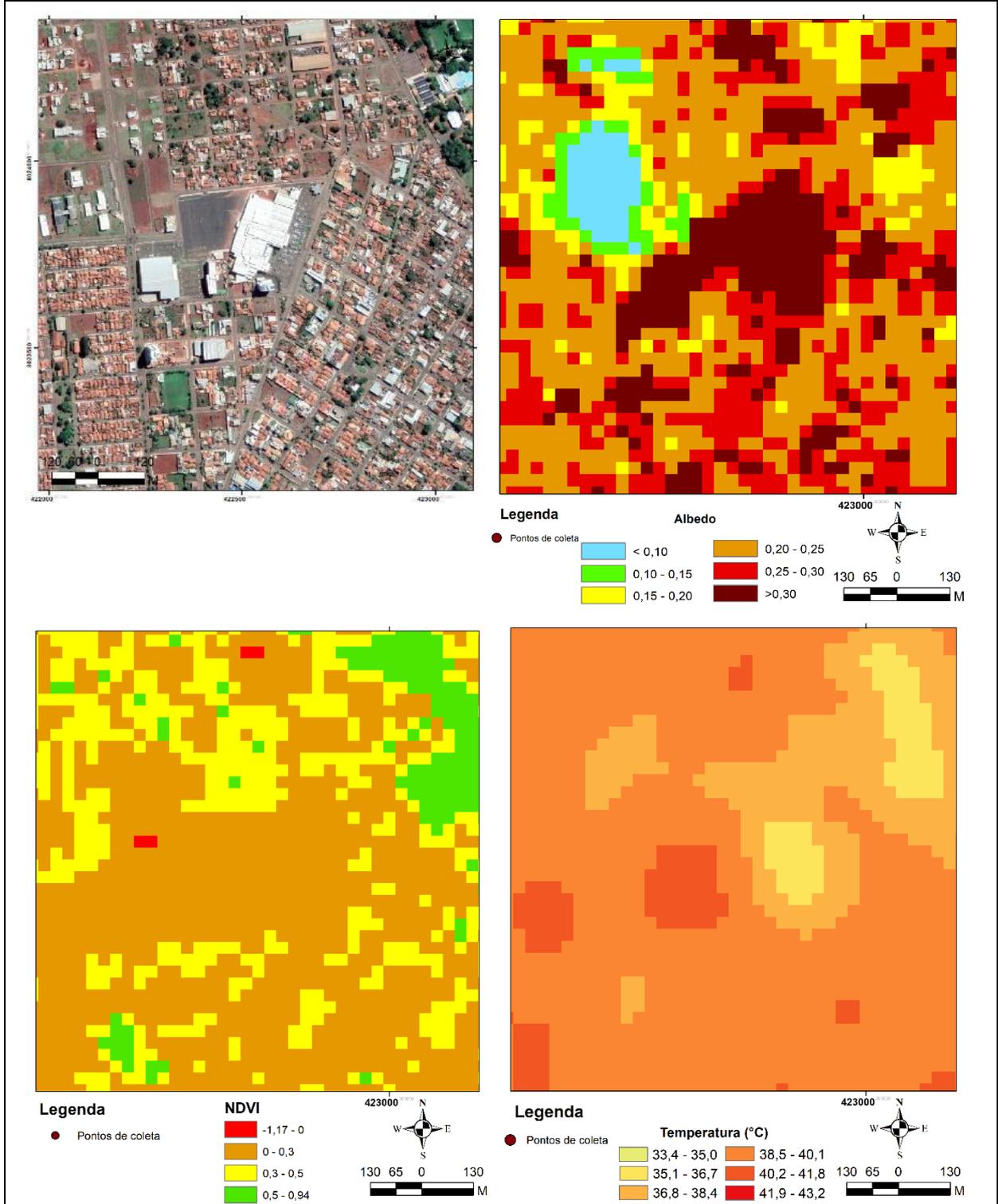
Souza, Scopel e Martins (2013) avaliaram as áreas verdes de uso público no sítio urbano de Jataí (GO) em 2004 e 2010 por meio de geotecnologias. Os autores verificaram que o índice de áreas verdes por habitante da cidade de Jataí é insatisfatório em relação à densidade demográfica da cidade. Ainda enfatizaram que a arborização urbana é desordenada, onde alguns bairros são bem arborizados e outros, praticamente, não se encontra nenhum tipo de arborização, além das praças e parques serem desprovidos de arborização, o que não proporciona vantagens relevantes como, por exemplo, o sombreamento que possibilita a criação de um microclima mais ameno.

Ao analisar os espaços vazios na cidade de Jataí, verificamos que há vários locais que foram destinados a praças e são abandonados de seus projetos originais, ficando uma área com solo exposto, contribuindo para o aquecimento da superfície ou, as praças em sua maioria não possuem arborização.

Quanto à área construída, verificou-se que os valores de albedo oscilaram entre 0,24 a 0,90, sendo que essa amplitude é derivada dos diversos materiais que compõem a malha urbana. Contudo as áreas com o registro dos maiores albedos ocorrem sob o telhado do Shopping Jatahy, que é de zinco corroborando com o estudo desenvolvido por Santos (2018) e Francisco (2019) que também verificaram que além

ROCHA, J. R. R. **O campo térmico urbano como indicador de qualidade ambiental em Jataí (GO)/Brasil**
 de causar desconforto em relação ao aquecimento, provoca estresse devido ao
 barulho das chapas de zinco (Figura 32).

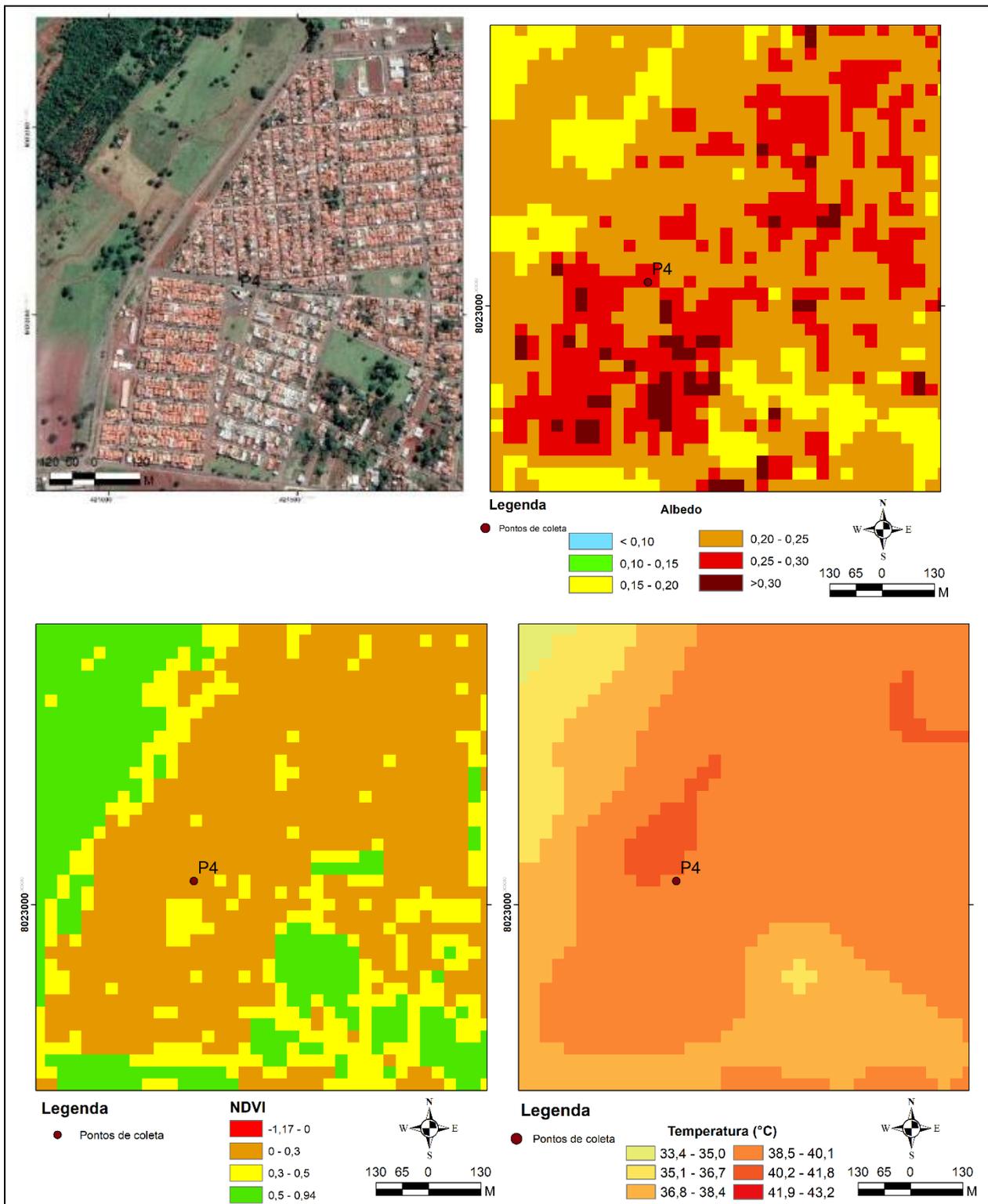
Figura 32 – Representação da imagem (RGB), albedo, NDVI e temperatura e superfície sobre o telhado do Jatahy Shopping em Jataí (GO) na primavera.



Organização: Próprio autor.

Também se observa nas proximidades do P4 os maiores registros de temperaturas do ar, sendo que há uma densidade de construção sem presença de vegetação, nota-se que os valores de albedo estão predominando acima de 0,25 (Figura 33).

Figura 33 – Representação da imagem (RGB), albedo, NDVI e temperatura e superfície em área construída em Jataí (GO) na primavera.



Organização: Próprio autor.

Nessa região da cidade que se encontra o P4 houve a expansão da urbanização em relação a uma área que era destinadas a chácaras, portanto, há espaços vazios com a presença de grandes áreas com gramíneas intercaladas com áreas densamente construídas (Figura 34).

Figura 34 – Áreas de chácaras que se urbanizaram em Jataí



Fonte: Próprio autor.



“o clima urbano deve assim ser considerado enquanto componente de qualidade do ambiente e, portanto, de contribuição para a qualidade de vida no meio urbano”

Andrade (2005, p.75)

6 – UNIDADES CLIMÁTICAS EM JATAÍ (GO)

6.1 Parâmetros utilizados para as unidades climáticas

Considerando as variáveis apresentadas até aqui, sobretudo a variabilidade climática observada na área urbana e periurbana de Jataí, verifica-se que há uma necessidade maior de planejamento visando minimizar os efeitos negativos que as altas temperaturas provocam sobre o ambiente e sobre a população. Desta forma, o zoneamento é um instrumento de planejamento capaz de delimitar áreas que necessitam de uma intervenção do poder público e da população residente a fim de reverter ou minimizar esses efeitos que muitas vezes são catastróficos para a saúde. Para Barros e Lombardo (2013), o zoneamento urbano vem sendo discutido desde o final da década de 1920 e se difundindo no mundo como o principal instrumento do planejamento urbano.

Borges (2007) enfatiza que o zoneamento urbano consiste na divisão das zonas urbanas e de expansão urbana de um município em zonas menores bem delimitadas segundo os critérios de: tipos de uso e ocupação da terra, índices de ocupação, aproveitamento dos lotes pelas construções e altura das mesmas, densidades demográficas e algumas outras normas urbanísticas.

Ainda, Messias e Marins (2016) enfocam que a nova classificação por divisão lógica é a “paisagem” que é um complexo que considera os elementos naturais e as modificações antrópicas conforme os aspectos econômicos, culturais e sociais. O zoneamento é dividido conforme algumas propriedades, como estrutura de superfície (altura das construções e espaçamento de edifícios e árvores) e cobertura da área. Essas propriedades afetam o clima local por meio de sua modificação de sorção e transporte de calor atmosférico como também a modificação do albedo, a porcentagem de umidade no acúmulo e potencial de aquecimento do solo.

O conforto térmico é definido como a sensação de bem-estar de um indivíduo como resultado da combinação dos elementos climáticos, o qual está ligado diretamente às características ambientais em que está inserido (GOBO E GALVANI, 2012). Desta forma, o conforto térmico se torna de extrema importância para a diferenciação/zoneamento da resposta térmica dos ambientes construídos.

Para a construção do Zoneamento de Jataí com base em unidades climáticas, foram considerados os efeitos de três grandes grupos de variáveis sobre o clima local:

o relevo, o uso e ocupação da terra, e as temperaturas do ar e da superfície (derivada dos dois primeiros).

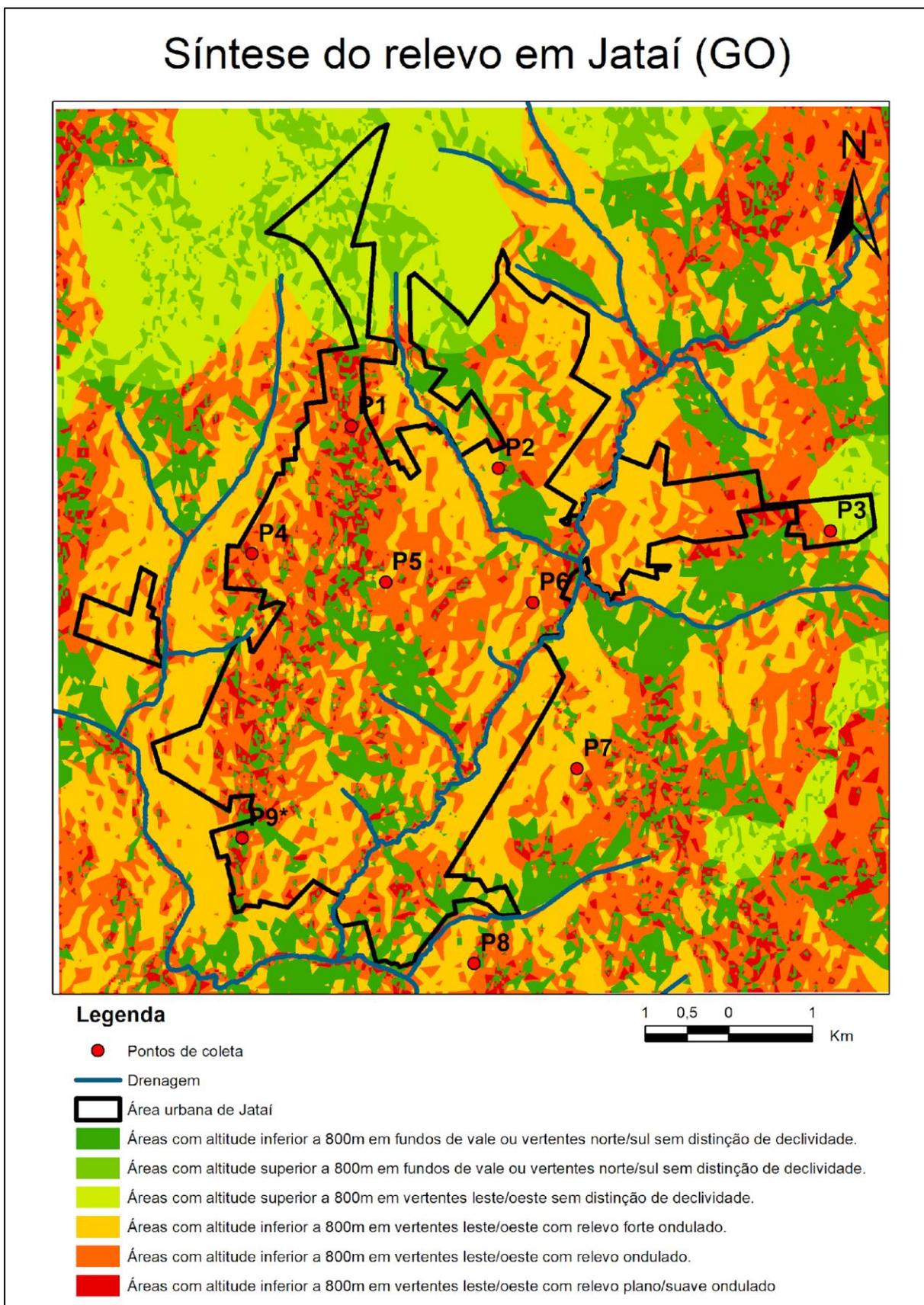
Considerando o grupo de variáveis que definem as características de relevo, na cidade de Jataí, as diversas cotas altimétricas aliadas com a declividade e a exposição das vertentes contribuem para que uma localidade receba maior ou menor radiação solar, o que contribui para o aquecimento da superfície Terrestre e, automaticamente, para a elevação da temperatura do ar gerando desconforto à população.

Os níveis altimétricos para a área de estudo não tiveram grandes oscilações, porém, verificou-se que o terreno apresenta altitudes variando de 600m nas áreas de fundo de vale a 864m a norte da área urbana. Nestas cotas altimétricas, verificamos vertentes com direções de norte/sul, leste/oeste ou em fundo de vale e, ainda, em terrenos com inclinações variando de plano a forte ondulado, conforme mapa 11.

O relevo é de suma importância no clima, visto que tem um efeito atenuador sobre a temperatura do ar, principalmente com a elevação da altitude a temperatura tende a diminuir. Para Fritzsos, Mantovani e Wrege (2016, p.81), “a temperatura do ar normalmente decresce com a elevação da altitude numa proporção de, aproximadamente, 1°C/100m (gradiente adiabático ar seco)”. Porém, na área de estudo, verificou que nos fundos de vales (baixa altitude) com presença de vegetação e corpos hídricos, ocorre as menores temperaturas, salvo as áreas com intensa urbanização e impermeabilização do solo.

Desta forma, verifica-se que o relevo junto a outras características possui forte importância na variação da temperatura do ar, principalmente na cidade que possui diversas formas de ocupação.

Mapa 11 - Síntese do relevo em Jataí (GO)



Fonte: Próprio autor (2021)

O uso e ocupação de Terra é outro fator importante na análise climática, principalmente urbana, sendo que é nestas áreas que se materializa a ação do homem. A sua interferência no meio causa vários impactos, sejam eles positivos ou negativos a qualidade ambiental.

Quanto a ocupação de Terra em Jataí, verificou-se que áreas densamente ocupadas (acima de 80% de cobertura do terreno), correspondente a parte central da cidade, essa área apresentou elevadas temperaturas de superfície e do ar. A área possui um intenso fluxo de veículos e pessoas, sendo que se trata da área comercial da cidade (lojas, bancos, clínicas entre outros). De acordo com Silva (2009), essas áreas foram as primeiras a serem ocupadas, portanto, verifica-se que a impermeabilização do solo nessa região tende a aquecer mais, pois, essas características locais contribuem negativamente para a qualidade ambiental, principalmente no aspecto climático, ou seja, no conforto térmico.

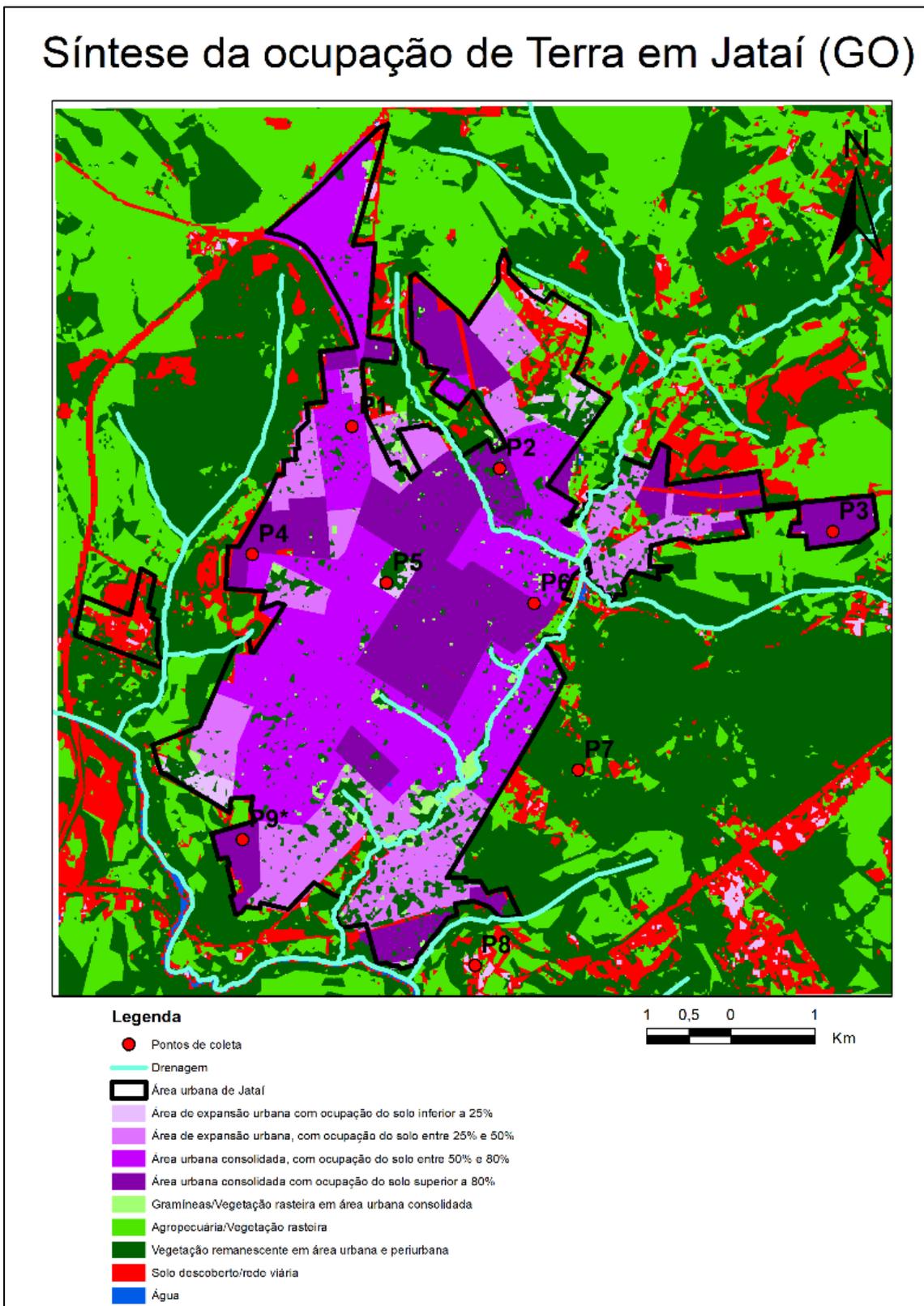
Também é possível verificar áreas que estão com taxa de ocupação entre 50 a 80%, que foram áreas implementadas na década de 70 a 80. Nestas áreas pode-se encontrar lotes vagos com a presença de vegetação (pragas) ou até mesmo terrenos maiores que possuem quintal com vegetação frutífera. Nesta área apresenta temperaturas menores quando comparadas a áreas com ocupação maior que 80%, porém, maior quando comparadas a outras áreas (Mapa 12).

Já as áreas com pouca taxa de ocupação (inferior a 25 %) correspondem aos bairros implementados recentemente na cidade e não estão totalmente construídos, principalmente por causa da especulação imobiliária.

Também foram identificadas áreas com a presença de vegetação densa (como Cerrado remanescente, parques e áreas de APP) o que contribui para serem áreas menos aquecidas devido à qualidade ambiental que a vegetação proporciona, como por exemplo o sombreamento.

Na área rural é perceptível a quantidade de áreas destinadas à agropecuária, principalmente à agricultura. Essas áreas contribuem bastante para a amenização da temperatura em épocas que estão com cobertura vegetal, porém, após o período de safra onde o solo fica descoberto contribuem para o maior aquecimento da superfície, contribuindo negativamente para o clima urbano, mesmo estando em uma área periurbana.

Mapa 12 - Síntese do relevo em Jataí (GO)



Fonte: Próprio autor (2021)

A temperatura é influenciada tanto pelos aspectos físicos quanto pela

ocupação. A sua quantificação está relacionada por meio das modificações que o homem realiza no ambiente com a introdução de materiais adversos, a disposição das ruas e construção, da ausência de vegetação e outros fatores. A temperatura do ar ou dos objetos (superfície) interfere diretamente na qualidade ambiental urbana climática, portanto é de sua importância o seu estudo para minimizar os impactos negativos à população.

Para a síntese da temperatura de Jataí foi realizada a sobreposição entre os dados coletados em campo de temperatura do ar (média, máximas e mínimas) em vários pontos na cidade, juntamente com os dados de temperatura de superfície por meio do geoprocessamento. Foi possível verificar os padrões da distribuição espacial e sazonal da temperatura na cidade. Salienta-se que a temperatura é dependente dos fatores anteriores (relevo e ocupação).

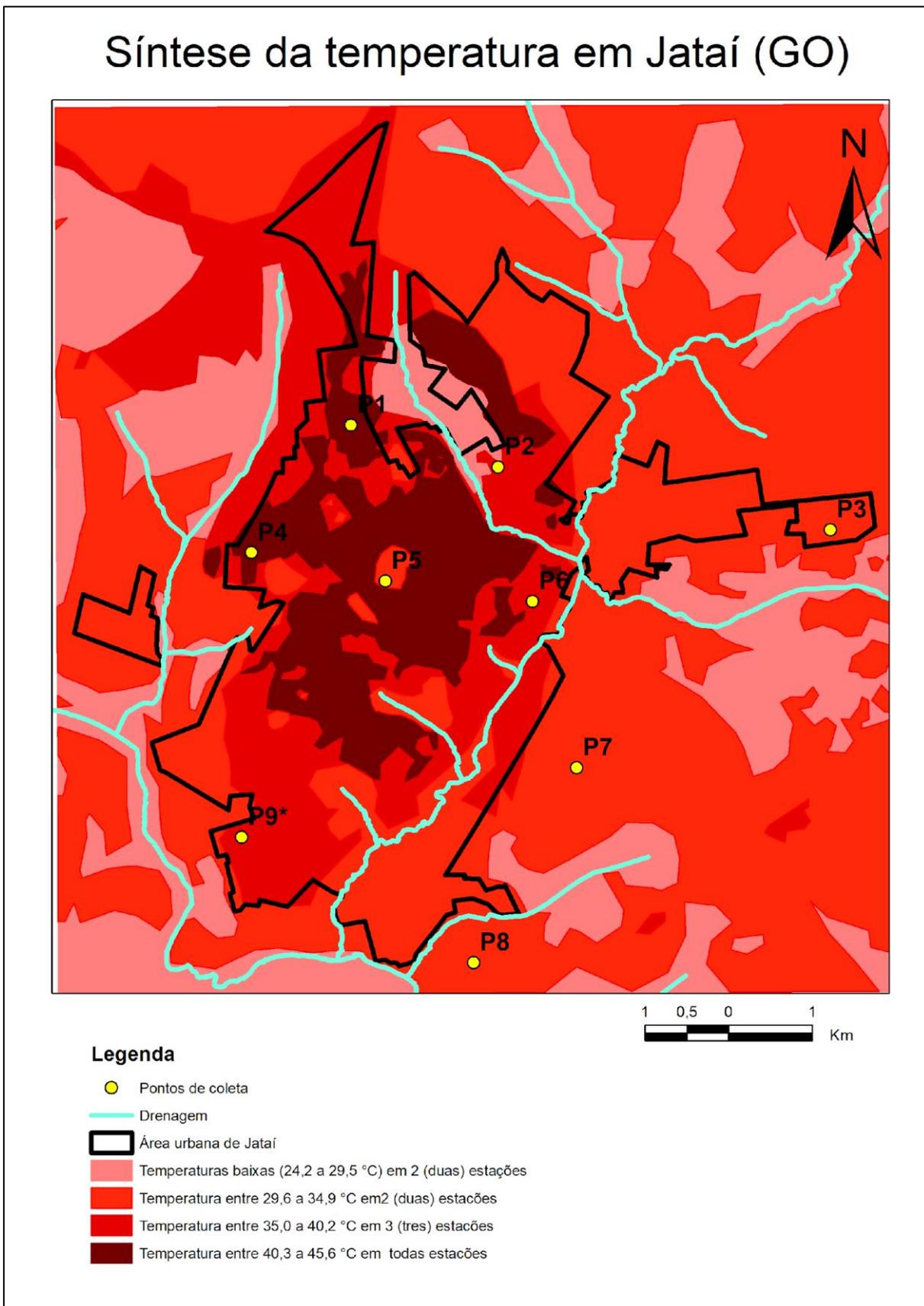
Na área central da cidade, observou-se que obtiveram temperaturas mais elevadas em todas as estações do ano (tanto de superfície quanto do ar), as quais compreendem as áreas densamente ocupadas, com a impermeabilização do solo sem a presença ou quase nenhuma vegetação. Esta área corresponde às primeiras a serem ocupadas na cidade e que concentrou as principais atividades econômicas da cidade, recebendo e locomovendo várias pessoas por dia.

A segunda refere-se a áreas que tiveram temperaturas elevadas entre três e duas estações, sendo consideradas “áreas de transição” entre as temperaturas mais elevadas e as menores (Mapa 13). A taxa de ocupação é de 50% a 80% nessas áreas com a presença de terrenos vagos.

Já as menores temperaturas foram encontradas nos fundos de vale (altitudes menores) com a presença de vegetação remanescente do Cerrado, ou até mesmo áreas de agricultura. Desta forma, observa-se a importância que a vegetação possui para minimizar os impactos negativos de temperaturas mais elevadas.

É possível observar que em meio a área totalmente urbanizada há espaços com temperaturas menores, assim, demonstra-se novamente que a vegetação é um ótimo aliado quando se trata de qualidade ambiental.

Mapa 13 - Síntese da temperatura em Jataí (GO)



Fonte: Próprio autor (2021)

Após a realização dos mapas sínteses e o pareamento dos critérios utilizados, realizou-se as somas dos autovetores, considerando o percentual de atuação de cada um indicado no método AHP (Tabela 24).

Tabela 24 – Pareamento dos critérios utilizados para a unidade climática de Jataí (GO).

Critério	Uso	Relevo	Temp.	soma das pontuações (linhas)	Autovetor - W (normalização pela soma total)	(D*W) Produto vetorial entre linhas da matriz e auto vetor	Lâmbida = (D*W)/W	Lâmbida máximo (média)	CI = (lambdian)/(n-1)	RI (tabelado)
Uso	1	3	5	9,00	0,605	1,995516	3,296296	3,05	0,048	0,58
Relevo	0,33	1	3	4,33	0,291	0,802691	2,753846			
Temp.	0,2	0,33	1	1,53	0,103	0,321375	3,115942			

Fonte: Próprio autor (2021).

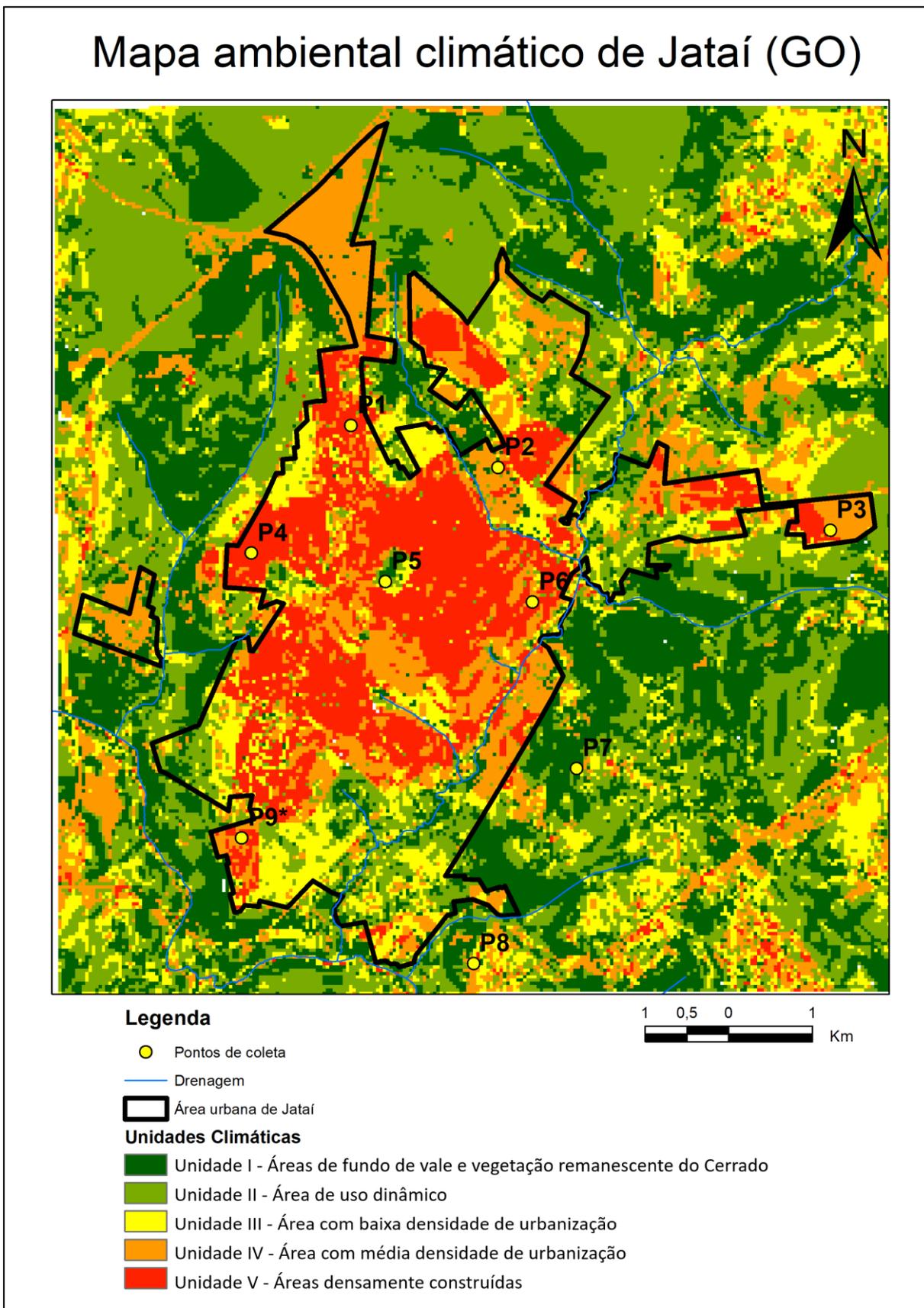
Na etapa seguinte, processou-se por meio da ferramenta *Overley Weighted Sum* no ArcMap gerando assim o mapa final de zoneamento ambiental climático de Jataí.

6.2 Unidades climáticas na cidade de Jataí (GO)

O mapa de unidades climáticas de Jataí, com suas respectivas classes, é apresentado por meio do Mapa 14. Os parâmetros foram analisados por AHP e agrupados considerando o conforto térmico que é proporcionado por estas áreas. Desta maneira, percebe-se por meio do mapa as áreas que apresentam uma implicação negativa ou positiva no balanço de energia urbano demonstrando a necessidade de uma intervenção para minimizar esses efeitos, principalmente na área central da cidade.

Para melhor entendimento sobre as zonas ambientais climáticas que compuseram a malha urbana de Jataí, detalhamos quanto às suas características predominantes indicando aqueles que atuam de forma positiva ou negativa.

Mapa 14 – Unidades climáticas de Jataí (GO)



Organização: Próprio autor.

Unidade climática I (UCI) – Áreas de fundo de vale e vegetação remanescente do Cerrado

A UCI compreende áreas com a presença de vegetação remanescente do Cerrado, com cotas inferiores a 800 metros sem distinção de declividade, e suas temperaturas apresentaram-se com as menores, tanto do ar quanto de superfície durante o dia. Nota-se que desde o sul da área urbana, contornando toda a área a leste chegando até a região norte compreende uma faixa estreita nesta unidade, pois está em um fundo de vale com a presença de corpos hídricos (Figura 35).

Corroborando com os resultados encontrados, Dacanal et al. (2008) expõe que os fundos de vale em área urbana interferem no microclima urbano e proporciona um ótimo desempenho térmico na zona urbana, sendo que a massa de ar fresco e úmido dos fundos de vale é conduzida ao longo do seu curso por meio dos ventos.

Figura 35 - Área 1: Fundo de Vale com a presença de vegetação e; Área 2: Vegetação remanescente do cerrado



Fonte: Google Earth

Observou-se que na parte central da cidade também é possível identificar esta unidade, sendo que as mesmas se localizam em parques, lagos e lotes sem construção com expressiva vegetação arbórea, o que contribuiu para os resultados encontrados. A presença dessa massa de vegetação em meio às áreas construídas contribui positivamente. Observa-se que a vegetação propiciou o sombreamento criando um microclima próprio, o que influenciou de forma positiva na amenização dos efeitos térmicos, tanto na área como em seu entorno.

De acordo com Muller (1998), a arborização em áreas urbanas contribui para obtenção de um ambiente urbano agradável, influenciando decisivamente na qualidade de vida nas cidades e, portanto, na saúde da população. Mantelli (2016, p. 135) enfatiza que “a importância da árvore no meio urbano, ganha relevância maior, principalmente quando a concentração das habitações aumenta”, contudo, verificamos a importância desta área na cidade de Jataí, visto que a vegetação presente nesses espaços contribui para uma valorização do ambiente e a estética, além de favorecer condições de conforto térmico aos habitantes, conforme pode ser verificado por este estudo.

De modo geral, a atenuação da temperatura do ar promovido pela presença de vegetação, como podemos verificar no P5 que obteve registro de temperaturas menores demonstram a importância de se ter espaços vegetados no centro da área urbana, local onde encontramos maiores valores térmicos. Nesta área também estão localizados os maiores parques da cidade e terrenos que eram destinados a chácaras antes da expansão urbana, como por exemplo o Parque ecológico o IPSEG, Parque ecológico Diacuí e a Secretaria Municipal do Meio Ambiente.

Unidade climática II (UCII) – Área de uso dinâmico

Esta área tem o predomínio de agropecuária na área rural e está relacionada com a presença de vegetação rasteira e gramíneas na área urbana. O relevo é superior a 800 metros e vertentes de leste/oeste com temperaturas entre 29 a 35°C ao menos em duas estações e ocupação entre 25 e 50%.

Nas áreas de agricultura (culturas rotativas) quando cobertas por folhagens contribuíram para um menor aquecimento do solo e proporcionam maior qualidade

(Figura 36), o que também foi identificado por Nascimento (2010) e Cardoso et al (2012). Porém, quando o solo é descoberto atuam como áreas de menor qualidade, visto que apresentam temperaturas mais elevadas, o que compromete a qualidade ambiental de suas áreas e as redondezas.

Figura 36 – Presença de culturas rotativas a noroeste da área urbana de Jataí – GO.



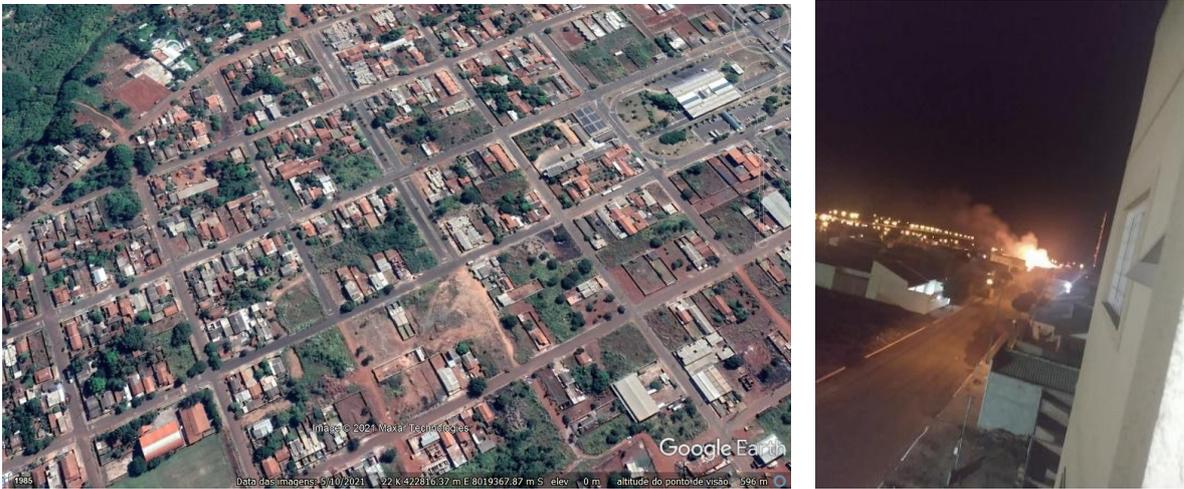
Fonte: Google Earth

No interior da área urbana, há a presença de vegetação esparsas em terrenos vagos ou em fundo de quintais com baixa densidade de construção, além de gramíneas em meio às condensadas áreas construídas. Estes fatores contribuem na absorção de parte da radiação solar incidente, contribuindo para menores temperaturas, conforme também constatado por Amorim et al (2009).

Durante o inverno seco há a ocorrência de baixa umidade do ar e, devido às características da região, as temperaturas baixas ocorrem até a primeira quinzena de agosto, assim, após esse período as temperaturas se elevam. Aliando a baixa umidade e as elevadas temperaturas há desconforto térmico e a queda da qualidade ambiental climática na cidade.

Ainda, devido a essas características de baixa umidade, ausência de chuvas a vegetação seca, inclusive a dos lotes vagos presente no interior da área urbana, assim, há várias ocorrências de fogo nesses lotes, o que contribui mais ainda para a queda da qualidade ambiental climática. A queima da vegetação seca contribui para a poluição atmosférica altera o saldo de radiação na cidade, assim, fica abafada com um intenso calor, aumentando assim o desconforto térmico da população (Figura 37). Assim, essas áreas possuem uma certa “instabilidade” dependendo da época do ano.

Figura 37 – A) Terrenos baldios e vegetação nos fundos de quintais, B) Queimadas de terrenos vagos em épocas de estiagem em Jataí – GO.



Fonte: Google Earth e Josimar Gonzaga (2021).

A tentativa de conscientização por parte do poder público é realizada frente a população, conforme pode ser observado na figura 38. O trabalho é difícil e a própria população sobre com essas ações, porém, há uma necessidade de um olhar para essas atitudes, visto que elas têm causado grandes transtornos à população, como doenças respiratórias. O poder público poderia criar uma campanha de limpeza desses lotes antes de chegar a essa época, pois assim, poderia minimizar seus impactos negativos.

Figura 38 – Divulgação pelo poder público de cartazes de conscientização em Jataí - GO

Fonte: Redes sociais da Prefeitura Municipal de Jataí (2021)

Unidade climática III (UCIII) – Área com baixa densidade de urbanização

A UCIII é uma área com vegetação remanescente ou rasteira com baixa densidade de ocupação, relevo inferior a 800 metros e vertente leste/oeste com relevo ondulado a forte ondulado e temperaturas que oscilam de 24 a 35° C.

Nesta unidade é possível identificar que sua maior área corresponde ao sul da área urbana e áreas periféricas, o que de certa maneira explica sua existência devido ser uma região que possui algumas chácaras com terrenos pouco ocupados ou compostos por galpões empresariais, como Agronova Peças Agrícolas, Armazéns Gerais Paraíso, Cargill entre outras, conforme pode ser observado na figura 39.

Figura 39 – Presença galpões empresariais em Jataí – GO.

Fonte: Google Earth

É possível identificar também em nas proximidades de áreas verdes, demonstrando assim a importância da vegetação não somente para a localidade, mas para o seu entorno, visto que a vegetação absorve parte da radiação solar, assim a temperatura do ar tende a ser menor. Já nas outras regiões observa-se bairros que estão em expansão, pois foram implementados recentemente e possuem baixa densidade de construção, como o bairro Nossa Senhora de Fátima ou o Residencial Parque dos Ventos, conforme Figura 40 A e B.

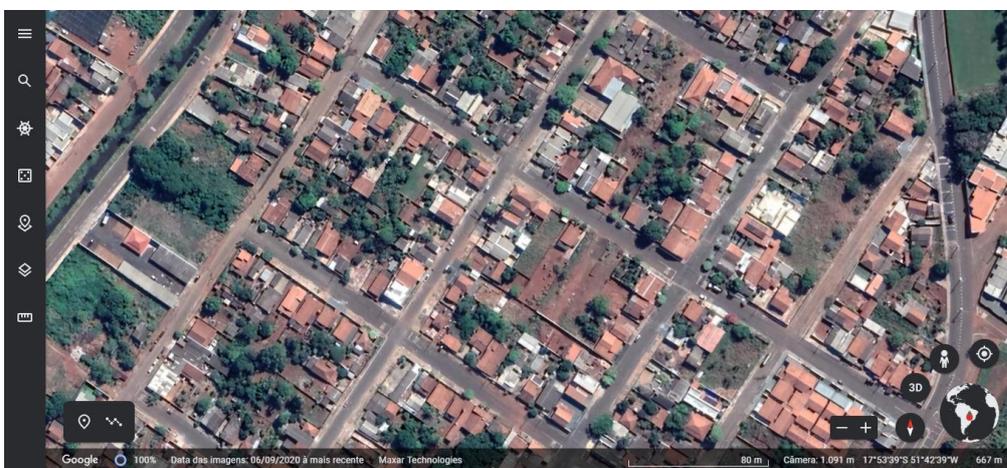
Figura 40 – A: Áreas de novos loteamentos em Jataí – GO e B: Lançamento do residencial Parque dos Ventos.

Fonte: Google Earth e Aristeu Livingstone (2020)

Unidade climática IV (UCIV) – Área com média densidade de urbanização

Na UCIV apresenta-se áreas que possuem ocupação entre 25 a 80%, relevo inferior a 800 metros e temperaturas entre 30,0 a 40,0 °C. Nesta área já é possível verificar problemas como a falta de espaços livres, além da intensificação do uso do solo, o que compromete a qualidade ambiental urbana nessas áreas (Figura 41). O conforto térmico nessa área é comprometido devido a forma de ocupação, sendo que há necessidade de

Figura 41 – Área correspondente a UCIV em Jataí - GO



Fonte: Google Earth

A nordeste e norte da área urbana encontram-se bairros em sua totalidade nesta unidade, estes espaços condizem com a expansão da cidade onde foram implementados com a retirada total da vegetação (Figura 42 A e B), assim, possuem uma qualidade ambiental comprometida principalmente no verão.

Figura 42 – A: Bairro Portal do Sol e B: Bairro Cidade Jardim II em Jataí - GO



Fonte: Google Earth

Ugeda Júnior (2007) analisou a qualidade ambiental em Jales (SP) e constatou que nessas áreas há a necessidade de alterações da legislação para que não se intensifique mais ainda a ocupação por instalações que não são compatíveis com a qualidade ambiental, além da criação de áreas verdes o que torna capaz de minimizar os efeitos negativos.

Unidade climática V (UCV) – Áreas densamente construídas

Área urbana consolidada com ocupação do solo acima de 80% com relevo inferior a 800 metros ao norte e inferior ao sul com temperaturas que variam de 35,0 a 46,0 °C.

Esta unidade caracteriza-se por interferir negativamente no conforto térmico, principalmente após às 12h, conforme pode-se perceber neste estudo. Assim, as características dessa área apresentam intensa edificações, pouca permeabilidade do solo, escassez de vegetação e espaços abertos (Figura 43). Esta área apresenta as maiores temperaturas do ar e de superfície, devido a sua potencialidade de acesso essa região é destinada principalmente a área comercial, centro de serviços bancários e clínicas de, contribuindo para a formação de uma “ilha de calor urbana” em Jataí.

A amplitude da temperatura nesta unidade é alta comparada às demais áreas, visto que em dias mais calmos e claro o efeito da ilha de calor é maior

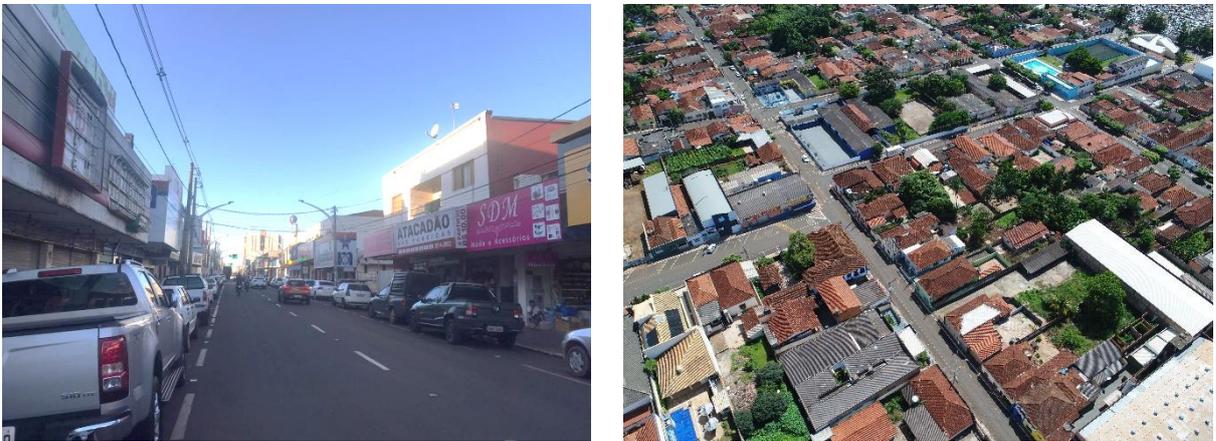
Figura 43 – Área correspondente a UCIV em Jataí - GO



Fonte: Google Earth

Nesta área, a superfície de asfalto e concreto, potencializam durante o dia a absorção de radiação de ondas curtas e a emissão de ondas longas para a atmosfera urbana aquecendo-a. No período da tarde, por volta das 18 horas as edificações geram o sombreamento da superfície, a qual teve ganho térmico durante todo o dia agora é reemitida entre as superfícies e retarda o resfriamento térmico da área (Figura 44A e B). Assim que o ar se resfria há trocas de calor com as áreas de fundo de vale (menos aquecida).

Figura 44 – A: Centro da cidade as 17:45 e B: Aquecimento do asfalto durante o dia em Jataí - GO



Fonte: Próprio autor (2020)

Em algumas áreas ao longo do fundo de vale é possível verificar nesta unidade, isso devido a intensa ocupação que ocorre na cidade, suprimindo assim a vegetação, impermeabilizando o solo e materiais construtivos que contribuem para um maior aquecimento, o que também pode ser constatado por Silva e Ribeiro (2006), Dacanal et al. (2008).

Figura 45 – Área em fundo de vale totalmente ocupada em Jataí - GO



Fonte: Próprio autor (2020).

Esta unidade climática, devido à importância para a cidade (área comercial), por estar localizado na área central com um elevado número de pessoas, centros comerciais, faz-se necessário a implementação de medidas por parte do poder público e da própria população que visem a amenização dos condicionadores ambientais da localidade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cidade de Jataí possui uma diversidade de características, tanto físicas como sociais, que torna a interação de sua paisagem complexa. A ocupação ao longo dos anos foi incorporando à estrutura urbana fatores que contribuíram para a qualidade ambiental e outros que cooperaram negativamente. O presente estudo visou compreender a qualidade ambiental climática da cidade, desvelando o comportamento térmico frente a essas paisagens.

A partir dos dados analisados, principalmente na análise da temperatura e umidade relativa do ar, bem como a precipitação nos últimos 40 anos, verificou-se que Jataí possui duas estações climáticas bem definidas. A variabilidade climática evidenciou que possui uma estação chuvosa com temperaturas médias elevadas que se inicia entre os meses de outubro e novembro (início da primavera) se estendendo até abril (início do outono), e outra, seca com temperaturas médias baixas, a qual se inicia em abril ou maio (início/meio outono) e se estende até setembro ou outubro (final do inverno/início de primavera).

Os dados demonstraram uma tendência de aumento da temperatura do ar em Jataí. As temperaturas médias que eram de 23,5 a 24,0°C entre 1979 a 1987 ultrapassou 25,3°C nos últimos anos. A tendência das temperaturas é de elevação, tanto para as médias, quanto para as extremas (máximas e mínimas). Assim, por meio dos dados climáticos coletados em campo, foi possível verificar o impacto no conforto térmico da cidade de Jataí, sendo que os dados demonstram que foram menos de 80 dias de conforto e desconforto ao frio em geral, nos demais sempre com tendência ao desconforto ao calor.

Quanto às suas características climáticas, de modo geral, notou-se que não existem limites entre as estações do ano para a região. A primavera começa oficialmente em setembro, porém apresentou suas características a partir de meados de agosto. Já o verão que se inicia em dezembro, apresentou-se em novembro. O outono não é muito claro, mas verifica-se características de inverno a partir do final de maio até a primeira quinzena de agosto, o que demonstrou irregularidades quanto ao calendário.

Ao se tratar das estações, para a primavera, verificou-se que os aspectos de ocupação influenciaram os valores de temperatura do ar, principalmente nas localidades densamente ocupadas e/ou com solo exposto em seu entorno (como os pontos P2 e P4), o que pode ter gerado o aumento da temperatura pelo processo de

convecção do ar. Quanto à frequência de temperaturas, nesta estação ocorreram os maiores registros entre 20,5 a 24,9 °C, ou seja, os valores térmicos ocorrem em maior frequência abaixo da média da estação (26,1 °C). Quanto ao conforto térmico, verificou que os pontos de coleta apresentaram desconforto em relação ao calor principalmente às 15 horas, enquanto que o desconforto ao frio se deu às 21 horas e a zona de conforto ocorreu com predominância às 21 horas, sendo que neste horário há o resfriamento da superfície lentamente, mantendo a temperatura dentro da zona de conforto.

No verão, verificou-se que a atuação do ZACOU e do Vórtice Ciclônico de Altos Níveis (VCAN) que provocaram a queda das temperaturas, sendo que as localidades P2 e P4 prevaleceram as maiores da estação, enquanto que o P8 apresentou as menores, sendo que as características dos locais contribuíram para os valores térmicos registrados. Observou-se que houve um predomínio de maior frequência das temperaturas na classe 5 (20,5 a 24,9 °C) em todos os pontos de coleta, ficando também com o predomínio de temperaturas abaixo da média da estação (25,9 °C).

Na estação do outono verificou uma média da temperatura de 24,3 °C, sendo que no início da estação as temperaturas se apresentaram acima da média e na segunda metade apresentaram oscilando para as menores, isso devido a atuação de massas de ar fria que contribui para as temperaturas baixas. Houve um predomínio de temperaturas também na classe 5, porém, registrou-se o aumento da frequência das menores classes (3 e 4).

Quanto ao inverno, houve a média de temperatura de 25,0 °C, sendo que na estação ocorrem as menores temperaturas que sob a atuação de uma massa de ar frio, fez com que as temperaturas caíssem em todos os horários. Quanto às frequências de temperaturas para o inverno, verificamos que as maiores classes ocorreram entre 4 e 5 (de 16,2 a 25,3°C) havendo um decréscimo para as maiores temperaturas.

As estações do ano que apresentaram desconforto em relação ao calor principalmente às 15 horas, enquanto que o desconforto ao frio se deu às 9 horas e a zona de conforto ocorreu com predominância às 21 horas, sendo que neste horário há o resfriamento da superfície lentamente, mantendo a temperatura dentro da zona de conforto.

Com o emprego das geotecnologias, permitiu-se validar os dados climáticos coletados através do mapeamento da temperatura de superfície, a qual demonstrou que há pequenas ilhas de calor e locais com menores temperaturas na área urbana,

sendo que as áreas de menores temperaturas estão associadas a vegetação enquanto que as ilhas de calor relacionam-se com a alta taxa de construção e falta de arborização. No inverno verificou-se que em grande parte das áreas rurais que são destinadas à agricultura ficam com o solo totalmente exposto, o que justifica temperaturas mais elevadas que a área urbana.

Ao comparar o mapa de temperatura de superfície com o NDVI, nota-se nitidamente que as áreas com menores temperaturas apresentam maior proporção de vegetação associada. Portanto, a resposta térmica da área urbana em relação às áreas com a presença da vegetação foram responsáveis pela distribuição dos valores mais baixos de temperatura e, aquelas expressas com intensa urbanização com baixos índices de vegetação foram responsáveis pela distribuição das altas temperaturas, gerando ilhas de calor em alguns bairros, nos quais a população residente está bastante sujeita ao desconforto térmico.

Para o NDVI, verificamos que a porção sul da cidade demonstra uma maior resposta espectral para a vegetação e, os locais com manchas maiores no centro da cidade referem-se a praças e parques.

Os resultados de albedo da superfície e dos índices de vegetação demonstraram nitidamente a relação com o uso e ocupação da terra. Ao relacionar ambos com a temperatura de superfície, percebe-se que as temperaturas aumentaram numa proporção direta à ocupação urbana, conforme também foi evidenciado por Bias, Baptista e Lombardo (2003). Também se observou que os corpos d'água e vegetação apresentam valores de T_s mais baixos, enquanto as áreas mais urbanizadas de Jataí foram as que apresentaram os valores mais altos da temperatura.

Assim, os diferentes usos da terra contribuem para que existam diferenças na distribuição do campo térmico da cidade, o qual está ligado inteiramente com a qualidade de vida da população. Portanto, salienta-se a importância de se conhecer o clima urbano da cidade de Jataí e assumir políticas que visem minimizar os efeitos perante a população.

Dentre as políticas recomenda-se a criação de espaços verdes em áreas densamente construídas, visto que de acordo com Prado e Ferreira (2004) é uma alternativa viável e de baixo custo. Também, a utilização de materiais que condicionem o balanço de radiação (e conseqüentemente as condições térmicas) contribuem para o aumento da qualidade ambiental.

Considera-se que a proposta com o intuito de realizar uma análise climática

com o viés ambiental em Jataí foi alcançada com êxito. Pretendia-se comprovar a hipótese de que a forma do uso aliado aos aspectos físicos da cidade contribui positivamente para a qualidade ambiental em algumas áreas, enquanto que outras negativamente. Os resultados aqui apresentados, tanto da dinâmica térmica da cidade, quanto dos extremos climáticos, a análise do conforto térmico demonstra claramente a relação do homem com o meio.

Desta forma, o presente estudo permitiu realizar uma caracterização climática, bem como compreender a resposta térmica da cidade frente a dinâmica da atmosfera ao longo do ano. Comprovou-se que as temperaturas não estão distribuídas homogeneamente na área urbana da cidade e que está ligada diretamente tanto com as estações do ano, quanto a forma de ocupação e o relevo.

Ainda, em relação à metodologia desenvolvida para elaboração do mapa ambiental climático, o uso da análise multicritérios permitiu delimitar as unidades climáticas positivas ou negativas a qualidade de vida da população e, apresenta facilidade na replicação para outras áreas. A utilização dessa técnica foi útil na medida em que permitiu demonstrar que as áreas carecem de ações para diminuir os impactos ambientais climáticos negativos à população, porém, deve o pesquisador ter um conhecimento prévio da área a ser pesquisada.

Frente aos resultados obtidos por meio da análise climática de Jataí, recomenda-se que sejam ampliados os pontos de coleta de dados, visto que os pesquisados demonstraram heterogeneidade (de acordo com cada característica do ponto) e quanto maior o número de amostragem compreende-se melhor essa dinâmica.

Torna-se necessário também a ampliação de imagens para temperatura de superfície de diferentes períodos do ano para analisar a variabilidade espacial da temperatura combinadas as dinâmicas atmosféricas. Ainda, a utilização de outros sensores.

Recomenda-se, também, ainda que utilizado nesta pesquisa, que sejam realizadas adaptações com softwares livres que são capazes de realizar zoneamento ambiental climático a fim de efeito de comparação.

Por fim, espera-se que os resultados obtidos nesta pesquisa possam oferecer ao poder público e a própria população um direcionamento de inserções e

ROCHA, J. R. R. **O campo térmico urbano como indicador de qualidade ambiental em Jataí (GO)/Brasil**

preservação da natureza/vegetação em áreas urbanas.

REFERÊNCIAS

AB'SÁBER, A. N. Bases conceituais e papel do conhecimento na previsão de impactos. In: **Previsão de Impactos**. 2 ed. São Paulo: EDUSP, 1998.

ALCOFORADO, M. J; LOPES, A.; ANDRADE, H.; VASCONCELOS, J. **Orientações climáticas para o Ordenamento em Lisboa**. Relatório 4. Lisboa; Ed. Centro de Estudos Geográficos da Universidade de Lisboa. 2006.

ALEIXO, N. C. R. **Pelas lentes da Climatologia e da Saúde Pública**: doenças hídricas e respiratórias na cidade de Ribeirão. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2012.

ALMEIDA, A. J. P; GUIMARÃES JUNIOR, S. A. M; ANDRADE, E. de L; FERREIRA NETO, J. V. Relação entre o Índice de Vegetação e a Temperatura de Superfície na estimativa e identificação das ilhas de calor na cidade de Maceió-AL. João Pessoa-PB, Brasil. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 16.2015, **Anais...** João Pessoa: PB, 2015.

ALVES, E. D. L.; SPECIAN, V. Contribuição aos estudos do clima urbano: variação térmica e higrométrica em espaços intra-urbanos. **Revista Mercator, Fortaleza**, v. 8, n. 17, p. 181-191, 2009.

ALVES, W. S. **As interações espaciais e o clima urbano de Iporá**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Programa de Pós-graduação em Geografia, Jataí, 2014.

AMORIM, M. C. De C. T; DUBREUIL, V; QUENOL, H; SANT'ANA NETO, J. L. Características das ilhas de calor em cidades de porte médio: exemplos de Presidente Prudente (Brasil) e Rennes (França). **Revista Confins**, n.7, 2009, p. 13-16.)

ANDRADE, A. R. de; ROSEGHINI, W. F. F; MENDONÇA F. de A. Análise do campo térmico da cidade de Irati/PR: primeiros experimentos para a definição do clima urbano. **Revista Brasileira de Climatologia**. Ano 6 – Volume 6 – Junho. p. 57-77. 2010. Disponível em <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs/index.php/revistaabclima/article/view/25587/17155>>. Acesso em 21 jun. 2018.

ANDRADE, A. R.; MENDONÇA, F. A. **Clima urbano-regional: relevo e uso do solo na definição do clima urbano de Irati e Guarapuava/Paraná – Brasil**. II

Seminário Ibero Americano de Geografia Física, Universidade de Coimbra, maio de 2010. Disponível em: <<https://www.uc.pt/fluc/cegot/VISLAGF/actas/tema3/aparecido>>. Acesso em: 22 jan.2020.

ANDRADE, H. O clima urbano, natureza, escalas de análise e aplicabilidade. **Finisterra**, Lisboa, v. XL, n. 80, p. 67-91, 2005. Disponível em: <http://www.ceg.ul.pt/finisterra/numeros/2005-80/80_05.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2017.

ANDRADE, K. **Climatologia e comportamento dos sistemas frontais sobre a América do Sul**. 2007. 187 f. Dissertação de Mestrado em Meteorologia – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2007.

ANYANWU, E. C.; KANU, I. The role of urban forest in the protection of human environmental health in geographically prone unpredictable hostile weather conditions. **International Journal of Environmental Science and Technology**, Tehran, v.3, n.2, p.197-201, 2006.

ARAÚJO, A. C. M de; GOUVEIA, L. B. Uma revisão sobre os princípios da teoria geral dos sistemas. **Estação Científica** - Juiz de Fora, nº 16, julho – dezembro / 2016

ARRUDA, K. E. C. Estudo da Amenidade Térmica Proporcionada pela Reserva Ecológica de Dois Irmãos, Recife – PE. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v.03. p. 196-203, 2010.

ASSIS, E. S. A abordagem do clima urbano e aplicações no planejamento da cidade: reflexões sobre uma trajetória. In: Encontro Nacional e IV Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído, 8, 2015. **Anais...** ANTAC, Maceió. 2005.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. Tradução: Maria Juraci Zani dos Santos. 13. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. 332p.

BARBOSA, R. V. R.; VECCHIA, F. A. S. Estudos de Ilha de Calor Urbana por meio de Imagens do Landsat 7 Etm+: Estudo de Caso em São Carlos (SP). **Revista Minerva – Pesquisa e Tecnologia**, v. 6, n. 3, set./dez. 2009. Disponível em: <http://www.fipai.org.br/revista_minerva_eletro_v06n03.html>. Acesso em: 8 out. de 2019.

BARBOSA, H. P., AMORIM M. C. de C. T.; Clima urbano em Presidente Prudente/SP: diferenças térmicas e higrométricas urbano/rural em episódios de outono. **Revista Geonorte**, Edição Especial 2, v. 2, n.5, p. 220 – 232, 2012.

BARCELLOS, C.; MONTEIRO, A. M. V.; CORVALÁN, Carlos. GURGEL, Helen C. CARVALHO, Marília Sá. ARTAXO, Paulo. HACON, Sandra. RAGONI, Virginia. Mudanças climáticas e ambientais e as doenças infecciosas: cenários e incertezas para o Brasil. **Revista Epidemiol. Serv. Saúde**, Brasília, 18(3):285-304, jul-set 2009

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.

BARROS, L. G. M. O uso dos sistemas na geografia – esboço metodológico. **Revista Geonorte, Edição Especial**, v. 1, n. 4, p. 59-68, 2012. Disponível em: <http://www.periodicos.ufam.edu.br/revista-geonorte/article/view/1806/1689>

BASANE, A. C.; SILVA, R. F.; MIRANDA, Y. C.; BALDO, M. C. A influência do clima urbano em cidades de pequeno porte: uma revisão teórica. In. **Anais...** Simpósio de Estudos Urbanos: Desenvolvimento Regional e Dinâmica Ambiental, 1, 2011.

BERTALANFFY, L. V. THE MEANING OF GENERAL SYSTEM THEORY The Quest for a General System Theory. In. BERTALANFFY, L. V. **General System Theory**. Foundations, Development, Applications Ludwig von Bertalanffy New York: George Braziller 1968 pg. 30-53

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: Esboço metodológico. **Revista RAEGA**. Curitiba, n. 8, p. 141-152, 2004

BERTRAND, G. PAISAGEM E GEOGRAFIA FÍSICA GLOBAL. ESBOÇO METODOLÓGICO. **Revista Regae**, Editora UFPR. Curitiba, n. 8, p. 141-152, 2004.

BIAS, E. de S.; BAPTISTA, G. M. de M.; LOMBARDO, M. A. Análise do fenômeno de ilhas de calor urbanas, por meio da combinação de dados Landsat e Ikonos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 11., 2003, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, 2003. p. 1741–1748.

BONAMETTI, J, H. Paisagem urbana bases conceituais e históricas. **Terra e cultura**. n.38, p.107, 2004.

BONAMETTI, J. H. PAISAGEM URBANA BASES CONCEITUAIS E HISTÓRICAS. **TERRA E CULTURA**, ANO XX, Nº 38.

BORGES, K. A Gestão Urbana e as Tecnologias de Informação e Comunicação. **InformáticaPública**. v.2, n.2, p.17-24. 2000.

BORGES, M. A. G. A compreensão da sociedade da informação. **Revista Ciência e informação**, Brasília, v. 29, n. 3, p. 25-32, set./dez. 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ci/v29n3/a03v29n3.pdf>. Acesso em 25 ago. 2018.

BOURSCHEIDT, Va. Uso de VANTs para Estudos Ambientais em áreas urbanas: aplicações atuais e perspectivas. In. PRUDKIN, Gonzalo. BREUNIG Fabio Marcelo (Org.). **Drones e ciência: Teoria e aplicações metodológicas**. Santa Maria, RS: Facos-UFSM, 2019.

BUFFON, E.; SAMPAIO, T.; PAZ, O. Veículo aéreo não tripulado (VANT) - aplicação na análise de inundações em áreas urbanas. **Revista de Geografia e Ordenamento do Território**. 2018, p. 85-108,

CALLEGARE, A. O.; LOPES, C. R. ; SOUZA, L. J. ; BRIZOLLA, M. C. ; HONORATA, V. . Estudo sobre o albedo em diferentes tipos de superfície. 2010. Disponível em: < http://meteorologia.florianopolis.ifsc.edu.br/formularioPI/arquivos_de_usuario/201022B.pdf> Acesso em: 7 de março de 2019.

CAMARGO, M. G. de.; FURLAN, M. M. D. P. Resposta Fisiológica do Corpo às Temperaturas Elevadas: Exercício, Extremos de Temperatura e Doenças Térmicas. In **Revista Saúde e Pesquisa**, v. 4, n. 2, p. 278-288, maio/ago. 2011. Acesso em: 13 jan. 2020.

CARVALHO, L. A. A. **Áreas públicas no espaço urbano de Jataí (GO) – uma análise de destinação e uso - 2000/2009**. Dissertação (mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Geografia da universidade Federal de Goiás – Campus Jataí. 2012. Disponível em: <https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/180/o/Disserta%C3%A7%C3%A3o_-_Lu%C3%ADs_Alberto.pdf>. Acesso em: 24 jan. 2020.

CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de Sistemas em Geografia**. São Paulo: Hucitec, 1979.

CONTI, J. B. Geografia e Paisagem José Bueno Conti. **Ciência e Natura**, v. 36 Ed. Especial, 2014 Difusão Européia do Livro, 1957.

CORBELLA, O.; YANNAS, S. **Em Busca de uma Arquitetura sustentável para os Trópicos – Conforto ambiental**. 1ª Edição. Rio de Janeiro: Editora Revan, 288 p, 2003.

AMORIM, M. C. de C. T.; Sant'Anna Neto, J. L.; DUBREUIL, V. Estrutura térmica identificada por transectos móveis e canal termal do Landsat 7 EM cidade tropical. **Revista de Geografia Norte Grande**, núm. 43, set., 2009, pp. 65-80 Pontificia Universidad Católica de Chile Santiago, Chile

COUTO, D. L. Negrão. **Albedo em cerrado sensu stricto como resposta à variação climática e biológica**: conexões com índice de vegetação, estoques de carbono e fluxos de CO₂. 2009. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8135/tde-04022010-133248/publico/DIOGO_LADVOCAT_NEGRAO_COUTO.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2020.

CRESPO, A. A. **Estatística Fácil**, 15 ed. São Paulo, SP: Saraiva, 1997.

CULLEN, G. **Paisagem Urbana**. Lisboa: Edições 70, 2006

CURADO, L. F. A.; RODRIGUES, T. R.; BIUDES, M. S.; DE PAULO, S. R.; DE PAULO, I. J. C.; NOGUEIRA, J. S. Estimativa Sazonal da Emissividade Atmosférica Através da Equação de Brutsaert no Norte do Pantanal Mato Grossense, **Ciência e Natura**, 2011. Vol. 33, Nº. 2.

DACANAL, C. et al. Microclima em Fundos de Vale: análise de diferentes ocupações urbanas em Campinas, SP. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTA CONSTRUÍDO, 12.,. Fortaleza, 2008. **Anais...** Fortaleza: Antac, 2008.

DOLLFUS, Olivier. **A Análise Geográfica**. São Paulo: DIFEL, 1973.

DORIGON, L. P. **Clima urbano em Paranavaí/PR: análise do espaço intraurbano**. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia. Presidente Prudente. 2015.

Doulos, L.; Santamouris, M.; Livada, I. (2004) – Passive cooling of outdoor urban spaces. The role of materials. **Solar Energy**, 77(2): 231-349.

ELY, D. **Teoria e Método da Climatologia Geografica Brasileira: Uma Abordagem Sobre Seus Discursos e Práticas**. Ph.D. Thesis, Sao Paulo State University, Presidente Prudente, Brazil, 2006

FAGUNDES, M. A. R.; IESCHECK, A. L. Uso de VANT na cartografia: geração de base cartográfica tridimensional. In. PRUDKIN, Gonzalo.

BREUNIG, F. M. (Org.). **Drones e ciência: Teoria e aplicações metodológicas**. Santa Maria, RS: Facos-UFSM, 2019.

FIALHO, E. S; FERNANDES, L. A; CORREA, W. de S. C. CLIMATOLOGIA URBANA: CONCEITOS, METODOLOGIAS E TÉCNICAS. **Revista Brasileira de Climatologia**, jun. 2019.

FRANCISCO, A. B. A intensidade da incidência de radiação solar no período vespertino em Rancharia-SP e as possibilidades de aproveitamento da energia solar. **Revista de Iniciação Científica das Faculdades Toledo**, v. 4, p. 101-112, 2019.

FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. **Manual de conforto térmico: arquitetura e urbanismo**. 7. ed. São Paulo: Studio Nobel, 2006. Disponível em: <<http://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/18350/material/ManualConfortoTERMICO.pdf>>. Acesso em 07 jun. 2020.

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

GEIGER, R. Influências das formas do relevo no microclima. In: **Manual de microclimatologia: o clima da camada de ar junto ao solo**. Lisboa: Fundação Caloust Gulbenkian. 1980. p. 382-474.

GIONGO, P. R.; PADOVANI, C. R.; VETTORAZZI, C. A. Variabilidade espacial e temporal do albedo obtido a partir de imagens MODIS na região do Pantanal. In: **Anais...** XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 4715-4722.

GOMES, M. A. S.; AMORIM, M. C. C. T. Arborização e conforto térmico no espaço urbano: estudo de caso nas praças públicas de Presidente Prudente (SP). **Caminhos de Geografia**. v. 7, n. 10, pp. 94- 106, set. 2003.

GREGORY, D.; JOHNSTON, R.; PRATT, G.; WATTS, M.; WHATMORE, S. **The dictionary of human geography**. 2009.

GRIMMOND, C. S. B. Progress in measuring and observing the urban atmosphere. **Theoretical and Applied Climatology**, Viena, v. 84, n. 1-3, p. 3–22, 2006.

GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. dos S. **Geomorfologia Ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006. 192 p.

HERMUCHE, P. M.; GUIMARÃES, G. M. A; CASTRO, S. S. de. Análise dos compartimentos morfopedológicos como subsídio ao planejamento do uso do solo em Jataí - GO. **GEOUSP - Espaço e Tempo**, São Paulo, n. 26, p. 113 a 131, 2009.

IBGE – **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Acesso em: 26 out. 2019.

IPCC. Resumo para formuladores de políticas. In: **Aquecimento Global de 1,5 °C**. 2018. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/spm/>. Acesso em: 25 ago. 2019.

JATOBÁ, S. U. S. Urbanização, meio ambiente e vulnerabilidade social. **Boletim regional, urbano e ambiental**. Brasília: Ipea, Dirur, 2011. p. 141-148.

JESUZ, C. R. de.; SANTO, I. R. da S. Paisagem: uma reflexão do conceito na concepção geossistêmica. **Boletim Gaúcho de Geografia**, v. 43, n.2, dezembro, 2016. Disponível em: <<http://seer.ufrgs.br/index.php/bgg/article/view/57483>>. Acesso em: 15 de out. 2018.

KEGLER, J. J.; WOLLMANN C. A.; DUARTE, V. A.; HOPPE, I. L. IENSSE, A. C. Variabilidade espacial da temperatura do ar com uso de transectos móveis em Erechim/RS, sob domínio polar em processo de tropicalização. **Ciência e Natura**, Santa Maria v.38 n.1, 2016, jan.- Abr. p. 215 – 224

KIM, Y.H., BAIK, J.J. Spatial and temporal structure of the urban heat island in Seoul, **Journal of Applied Meteorology**, Seul, v. 44, p. 591-605,2005. Disponível em: <http://journals.ametsoc.org/doi/pdf/10.1175/JAM2226.1>. Acesso em: 16 abril. 2019.

Kousky VE, G. M. Upper tropospheric cyclonic vortices in the subtropical South Atlantic. **Tellus** 33:538-551,1981.

KREBS, C. J. **Ecological Methodology**. New York: Haper & Row Publishers, 1989.

LANDSBERG, H. E. The urban climate. **Academic Press**, New York. 1981.

LANG, S.; BLASCHKE, T. **Análise da paisagem com SIG**, tradução Hermann Kux. São Paulo: Oficina de texto. 2009.

LEITE, M. A. E P. **Destruição ou desconstrução? Questões da paisagem e tendências de regionalização**. São Paulo: Hucitec, 1994

LIMA, N. R. de.; PINHEIRO, G. M.; MENDONÇA, F. Clima Urbano no Brasil: Análise e contribuição da metodologia de Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro. **Revista Geonorte**, 2012. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufam.edu.br/revista-geonorte/article/view/aaaa>>. Acesso em: 16 jul. 2019.

LIMA, V. Análise da qualidade ambiental urbana: o exemplo de Osvaldo Cruz/SP. **Revista Geografia em Questão**. V. 07, n.02, p.29-42, 2014.

LIMA, V.; AMORIM, M. C. C. T. Qualidade ambiental urbana em Oswaldo Cruz/SP. In: XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA. 2009. Viçosa-MG. **Anais eletrônicos**. Viçosa- -MG: UFV, 2009.

LOMBARDO, M. A. A ilha de calor e suas relações com as condições naturais e sociais. In: **Ilha de calor nas metrópoles: o exemplo de São Paulo**. São Paulo: HUCITEC, 1985. p. 209-216

LOMBARDO, M. A. **Ilha de Calor nas metrópoles: o exemplo de São Paulo**. São Paulo: Editora Hucitec, 1985.

LOMBARDO, M. A. **Qualidade ambiental e planejamento urbano: considerações e método**. São Paulo, 1995. Tese (Título de Livre Docência em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.

MACEDO, E. A. G. **Variações higrótérmicas: o caso das bacias do Açude (sapo) e Capoeira em Jataí-GO**. 2012. 78 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) UFG/CAJ, Jataí-GO. 2012.

MARENGO, J. A. Água e mudanças climáticas. **Estudos Avançados**. 2008. vol.22 no.63 São Paulo , 2008.

MARIANO, Z. de F. **A importância da variável climática na produtividade da soja no sudoeste de Goiás**. 2005. 251 f. Tese (Doutorado em geografia) – UNESP - Campus de Rio Claro, Rio Claro: 2005

MARQUES NETO.; R. OLIVEIRA, Geovane C. de; RODRIGUES E. L. N.; OLIVEIRA, A. de. Geossistemas: interpretação e aplicação de um conceito para uma proposta de zoneamento ambiental na bacia do Rio Paraibuna, Zona da Mata mineira.

Caminhos de Geografia, Uberlândia, MG. v.18 n.63. set. 2017. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/37305/20997>. Acesso em: 22 jun. 2018.

MARTINS, A. P. **Uso de dados do sensor Modis/Agua e do algoritmo Sebal para estimativa da evapotranspiração real na bacia do Rio Paranaíba**. 2015. 151 f. Tese (Doutorado em Ciências Humanas) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2015. Disponível em <https://doi.org/10.14393/ufu.te.2015.70>.

MASCARÓ, L; MASCARÓ, J. **Ambiência Urbana** – Urban Environment, 3. Ed. Porto Alegre: Masquatro Editora, 2009.

MAXIMIANO, L. A. Considerações sobre o conceito de paisagem. **Revista RAEGA**. Curitiba, 2004, disponível em: <https://revistas.ufpr.br/raega/article/viewFile/3391/2719>. Acesso em: 20 de set, 2018.

MELLO, C. A. B. de. Natureza jurídica do zoneamento – efeitos. **Revista Direito Administrativo**, Rio de Janeiro. 147:23-38. jan./mar. 1982. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rda/article/viewFile/43481/42144>>. Acesso em: 11 de jun. de 2020.

MENDONÇA, F. (Org.). **Clima urbano**. São Paulo: Contexto, 2003.

MENDONÇA, F. **Aspectos da interação clima – ambiente – saúde humana: Da relação sociedade-natureza à (in)sustentabilidade ambiental**. RA'EGA – O espaço geográfico em análise, v. 4, n. 4, pg.85-100, 2000

MENDONÇA, F. Clima e planejamento urbano em Londrina. In: MONTEIRO, F. C. de; MENDONÇA, Francisco. O estudo do clima urbano no Brasil: evolução, tendências e alguns desafios. In: MENDONÇA, Francisco & MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo (Orgs.). **Clima urbano**. São Paulo: Contexto, 2013.

MENDONÇA, F.. O estudo do SCU – Sistema de Clima Urbano – no Brasil. In_ MONTEIRO, C. A. de F., Sant'Anna Neto, J. L., MENDONÇA, F.de A., ZAVATTINI, J. Afonso. **A construção da climatologia geográfica no Brasil**. Campinas, SP. Editora Alínea. 2015.

MINELLA, F. O. **Avaliação da Influência de Aspectos da Geometria Urbana Sobre Níveis de Conforto Térmico em Ruas de Pedestres de Curitiba**. 2009. 163 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

MINAKII, C. **Qualidade ambiental urbana em Guararapes/SP**. 2009. 160 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente. Disponível em: <<http://www.athena.biblioteca.unesp.br>>. Acesso em: 5 jan. 2019.

MINAKII, C. Análise das características termo higrométricas de transectos móveis noturnos em episódios de inverno em Maringá-PR. In. **Anais... XVII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada e I Congresso Nacional de Geografia Física**. Campinas – SP. 2017.

MINAKII, C. **O clima urbano como indicador de qualidade ambiental**: estudo de caso da paisagem urbana de Araçatuba SP. 2014. 265 f. Tese de Doutorado - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" Faculdade de Ciências e Tecnologia. 2014

MINAKII, CINTIA; AMORIM, MARGARETE. Espaços urbanos e qualidade ambiental – um enfoque da paisagem. **Revista formação** n° 14, p. 67-82, 2007

MONBEIG, Pierre. O estudo geográfico das cidades. **CIDADES**. v. 1, n. 2, 2004, p. 277-314

MONTEIRO, F.; Paulo, de A.; SILVA, M. R.; SILVA, W. F. da.; ROCHA, R. C. Desigualdades socioespaciais: analisando as paisagens do urbano no município de Jataí (GO) - 2013 – **Boletim de Geografia**, Maringá, v. 33, n. 3, p. 121-133, set. Dez., 2015.

MONTEIRO, C. A. de F. **Teoria e clima urbano**. São Paulo: Tese. (Apresentada ao concurso de livre-docência junto ao Departamento de Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo. 1975.

MONTEIRO, C. A. F. Adentrar a cidade para tomar-lhe a temperatura. **Geosul**, Florianópolis, n.9. 1990b. p. 61-79.

Monteiro, C. A. F. **Geossistemas: a história de uma procura**. São Paulo: Contexto, 2001.

MONTEIRO, C. A. de F. Teoria e clima urbano: um projeto e seus caminhos. In: MENDONÇA, Francisco & MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo (Orgs.). **Clima urbano**. São Paulo: Contexto, 2013.

MONTEIRO, J. C. R.; ARIDE, P. H. R.; OLIVEIRA, A. T. de.; SANTOS, S. M. dos.; PANTOJA-LIMA, J.; HEYER, L. F. Descrição da temperatura e umidade relativa do ar em diferentes localidades no bairro do Parque Dez - Manaus/AM. **Revista Biota Amazônia**. Macapá, v. 4, n. 2, p. 20-27, 2014 Disponível em <http://periodicos.unifap.br/index.php/biota>

MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P., Comparação cruzada entre pesquisas laboratoriais e de campo em conforto térmico em espaços urbanos abertos. **Ambiente Construído** (Online), v. 10, p. 79-101, 2010.

MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P., Territorios y espacios urbanos sustentables: confort ambiental em espacios abiertos. **Ambiente Construído** (Online), v. 3, p. 1-26, 2009.

MONTEIRO, M. A. **Dinâmica atmosférica e a caracterização dos tipos de tempo na Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá**, Florianópolis: UFSC, 2007. 224p. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Disponível <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/89959/238670.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 25/04/2020.

MOREIRA, R. **O pensamento geográfico brasileiro** - as matrizes clássicas originárias, São Paulo: Contexto, 2008.

MOTA, S. **Urbanização e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: ABES, 1999. 353p

NASCIMENTO, D. T. F. **Emprego de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento na análise multitemporal do fenômeno de ilha de calor no município de Goiânia-GO (1986/2010)**. 2011. 98f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - UFG/IESA, Goiânia, 2011.

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

NEVES, C. E. **“Geossistema: a História de uma Pesquisa”**: Trajetórias e Tendências no Estado de São Paulo. 191 f. (Dissertação de Mestrado em

Geografia), Departamento de Geociências da Universidade Estadual de Londrina, Paraná, 2015.

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

OKE, T. R. **Boundary layer climates**. Routledge, London. 1987.

OKE, T. R. Canyon geometry and the nocturnal urban heat island: comparison of scale model and field observations. **Journal of Climatology**, n.1, p. 237-254, 1981.

OKE, T. R., **Initial Guidance to Obtain Representative Meteorological Observations at Urban Sites**. IOM Report No.81, WMO/TD. No. 1250. World Meteorological Organization, Geneva, 2006. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/265347633_Initial_guidance_to_obtain_representative_meteorological_observations_at_urban_sites>. Acesso em: 23 jun. 2019.

Oliveira, I. A. de. **Balço de energia em área urbana na cidade do Recife-PE**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Energéticas e Nucleares, 2012.

OLIVEIRA, M.R.P.; GALVANI, E. Avaliação do efeito orográfico no perfil longitudinal Paraty (RJ) e Campos do Jordão (SP). **Entre Lugar (UFGD)**. V.6, n.11, p.133-151, 2015.

OLIVEIRA, Tadeu Almeida de. RIBAS, Otto Toledo. **Sistemas de Controle das Condições Ambientais de Conforto**. Brasília, 1995.

OLIVEIRA, E. M. **Atuação do mercado imobiliário no perímetro urbano de Jataí (GO): uma análise de 2004 à 2015**. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal de Goiás – Regional Jataí. 2016. Disponível em: <https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/928/o/TCC_Eliardo_Miranda_Oliveira.pdf?1491504885>. Acesso em 29 de jun. 2020.

ORHAN, O.; EKERCIN, S.; DADASER-CELIK, F.. Use of Landsat Land Surface Temperature and Vegetation Indices for Monitoring Drought in the Salt Lake Basin Area, Turkey. **The Scientific World Journal**, v. 2014, p. 1-11, 2014.

ORTIGOZA, S. **Paisagens do consumo**: São Paulo, Lisboa, Dubai e Seul [online]. São Paulo: Editora UNESP; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2010. 232 p. ISBN 978-85-7983-128-7.

ORTIZ PORANGABA, G. F. **O clima urbano das cidades do interior do estado de São Paulo**: uma análise do campo térmico de Assis, Cândido Mota, Maracá e Tarumã. 2015. xix, 354 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2015. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/135915>>.

ORTIZ, G. F.; AMORIM, M. C. de C. T. Clima urbano e ilhas de calor em Cândido Mota/SP. **Revista Geonorte**, Edição Especial 2, V.2, N.5, p.455 – 468, 2012. Disponível em: <[http://www.revistageonorte.ufam.edu.br/attachments/013_\(O%20CLIMA%20URBANO%20DE%20C%C3%82NDIDO%20MOTA\).pdf](http://www.revistageonorte.ufam.edu.br/attachments/013_(O%20CLIMA%20URBANO%20DE%20C%C3%82NDIDO%20MOTA).pdf)>. Acesso em 13 de maio 2018.

PASSOS, M. M. dos. **Biogeografia e Paisagem. Presidente Prudente**: Edição do Autor, 278p., 1988. Programa de Mestrado-Doutorado em Geografia. FCT-UNESP/Campus de Presidente Prudente. Programa de Mestrado em Geografia, UEM-Maringá, 1988.

PEARLMUTTER, D. Arquitetura e Clima: O Meio Ambiente Continuum. **Bússola de Geografia**. 2007, 752–778.

PEREIRA, I.; ALVES, T.; PINHEIRO, R.; ASSIS, E. Metodologia de tratamento de dados climáticos para inserção em softwares de simulação energética de edifícios. In. **Conferência latino-americana de construção sustentável**, 1, e Encontro Nacional de tecnologia do ambiente construído, 10. São Paulo, 2004. Disponível em: <<http://www.arquitetura.ufmg.br/labcon/download.php?dir=arquivos/&file=PAP1057d.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2018.

PEREIRA, C. C.; MARIANO, Z. de F.; SCOPEL, I. O clima e as doenças respiratórias em Jataí-GO no ano 2008. Anais... Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 13, Viçosa – **Anais...** Viçosa (MG). Disponível em: <http://www.geomorfologia.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos_completos/eixo8/009.pdf>. Acesso em 22 jan. 2020.

PERIN, E. B.; VIANNA, L. F. de N. RICCE, W. da Silva. MASSIGNAM, A. M. P. C. Interpolação das variáveis climáticas temperatura do ar e precipitação: Revisão dos métodos mais eficientes. **Revista Geografia**, Rio Claro, v. 40, n. 1, p. 269-289, 2015.

PEZZUTO, C. C. **Avaliação do ambiente térmico nos espaços urbanos abertos. Estudo de caso em Campinas, SP**. 2007. 182 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de

Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2007.

Pillar, V.D. **Clima e vegetação**. 1995. UFRGS, Departamento de Botânica.

Disponível em

<http://ecoqua.ecologia.ufrgs.br/arquivos/Reprints&Manuscripts/Manuscripts&Misc/6_Clima_95Nov07.pdf>. Acesso em 10 de nov. 2020.

PIMENTEL, F. O. P.; FERREIRA, C. de C. M. Clima urbano: o uso de modelos geoespaciais na investigação do comportamento térmico em Juiz de Fora- MG. **Revista Brasileira de Climatologia**, 2019.

PINHEIRO, M. G.; AMORIM, M. C. C. T.; Uma contribuição ao estudo da temperatura e da umidade relativa do ar em Euclides da Cunha Paulista/SP. **Geografia em Atos**, n. 7, v.2, Presidente Prudente, 2007.

POLIZEL, J. L. **Geotecnologias e Clima Urbano: aplicação dos recursos de sensoriamento remoto e sistema de informações geográficas na cidade de Piracicaba, SP**. 2009. 153 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

PRADO, R. T. A.; FERREIRA, F. L. Measurement of albedo and analysis of its influence the surface temperature of building roof materials. **Energy and Buildings**, Oxford, Elsevier, v. 37, n. 4, p. 295-300, 2005. Acesso em: <https://www.academia.edu/3540547/Measurement_of_albedo_and_analysis_of_its_influence_the_surface_temperature_of_building_roof_materials>. Acesso em: 29 jun. 2020.

RIBEIRO, A. G. As escalas do clima. **Boletim de Geografia Teorética**. Rio Claro-SP: UNESP v. 23 n. 45-46, 1993.

RIBEIRO, C. R.; GONÇALVES, A. P. G.; BASTOS, F. P. Ilhas de calor urbanas e conforto térmico humano em cidades de porte médio: estudo aplicado em Juiz de Fora (MG). **Revista Ra'e Ga**, Curitiba, v.45, n. 1. 2018. p. 281 – 300. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/51262/37567>>. Acesso em 12 nov. 2019.

ROCHA, J. R. R. **Microclima do Cerrado: Características higrotérmicas em Jataí e Caçu (GO)**. Programa de Pós-Graduação em Geografia (Mestrado), Universidade Federal de Goiás, Regional Jataí. 2014.

Romero, H., Salgado, M., & Smith, P. Mudanças climáticas e climas urbanos: relações entre zonas térmicas e condições socioeconômicas da população de Santiago do Chile. **Revista INVI**, 2010.

SABARÁ, H. H. R. **O uso de veículos aéreos não tripulados (VANT) na identificação do percevejo marrom em lavouras de soja usando técnicas de reconhecimento de padrões e aprendizado de máquinas**. 2018. 76 p. Dissertação (Mestrado em Inovações Tecnológicas) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2018.

SANT'ANNA NETO, J. L. A análise geográfica do clima: produção de conhecimento e considerações sobre o ensino. **Geografia** - Volume 11 - Número 2 - Jul/Dez. 2002. Disponível em: <
<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/article/viewFile/6734/12407>>
Acessado em 15 de janeiro de 2019.

SANT'ANNA NETO, J. L. CLIMA E ORGANIZAÇÃO DO ESPAÇO. **Boletim de Geografia**, v. 16, n. 1, p. 119-132, 2 fev. 2011.

SANTOS, F. M. M.; OLIVEIRA, A. S.; NOGUEIRA, M. C. J. A.; MUSIS, C. R.; NOGUEIRA, J. S. Análise do clima urbano de Cuiabá-MT-Brasil por meio de transectos móveis. **Paranoá**, Brasília, no 11, p. 45-54, 2014

SANTOS, J. S. dos; SILVA, V. de P. R. da; ARAÚJO, L. E. de.; LIMA, E. R. V. de L.; COSTA, A. D. L. Análise das Condições do Conforto Térmico em Ambiente Urbano: Estudo de Caso em Campus Universitário. **Revista Brasileira de Geografia Física**, 2011.

SEABRA M. DOS S.; MENEZES, W. F.; ROTUNNO, F. O. C. Estudo do impacto da ocorrência da zona de convergência do atlântico sul na vazão de bacias hidrográficas nas regiões sudeste e centro-oeste do Brasil – o caso de fevereiro de 2002. Congressos Brasileiros de Meteorologia., 13., 2004, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: 2004.

SEVEGNANI, K.B.; GHELFI FILHO, H.; DA SILVA, I.J.O. Comparação de vários materiais de cobertura através de índices de conforto térmico. **Sci. Agric**, 51, vol. 1, Piracicaba: ESALQ/USP, jan./abr., 1994.
SEVEGNANI, K.B.; GHELFI FILHO, H.; DA SILVA, I.J.O. Comparação de vários materiais de cobertura através de índices de conforto térmico. **Sci. Agric**. Piracicaba, v 51 (1): p. 01-07, jan., /abr., 1994.

SHINZATO, P. **O impacto da vegetação nos microclimas urbanos**. 2009. 173f.

Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Arquitetura) -Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

SILINGOVSKI JUNIOR; E.; BARBOSA, M. J. Comparação entre os dados de temperatura radiante de superfície obtidos do satélite Landsat 7, dados de campo e de estações oficiais da região metropolitana da cidade de Londrina, Paraná. In: Simpósio brasileiro de climatologia geográfica 7, 2006, Londrina. **Anais...** Rondonópolis, 2006.

SILVA T. M.; RODRIGUES G. B.; MATOS F. O.; LIMA G. O.; SOUZA T. G.; DIAS P. L. SILVA, Zoneamento ecológico econômico através de geotecnologias como subsídio para gestão territorial na vila de algodoal, Maracanã – PA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA, 27, Rio de Janeiro, **Anais...** 2017. Disponível em: << <http://www.cartografia.org.br/cbc/2017/trabalhos/4/index.html>>> Acesso em: 18 jan. 2020.

SILVA, D. Evolução da Fotogrametria no Brasil. **Revista Brasileira de Geomática**, Pato Branco, v. 3, n. 2, p.90-105, 14 dez. 2015.

SILVA, L. da; COSTA FILHO, J. F. da.; LIMA, E. R. V. de; ALMEIDA, Hermes Alves de. **Análise do albedo e do índice de vegetação da diferença normalizada (ndvi) em uma bacia hidrográfica, usando o Sebal – Surface Energy Balance Algorithm for Land**. 2009. Disponível em: <http://www.geo.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos_completos/eixo1/054> . Acesso em: 20 mar. 2020.

SILVA, S. S. da. Proposta de um modelo de análise do comprometimento com a sustentabilidade. **Revista Ambiente e Sociedade**. vol.17 no.3 São Paulo Jul/Set. 2014.

SILVA, B. B. da.; SILVA, S.T. A. da; GOMES, H. B. Alterações climáticas decorrentes de mudanças no uso da terra mediante sensoriamento remoto. **Mercator** - volume 9, número especial (1), 2010

SILVA, B. A.; XAVIER, T. C.; ALVAREZ, C. E. de. A INFLUÊNCIA DA VEGETAÇÃO NO CONFORTO TÉRMICO PARA A CONDIÇÃO MICROCLIMÁTICA DE VITÓRIA (ES). **Cidades Verdes**, v.03, n.08, 2015, pp. 01-15.

SILVA, K. V.; LUIZ, G. C.; VASQUES, H. S. Implicações da apropriação do Cerrado a partir do crescimento da cidade de Goiânia-GO e alterações no canal de percepção termodinâmico. **Revista Sapiência: Sociedade, Saberes e Práticas**

Educacionais – UEG/Campus Iporá, Goiás. v.5, n.2, p. 218-242, Ago./Dez., 2016. ISSN 2238-3565. Disponível em: <<https://www.revista.ueg.br/index.php/sapiencia/article/view/5948>>. Acesso em 23 mar. 2020.

SILVA, K. V. **Os parques areião e vaca brava na mitigação das ilhas de calor na cidade de Goiânia (GO)**. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Goiás, Instituto de Estudos Socioambientais (IESA), Goiânia (GO), 2017. Disponível em: <<https://repositorio.bc.ufg.br/tede/bitstream/tede/7324/5/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20-%20Keyla%20Vaz%20Silva%20-%202017.pdf>>. Acesso em: 15 de fev. 2020.

SILVEIRA, E. L. D. Paisagem: um conceito chave em Geografia. In: **EGAL- 12º Encontro de Geografo da América Latina**, 2009, Montevideo. EGAL2009, 2009.

SILVEIRA, E. L. D. Paisagem: um conceito chave em Geografia. In: Encontro de Geográfico da América Latina, 12., 2009, Montevideo. **Anais...** Montevideo, 2009.

SILVEIRA, R. D. Risco climático e vulnerabilidade socioespacial: o exemplo dos eventos extremos relacionados ao calor e ao frio. **Revista Brasileira de Climatologia**. Ano 12 – Vol. 19 – JUL/DEZ 2016

SORRE, M. Les Fondements Biologiques – Essai d’une écologie de l’homme. IN: **Les Fondements de la Géographie Humaine**. Tomo Premier. Librairie Armand Colin, Paris, 1951.

SOUZA YL, B. V. O índice de conforto térmico na primavera de 2009 em Campo Mourão. In: VI Encontro de Produção Científica e Tecnológica; 2011; Campo Mourão, PR. **Anais....** Campo Mourão: FECILCAM; 2011.

SOUZA, C. N. de.; SILVA, J. M. da.; QUADROS, J. A. de. LAROCZINSKI, A. DETERMINISMO E POSSIBILISMO: uma análise epistemológica e crítica. **Revista Maiêutica**, Indaial, v. 4, n. 1, p. 43-54, 2016.

SOUZA, J. C. O. **Identificação de geossistemas e sua aplicação no estudo ambiental da bacia hidrográfica do rio São Miguel – Alagoas**, 2013. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco. CFCH. Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2013.

SPECIAN, V.; SILVA JUNIOR, U. P.; VECCHIA, F. A. S. Padrão térmico e higrométrico para dois ambientes de estudo: área urbanizada e remanescente de cerrado na cidade de Iporá-GO. **Revista Espaço & Geografia**, v. 16, n. 1, 2013.

Srisawat, P.; Kronprasert, N.; Arunotayanun, K. Development of decision support system for evaluating spatial efficiency of regional transport logistics. **Transp. Res. Procedia**. 2017, 25, 4832–4851.

STEWART, I.D., and T.R. OKE, 2009. **Classifying urban climate field sites by “local climate zones” the case of Nagano, Japan**. The seventh International Conference on Urban Climate, 29 June - 3 July 2009, Yokohama, Japan.

STEWART, I.D., and T.R. OKE. **Classifying urban climate field sites by “local climate zones” the case of Nagano, Japan**. The seventh International Conference on Urban Climate, 29 June - 3 July 2009, Yokohama, Japan.

TARIFA, J.R. Análise comparativa da temperatura e umidade na área urbana e rural de São José dos Campos – SP, Brasil. **Geografia**. Rio Claro, v.2, nº 4, p. 59-80, 1977.

TEOBALDO NETO, A.; AMORIM, M. C. de C. T. Ilha de Calor Urbana e desconforto térmico: uma análise episódica em Cuiabá/MT. In: Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 17. **Anais...** Campinas – SP. 2017.

TROPPEMAIR, H.; GALINA, M. H. Geossistema. **Mercator – Revista de Geografia da UFC**. Fortaleza, ano 5, n. 10, p. 79-89, 2006.

UGEDA JÚNIOR, J. C.; AMORIM, M. C. de C. T. Reflexões acerca do sistema clima urbano e sua aplicabilidade: pressupostos teórico-metodológicos e inovações técnicas. **Revista do Departamento de Geografia**, Volume Especial. 2016. 160-173.

VALE, C. C. do. Teoria Geral Do Sistema: HISTÓRICO E Correlações com a Geografia E com o estudo da paisagem. **Entre-Lugar**, Dourados, MS, ano 3, n.6, p 85-108, 2. semestre de 2012.

VIANA, S. C. M.; AMORIM, M. C. C. T. Caracterização do clima urbano em Teodoro Sampaio/SP: uma introdução. **Sociedade & Natureza**. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, v. 20, p. 19-42, 2008.

VICENTE, A. K. et al. Conforto térmico em Presidente Prudente-SP. In: SANT' ANNA NETO, J. L. (Org.). **Os climas das cidades brasileiras**. Presidente Prudente: 2002, p.197 -227.

VOLPATO, M. M. L.; ALVES, H. M. R.; VIEIRA, T. G. C. Geotecnologias aplicadas à agrometeorologia. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 29, n. 246, p.61-70, set./out. 2008.

ZAMPARONI, C. A. G. P. Desenvolvimento de Metodologia Para Detectar Ilha de Calor em Cidades de Pequeno Porte em Área Tropical..In: Encontro de Geógrafos da América Latina. 6, 1997, Buenos Aires - Argentina. **Anais...** Buenos Aires-Argentina.: Ed. de la Universidad de Buenos Ayres, 1997. v. 1. p. 35-38.