



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS**  
**INSTITUTO DE ESTUDOS SOCIOAMBIENTAIS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**



**ANA CRISTINA ARAÚJO FOLI**

**Produção do espaço urbano, ilhas de calor e  
vulnerabilidade em Goiânia (GO): uma contribuição aos  
estudos da Geografia do Clima**

**GOIÂNIA**  
**2026**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
INSTITUTO DE ESTUDOS SÓCIO-AMBIENTAIS

## 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/UFMG), 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/UFMG 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     Tese     Outro\*: \_\_\_\_\_

\*No caso de mestrado/doutorado profissional, indique o formato do Trabalho de Conclusão de Curso, permitido no documento de área, correspondente ao programa de pós-graduação, orientado pela legislação vigente da CAPES.

**Exemplos:** Estudo de caso ou Revisão sistemática ou outros formatos.

#### 2. Nome completo do autor

Ana Cristina Araújo Foli

#### 3. Título do trabalho

Produção do espaço urbano, ilhas de calor e vulnerabilidade em Goiânia (GO): uma contribuição aos estudos da Geografia do Clima

#### 4. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador)

Concorda com a liberação total do documento  SIM     NÃO<sup>1</sup>

[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:

- a) consulta ao(a) autor(a) e ao(a) orientador(a);
  - b) 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 **Gislaine Cristina Luiz, Professora do Magistério Superior**, em 04/03/2026, às 10:22, 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 **Ana Cristina Araújo Foli, Usuário Externo**, em 04/03/2026, às 16:59, 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](https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **5758878** e o código CRC **BD197D13**.

ANA CRISTINA ARAÚJO FOLI

**Produção do espaço urbano, ilhas de calor e  
vulnerabilidade em Goiânia (GO): uma contribuição aos  
estudos da Geografia do Clima**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto sensu* em Geografia, do Instituto de Estudos Socioambientais da Universidade Federal de Goiás, como requisito para a obtenção do título de Doutora em Geografia.

Área de Concentração: Natureza e Produção do Espaço.

Linha de Pesquisa: Análise Ambiental e Tratamento da Informação Geográfica.

Orientadora: Profa. Dra. Gislaine Cristina Luiz.  
Coorientador: Prof. Dr. Diego Tarley Ferreira Nascimento.

GOIÂNIA  
2026

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

Foli, Ana Cristina Araújo  
Produção do espaço urbano, ilhas de calor e vulnerabilidade em Goiânia (GO) [versão eletrônica]: uma contribuição aos estudos da Geografia do Clima / Ana Cristina Araújo Foli. - 2026.  
202 f.: 2026

Orientadora: Prof(a). Dra. Gislaine Cristina Luiz; co-orientador: Dr. Diego Tarley Ferreira Nascimento  
Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Goiás, Instituto de Estudos Socioambientais (Iesa), Programa de Pós-Graduação em Geografia, Goiânia, 2026.

1. Clima Urbano; Vulnerabilidade Social; Ilhas de Calor; Geografia do Clima; Goiânia, GO.

I. Luiz, Gislaine Cristina, orient. II. Nascimento, Diego Tarley Ferreira, co-orient.  
III. Título.

CDU 1



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
INSTITUTO DE ESTUDOS SÓCIO-AMBIENTAIS

**ATA DE DEFESA DE TESE**

Ata Nº 39/2025 da sessão de Defesa de Tese de **Ana Cristina Araújo Foli** que confere o título de Doutora em **Geografia**, na área de concentração em **Natureza e Produção do Espaço**.

**Aos dezoito dias do mês de setembro do ano de dois mil e vinte e cinco**, a partir das **14:00** horas, **por meio de videoconferência**, realizou-se a sessão pública de Defesa de Tese intitulada **“PRODUÇÃO DO ESPAÇO URBANO, CLIMA E VULNERABILIDADE: UMA CONTRIBUIÇÃO AOS ESTUDOS DA GEOGRAFIA DO CLIMA”**. Os trabalhos foram instalados pela Orientadora, Professora Doutora **Gislaine Cristina Luiz (IESA/UFG)** com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: Professor Doutor **Rildo Aparecido Costa (UFU)**, membro titular externo; Professor Doutor **Rafael Rodrigues da Franca (UnB)**, membro titular externo; Professor Doutor **Ivanilton Jose de Oliveira (IESA/UFG)**, membro titular externo; Professor Doutor **Manuel Eduardo Ferreira (IESA/UFG)**, membro titular interno. Durante a arguição os membros da banca **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 a candidata **aprovada** pelos seus membros. Proclamados os resultados pela Professora Doutora **Gislaine Cristina Luiz (IESA/UFG)**, 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 dezoito dias do mês de setembro do ano de dois mil e vinte e cinco**.

TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA

**“Produção do espaço urbano, ilhas de calor e vulnerabilidade em Goiânia (GO): uma contribuição aos estudos da Geografia do Clima”**



Documento assinado eletronicamente por **Gislaine Cristina Luiz, Professora do Magistério Superior**, em 26/09/2025, às 11:11, 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 **Rildo Aparecido Costa, Usuário Externo**, em 26/09/2025, às 12:17, 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 **Rafael Rodrigues da Franca, Usuário Externo**, em 26/09/2025, às 16:20, 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 **Ivanilton Jose De Oliveira, Professor do Magistério Superior**, em 29/09/2025, às 09:16, 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 **Manuel Eduardo Ferreira, Professor do Magistério Superior**, em 31/10/2025, às 18:13, 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.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **5679102** e o código CRC **048421CD**.

---

**Referência:** Processo nº 23070.041971/2025-48

SEI nº 5679102

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho à todas as vítimas da COVID-19.

## AGRADECIMENTOS

A conclusão desta tese representa não apenas o encerramento de uma etapa acadêmica, mas também a materialização de um esforço que envolveu coragem, apoio, incentivo e confiança.

O projeto de pesquisa deste trabalho foi escrito no ano de 2019, quando ninguém sequer imaginava o tamanho do desafio coletivo que iríamos enfrentar. Dar os primeiros passos na construção desta tese foi um processo confuso e doloroso, por muitas vezes, solitário.

Em primeiro lugar agradeço à espiritualidade e à ancestralidade que me trouxeram a este momento da vida, pela coragem, força e sabedoria concedidas ao longo desta jornada.

Pela vida, por todo o incentivo e fé em mim depositados, pelo acolhimento de volta à minha cidade natal, agradeço imensamente aos meus pais, Rosa Araújo e João Foli (*in memoriam*). A vida nos ensinou lições difíceis neste período, que transformaram profundamente o meu ser. Eu estava no lugar certo, na hora exata.

Aos meus irmãos e sobrinhos, em particular Roseane e Tiago, pelo apoio de cada um à sua maneira, pela compreensão de vocês em meio a tantas diversidades, mas principalmente pelo amor que nos une. À minha sobrinha Mikaela que, mesmo sem a convivência do dia-a-dia consegue exprimir um amor tão genuíno.

Às amigas de Goiânia, Andréa e Daniela, pelo apoio desde a época do mestrado. Pela amizade, pela acolhida em sua residência por tantas vezes durante o andamento da pesquisa, quando eu precisava literalmente de um teto. Pelas palavras de incentivo e confiança quando eu mesma subestimava o que fazia, quando a vontade de desistir falava alto. Vocês têm um lugar muito especial no meu coração.

Aos amigos de Franca, que abraçaram meu retorno com tanto carinho: Tamires, Renata, Ray, Luís Paulo, Jennifer, Roberta, Nathany, Aline e Camila. Muitas coisas mudaram, mas o apoio de vocês foi fundamental para aceitar a realidade não planejada, por mostrar que a falta de controle sobre o que acontece em nossas vidas pode, na verdade, fortalecer o amor que temos uns pelos outros.

Agradeço em especial à Priscila, que esteve comigo em momentos cruciais no início deste retorno, e à Isabela, pelas conversas profundas e por mostrar que perdoar vale a pena. Agradeço ainda, a amizade da Tamires, da Dara e da Prity, laços criados em Minas Gerais e que perduram até hoje, com muito respeito, torcida, carinho e admiração. Às amigas recém-chegadas, Lígia e Ellen, contatos incríveis proporcionados pelo trabalho na escola pública,

eu as admiro muito. Enfim, eu amo todos vocês.

Às colegas do Laboratório de Análise da Atmosfera e da Paisagem – LAP/IESA/UFG, Hellen e Lívia, pelos meses de convivência e pela troca acadêmica. Apesar de breve, esse convívio foi um alento em meio a dias de incerteza.

Aos colegas profissionais do geoprocessamento, que auxiliaram em etapas importantes deste trabalho, Izaías de Souza Silva, João Victor Freitas e Rafael Rosa.

Agradeço profundamente à minha orientadora, Gislaine Cristina Luiz, pela orientação generosa e pelos conselhos valiosos, além da paciência nos momentos de frustração. Ao meu coorientador, Diego Tarley Ferreira Nascimento, pela orientação firme e pelos “choques de realidade” que me traziam de volta nos momentos de insegurança. Obrigada pela confiança depositada em mim durante todo o processo de pesquisa.

Aos membros convidados da banca, desejo uma boa leitura e agradeço sinceramente pelas inestimáveis contribuições.

Ao Programa de Pós Graduação em Geografia - PPGeo, do Instituto de Pesquisas Socioambientais – IESA/UFG, pelo apoio institucional.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro da pesquisa, concedido através de bolsa de estudo.

A todos os mestres que contribuíram na construção do conhecimento.

A todas as pessoas que, com boa intenção, colaboraram na realização e finalização deste trabalho, meu sincero obrigada.

## EPÍGRAFE

*“Vento vem me trazer boas novas  
Que eu sempre esperei ouvir  
Vento vem me contar os segredos  
De chuva, raio e trovão  
Vento que me venta, da cabeça aos pés  
E eu me rendo  
Vento que me leva, onde quero ir  
E onde não quero*

*Para que te quero asas se,  
Eu tenho ventania dentro  
Eu fiz até uma tempestade  
Rodei no céu, na imensidão...”  
(Asas, Luedji Luna)*

## RESUMO

As altas temperaturas são características típicas das cidades tropicais brasileiras; entretanto, podem ser intensificadas em função da forma como o espaço urbano é produzido e apropriado. Em tempos de mudanças climáticas e intensificação dos eventos climáticos extremos, a população urbana é justamente a mais afetada pelas consequências das transformações ambientais. Diante das contradições que caracterizam o século XXI, verifica-se que a produção do espaço urbano gera espaços altamente segregados e fragmentados, de modo que a exposição ao perigo e os níveis de vulnerabilidade não são vivenciados de maneira homogênea entre os diversos grupos sociais. A pesquisa pautou-se em uma abordagem geográfica do clima urbano, ancorada no Sistema Clima Urbano (SCU), proposto por Monteiro (1976; 2011), articulado à proposta da Geografia do Clima de Sant'anna Neto (2001), bem como aos conceitos de risco e vulnerabilidade. Com base nessas premissas teórico-metodológicas, o objetivo principal da tese consistiu em compreender a distribuição da vulnerabilidade socioespacial na cidade de Goiânia – GO, a partir da análise do espaço geográfico, da análise socioeconômica da população e da ocorrência de ilhas de calor urbanas. Para o alcance desse objetivo, a pesquisa foi estruturada a partir do cumprimento dos seguintes objetivos específicos: i) análise dos aspectos geoambientais e urbanos; ii) identificação do clima urbano a partir dos eventos termodinâmicos de superfície (imagens termais de satélite e NDVI) e atmosféricos, por meio de modelagem geoestatística; (iii) elaboração do mapa de vulnerabilidade social; (iv) análise da natureza dos impactos, com indicação dos principais locais de ocorrência e as populações vulneráveis. Inicialmente, a comparação entre a normal climatológica do período 1990 a 2020 e os dados referentes ao período de 2018 a 2023 (INMET, 2024) evidenciou que os períodos mais quentes da série histórica corresponderam aos meses de setembro de 2021 e outubro de 2023. Em ambos os períodos, foram registrados, separadamente, 27 dias com temperaturas máximas acima da normal climatológica, o que representa aproximadamente 90% de cada mês sob condições térmicas excepcionais. A partir desses resultados, foram selecionadas imagens do satélite *Landsat 8*, referentes às missões 8 e 9, que apresentaram maior correspondência com os dados observados. Assim, as datas analisadas referem-se aos dias 12 de setembro de 2021 e 4 de outubro de 2023. No ano de 2021, as áreas urbanas de maior reflectância da radiação concentraram-se predominantemente nos setores periféricos da cidade, com destaque para bairros localizados nas regiões noroeste, oeste, central e sudoeste. Nessas áreas, foram identificadas ilhas de calor urbanas de intensidade muito forte, com variações entre 10 °C e 19 °C. Ademais, tais fenômenos também foram observadas em áreas rurais, associadas, sobretudo, à presença de pastagem e de solo exposto. Em contrapartida, no ano de 2023 os maiores valores termográficos concentraram-se nas áreas periféricas do município, especialmente em bairros situados nas regiões sudoeste e oeste, além dos setores norte e nordeste, onde se destacam grandes áreas de pastagem e atividades agrícolas. Nesses locais, as ilhas de calor urbanas apresentaram variações térmicas entre 11 °C e 19 °C. Posteriormente, a elaboração do mapa de vulnerabilidade social (IPEA, 2024) permitiu indicar que, os bairros mais centralizados, especialmente aqueles que foram implementados entre as décadas de 1930 e 1960, apresentaram Índice de Vulnerabilidade Social - IVS entre 0 e 0,200, e entre 0,200 e 0,300, portanto, enquadram-se na categoria de vulnerabilidade muito baixa e baixa. Bairros classificados com média vulnerabilidade (IVS entre 0,300 e 0,400) concentraram-se em áreas de expansão urbana intermediária, com menor densidade populacional e infraestrutura parcialmente consolidada. Já os bairros com alta vulnerabilidade (IVS entre 0,400 e 0,500) incluem áreas periféricas consolidadas tardiamente, muitas vezes com infraestrutura urbana limitada e menor acesso à serviços públicos. Não foram identificadas áreas enquadradas na categoria de vulnerabilidade social muito alta. Dessa forma, os resultados obtidos confirmam não apenas a existência de ilhas de calor urbanas de intensidade muito forte, com variações térmicas entre 10 °C e 19 °C, mas também evidenciam uma certa correspondência entre os níveis de vulnerabilidade social e os espaços desigualmente produzidos, evidenciando a configuração desigual dos impactos climáticos na cidade de Goiânia.

**Palavras-chave:** clima urbano; vulnerabilidade social; ilhas de calor; geografia do clima; Goiânia, GO.

## ABSTRACT

High temperatures are typical characteristics of Brazilian tropical cities; however, they can be intensified depending on how urban space is produced and appropriated. In times of climate change and intensified extreme weather events, the urban population is precisely the most affected by the consequences of environmental transformations. Given the contradictions which characterize the 21<sup>st</sup> century, it is observed that the production of urban space generates highly segregated and fragmented spaces, so that exposure to danger and levels of vulnerability are not homogeneously experienced among the various social groups. This study was based on a geographical approach to urban climate anchored in the Urban Climate System (UCS) proposed by Monteiro (1976; 2011), articulated with the proposal of Climate Geography by Sant'anna Neto (2001), as well as the concepts of risk and vulnerability. Based on these theoretical and methodological premises, the main objective of this thesis was to understand the distribution of socio-spatial vulnerability in the city of Goiânia, GO, Brazil, through an analysis of geographic space, socioeconomic analysis of the population, and the occurrence of urban heat islands. In turn, the study was structured around the following specific objectives: i) analysis of geo-environmental and urban aspects; ii) identification of the urban climate based on surface thermodynamic events (satellite thermal images and NDVI) and atmospheric events, using geostatistical modeling; (iii) creation of a social vulnerability map; and iv) analysis of the nature of the impacts, indicating the main locations of occurrence and the vulnerable populations. A comparison between the climatological normal for the period 1990 to 2020 and data referring to the period 2018 to 2023 (INMET, 2024) initially showed that the warmest periods in the historical series corresponded to the months of September 2021 and October 2023. As a result, 27 days in both months were recorded with maximum temperatures above the climatological normal, representing approximately 90% of each month under exceptional thermal conditions. Images from the Landsat 8 satellite, referring to missions 8 and 9, were selected to perform the thermographic analysis, as they showed the greatest correspondence with the observed climatic data. Thus, the analyzed dates refer to September 12, 2021, and October 4, 2023. The results demonstrated that the urban areas with the highest radiation reflectance in 2021 were predominantly concentrated in the peripheral sectors of the city, especially in neighborhoods located in the northwest, west, central, and southwest regions. Urban heat islands of very strong intensity were identified in these areas, with variations between 10°C and 19°C. This phenomenon was also observed in rural areas, mainly associated with the presence of pasture and exposed soil. Conversely, the highest thermographic values in 2023 were concentrated in the peripheral areas of the municipality, especially in neighborhoods located in the southwest and west regions, as well as the north and northeast sectors, where large pasture areas and agricultural activities stand out. Urban heat islands in these locations showed thermal variations between 11°C and 19°C. Elaboration of the social vulnerability map (IPEA, 2024) subsequently indicated that the more centralized neighborhoods, especially those implemented between the 1930s and 1960s, presented a Social Vulnerability Index (SVI) between 0 and 0.200, and between 0.200 and 0.300, therefore falling into the category of very low and low vulnerability. Neighborhoods classified with medium vulnerability (SVI between 0.300 and 0.400) were concentrated in intermediate urban expansion areas, with lower population density and partially consolidated infrastructure. Neighborhoods with high vulnerability (SVI between 0.400 and 0.500) include late-consolidated peripheral areas, often with limited urban infrastructure and less access to public services. No areas classified as having very high social vulnerability were identified. Therefore, the results not only confirm the existence of very intense urban heat islands, with temperature variations between 10°C and 19°C, but also show a certain correspondence between levels of social vulnerability and spaces produced under asymmetrical socio-spatial logics, highlighting the unequal configuration of climate impacts in the city of Goiânia, GO, Brazil.

**Keywords:** urban climate; social vulnerability; heat islands; climate geography; Goiânia, GO.

## RESUMEN

Las altas temperaturas son características típicas de las ciudades tropicales brasileñas, sin embargo, pueden intensificarse en función de cómo se produce y apropia el espacio urbano. En tiempos de cambio climático e intensificación de los eventos climáticos extremos, la población urbana es justamente la más afectada por las consecuencias de las transformaciones ambientales. Ante las contradicciones que caracterizan el siglo XXI, se comprueba que la producción del espacio urbano genera espacios altamente segregados y fragmentados, de modo que la exposición al peligro y los niveles de vulnerabilidad no se experimentan de manera homogénea entre los diversos grupos sociales. La investigación se basó en un enfoque geográfico del clima urbano, anclado en el Sistema Clima Urbano (SCU), propuesto por Monteiro (1976; 2011), articulado a la propuesta de la Geografía del Clima de Sant'anna Neto (2001), así como a los conceptos de riesgo y vulnerabilidad. Con base en estas premisas teórico-metodológicas, el objetivo principal de la tesis consistió en comprender la distribución de la vulnerabilidad socioespacial en la ciudad de Goiânia – GO, a partir del análisis del espacio geográfico, del análisis socioeconómico de la población y de la ocurrencia de islas de calor urbanas. Para alcanzar este objetivo, la investigación se estructuró a partir del cumplimiento de los siguientes objetivos específicos: i) análisis de los aspectos geoambientales y urbanos; ii) identificación del clima urbano a partir de los eventos termodinámicos de superficie (imágenes térmicas de satélite y NDVI) y atmosféricos, por medio de modelado geoestadístico; iii) elaboración del mapa de vulnerabilidad social; iv) análisis de la naturaleza de los impactos, con indicación de los principales lugares de ocurrencia y las poblaciones vulnerables. Inicialmente, la comparación entre la normal climatológica del período 1990 a 2020 y los datos referentes al período de 2018 a 2023 (INMET, 2024) evidenció que los períodos más calurosos de la serie histórica correspondieron a los meses de septiembre de 2021 y octubre de 2023. En ambos meses, se registraron 27 días con temperaturas máximas por encima de la normal climatológica, lo que representa aproximadamente el 90% de cada mes bajo condiciones térmicas excepcionales. Para realizar el análisis de la termografía, se seleccionaron imágenes del satélite Landsat 8, referentes a las misiones 8 y 9, que presentaron mayor correspondencia con los datos climáticos observados. Así, las fechas analizadas se refieren a los días 12 de septiembre de 2021 y 4 de octubre de 2023. Los resultados demostraron que, en el año 2021, las áreas urbanas de mayor reflectancia de la radiación se concentraron predominantemente en los sectores periféricos de la ciudad, destacándose barrios ubicados en las regiones noroeste, oeste, central y suroeste. En esas áreas, se identificaron islas de calor urbanas de intensidad muy fuerte, con variaciones entre 10 °C y 19 °C. Tal fenómeno también se observó en áreas rurales, asociado, sobre todo, a la presencia de pastos y suelo expuesto. En contrapartida, en el año 2023 los mayores valores termográficos se concentraron en las áreas periféricas del municipio, especialmente en barrios situados en las regiones suroeste y oeste, además de los sectores norte y noreste, donde se destacan grandes áreas de pastos y actividades agrícolas. En esos lugares, las islas de calor urbanas presentaron variaciones térmicas entre 11 °C y 19 °C. Posteriormente, la elaboración del mapa de vulnerabilidad social (IPEA, 2024) permitió indicar que los barrios más centralizados, especialmente aquellos que fueron implementados entre las décadas de 1930 y 1960, presentaron un Índice de Vulnerabilidad Social - IVS entre 0 y 0,200, y entre 0,200 y 0,300, por lo tanto, se encuadran en la categoría de vulnerabilidad muy baja y baja. Los barrios clasificados con vulnerabilidad media (IVS entre 0,300 y 0,400) se concentraron en áreas de expansión urbana intermedia, con menor densidad poblacional e infraestructura parcialmente consolidada. Por su parte, los barrios con alta vulnerabilidad (IVS entre 0,400 y 0,500) incluyen áreas periféricas consolidadas tardíamente, muchas veces con infraestructura urbana limitada y menor acceso a servicios públicos. No se identificaron áreas encuadradas en la categoría de vulnerabilidad social muy alta. De esta forma, los resultados obtenidos confirman no solo la existencia de islas de calor urbanas de intensidad muy fuerte, con variaciones térmicas entre 10 °C y 19 °C, sino que también evidencian una cierta correspondencia entre los niveles de vulnerabilidad social y los espacios producidos bajo lógicas socioespaciales asimétricas, evidenciando la configuración desigual de los impactos climáticos en la ciudad de Goiânia.

**Palabras clave:** clima urbano; vulnerabilidad social; islas de calor; geografía del clima; Goiânia, GO.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: O Modelo da Tese.....	26
Figura 2: Vulnerabilidade social a riscos ambientais nos Estados Unidos da América, 2000....	28
Figura 3: Aplicação do SoVI® no Brasil, segundo Hummel, Cutter e Emrich (2013).....	30
Figura 4: IVS - Faixas de Vulnerabilidade Social.....	34
Figura 5: Esboço teórico-metodológico da análise geográfica.....	44
Figura 6: Clima urbano: articulação entre Climatologia Geográfica e Geografia do Clima.....	57
Figura 7: Evolução da população de Goiânia entre 1940 e 2022.....	89
Figura 8: Massas de ar atuantes no estado de Goiás e Distrito Federal.....	99
Figura 9: NDVI no período seco: Goiânia-GO, 09 de setembro de 2020.....	103
Figura 10: NDVI no período úmido: Goiânia-GO, 14 de dezembro de 2020.....	106
Figura 11: Localização das Estações Meteorológicas do INMET em Goiânia-GO.....	108
Figura 12: Estação Convencional de Goiânia: temperatura máxima e mínima do ar (°C), amplitude térmica e umidade relativa do ar (%) em agosto.....	109
Figura 13: Estação Automática de Goiânia: temperatura máxima e mínima do ar (°C), amplitude térmica e umidade relativa do ar (%) em agosto.....	110
Figura 14: Estação Convencional de Goiânia: temperatura máxima e mínima do ar (°C), amplitude térmica e umidade relativa do ar (%) em setembro.....	114
Figura 15: Estação Automática de Goiânia: temperatura máxima e mínima do ar (°C), amplitude térmica e umidade relativa do ar (%) em setembro.....	115
Figura 16: Estação Convencional de Goiânia: temperatura máxima e mínima do ar (°C), amplitude térmica e umidade relativa do ar (%) em outubro.....	118
Figura 17: Estação Automática de Goiânia: temperatura máxima e mínima do ar (°C), amplitude térmica e umidade relativa do ar (%) em outubro.....	119
Figura 18: Carta sinótica de 00Z e imagem do satélite Meteosat 9, composição RGB do dia 18 de setembro de 2021.....	123
Figura 19: Carta sinótica de 00Z e imagem do satélite Meteosat 9, composição RGB do dia 24 de setembro de 2021.....	124
Figura 20: Imagem do satélite <i>Landsat 8</i> sobre o município de Goiânia em 12 de setembro de 2021.....	126
Figura 21: Carta sinótica de 00Z e imagem do satélite Meteosat 9, composição RGB do dia 10 de outubro de 2023.....	135
Figura 22: Imagem do satélite <i>Landsat 8</i> sobre o município de Goiânia em 04 de outubro de 2023.....	136
Figura 23: Área central de Goiânia, setembro de 2023.....	139
Figura 24: Trajeto sobre o setor sul de Goiânia, setembro de 2023.....	158
Figura 25: Bairro Jardins do Cerrado, Goiânia: diferentes etapas de implantação.....	162

Figura 26: Registros do bairro Vila Mutirão em Goiânia.....	164
Figura 27: Imagem do bairro Setor Grajaú em Goiânia, agosto de 2024. ....	165
Figura 28: Análise integrada: imagens termais e vulnerabilidade social em Goiânia - GO .....	169

### **LISTA DE MAPAS**

Mapa 1: Localização do município de Goiânia - GO (IBGE, 2015) .....	21
Mapa 2: Regiões Administrativas de Goiânia (IBGE, 2021) .....	90
Mapa 3: Hipsometria do município de Goiânia - GO.....	94
Mapa 4: Declividade do município de Goiânia - GO .....	95
Mapa 5: Cobertura e uso da terra no município de Goiânia - GO (MAPBIOMAS, 2021).....	102
Mapa 6: Densidade construtiva dos setores censitários urbanos de Goiânia (IBGE, 2021).....	147
Mapa 7: Evolução urbana da cidade de Goiânia - GO: bairros criados no período entre 1930 e 2020.....	155
Mapa 8: Vulnerabilidade social do município de Goiânia - GO (IPEA, 2024).....	156

### **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1: Sistema Clima Urbano (SCU). Articulação dos sistemas segundo os canais de percepção.....	54
Quadro 2: Conceitos relacionados ao riscos (Veyret, 2007).....	60
Quadro 3: Características das ilhas de calor urbanas de superfície e atmosférica.....	75
Quadro 4: Vegetação, uso e cobertura do solo no município de Goiânia no ano de 2020.....	101
Quadro 5: Setores de maior reflectância da radiação: Goiânia, 12 de setembro de 2021.....	127
Quadro 6: Setores de menor reflectância da radiação: Goiânia, 12 de setembro de 2021.....	130
Quadro 7: Setores de maior reflectância da radiação: Goiânia, 04 de outubro de 2023.....	138
Quadro 8: Setores de menor reflectância da radiação: Goiânia, 04 de outubro de 2023.....	141
Quadro 9: Densidade construtiva dos setores censitários de Goiânia (em área).....	147
Quadro 10: Bairros mais populosos de Goiânia (Censo IBGE: 1991; 2000; 2010).....	151
Quadro 11: Distribuição da vulnerabilidade socioespacial de Goiânia, por categoria e bairros.....	157
Quadro 12: Causas e consequências da vulnerabilidade social da cidade de Goiânia – GO.....	166

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Precipitação (mm) em Goiânia: 14 de novembro à 14 de dezembro de 2020.....	105
Gráfico 2: Climograma com os valores de temperatura do ar (máximas e mínimas) e precipitação em Goiânia-GO (1991-2020).....	107
Gráfico 3: Goiânia, setembro de 2021: temperatura máxima e mínima do ar.....	122
Gráfico 4: Goiânia, outubro de 2023: dados de temperatura máxima e mínima do ar.....	134
Gráfico 5: Goiânia, outubro de 2020: dados de temperatura máxima e mínima do ar.....	145
Gráfico 6: Redistribuição estimativa da população de Goiânia em 2010, por bairro e gênero.....	152

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Classes de declividade propostas pela EMBRAPA (2018) .....	40
Tabela 2: Evolução da população de Goiânia no período entre 1940 a 1960.....	83
Tabela 3: Evolução da população de Goiânia no período entre 1960 a 1980.....	87
Tabela 4: Goiânia, setembro de 2021: variações térmicas e graus de intensidade .....	132
Tabela 5: Goiânia, outubro de 2023: variações térmicas e graus de intensidade.....	143
Tabela 6: Mulheres residentes por cor ou raça: Goiânia, 2010 .....	148
Tabela 7: Homens residentes por cor ou raça: Goiânia, 2010 .....	148
Tabela 8: Número de pessoas alfabetizadas por cor ou raça: Goiânia, 2010.....	149
Tabela 9: Número de pessoas residentes, por classe de rendimento nominal mensal e sexo: Goiânia, 2020 .....	150
Tabela 10: Relação entre vulnerabilidade social e altas temperaturas na cidade de Goiânia.....	170

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>20</b>
Objetivos.....	24
Estrutura da Tese .....	25
<b>CAPÍTULO I – MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>26</b>
1.1 Vulnerabilidade Social: revisão de metodologias .....	27
1.2 Índice de Vulnerabilidade Social: a metodologia do IPEA.....	33
1.3 Banco de Dados .....	36
1.4 Elaboração Cartográfica.....	38
1.5 Análise da Vulnerabilidade Social.....	43
<b>CAPÍTULO II – PRODUÇÃO DO ESPAÇO URBANO E VULNERABILIDADE SOCIOESPACIAL: O CLIMA COMO EXPRESSÃO DA NATUREZA E COMO FATO SOCIAL.....</b>	<b>46</b>
2.1 A produção do espaço urbano e o clima .....	46
2.2 Climatologia Geográfica e Geografia do Clima: abordagens hierárquicas ou independentes?.....	52
2.3 O risco climático e a vulnerabilidade socioambiental: aspectos conceituais.....	57
2.4 Geografia do Clima: estudos de caso.....	67
2.5 Riscos climáticos na cidade de Goiânia - GO.....	71
2.5.1 Ilhas de Calor Urbanas: estudos em metrópoles .....	75
<b>CAPÍTULO III – A CONFIGURAÇÃO ESPACIAL DE GOIÂNIA NO CENTRO-OESTE DO BRASIL.....</b>	<b>80</b>
3.1 Goiânia no tempo e no espaço: a construção de uma metrópole .....	80
3.1.1 A fase de criação do lugar.....	81
3.1.2 A fase de ampliação dos espaços .....	84
3.1.3 A fase de concentração dos espaços nos lugares .....	85
3.1.4 A fase de expansão urbana.....	86
3.1.5 Os espaços urbanos segregados .....	87
3.1.6 Goiânia no século XXI .....	89
3.2 Caracterização ambiental e climática.....	93
3.2.1 Caracterização do relevo.....	93
3.2.2 Os sistemas atmosféricos atuantes .....	96
<b>CAPÍTULO IV – ENTRE A NATUREZA E A SOCIEDADE: O CLIMA COMO CONSTRUÇÃO SOCIAL.....</b>	<b>100</b>
4.1 Espaço geográfico de Goiânia: vegetação, uso e cobertura do solo.....	100
4.2 O campo termodinâmico e suas manifestações: uma leitura dos elementos climáticos no espaço urbano.....	106
4.3 Processos atmosféricos e variação térmica da superfície: estudo e compreensão das ilhas de calor urbanas.....	123

4.4 Produção do espaço urbano e a dimensão da vulnerabilidade social .....	146
4.4.1 Panorama socioeconômico: dinâmicas urbanas e indicadores de desenvolvimento ....	146
4.4.2 Formas de habitar em Goiânia: expressões da vulnerabilidade socioespacial.....	153
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>173</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>180</b>

## INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, estudiosos de diversas áreas do conhecimento vêm obtendo um número cada vez maior de registros oficiais sobre os elementos meteorológicos, que apontam significativas alterações no planeta, dentre outras, um acréscimo na temperatura média global de cidades por todo o mundo. Essas alterações são decorrentes do concentrado processo de urbanização verificado a partir do final do século XVIII e intensificado a partir da década de 1950, o que causou e tem promovido intensas modificações na troca de energia entre a superfície terrestre e a atmosfera urbana.

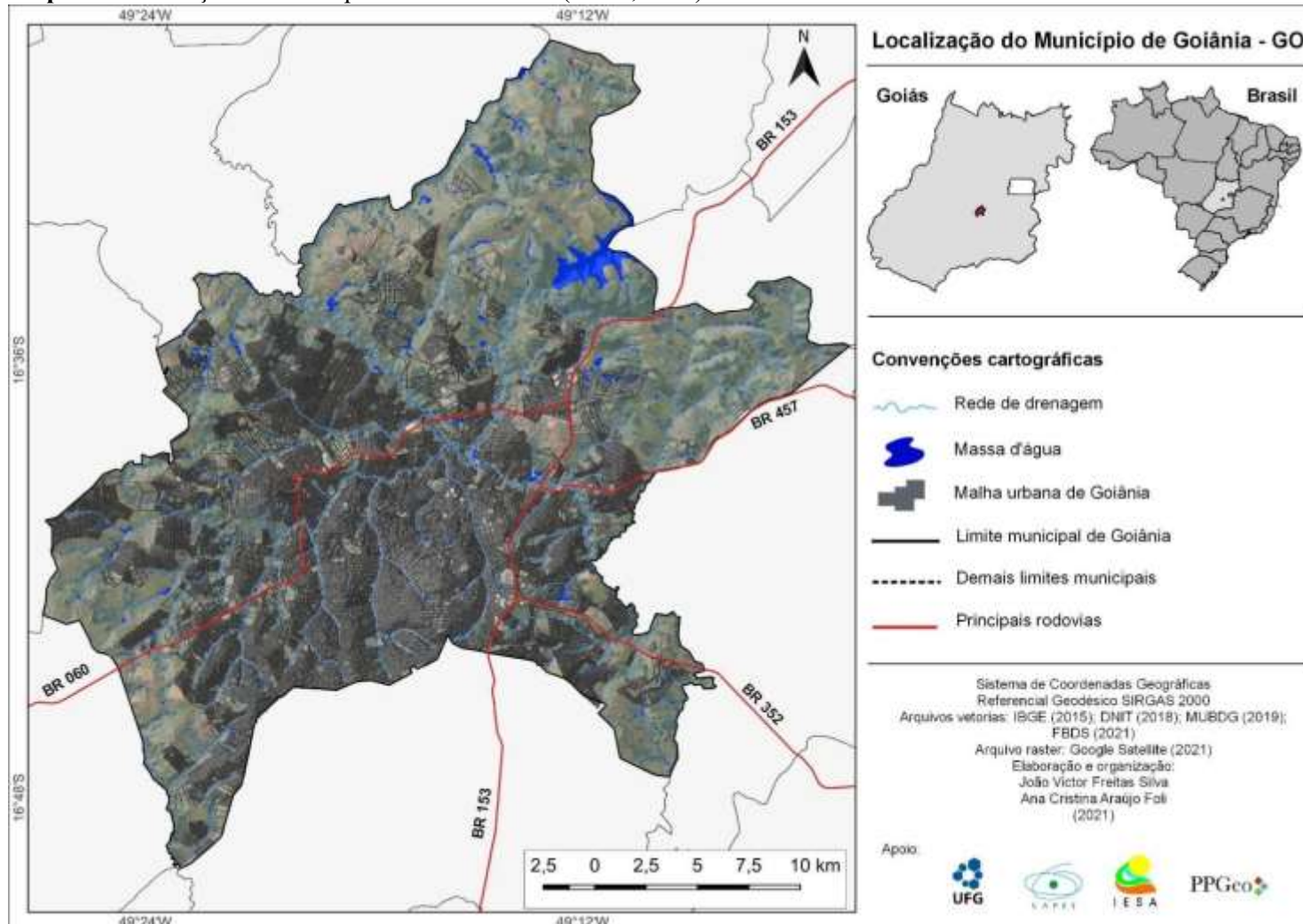
O século XXI é marcado por intensas contradições. Grande parte da população mundial concentra-se em cidades de países da chamada zona intertropical, onde se observam profundas desigualdades sociais como consequência da interação entre sociedade e natureza, a qual ocorre de forma complexa, potencializando riscos e vulnerabilidades de cunho socioambiental (Nascimento Júnior, 2018; Teobaldo Neto, 2019).

A urbanização é um processo crescente, com mais de metade da população mundial atualmente vivendo nas cidades (ONU, 2018). No Brasil, o último censo demográfico (IBGE, 2022) apresentou uma taxa de 87,4% da população vivendo em áreas urbanas, ocasionando modificações drásticas na paisagem. Projeções do Programa da Organização das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos (ONU-Habitat, 2022) apontam que mais de 90% da população brasileira viverá em cidades no ano de 2030.

As altas temperaturas são características das cidades tropicais brasileiras, no entanto, elas podem ser intensificadas devido à forma como o espaço urbano é apropriado, podendo ocasionar o fenômeno ilhas de calor urbanas (Lombardo, 1985). De acordo com Sant'anna Neto (2011) é necessário admitir que o equilíbrio entre sistema urbano e sistema climático é precário nessas áreas, portanto, a vulnerabilidade urbana se torna maior. Nesse sentido, o foco desta pesquisa refere-se ao subsistema termodinâmico da cidade de Goiânia - GO.

O município de Goiânia encontra-se na região central do estado de Goiás, tendo como limites os municípios de Abadia de Goiás, Aparecida de Goiânia, Aragoiânia, Goianápolis, Goianira, Nerópolis, Santo Antônio de Goiás, Senador Canedo e Trindade. A economia do município baseia-se no comércio, na agropecuária, na indústria, na existência de diversas instituições de ensino superior e na prestação de serviços públicos, particularmente os de saúde (Nascimento; Barros, 2009) (Mapa 1).

**Mapa 1:** Localização do município de Goiânia - GO (IBGE, 2015).



**Fonte:** IBGE (2015); DNIT (2018); MUBDIG (2019); FBDS (2021).

**Organização:** SILVA, J.; FOLI, A. (2021).

Classificada como metrópole regional (IBGE, 2018), a cidade destaca-se como a principal centralidade da região e do estado. De acordo com o Censo Demográfico de 2022 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, Goiânia possui uma população de 1.437.237 milhão de habitantes, que representam aproximadamente 20% da população do estado.

Goiânia apresenta-se densamente urbanizada, aproximadamente 301,55 km<sup>2</sup> de 729,296 km<sup>2</sup> de seu território (IBGE, 2019), e conta com 76,1% de domicílios com esgotamento sanitário adequado, 89,3% de domicílios em vias públicas com arborização e 48,6% de domicílios urbanos em vias públicas com urbanização adequada (presença de bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio).

A cidade de Goiânia encontra-se em ambiente tropical marcado por altas temperaturas durante o ano todo e forte sazonalidade entre dois períodos, sendo um seco e outro chuvoso. Em estudo de caso para o ano de 2001, Nascimento e Barros (2009) identificaram ilhas de calor de superfície por meio de técnicas de sensoriamento remoto. Foram encontradas diferenças de temperatura de até 10 °C entre a área urbana e a área rural do município, caracterizando determinados usos antrópicos e intervalos altimétricos como potencializadores de maiores valores de temperatura.

Posteriormente, Nascimento e Oliveira (2011) apresentaram trabalho em que analisaram a evolução do fenômeno de ilhas de calor no município de Goiânia - GO, considerando o período entre 1986-2010. Os autores constataram que as temperaturas superficiais terrestres apresentaram certo padrão de variação espacial e, sobretudo, temporal. Observaram que as classes de temperatura da superfície oscilaram, ao longo do período de análise, do predomínio absoluto das temperaturas abaixo dos 24°C para o domínio amplo de temperaturas acima desse patamar, ou seja, mais áreas (em km<sup>2</sup>) do município enquadraram-se em classes que variaram entre 24,1 °C e 38 °C.

Ao realizar análise de tendência, Luiz (2012) aponta que Goiânia apresentou, entre 1960 e 2008, tendências positivas para temperatura do ar máxima e mínima, com variações entre 0,8 °C e 2,2 °C, observadas em todas as estações do ano e de forma mais significativa no outono e primavera. Em especial, as temperaturas mínimas indicaram tendências positivas mais significativas. Por outro lado, a referida autora aponta ainda que a umidade relativa do ar para o período de estudo apresentou tendência negativa, com decréscimo de 16%, com valores mais significativos especialmente no outono, no inverno e na primavera. Em relação aos valores absolutos de temperatura do ar e umidade relativa do ar, Luiz (2012) ressalta momentos críticos, em especial final do inverno e início da primavera,

com temperaturas atingindo valores de 41 °C e umidade do ar com índices de 8%.

De fato, outras pesquisas já foram realizadas no âmbito da identificação das Ilhas de Calor Urbanas em Goiânia - GO, utilizando técnicas e metodologias consagradas na literatura. Todavia, acredita-se necessário desenvolver uma análise do clima urbano sob a perspectiva da produção do espaço geográfico, a partir da concepção da Geografia do Clima, conforme Sant'anna Neto (2001).

Partindo dessa premissa e admitindo a atual fase de reprodução capitalista, verifica-se que a produção do espaço urbano gera espaços altamente segregados e fragmentados, de forma que a exposição aos perigos e os níveis de vulnerabilidade não são experimentados de maneira homogênea entre os diversos grupos sociais, especialmente porque a repercussão e a intensidade dos impactos e riscos climáticos são diferenciadas nas áreas urbanas (Sant'anna Neto, 2011; Rampazzo, 2019).

Diante deste quadro, a principal indagação que surge é: qual é a dimensão do risco climático relacionado ao campo termodinâmico na cidade de Goiânia - GO?

As questões subjacentes que permitem a formulação de uma hipótese partem do pressuposto que, todas as cidades apresentam clima urbano, ou seja, alteração do clima local pela urbanização, sendo assim: como o clima urbano é distribuído na cidade de Goiânia - GO? A cidade possui uma configuração específica de clima urbano? Quem são e onde estão os grupos vulneráveis socioespacialmente aos riscos climáticos? Sob quais atributos, elementos e processos as configurações de clima urbano podem ser enquadradas? E, sobretudo, essas configurações evidenciam a construção social do clima urbano?

Nesse sentido, a hipótese desta pesquisa é que, quanto maior forem os diferentes graus de técnica, ciência e informação empregados no território, menores serão os riscos e a exposição à vulnerabilidade socioespacial da população, tornando o clima urbano um fenômeno relativo e seletivo.

Sendo assim, esta pesquisa foi viabilizada a partir do estudo da realidade em movimento, dispondo de uma abordagem geográfica nos estudos da climatologia urbana no Brasil, utilizando uma perspectiva analítica, crítica e histórica dos fatos, a fim de contribuir para uma investigação sistematizada e dialética da interpretação do clima urbano.

Ao refletir sobre a interpretação do clima urbano pela Geografia do Clima compreende-se que, sob esta perspectiva, é possível dar visibilidade aos grupos vulneráveis socioespacialmente aos riscos climáticos, considerando que a lógica de reprodução capitalista nas cidades relega à classe trabalhadora, aos pobres, às mulheres e aos negros as condições de sujeitos vulneráveis (Esteves, 2011; Armond; Zangalli Júnior, 2020). Além

disso, do ponto de vista pessoal, trata-se de um desafio profissional pois, como admitem Armond e Zangalli Júnior (2020, p. 27), “essa abordagem carece de maior aprofundamento e constituição em termos epistemológicos, ontológicos, de método e de conceitos”.

Pesquisa preliminar realizada em base de dados indexadas, tais quais *Google Scholar* e *Scielo*, utilizando o termo “geografia do clima”, corrobora esta assertiva, visto serem encontrados apenas oito trabalhos sobre o tema, dos quais dois referem-se à apresentação desta abordagem (Sant’anna Neto, 2001; 2008) e seis referem-se à aplicação do método (Oliveira; Silva Júnior, 2011; Schneider, 2014; Rampazzo, 2015; Armond; Sant’anna Neto, 2015; Nascimento Júnior, 2018; Lima, Aleixo, 2022).

Nesse sentido, entende-se que esta pesquisa se justifica não apenas por uma relevância pessoal e social, como também científica e acadêmica, pois poderá contribuir na difusão de uma nova forma de abordagem para a ciência geográfica, sob o viés da Geografia do Clima.

## **Objetivos**

- **Objetivo Geral**

Compreender a distribuição da vulnerabilidade socioespacial na cidade de Goiânia - GO a partir da análise do espaço geográfico, da análise socioeconômica da população e da ocorrência de ilhas de calor urbanas.

- **Objetivos Específicos**

1. Identificar a configuração do clima urbano em Goiânia - GO a partir do estudo dos eventos termodinâmicos de superfície e atmosféricos;
2. Elaborar Mapa de Vulnerabilidade Social para a área urbana de Goiânia - GO;
3. Relacionar os aspectos geoambientais (clima/relevo) e urbanos (dados socioeconômicos e demográficos) da cidade;
4. Analisar a natureza dos riscos, combinando dados termais com a vulnerabilidade socioespacial, indicando os principais locais de ocorrência e as populações vulneráveis.

A tese ora apresentada está baseada no escopo teórico-metodológico do Sistema Clima Urbano - SCU (Monteiro, 1976; 2011), com interesse nas manifestações climáticas enquadradas no Subsistema Termodinâmico, referente aos impactos associados ao (des) conforto térmico na cidade e ao incremento das temperaturas do ar. E combina o SCU à abordagem da Geografia do Clima (Sant’anna Neto, 2001; 2008; 2011), e aos conceitos de

risco e vulnerabilidade (Veyret; Richemond, 2007). Para atender aos objetivos propostos, este trabalho foi organizado em quatro capítulos.

### **Estrutura da Tese**

Em sua apresentação, a tese é composta pela introdução e dos objetivos da pesquisa, tanto o geral quanto os específicos. No Capítulo I são apontados os pressupostos metodológicos que alicerçaram os procedimentos da pesquisa, bem como as técnicas para obtenção e espacialização dos dados. Este desenvolvimento pode ser compreendido em três etapas: i) aquisição de informações; ii) tratamento dos dados; e, iii) análises.

O Capítulo II apresenta os pressupostos teóricos, assentados sobre o entendimento do clima urbano como construção social, vinculado a produção do espaço urbano. Nessa discussão foram contemplados temas como produção do espaço, clima urbano, vulnerabilidade socioespacial e risco climático.

No Capítulo III apresenta-se a análise das informações obtidas junto aos órgãos municipal, estadual e federal, além de referenciais contidos em teses e dissertações, no sentido de compreender o processo histórico da ocupação territorial em Goiás e a evolução urbana da cidade de Goiânia - GO. Contém, ainda, a análise das características geoambientais do município.

No Capítulo IV são expostas as informações que estruturam a dimensão do espaço geográfico, abrangendo elementos como vegetação, uso e cobertura do solo. O estudo da termografia, combinada com a investigação dos aspectos socioeconômicos, possibilitou compreender o clima não apenas como fenômeno da natureza, mas também como expressão e produto das relações socioespaciais que moldam a configuração urbana.

Por fim são apresentadas as considerações acerca da realização da pesquisa, bem como apontamentos que sirvam de instrumento para aprofundamento do tema na cidade de Goiânia - GO.

## CAPÍTULO I – MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo são apontados os pressupostos metodológicos que alicerçaram os procedimentos da pesquisa, bem como as técnicas para a obtenção e espacialização dos dados. Este desenvolvimento pode ser compreendido a partir da execução de três etapas, as quais são: i) aquisição de informações; ii) tratamento dos dados; e, iii) análises. A análise partiu do levantamento das seguintes dimensões: a) espaço geográfico, através do mapeamento do uso e cobertura do solo; b) termografia, a partir da identificação das ilhas de calor urbanas; e, c) vulnerabilidade social, por meio de análise socioeconômica.

Sob estes termos, para o desenvolvimento da tese que ora se apresenta houve a necessidade de selecionar múltiplos procedimentos de investigação científica para a determinação dos fenômenos. Dessa forma, os procedimentos metodológicos sistematizados para o desenvolvimento da pesquisa podem ser observados na Figura 1 e melhor descritos no decorrer do capítulo.

**Figura 1:** O Modelo da Tese.



**Organização:** Autoria própria (2021).

Na construção teórico-metodológica da tese destaca-se como questão central o risco climático e a vulnerabilidade socioespacial, portanto, este trabalho teve como premissa um levantamento bibliográfico considerando o clima como um conceito “relacional”, sob a perspectiva da Geografia do Clima (Sant’anna Neto, 2008).

Para isso, foram consultadas bases de dados científicos consolidadas, como *Google Scholar*, *SciELO*, Portal de Periódicos da CAPES e repositórios de teses e dissertações, priorizando trabalhos da área da Geografia e campos afins. Os critérios de busca incluíram o uso de palavras-chave como *produção do espaço urbano*, *risco climático*, *vulnerabilidade socioespacial*, *Geografia do Clima* e *clima como construção social*, além da seleção de autores de referência. Também foram adotados critérios de recorte temporal, relevância teórico-metodológica e aderência direta ao problema de pesquisa, garantindo coerência entre o referencial teórico e os objetivos da tese.

Diante dessa premissa, as principais bibliografias utilizadas foram as de Santos (1988; 1993; 1994); Monteiro (1976; 2011); Sant’anna Neto (2001; 2008; 2011; 2020); Cutter (1996; 2003; 2011); Veyret e Richemond (2007); Mendonça (2004; 2010); Marandola Júnior e Hogan (2004; 2005; 2006), bem como as obras complementares de Armond (2018); Nascimento Júnior (2018a); Teobaldo Neto (2019); Rampazzo (2019); Fante (2019), dentre outros trabalhos que orientaram a busca pela definição dos métodos de procedimentos e/ou a adaptação metodológica. O resgate teórico é assim apresentado no Capítulo II e assenta-se sobre o entendimento do clima urbano como construção social, vinculado a produção do espaço urbano.

Na perspectiva de compreender o clima como construção social, realizou-se uma análise sobre a produção do espaço urbano de Goiânia, utilizando-se principalmente repositórios de teses e dissertações com o objetivo de compreender os aspectos sociais, culturais e econômicos que nos remetem ao cenário atual da cidade. Foram adotados critérios de seleção temporais e pautados na relevância temática, de modo a contemplar tanto estudos clássicos quanto pesquisas mais recentes sobre a formação e a dinâmica urbana da cidade. No caso dos documentos institucionais, privilegiou-se a confiabilidade das fontes, com ênfase em órgãos públicos e instituições reconhecidas. Essa análise compõe o Capítulo III da presente tese.

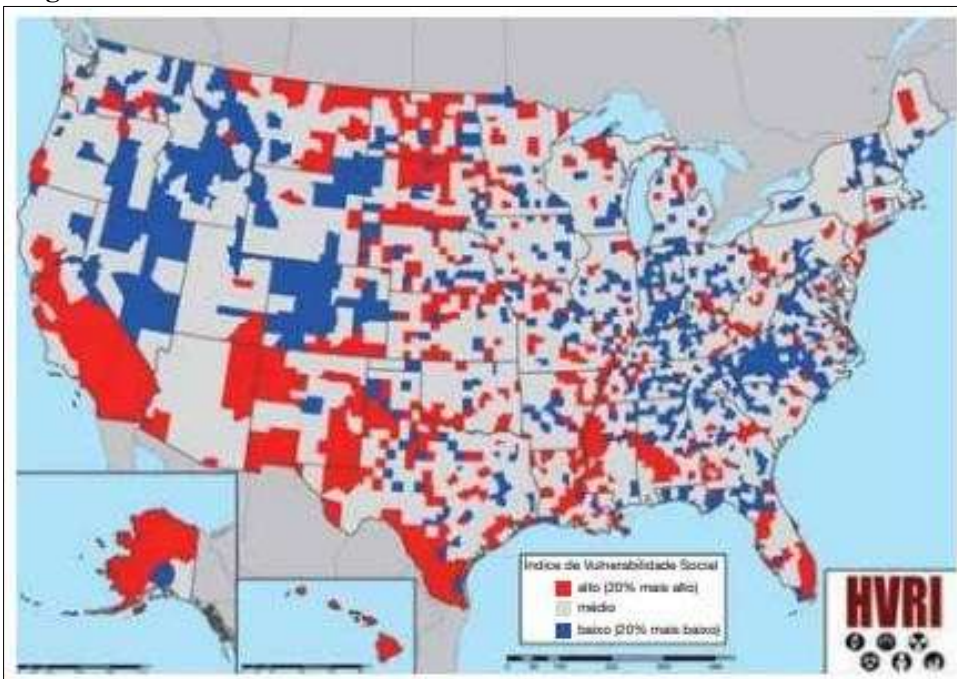
### **1.1 Vulnerabilidade Social: revisão de metodologias**

De acordo com Silveira (2014), diante dos desafios para a avaliação da vulnerabilidade, diversos índices têm sido elaborados, especialmente após a publicação do

*Social Vulnerability Index (SoVI®)* proposto por Cutter et al. (2003). O referido estudo foi aplicado em todos os 3.141 municípios dos Estados Unidos da América para examinar a vulnerabilidade social, utilizando variáveis específicas relativas ao ano de 1990, a partir de dados do censo do país (*U.S. Census City and Count Data Books for 1994 and 1998*). Os autores coletaram inicialmente mais de 250 variáveis, de onde se derivou um subconjunto de 85 variáveis brutas e computadas após o teste de multicolinearidade (Cutter et al., 2003).

Após todos os cálculos e normalização dos dados, 42 variáveis independentes foram utilizadas nas análises estatísticas. Os referidos autores utilizaram a análise fatorial como procedimento estatístico primário para reduzir os dados pois, como explicam, o uso de técnicas reducionistas permite um conjunto robusto e consistente de variáveis que podem ser monitoradas ao longo do tempo para avaliar quaisquer mudanças na vulnerabilidade geral. Dessa forma, um total de 11 fatores foi produzido, que explicaram 76,4% da variância entre todos os condados (Cutter et al., 2003). Um exemplo desta abordagem pode ser vislumbrado na Figura 2.

**Figura 2:** Vulnerabilidade social a riscos ambientais nos Estados Unidos da América, 2000.



**Fonte:** Cutter (2011).

Conforme observado na Figura 2, a elaboração do Índice de Vulnerabilidade Social é resultado de uma série de modelos estatísticos. Nestes termos, o trabalho de Cutter (2011) é fundamental para a compreensão da metodologia selecionada para a pesquisa.

O *SoVI*® (*Social Vulnerability Index*) é uma avaliação quantitativa das características que influenciam a vulnerabilidade social aos riscos (pré-acontecimentos) e facilita a comparação entre unidades geográficas (distritos, seções censitárias) em termos dos seus níveis relativos de vulnerabilidade social. Os perfis socioeconômicos são gerados a partir da informação dos censos e submetidos a um procedimento estatístico para reduzir o número de variáveis a um conjunto menor de fatores que descrevem a vulnerabilidade. Desta forma, o *SoVI*® consegue apreender a natureza multidimensional da vulnerabilidade social. [...]. Em grande medida, o *SoVI*® é mais um algoritmo para desenvolver perfis de vulnerabilidade social do que uma ferramenta propriamente dita (Cutter, 2011, p. 62/63).

Hummel (2013) baseou-se na metodologia desenvolvida por Cutter (2003) para realizar a aplicação do *SoVI*® no Brasil, contudo, aplicando diversas adaptações considerando a realidade brasileira. Foram utilizados dados extraídos do Censo Demográfico do IBGE (2010), do Ministério da Assistência e Previdência Social (2010) e do Ministério da Saúde (2011), partindo da escala dos municípios.

A princípio, 58 variáveis foram coletadas e normalizadas para funções de porcentagem, per capita, densidade, média ou mediana, de acordo com os seguintes conceitos: status socioeconômico, gênero, cor e raça, idade, dependência em setores de emprego, rural/urbano, inquilinos, ocupação, estrutura familiar, educação, crescimento populacional, disponibilidade de serviços médicos, dependência social, população com necessidades especiais, qualidade do ambiente construído e migração (Hummel, 2013).

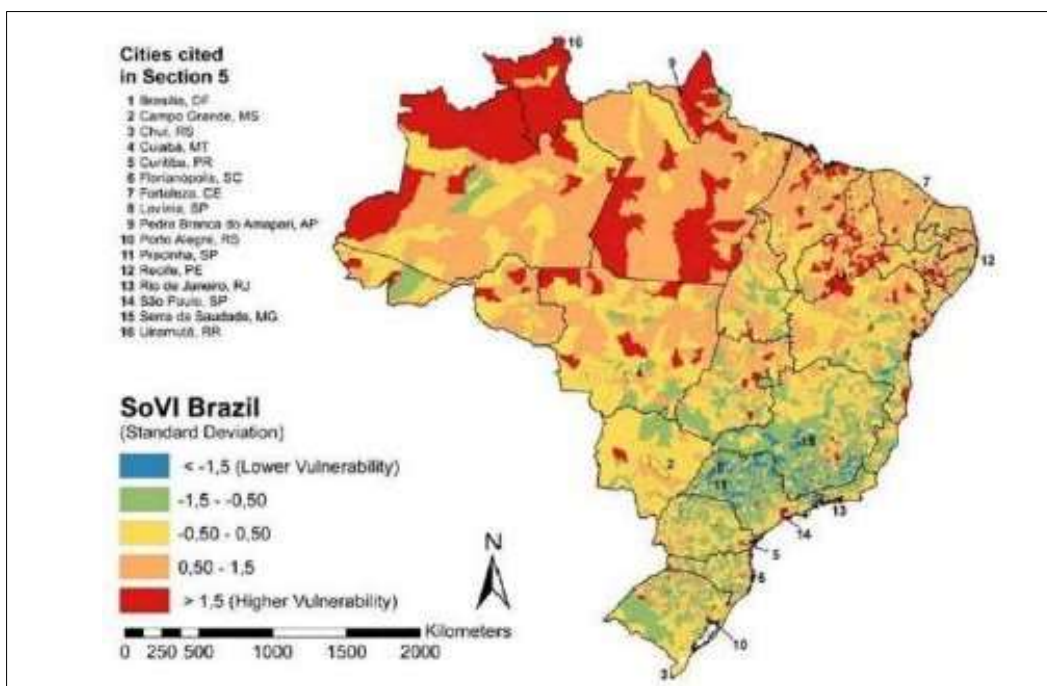
Posteriormente, após testes de multicolinearidade entre as variáveis, estas foram reduzidas a 45 indicadores, que foram padronizados. Conduziu-se, então, uma análise por componente principal com normalização do tipo Kaiser, possibilitando a redução dos dados em um conjunto de variáveis independentes. Uma rotação do tipo Varimax também foi aplicada para obter-se um número reduzido de componentes, e com maior independência entre os mesmos. Para interpretação, os indicadores mais significativos (com correlações superiores a 0,5 e inferiores a -0,5) foram considerados como guias dos componentes (Hummel, 2013).

De acordo com a autora, isto possibilitou compreender o significado e a determinação da cardinalidade (positivo/negativo) de cada componente, de acordo com a sua influência na vulnerabilidade social. Os fatores foram escalados de forma que valores positivos indicassem maiores níveis de vulnerabilidade, enquanto valores negativos indicassem diminuição da vulnerabilidade; se o fator tivesse efeito ambíguo (aumentar e diminuir a vulnerabilidade), assumia-se o seu valor absoluto (Hummel, 2013).

Por fim, Hummel (2013) calculou o *SoVI*® pela soma dos valores dos componentes

para cada município. Não foi assumido peso entre os fatores, resultando na mesma importância de cada fator no cálculo, e na mesma contribuição de cada um para a vulnerabilidade dos municípios. Para identificar quais foram os municípios mais e menos vulneráveis, os *scores* foram divididos em cinco categorias, de acordo com o desvio padrão do valor médio, variando de -1,5 (baixa vulnerabilidade) a +1 (alta vulnerabilidade). A análise estatística resultou em dez fatores, explicando 66,96% da variação (Hummel, 2013). Um exemplo deste trabalho pode ser observado na Figura 3.

**Figura 3:** Aplicação do SoVi® no Brasil, segundo Hummel, Cutter e Emrich (2013).



**Fonte:** Teobaldo Neto (2019).

Conforme análise de Teobaldo Neto (2019), a pesquisa de Hummel et al. (2013) concluiu que a maioria dos municípios brasileiros apresenta níveis médios de vulnerabilidade, entretanto, as regiões Norte e Nordeste concentram os municípios mais vulneráveis, enquanto as regiões Sul e Sudeste apresentam os municípios com menor vulnerabilidade social. De acordo com o autor, apesar da contribuição inédita e relevante de Hummel et al. (2013), essa análise não precisa se limitar à escala nacional, visto que a produção do espaço urbano também implica no aumento da vulnerabilidade social, o que justifica a importância dos estudos de vulnerabilidade em escala local (Teobaldo Neto, 2019).

Seguindo estes princípios, Nascimento Júnior (2018a) teceu sua tese com base no *SoVi*® (Cutter et al., 2003) e nos conceitos de capacidade de suporte e criticidade (Mendes et

al., 2011). O autor realizou um estudo comparado em três cidades costeiras de clima tropical (Santos-Brasil, Maputo-Moçambique e Brisbane-Austrália), visando analisar a vulnerabilidade a desastres naturais com foco na área urbana, utilizando dados na escala de melhor detalhamento possível. Após a aplicação de técnicas estatísticas variadas e a normalização dos dados, admitiu-se a redução das variáveis em Santos de 115 para 77; em Maputo de 130 para 128; e em Brisbane de 101 para 45 variáveis.

Posteriormente, o autor submeteu essas variáveis à aplicação de Análise de Componentes Principais, admitindo-se o autovalor acumulado de 75% e variáveis com cargas fatoriais entre - 0,5 a 0,5. Os valores foram submetidos a ajustes para obtenção da cardinalidade das componentes principais positiva ou negativa, garantindo desse modo que se associassem ao aumento ou diminuição da vulnerabilidade; os índices, então, foram classificados pela técnica do desvio padrão e obtidos pelo cálculo da média aritmética dos *scores* das coordenadas de fatores para vulnerabilidade social numérica. Dessa forma, na cidade de Santos, 75,6% da variabilidade total das 77 variáveis é explicada por nove fatores, e a variável predominante refere-se aos domicílios sem rendimento mensal. Em Maputo, 79,6% da variabilidade total das 115 variáveis são explicadas por três fatores, cuja variável dominante associa-se às habitações particulares com fossa séptica. Já em Brisbane, 77,9% da variabilidade total das 39 variáveis são explicadas por oito fatores, e a variável preponderante é o agregado familiar composto por somente uma pessoa (Nascimento Júnior, 2018a).

Em sua tese, Rampazzo (2019) também optou pela utilização do modelo *SoVI*® para a aplicação da metodologia em três cidades paulistas, realizando uma adaptação das variáveis consideradas, dada a disponibilidade das informações. Basicamente, a autora organizou as informações estruturais do modelo, considerando:

- Estrutura: as cidades São Carlos, Marília e Presidente Prudente;
- Base de Dados: Censo Demográfico 2010: resultados do universo por setor censitário;
- Fonte da Base de Dados: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE;
- Unidade Espacial: Setor censitário urbano e distritos;
- Total de Unidades Espaciais: 285 setores; 284 setores; 294 setores;
- Número de Variáveis: 112 + 3 variáveis de ponderação;
- Categorias estabelecidas: 16 (Rampazzo, 2019, p. 113).

Baseada em Mendes et al. (2011), Rampazzo (2019) partiu do preceito de que a vulnerabilidade social pode ser decomposta em duas componentes principais, que são as dimensões de sua análise, a saber 1) criticidade, associados à gênero, etnia, raça e cor, estrutura etária, alfabetização; e, 2) capacidade de suporte, considerando renda, perfil dos residentes, propriedade, tipo e situação dos domicílios e infraestrutura urbana.

[...] se avalia que ambas as dimensões: criticidade e capacidade de suporte permitem estruturar a avaliação da vulnerabilidade na escala censitária em termos de vulnerabilidade das populações e comunidades. Sendo que, a criticidade denota a exposição ou a vulnerabilidade biofísica e a resiliência social dos indivíduos ou comunidades, e a vulnerabilidade territorial refere-se à capacidade de suporte econômica e infra estrutural do ambiente físico (Mendes et al., 2011, p. 95).

Dessa forma, a autora selecionou categorias dentro de cada uma das dimensões:

- Criticidade. Categorias: Ponderação; raça/cor; alfabetização; estrutura etária.
- Capacidade de Suporte. Categorias: Gênero e estrutura familiar; condições socioeconômicas; qualidade do ambiente construído; proprietários; locatários e ocupação; abastecimento; saneamento; energia.

Após a seleção das variáveis, as mesmas foram submetidas a processos estatísticos, tais quais: normalização; teste estatístico de Multicolinearidade; Análise dos Componentes Principais (ACP). A classificação foi realizada a partir da técnica do desvio padrão, e o índice obtido pelo cálculo da média aritmética sobre as cargas fatoriais (*scores*) para o índice de vulnerabilidade numérico. O resultado da aplicação destas técnicas e procedimentos foi a geração do SoVI® na escala espacial de referência dos setores censitários urbanos, processado e finalizado via ambiente SIG (Rampazzo, 2019).

Assim como Rampazzo (2019), Teobaldo Neto (2019), utilizou o banco de dados vetorial e alfanumérico, na escala do setor censitário do IBGE, para realizar um estudo de caso na cidade de Cuiabá - MT. O banco de dados analisado pelo autor visou identificar variáveis específicas, de acordo com os critérios metodológicos usados em sua pesquisa, com potencial para indicar dimensões da vulnerabilidade e desvantagens sociais e ambientais. Inicialmente, identificou-se 290 variáveis, reagrupadas em outras 37 variáveis, distribuídas em dez categorias da vulnerabilidade social: densidade demográfica, cor/etnia, faixa etária, renda, habitação, saneamento básico, estrutura urbana, gênero, educação e saúde (Teobaldo Neto, 2019).

Em sua pesquisa, o supracitado autor utilizou o software IBM-SPSS® (*Statistical Package for the Social Science*) para realizar a Análise Fatorial, que é explicada em quatro etapas: 1) adequabilidade da base de dados, a qual, para determinar um padrão de correlação entre as variáveis, foi utilizado o Índice de Kaiser-Meyer; 2) técnica de extração do número de fatores, onde, para a redução de dados, utilizou-se a Análise de Componentes Principais; 3) Tipo de rotação, onde optou-se pela rotação Varimax; e, 4) elaboração da cartografia do índice de vulnerabilidade social (Teobaldo Neto, 2019).

## **1.2 Índice de Vulnerabilidade Social - a metodologia do IPEA**

Consoante ao exposto, entende-se que a elaboração do Índice de Vulnerabilidade Social é baseada em uma série de modelos estatísticos. Neste sentido, o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA concebeu a plataforma “Atlas da Vulnerabilidade Social”, que possibilita a consulta em diversos formatos de dados sobre a temática da vulnerabilidade social dos municípios, estados e regiões metropolitanas do Brasil. Após análises detalhadas e reflexões profundas, dentro do que foi considerado exequível para a proposta da presente tese, optou-se por trabalhar com os dados disponibilizados pelo IPEA, por constituir-se um órgão competente e extremamente confiável em termos de replicação da metodologia. Sendo assim, o mapa de vulnerabilidade socioespacial foi elaborado a partir das variáveis que compõem o Atlas de Vulnerabilidade Social, os quais são o IVS Infraestrutura Urbana, IVS Capital Humano e IVS Renda e Trabalho.

A criação do Índice de Vulnerabilidade Social - IVS se deu no âmbito da Rede IPEA, no escopo do projeto Mapeamento da Vulnerabilidade Social nas Regiões Metropolitanas do Brasil. Esse projeto foi proposto, inicialmente, pela Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE), reunindo diversas instituições sob a coordenação nacional do IPEA, além de instituições estaduais de pesquisa das cinco macrorregiões brasileiras. A região Centro-Oeste colaborou por meio da Secretaria de Desenvolvimento da Região Metropolitana de Goiânia - SEGPLAN (GO). As opções metodológicas e operacionais realizadas ao longo do projeto acabaram aproximando a construção do IVS do projeto do Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (ADH) (IPEA, 2024).

Embora fosse desejável contar com dados mais recentes, o IPEA baseou-se em dados do IBGE (2010) como base para a construção do IVS. A utilização de duas pesquisas domiciliares diferentes, Censo Demográfico e Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio (PNAD) como fonte de dados para a produção de indicadores, dimensões e índices exigiu um esforço de compatibilização e ajustes em virtude de limitações metodológicas de ordens

diversas (IPEA, 2024).

O Índice de Vulnerabilidade Social proposto pelo órgão é o resultado da média aritmética dos subíndices: IVS Infraestrutura Urbana, IVS Capital Humano e IVS Renda e Trabalho. Cada um deles entra no cálculo do IVS final com o mesmo peso. Para o cálculo dos subíndices foram utilizados 16 indicadores calculados a partir das variáveis dos censos demográficos do IBGE, para o ano de 2010 – tabulados para o ADH Brasil com seus respectivos pesos. Para a construção de cada dimensão do IVS, utilizando os pesos equivalentes para cada indicador, foi necessário utilizar parâmetros máximos e mínimos, em cada indicador, para transformá-lo, também, num indicador padronizado, com valores de 0,000 a 1,000 (IPEA, 2024).

Cada indicador teve seu valor normalizado numa escala que varia entre 0 e 1, em que 0 corresponde à situação ideal, ou desejável, e 1 corresponde à pior situação. A condição de absoluta ausência de vulnerabilidade equivale a 0% de casos indesejados (ou, por exemplo, zero mortos por mil nascidos vivos, no caso da variável taxa de mortalidade de crianças de até 1 ano de idade). Já o valor máximo de cada indicador - ou seja, a situação de máxima vulnerabilidade – foi estabelecido a partir da média encontrada para os dados municipais de cada um deles, considerando, para efeitos de cálculo, os valores relativos aos anos de 2000 e 2010, acrescido de dois desvios-padrão, limitado em 1, mesmo para os municípios que extrapolaram este valor. As faixas de vulnerabilidade propostas pelo IPEA podem ser observadas na Figura 4.

**Figura 4:** IVS - Faixas de Vulnerabilidade Social.



**Fonte:** Atlas da Vulnerabilidade Social - IPEA (2024).

**Organização:** Autoria própria (2024).

Sendo assim, foi considerada como situação ideal (ausência de vulnerabilidade social) a não ocorrência de casos em cada uma das dimensões (por exemplo, mortalidade infantil igual a zero) e o valor máximo correspondeu, sempre, à pior situação encontrada a

partir da padronização referida. Todos os indicadores listados apresentam relação direta com situações de vulnerabilidade social: quanto maior o indicador, maior a vulnerabilidade social. Feita a normalização dos dados para os indicadores que compõem o subíndice, foram aplicados os pesos relativos a cada um dos indicadores (IPEA, 2024).

O IVS é, portanto, resultado da seleção de 16 indicadores selecionados da Plataforma do ADH (Atlas do Desenvolvimento Humano), que foram organizados em três dimensões da vulnerabilidade social, a saber: I – a Infraestrutura Urbana do território em tela (seja ele um município, uma região, um estado ou uma Unidade de Desenvolvimento Humano); II- o Capital Humano dos domicílios deste território; e III - a Renda, o acesso ao trabalho e a forma de inserção (formal ou não) dos residentes nestes domicílios. Cada uma dessas dimensões reúne, por sua vez, um conjunto de variáveis obtidas nas bases dos Censos Demográficos do IBGE, que refletem diferentes aspectos das condições de vida (IPEA, 2024).

- IVS Infraestrutura Urbana

A dimensão que contempla a vulnerabilidade da Infraestrutura Urbana procura refletir as condições de acesso a serviços de saneamento básico e de mobilidade urbana, por serem dois aspectos relacionados ao lugar de domicílio das pessoas que impactam significativamente sua qualidade de vida. Considerando as possibilidades e limites das informações coletadas pelos Censos Demográficos, foram escolhidos, para compor essa dimensão, indicadores sobre a presença de redes de abastecimento de água, de serviços de esgotamento sanitário e coleta de lixo no território; bem como o indicador do tempo gasto no deslocamento entre a moradia e o local de trabalho, pela população ocupada de baixa renda, do território em tela.

- IVS Capital Humano

A dimensão Capital Humano envolve dois tipos de ativos que, de acordo com Schultz (1962), determinam as perspectivas de futuro dos indivíduos: suas condições de saúde e seu acesso à educação. Neste sentido, foram selecionadas para essa dimensão variáveis que refletem não só a presença atual destes ativos nos domicílios, mas também as possibilidades de sua ampliação pelas gerações mais jovens.

- IVS Renda e Trabalho

A vulnerabilidade de Renda e Trabalho agrupa não só indicadores relativos à

insuficiência de renda das famílias, no momento da coleta dos dados (percentual de famílias com renda domiciliar per capita de até R\$ 255,00 mensais, em agosto de 2010) como incorpora outros fatores que, associados ao fluxo de renda insuficiente, configuram um estado de insegurança de renda das famílias: a desocupação de adultos, a ocupação informal de adultos pouco escolarizados, a dependência da família com relação à renda de pessoas idosas, assim como a presença de trabalho infantil.

Em termos socioespaciais, o IPEA considera em seus dados as Unidades de Desenvolvimento Humano (UDHs) como recortes territoriais intraurbanos, que podem ser partes de um bairro, um bairro completo ou, em alguns casos, até o território de um pequeno município. As UDHs são construídas a partir dos setores censitários utilizados na pesquisa do Censo Demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, visando construir recortes territoriais intramunicipais os mais homogêneos possíveis, em termos socioeconômicos e da morfologia urbana (IPEA, 2024).

Sendo assim, ressalta-se que todos os indicadores utilizados na construção do IVS do IPEA apresentam relação direta com situações de vulnerabilidade social. A partir do *download* das tabelas disponibilizadas em formato .xls pelo IPEA (2024) elaborou-se o Mapa de Vulnerabilidade Social para a cidade de Goiânia via *software* QGIS®, presente no Capítulo IV.

### **1.3 Banco de Dados**

Diante dos métodos apresentados, fez-se necessária a criação de múltiplos bancos de dados. A estruturação destes dados considerou fontes variadas, primárias e secundárias, tanto no que se refere à análise socioespacial quanto ao estudo das ilhas de calor urbanas, além de trabalhos de campo, conforme segue.

#### **IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA**

Elaborou-se um banco de dados com informações do Censo IBGE (2010), o qual passou por processo de categorização. Considerando o trabalho de diversos autores (Nascimento Júnior, 2018; Rampazzo, 2019; Teobaldo Neto, 2019), as variáveis referentes à dimensão criticidade foram tabuladas e organizadas em planilhas do Excel® (Anexo 1). Embora fosse desejável contar com dados sobre a capacidade de suporte, a coleta não foi possível devido à inconsistência de dados.

## **PREFEITURA MUNICIPAL DE GOIÂNIA**

A Prefeitura de Goiânia, por meio de site institucional (SEPLAM-GO), disponibiliza tabelas no formato Excel® já organizadas de acordo com algumas variáveis selecionadas, utilizando dados do Censo do IBGE (2010). O *download* e a observação destes dados permitiram a elaboração de gráficos que subsidiaram as análises sobre a vulnerabilidade socioespacial na cidade. Alguns exemplos destes arquivos são: “Mulheres residentes por cor ou raça”; “Número de pessoas residentes alfabetizadas por sexo e grupo de idade”; “Número de pessoas residentes, por classe de rendimento nominal mensal e sexo”, dentre outros.

## **INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA**

Os dados meteorológicos secundários (temperatura máxima, mínima e instantânea do ar; umidade relativa do ar e precipitação) da Estação Convencional (Código 83423) e da Estação Automática (Código A002) foram obtidos por meio de acesso ao BDMEP – Banco de Dados Meteorológicos do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET. Os dados coletados referem-se aos meses de agosto, setembro e outubro, por representarem os mais quentes na cidade, considerando o período entre 2018 a 2023. Esse recorte temporal justifica-se pela disponibilidade e continuidade dos dados nas estações meteorológicas analisadas, além de permitir a avaliação de padrões recentes e recorrentes do comportamento térmico, minimizando distorções associadas a séries muito curtas ou excessivamente longas.

Após a tabulação e organização dos dados em planilhas do Excel®, foram elaborados gráficos que permitiram confrontar as informações atuais com a normal climatológica do período 1991-2020. Essa análise, associada a interpretação das cartas termais, permitiu a identificação das ilhas de calor no espaço urbano e os apontamentos das condições atmosféricas que favoreceram a configuração do fenômeno na cidade.

## **IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA**

Como exposto anteriormente, optou-se pela utilização dos dados do IPEA (2024) para a geração do mapa de vulnerabilidade socioespacial para o município de Goiânia. Os dados disponíveis pelo Instituto estão divididos em: Código do Município, Nome do Município, Código da Unidade de Habitação, Nome da Unidade de Habitação, Ano, IVS e variáveis utilizadas em seu cálculo. Sendo assim, estas variáveis (Anexo 2) foram utilizadas para a elaboração do mapa de vulnerabilidade social da cidade de Goiânia, apresentado no Capítulo IV da presente tese. Neste sentido, realizou-se *download* dos dados disponíveis em formato .xls, os quais referem-se a:

- % de pessoas em domicílios com abastecimento de água e esgotamento sanitário inadequados;
- % da população que vive em domicílios urbanos sem o serviço de coleta de lixo;
- % de pessoas que vivem em domicílios com renda per capita inferior a meio salário mínimo (de 2010) e que gastam mais de uma hora até o trabalho;
- Mortalidade até 1 ano de idade;
- % de crianças de 0 a 5 anos que não frequentam a escola;
- % de pessoas de 6 a 14 anos que não frequentam a escola;
- % de mulheres de 10 a 17 anos que tiveram filhos;
- % de mães chefes de família, sem ensino fundamental completo e com filho menor de 15 anos de idade;
- Taxa de analfabetismo da população de 15 anos ou mais de idade;
- % de crianças que vivem em domicílios em que nenhum dos moradores tem o ensino fundamental completo;
- % de pessoas de 15 a 24 anos que não estudam, não trabalham e possuem renda domiciliar per capita igual ou inferior a meio salário mínimo (de 2010);
- Porcentagem de pessoas com renda domiciliar per capita igual ou inferior a meio salário mínimo (de 2010);
- Taxa de desocupação da população de 18 anos ou mais de idade;
- % de pessoas de 18 anos ou mais sem fundamental completo e em ocupação informal;
- % de pessoas em domicílios com renda per capita inferior a meio salário mínimo (de 2010) e dependentes de idosos;
- Taxa de atividade das pessoas de 10 a 14 anos de idade;
- Cor;
- Sexo;
- Situação de Domicílio.

#### **1.4 Elaboração Cartográfica**

Para a confecção das cartas temáticas utilizou-se o *software* QGIS 3.4.15, desenvolvido pela *Open Source Geospatial Foundation* (OSGeo) e, de forma complementar, o programa *Google Earth Pro*.

Para a elaboração das cartas de localização, expansão urbana, densidade construtiva dos setores censitários e de divisas administrativas do município foram utilizadas as bases de

dados cartográficos da Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável (FBDS, 2021), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2015), do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT, 2018) e do Mapa Urbano Básico Digital de Goiânia (MUBDG, 2019) disponível no Sistema de Informações Geográficas de Goiânia (SIGGO).

Os parâmetros utilizados para a classificação da densidade construtiva dos setores censitários foram os estabelecidos pelo próprio IBGE (2021), que caracteriza as áreas dos referidos setores em três diferentes categorias, sendo estas: Área Urbana de Alta Densidade de Edificações, Área Urbana de Baixa Densidade de Edificações e Área Rural. A classificação foi realizada com base em dados secundários disponibilizados pelo site do instituto, na categoria de Organização do território > Malhas territoriais > Malhas de setores censitários divisões intramunicipais > 2021 > Malhas de setores por municípios > UF > GO > 5208707 > Goiânia Setores.kml.

A caracterização da cobertura vegetal e uso do solo do município foi efetuada a partir de dados do mapeamento da coleção 6 do projeto MAPbiomas (2021), em uma escala de 1:100.000, e da verificação de suas classes por meio da sobreposição em imagens do satélite do *Landsat 8* e do *Google Earth Pro*. Para tanto, foi instalado o complemento *MapBiomas Collection* e utilizada a ferramenta *OpenLayers plugin* que possibilitou a realização da sobreposição de tais imagens.

Em relação ao cálculo da área coberta por cada uma das classes apresentadas ressalta-se que, tanto na carta de densidade construtiva dos setores censitários quanto no mapa de cobertura vegetal e uso do solo utilizou-se a ferramenta Tabela de Atributos, disponível no *software* em questão.

As cartas de hipsometria e declividade, que representam as características do relevo do município, foram desenvolvidas a partir de Modelos Digitais de Elevação (MDE) obtidos no site do projeto TOPODATA do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, com resolução espacial de 30 metros, elaborados por meio de dados da *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) e disponibilizados pelo *United States Geological Survey* (USGS).

Para a elaboração da carta de hipsometria foi utilizada a caixa de ferramentas *GRASS* (Raster > *r.recode*) realizando a reclassificação dos valores altimétricos do MDT em categorias com intervalos de 50 metros. Para a carta de declividade foi utilizada a caixa de ferramentas *GDAL* (Análise de dados Raster > Declividade) e efetuada a reclassificação das categorias em *GRASS* (Raster > *r.recode*) de acordo com as classes propostas pela Empresa

Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, expressas na Tabela 1. Em ambos os mapas, foram atribuídas cores a cada uma das classes no menu Propriedades (Estilo > Banda simples falsa cor).

**Tabela 1:** Classes de declividade propostas pela EMBRAPA (2018).

Declividade (%)	Relevo
0 - 3	Plano
3 - 8	Suave ondulado
8 - 20	Ondulado
20 - 45	Forte ondulado
45 - 75	Montanhoso
> 75	Escarpado

**Fonte:** EMBRAPA (2018).

**Organização:** A autoria própria (2022).

A carta de vegetação arbórea para o município foi elaborada utilizando álgebra de mapas para estimar o índice de vegetação da diferença normalizada (NDVI - *Normalized Difference Vegetation Index*). Este índice é obtido através da razão entre a diferença das refletividades do vermelho (R) e do infravermelho próximo (NIR). Desta forma, o NDVI foi calculado a partir destas bandas, utilizando a calculadora *raster* presente no QGIS®, conforme equação descrita por Jensen (1996):

$$\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{R}) / (\text{NIR} + \text{R})$$

onde:

**NDVI** - Índice de Vegetação da Diferença Normalizada;

**NIR** - refletância no comprimento de onda correspondente ao Infravermelho Próximo

(0,76 a 0,90 $\mu\text{m}$ );

**R** - refletância no comprimento de onda correspondente ao Vermelho (0,63 a 0,69 $\mu\text{m}$ ).

A fórmula da equação ora citada é realizada em cada pixel, respectivamente nas bandas dos canais vermelho e infravermelho próximo. Os valores do NDVI oscilam de -1 a 1, sendo que quanto mais próximo de 1, maior a densidade da cobertura vegetal. Valores negativos ou próximos de 0 indicam áreas de água, edificações, solo nu, etc. (Costa et al., 2007).

Para a elaboração do NDVI foram utilizadas imagens do satélite *Landsat 8*

correspondentes à órbita 222 e aos pontos 71/72, datadas de 09/09/2021 e 14/12/2020, disponibilizadas no Acervo de Imagens do Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC.

Os parâmetros utilizados para a elaboração do mapa de vulnerabilidade social foram os estabelecidos pelo próprio IPEA (2024), os quais compõem o banco de dados criado e organizado pela autora. O principal objetivo do mapeamento foi identificar espacialmente os níveis de vulnerabilidade por bairros.

Os dados utilizados foram fornecidos em formato de tabela Excel®, contendo informações extraídas do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), especialmente os valores do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal por Unidade de Desenvolvimento Humano (UDH), desagregados por bairros de Goiânia. Este índice é composto por variáveis relacionadas à educação, renda e longevidade, funcionando como um indicador sintético da qualidade de vida da população local.

Para o tratamento e espacialização dos dados em tela foi utilizado o software QGIS® (versão 3.40.7). Inicialmente, foi importado um arquivo *shapefile* contendo os bairros do município de Goiânia adquiridos pelo IBGE, que serviu como base vetorial para o cruzamento com os dados da tabela. A vinculação entre os dados tabulares e a base geográfica foi realizada por meio da ferramenta “*Join Attributes by Field Value*”, utilizando o nome dos bairros como campo-chave comum.

Com os dados integrados à camada espacial, foi aplicada uma classificação temática para representar graficamente os níveis de vulnerabilidade. Os valores do IDHM foram divididos em classes de faixas, que variaram dos bairros com menor índice (maior vulnerabilidade) aos bairros com maior índice (menor vulnerabilidade), seguindo uma escala de cores gradativa. A simbologia foi configurada com base em tons que vão do vermelho (representando maior vulnerabilidade) ao verde (indicando menor vulnerabilidade), favorecendo a leitura visual e a análise territorial.

A validação dos dados e a coerência dos resultados foram asseguradas por meio de inspeção visual e ajustes pontuais, considerando eventuais inconsistências nos nomes dos bairros ou ausência de dados em determinados setores. O mapa final foi elaborado com todos os elementos cartográficos necessários, incluindo título, legenda, escala gráfica, orientação espacial e a fonte dos dados utilizados.

A fim de consubstanciar os dados meteorológicos, optou-se pela análise de cartas termais. O presente mapeamento teve como objetivo mapear a Temperatura da Superfície Terrestre (LST – *Land Surface Temperature*) no município de Goiânia - GO, utilizando

imagens de sensoriamento remoto provenientes dos satélites *Landsat 8*. A escolha pelo uso desses sensores decorre da boa resolução espacial (30 metros para bandas ópticas e reamostragem da termal para 30 metros) e da disponibilidade gratuita dos dados. Para garantir a precisão da área analisada, foram utilizados arquivos *shapefile* com os limites oficiais do município e dos bairros de Goiânia adquiridos pelo site do IBGE, que possibilitaram o recorte espacial das imagens e facilitaram análises intraurbanas mais detalhadas.

Inicialmente, as imagens foram adquiridas por meio da plataforma *Earth Explorer* (USGS), priorizando cenas com baixa cobertura de nuvens. Para este mapeamento, selecionaram-se as datas de 12 de setembro de 2021 e 04 de outubro de 2023, levando em conta a maior proximidade com os períodos de interesse e a qualidade visual das cenas.

O processamento foi realizado no software QGIS®, versão 3.40.7 Após a importação das imagens, foi feito o recorte das bandas necessárias utilizando a ferramenta “*Clip Raster by Mask Layer*”, tomando como base o *shapefile* do limite do município. Em seguida, isolou-se a Banda Termal 10, responsável por captar a radiação térmica emitida pela superfície. Essa banda foi convertida de valores digitais (DN) para radiância de topo da atmosfera (TOA), utilizando a expressão matemática fornecida nos metadados da imagem ( $ML \times DN + AL$ ). Na sequência, a radiância foi convertida para temperatura de brilho ( $T_a$ ) em Kelvin, por meio da equação de Planck inversa:

$$T = K2 / \ln(K1 / L + 1)$$

onde  $K1$  e  $K2$  são constantes específicas do sensor (geralmente fornecidas nos metadados) e  $L$  representa a radiância.

Com a temperatura de brilho calculada, foi necessário corrigir a emissividade da superfície terrestre, a fim de obter a LST real. Para isso, utilizou-se a técnica baseada no cálculo do NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada), que foi derivado das bandas 5 (infravermelho próximo) e 4 (vermelho). A partir do NDVI, estimou-se a fração de vegetação (PV), que por sua vez permitiu calcular a emissividade espectral ( $\epsilon$ ) de cada pixel, com base nos valores padrão para superfícies vegetadas e não vegetadas. Após essa etapa, a LST foi obtida com a seguinte equação final, já considerando a correção da emissividade e conversão para graus Celsius:

$$LST = (T / (1 + (\lambda \times T / \rho) \times \ln(\epsilon))) - 273.15$$

onde  $\lambda$  representa o comprimento de onda efetivo da banda termal ( $\sim 10,8 \mu\text{m}$ ),  $\rho$  é a

constante de Planck ( $\sim 1,438 \times 10^{-2} \text{ m}\cdot\text{K}$ ),  $T$  é a temperatura de brilho em Kelvin e  $\varepsilon$  a emissividade da superfície.

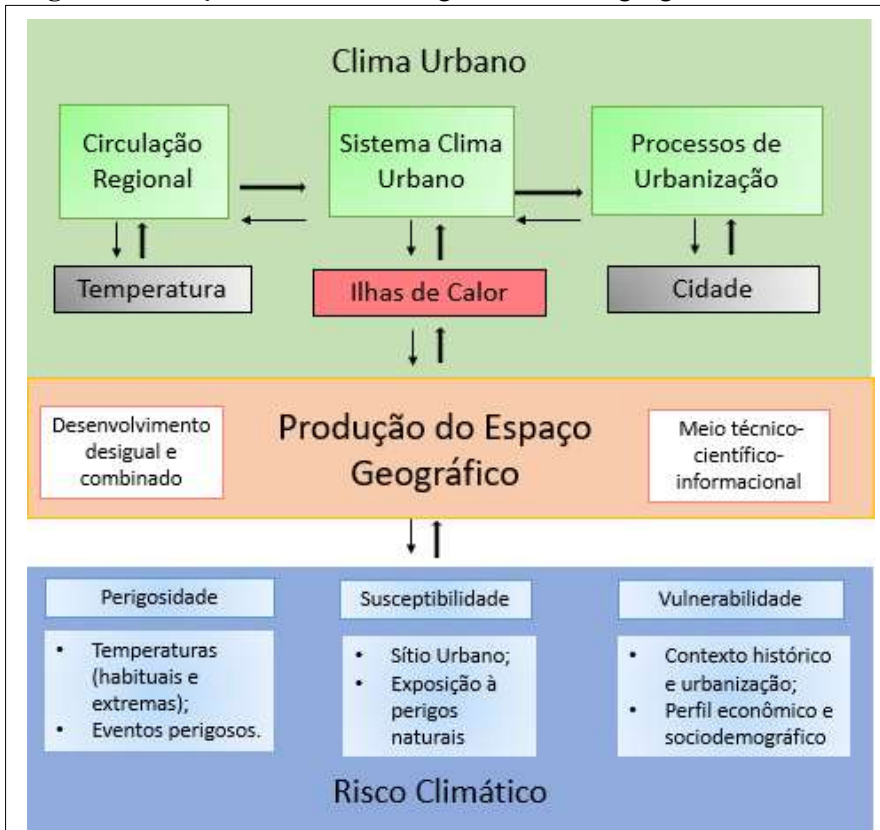
O *raster* resultante da LST foi simbolizado no QGIS®, com a aplicação de uma paleta de cores que facilita a interpretação visual: cores frias (azul e verde) para as menores temperaturas, e cores quentes (amarelo, laranja e vermelho) para as maiores temperaturas. A simbologia foi configurada no menu “Propriedades > Simbologia > Banda Simples Falsa Cor”. Por fim, foi realizada a validação visual das classes de temperatura por meio da sobreposição com imagens ópticas do próprio *Landsat* e com imagens de alta resolução disponíveis no Google Earth Pro®. O estudo da termografia permitiu indicar os locais mais quentes da cidade. Neste sentido, para a validação dos produtos cartográficos, foram realizadas atividades de campo para verificar a condição do espaço e das populações residentes, antes e após as análises socioespaciais. A combinação de análises entre dados termais, junto ao mapa de vulnerabilidade social, culminou na discussão apresentada no Capítulo IV.

### **1.5 Análise da vulnerabilidade socioespacial**

Ante o exposto, a análise da vulnerabilidade socioespacial na cidade de Goiânia - GO partiu do levantamento das seguintes dimensões: a) espaço geográfico, através do mapeamento do uso e cobertura do solo; b) termografia, a partir da identificação de ilhas de calor urbanas; e, c) vulnerabilidade social, por meio de análise socioeconômica. O esboço teórico-metodológico da análise geográfica pode ser observado na Figura 5.

A ideia contida na Figura 5 demonstra uma análise geográfica sob a premissa do Sistema Clima Urbano - SCU (Monteiro, 1976; 2011) no âmbito da análise clássica da Climatologia Geográfica, contudo, combina a abordagem da Geografia do Clima em uma perspectiva complementar para a análise do clima urbano (Sant’anna Neto, 2001; 2008; 2011; Nascimento Júnior, 2018; Teobaldo Neto, 2018; Rampazzo, 2019). Conforme Nascimento Júnior (2018, p. 33), a análise pode se iniciar pelo clima urbano para se chegar ao risco climático, entretanto, “a aproximação entre esses dois conceitos só ocorre pela mediação da produção do espaço geográfico”.

**Figura 5:** Esboço teórico-metodológico da análise geográfica.



**Adaptado de:** Nascimento Júnior (2018).

**Organização:** Autoria própria (2024).

Conforme Figura 5, a seção do SCU apresenta o subsistema termodinâmico como ferramenta de investigação. Nele são considerados, de um lado, a gênese e a produção dos eventos e episódios extremos, associados às suas frequências, intensidades, escalas de atuação, sistemas atmosféricos, variabilidade e, principalmente, as altas temperaturas. De outro lado consideram-se os processos de urbanização que consideram as formas-conteúdo das cidades. Assim, o resultado do clima urbano como perigo natural dentro do SCU é evidenciado pela ocorrência de ilhas de calor. Neste sentido, as altas temperaturas “representam uma natureza mista, integrada e produzida segundo os moldes da ação conjunta do desenvolvimento desigual e combinado e do meio técnico-científico-informacional” (Nascimento Júnior, 2018a, p. 34).

A última seção da Figura 5 demonstra a análise do risco climático, definido pela triangulação da perigosidade (constituída pela ocorrência de eventos perigosos relacionados às altas temperaturas), da susceptibilidade natural à ocorrência de ilhas de calor e da vulnerabilidade social, caracterizada pelas dimensões históricas e sociais da constituição da cidade, bem como pela caracterização das populações em risco.

Dado o exposto, desenvolveu-se uma abordagem do clima a partir da identificação e análise dos espaços geográficos urbanos de maior susceptibilidade aos riscos climáticos na cidade de Goiânia, em especial às altas temperaturas, e a população mais vulnerável a esses riscos. Os resultados dessa análise estão presentes no Capítulo IV da presente tese.

## **CAPÍTULO II – PRODUÇÃO DO ESPAÇO URBANO E VULNERABILIDADE SOCIOESPACIAL: O CLIMA COMO EXPRESSÃO DA NATUREZA E COMO FATO SOCIAL**

De acordo com relatório da Organização das Nações Unidas - ONU (2018), mais da metade da população mundial já vive em cidades. O mundo contemporâneo é urbano. As mudanças ambientais que emergem dessa configuração resultam em dilemas sociais que podem ser vislumbrados especialmente analisando a situação de vulnerabilidade de determinadas populações, sobretudo nos grandes centros urbanos, onde se visualizam os principais contrastes sociais e onde encontram-se os maiores contingentes demográficos que poderão, eventualmente, ser afetados por mudanças climáticas em escala global.

Neste capítulo discorreu-se sobre o entendimento do clima urbano como construção social, vinculado a produção do espaço urbano. Para tanto, sobre os conceitos de espaço, urbanização, espaço urbano, produção do espaço utilizou-se a obra de autores como Santos (1988; 1993; 1994); Carlos (1994; 1997; 2016; 2017); Lefebvre (2006; 2008); Sposito (2002; 2004).

Sobre o conceito de clima urbano, as obras de Monteiro (1976; 2011), Lombardo (1985) e Mendonça (1995; 2011) foram essenciais. O material de Sant’anna Neto (2001; 2003; 2011; 2021) se tornou a parte central na discussão sobre o clima como construção social, bem como as obras complementares de Armond (2018); Nascimento Júnior (2018); Teobaldo Neto (2019); Rampazzo (2019); Fante (2019), dentre outros.

A discussão sobre vulnerabilidade socioespacial e risco climático foi realizada a partir de referenciais como os de Cutter (1996; 2003; 2011); Veyret e Richemond (2007); Benzie et al. (2011); Esteves (2011); Cunha (2013); Silveira (2014); Mendonça (2004; 2010); Marandola Júnior e Hogan (2004; 2005; 2006).

### **2.1 A produção do espaço urbano e o clima**

O atual modelo da sociedade humana foi pautado em uma utilização exaustiva dos recursos naturais do planeta, acelerando o processo de industrialização e produzindo um espaço urbano desestruturado e ambientalmente degradado, que nos trouxe a um cenário repleto de riscos e incertezas (Moreira, 2019). Dados publicados pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2023) apontam que as atividades humanas inequivocamente causaram o aquecimento global, principalmente através das emissões de gases de efeito estufa, com a temperatura da superfície global atingindo um

valor 1,1 °C mais alto entre 2011-2020 do que no período de 1850-1900 (Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, 2023). Sendo assim, para compreender os efeitos das mudanças do clima nas cidades é preciso investigar a configuração das estruturas urbanas.

Ao analisar o trabalho de Pereira (1989), Sant'anna Neto (2001) entende que, nas sociedades pré-capitalistas há uma profunda identidade entre o homem e a natureza, pois o ritmo do trabalho, portanto do homem, repete o ritmo da própria natureza. De acordo com Moreira (2019, p. 31) distingue-se este primeiro momento em que “o homem dá um salto da história natural em história social de si mesmo e da natureza” e pode relacionar-se com “o nascimento da comunidade primitiva no âmbito da coevolução holocênica”. Assim, “a relação homem-natureza é no começo ainda natural-natural e em seguida se torna natural-social, a sociedade humana se organizando como uma sociedade natural” (Moreira, 2019, p. 31).

Contudo, na sociedade capitalista, o modo de produção exige uma expropriação dos homens através da apropriação da natureza, o que implica em uma relação predatória, onde a relação sociedade e natureza passa a ser permeada pela relação entre as classes sociais. (Sant'anna Neto, 2001). Este segundo momento corresponde “ao nascimento da sociedade capitalista moderna no âmbito da separação do trabalho - meios de trabalho da acumulação primitiva”, como explica Moreira (2019, p. 31), na qual a relação se inverte tornando-se social-natural em essência, e natural-social apenas nos momentos da reprodução.

Conforme destaca Santos (1998, p. 15), “é o uso do território, e não o território em si mesmo, que faz dele objeto da análise social”. Sob este viés, a discussão pelos geógrafos acerca da organização dos espaços pelos grupos humanos passou por transformações importantes a partir da década de 1970. A evolução do conceito de espaço como “localização” para o de espaço como “produção social” permeava por reflexões sob orientação do materialismo histórico, passando da noção de “organização do espaço” para “produção do espaço” (Carlos, 2016).

Diante disso, considera-se fundamental a discussão do filósofo e sociólogo francês Henri Lefebvre acerca do desenvolvimento de uma teoria do espaço ancorada sobre a dialética socioespacial. Conforme estudo de Tonucci Filho (2013), a ideia principal de Lefebvre era considerar o espaço não mais como fato da natureza, ou da cultura, tampouco um meio vazio e passivo, mas como produto que intervém na própria produção, e como principal aspecto da segunda natureza, efeito da ação das sociedades sobre a primeira natureza. Assim, para Lefebvre (2006):

Um tal espaço contém objetos muito diversos, naturais e sociais, redes e filões,

veículos de trocas de materiais e de informação. Ele não se reduz nem aos objetos que ele contém, nem à sua soma. Esses “objetos” não são apenas coisas, mas relações (Lefebvre, 2006, p. 118).

Lefebvre (2006) defende que espaço e tempo são conceitos relacionais. Para o autor, o tempo refere-se ao processo histórico da produção social, enquanto o espaço abarca as relações em sua coexistência e sua simultaneidade. Portanto, não existe apenas *um* espaço social, mas *vários* espaços sociais, uma infinidade múltipla. Se observados isoladamente, cada um deles representa uma abstração, porém eles existem de fato, em termos de redes ou como conjunto complexo de relações (Tonucci Filho, 2013). Assim, entende-se que a realidade possui uma dimensão geográfica que pode ser reconhecida, sistematizada e compreendida a partir do estudo dessa realidade.

Considerando as reflexões expostas, é possível dizer que a obra do geógrafo Milton Santos tenha sido bastante inspirada em Lefebvre. Em *Metamorfoses do Espaço Habitado*, o autor revela uma aproximação teórica com o francês, ao indicar que

[...] o espaço deve ser considerado como um conjunto indissociável de que participam, de um lado, certo arranjo de objetos geográficos, objetos naturais e objetos sociais, e, de outro, a vida que os preenche e os anima, seja a sociedade em movimento (Santos, 1988, p.10).

No livro *A Natureza do Espaço*, Santos (2002) procede à elaboração de uma teoria unitária do espaço geográfico. Partindo da definição do espaço como conjunto indissociável de sistemas de objetos e de sistemas de ações, o autor reconhece como suas categorias analíticas internas a paisagem, a configuração territorial, a divisão territorial do trabalho, o espaço produzido ou produtivo, as rugosidades e as formas-conteúdo. Essas categorias ajudaram a estabelecer uma compreensão crítica do espaço, em especial, a *forma-conteúdo*, fundamental para compreender a totalidade envolvida no espaço.

Além disso, na visão de Santos (1994), a temporalidade e, portanto, o componente cultural (da informação, dos costumes, dos valores) deve ser considerado no entendimento do processo de construção dos espaços. Nesse sentido, conforme Haesbaert e Limonad (1999), se considerarmos que,

[...] a noção mais ampla de espaço geográfico como um espaço relacional, definido pelas relações sociais, o espaço dos fluxos (ou das redes) e o espaço dos lugares não podem ser dissociados, porque o espaço social não pode existir sem os fluxos, as redes (Haesbaert; Limonad, 1999, p.9).

Dessa maneira, o espaço então surge “como um conjunto de formas representativas de relações sociais do passado e do presente” (Santos, 2004, p. 153). Assim, para interpretar

as diversas modalidades de organização socioespacial, o autor considera que o espaço

[...] corresponde às transformações sociais feitas pelos homens. O espaço reproduz a totalidade através das transformações determinadas pela sociedade, modos de produção, distribuição da população, entre outras necessidades, desempenham funções evolutivas na formação econômica e social, influencia na sua construção e também é influenciado nas demais estruturas de modo que torna um componente fundamental da totalidade social e de seus movimentos (Santos, 1979, p. 10).

Nesse contexto, Carlos (2017, p. 63) orienta que, compreender a produção do espaço à luz da ciência geográfica “permite concebê-lo como condição, meio e produto da reprodução da sociedade”. Isso posto, entende-se que a produção do espaço precede o capitalismo, visto conter, em sua origem, uma enredada organização social só passível de existir a partir da divisão do trabalho (Sposito, 2002; Carlos, 2017).

Harvey (1980, p. 174) definiu a cidade capitalista como o “lugar das contradições acumuladas”. Isto considerado, Sposito (2002) afirma que, tendo em vista o caráter urbano da produção industrial, a cidade moderna tornou-se o *locus* de concentração do capital e da força de trabalho. Sob o modo de produção capitalista, a divisão social do trabalho impede a participação democrática eficiente e dificulta o acesso às riquezas socialmente produzidas. Seguindo este raciocínio, Carlos (1997) destaca que

É no espaço urbano que se reproduz a contradição. É, sobretudo, a divisão social do trabalho que diferencia o campo da cidade e que joga quem foi expropriado de seus meios de vida na convivência com os que se apropriam do espaço. É, portanto, teia viva de relações sociais e, no caso da cidade orgulhosamente capitalista, é também expressão imediata de uma forma de exploração social e econômica (Carlos, 1997, p. 28).

Como sugerem Correia et al. (2023, p. 6), é na discussão acerca das relações entre “espaço” e “sociedade” que se interconectam os conceitos de “urbanização” e “capitalismo”, dado que, devido a inerente condição das sociedades contemporâneas, é impossível analisar um processo dissociado do outro, ou do seu suporte de reprodução material, qual seja, a cidade. Sob este aspecto, Sant’anna Neto (2001) aponta que, conforme o modo de produção capitalista avança na conquista e na ocupação do território, ou seja, ao apropriar-se da superfície terrestre, este se torna o principal agente produtor do ambiente.

Dessa forma, compreende-se que o espaço urbano capitalista é um produto social, resultado de complexas ações articuladas pelos agentes sociais através dos tempos, ocupando papel de comando na divisão social do trabalho (Côrrea, 1989; Sposito, 2002). Sob essa perspectiva, Carlos (1994) revela que

[...] a ideia de urbano transcende a de mera concentração do processo

produtivo *stricto sensu*. O urbano é produto do processo de produção num determinado momento histórico, não só no que se refere à determinação econômica do processo (produção, distribuição, circulação e troca), mas também as sociais, políticas, ideológicas, jurídicas que se articulam na totalidade da formação econômica e social. Desta forma, o urbano é mais que um modo de produzir, é também um modo de consumir, pensar, sentir; enfim, é um modo de vida (Carlos, 1994, p. 84).

Dessa maneira, considera-se a urbanização como processo e movimento de transformação, tendo como vetor desse movimento as mudanças na divisão social e territorial do trabalho, de forma que a cidade pode ser entendida como “expressão de cada corte do tempo da urbanização e somatória desigual destes tempos, mas, ao mesmo tempo, condição para o **continuum** desse movimento” (Sposito, 2004, p. 38, grifo da autora).

Ao considerar a ideia das cidades como forma-conteúdo do urbano, Santos (2008) indica como imprescindível analisar a urbanização como resultado de um processo histórico, pois as ações e os objetos geográficos (fixos, sistemas de engenharias, fluxos de relações e conteúdos sociais) são responsáveis pela configuração territorial e pelas paisagens de uma época, formando o que o autor denominou de *rugosidades no espaço* (Oliveira, 2013). Nessa direção, Carlos (1994) defende que

[...] a cidade é antes de mais nada trabalho objetivado, materializado, fruto do processo de produção realizado ao longo de uma série de gerações, que aparece por meio da relação entre o “construído” (casas, ruas, avenidas, estradas, edificações, praças) e o “não construído (o natural) de um lado; e de outro, o movimento tanto no que se refere ao deslocamento de homens e mercadorias quanto aquele referente às marcas que representam momentos históricos diferentes, produzidos na articulação entre o novo e o velho (Carlos, 1994, p. 50).

Ante o exposto, passou-se a observar uma preocupação crescente a respeito dos efeitos da urbanização sobre o clima das cidades no Brasil, sobretudo a partir da década de 1970. Nesta perspectiva, Monteiro (1990) aponta uma reflexão sobre a influência da urbanização na alteração das condições climáticas e a produção de um espaço urbano.

A conquista do espaço urbanizado, ao mesmo tempo que implica derivações de vulto no quadro ecológico, passa, através do seu desenvolvimento temporal, por várias feições de massa edificada, de acordo com a própria evolução e diversificação das funções urbanas. E este próprio evoluir é condição básica para que a cidade seja capaz de alterar as condições climáticas locais até adquirir atributos tais que a possam dotar de um caráter de clima “urbano” (Monteiro, 1990, p. 87).

Sob estes termos, parte-se da concepção clássica que considera o clima urbano como resultante das modificações que as superfícies, materiais e as atividades das áreas urbanas

provocam nos balanços de energia, massa e movimento. No campo termodinâmico, o reflexo da modificação da atmosfera urbana pode ser observado a partir da diminuição do albedo, que leva a um maior aquecimento do ar. A energia proveniente da radiação solar e absorvida pela superfície da Terra é reemitida como calor sensível, sendo depois transferida para a atmosfera. Assim, uma maior concentração da energia sensível favorece o acréscimo nos valores da temperatura do ar e diminuição da umidade relativa do ar (Landsberg, 1981; Oke, 1988; Arnfield, 2003).

Ao refletir sobre o atual momento da sociedade, Sant'anna Neto (2020, p. 7) nos instiga a compreender e explicar como o território foi e tem sido produzido, e como estas ações afetam os seus habitantes de forma diferenciada, sendo questões imprescindíveis para uma análise geográfica do clima, pois, “mais do que desvendar os processos dinâmicos e as estruturas temporais e espaciais do clima, para o geógrafo o que realmente deveria importar é o significado deste processo inserido na dimensão socioespacial”.

Se a cidade é o habitat da modernidade, se os sistemas urbanos são altamente complexos e desiguais e, se a atmosfera urbana é o produto da interação entre as variáveis do clima e as intervenções socioeconômicas, então os diversos grupos sociais não experimentam nem se relacionam com o tempo e o clima urbano da mesma forma. Espaços desiguais potencializam os efeitos do clima, que se manifestam, também, de forma desigual. Nesta perspectiva, tem-se que admitir que o clima urbano possa ser interpretado como uma construção social (Sant'anna Neto, 2011, p. 47).

Consoante ao exposto, Armond e Zangalli Júnior (2020, p. 34) destacam o clima e a atmosfera “como a última fronteira da reprodução do capital porque a lógica da apropriação privada não possibilitava, em certo momento histórico, uma real apropriação desse espaço enquanto propriedade privada”. Dessa forma, os autores consideram que, quando o pesquisador se propõe a pensar o clima a partir do materialismo histórico é preciso repensar as dualidades que aparecem como separação entre a história da natureza e a história dos homens, pois é:

[...] a partir da dialética e do materialismo, a relação entre sociedade e natureza, assim como outras relações sociais no capitalismo, se expressam na contradição e, evidentemente no movimento do objeto, o que diferencia essa análise de um materialismo mecânico ou metafísico (Armond; Zangalli Júnior, 2020, p. 28).

Como avalia Nascimento Júnior (2018), baseado em Smith (1988) e Santos (2002), na análise geográfica o clima como fator natural não pode ficar reduzido a mero fenômeno físico-natural, mas também deve ser considerado enquanto natureza apropriada, ou seja, um fenômeno qualificado pela divisão territorial do trabalho. Dessa maneira, considera-se que a

cidade é produzida de forma diferencial, desigual e combinada (Corrêa, 1989), e os impactos, compreendidos como perigo natural, passam a ser seletivos e relativizados (Rampazzo, 2019).

Portanto, pressupõe-se que o estudo do clima urbano como construção social deva ser realizado vinculadamente a análise da produção do espaço urbano, neste caso, a cidade de Goiânia - GO. A análise do contexto socioespacial ora referido está descrita no Capítulo III da presente tese.

## **2.2 Climatologia Geográfica e Geografia do Clima: abordagens hierárquicas ou independentes?**

Por volta da década de 1940 repercutia no meio acadêmico os desdobramentos das obras de Vidal de La Blache, geógrafo francês que defendia a possibilidade de influências recíprocas entre o homem e a natureza. Inspirado nessas ideias, Max Sorre (1951) escreveu uma obra de três volumes, “*Os Fundamentos Biológicos da Geografia Humana*” (tradução nossa), publicada entre 1943 a 1952. No primeiro volume da obra, o teórico analisa a relação entre o clima e o meio sob uma perspectiva ecológica, o que significa tratar da relação dos grupos humanos com o meio em que vivem. A partir destes estudos, o autor elaborou uma nova definição para o clima, ao considera-lo como “a sucessão habitual dos tipos de tempo num determinado local da superfície terrestre” (Sorre, 1957).

Outro importante geógrafo evidenciado na França neste momento foi o pesquisador Pierre Pedélaborde. Apresentando um estudo mais complexo e abrangente, o método proposto por Pedélaborde (1970) para analisar a sucessão das massas de ar e os tipos de tempo é considerado inovador por permitir explicar os mecanismos do clima, fortalecendo as pesquisas sob o viés de uma climatologia dinâmica (Vieites; Freitas, 2009; Barros; Zavattini, 2009).

A abordagem climática sob o paradigma do ritmo climático, noção desenvolvida especialmente por Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro, representou um marco na construção da escola de climatologia geográfica. No Brasil, a publicação do trabalho *Teoria e Clima Urbano* (1976) significou um avanço expressivo na área. Neste estudo, inspirado nas obras de Sorre e Pedélaborde, o autor passou a considerar o clima urbano como um sistema, o qual denominou Sistema Clima Urbano (SCU).

O SCU visa compreender a organização climática peculiar da cidade e, como tal, é centrado essencialmente na atmosfera que, assim, é encarada como *operador*. Toda a ação ecológica natural e as associações aos fenômenos da urbanização constituem o conjunto complexo sobre qual o

operador age. Por isso, tudo que não é atmosférico e que se concretiza no espaço urbano, incluindo o homem e os demais seres vivos, constitui elementos do sistema, estruturando-se em partes que, através de suas reações, definem atributos especiais. Assim, esse conjunto complexo e estruturado constitui o *operando* do sistema (Monteiro, 2011, p. 21, grifo do autor).

Em sua obra, Monteiro (1976) considera a cidade como um sistema complexo, aberto e adaptativo que, ao receber a energia radiada pelo sol, a absorve e a transforma a ponto de gerar uma produção de energia transmitida ao ambiente. Para ele, o clima urbano “abrange o clima de um dado espaço e sua urbanização”, e aponta que os principais elementos para a geração deste clima são o sítio, a morfologia urbana e a função urbana, parâmetros considerados fundamentais para a análise da qualidade ambiental nas cidades. Sob esta ótica, a análise do clima urbano pela climatologia geográfica é iniciada na cidade, a partir da interpretação: a) da caracterização do sítio urbano; b) da observação da expansão do tecido urbano; e, c) da avaliação do clima urbano articulada às escalas regionais e micro (Foli, 2020).

Adotando a perspectiva sistêmica, Monteiro (1976) sugeriu a adoção de três subsistemas para o estudo do SCU, diretamente relacionados aos canais de percepção humana, sendo eles: canal I, o termodinâmico, associado ao conforto térmico; canal II, o físico-químico, relacionado à qualidade do ar e; canal III, o hidrometeorológico, associado aos impactos meteorológicos (neve, granizo, chuva). O Quadro 1 apresenta a caracterização geral dos três enfoques adotados por Monteiro, permitindo uma comparação entre estes ao demonstrar as relações sistêmicas que se estabelecem no SCU.

**Quadro 1:** Sistema Clima Urbano (SCU). Articulação dos sistemas segundo os canais de percepção.

Subsistemas Canais	I - Termodinâmico	II – Físico-Químico	III - Hidrometeorico
	Caracterização	Conforto térmico	Qualidade do ar
Fonte	Atmosfera Radiação Circulação horizontal	Atividade urbana Veículos automotores Indústrias Obras – limpas	Atmosfera Estados especiais (Desvios rítmicos)
Trânsito no Sistema	Intercâmbio de operador e operando	De operando ao operador	Do operador ao operando
Mecanismo de ação	Transformação no sistema	Difusão através do sistema	Concentração no sistema
Projeção	Interação núcleo ambiente	Do núcleo ao ambiente	Do ambiente ao núcleo
Desenvolvimento	Contínuo (permanente)	Cumulativo (renovável)	Episódico (eventual)
Observação	Meteorológica especial (T. de campo)	Sanitária e Meteorológica especial	Meteorológica Hidrológica (T. de campo)
Correlações disciplinares e tecnológicas	Bioclimatologia Arquitetura Urbanismo	Engenharia Sanitária	Engenharia Sanitária e Infraestrutura urbana
Produtos	“Ilhas de Calor” Ventilação Aumento de 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:** Monteiro (1976).

**Organização:** Autoria própria (2020).

Pela proposta de Monteiro (1976) compreende-se que as alterações ocasionadas por processos antropogênicos no espaço urbano, em conjunto com as características geoambientais zonais e a morfologia do relevo repercutem em efeitos diretos de conforto/desconforto térmico para os habitantes das cidades. Assim, a compreensão do clima urbano pelo SCU passa “pela identificação dos processos de retroalimentação, de interpretação cognitiva, das formas de adaptabilidade (ajustamento adaptativo), transformação e mudança do clima urbano” (Nascimento Júnior, 2018b, p. 6).

A influência dos estudos de Monteiro sobre o desenvolvimento do trabalho de pesquisadores brasileiros permitiu a formação de uma verdadeira “escola de climatologia dinâmica brasileira”, como sugere Zavattini (1998, p. 8). Entre alguns dos

trabalhos considerados mais emblemáticos pode-se citar: Danni (1987); Brandão (1996); Mendonça (1994); Maitelli (1994); Amorim (2000); Fialho (2009), dentre inúmeros outros, que tornaram o seu trabalho reconhecido inclusive internacionalmente. Em uma análise sobre a climatologia geográfica brasileira e a noção de ritmo climático, Zavattini (1998) relembra a importância da orientação teórico-metodológica de Monteiro, por ser pautada em regras simples e ao mesmo tempo precisas, o que permitiu a adoção de seu método por diversos pesquisadores.

De fato, a contribuição dos estudos de Monteiro (1976) sobre o clima urbano é inegável, especialmente destacando seu conceito de derivação ambiental, o qual refere-se à noção integrada do clima em uma condição combinada pela dinâmica natural e social. (Nascimento Júnior, 2018a; Rampazzo, 2019; Fante, 2019). Para Nascimento Júnior (2018b, p. 8) isto tem “favorecido à climatologia geográfica a interpretação da cidade como forma (físico-territorial) do urbano e da urbanização”. Contudo, o mesmo autor também aponta a fragilidade atual deste entendimento, ao observar que esse ponto de vista orienta uma explicação reducionista da cidade:

A leitura e a interpretação do clima urbano nesta ótica não incorporam a cidade às lógicas de produção do espaço urbano. [...] Dito de outra forma, as formas de apropriação do clima no espaço urbano, não oferece aos lugares as mesmas condições e maneiras de superação, controle e suporte dos processos atmosféricos que ocorrem na cidade (Nascimento Júnior, 2018b, p. 9).

Neste sentido, entende-se que a Climatologia Geográfica corresponde à um avanço importante para a ciência geográfica, sobretudo a brasileira, porém não tem atendido às demandas atuais da sociedade. Assim, a proposta de análise do clima urbano pela Geografia do Clima também se inicia na cidade, contudo, ela inclui avaliações críticas aos modelos de produção do espaço, às formas-conteúdo de apropriação da natureza (clima) e insere leituras sobre seletividade dos impactos do clima pela problematização da segregação e da desigualdade socioespacial (Sant’anna Neto, 2008).

Sant’anna Neto (2020) chegou à compreensão de que o clima não deveria ser tratado apenas em sua dimensão física, mas também em suas dimensões econômicas, sociais, políticas e culturais. Numa perspectiva geográfica, considerando o espaço como principal categoria de análise e apoiado em contribuições teóricas diversas, Sant’anna Neto (2020) considera três dimensões conceituais do clima, que não são hierárquicas nem excludentes, mas independentes e complementares.

Na primeira delas (o clima como um conceito “absoluto”), o clima é assumido em

sua materialidade e organicidade, ou seja, são os processos e fatores inerentes à sua estrutura e sua dinâmica. Trata-se do clima encerrado em si mesmo, independentemente de qualquer relação externa com outros objetos. O autor considera-o, portanto, como o objeto de estudo da climatologia (Sant'anna Neto, 2020, p. 9-10).

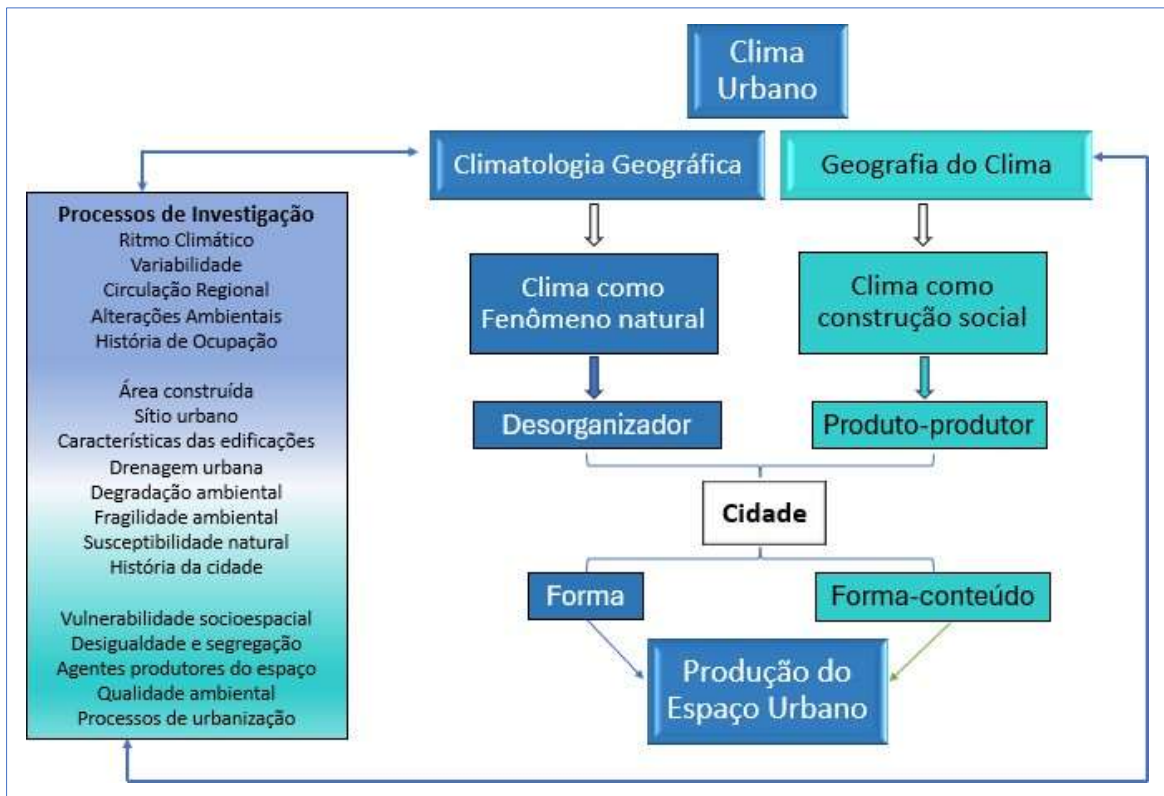
Na perspectiva do clima como um conceito “relativo”, o clima deixa de ser um fenômeno por si mesmo e passa a assumir uma relação com outros objetos, como o espaço. Dessa forma, o clima é considerado como um fenômeno que está compreendido na organização do espaço geográfico, como fator e agente que lhe dá forma, combinando interações entre dinâmicas temporais do próprio clima e as estruturas espaciais da superfície. Essas são as bases da climatologia geográfica (Sant'anna Neto, 2020, p. 10).

Na abordagem do clima como um conceito “relacional”, o clima é considerado um fenômeno que não somente condiciona, mas que também é condicionado por outros objetos que lhe dão sentido, dotando-o de conteúdo (forma-conteúdo). Assim, o clima torna-se tanto um fenômeno materializado no tempo/espaço, quanto assume uma dimensão imaterial, moldado historicamente pelas relações entre a sociedade e a natureza, que lhe conferem valor. Dessa forma “a geografia do clima propõe que se considere o clima, como fenômeno geográfico qualificado pelos processos socioespaciais e, pela instância totalizadora da relação entre forma e conteúdo” (Sant'anna Neto, 2020, p. 11).

Nascimento Júnior (2018a) ressalta que, de fato é a articulação entre climatologia geográfica e a geografia do clima que torna o estudo do clima urbano mais interessante, visto que ambas têm o mesmo objeto de estudo (cidade) e processos de investigação parecidos (clima urbano), entretanto, percorrem caminhos conceituais distintos (derivação ambiental e construção social).

Conforme o referido autor, a articulação entre a Climatologia Geográfica e a Geografia do Clima considera o clima urbano como um sistema de objetos, qualificado em primeiro lugar pela cidade que, por sua vez, “está articulada dentro do processo de urbanização (...), segundo determinados espaço-temporalidades e condições específicas de contorno físico-territorial” (Nascimento Júnior, 2018a, p. 55). Entretanto, deve-se lembrar que os sistemas de objetos (clima, sítio e cidade) não são indissociáveis dos sistemas de ações, portanto, entender este processo “é colocar o clima, o sítio e a cidade sob um papel efetivo da gestão urbana, dos riscos e dos desastres (...)” (Nascimento Júnior, 2018a, p. 56). A ideia do referido autor está expressa na Figura 6.

**Figura 6:** Clima urbano: articulação entre Climatologia Geográfica e Geografia do Clima.



**Adaptado de:** Nascimento Júnior (2018a).

**Organização:** Autoria própria (2023).

Em consonância com Barros e Zavattini (2009), que realizaram uma revisão sobre as bases conceituais da Climatologia Geográfica, entende-se que a evolução da ciência possibilita novas formas de abordagem, o que não significa serem excludentes daquelas já existentes. De fato, o estudo do clima urbano esbarra em desafios contemporâneos que extrapolam a mera constatação dos problemas de ordem ambiental. Entende-se que a ciência está sempre em transformação e deve ser provocada às mudanças, a fim de aproximar cada vez mais a realidade da sociedade em movimento. Para além disso, como explica Fante (2019, p. 200),

É reconhecido que se chega a um momento da ciência que distinguir áreas e compreender suas diferenças não é mais suficiente para compreender as relações geográficas desses espaços. É necessário ir além e assumir um caráter social para compreensão da produção e reprodução dos espaços urbanos considerando as relações com a atmosfera. Ou seja, entender o clima não somente como forma, mas como conteúdo.

Neste sentido, Sant'anna Neto (2001, p. 49) argumenta sobre a necessidade de se produzir uma readequação de conceitos propostos pela Climatologia Geográfica, agora sob a luz do processo de globalização e mundialização, assumindo os conceitos de apropriação da

natureza por uma sociedade estabelecida em classes sociais. Para o autor

O efeito dos tipos de tempo sobre um espaço construído de maneira desigual gera problemas de origem climática também desiguais. A entrada de um sistema atmosférico, como uma frente fria (frente polar atlântica), por exemplo, se espacializa de maneira mais ou menos uniforme num determinado espaço, em escala local. Entretanto, em termos socioeconômicos, este sistema produzirá diferentes efeitos em função da capacidade (ou da possibilidade) que os diversos grupos sociais têm para defender-se de suas ações (Sant’anna Neto, 2001, p. 150).

Além disso, para Armond e Sant’anna Neto (2017, p. 7) os fenômenos climáticos, “apesar de serem considerados ‘democráticos’ do ponto de vista da ocorrência por não pressupor uma seletividade espacial, se tornam altamente perversos do ponto de vista de seus efeitos”. Portanto, como sugere Nascimento Júnior (2018a), a abordagem sob o viés da geografia do clima pode envolver questões que vão para além das abordagens clássicas e perpassam pelos processos de segregação, exclusão e diferenciação socioespaciais, até o acesso à moradia, a qualidade de vida, à justiça social e o direito à cidade.

Isto posto, pondera-se que tanto a sociedade quanto o espaço devam ser analisados em articulação com estudos de clima urbano, visto que é a sociedade que produz o espaço geográfico. Somente considerando os problemas oriundos de uma produção desigual do espaço urbano será possível avaliar o clima enquanto construção social. Para isso, torna-se necessário integrar os conceitos de risco e vulnerabilidade à perspectiva da Geografia do Clima (Sant’anna Neto, 2001), sustentando-se nas bases do SCU (Monteiro, 1976).

### **2.3 O risco climático e a vulnerabilidade socioambiental: aspectos conceituais**

Consonante Rampazzo (2019), os termos risco e vulnerabilidade são conceitos de análise multidimensionais, utilizados como objetos de investigação de vários campos do conhecimento científico. Outras palavras são bastante utilizadas no intuito de compreender as transformações na sociedade contemporânea, tais como ameaças, perigos, acidentes, desastres, *álea* (francês), *hazards* (em inglês).

De acordo com Souza e Zanella (2009), os geógrafos que utilizam a língua portuguesa têm realizado uma interpretação do termo *hazard* ora como risco, ora como acidente. Portanto, devido a polissemia dos termos, pode ser comum o tratamento dos termos risco (*risk*) e perigo (*hazard*) como sinônimos. Smith (1992, p. 6) demonstra de forma ilustrativa a diferença entre os termos *risk* e *hazard*.

O risco é, por vezes, considerado como sinônimo de perigo, mas o risco tem a implicação adicional da possibilidade de um determinado perigo realmente ocorrer. Assim, podemos definir perigo como “uma ameaça

potencial para os seres humanos e o seu bem-estar” e risco como “a probabilidade de ocorrência do perigo”. A distinção foi claramente ilustrada por Okrent (1980), que considerou duas pessoas atravessando um oceano, uma em um transatlântico e outra em um barco a remo. O perigo (morte por afogamento) é o mesmo em ambos os casos, mas o risco (probabilidade de afogamento) é muito diferente. Se o afogamento realmente ocorresse, poderia ser considerado um desastre. Portanto, um desastre pode ser visto como a “materialização do perigo” (Smith, 1992, p. 6, tradução nossa).

Estudos apontam que o termo risco foi popularizado a partir da Teoria das Probabilidades entre os séculos XVII e XVIII, sendo incorporado especialmente em análises estratégicas de negócios financeiros e econômicos, assumindo uma conotação negativa por associar-se à noção de perigo e às condições de incerteza (Nascimento Júnior, 2018; Rampazzo, 2019). Posteriormente, o conceito recebeu diversos adjetivos tais quais natural, ambiental, financeiro, social, tecnológico etc. (Veyret, 2007). De acordo com revisão etimológica de Esteves (2011), existem diversas dimensões e características para os riscos, o que permite conceber uma abordagem ora do ponto de vista objetivista da realidade, ora por uma visão mais subjetiva. Assim, para o autor, os riscos podem ser classificados em três categorias, que podem ou não estar interrelacionadas.

[...] o risco tecnológico relaciona-se aos processos produtivos e da atividade agrícola, científica e industrial; o risco natural é ligado aos processos e eventos de origem natural ou induzido por atividades humanas (conotação ambiental ou socioambiental); o risco social é fruto das atividades humanas, incluídos aí os econômicos, militares e os relacionados à saúde (Esteves, 2011, p. 64).

Sob este aspecto, a teórica francesa Veyret (2007) definiu conceitos fundamentais relacionados ao estudo dos riscos, que perpassam por termos tais quais incerteza, perigo, vulnerabilidade e catástrofe, como pode ser visto no Quadro 2.

**Quadro 2:** Conceitos relacionados aos riscos (Veyret, 2007).

<b>Do risco à catástrofe: algumas definições</b>	
<b>Risco</b>	Percepção de um perigo possível, mais ou menos previsível por um grupo social ou por um indivíduo que tenha sido exposto a ele. Um jogador percebe sua decisão de jogar como risco quando conhece os acontecimentos que podem se produzir, assim como a probabilidade de ocorrerem.
<b>Incerteza</b>	Esse termo define a possibilidade de ocorrer um acontecimento perigoso sem que se conheça sua probabilidade. Fala-se então, em sociologia, de “probabilidade subjetiva”.
<b>Indeterminação</b>	Trata-se da situação em que um acontecimento desconhecido poderia acontecer. É, por exemplo, a situação de um homem de negócios que investe em uma tecnologia sem avaliar todas as implicações de sua decisão.
<b>Álea</b>	Acontecimento possível; pode ser um processo natural, tecnológico, social, econômico, e sua probabilidade de realização. Se vários acontecimentos são possíveis, fala-se de um conjunto de áleas. O equivalente em inglês é <i>hazard</i> (para definir a álea natural). Alguns autores utilizam o termo “perigo”, especialmente quando se trata de riscos tecnológicos.
<b>Perigo</b>	Esse termo é, às vezes, empregado também para definir as consequências objetivas de uma álea sobre um indivíduo, um grupo de indivíduos, sobre a organização do território ou sobre o meio ambiente. Fato potencial e objetivo.
<b>Cindínica (do grego <i>kindunos</i>, perigo)</b>	Termo empregado a partir dos anos 1980 por Kerven. Designa uma abordagem do risco que se pretende multidisciplinar e sistêmica.
<b>Alvo</b>	Elementos ou sistemas que estão sob ameaça de áleas de natureza variada. Os alvos são pessoas, bens, equipamentos, meio ambiente. Ameaçados pela álea, esses diferentes elementos são suscetíveis de sofrer danos e prejuízos.
<b>Vulnerabilidade</b>	Magnitude do impacto previsível de uma álea sobre os alvos. A vulnerabilidade mede “os impactos danosos do acontecimento sobre os alvos afetados” ( <i>Dictionnaire de l'environnement</i> , 1991). A vulnerabilidade pode ser humana, socioeconômica e ambiental.
<b>Crise</b>	Realização concreta, material de uma álea cuja amplitude excede a capacidade de gestão espontânea da sociedade que sofre esse evento (de acordo com a revista <i>Métropolis</i> , nº 78/79, 1987).
<b>Catástrofe</b>	A catástrofe é definida em função da amplitude das perdas causadas às pessoas e aos bens. Não há necessariamente correlação entre importância de uma álea e a magnitude dos danos.

**Fonte:** Veyret (2007).

**Organização:** Autoria própria (2023).

Dentre as diversas definições de risco, o conceito de risco ambiental refere-se a um processo que se estrutura no decorrer do tempo, não estando associado somente aos eventos catastróficos ou naturais como grandes enchentes, acidentes industriais etc. Para Veyret e Richemond (2007), as situações de risco não estão desligadas do que ocorre em seu entorno - o ambiente, em seu sentido mais amplo - seja o ambiente natural, seja o construído pelo homem (social e tecnológico) - sendo assim, os riscos ambientais “resultam da associação entre os riscos naturais e os riscos decorrentes de processos naturais agravados pela atividade humana e pela ocupação do território” (Veyret; Richemond, 2007, p. 63).

Como tem demonstrado a ciência (Cunha, 2012) os fenômenos climáticos extremos são capazes de configurar situações de risco em diferentes territórios, provocando perturbações de ordem ambiental, econômica e social. Na observação de Nascimento Júnior (2018a, p. 20), “nesse caso, os riscos são climáticos, isto é, são riscos naturais de gênese climática, classificados no grupo dos riscos ambientais”. A esse respeito, Cunha (2012, p. 107) explica que as características climáticas regionais e as condições meteorológicas são essencialmente responsáveis pela probabilidade de ocorrência dos fenômenos perigosos, enquanto as condições do território, especialmente a nível local, quase sempre determinam a susceptibilidade espacial, portanto, a “vulnerabilidade das populações e dos territórios depende claramente do tipo de risco considerado”. Sobre isto, Bento-Gonçalves et al. (2014) afirmam que

Riscos climático-meteorológicos decorrem da existência dos diferentes tipos de clima (riscos climáticos) ou da variabilidade dos tipos de tempo (riscos meteorológicos). As manifestações dos riscos climático-meteorológicos passaram a estar na ordem do dia, por serem sentidas quase diariamente, ora maior ora com menor acuidade, e muitas vezes, não tanto pela gravidade das suas consequências, mas mais ou tão somente, pelo incômodo e desconforto que uma simples situação meteorológica pode ocasionar (Bento- Gonçalves et al., 2014, p. 10).

Isso posto, na interpretação de Veyret (2007), o risco pode ser concebido como objeto social. A autora o define como a percepção do perigo ou da possibilidade de uma catástrofe, algo que só é passível de existir em relação a um indivíduo, ou grupo social, ou sociedade que o perceba, íntegro e com ele conviva durante suas práticas cotidianas. Portanto,

[...] o risco e a percepção que se tem dele não podem ser enfocados sem que se considere o contexto histórico que o produziu e, especialmente, as relações com o espaço geográfico, os modos de ocupação do território e as relações sociais características da época” (Veyret; Richemond, 2007, p. 26).

Neste âmbito, o risco é entendido por Veyret e Richemond (2007) como uma categoria de análise associada à exposição a um determinado perigo, que pode levar uma dada sociedade a perdas e prejuízos, tanto no que se refere a perdas econômicas quanto a perda da vida humana. Dessa maneira, de acordo com Nascimento Júnior (2018a), o conceito de risco pode ser aplicado na análise do clima urbano, visto que sua construção perpassa por noções fundamentais como adaptabilidade, capacidade de suporte, perigos, extremos, suscetibilidades e vulnerabilidades das populações e dos lugares expostos.

Sob este aspecto, Rampazzo (2019, p. 46) avalia que “o risco está vinculado a um

contexto social (econômico e cultura) e geográfico, e possui um caráter altamente subjetivo cujas medidas são os limites de aceitação da sociedade”. Assim, a inclusão do conceito de risco em estudos de clima urbano se orienta pela discussão entre os termos perigo, suscetibilidade e vulnerabilidade pois, quando o perigo passa a ser relativo, na dinâmica da produção dos espaços urbanos, ele se transforma em risco e sua análise implica a compreensão da vulnerabilidade (Assis, 2005; Mendes et al., 2011).

Em sua tese, Silveira (2014) identifica que o termo vulnerabilidade foi aplicado primeiramente no campo da engenharia, sobretudo para definir os níveis de resistência das edificações a eventos como terremotos e furacões, porém, nas últimas décadas tem ganhado destaque nas ciências sociais e ambientais, associado ao conceito de risco, em grande parte “embasando políticas públicas voltadas principalmente aos setores considerados mais vulneráveis da sociedade” (Esteves, 2011, p. 72). Neste caso, o conceito a ser utilizado é o de vulnerabilidade social, a qual pode ser definida como

Uma situação em que os recursos e habilidades de um dado grupo social são insuficientes e inadequados para lidar com as oportunidades oferecidas pela sociedade. Essas oportunidades constituem uma forma de ascender a maiores níveis de bem-estar ou diminuir probabilidades de deterioração das condições de vida de determinados atores sociais (Abramovay et al., 2002, p. 30, *apud* Esteves, 2011, p. 72).

Em revisão etimológica realizada por Silveira (2014), a autora alerta que grande parte da população é vulnerável, ainda que não esteja em níveis extremos de pobreza, no entanto, de fato é a pobreza que se torna a causa e a consequência da vulnerabilidade. Como explica Deschamps (2008), o desequilíbrio entre a situação macrossocial (disponibilidade de estruturas para as famílias) e a situação microssocial (os ativos de diversas naturezas das famílias) implica em desvantagens sociais exatamente por impor limitações aos indivíduos, culminando em vulnerabilidade. Assim, para Mendonça (2004, p. 142), as componentes que compõem a capacidade de resposta frente a materialização do risco estão associadas a uma “gama de implicações diretamente vinculadas à condição de pobreza de representativa parcela da sociedade moderna”. Neste sentido, a noção de vulnerabilidade associada à pobreza implica em estudos de caráter social.

Ante o exposto, como destaca Nascimento Júnior (2018a, p. 60), nas Ciências Humanas “a vulnerabilidade foi atribuída pelas críticas ao paradigma probabilístico do risco, tendo em vista a vitimização dos setores mais desiguais do mundo pelos desastres naturais [...]”. De acordo com Esteves (2011, p. 70), mesmo naqueles países considerados ricos existem diferentes capacidades de respostas aos riscos e eventos que apresentam danos,

contudo “em escala planetária, são as populações dos países considerados pobres que apresentam menor capacidade de reação e adaptação aos riscos”. Neste sentido, Deschamps (2008) aponta que

Um dos usos mais correntes da noção de vulnerabilidade refere-se a grupos específicos de população, sendo utilizado para identificar grupos que se encontram em posição de “risco social”, ou seja, compostos por indivíduos que, devido a fatores próprios de seu ambiente doméstico ou comunitário, são mais propensos a enfrentar circunstâncias adversas para sua inserção social e desenvolvimento pessoal ou que exercem alguma conduta que os leva a maior exposição ao risco (Deschamps, 2008, p. 194).

Segundo Marandola Júnior e Hogan (2005), tradicionalmente, entre os geógrafos a principal linha de investigação acerca da noção dos riscos e da vulnerabilidade incide sobre os estudos dos “*natural hazards*”<sup>1</sup>, sobretudo pela preocupação gerada por situações extremas geradas por fenômenos naturais e a exposição das populações aos danos e perigos causados por estes. Os autores destacam alguns desses perigos tais como enchentes, deslizamentos, tornados, erupções vulcânicas, furacões, nevascas, desertificação, terremotos etc. Todavia, conforme apresentado por Esteves (2011, p. 68),

Se, inicialmente, predominava uma visão físico-naturalista em relação aos *natural hazards*, paulatinamente vai ficando mais clara a interrelação daqueles eventos naturais, que resultam em perdas físicas e materiais, com a organização e distribuição da sociedade no espaço e os riscos que os tipos de ocupação humana por vezes ocasionam.

Conforme identificado por diversos autores no campo da Geografia, a noção de vulnerabilidade ambiental relaciona-se à manifestação espacial dos riscos, visto que os processos de degradação ambiental se vinculam à concentração de populações vulneráveis e à distribuição desigual do dano ambiental no espaço geográfico, ou seja, a dimensão espacial é a definidora deste tipo de vulnerabilidade (Mendonça, 2004; Marandola Júnior; Hogan, 2006; Deschamps, 2008; Esteves, 2011). Contudo, de acordo com Esteves (2011),

Ao integrar as dimensões sociais e ambientais na identificação e análise da vulnerabilidade, é pertinente a adoção da terminologia vulnerabilidade socioambiental. Essa premissa se justifica porque a vulnerabilidade aos riscos ambientais depende de fatores sociais, econômicos, tecnológicos, culturais, ambientais e a relação destes com o ambiente físico-natural, envolvendo, portanto, a dinâmica social e a dinâmica ambiental, esta última, inclusive, quando em estado de degradação (Esteves, 2011, p. 75).

---

<sup>1</sup> A contribuição dos geógrafos aos estudos dos *natural hazards* direcionou a questão para a relação homem-meio/sociedade-natureza, em uma perspectiva integrada entre os elementos físicos e sociais. Ver Marandola Júnior e Hogan (2004).

Em sua proposta metodológica, Cutter (2003) aponta que a vulnerabilidade aos riscos ambientais significa o potencial de perda e, como as perdas variam geograficamente, ao longo do tempo e entre diferentes grupos sociais, a vulnerabilidade também varia no tempo e no espaço. Assim, de acordo com a autora, a vulnerabilidade social é o conceito que traduz a propensão da população para os impactos negativos dos perigos e dos desastres. Em sua concepção, na qual expõe a ciência da vulnerabilidade, é necessário que haja uma abordagem integradora para explicar as complexas interações entre sistemas sociais, naturais e artificiais.

As condições naturais ou ambientais que ajudam a compreender a exposição ao risco têm geralmente por base informação proveniente das ciências naturais. A análise do ambiente construído ou das infraestruturas está adstrita às ciências da engenharia, incluindo medições das infraestruturas críticas (oleodutos, redes de transporte, sistemas de comunicação), assim como do edificado (residencial, comercial, industrial, institucional). Por último, é necessário efetuar a medição das condições sociais, geralmente com recurso a dados socioeconômicos e a outros dados demográficos (Cutter, 2011, p. 61).

Dentre as características que mais influenciam a vulnerabilidade social encontradas na literatura é possível citar idade, sexo, raça e nível socioeconômico (Cutter, 2011). Outros parâmetros atualmente considerados são a qualidade dos assentamentos humanos e do ambiente construído (Rampazzo, 2019). Neste sentido, a vulnerabilidade socioambiental pode ser conceituada como “uma coexistência ou sobreposição espacial entre grupos populacionais pobres, discriminados e com alta privação (vulnerabilidade social), que vivem ou circulam em áreas de risco ou de degradação ambiental (vulnerabilidade ambiental)” (Cartier et al., 2009, p. 2696). Portanto, como explica Silveira (2014), a vulnerabilidade socioespacial baseia-se no conceito de vulnerabilidade socioambiental, exatamente por pressupor a integração de fatores sociais e ambientais nas análises geográficas, acrescentando-se a estes os fatores sociais, pois são eles que condicionam a organização do espaço.

Embora as sociedades de diferentes partes do planeta apresentem suas contradições e desigualdades, é evidente que as populações mais pobres são as que apresentam menor capacidade de resposta aos eventos climáticos extremos. Para além disso, alguns grupos são mais suscetíveis aos riscos, como negros, mulheres, homossexuais, crianças, jovens e idosos (Esteves, 2011; Silveira, 2014; Armond; Zangalli Júnior, 2021). Sobretudo as mulheres e os negros são os mais vulneráveis, especialmente a mulher negra, visto que a discriminação é um fator que antecede o econômico.

A pobreza não é neutra. A pobreza tem sexo, tem cor, tem endereço. Isso significa que os fatores ligados à condição da família, ao ciclo de vida, ao

sexo, à idade, à raça e à etnia, determinam formas diferenciadas de vivenciar a pobreza, e que determinados grupos da população são mais vulneráveis e têm uma dificuldade maior de superá-la (Abramo, 2004, p. 17-18 *apud* Esteves, 2011, p. 72).

Sendo assim, de forma geral a ideia de vulnerabilidade pode ser explicada como uma situação que envolve três elementos ou componentes: a exposição ao risco, a capacidade de reação e o grau de adaptação de uma população diante da materialização do risco (Birkmann, 2007; Marandola Júnior, Hogan, 2006; Deschamps, 2008; Silveira, 2014). Enquanto as duas últimas referem-se à capacidade de resposta aos riscos e eventos danosos, a exposição ao risco pode ser considerada um componente multifacetado, que varia de acordo com a problemática analisada (Esteves, 2011). Sob esta perspectiva, Cunha (2013) considera que

[...] o estudo do risco inclui seguramente a análise dos processos eventualmente perigosos (perigosidade ou *hazard*), decomposta na sua probabilidade temporal (probabilidade ou eventualidade) e espacial (susceptibilidade) de ocorrência, combinada com o nível das consequências previsíveis sobre a sociedade, o ambiente e o território, ou seja, com a vulnerabilidade (Cunha, 2013, p. 56).

Conforme demonstra Wisner et al. (2003) *apud* Teobaldo Neto (2019, p. 48), existe uma causa estrutural, fatores e processos econômicos e políticos que, pela vulnerabilidade que produzem, intensificam o efeito destrutivo dos perigos. São estes processos que determinam a distribuição desigual de recursos e oportunidades entre os diferentes grupos sociais, de forma que o acesso a recursos como terra, água, moradia, renda, educação, informação e outros não se dá de forma equitativa a todos os grupos sociais, ou seja, a exposição das pessoas ao risco difere de acordo com a classe, bem como o perfil social. Neste sentido, Veyret e Richemond (2007) partem do preceito no qual, ser vulnerável é estar fisicamente exposto a um perigo, apresentar certa fragilidade diante de um evento e não ter condições ou meios disponíveis para enfrentar a crise. Ademais, para Nascimento Júnior (2018b)

Sem a vulnerabilidade a componente humana é inexistente, o risco será zero e se reduzirá ao evento natural organizado e estruturado segundo as leis físicas e da dinâmica das paisagens e sistemas naturais. No processo, o importante é entender que o risco está para um fluxo, e a vulnerabilidade para fonte, é ela a medida, o valor e o limite do risco, tendo como base a presença de populações em vulnerabilização enquanto fundamento da mensuração (Nascimento Júnior, 2018b, p. 15).

Em sua tese, Nascimento Júnior (2018) apresenta revisão bibliográfica essencial

sobre o tema, na qual aponta que a vulnerabilidade pode ser apreendida diante de três grandes aspectos. O primeiro deles sugere que a vulnerabilidade pode ser compreendida como a susceptibilidade de um indivíduo ou grupo à um perigo ou evento danoso. Já o segundo articula as exposições potenciais, a capacidade de resposta e a resiliência associadas a indivíduos, grupos e lugares. A terceira apreensão contempla a vulnerabilidade como medida do risco (produto, componente ou fator), “tendo como ponto de partida a sua produção social ou sua participação na mensuração do risco a partir da linguagem cartográfica” (Nascimento Júnior, 2018a, p. 61). Esta última perspectiva representa o interesse da presente pesquisa, especialmente por considerar a vulnerabilidade face as atuais condições de desigualdades evidenciadas na sociedade. Neste sentido, Cutter et al. (2003) apontam que existem três princípios fundamentais na pesquisa de vulnerabilidade, os quais são

[...] a identificação de condições que tornam as pessoas ou locais vulneráveis a eventos naturais extremos, um modelo de exposição; a suposição de que a vulnerabilidade é uma condição social, uma medida de resistência social ou resiliência aos perigos; e, a integração de exposições potenciais e resiliência social, com foco em locais ou regiões específicas (Cutter et al., 2003, p. 242).

Diante do exposto, observa-se que o conceito de vulnerabilidade está profundamente conectado ao risco e à percepção que se tem deste. Sendo assim, entende-se que os homens, ao tomarem consciência do espaço em que se inserem e, ao apropriarem-se deste espaço, passam a ser construídos pelo território, de forma que “[...] no território, o espaço material, concreto, torna-se uma mediação na construção das relações de poder” (Haesbaert; Limonad, 1999, p. 9). Portanto,

Como a manifestação do clima se dá na dimensão dos espaços concretos, os eventos extremos, ou excepcionais, assumem destacada importância na análise, uma vez que estes episódios são os que, em realidade, repercutem no espaço/território, provocando desarranjos em seu interior (Sant’anna Neto, 2008, p. 63).

Considerando o trabalho de Bento-Gonçalves et al. (2014) no que se refere aos riscos climático-meteorológicos, cabe aqui mencionar o risco climático do calor na região Centro-Oeste do Brasil, considerando a categoria de riscos que têm origem na natureza. Diante disso, Benzie et al. (2011) apontam que os fatores que influenciam a vulnerabilidade ao calor incluem a qualidade da habitação e do ambiente construído, características geográficas locais, o estilo de vida dos residentes, os níveis de renda, tendências de emprego, padrões de posse, redes sociais e percepção pessoal de risco. Na concepção de Mendonça (2010):

Situações de risco ao desconforto térmico e à formação de ilhas de calor intensas podem ser observadas como condições naturais em todas as cidades brasileiras, mas a vulnerabilidade social a estes eventos é bastante seletiva; ou seja, as repercussões sobre o desconforto térmico se fazem notar sobretudo sobre a população pobre, uma vez que ela não possui as condições econômicas, técnicas e científicas para fazer face à influência do clima sobre suas vidas (Mendonça, 2010, p. 158-159).

A vida em sociedade nos grandes centros urbanos impõe questões referentes ao clima que influenciam diretamente o cotidiano dos cidadãos. A região de Goiânia - GO apresenta quadros físicos, bióticos e problemas ambientais distintos, decorrentes das diferenças em relação à geologia, ao relevo, aos solos, à vegetação e ao uso e cobertura do solo. Sob esse aspecto, tem sido observado um aumento nas ocorrências de problemas de natureza social e ambiental (Nascimento; Podestá Filho, 1993; Santos; Romão, 2011; Luiz; Romão, 2019).

Como exposto inicialmente, o risco climático relaciona-se com a variabilidade espacial e temporal das temperaturas, que pode afetar negativamente o equilíbrio atmosférico. Sendo assim, os riscos associados as altas temperaturas nas cidades, considerando a interferência antrópica (ou do poder público, ou dos agentes sociais do poder) associada aos fatores naturais e à necessidade de sobrevivência dos habitantes são fatos reais que não podem ser alterados (Ramalho; Guerra, 2018). Sob este aspecto, o fenômeno meteorológico é causado pela ordem natural dos sistemas atmosféricos, e o risco de exposição ao calor remete à história da ocupação do território goianiense, o que permite a análise do clima urbano sob o viés da Geografia do Clima.

#### **2.4 Geografia do Clima: estudos de caso**

Conforme observado, na abordagem da Geografia do Clima devem ser consideradas variáveis como a produção do espaço urbano, a vulnerabilidade socioambiental e o conforto humano e ambiental, porém, sem desconsiderar as abordagens clássicas da Climatologia Geográfica (Oliveira et al., 2011; Nascimento Júnior, 2018; Armond; Zangalli Júnior, 2020). Assim, a análise geográfica do clima sob a perspectiva teórico-metodológica de Sant'anna Neto (2008) nos ajuda a compreender a espacialização dos eventos climáticos em dado território.

Considerando a literatura disponível no Brasil e no exterior, os trabalhos desenvolvidos sob esta ótica são bastante recentes. Oliveira et al. (2011) desenvolveram um dos primeiros estudos, no qual buscaram demonstrar a interrelação entre os eventos extremos de precipitação, suas causas (sistemas meteorológicos principais) e a dinâmica

social da cidade de Recife - PE, baseados no conceito de Geografia do Clima. Para isso, os autores utilizaram da análise descritiva dos dados de precipitação diários de 2000 a 2010 de Recife - PE fornecidos pelo LAMEPE (Laboratório de Meteorologia de Pernambuco). Os resultados da pesquisa apontaram que, diante do desenho urbano metropolitano de Recife, as consequências frequentes dos eventos extremos de precipitação se processam de forma desigual na cidade.

Enquanto as áreas centrais e turísticas de Recife - PE receberam investimentos em sistemas de escoamento superficial da drenagem, nas regiões mais periféricas e próximas aos canais fluviais o que se observa é a ausência de sistemas estruturados para o escoamento das águas, o que causa um colapso no sistema urbano logo após a passagem de grandes eventos chuvosos. Os problemas mais comuns citados pelos autores referem-se ao transbordamento dos canais fluviais, a interdição dos fundos de microbacias, o desmoronamento de barreiras, a superlotação dos hospitais com vítimas dos eventos extremos, dentre outros, que atingem especialmente as populações com menor poder aquisitivo e que não possuem histórico de mobilização social para cobrar as devidas providências do poder público (Oliveira et al., 2011).

Com base nas premissas da Geografia do Clima, Silveira (2014) desenvolveu sua tese com o objetivo de compreender o risco climático a que está sujeito a população do Rio Grande do Sul, a partir da análise da repercussão dos eventos climáticos extremos relacionados ao frio e ao calor nas regiões socioeconômicas do estado. Para tanto, a autora utilizou a técnica dos *quantis* aplicada em 13 estações meteorológicas (INMET) ao longo da série 1992 – 2009, classificando os eventos em evento extremo Q (0,90), e evento alerta Q (0,85).

Na pesquisa ora referida, constatou-se que quase todos os meses de maior ou menor concentração de episódios de calor foram, por outro lado, os de menor ou maior ocorrência de episódios de frio. Ao analisar a distribuição dos episódios por período (1992-2000 e 2001- 2009), a autora observou que a maior parte das localidades registrou a ampliação dos episódios de calor e a redução dos episódios de frio no segundo período comparado com o anterior. Por sua vez, as repercussões causadas pelos dois tipos de episódio tiveram aumento no registro no período de 2001-2009, o que aponta para o aumento da vulnerabilidade da população exposta aos eventos. Para a autora, ficou nítida a influência dos eventos climáticos extremos no favorecimento e no prejuízo em diversas esferas: na organização do espaço, na saúde, na economia e no dia-a-dia da população sul-rio-grandense, com destaque para os prejuízos (Silveira, 2014).

Armond (2018) propôs em sua tese uma reflexão sobre as classificações climáticas em Geografia, buscando efetuar uma análise geográfica do clima do estado do Rio de Janeiro a partir da relação entre precipitação pluviométrica e vulnerabilidade, tendo como base analítica as perspectivas da climatologia geográfica, do conceito de vulnerabilidade e da Geografia do Clima. Sua metodologia pautou-se no uso de dados climáticos de estações meteorológicas e postos pluviométricos do INMET - Instituto Nacional de Meteorologia, e da ANA - Agência Nacional de Águas, com a aplicação de técnicas de estatística descritiva e multivariada. Também foram utilizados dados sobre a ocorrência de inundações e dados referentes ao Censo de 2010 para aplicar o *SoVI*® - *Social Vulnerability Index* e, assim, relacionar o modelo aos episódios extremos.

A autora verificou que, apesar da maior parte do estado do Rio de Janeiro apresentar elevadas condições de vulnerabilidade, a maioria das ocorrências coincidiu com as áreas de alta e muito alta vulnerabilidade. Entretanto, não necessariamente as áreas de maior atuação (em termos percentuais) da Frente Polar Atlântica e/ou sistemas associados coincidiram com os municípios que apresentaram maior número de ocorrências de inundações (Armond, 2018).

Nascimento Júnior (2018a) desenvolveu sua tese baseado no Sistema Clima Urbano articulado na abordagem da Geografia do Clima, realizando um estudo comparado em três cidades costeiras de clima tropical (Santos-Brasil, Maputo-Moçambique e Brisbane-Austrália), com o objetivo de investigar a constituição de climas urbanos que estão inseridos no mesmo domínio climático sob diferentes momentos do desenvolvimento, analisando a precipitação.

O referido autor organizou sua pesquisa com base em: a) análises da variabilidade mensal, sazonal e interanual da precipitação no período de 1951 a 2015; b) identificação de sistemas produtores de chuva no mundo tropical e nos sistemas costeiros; c) cartas geotécnicas de caracterização do sítio urbano e da susceptibilidade a inundações; d) elaboração de índices de vulnerabilidade a desastres naturais; e, e) na geografia histórica da urbanização. Sua análise aponta que o clima urbano é resultado do conhecimento da dinâmica natural promovido pelas cumulativas intervenções técnico-científicas e controle das inundações para manutenção e reprodução das relações sociais de produção, que tem, no Estado, o principal agente de consolidação e legitimação desses processos em espaço urbano (Nascimento Júnior, 2018a).

Fante (2019) analisou as repercussões dos eventos extremos, associados a temperatura (frio e calor) e condições de conforto térmico humano em bairros com

diferentes padrões socioeconômicos na cidade de Presidente Prudente - SP, sob a perspectiva da Geografia do Clima. Sua análise foi composta por três vertentes principais: a) análise dos eventos extremos de frio e calor e a influência na biometeorologia humana por meio do conforto e desconforto térmico; b) análise dos eventos de ondas de calor e frio e a repercussão na cidade de Presidente Prudente - SP; e, c) a vulnerabilidade, adaptação e impactos na saúde da população urbana.

Os resultados de seu trabalho indicaram que desde 1961 a cidade tem verificado um aumento no número de situações desconfortáveis especialmente associadas ao calor (desconforto térmico e ondas de calor). Verificou, ainda, que para este contexto a população mais vulnerável, desprovida de aparelhos tecnológicos, é impedida de se recuperar do stress gerado pelo corpo humano nos mecanismos de resfriamento corporal e, portanto, são aquelas que mais sentem os agravos negativos da relação sociedade-natureza (Fante, 2019).

Rampazzo (2019) investigou as cidades paulistas de São Carlos, Marília e Presidente Prudente a fim de identificar como o clima urbano se constitui numa atmosfera particular em lugares com níveis de vulnerabilidade socioespacial e riscos distintos, pautada em uma abordagem baseada no Sistema Clima Urbano (SCU) e na produção do espaço geográfico, subsidiados pela interpretação da Geografia do Clima.

A autora desenvolveu sua pesquisa pela aferição dos seguintes objetivos específicos: análise da estrutura geoambiental e urbana das cidades; identificação dos climas urbanos a partir dos eventos termodinâmicos de superfície (imagens termais e NDVI) e atmosféricos via modelagem geoestatística; elaboração do *SoVI*® - *Social Vulnerability Index*; dimensionamento da influência do clima e da dinâmica histórica da produção dos espaços na vulnerabilidade e nos riscos; qualificação da natureza dos impactos de acordo com a exposição aos riscos, os locais de ocorrência e as populações vulneráveis (Rampazzo, 2019).

Os resultados encontrados pela autora comprovam não somente a existência de climas urbanos, a partir da modelagem das ilhas de calor, com intensidade superior a 4 °C sob condições atmosféricas estáveis, como, que há uma correspondência entre os níveis de vulnerabilidade e os espaços desigualmente construídos na configuração dos impactos climáticos em cada cidade (Rampazzo, 2019).

Em estudo realizado na cidade de Cuiabá - MT, Teobaldo Neto (2019) objetivou investigar a dimensão do risco em função da exposição ao calor em áreas urbanas tropicais na estação mais quente do ano, através do estudo da Ilha de Calor Urbana (ICU) e do microclima domiciliar, sob a perspectiva da Geografia do Clima. A metodologia do autor pautou-se na aplicação de técnicas estatísticas, geoprocessamento, trabalhos de campo e uso

de banco de dados de fontes primária e secundária, com destaque para o uso de dados do Censo Demográfico 2010 (IBGE) para a elaboração do mapa Índice de Vulnerabilidade Social (IVS).

O diagnóstico do perigo relacionado à exposição ao calor permitiu chegar a conclusões sobre a formação de ICU de “muito forte magnitude”, que expõem 70% da população urbana a elevados Índices de Perigo em função da Exposição ao Calor (IPEC). Os resultados obtidos na escala mesoclimática refutaram a hipótese do autor de que as áreas de maior vulnerabilidade social coincidiriam com as áreas mais quentes, entretanto, os resultados obtidos na escala microclimática confirmaram a hipótese. Dessa forma, o autor concluiu que a vulnerabilidade ao calor, apesar de ter como risco/perigo uma dimensão do clima, é determinada por fatores de origem social (Teobaldo Neto, 2019).

Em uma reflexão bastante pertinente, Aleixo (2020) discute as perspectivas, avanços e desafios da construção social e cultural do clima na Amazônia brasileira. A autora detalha que, por muito tempo os estudos privilegiaram a compreensão dos processos climáticos particularmente na metrópole Manaus, assim, a mesma buscou investigar a construção social e cultural dos climas em algumas cidades na região do Médio Solimões, citando alguns impactos associados ao clima urbano tais quais as ilhas de calor, o desconforto térmico, entre outros que atingem diferentes classes sociais, cidadãos, povos indígenas, indígenas urbanos e comunidades ribeirinhas. De forma geral, a autora identificou que as condições mais agravantes a partir das ilhas de calor de superfície se associam as amplas coberturas inapropriadas para o tipo climático equatorial, e são predominantes em áreas de maior magnitude de vulnerabilidade socioeconômica (Aleixo, 2020).

De fato, observa-se que, mesmo considerada uma abordagem recente, a Geografia do Clima tem permitido o desenvolvimento de diversos trabalhos pelo Brasil, visto que o debate sobre o clima e as injustiças socioambientais faz-se necessário especialmente em períodos de crise, como as que estamos vivendo, conforme alerta Sant’anna Neto (2020).

## **2.5 Riscos climáticos na cidade de Goiânia - GO**

Conforme assinala Santos (1993), as cidades brasileiras compartilham problemas semelhantes, independentemente de seu porte, função ou localização regional. Tal constatação, embora relevante para evidenciar a existência de processos estruturais comuns à urbanização no país, pode induzir a leituras excessivamente homogeneizadoras quando aplicada aos estudos do clima urbano. Ao enfatizar padrões recorrentes, corre-se o risco de reduzir a complexidade das interações entre sociedade, espaço e atmosfera, tratando o clima

urbano como um fenômeno uniforme e reproduzível, descolado das particularidades históricas, socioeconômicas e espaciais de cada cidade. Neste sentido, estudos sobre a área de Goiânia têm indicado a presença de um clima específico que, nas últimas décadas, tem se manifestado com mais intensidade sobre a população goianiense.

Casseti (1991) analisou atributos atmosféricos considerando o período de 1939 a 1997, a partir de dados cedidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Conforme levantamento realizado, Goiânia apresenta variações dos atributos atmosféricos a partir de aproximadamente 1958, quando começam a apresentar irregularidade transitória. A partir de 1996 é visível a tendência de alterações no comportamento das chuvas, temperatura e umidade relativa do ar. Os referidos dados apontam para um aumento térmico, com valores superiores às médias compensadas apresentadas até a década de 1940, de 21 °C para, a partir de 1966, 22,6 °C, acréscimo na média de 1,6 °C.

Quanto à umidade relativa do ar, também fica clara a tendência de alteração dos índices, sendo que até 1996 apresentavam valores correspondendo entre 70/75% e, a partir de 1966, apresentou tendência decrescente entre 60/65%. Do mesmo modo, o IBGE (1999), ao considerar os anos de 1944 a 1988 aponta relação estreita entre crescimento populacional e alterações no comportamento dos atributos climáticos, com tendência de elevação para as médias, exceto o elemento umidade, que apresentou sensível alteração para valores mais baixos da umidade relativa do ar.

Fonzar (1997), por meio de análise das normais climatológicas dos períodos de 1931 a 1960, e 1961 a 1990, da Estação Meteorológica do 10º DISME (Distrito de Meteorologia/INMET – Goiânia), com localização no centro da cidade, aponta o aumento da temperatura e diminuição nos valores de umidade relativa do ar. De acordo com a análise, em 1990 os valores da média compensada da temperatura e da média da temperatura mínima apresentaram respectivamente 24,7 °C e 17,7 °C, representando acréscimo de 2,8 °C e 2,5 °C. Entre as duas normais climatológicas, considerando a temperatura média e a média das mínimas, houve um aquecimento maior no período entre 1961 a 1990.

Sob o contexto das mudanças nas propriedades da superfície e da atmosfera urbana ocasionadas pelo processo de urbanização, Farias (2012) analisou o contraste térmico hídrico entre uma área densamente urbanizada e uma área suburbana em Goiânia, utilizando dados de temperaturas máximas, mínimas e médias, umidade relativa do ar e precipitação no período de 1975 a 2009. Para tanto, a autora considerou os dados de Estações Meteorológicas do INMET, uma localizada no centro da cidade e outra localizada no *campus* Samambaia, da Universidade Federal de Goiás, em uma área periférica da cidade.

Comparando as temperaturas mensais anuais em ambas as áreas, constatou-se que estas são significativamente mais elevadas nas áreas urbanas, sendo as diferenças pró-área urbana de 2,5 °C (máxima), 3,4 °C (mínima) e 2,3 °C (média). A umidade relativa do ar foi 15% mais seca na área urbana, enquanto a precipitação média anual mostrou 6,3% a mais de chuva na área urbana em comparação com a área periférica. Assim, seus resultados demonstraram que a área mais densamente urbanizada, ou seja, o centro da cidade apresenta condições mais extremas de estresse térmico e hídrico, o que implica em maior desconforto ambiental para a população (Farias, 2012).

Luiz (2012) apontou a relação do crescimento da população e o aumento da temperatura do ar. Em sua tese, a autora trabalhou variação da temperatura e umidade do ar considerando a sazonalidade do clima, de forma a analisar a variação de umidade em perfil de solos não saturados, objetivando identificar a relação atmosfera versus superfície e os processos de infiltração, inundação e alagamentos. Assim, foi identificada, entre os períodos de 1961-2008, tendência positiva de aumento das temperaturas máximas e mínimas, com média entre 0,8 °C e 2,2 °C, e redução em média de 16% da umidade relativa do ar. A referida autora ressaltou que as médias das temperaturas mínimas apresentaram valores de maior acréscimo em relação aos valores das médias das temperaturas máximas, evidenciando valores de temperaturas elevadas, tanto durante o dia quanto a noite. Observou também, para o referido período, o deslocamento das chuvas, evidenciando a redução do período chuvoso e aumento do período seco (chuvas encerrando mais cedo e iniciando mais tarde); diminuição do número de dias com chuva; e aumento dos eventos de maior altura pluviométrica.

Paixão (2016) considerou o período de 1990 a 2015 para estudar o conforto térmico em uma feira livre na cidade, denominada Feira Hippie de Goiânia. A autora aponta, para o período analisado, tendência de aumento da máxima e mínima temperatura do ar, respectivamente 0,14 °C e 0,18 °C, e decréscimo da umidade relativa do ar. O Índice de Conforto Térmico (THI) apresentado pela autora ficou sempre abaixo do limite de confortável, ou seja, atingiu faixas sempre inseridas na classe desconforto térmico a partir de 09h da manhã.

Silva (2017) analisou a importância dos Parques Areião e Vaca Brava na mitigação das ilhas de calor urbanas, a partir da variação espacial e temporal da temperatura e umidade relativa do ar máximas e mínimas absolutas, considerando diferentes formas de uso e ocupação do solo para o arrefecimento da temperatura e aumento da umidade do ar no local. O estudo demonstrou que os parques apresentaram, durante o período considerado mais quente

e mais seco, contribuição de até 5,5 °C no arrefecimento da temperatura do ar, e de até 7% de umidade mais elevada, melhorando assim a qualidade ambiental.

Já Nascimento et al. (2019) realizaram um estudo sob a abordagem da climatologia geográfica buscando apresentar os episódios de eventos climáticos extremos ocorridos em Goiânia. Os eventos extremos foram levantados a partir de dados diários de precipitação, temperatura máxima e mínima e umidade relativa do ar (INMET), compreendendo a série temporal de 1961 a 2018 (58 anos). A análise dos autores evidenciou a ocorrência de eventos climáticos extremos durante períodos específicas do ano, como no caso de eventos de precipitação concentrados no verão, alcançando os 136,6 mm (09/01/2005); de temperatura máxima no final do inverno e início da primavera, atingindo 40 °C (15/10/2015); de temperatura mínima no outono e inverno, chegando aos 2,6 °C (10/07/1994) e; de umidade relativa do ar no inverno, perfazendo 11,2% em 22/09/2007.

Sendo assim, os estudos climáticos desenvolvidos no âmbito urbano, embora tenham avançado significativamente nas últimas décadas, ainda revelam limites analíticos importantes quando tendem a generalizar dinâmicas climáticas a partir de categorias amplas e pouco sensíveis às especificidades locais.

No caso de Goiânia, a recorrente identificação de um clima específico que se intensifica nas últimas décadas aponta para a necessidade de uma abordagem crítica sobre os pressupostos metodológicos desses estudos. Muitas análises climáticas urbanas privilegiam indicadores físicos — como temperatura, umidade e precipitação — sem problematizar suficientemente os processos sociais que condicionam sua produção e intensificação. Essa perspectiva tende a naturalizar os impactos climáticos sobre a população, obscurecendo o papel da expansão urbana, das políticas de uso e ocupação do solo, da desigualdade socioespacial e das diferentes formas de apropriação do espaço na conformação do clima urbano. Assim, o agravamento das condições climáticas passa a ser interpretado como um fenômeno meramente atmosférico, quando, na realidade, resulta de uma construção social historicamente situada.

Dessa forma, o caminho dos estudos de clima urbano exige superar análises descritivas e generalizantes, incorporando o entendimento do clima como um fenômeno relacional, produzido no interior das dinâmicas socioespaciais. Reconhecer que cidades brasileiras apresentam problemas semelhantes não implica desconsiderar suas singularidades, mas, ao contrário, demanda investigações capazes de revelar como processos estruturais comuns se materializam de maneira desigual no território. No contexto de Goiânia, isso implica articular os estudos climáticos às transformações urbanas recentes, às estratégias de planejamento e às

condições de vulnerabilidade da população, permitindo compreender não apenas a existência de um clima urbano específico, mas também os interesses, decisões e conflitos que sustentam sua intensificação.

### 2.5.1 Ilhas de Calor Urbanas: estudos em metrópoles

Ao analisar as ilhas de calor em cidades tropicais, Amorim (2020) destaca que, embora os efeitos urbanos sobre o clima na escala local venham sendo observados desde o início do século XIX, o aumento da temperatura do ar nas áreas metropolitanas passou a integrar apenas recentemente as preocupações do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas – IPCC (2023), tanto nos países desenvolvidos economicamente como nos países pobres e em desenvolvimento. Isso porque, o alerta dos cientistas sobre os riscos do aumento das temperaturas globais tem sido tratado com indiferença, ignorância e/ou negligência, portanto, o estudo deste tema continua urgente, dadas as constatações acerca da aceleração dos impactos à saúde e qualidade de vida das populações por todo o mundo.

Na literatura observam-se dois tipos diferentes de Ilhas de Calor Urbanas - ICU, com relação a sua forma, intensidade e localização do seu núcleo: ilhas de calor de superfície e ilha de calor atmosférica (Voogt; Oke, 2003). As ilhas de calor de superfície referem-se ao aquecimento relativo das superfícies urbanas, enquanto a ilha de calor atmosférica se forma em duas diferentes camadas: a camada cobertura urbana e a camada limite urbana. As diferenças entre a ilha de calor urbana de superfície e a ilha de calor urbana atmosférica podem ser melhor observadas no Quadro 3.

**Quadro 3:** Características das ilhas de calor urbanas de superfície e atmosférica.

Características	ICU Superfície	ICU Atmosférica
<b>Desenvolvimento Temporal</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presente em todas as horas do dia e da noite;</li> <li>• Mais intensa durante o dia e no verão.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pode ser pequena ou inexistente durante o dia.</li> <li>• Mais intensa durante a noite e no inverno</li> </ul>
<b>Intensidade (condição mais intensa)</b>	Maior variação espacial e temporal: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dia: 10 a 15°C</li> <li>• Noite: 5 a 10°C</li> </ul>	Menor variação: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dia: -1 a 3°C</li> <li>• Noite: 7 a 12°C</li> </ul>
<b>Método de Identificação</b>	Medição indireta: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensoriamento remoto</li> </ul>	Medição direta: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estação meteorológica fixa</li> <li>• Transectos em rede de estações móveis</li> </ul>
<b>Representação típica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Imagem termal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mapa isotérmico</li> <li>• Gráfico de temperatura</li> </ul>

**Adaptado de:** Romero et al. (2019).

**Organização:** Autoria própria (2022).

Neste sentido, as duas camadas as quais compõem a ilha de calor atmosférica foram descritas por Romero et al. (2019), consoante Oke (1978). A *camada cobertura urbana* representa a interação da atmosfera com o conjunto da cidade; encontra-se próxima às superfícies da cidade, se estendendo verticalmente desde o solo até o edifício mais alto e compreende a camada de ar onde as pessoas vivem. Por outro lado, a *camada limite urbana*, (também conhecida por *camada do dossel urbano*), situa-se acima do dossel, formando um domo de ar aquecido sobre a cidade, que pode ter sua forma modificada pelo vento. Esta camada representa a interação entre a atmosfera e os elementos urbanos tais quais ruas, corredores ou “canyons” entre os edifícios, chegando ao nível dos telhados (Romero et al., 2019).

Para Romero (2013) existem cinco diferentes fatores independentes que contribuem para o desenvolvimento da ilha de calor, os quais são:

- Diferenças na média da radiação entre a área urbana e as imediações, em particular a baixa taxa de resfriamento radiada durante as noites;
- Armazenamento de energia solar na massa dos edifícios da cidade durante o dia, cedida à atmosfera durante as noites;
- Concentração de geração de calor pelas atividades que têm lugar na área urbana;
- Baixa evaporação desde o solo e a vegetação na área urbana construída, quando comparada com a área urbana aberta;
- Fontes de calor estacionais – calefação no inverno e ar condicionado no verão – cedidos ao ar urbano.

A abordagem convencional do fenômeno ICU consiste em medir temperaturas na camada do dossel urbano através de registros em pontos fixos e/ou transectos móveis. Os locais são tipicamente classificados como urbano ou rural, e suas diferenças de temperatura são tomadas para indicar a intensidade ou magnitude das ilhas de calor. (Stewart; Oke, 2012; García, 1996; Amorim, 2000).

Ao apresentar revisão sistemática sobre o tema, Foli (2020) analisou referenciais fundamentais acerca da conceituação das ICU. A definição clássica de Oke (1982) compreende a ilha de calor como o resultado do aumento da temperatura em áreas urbanizadas em comparação com as áreas periféricas e rurais, o que conduz a um forte gradiente horizontal de temperatura, tendo como característica mais significativa sua intensidade. Neste sentido, para Monteiro (1976), a ilha de calor corresponde a parcelas de ar com temperaturas mais elevadas que se formam sobre os centros das grandes cidades. De

forma complementar, para Lombardo (1985), a ilha de calor urbana é um

[...] fenômeno que associa os condicionantes derivados das ações antrópicas sobre o meio ambiente urbano, em termos de uso do solo e os condicionantes do meio físico e seus atributos geoecológicos. A urbanização, considerada em termos de espaço físico construído, altera significativamente o clima urbano, considerando-se o aumento das superfícies de absorção térmica, impermeabilização dos solos, alteração na cobertura vegetal, concentração de edifícios que interferem no efeito dos ventos, contaminação da atmosfera através da emissão dos gases (Lombardo, 1985, p. 77).

Para Moura, Zanella e Sales (2008), o termo ilhas de calor se aplica tanto em um contexto intraurbano, quando as diferenças da temperatura do ar são mensuradas de maneira simultânea, dentro dos limites territoriais da cidade, como no interurbano, contexto em que as diferenças são obtidas a partir de um ponto na área urbana e outro no meio rural. Deste modo, os efeitos das ilhas de calor urbanas são desfavoráveis para o meio ambiente de maneira geral, provocando alterações na temperatura e umidade do ar, precipitação e ventos, além de trazer consequências como desconforto térmico, problemas de saúde, elevação do consumo de energia para refrigeração dos ambientes, degradação da qualidade do ar, dentre outros (Oke, 1987). Nesse sentido, estudos sobre o clima urbano nas metrópoles foram realizados em diversas cidades do Brasil.

Em São Paulo, a pesquisa sobre o clima urbano na metrópole desenvolvida por Lombardo (1985) é considerada um marco sobre os estudos de ilhas de calor urbanas no Brasil. Ao utilizar imagens de satélite para realizar o mapeamento termal em toda a cidade, a autora identificou grande variação térmica entre 15h e 21h, sendo a diferença de temperatura entre o centro da cidade e a área rural da ordem de 10 °C. Assim, a autora destaca que “a cidade apresenta alterações climáticas muito diferenciadas das áreas circunvizinhas. A intensidade da urbanização, expressa em termos de espaço físico construído altera significativamente o clima” (Lombardo, 1985, p. 22).

Para a cidade de Belo Horizonte - MG, Assis (1990) *apud* Silva (2017) utilizou imagens de satélite a partir do canal termal do satélite *Landsat* e dados de estações meteorológicas da capital, com o objetivo de avaliar o efeito das áreas verdes urbanas sobre a temperatura local. A partir desta metodologia o autor identificou que, os limites de ocupação e de edificação, em cada local, podem ser determinados a partir de uma análise do comportamento do clima da cidade ou de locais situados em regiões climáticas semelhantes.

O primeiro autor a realizar uma análise sobre o clima urbano de Cuiabá - MT a partir da perspectiva do balanço de energia foi Maitelli (1994). A partir de uma investigação sobre o comportamento da temperatura e umidade relativa do ar utilizando a metodologia dos transectos móveis em diferentes usos do solo, o estudo demonstrou que o crescimento urbano no período de 1970 a 1992 influenciou no aumento da temperatura, revelando variação térmica de 3,8 °C, que o autor identificou como ilhas de calor de média intensidade. Assim, o comportamento das variáveis do balanço de energia pôde explicar aspectos sobre a ilha de calor e o regime de umidade na cidade.

Em pesquisa sobre o clima urbano da cidade Rio de Janeiro - RJ, Brandão (1996) analisou os atributos de temperatura do ar e umidade relativa do ar a partir de postos experimentais em três transectos, considerando diferentes tipos de uso e ocupação do solo. Os resultados do estudo apontaram para a formação de ilhas de calor de intensidade moderada a forte, sendo os maiores valores de temperatura registrados às 15h00 e, de forma mais relevante às 21h00. A autora indica que, a configuração das ilhas de calor na cidade do Rio de Janeiro refletiu a diversidade de seus sítios com microclimas próprios, onde a morfologia urbana e os diferentes padrões de uso do solo têm papel importante nos contrastes térmicos revelados.

Moura, Zanella e Sales (2008) realizaram estudo sobre as ilhas térmicas na cidade de Fortaleza - CE, a partir de doze pontos de coleta representativos da realidade urbana, em dois períodos sazonais expressivos da região onde se encontra a cidade, a partir de registros horários e simultâneos em perfis de 24 horas (entre 07h e 06h). Por meio dos experimentos, os autores identificaram que as ilhas de calor em Fortaleza podem ultrapassar o valor de 5 °C, ocorreram com maior frequência e intensidade no período diurno, entre 07h e 15h e foram espacializadas nos setores sudoeste, oeste, noroeste e porção central da cidade.

Alguns autores vêm desenvolvendo, ao longo de décadas, trabalhos sobre o tema na cidade de Goiânia. Nascimento e Barros (2009), por exemplo, realizaram uma pesquisa buscando identificar as ilhas de calor no município de Goiânia por meio do sensoriamento remoto, tendo como recorte temporal o ano de 2001. A elaboração do trabalho baseou-se na classificação da cobertura do solo e em mapeamento do campo térmico da área, por meio das imagens do satélite *Landsat 7*, bandas 3, 4, 5 e 6 (banda termal), nas quais foram considerados como instrumento de análise: a urbanização, a topografia e o sistema meteorológico. Os resultados demonstraram diferenças de temperatura de até 10 °C entre a área urbana e a área rural do município, constatando dessa forma a atuação do fenômeno ilhas de calor.

Posteriormente, Nascimento e Oliveira (2011) analisaram a evolução do fenômeno ilhas de calor, considerando o período de 1986 a 2010, utilizando dados de sensoriamento remoto para estimar os valores de temperatura superficial terrestre, e técnicas de geoprocessamento para análise e mensuração do fenômeno. Os autores constataram que as temperaturas superficiais terrestres apresentaram certo padrão de variação espacial e, sobretudo, temporal, visto observarem uma inversão na representatividade das classes de temperatura superficial no decorrer do período analisado, que oscilaram do predomínio absoluto das temperaturas abaixo de 24 °C para o domínio amplo das temperaturas acima desse patamar.

Por fim, um levantamento realizado no Banco de Teses e Dissertações da Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior - CAPES, utilizando como filtro os termos “clima urbano” e “ilhas de calor” permitiu localizar cerca de 132 trabalhos entre os anos de 1987 e 2024, dos quais 32 tiveram como recorte espacial ambientes localizados em área de Cerrado (CAPES, 2024).

## **CAPÍTULO III – A CONFIGURAÇÃO ESPACIAL DE GOIÂNIA NO CENTRO-OESTE DO BRASIL**

Na perspectiva de compreender o clima como construção social, para a viabilidade da presente tese demonstrou-se imprescindível analisar e apresentar a produção do espaço urbano de Goiânia - GO. Este capítulo apresenta as análises das informações obtidas junto aos órgãos municipal, estadual e federal, além de referenciais contidos em teses e dissertações, no sentido de compreender o processo histórico da ocupação territorial em Goiás, e a construção e expansão urbana da cidade de Goiânia - GO. Apresenta, também, a análise das características geoambientais e a dinâmica atmosférica do município.

### **3.1 Goiânia no tempo e espaço: a construção de uma metrópole**

Por tudo o que representa, a cidade é o lugar em que se observam as distintas dinâmicas de processos sociais, culturais, econômicos, políticos e ambientais (Côrrea, 1989; Carlos, 2017; Sposito, 2017). Para avaliar as alterações ocorridas no contexto histórico da cidade, faz-se necessário apresentar a trajetória de sua construção e organização socioespacial. Como ponto de partida entende-se que

A história urbana de Goiânia está marcada por conflitos de interesses e alianças estabelecidas entre elas nem sempre consideram a ideia histórica de que a cidade é conhecida e reconhecida como uma cidade planejada. O fato é que o desenho urbano da cidade conforma e expressa os interesses em conflitos (Moyses et al., 2007, p.37).

Por apresentar um sítio de pouca complexidade geográfica, com áreas de baixa declividade – em grande parte da ordem de 8%, exceto em sua porção nordeste (Romão; Souza, 2007) o local mostrou-se favorável à implementação de um plano que possibilitasse a expansão da cidade em todas as direções. As características decisivas para a escolha desse sítio foram a proximidade com a linha férrea e com a rodovia BR-153, eixos de circulação que impactariam diretamente a articulação econômica. Dessa maneira, a cidade foi implementada às margens dos Córrego Botafogo e Capim Puba, em áreas das fazendas Crimeia, Vaca Brava e Botafogo (Oliveira, 2005).

O projeto de construção da cidade de Goiânia recebeu incentivos concentrados por parte do governo federal, sendo o espaço da cidade concebido a partir da lógica do mercado, com presença marcante do Estado no seu planejamento e execução (Cavalcanti et al., 2001). Neste período, marcado por uma transição política, social e ideológica Goiânia representava “o símbolo desse Brasil grande, do novo, do progresso, que levava o Estado de Goiás a

sair do marasmo político-econômico, além de representar o novo tempo que se estruturava nos horizontes nacionais” (Chaul, 2000, p. 123).

Conforme analisado, entende-se que Goiânia surge como uma cidade criada para servir ao capital, uma vez que, conforme Lefebvre (2008), a lógica capitalista nos impõe uma *racionalidade* na sua organização, tornando-se o principal instrumento de seu *planejamento*, a fim de manter o processo de acumulação, produzindo e reproduzindo o espaço urbano de acordo as exigências de seu modo de produção. Observa-se que Goiânia se fundou sob a égide de interesses políticos e econômicos, “não obstante, esta cidade logo assumiria a forma da desigualdade na ocupação socioespacial, reflexo da desigualdade característica da divisão do trabalho” (Oliveira, 2002, p. 55), na perspectiva da produção social de um espaço dirigido pelo Estado e, posteriormente, pelos agentes imobiliários.

Oliveira (2005) e Cunha (2015) apontam as principais etapas no processo de estruturação do espaço urbano em Goiânia a partir do estudo da periodização de Moraes (1991) e do Plano de Desenvolvimento Integrado de Goiânia - PDIG (2000). A fase inicial (1933-1950) é denominada como “fase de criação do lugar”, gerida fortemente pelo Estado sob uma ótica paternalista de progresso. A fase seguinte (1950-1964) é caracterizada como “fase de ampliação do espaço”, uma associação entre o jogo político-financeiro dos proprietários de terras urbanas e o capital financeiro.

A terceira etapa (1964-1975) é reconhecida como “fase da concentração dos lugares no espaço”, em que uma associação entre os interesses do governo federal e do capital financeiro contribuíram para um maior planejamento do espaço urbano. A “fase de expansão urbana” inicia-se em 1975 e perdura até 1992, marcada por um conjunto de iniciativa e projetos em busca de melhor integração urbana. Atualmente, o Plano de Desenvolvimento Integrado de Goiânia considera uma quinta fase: os “espaços urbanos segregados” (Oliveira, 2005; Cunha, 2015). Sendo assim, optou-se por analisar a evolução urbana da cidade de Goiânia considerando estas fases.

### **3.1.1 A fase de criação do lugar**

Para a criação de Goiânia, o arquiteto e urbanista Atílio Correia Lima foi escolhido para elaborar o primeiro plano urbanístico da cidade (1933-1935). Como aponta Daher (2009), o trabalho de Atílio tinha inspiração na escola francesa de urbanismo, e partia do pressuposto do desenvolvimento de uma cidade baseado em um planejamento prévio.

De acordo com Ferreira Júnior (2007), o projeto original de Atílio conta com uma área central que previa abrigar uma população de 15 mil habitantes, com projeção de abrigar

até 50 mil habitantes e um planejamento para expansão populacional a longo prazo. Suas bases refletiam o conceito de cidade-jardim de Ebenezer Howard (1850-1928), priorizando a funcionalidade e trafegabilidade dos traçados, estabelecendo um sistema de zoneamento por setores. Sua visão futurista ainda destinava uma reserva de 34,6% da área total a parques e vias públicas arborizadas, vislumbrando a proteção ambiental dessas áreas contra a ganância imobiliária.

Inicialmente, a cidade foi organizada em cinco setores (Central, Norte, Sul, Oeste e Leste), os quais comportariam cinco zonas: Centro Cívico, Centro Comercial, Áreas Urbanas e Suburbanas, Zona Industrial e Zona Residencial. O Setor Norte foi designado a concentrar as atividades industriais. Ao Setor Oeste só seriam permitidas edificações após 1950. O Setor Sul deveria ser implantado apenas quando a população da zona residencial urbana alcançasse o número de 12 mil habitantes. O Setor Leste constituiria uma área de expansão urbana para o futuro, quando ultrapassasse 50 mil habitantes, entretanto, já nessa época, encontrava-se edificada e servia de local de moradia a uma grande parcela da população operária de Goiânia (Oliveira, 2005; Ferreira Júnior, 2007; Cunha, 2015).

Para Ferreira Júnior (2007), as divergências surgidas entre o planejamento de Atilio e os interesses da construtora responsável pela execução das obras urbanas culminaram com a saída prematura do arquiteto, ainda no ano de 1935. De acordo com o autor, essas discordâncias ocorriam devido à falta de comprometimento da construtora com o plano urbanístico aprovado, direcionando a expansão em áreas particulares de sua propriedade, notadamente nos setores Sul e Oeste. Devido à forte onda de imigração e baixa oferta de moradia, o próprio poder público aprovava a abertura de diversos loteamentos.

Armando de Godói assume o lugar de Atilio com um novo projeto (1935-1938), promovendo modificações discretas no plano original, dentre elas: a redução do número de setores (passando de cinco para quatro); a criação de quatro novas zonas (Zona de Diversões, Zona Universitária, Zona Militar e a Zona Residencial de Luxo); a redefinição dos limites dos setores e das áreas livres; e, a indicação de etapas de expansão da cidade, dentre outras (Nascimento; Oliveira, 2015).

Fato é que, de acordo com o censo do IBGE, em 1940 Goiânia já possuía 48.166 habitantes, sendo 31,2% de população urbana e 68,8% de população rural (Tabela 2). De acordo com Pádua (2008) a população urbana era constituída basicamente por pioneiros, tais quais funcionários públicos transferidos da antiga capital, e comerciantes e operários atraídos pela construção da nova cidade.

**Tabela 2:** Evolução da população de Goiânia no período entre 1940 e 1960.

Década	População Urbana	População Rural	População Total
1940	15.028	33.138	48.166
1950	39.882	13.507	53.389
1960	133.395	20.110	153.505

**Fonte:** PÁDUA (2008), com base no censo demográfico do IBGE.

**Organização:** Autoria própria (2021).

Em estudo sobre a expansão urbana em Goiânia, Nascimento e Oliveira (2015) atentam para a aprovação do Código de Edificações de Goiânia, em 1947. Este instrumento legal de planejamento abarcava toda a legislação urbana: Lei de Zoneamento, Lei de Loteamentos e Lei de Uso e Ocupação do Solo, e permitia a abertura de novos loteamentos pela iniciativa privada. Entretanto, alterações realizadas no código através do Decreto nº 16 de 20 de junho de 1950 corromperam sua eficácia, podendo-se afirmar que, “a partir deste momento, o poder público municipal abriu mão do controle sobre o uso do solo na capital” (Nascimento; Oliveira, 2015, p. 151).

Em relação à dinâmica demográfica, observa-se na Tabela 2 a inversão da população rural em relação a população urbana no período de uma década. Apesar de não revelar um grande aumento em números totais, em números percentuais mostram-se bastante expressivos. Ou seja, em 1940 a população urbana correspondia a 31,2% da população urbana, enquanto em 1950 salta para impressionantes 74,7% e, em 1960 atinge 86,9%, alcançando o número de 133.395 habitantes citadinos.

Nessa direção, até próximo da década de 1950 houve significativa interferência do Estado sobre a regulação do espaço na nova capital de Goiás. Essa fase de *criação do lugar* contou com o gerenciamento do espaço urbano pelo poder público, entretanto, apesar de planos e legislações urbanísticas avançadas, tanto a iniciativa privada quanto o próprio poder público desrespeitavam as diretrizes desses instrumentos de planejamento, o que culminaria com a segregação socioespacial da população insurgente (Moyses et al., 2007; Cunha, 2015).

Para exemplificar esta fase de estruturação do espaço, Moyses et al. (2007) apresentam um estudo no qual comparam a quantidade de bairros criados na capital nas décadas de 1930, 1940 e 1950. Analisando os registros da Secretaria Municipal de Planejamento os autores identificaram que, na década de 1930 foram aprovados seis bairros; na década de 1940 apenas dois bairros. Contudo, na década de 1950 foram aprovados 160

novos bairros, sobretudo nas regiões leste e oeste, no intuito de suprir a demanda por moradia da população migrante com poucas condições financeiras. Isso evidencia toda a força e influência que os empreendedores imobiliários já exerciam na produção do espaço urbano de Goiânia.

### **3.1.2 A fase de ampliação dos espaços**

Entre os anos de 1950 a 1958, a legislação basicamente liberou a exigência da infraestrutura básica às custas do proprietário, provocando a ruptura com o plano urbanístico original e ocasionando um processo migratório sem precedentes para o município (Jakob; Barêa, 2016). A situação gerada pela forte pressão dos especuladores da terra ocasionou extrema desordem quanto à regulação do espaço, visto não respeitarem os limites urbanos que separavam a área rural (Pádua, 2008). Tanto que a década de 1950 vislumbraria a abertura de três grandes e importantes áreas de Goiânia: o Setor Bela Vista (atual Setor Bueno), e os setores Sul e Oeste.

Somente no ano de 1959, dois fatores apontariam para o retorno da viabilidade técnica do planejamento urbano: 1) a promulgação da Lei Municipal nº 1.566, que estabelecia uma nova regulamentação do solo; e, 2) a convocação do urbanista paulista Luís Saia, convidado a pedido do governo estadual para elaborar o Plano Diretor de Goiânia, em uma nova tentativa de implementação deste instrumento (Ribeiro, 2004; Ferreira Júnior, 2007).

Dentre várias recomendações, o projeto de Luís Saia considerava a preservação e conservação dos corpos hídricos da cidade, e prezava pela ampliação das áreas verdes, além de defender parques urbanos mais amplos. Além disso, o arquiteto focou no redimensionamento do sistema viário, projetando vias expressas condizentes com o crescimento urbano (Cunha, 2015). Apesar de ser considerado arrojado e avançado em termos de planejamento, seu projeto não foi totalmente implementado, justificado, dentre outros fatores, ao momento histórico-político evidenciado pelo golpe da ditadura militar em 1964 (Ribeiro, 2004; Nascimento; Oliveira, 2015).

Os trabalhadores imigrantes neste período advinham principalmente dos estados da Bahia, Maranhão, Minas Gerais, Pará e Piauí, mas também do próprio Estado e de toda a região Centro-Oeste. Sob o ponto de vista da divisão do trabalho, os profissionais eram representados por comerciantes, operários da recente indústria da construção civil, ex-pequenos proprietários de terra, grandes fazendeiros e profissionais liberais diversos (Ribeiro, 2004; Pádua, 2008). Conforme exemplificado na Tabela 2, o salto populacional em Goiânia

é considerado excepcional, partindo de 53.389 mil habitantes no ano de 1950, para 153.505 mil habitantes no ano de 1960.

Para Cunha (2015, p. 22) em sua análise sobre o estudo de Moraes (1991), este período compreendido entre os anos de 1950 a 1964, denominados de *fase de ampliação dos espaços*, teve como fator principal “o rápido crescimento urbano, marcado pela perda da autonomia do poder público em planejar e gerenciar o espaço urbano da capital e a ascensão do controle imobiliário da iniciativa privada”.

### **3.1.3 A fase de concentração dos espaços nos lugares**

Já no final da década de 1960, em uma tentativa de reassumir suas funções sobre a regulação do espaço urbano de Goiânia, a Prefeitura Municipal elaborou o Plano de Desenvolvimento Integrado de Goiânia - PDIG. O responsável pela elaboração do plano (1969- 1971) foi o arquiteto Jorge Wilhelm e, em sua avaliação, indicou os principais problemas até aquele momento: hegemonia da especulação imobiliária, o crescimento desordenado, a perda do controle administrativo e a escassez de moradias (Ferreira Júnior, 2007; Cunha, 2015).

Efetivamente, o arquiteto propôs orientar o crescimento da cidade para o oeste, principalmente através da consolidação da infraestrutura urbana, com instalação da malha viária e de pavimentação asfáltica, o que condicionaria a expansão da cidade para as regiões sul, sudoeste e oeste (Nascimento; Oliveira, 2015). Ao mesmo tempo, políticas federais de financiamento da casa própria, como os programas do Banco Nacional da Habitação (BNH) e da Cooperativa Habitacional Brasileira (COHAB) induziram a intensificação do processo de metropolização da capital (Cunha, 2015).

Cunha (2015) compreende que o intenso fluxo migratório provocado pelo êxodo rural na década de 1970 contribuiu para a produção de um espaço urbano cada vez mais elitizado. Grande parcela da população viu-se excluída do processo de apropriação do espaço, devido a precariedade financeira e a consequente dificuldade de acesso ao Sistema Financeiro de Habitação. Como aponta Marinho (2006), este contingente de excluídos culminou na ocupação ilegal de várias áreas urbanas, das quais o poder público não possuía controle, induzindo Goiânia a um processo de favelização.

Neste estágio, a deterioração do ambiente passou a ser mais fortemente evidenciada, a qual pode estar associada à favelização e a segregação dos espaços urbanos (Cunha, 2015). Além disso, conforme destacam Nascimento e Oliveira (2015, p. 152) “a instalação dos

conjuntos habitacionais [...] significou a criação de imensos espaços vazios no interior da mancha urbana, em grande parte controlados por especuladores imobiliários interessados na valorização futura destes imóveis”.

Portanto, de acordo com Cunha (2015) analisando as fases de estruturação do espaço urbano em Goiânia, os anos de 1964 a 1975 foram denominados como *fase de concentração de lugares no espaço*, os quais foram marcados pela associação entre os interesses do governo federal e do capital imobiliário-financeiro, o que levou a cidade a exprimir forte caráter de elitização e segregação socioespacial.

### **3.1.4 A fase de expansão urbana**

Ferreira Júnior (2007) destaca a importância de três importantes leis a respeito da regulação do uso do solo em Goiânia entre as décadas de 1970 e 1980: a Lei Municipal nº 4.526, que voltava a exigir dos parceladores de terra a implantação de toda a infraestrutura urbana, como, por exemplo, pavimentação asfáltica; a Lei nº 5.019, de 1975, que dava destaque aos transportes, aos conjuntos habitacionais e a preservação de áreas verdes; e, a Lei nº 5.733 de 1980, ou Lei de Zoneamento Urbano, que dispunha sobre a divisão das áreas urbanas e de expansão urbana do município.

Outros aspectos relevantes surgidos entre as décadas de 1970 a 1980 dizem respeito a verticalização em bairros de diferentes aspectos de habitação e infraestrutura, como o Setor Oeste e o Setor Bueno, e, a expansão horizontal ostensiva, com características de densidade rarefeita e conurbação com municípios vizinhos (Ribeiro, 2004). Ao longo das décadas de 1980 a 1990 a verticalização abarcou outras áreas, e a cidade viu surgirem diversos novos bairros, tais como o Setor Oeste, Setor Bela Vista, Setor Aeroporto, Setor Leste Universitário, desconsiderando qualquer critério urbanístico, o que reafirma a falta de autonomia do poder público sobre o processo de expansão urbana da capital (Nascimento, Oliveira, 2015).

Corroborando o exposto, os dados da Tabela 3 reforçam as consequências de uma ocupação territorial orientada pela elite imobiliária, aliada ao intenso fluxo migratório observado na década de 1970. A população total de Goiânia aumentou em quase cinco vezes sua quantidade, passando de 153.505 habitantes em 1960 para 717.519 em 1980, de acordo com dados do censo do IBGE.

**Tabela 3:** Evolução da população de Goiânia no período entre 1960 e 1980.

Década	População Urbana	População Rural	População Total
1960	133.395	20.110	153.505
1970	363.006	17.767	380.773
1980	703.640	13.879	717.519

**Fonte:** Censo Demográfico IBGE (2024).

**Organização:** Autoria própria (2021).

Dessa maneira, conforme apontado por Oliveira (2005) e Cunha (2015) a *fase de expansão urbana* inicia-se em 1975 e perdura até o ano de 1992, sendo considerada uma etapa marcada por um conjunto de iniciativas e projetos, como por exemplo a implantação de conjuntos habitacionais, em busca de melhor integração urbana.

### 3.1.5. Os espaços urbanos segregados

De forma geral, o espaço urbano é valorizado de acordo com a sua localização na cidade e pela qualidade de sua urbanização. Como apontam Reis e Galvani (2017, p. 120) “a produção desigual do espaço promove a segregação socioespacial, por meio de um processo de expansão urbana, atrelado à especulação imobiliária, criando e consolidando a periferia como espaço de moradia da população pobre”.

Conforme as análises apresentadas, o poder público de Goiânia deixou-se dominar pelo mercado imobiliário, que controla o valor da terra e submete a questão da moradia ao poder aquisitivo dos cidadãos. Sob este aspecto, “a desigualdade socioespacial é uma expressão do preço da terra urbana, sendo representada pela segregação, a qual revela-se na paisagem urbana” (Marinho, 2006, p. 2). Segundo estudos de Oliveira (2005) e Cunha (2015), a fase estruturada no início dos anos 1990 até os dias atuais é denominada de *espaços urbanos segregados*.

Diante do novo quadro de crise socioespacial, as demandas por infraestrutura urbana culminaram com uma nova proposta do Plano de Desenvolvimento Integrado de Goiânia - PDIG, reformulado em 1992 e aprovado para vigorar por 10 anos. Para colocar em prática as diretrizes do novo instrumento de planejamento, a Prefeitura de Goiânia contratou uma empresa do ramo da construção civil com o objetivo de adequar a legislação municipal à política urbana promulgada pela Constituição de 1988 (Ferreira Júnior, 2007; Cunha, 2015).

De acordo com Nascimento e Oliveira (2015, p. 155), o texto do PDIG prezava por “compatibilizar a ordenação do território municipal com o desenvolvimento

econômico e social, à proteção do patrimônio cultural e ambiental e ao ordenamento do crescimento da cidade”. Nesse sentido, o Plano Diretor conseguiu cumprir algumas de suas metas, tais quais: orientação do crescimento urbano para sudoeste; a preservação dos recursos ambientais; a revitalização das áreas centrais; ocupação prioritária dos vazios urbanos; a estruturação da rede viária básica; e, a adequação da distribuição dos equipamentos públicos (Nascimento; Oliveira, 2015).

Nesta década, o discurso ambientalista era notório e ganhava força em todo o mundo. Como exemplo, no mesmo ano de reformulação do PIDG, 1992, realizou-se a Conferência das Nações sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, no Rio de Janeiro. Sob este aspecto, foram realizados trabalhos técnicos em Goiânia com o intuito de caracterizar os atributos do meio físico e indicar as possíveis consequências socioambientais de uma ocupação mal ordenada em relação aos aspectos geoambientais, trazendo o debate para a ação (Cunha, 2015). Em termos legislativos, estes estudos culminaram na elaboração de um documento de ocupação urbana considerando os atributos ambientais: a Carta de Risco de Goiânia, no ano de 1993 (Nascimento; Oliveira, 2015).

A Carta de Risco de Goiânia (Nascimento; Podestá Filho, 1993) apontava algumas condições resultantes de uma expansão ordenada de acordo com interesses político-econômicos, e não sociais, tais como: cobertura vegetal incipiente; contaminação hídrica dos cursos de água urbanos; degradação do solo com acentuado processo erosivo; modificação climática com presença de ilhas de calor; e, qualidade do ar inadequada.

Por essas razões, o documento determinava as porções centro-sul e sudoeste como áreas aptas à ocupação urbana, desde que se adotassem medidas de contenção aos processos erosivos e fossem realizadas obras de drenagem urbana. Como áreas impróprias, indicou as planícies, os terraços e os fundos de vale, além das porções norte e nordeste do município, com a recomendação de destinar estas áreas à preservação ambiental e recarga de mananciais (Nascimento; Oliveira, 2015).

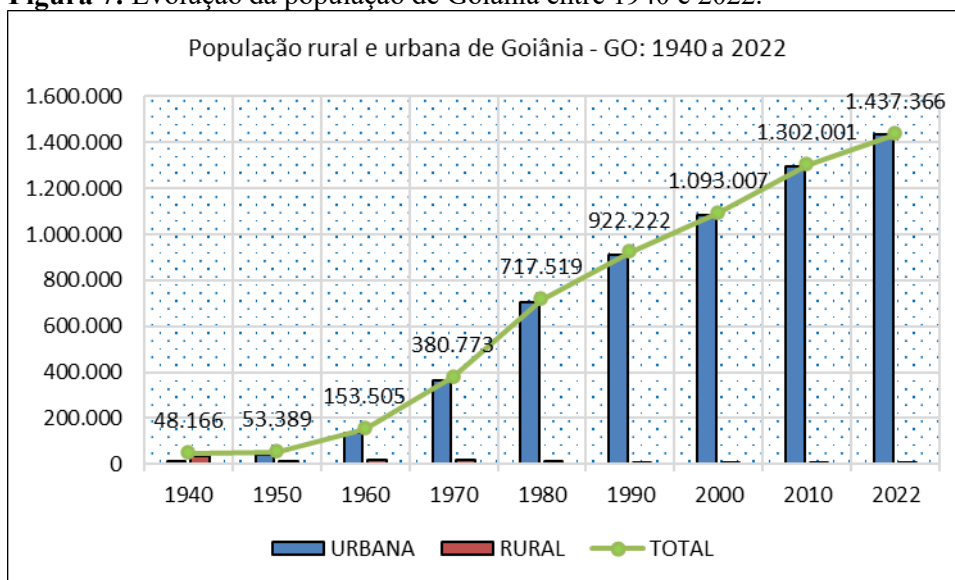
Entretanto, como indica Ferreira Júnior (2007), o plano não foi implantado de acordo com o esperado, devido a instauração de uma nova fase de ausência do Estado na regulação do espaço em Goiânia, o que deu continuidade à sua desordenada expansão gerenciada pelos especuladores imobiliários, conformando ainda mais espaços urbanos segregados.

### 3.1.6 Goiânia no século XXI

A Região Metropolitana de Goiânia (RGM) foi criada pelo Governo do Estado de Goiás, de acordo com a Lei Complementar nº 27 de 30 de dezembro de 1999, compreendendo 11 municípios: Abadia de Goiás, Aparecida de Goiânia, Aragoiânia, Goianópolis, Goiânia, Goianira, Hidrolândia, Nerópolis, Santo Antônio de Goiás, Senador Canedo e Trindade. A composição atual da RGM está definida pela Lei Complementar nº 139, de 22 de janeiro de 2018, com redação alterada pela Lei Complementar nº 149, de 15 de maio de 2019, sendo composta por 21 municípios.

A Figura 7 permite vislumbrar a evolução da população de Goiânia, desde sua fundação até os dias atuais. Observa-se o contínuo incremento da população urbana que, de acordo com estimativas do IBGE (2021), aproxima-se de 1,5 milhão de habitantes.

**Figura 7:** Evolução da população de Goiânia entre 1940 e 2022.

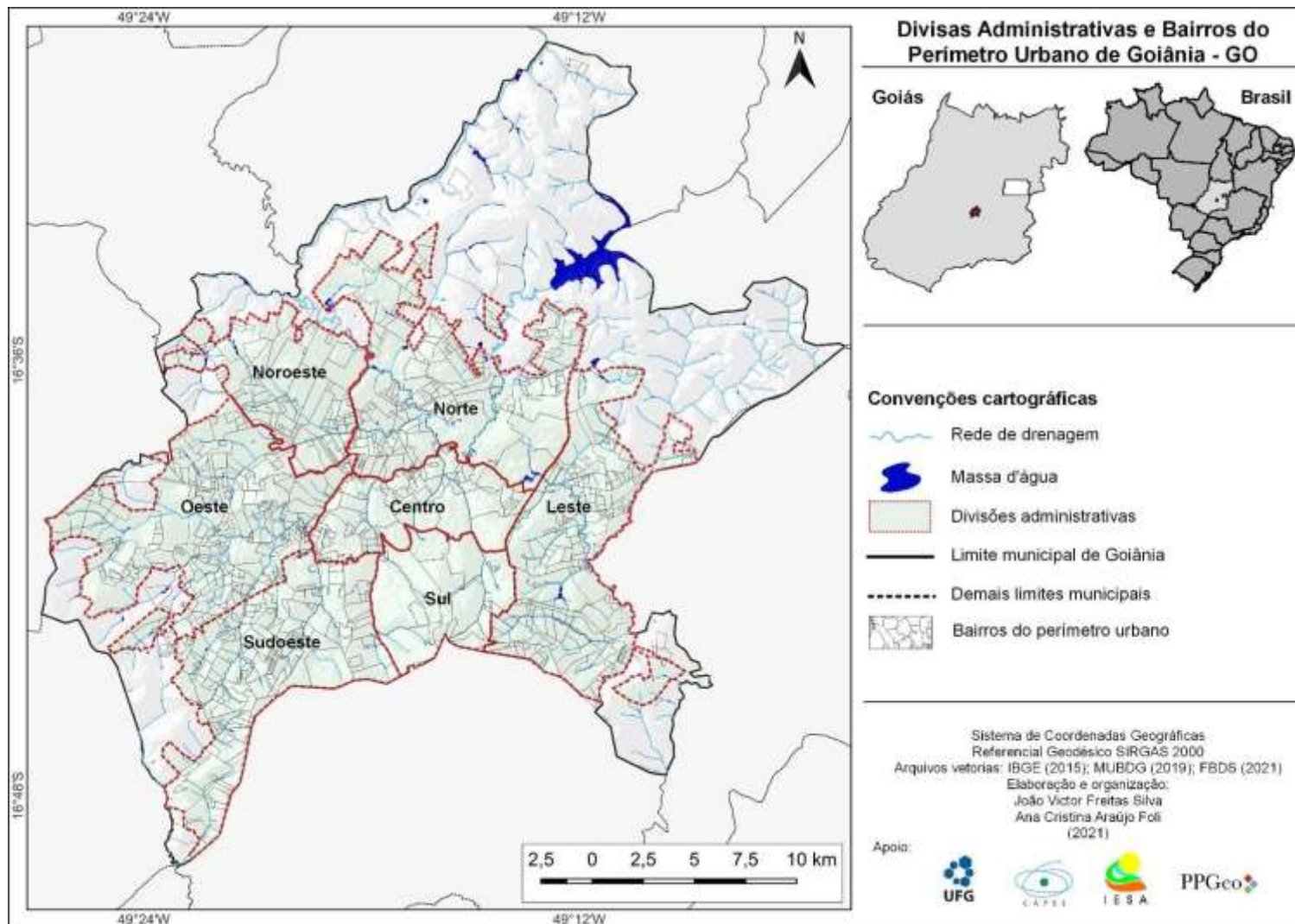


**Fonte:** Censo IBGE (2022).

**Organização:** Autoria própria (2023).

O Mapa 2 demonstra a organização espacial mais recente das regiões administrativas de Goiânia, de acordo com do Plano Diretor de 2022, o qual considera a existência de sete regiões: Centro, Sul, Oeste, Noroeste, Norte, Leste e Sudoeste, nas quais estão distribuídos aproximadamente 640 bairros oficiais (MBI, 2025). Neste sentido, resgatou-se um breve histórico da implementação deste instrumento na cidade.

**Mapa 2:** Regiões Administrativas de Goiânia (IBGE, 2021).



**Fonte:** IBGE (2015); MUBDIG (2019); FBDS (2021).

**Organização:** SILVA, J.; FOLI, A. (2021).

Tendo como pano de fundo as disposições contidas na Lei Orgânica do Município de Goiânia, na Carta de Risco de Goiânia (revisada em 2008), e no Estatuto das Cidades, um novo Plano Diretor foi aprovado no ano de 2007, o qual estabelecia o prazo de 10 anos para a realização de uma revisão. Uma de suas primeiras alterações refere-se ao término do zoneamento tradicional e a proposição de um novo zoneamento, considerando as bacias hidrográficas no entorno do município (Rodvalho, 2008).

De acordo com o Plano Diretor Municipal, definido pela Lei Complementar nº 171 de 29 de maio de 2007, a cidade de Goiânia foi dividida nas seguintes Macrozonas: a) Área Urbana: Macrozona Construída, coincidente com os limites do perímetro urbano definidos pela lei; b) Área Rural: Macrozona Rural do Barreiro; Macrozona Rural do Lajeado; Macrozona Rural do João Leite; Macrozona Rural do Capivara; Macrozona Rural do São Domingos; Macrozona Rural do Alto Anicuns; Macrozona Rural do Alto Dourados.

Além disso, de acordo com o Capítulo II da Seção I, art. 110, para efeito de dar tratamento urbanístico à Macrozona Construída, o Plano Diretor instituiu as seguintes unidades territoriais: 1) Áreas Adensáveis, para as quais seriam incentivadas as maiores densidades habitacionais e de atividades econômicas; 2) Áreas de Desaceleração de Densidades, para as quais seriam dirigidas ações de controle e redução do atual processo de densificação urbana; 3) Áreas de Adensamento Básico, correspondente às áreas de baixa densidade e onde seriam admitidas a duplicação dos atuais graus de densidade; e, 4) Áreas de Restrição à Ocupação, para as quais seriam estabelecidas normas de restrição parcial ou absoluta à ocupação humana.

Todavia, a despeito de certo avanço proporcionado por essa versão do plano diretor, os representantes dos interesses políticos e imobiliários continuaram a causar interferência “nas diretrizes que se propõem a conceber a cidade dentro de sua função social” (Cunha, 2015, p. 25). A título de ilustração, a Lei Complementar nº 246 de 29 de abril de 2013 foi aprovada sob intensa mobilização social contrária, haja vista alterar as normas de redimensionamento dos vazios urbanos em Goiânia, evidenciando o contínuo desrespeito à legislação que regula o espaço urbano na cidade em detrimento dos que detêm o poder político, financeiro e imobiliário.

Após anos de discussão e muita polêmica, no dia 04 de março de 2022 a Prefeitura Municipal de Goiânia sancionou a Lei Complementar nº 349, que “dispõe sobre o Plano Diretor do Município de Goiânia e dá outras providências”. Antes de sua sanção, este processo gerou intensos debates por parte de legisladores, especialistas e sociedade civil.

Algumas das principais críticas referiam-se ao atraso de sua realização, que deveria

ter ocorrido em 2017; e, também, devido a ineficácia de uma das exigências legais estabelecida pelo Estatuto das Cidades, qual seja, a realização de audiências públicas que culminem em um processo realmente participativo. As opiniões expressas pelos cidadãos não foram acolhidas dentro do texto da lei, indicando que as audiências foram realizadas apenas para cumprimento das normas burocráticas.

Especialistas da Universidade Federal de Goiás - UFG (TV UFG, 2022) analisaram alguns pontos críticos da nova proposta do Plano Diretor, tais como: 1) diminuição das áreas de preservação permanente, devido a adequação do índice municipal - que é maior - para o mesmo número do Código Florestal; 2) a possibilidade de se construir em nascentes intermitentes, causando prejuízos ao complexo de rios e córregos característicos do ambiente cerrado; 3) a necessária regulação de empreendimentos urbanos, a fim de que a coletividade prevaleça sobre a especulação imobiliária; e, 4) ausência de planos sobre moradia e déficit habitacional, visto que, desde o projeto original de Goiânia, não foram previstas zonas para abrigar moradias, o que culminou em um sistema de invasões perpetuadas ao longo do tempo e a ocupação massiva das franjas periféricas.

Para o setor produtivo, um dos pontos empolgantes do novo plano foi a previsão da criação de seis Polos de Desenvolvimento Econômico ligados à tecnologia, inovação, indústrias e empresas de serviços, além de três Arranjos Produtivos Locais (APLs) voltados ao agronegócio, à moda e ao comércio atacadista.

Uma análise do arquiteto e urbanista Paulo Renato Alves (Site O Hoje, 2022)<sup>2</sup> aponta que o novo plano trará uma série de mudanças no setor imobiliário da capital como, por exemplo, o estabelecimento de um limite geral para o adensamento, o que, a curto e médio prazo, poderá criar uma supervalorização de imóveis. Isto porque existirão critérios limitadores de altura, onde serão construídos menos apartamentos. Assim, para diminuir o preço da obra mas manter o lucro, as construtoras certamente farão o repasse do valor por metro quadrado.

Por parte da população, um exemplo de crítica é apresentado pelos moradores do Setor Sul, que reclamam de possíveis alterações no bairro previstos pelo Plano Diretor. De acordo com o presidente da Associação de Moradores, Edmilson Moura, o texto do plano autoriza o adensamento de uma faixa entre a Avenida 136 e Rua 90. Nesse local, onde funcionava o antigo clube da Companhia Energética de Goiás - CELG, há um fator de

---

<sup>2</sup> Disponível em: <https://ohoje.com/noticia/cidades/n/1401908/t/arquiteto-explica-como-o-novo-plano-diretor-pode-valorizar-imoveis-na-capital-goiana/> Acesso em 21 de out. 2022.

permissividade de construção considerado elevado, e já existe especulação imobiliária na região (Rádio CBN, 2022).

Conforme exposto, o atual Plano Diretor foi aprovado no dia 1º de setembro de 2022 e entrou em vigor no ano de 2023. As principais leis municipais já aprovadas que complementam o Plano Diretor são: LC nº 363/2023 - Novo Código de Parcelamento do Solo; LC nº 364/2023 - Código de Obras e Edificações; LC nº 368/2023 - Código de Posturas; LC nº 371/2024 - Lei de Vazios Urbanos; LC nº 373/2024 - Lei de Outorga Onerosa do Direito de Construir (OODC); LC nº 379/2024 - Parâmetros urbanísticos e edifícios para Habitação de Interesse Social (HIS).

Além das leis complementares citadas, existem leis complementares e ordinárias que são relevantes para a implementação de dispositivos do Plano Diretor: Lei nº 10.845/2022 - Normas de controle das atividades econômicas; Lei nº 10.848/2022 - Transferência do Direito de Construir (TDC); Lei nº 11.003/2023 - Normas para instalação de infraestrutura de antenas (ETR); Lei nº 11.083/2023 - Áreas de Programas Especiais de Interesse Social (AEIS); Lei nº 11.127/2024 - Estudo de Impacto de Vizinhança, também vinculada ao Plano Diretor.

Portanto, muitas das leis complementares consideradas no Plano Diretor já foram aprovadas e estão em vigor, contudo, a legislação continua em processo de aperfeiçoamento, com outras normas, instruções normativas e decretos sendo editados para detalhar procedimentos administrativos, fluxos e aspectos técnicos.

### **3.2 Caracterização climática e ambiental da cidade de Goiânia - GO**

O clima em Goiás é o tropical, resumido em verões chuvosos e invernos secos. Em termos ambientais, Goiânia destaca-se por sua vegetação de Cerrado, bioma predominante da região Centro-Oeste. Localizada a cerca de 749 metros de altitude média, a região apresenta colinas amplas e topos aplainados, que favoreceram a ocupação urbana e o desenvolvimento de atividades agrícolas em seu entorno. Além disso, a cidade é conhecida por seus extensos parques urbanos e áreas verdes. Sendo assim, neste subtópico são apresentados os aspectos geoambientais e climáticos da cidade de Goiânia, por meio da análise da dinâmica atmosférica e da caracterização do relevo.

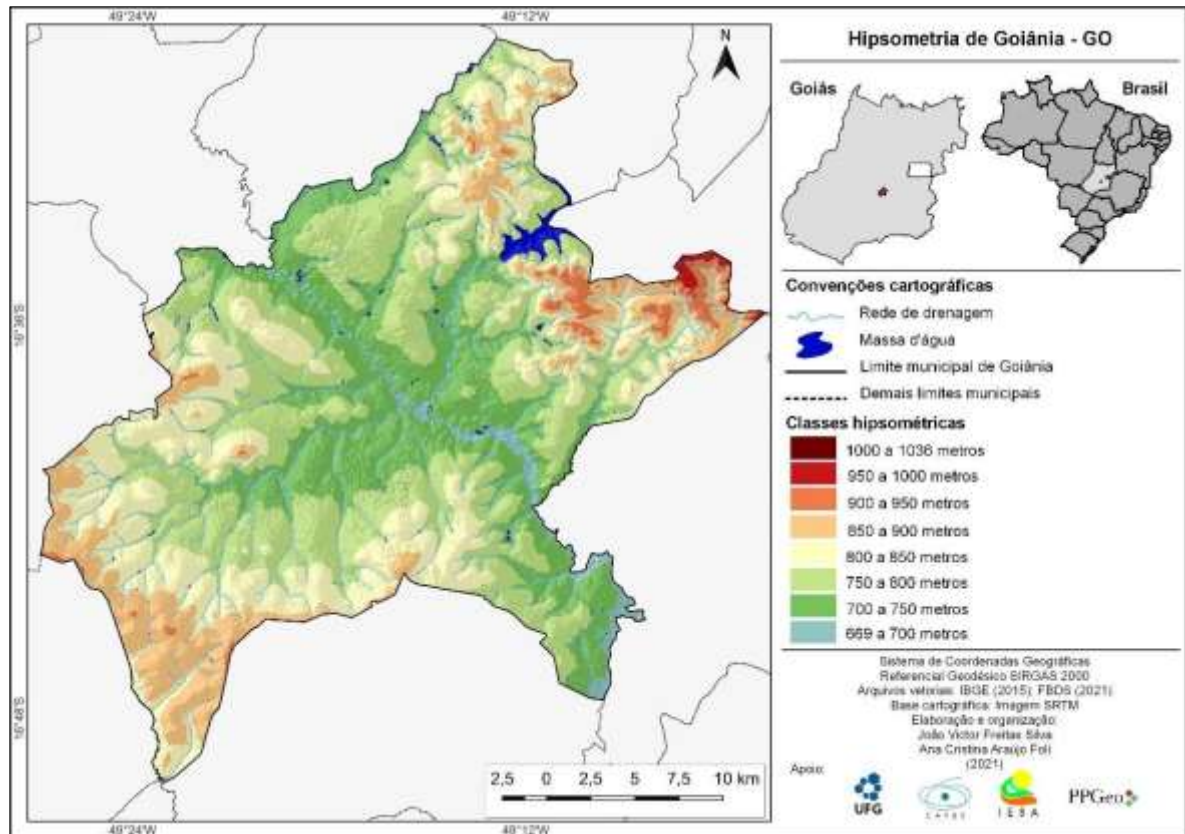
#### **3.2.1 Caracterização do Relevo**

A dinâmica dos elementos climáticos encontra-se intimamente relacionada aos demais elementos físicos do ambiente local, inclusive ao relevo, pois a forma do terreno

influencia variáveis como circulação das massas de ar, temperaturas e regime de chuvas. No estado de Goiás, o relevo se insere no Planalto Central Brasileiro, predominando superfícies de baixa amplitude altimétrica sendo 65% da superfície formada por terras relativamente planas, áreas de chapada conhecidas por chapadões (Governo do Estado de Goiás, 2025).

O Mapa 3 representa as elevações registradas no município de Goiânia, as quais encontram-se em torno de 669 a 1036 metros. As áreas que correspondem aos setores sudoeste e oeste encontram-se, na maior parte, em altitudes que variam entre 800 a 900 metros de altitude.

**Mapa 3:** Hipsometria do município de Goiânia - GO.



**Fonte:** IBGE (2015); FBDS (2021).

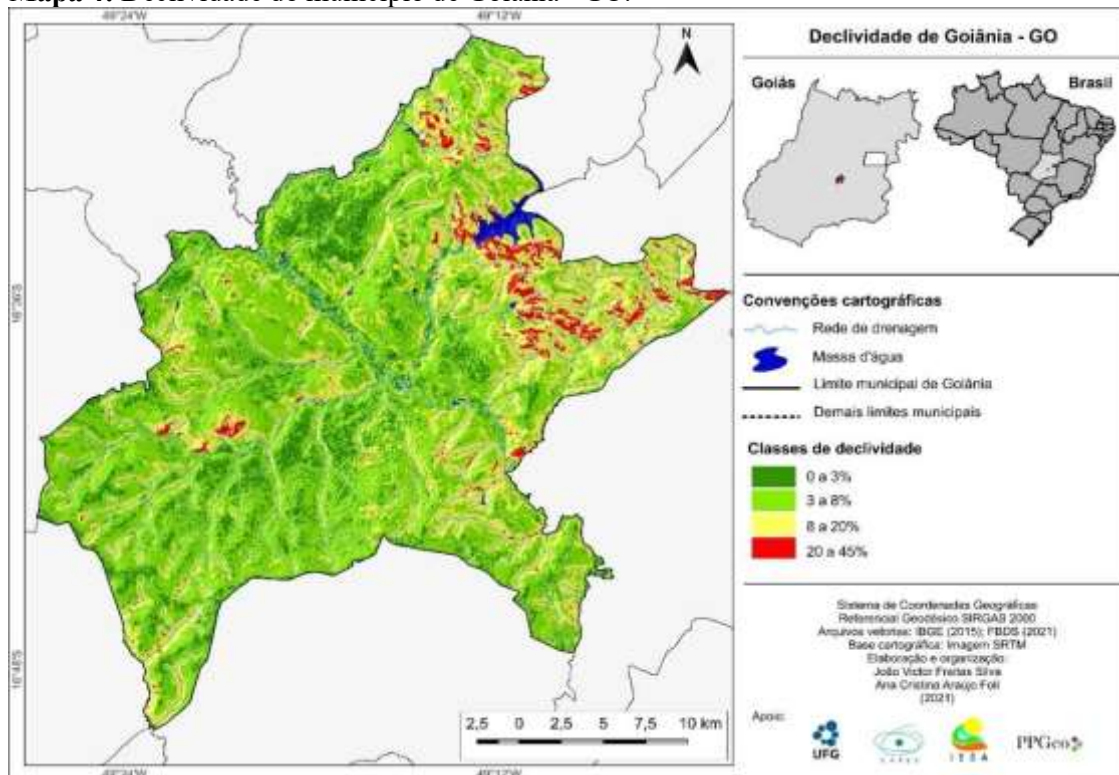
**Organização:** FOLI, A.; SILVA, J. (2021).

Como em grande parte do estado de Goiás, Goiânia apresenta um relevo suave, sendo importante destacar que a cidade é atravessada no sentido noroeste a sudeste pelo Rio Meia Ponte, que, juntamente com seus tributários, são responsáveis pela recente esculturação do relevo. Esse relevo suave/ondulado é distribuído em formas côncavas, convexas e tabulares (Luiz, 2012). Casseti (1992) classifica o relevo de Goiânia em cinco unidades geomorfológicas, de acordo com o grau de dissecação: Planalto Dissecado de

Goiânia, Planalto Embutido de Goiânia, Chapadas de Goiânia, Terraços e Planícies Fluviais.

Em partes não ocupadas da área nordeste do município registram-se as maiores elevações, a maior parte entre 900 a 1036 metros de altitude; em partes não ocupadas na área norte, observam-se valores de altitude entre 800 e 950 metros. Contudo, a maior parte do município apresenta elevação em torno de 700 e 850 metros de altitude, com exceção das áreas constituídas próximas aos córregos e fundos de vale, com cotas altimétricas registradas com variação de 669 e 700 metros de altitude (Mapa 3). Já o Mapa 4 apresenta as variações altimétricas no município de Goiânia.

**Mapa 4:** Declividade do município de Goiânia - GO.



**Fonte:** IBGE (2015); FBDS (2021).

**Organização:** FOLI, A.; SILVA, J. (2021).

Em síntese, de forma geral, grande parte da área urbana de Goiânia apresenta declividades suaves a moderadas, variando entre 3% a 12%, o que favorece a urbanização. Entretanto, em áreas periféricas ou próximas a córregos existem colinas mais inclinadas que podem ultrapassar 20%, aumentando os riscos de erosão, escorregamentos e dificuldades de drenagem. Já a variação altimétrica na área urbana concentra-se aproximadamente entre 750m e 850m.

### 3.2.2 Os sistemas atmosféricos atuantes em Goiânia - GO

Devido a sua fisionomia geográfica, a extensão territorial e o relevo, o Brasil apresenta uma grande diversidade climática, comandada por cinco massas de ar, sendo três de origem oceânica e duas de origem continental e, também, pelo sistema frontal. Todas as massas de ar que atuam no Brasil originam-se fora do território brasileiro, avançando a partir dos seus centros de origens e impondo suas características específicas de umidade, temperatura e pressão ao se deslocarem pelo continente (Nimer, 1989; Borsato, 2016).

Para compreender a atuação dos sistemas atmosféricos em Goiânia - GO faz-se primordial considerar a análise da dinâmica climática na América do Sul, sobretudo os sistemas atuantes ativamente sobre a região Centro-Oeste. De acordo com Luiz (2012, p. 9), “a influência desses sistemas ocorre com menor ou maior intensidade em função da localização intracontinental do município de Goiânia, do local de origem e da trajetória de cada um até o interior do país”.

É fato reconhecido que os principais fatores que incidem significativamente na trajetória dos sistemas atmosféricos atuantes sobre a região Centro-Oeste são a latitude e a continentalidade (Monteiro, 1951; Ayoade, 1991), controles que ocasionam modificações nas propriedades das massas de ar, destacadamente na temperatura e na umidade relativa do ar.

Nimer e Brandão (1989) destacam a estabilidade atmosférica conferida à região Centro- Oeste do Brasil durante o ano todo, ao qual atribuem a atuação dos ventos de Nordeste a Leste oriundos do centro anticiclônico localizado no interior do Oceano Atlântico, atualmente denominado de massa de ar Tropical atlântica (mTa).

De acordo com os supracitados autores, esta condição pode ser alterada devido a atuação de três sistemas de circulação que geram perturbações na atmosfera, os quais denominam de Sistemas de Oeste, de Norte e de Sul. Nesse sentido, o Sistema de Oeste é representado pelas Linhas de Instabilidade (IT), atualmente atreladas à dinâmica da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS); o Sistema de Norte é representado pela Convergência Intertropical (CIT), atualmente conhecida como Zona de Convergência Intertropical (ZCIT); e, o Sistema de Sul, representado pelas Frentes Polares (FP).

É importante destacar, ainda, a atuação de um sistema atmosférico com características de circulação anticiclônica de grande escala na troposfera superior, denominado Alta da Bolívia (AB). Sua atuação sobre a região Centro-Oeste está associada a uma intensa liberação de calor latente, especialmente durante a primavera e o verão (LUIZ, 2012).

De acordo com Monteiro (1951) a região Centro-Oeste recebe influência de centros de ação positivos e centros de ação negativos. Os centros de ação positivos originam-se dos sistemas isobáricos de alta pressão, denominados Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) e Anticiclone Migratório Polar. Os ventos que sopram do centro anticiclônico do ASAS - localizado no interior do Oceano Atlântico - para o interior do continente, dão origem a massa de ar Tropical atlântica (mTa). Segundo Borsato (2016), no período do inverno, devido a intensificação da pressão atmosférica, há predomínio da estabilidade, que pode se estender até ao Oeste do Centro-Oeste brasileiro.

No verão, devido ao aquecimento mais intenso do continente, observam-se condições para a ampliação e expansão dos sistemas atmosféricos continentais e de baixa pressão, todavia, pode ocorrer a ampliação da mTa para o interior do Brasil, e ela pode contribuir para dias ensolarados e de atmosfera estável (Borsato, 2016). Sendo assim, a mTa se origina a Sudeste (SE) - Leste (E) da região de Goiânia e atua na cidade por todo o ano, apresentando como efeitos principais estabilidade atmosférica e estiagens prolongadas no outono e no inverno (Luiz, 2012).

O segundo centro de ação positivo, o Anticiclone Migratório Polar, atua na região por intermédio da massa de ar de origem de Frente Polar (FP). A massa de ar Polar atlântica (mPa) possui origem térmica fria e seu centro fica localizado ao Sul da Patagônia argentina. Dessa forma, a mPa tem sua origem à SE/E da região de Goiânia, e atua principalmente nos períodos do inverno e da primavera. As consequências de sua atuação na região são a diminuição das temperaturas e ocasional precipitação frontal (Monteiro, 1951; Luiz, 2012).

Os centros de ação negativos também podem ser denominados de sistemas ciclônicos, ou depressões. Estes centros de ação são formados nas regiões de baixa pressão localizados no interior do continente, a saber, na Depressão Amazônica e na Depressão do Chaco. Possuem origem térmica devido ao aquecimento do continente, e são representados pelas massas de ar Equatorial Continental (mEc) e Tropical Continental (mTc) (Luiz, 2012; Borsato, 2016).

Assim como as outras massas de ar, a mEc possui limites que extrapolam o território brasileiro. Seu centro de origem é localizado na planície amazônica e sua região é atravessada pela linha do Equador, o que favorece o transporte de umidade do Atlântico Norte para o interior do continente através do escoamento dos ventos alísios. Além disso, é importante ressaltar a presença da barreira orográfica formada pela Cordilheira dos Andes. Esse conjunto de fatores permite o transporte de calor e umidade da região Amazônica para

a bacia do Rio Prata (Nimer, 1966; Marengo; Soares, 2002; Borsato, 2016).

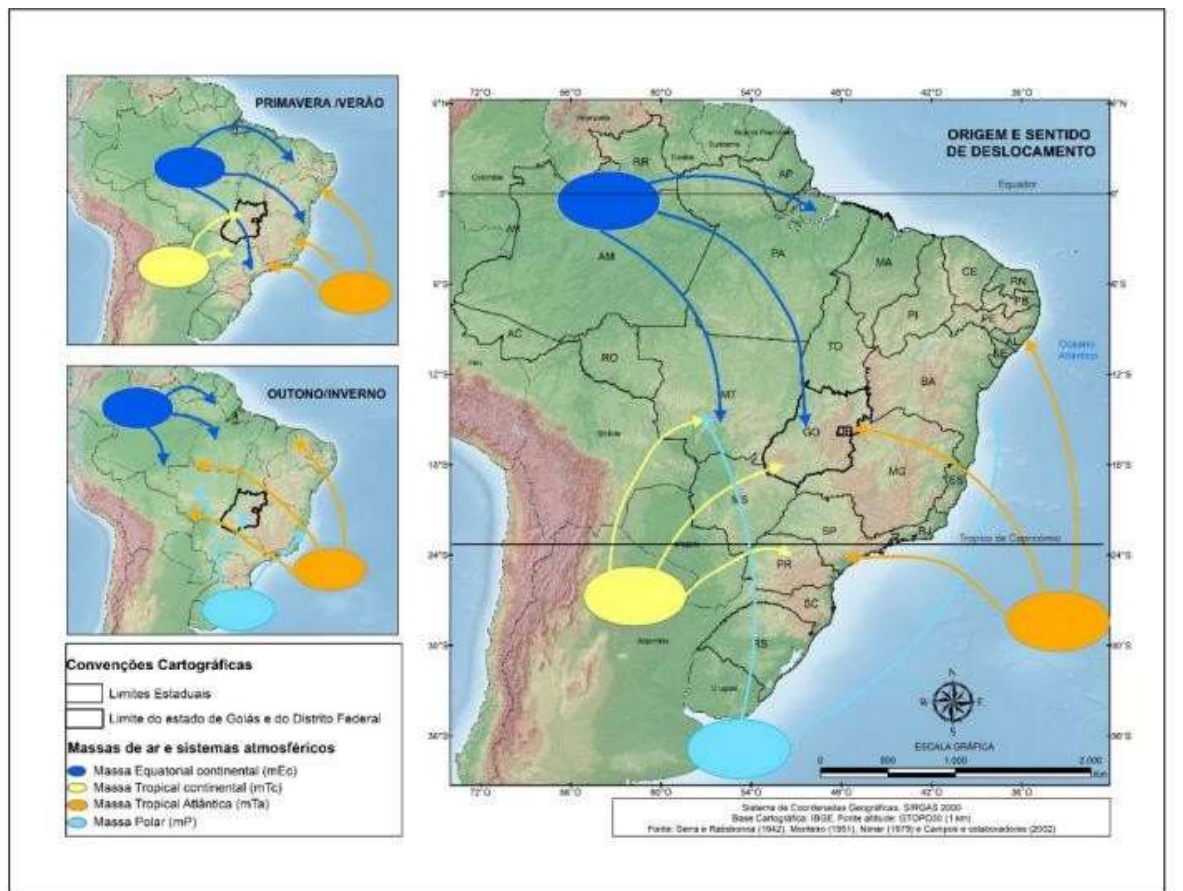
Considerando estes elementos, a mEc é considerada uma das massas de ar mais importantes, pois, devido suas características de temperatura e umidade, ela se torna responsável por grande parte das chuvas convectivas no Brasil. Nessa direção, de acordo com Luiz (2012), a mEc se origina a Noroeste (NW) - Norte (N) da região goiana e atua nos períodos da primavera e do verão, ocasionando instabilidade atmosférica e precipitação convectiva.

A massa de ar Tropical continental (mTc) caracteriza-se como um sistema de baixa pressão atmosférica, elevada temperatura e umidade relativa baixa e variável, com atuação mais persistente nos meses quentes. Possui seu centro de origem localizado em área de baixa pressão atmosférica na região do Grande Chaco, se estendendo desde o Leste da Cordilheira dos Andes, entre a bacia amazônica e o Noroeste da Argentina (Nimer, 1979; Sant'anna Neto, 1990; Borsato, 2016). Por se tratar de um sistema ciclonal e semitemporário, a mTc pode ressurgir com o envelhecimento da massa de ar Polar atlântica (mPa), motivo pelo qual Monteiro (1968, p. 22) considera prudente referi-la como “Polar Velha”, modificada em pseudo Tropical continental (Tc).

Em estudo realizado por Borsato e Mendonça (2014) foi constatado que os meses mais quentes contribuem para a elevação da temperatura e consequente ampliação da mTc sobre estados do Centro-Oeste brasileiro, contudo, devido as condições da circulação zonal e regional, nos meses de inverno ela se torna mais retraída e pode atuar ainda mais intensamente nessa região. Nesse sentido, de acordo com Luiz (2012) a mTc tem sua origem à NW de Goiânia e atua de forma mais evidente na cidade durante o período do verão, apresentando como efeitos a elevação da temperatura e a ocorrência de veranicos.

Na estação mais quente do ano, um arranjo entre sistemas atmosféricos é observado através de uma intensa faixa de nebulosidade, denominado de Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). Esse complexo arranjo se estende de noroeste para sudeste, partindo desde a Amazônia até o interior do Atlântico Sul, ocasionando precipitações intensas por vários dias (Borsato, 2016). Sua origem está associada à junção da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), da Alta da Bolívia (AB) e de sistemas frontais oriundos das regiões subtropicais. Dessa forma, a ZCAS se origina à NW/SE da região de Goiânia e atua no período do verão, ocasionando especialmente a intensificação das chuvas, tanto convectivas quanto frontais (Luiz, 2012). A Figura 8 retrata a atuação dos centros de alta e baixa pressão sobre a região de Goiânia-GO.

**Figura 8:** Massas de ar atuantes no estado de Goiás e Distrito Federal.



**Fonte:** Nascimento; Neves (2021).

**Organização:** Autoria própria (2022).

Corroborando o exposto, em estudo realizado a partir da direção e velocidade dos ventos em Goiânia, Casseti (1993) confirma a participação dos sistemas atuantes na região Centro- Oeste. A atuação da mTa é justificada pela predominância de ventos de leste e sudeste, o que caracteriza a estabilidade atmosférica entre os meses de maio a outubro. Entre outubro a março houve predominância de ventos de nordeste e norte, o que justifica a atuação dos sistemas perturbadores, determinantes no regime de chuvas em Goiânia neste período.

Considerando a presente análise, foram selecionados os meses de agosto, setembro e outubro por demonstrarem os períodos mais quentes da cidade, no período entre os anos de 2018 e 2023, a fim de subsidiar o estudo da termografia para o recorte territorial em tela.

## **CAPÍTULO IV – ENTRE A NATUREZA E A SOCIEDADE: O CLIMA COMO CONSTRUÇÃO SOCIAL**

Neste capítulo, são expostas as informações que estruturam a dimensão do espaço geográfico, abrangendo elementos como a vegetação, o uso e cobertura do solo no município.

O estudo da termografia foi realizado através da análise de dados climáticos (temperatura e umidade do ar) e da interpretação de cartas termais, considerando os meses de agosto, setembro e outubro entre os anos de 2018 a 2023, devido a disponibilidade dos dados nas estações meteorológicas, bem como para avaliar padrões mais recentes do comportamento térmico, minimizando distorções associadas a séries muito curtas ou excessivamente longas. Essa análise permitiu a identificação das ilhas de calor no espaço urbano, e os apontamentos das condições atmosféricas que favoreceram a configuração do fenômeno na cidade.

Os dados sociodemográficos (IBGE, 2010) e aqueles referentes à vulnerabilidade (IPEA, 2024) foram sobrepostos para analisar a dimensão socioespacial e econômica da população goianiense. A elaboração do mapa de vulnerabilidade social permitiu analisar e identificar são as áreas mais susceptíveis, bem quais são as populações vulneráveis socioespacialmente aos riscos climáticos na cidade de Goiânia.

### **4.1. Espaço geográfico de Goiânia: vegetação, uso e cobertura do solo**

Conforme exposto no Capítulo III, Goiânia apresenta características climáticas do tipo subúmido, com sazonalidade definida em duas estações, uma seca e outra chuvosa. De acordo com Luiz (2012) a atuação dos sistemas atmosféricos em Goiânia ocorre com maior ou menor intensidade em função da localização intracontinental do município, do local de origem e da trajetória de cada um desses sistemas até o interior do país, evidenciando modificações nos elementos climáticos, principalmente na temperatura do ar e na umidade relativa. São essas condições climáticas que condicionam as características da vegetação no município.

O panorama fitofisionômico do município de Goiânia reflete resquícios dos diversos mosaicos paisagísticos característicos do Cerrado. Originalmente, a vegetação natural onde localiza-se Goiânia era constituída por formações florestais (predominância de espécies arbóreas, com formação de um dossel contínuo ou descontínuo); formações savânicas (árvores e arbustos espalhados sobre o estrato graminoso, sem a formação de dossel

contínuo); e, áreas de transição (Luiz, 2012). O Quadro 4 sintetiza a distribuição espacial das diferentes classes de cobertura na área de estudo, evidenciando o predomínio de áreas urbanizadas, que correspondem a 41,5% do território, o que indica elevado grau de antropização.

**Quadro 4:** Vegetação, uso e cobertura do solo no município de Goiânia - GO em 2020.

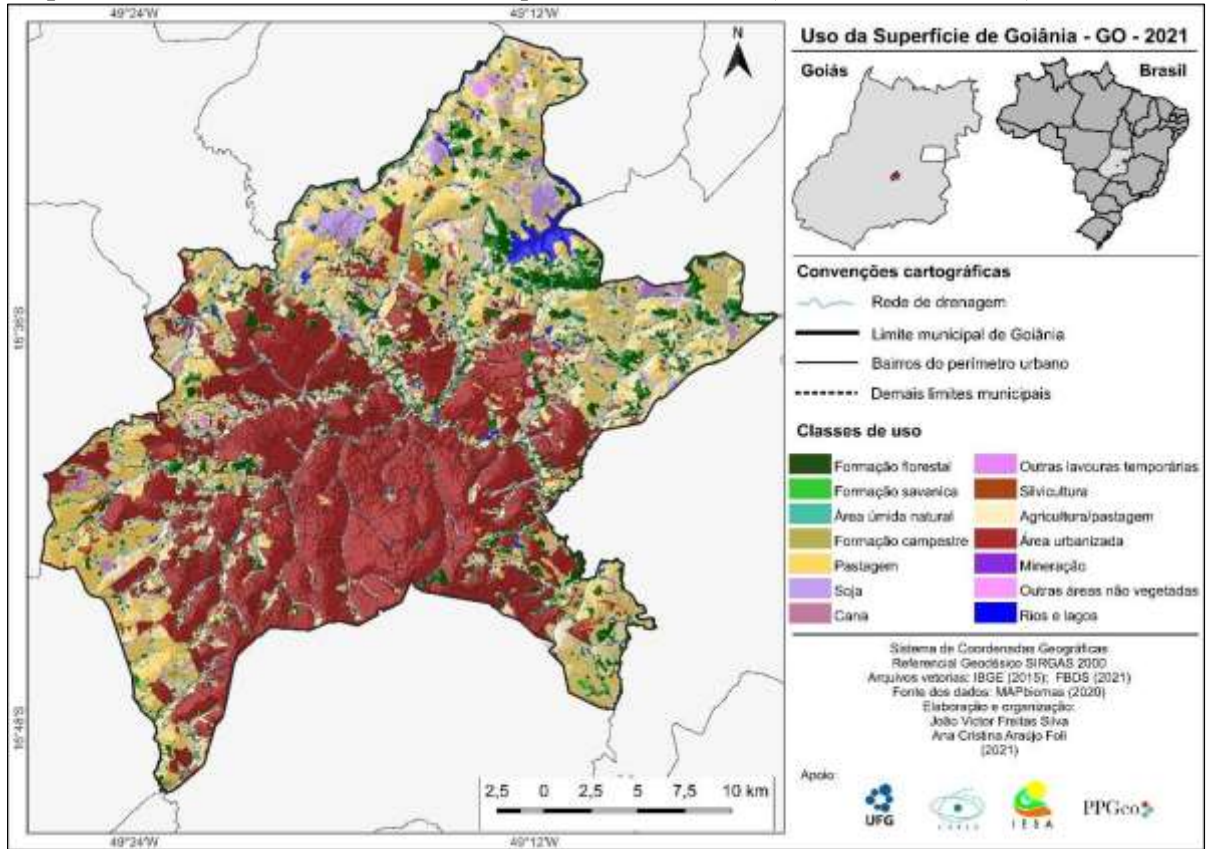
Uso e Ocupação do Solo	Área (ha)	Área relativa (%)
Formação florestal	8.544	11,7
Formação savânica	268	0,3
Área úmida natural	603	0,9
Formação campestre	144	0,2
Pastagem	15.378	21,1
Soja	1.065	1,5
Cana	1	0
Outras lavouras temporárias	627	0,8
Silvicultura	430	0,5
Agricultura/pastagem	14.638	20,1
Área urbanizada	30.238	41,5
Mineração	1	0
Outras áreas não vegetadas	300	0,5
Rios e lagos	694	0,9
<b>Área total</b>	<b>72.931</b>	<b>100%</b>

**Fonte:** MAPbiomas (2020).

**Organização:** Autoria própria (2022).

Em seguida, destacam-se as áreas destinadas à pastagem (21,1%) e aquelas classificadas como agricultura/pastagem (20,1%), demonstrando a forte presença de atividades agropecuárias. As formações vegetais naturais - incluindo formações florestais, savânicas, campestres e áreas úmidas - somam cerca de 13,1% da área total, com maior representatividade das formações florestais (11,7%). As atividades agrícolas específicas, como cultivo de soja, outras lavouras temporárias e silvicultura, apresentam participação menos expressiva, enquanto corpos d'água, áreas não vegetadas e mineração ocupam parcelas reduzidas do território. No conjunto, os dados evidenciam um padrão de uso do solo fortemente influenciado pela urbanização e pelas atividades produtivas, com remanescentes naturais fragmentados (Quadro 4 e Mapa 5).

**Mapa 5:** Cobertura e uso da terra no município de Goiânia - GO (MAPBIOMAS, 2021).



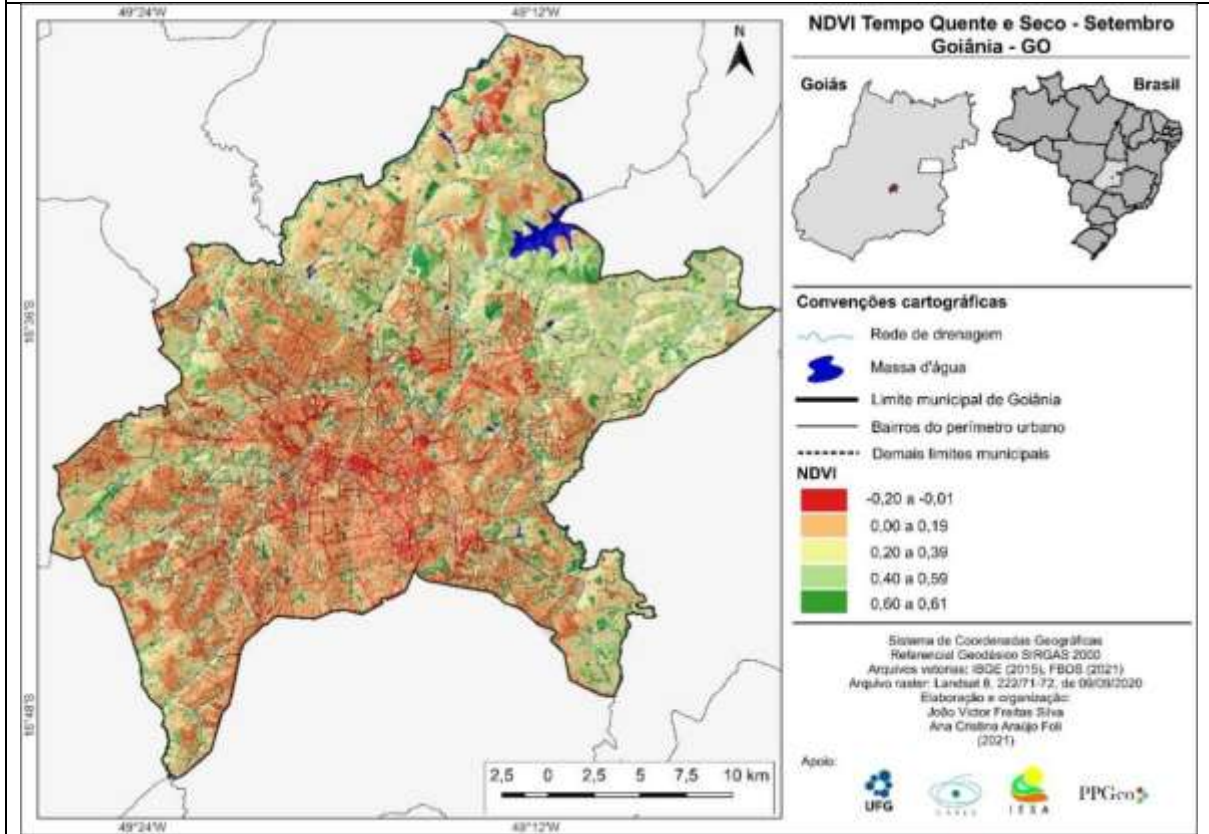
**Fonte:** IBGE (2015); MAPBIOMAS (2020) FBDS (2021).

**Organização:** FOLI, A.; SILVA, J. (2021).

Conforme anteriormente explicitado, desde o início da construção de Goiânia houve alguma preocupação com as questões ambientais, amparada inicialmente pelo plano urbanístico de Atílio Côrrea Lima. A presença de parques urbanos e áreas verdes atualmente até reflete esse direcionamento, entretanto, deve-se observar que estes locais são bastante concentrados, cabendo às áreas periféricas, quando muito, as praças públicas e canteiros centrais.

Neste sentido, foram escolhidos dois episódios para a análise da cobertura vegetal natural em Goiânia, sendo um representativo do período seco (09/09/2020) e outro do período chuvoso (14/12/2020) onde, para cada episódio, foram utilizadas imagens do Satélite *Landsat* 8, órbita 222, pontos 71-72. Portanto, foram observados dados de precipitação nos 30 dias antecedentes à tomada das imagens de satélite, utilizando como fonte a Estação Automática de Goiânia (A002) (BDMEP/INMET, 2024). A Figura 9 apresenta informações referentes ao período seco.

**Figura 9:** NDVI no período seco: Goiânia-GO, 09 de setembro de 2020.



**Fonte:** INPE (2021).

**Organização:** Autoria própria (2022).

Para o período seco, analisou-se dados do mês de agosto de 2020, que apontaram a ausência total de precipitação durante o período. Também nos primeiros nove dias do mês de setembro não foram registrados índices pluviométricos na cidade (BDMEP/INMET, 2024). De acordo com a Figura 9, no mês de setembro, a maior parte da área urbanizada apresentou índices de NDVI que variaram de - 0,20 a - 0,01, e - 0,00 a 0,19, o que indica áreas sem vegetação, como solo exposto, construções, concreto ou asfalto. A vegetação, quando presente, se apresenta muito esparsa ou degradada, como gramíneas secas ou cobertura vegetal pouco densa. Esses resultados reforçam a relação entre a escassez de cobertura vegetal e o aumento da absorção e retenção de calor, contribuindo para a intensificação das ilhas de calor urbanas e para a redução do conforto térmico e higrométrico.

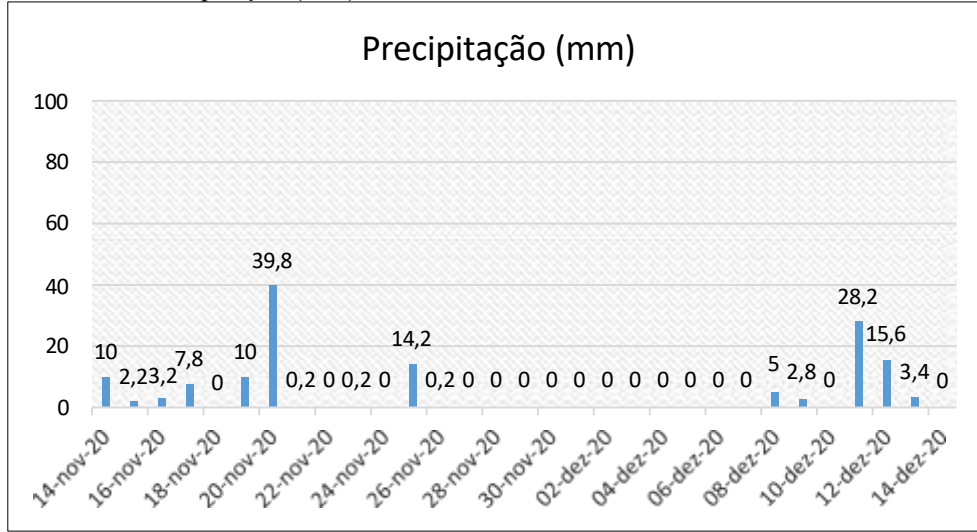
Entretanto, é fundamental realizar uma crítica ao dado de entrada utilizado, uma vez que a resolução espacial das imagens de satélite empregadas não permite a adequada detecção de fragmentos menores de vegetação, como arborização viária, jardins residenciais e quintais, elementos comuns em determinados bairros. Assim, embora os baixos índices de NDVI reflitam, de fato, uma menor presença de vegetação em muitos setores densamente

ocupados, como parte da região central, eles podem subestimar a cobertura vegetal em áreas como o Setor Sul, que apresenta relativa arborização em calçadas e espaços privados. Dessa forma, os resultados devem ser interpretados com cautela, reconhecendo-se as limitações inerentes à escala de análise e à resolução das imagens, que tendem a privilegiar grandes manchas de vegetação contínua em detrimento de elementos verdes urbanos mais fragmentados, porém ambientalmente relevantes.

Nas áreas de pastagem foram observados índices de NDVI entre 0,40 a 0,59 e, em menor expressividade índices na classe entre 0,60 a 0,61. A análise da cobertura vegetal natural, em conjunto com os dados de precipitação permitiu observar que, no período da estiagem a vegetação perdeu seu vigor em função da diminuição da precipitação e consequente umidade relativa do ar. De fato, ao observar a imagem, percebe-se a retração do vigor da vegetação, em razão da menor produção de clorofila decorrente da escassez hídrica característica desta época do ano (Figura 9).

Neste sentido, pela análise do período quente e seco evidencia-se o aumento de áreas sem vegetação, com solo exposto ou vegetação sob estresse hídrico, demonstrando que as poucas áreas de vegetação na área urbana não cumprem um de seus principais benefícios, qual seja amenizar as temperaturas nos locais em que se fazem presentes. Portanto, uma questão importante a ser considerada na análise da qualidade do ambiente refere-se à presença e qualidade da arborização urbana, pois, somente o número de árvores não corresponde, a depender da dinâmica climática local, em uma condição de cidade bem arborizada e que preza pela qualidade do ar.

Para o período chuvoso, analisou-se dados de precipitação entre os dias 14 de novembro ao dia 14 de dezembro de 2020, conforme melhor visualizado no Gráfico 1. Os registros demonstraram dias consecutivos de índices pluviométricos no período entre 14 a 20 de novembro, com pico de aproximadamente 40 mm no dia 20. Posteriormente, após um registro de 14,2 mm no dia 26 de novembro houve um período de aproximadamente 10 dias de ausência de chuvas, retornando no dia 08 de dezembro, com pico de 28,2 mm registrados no dia 12 de dezembro, ou seja, dois dias antes da tomada da imagem de satélite.

**Gráfico 1:** Precipitação (mm) em Goiânia: 14 de novembro à 14 de dezembro de 2020.

**Fonte:** INMET (2022).

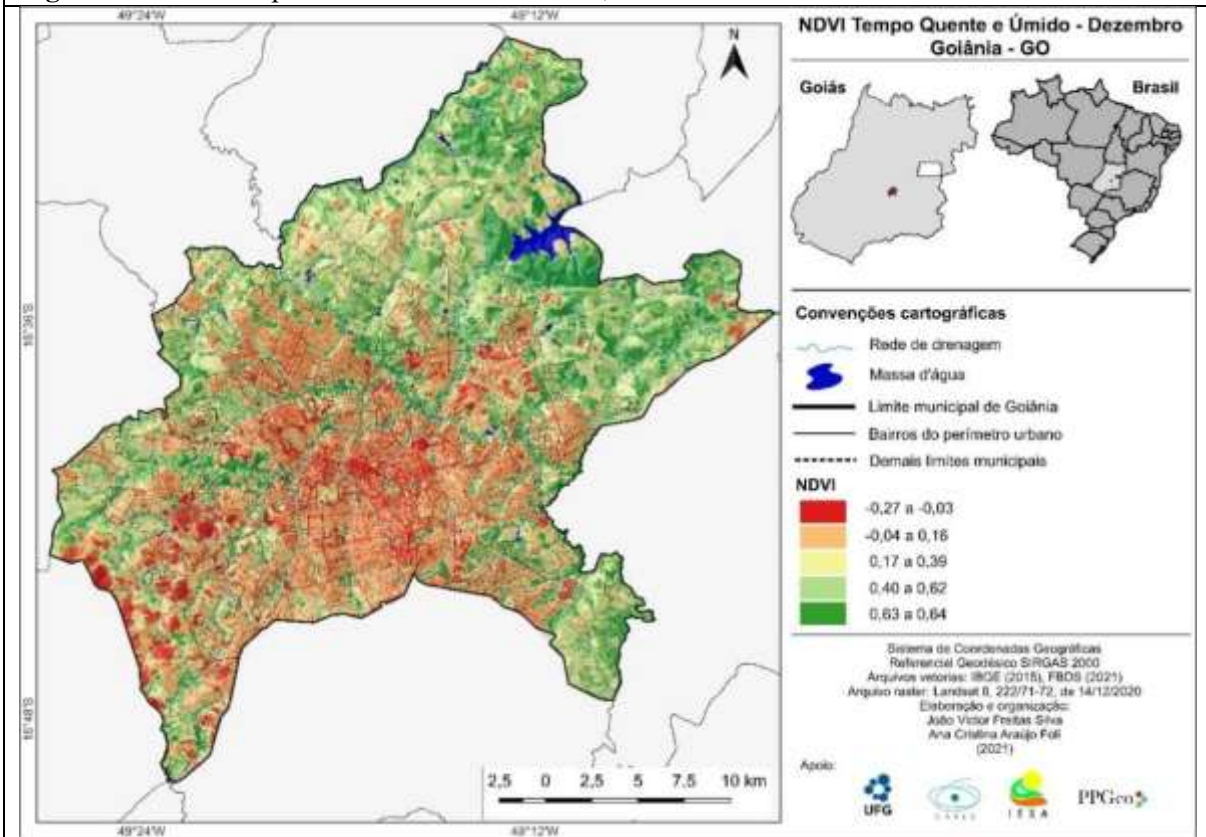
**Organização:** Autoria própria (2022).

Sendo assim, com o retorno das chuvas mais consistentes, observa-se no mês de dezembro (Figura 10) o aumento do vigor e densidade da vegetação no entorno rural de Goiânia e áreas periféricas da cidade, especialmente nas regiões norte e nordeste, além de se mostrar mais presente nos cursos hídricos, nos fragmentos de vegetação da paisagem e nas áreas de pastagem, onde foram observados índices de NDVI que variaram entre as classes de 0,17 e 0,39, e 0,40 e 0,62 e, em menor expressividade, índices entre 0,63 e 0,64.

Os índices entre 0,17 e 0,39 indicam áreas com presença de vegetação esparsa, exercendo influência limitada no controle da temperatura; a classe representando NDVI entre 0,40 e 0,62 representa áreas com vegetação mais densa, com capacidade de amenizar de forma mais significativa o calor urbano. Já em menor proporção, os valores entre 0,63 e 0,64 refletem a presença de vegetação mais densa, associada às menores temperaturas registradas na superfície, evidenciando o papel essencial da cobertura vegetal na regulação térmica das áreas urbanas.

Por outro lado, de acordo com a Figura 9, no mês de dezembro de 2020, os setores central, sul e sudoeste apresentaram índices de NDVI com variações entre -0,27 e -0,03, e -0,04 e 0,16, o que demonstra ausência ou retração da vegetação. Tais índices, conforme já apresentado anteriormente, expressam pouca ou quase nenhuma vegetação, reforçando o fato de que as áreas mais densamente ocupadas da cidade de Goiânia são praticamente destituídas de vegetação. Destacam-se os valores muito baixos de NDVI no extremo sudoeste do município, com ocorrências mais extensas do que aquelas observadas no período seco.

**Figura 10:** NDVI no período úmido: Goiânia-GO, 14 de dezembro de 2020.



**Fonte:** INPE (2021).

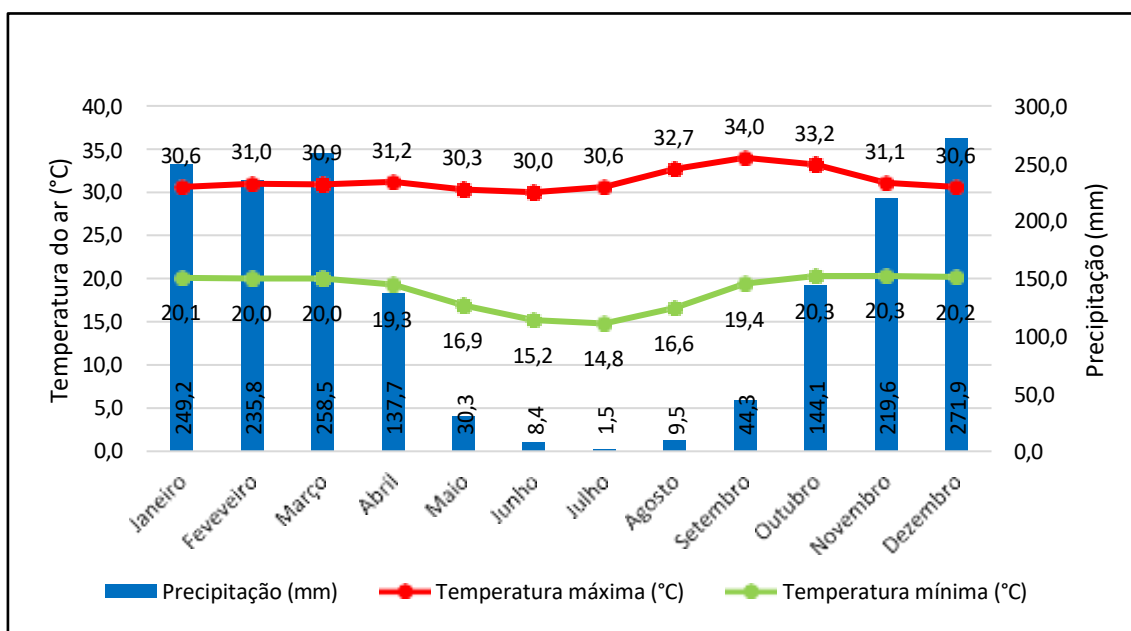
**Organização:** Autoria própria (2022).

Portanto, no período quente e úmido observa-se a restauração das áreas vegetadas, consequência decorrente do retorno gradual da precipitação na região Centro-Oeste, ou seja, uma característica típica do bioma Cerrado.

#### **4.2 O campo termodinâmico e suas manifestações : uma leitura dos elementos climáticos no espaço urbano**

As mudanças climáticas ocorrem e são discutidas no âmbito global, porém os impactos são vivenciados e repercutem sobre a população no âmbito local. Dessa forma, o processo de ocupação reflete a segregação por meio dos impactos, que são vivenciados pela população de maior vulnerabilidade social. Partindo desta premissa, climograma com os valores das médias de temperaturas máximas e mínimas do ar e precipitação média da cidade de Goiânia - GO, com base nos dados da Estação Automática oficial do Instituto Nacional de Meteorologia (Código A002) estão presentes no Gráfico 2, representando a normal climatológica para a série histórica de 1991 a 2020.

**Gráfico 2:** Climograma com os valores de temperatura do ar (máximas e mínimas) e precipitação em Goiânia-GO (1991-2020).



**Fonte:** INMET (2021).

**Organização:** Própria autora (2022).

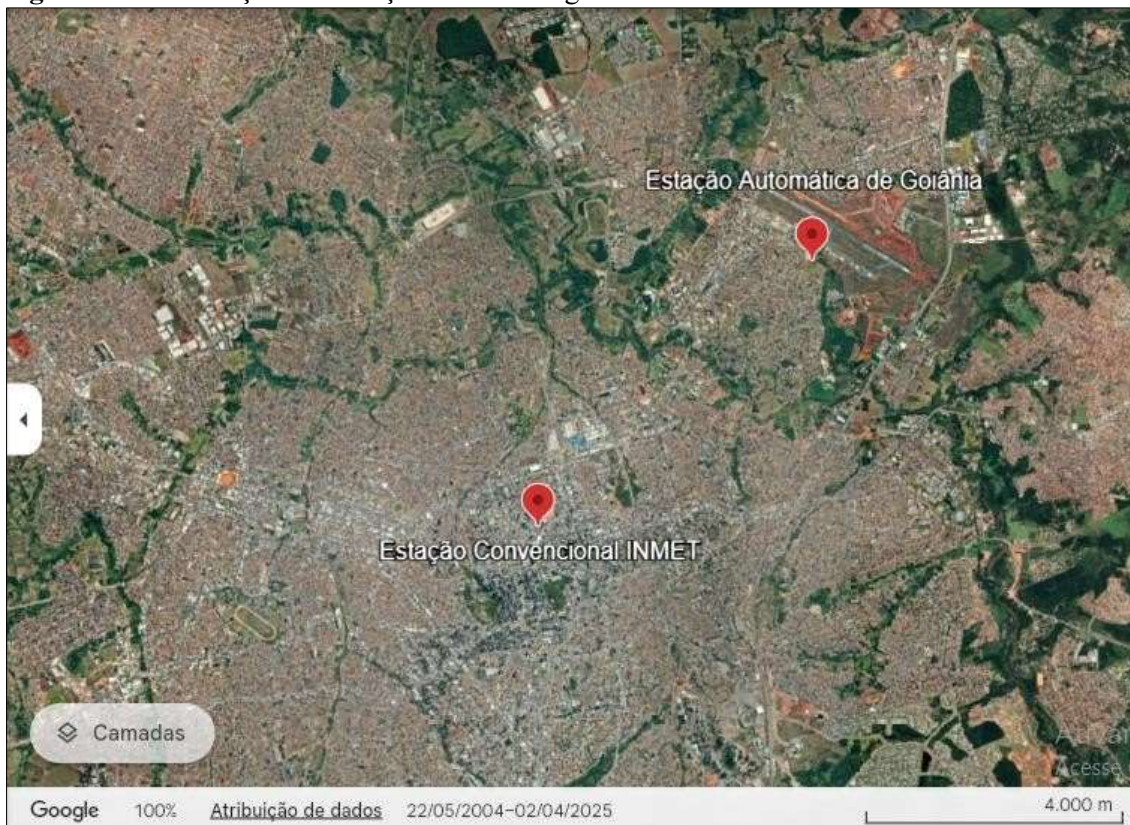
De acordo com o Gráfico 2, a precipitação na cidade de Goiânia é concentrada nos meses de outubro a março, sendo os picos representados pelos meses de dezembro e janeiro, com média de 271,9 mm e 249,2 mm, respectivamente. Em contrapartida, no período que se estende dos meses de maio a setembro, as médias dos totais de precipitação são baixas, abaixo dos 50 mm, sendo os meses de junho e julho os que registram os menores valores médios de precipitação, com 8,4 mm e 1,5 mm, respectivamente.

Os meses de setembro e outubro apresentaram os maiores valores de média das temperaturas máximas, 34 °C e 33,2 °C, respectivamente. No período de maio a agosto as temperaturas são amenas, sendo junho e julho os meses mais representativos do período frio. Convém ressaltar que as temperaturas são mais baixas nos horários da manhã e da noite, pois durante o dia as médias das máximas ultrapassam os 30 °C. Sendo assim, os dados apresentados no Gráfico 2 corroboram a atuação das dinâmicas atmosféricas que condicionam os tipos de tempo, conforme apresentado no Capítulo III.

Considerando a análise da normal climatológica presente no Gráfico 2, foram selecionados os meses de agosto, setembro e outubro como os mais representativos das altas temperaturas em Goiânia. A estação convencional de Goiânia (Código 83423) localiza-se sob as coordenadas 16°49'23" S e 49°15'50" W, situada à Avenida Paranaíba na região central da cidade. Já a estação automática localiza-se sob as coordenadas 16°38'33" S e

49°13'14" W próxima ao Aeroporto Internacional de Goiânia, em área mais periférica do setor nordeste da cidade (Figura 11).

**Figura 11:** Localização das Estações Meteorológicas do INMET em Goiânia - GO.



**Fonte:** Google Earth® (2025).

**Organização:** Autoria Própria (2025).

A partir da organização dos elementos climáticos coletados através do site do INMET, foram analisados dados de temperatura máxima e mínima do ar (°C), amplitude térmica (°C) e umidade relativa do ar (%) para os respectivos meses de agosto, setembro e outubro, considerando o período entre 2018 e 2023. Conforme anteriormente esclarecido, a escolha desse recorte temporal justifica-se pela disponibilidade e continuidade dos dados nas estações meteorológicas analisadas, com o objetivo de avaliar padrões recentes e recorrentes do comportamento térmico, minimizando distorções associadas a séries muito curtas ou excessivamente longas. A Figura 12 demonstra a organização dos dados do mês de agosto referentes a Estação Convencional (83423) da cidade de Goiânia, enquanto a Figura 13 permite visualizar os dados da Estação Automática (A002).

**Figura 12:** Estação Convencional de Goiânia: temperatura máxima e mínima do ar (°C), amplitude térmica e umidade relativa do ar (%) em agosto.

Estação Convencional																															
Agosto																															
Temperatura Máxima do Ar (°C)																															
Ano/dia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
2018	33,7	33,7	33,5	33,5	33,4	35	31,6	35,3	32,8	31,6	32,5	33,4	34,7	35,1	34,3	28,9	30,9	31,5	32,9	33,7	33,4	34,8	35	35,1	33,2	33,6	34,1	33,2	32,7	33,1	34,8
2019	34	33,9	31,8	27,1	29,8	29,8	30,8	31,6	32,7	34	33,9	33,9	34	33,1	31,1	31,6	32,1	33,2	34	34,8	34,7	35	34,9	33,9	34,8	33,4	33,3	32,7	33	35,4	36,5
2020	29,6	29,9	28,8	28,9	28,8	29,7	29,7	30,1	30,3	31,6	32,2	33,8	34,2	34,7	33,8	34	35	37,1	36	34,3	28,7	29,1	32,8	34,9	33,8	33,7	34,3	33,9	35,3	36,3	35,7
2021	32,5	31,9	31,5	31	31,5	28,9	28,8	30,8	31,7	31,3	33,4	33,9	34,7	34,7	34,9	35,7	35,2	33,9	32,7	32,5	32,7	34,6	34,8	36	36,4	36,7	36,5	34,3	34	33,6	32,9
2022	34,1	34,7	34,6	33,5	34,7	35,7	35,6	33,1	34,2	26,4	27,8	33,1	34,3	33,5	34,5	34,5	35,6	35,3	30,1	32,5	32,1	31,3	31,9	32,5	32,9	33,7	34,4	35,5	36,6	34,1	33,1
2023	33,3	32,9	32,9	32,5	32,3	35	34,9	35,5	35,3	35,3	35,1	35,3	34,8	33,7	28,5	30,5	33	33,9	31	32,9	31,3	35,3	37,2	36,3	36,9	29,9	34,4	30,7	35,6	31,9	35,5
<b>Maior Valor</b>	<b>34,1</b>	<b>34,7</b>	<b>34,6</b>	<b>33,5</b>	<b>34,7</b>	<b>35,7</b>	<b>35,6</b>	<b>35,5</b>	<b>35,3</b>	<b>35,3</b>	<b>35,1</b>	<b>35,3</b>	<b>34,8</b>	<b>35,1</b>	<b>34,9</b>	<b>35,7</b>	<b>35,6</b>	<b>37,1</b>	<b>36</b>	<b>34,8</b>	<b>34,7</b>	<b>35,3</b>	<b>37,2</b>	<b>36,3</b>	<b>36,9</b>	<b>36,7</b>	<b>36,5</b>	<b>35,5</b>	<b>36,6</b>	<b>36,3</b>	<b>36,5</b>
Temperatura Mínima do Ar (°C)																															
Ano/dia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
2018	16	19,3	19,3	17,8	18,7	17,5	18,5	18,5	17,6	17,3	15,3	11,4	11,7	14,9	18,9	20,4	19,4	17,8	17,7	18,5	18	19,7	19,7	23	20,8	19,5	17,9	20,8	19,1	19,4	19,7
2019	15,8	16,1	18	14,1	15,3	18,1	17,7	15,4	16,1	17,4	17	20	17,8	16,5	18,1	17,8	19,1	20,5	16,9	21	21,1	19,5	21,2	18,5	16,4	20,3	20,7	19,5	21,2	20,8	19,5
2020	16,5	16,2	15	14,6	13,9	15,6	15,7	17,1	13,9	17	18	18,2	17,5	18,1	17,8	17,2	18,6	20	20,1	20,3	15,6	15,6	16	17,3	18,6	16,3	14,2	18	17,9	19,2	18,9
2021	17	15,6	14,9	16,2	17,6	17,4	18	16	15,3	17,6	15,5	14,6	17,9	19,2	16,1	16,5	17,7	18,3	18,1	17,1	17	18,8	18,7	18,4	19	19	21,1	22,1	20,6	19,1	18,8
2022	15	17,1	18,1	18,3	16,9	15,8	16,3	17,8	20	17,8	10,4	10,3	14,1	18	17,7	19,7	18,4	17,7	16,7	15,7	17,3	17,5	16,2	16	18,1	19,6	18,8	17,9	17	20	19,1
2023	14,9	16	14,1	15,9	12,9	13,7	15	15	18,5	19,1	17,2	17	16,7	18	18,6	16,2	17,2	16,6	18,7	16,1	15	13,9	15,4	17	18,3	19,9	19,5	17,5	19,4	17,7	18
<b>Menor Valor</b>	<b>14,9</b>	<b>15,6</b>	<b>14,1</b>	<b>14,1</b>	<b>12,9</b>	<b>13,7</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>13,9</b>	<b>17</b>	<b>10,4</b>	<b>10,3</b>	<b>11,7</b>	<b>14,9</b>	<b>16,1</b>	<b>16,2</b>	<b>17,2</b>	<b>16,6</b>	<b>16,7</b>	<b>15,7</b>	<b>15</b>	<b>13,9</b>	<b>15,4</b>	<b>16</b>	<b>16,4</b>	<b>16,3</b>	<b>14,2</b>	<b>17,5</b>	<b>17</b>	<b>17,7</b>	<b>18</b>
Amplitude Térmica (°C)																															
Ano/dia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
2018	17,7	14,4	14,2	15,7	14,7	17,5	13,1	16,8	15,2	14,3	17,2	22	23	20,2	15,4	8,5	11,5	13,7	15,2	15,2	15,4	15,1	15,3	12,1	12,4	14,1	16,2	12,4	13,6	13,7	15,1
2019	18,2	17,8	13,8	13	14,5	11,7	13,1	16,2	16,6	16,6	16,9	13,9	16,2	16,6	13	13,8	13	12,7	17,1	13,8	13,6	15,5	13,7	15,4	18,4	13,1	12,6	13,2	11,8	14,6	17
2020	13,1	13,7	13,8	14,3	14,9	14,1	14	13	16,4	14,6	14,2	15,6	16,7	16,6	16	16,8	16,4	17,1	15,9	14	13,1	13,5	16,8	17,6	15,2	17,4	20,1	15,9	17,4	17,1	16,8
2021	15,5	16,3	16,6	14,8	13,9	11,5	10,8	14,8	16,4	13,7	17,9	19,3	16,8	15,5	18,8	19,2	17,5	15,6	14,6	15,4	15,7	15,8	16,1	17,6	17,4	17,7	15,4	12,2	13,4	14,5	14,1
2022	19,1	17,6	16,5	15,2	17,8	19,9	19,3	15,3	14,2	8,6	17,4	22,8	20,2	15,5	16,8	14,8	17,2	17,6	13,4	16,8	14,8	13,8	15,7	16,5	14,8	14,1	15,6	17,6	19,6	14,1	14
2023	18,4	16,9	18,8	16,6	19,4	21,3	19,9	20,5	16,8	16,2	17,9	18,3	18,1	15,7	9,9	14,3	15,8	17,3	12,3	16,8	16,3	21,4	21,8	19,3	18,6	10	14,9	13,2	16,2	14,2	17,5
<b>Maior Valor</b>	<b>19,1</b>	<b>17,8</b>	<b>18,8</b>	<b>16,6</b>	<b>19,4</b>	<b>21,3</b>	<b>19,9</b>	<b>20,5</b>	<b>16,8</b>	<b>16,6</b>	<b>17,9</b>	<b>22,8</b>	<b>23</b>	<b>20,2</b>	<b>18,8</b>	<b>19,2</b>	<b>17,5</b>	<b>17,6</b>	<b>17,1</b>	<b>16,8</b>	<b>16,3</b>	<b>21,4</b>	<b>21,8</b>	<b>19,3</b>	<b>18,6</b>	<b>17,7</b>	<b>20,1</b>	<b>17,6</b>	<b>19,6</b>	<b>17,1</b>	<b>17,5</b>
Umidade Relativa do Ar (%)																															
Ano/dia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
2018	41	39	43	41	45	42	49	44	58	51	41	30	27	35	32	48	59	63	45	36	31	31	34	35	47	55	53	38	35	32	32
2019	32	41	48	54	55	49	46	39	40	38	38	32	37	33	33	38	37	32	40	42	35	35	32	34	29	31	32	34	36	34	35
2020	46	44	43	42	41	44	41	41	42	40	36	34	36	36	36	37	40	36	36	39	47	45	54	45	37	33	24	28	29	30	27
2021	39	39	39	36	34	41	46	41	39	39	35	29	31	31	29	30	32	33	33	33	33	33	33	31	34	32	32	38	42	37	
2022	40	39	34	37	41	45	41	39	41	56	44	35	34	36	32	35	30	33	46	46	41	38	34	34	30	31	30	23	31	30	37
2023	37	36	36	36	45	37	30	37	29	35	35	32	34	32	41	40	38	35	43	50	59	52	39	40	44	57	57	63	56	69	57
<b>Menor Valor</b>	<b>32</b>	<b>36</b>	<b>34</b>	<b>36</b>	<b>34</b>	<b>37</b>	<b>30</b>	<b>37</b>	<b>29</b>	<b>35</b>	<b>35</b>	<b>30</b>	<b>27</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>29</b>	<b>30</b>	<b>32</b>	<b>33</b>	<b>33</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>32</b>	<b>33</b>	<b>29</b>	<b>31</b>	<b>24</b>	<b>23</b>	<b>29</b>	<b>30</b>	<b>27</b>

Fonte: BDMEP/INMET (2024). Organização: Autoria própria (2025).

**Figura 13:** Estação Automática de Goiânia: temperatura máxima e mínima do ar (°C), amplitude térmica e umidade relativa do ar (%) em agosto.

Estação Automática																															
Agosto																															
Temperatura Máxima do Ar (°C)																															
Ano/dia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
2018	32,9	32,8	32,8	33,3	33,1	33,6	30,3	34,4	32,2	30,6	31,9	33,3	33,8	33,9	34,1	28,5	29,3	30,8	32,2	32,5	32,8	32,8	34,2	33,9	31,7	31,1	32,6	30,8	31,3	32,4	33,3
2019	33,6	32,9	29,9	26,7	29,5	29,1	29,8	31	31,9	32,4	33,5	33,3	32,9	32,1	30	30,7	32	33,5	33,7	33,9	34,1	34,2	34,5	33,3	34	32,6	32,3	32,5	32,7	34,9	36,6
2020	28,7	29,1	27,8	28,1	27,8	28,7	28,7	28,5	29,7	31,3	32,3	32,9	33,2	34,3	34,6	35,2	35,6	36,7	35,8	34	27,8	28,3	32,7	33,6	32,7	32,4	32,8	32,7	34,5	35,2	35,3
2021	31,2	30,4	30,8	30,2	29,6	28,4	29,4	29,4	31,7	31,1	32,5	33,4	33,6	33,8	34,3	34,6	34,3	32,6	31,5	31,4	32	33,7	34,5	35	35,5	36,4	36,1	33,5	33,6	32,5	32,4
2022	33,8	33,7	33	33	33,8	34,9	35,7	32,4	34	26,3	27,4	32,9	33,5	32,6	34,1	34,8	34,7	34,3	28,9	31,2	30,5	30	30,4	31,7	32,7	33	33,7	34,2	34,9	34,3	32
2023	32,5	31,9	31,7	32,4	32,2	34,2	34,3	34,7	34,7	35,2	34,3	34,6	33,7	31,9	27,8	29,6	32,5	33,9	30,3	34,5	31	34,8	36,8	35,2	36,4	30,1	34,8	30,2	35	31,4	35,3
<b>Maior Valor</b>	<b>33,8</b>	<b>33,7</b>	<b>33</b>	<b>33,3</b>	<b>33,8</b>	<b>34,9</b>	<b>35,7</b>	<b>34,7</b>	<b>34,7</b>	<b>35,2</b>	<b>34,3</b>	<b>34,6</b>	<b>33,8</b>	<b>34,3</b>	<b>34,6</b>	<b>35,2</b>	<b>35,6</b>	<b>36,7</b>	<b>35,8</b>	<b>34,5</b>	<b>34,1</b>	<b>34,8</b>	<b>36,8</b>	<b>35,2</b>	<b>36,4</b>	<b>36,4</b>	<b>36,1</b>	<b>34,2</b>	<b>35</b>	<b>35,2</b>	<b>36,6</b>
Temperatura Mínima do Ar (°C)																															
Ano/dia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
2018	14	17,8	17,2	15,2	16,1	16,3	16,3	16,6	18,9	17,9	12,9	8,6	9,4	12	16,6	19,9	18,4	16,9	16,3	16,5	14,6	15,7	16,4	21,5	18,2	18,7	17,2	18,9	16,1	18,3	16,6
2019	13,5	14,3	15,6	12	15	17,1	16,6	13,2	13,7	15,3	14,7	17,2	14,9	14	16	17	17,9	19,6	14,8	19,6	17,9	17,5	18,5	16	14,1	17,8	17,1	16,6	17,8	17,4	17,4
2020	15,3	12,8	12,8	10	10	12,4	11,6	15,4	11,5	15	15,7	15,1	15,1	15,2	14,9	14,9	16,8	17,4	17,4	17,4	15,8	15,5	15,5	16,5	15,1	13,1	10,7	13,7	15,3	16	16,3
2021	14,3	14,2	12,7	13	14,3	15,4	17,4	14,7	13	15,4	13	11,9	14,4	15,4	14	14,1	14,6	15,4	15,8	15,2	14,1	15,6	15,8	16,1	16,1	16,7	17,2	19,7	18,3	18,1	17,2
2022	13,7	14,3	15,1	15,1	14,3	13,7	13,8	15,4	17,9	18,1	9,5	7,5	12,3	15,4	15,9	16,9	16,4	15,2	14,5	14,3	17,1	16,7	13,8	13,4	15,7	16,9	16,6	15,6	14,2	18,7	19
2023	13,8	15,9	12,7	11,8	13	13,3	13,1	13,9	15,9	17,3	16,9	15,6	14,9	16,8	16,5	13,8	16,4	15,8	18,8	15,9	16,4	13,9	15	17,1	18	19,7	20	19,3	20,2	19,4	18,8
<b>Menor Valor</b>	<b>13,5</b>	<b>12,8</b>	<b>12,7</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>12,4</b>	<b>11,6</b>	<b>13,2</b>	<b>11,5</b>	<b>15</b>	<b>9,5</b>	<b>7,5</b>	<b>9,4</b>	<b>12</b>	<b>14</b>	<b>13,8</b>	<b>14,6</b>	<b>15,2</b>	<b>14,5</b>	<b>14,3</b>	<b>14,1</b>	<b>13,9</b>	<b>13,8</b>	<b>13,4</b>	<b>14,1</b>	<b>13,1</b>	<b>10,7</b>	<b>13,7</b>	<b>14,2</b>	<b>16</b>	<b>16,3</b>
Amplitude Térmica (°C)																															
Ano/dia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
2018	18,9	15	15,6	18,1	17	17,3	14	17,8	13,3	12,7	19	24,7	24,4	21,9	17,5	8,6	10,9	13,9	15,9	16	18,2	17,1	17,8	12,4	13,5	12,4	15,4	11,9	15,2	14,1	16,7
2019	20,1	18,6	14,3	14,7	14,5	12	13,2	17,8	18,2	17,1	18,8	16,1	18	18,1	14	13,7	14,1	13,9	18,9	14,3	16,2	16,7	16	17,3	19,9	14,8	15,2	15,9	14,9	17,5	19,2
2020	13,4	16,3	15	18,1	17,8	16,3	17,1	13,1	18,2	16,3	16,6	17,8	18,1	19,1	19,7	20,3	18,8	19,3	18,4	16,6	12	12,8	17,2	17,1	15,6	19,3	22,1	19	19,2	19,2	19
2021	16,9	16,2	18,1	17,2	15,3	13	12	14,7	18,7	15,7	19,5	21,5	19,2	18,4	20,3	20,5	19,7	17,2	15,7	16,2	17,9	18,1	18,7	18,9	19,4	19,7	18,9	13,8	15,3	14,4	15,2
2022	20,1	19,4	17,9	17,9	19,5	21,2	21,9	17	16,1	8,2	17,9	25,4	21,2	17,2	18,2	17,9	18,3	19,1	14,4	16,9	13,4	13,3	16,6	18,3	17	16,1	17,1	18,6	20,7	15,6	13
2023	18,7	16	19	20,6	19,2	20,9	21,2	20,8	18,8	17,9	17,4	19	18,8	15,1	11,3	15,8	16,1	18,1	11,5	18,6	14,6	20,9	21,8	18,1	18,4	10,4	14,8	10,9	14,8	12	16,5
<b>Maior Valor</b>	<b>20,1</b>	<b>19,4</b>	<b>19</b>	<b>20,6</b>	<b>19,5</b>	<b>21,2</b>	<b>21,9</b>	<b>20,8</b>	<b>18,8</b>	<b>17,9</b>	<b>19,5</b>	<b>25,4</b>	<b>24,4</b>	<b>21,9</b>	<b>20,3</b>	<b>20,5</b>	<b>19,7</b>	<b>19,3</b>	<b>18,9</b>	<b>18,6</b>	<b>18,2</b>	<b>20,9</b>	<b>21,8</b>	<b>18,9</b>	<b>19,9</b>	<b>19,7</b>	<b>22,1</b>	<b>19</b>	<b>20,7</b>	<b>19,2</b>	<b>19,2</b>
Umidade Relativa do Ar (%)																															
Ano/dia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
2018	50	50	50	51	53	54	57	54	63	60	44	43	40	40	42	52	62	65	53	44	37	40	41	35	58	58	43	43	41	33	36
2019	45	48	55	60	56	53	52	47	48	46	46	37	41	40	38	41	40	36	46	43	43	41	35	38	34	35	38	40	40	39	41
2020	51	49	47	48	49	52	49	48	46	44	41	42	45	45	45	49	47	45	44	47	45	48	56	51	43	35	31	33	35	37	34
2021	48	49	50	45	41	45	46	41	43	46	46	44	37	36	42	42	41	39	38	38	38	39	38	39	38	35	33	41	46	51	
2022	45	43	42	41	46	44	42	45	44	57	46	42	44	42	35	34	34	37	52	49	40	40	37	37	33	34	34	36	35	33	39
2023	47	44	44	46	49	46	39	46	36	41	42	40	41	41	47	49	42	42	46	53	65	56	47	47	52	61	59	67	61	71	60
<b>Menor Valor</b>	<b>45</b>	<b>43</b>	<b>42</b>	<b>41</b>	<b>41</b>	<b>44</b>	<b>39</b>	<b>41</b>	<b>36</b>	<b>41</b>	<b>41</b>	<b>37</b>	<b>37</b>	<b>36</b>	<b>35</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>36</b>	<b>38</b>	<b>38</b>	<b>37</b>	<b>38</b>	<b>35</b>	<b>35</b>	<b>33</b>	<b>34</b>	<b>31</b>	<b>33</b>	<b>35</b>	<b>33</b>	<b>34</b>

Fonte: BDMEP/INMET (2024). Organização: Autoria própria (2025).

Conforme a Figura 12, é possível observar que, em relação à temperatura máxima do ar, os anos de 2020, 2021 e 2023 foram os que apresentaram maiores valores dentro da série analisada. Os registros das temperaturas máximas acima da média da Normal Climatológica são predominantes durante o mês todo, com destaque para os anos de 2018, 2019, 2022 e 2023, que apresentaram, já na primeira semana do mês de agosto, valores de temperaturas acima da média. No ano de 2023, por exemplo, foram verificados 8 dias consecutivos com temperaturas acima da normal, entre os dias 06 e 13 de outubro. Nesse ano, também foi registrada a maior temperatura máxima na Estação Convencional, sendo 37,2 °C no dia 23 de agosto de 2023 (Figura 12).

As análises indicaram que, no ano de 2018, apenas seis dias registraram temperaturas inferiores à normal, variando entre 28,9 °C e 32,5 °C. Isso significa que, em cerca de 81% do mês de agosto as temperaturas apresentaram-se acima da normal, com variações entre 32,8 °C e 35,1 °C. Observa-se apenas pequenos intervalos, de um a três dias com temperaturas inferiores à média, mas com valores aproximados. Destarte, em 26 dias do mês de agosto há o predomínio de temperaturas elevadas, acima da normal.

No ano de 2019, os registros apresentaram 15 dias com temperaturas abaixo da média, com variações térmicas entre 26,7 °C e 32,6 °C. Isso indica que em 52% dos dias de agosto houve o predomínio de temperaturas acima da normal climatológica, com variações entre 33 °C e 36,6 °C. O ano de 2020 apresentou 14 dias com temperaturas variando entre 27,8 °C e 32,3 °C, ou seja, abaixo da normal. Já os valores acima da normal representaram 55% dos dias do mês de agosto, com variações térmicas entre 32,8 °C e 36,7 °C.

No ano de 2021 foram 17 dias com valores de temperaturas máximas abaixo da média, entre 28,4 °C e 32,6 °C, sendo 46% dos dias do mês com registros de temperaturas máximas acima da média, com variações entre 32,8 °C e 36,4 °C. Já o ano de 2022 apresentou nove dias com valores abaixo da média, entre 26,3 °C e 32,6 °C, indicando que ao longo do mês foram 71% dos dias com temperaturas acima da média, com valores entre 32,9 °C e 35,7 °C (Figura 12).

Por último, o ano de 2023 apresentou 11 dias valores acima da média, entre 26,3 °C e 32,6 °C, o que resultou em 64% de dias com registros acima da normal, com variações entre 32,9 °C e 37,2 °C. Nesse ano, também foi registrada a maior temperatura máxima na Estação Convencional, sendo 37,2 °C no dia 23 de agosto de 2023 (Figura 12). Ao considerar a média dos registros diários para a série estudada, observa-se que todos os dias do mês de agosto apresentou média das temperaturas máximas acima da normal, com variações entre

33 °C e 36,8 °C.

Em relação à Estação Automática (Figura 13) verificou-se uma ligeira queda dos valores de temperatura máxima do ar quando comparados aos dados da Estação Convencional, entretanto, observa-se uma equivalência em relação aos anos mais quentes, quais sejam 2020, 2021 e 2023. A temperatura mais alta registrada foi 36,8 °C, também no dia 23 de agosto de 2023 (Figura 13). Cabe ressaltar que, a temperatura máxima observada na normal climatológica para o mês de agosto é de 32,7 °C, portanto, foram verificados valores de 4,5 °C acima da normal, evidenciando as anomalias térmicas associadas à intensificação do fenômeno das ilhas de calor.

Os dados de temperatura mínima do ar (°C) registrados no mês de agosto na Estação Convencional (Figura 12) apontam que, os anos que apresentaram os menores valores foram 2018 e 2022, contrapondo-se aos anos em que foram registradas as maiores temperaturas máximas. A menor temperatura mínima registrada foi de 10,3 °C no dia 12 de agosto de 2022 (Figura 12). Contudo, os dados da Estação Automática (Figura 13) registraram valores ainda mais baixos, cerca de 7,5 °C também no dia 12 de agosto de 2022.

Para o mês de agosto (Figura 13), os valores registrados de temperatura máxima do ar evidenciam que 15 dias estão abaixo da média, com variações entre 28,5 °C e 32,6 °C, o que indica cerca de 52% de dias com temperatura acima da média, com variações entre 32,8 °C e 34,4 °C. Para os anos de 2019, 2020, 2021 e 2022 e 2023, os registrou continuaram apontando para dias com temperaturas máximas acima da média, em torno de 48%; 41%; 43%; 45% e; 45% respectivamente.

De modo geral, observa-se que, para a primeira quinzena do mês de agosto dentro da série analisada, as temperaturas mínimas são mais amenas que no restante do mês, o que pode refletir a característica da estação do inverno. O inverno é a estação do ano que apresenta os menores valores de temperatura mínima do ar, resultado do resfriamento mais acentuado da atmosfera e da menor quantidade de energia acumulada no sistema climático. Nesse período, os dias são caracterizados por menor oferta de radiação solar, e, no Hemisfério Sul, a posição da faixa tropical faz com que os raios solares incidam de forma mais inclinada sobre a atmosfera e a superfície terrestre. Essa inclinação reduz a intensidade da radiação recebida e, conseqüentemente, o acúmulo de energia, resultando em temperaturas mais baixas.

A observação dos dados de temperaturas máximas e mínimas do ar evidenciou amplitude térmica bastante elevada – acima de 16 °C por dia dentro da série analisada – sendo registrado um pico de 25,4 °C em relação aos dados da Estação Automática,

exatamente no dia 12 de agosto de 2022 (Figura 13).

Apesar de não comporem os dados presentes na normal climatológica, entende-se como fundamental demonstrar os dados de umidade relativa do ar, pois estes têm relação direta com a temperatura do ar. Assim, foram evidenciados menores valores na Estação Convencional (Figura 12) em comparação com a Estação Automática (Figura 13), onde registrou-se 23% no dia 28 de agosto de 2022, considerado um estado de atenção para a saúde humana, de acordo com a escala psicométrica sobre níveis de criticidade da umidade do ar, desenvolvida pelo Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas aplicadas à Agricultura – CEPAGRI, da Universidade de Campinas – UNICAMP (CGESP). De modo geral, 2022 foi o ano onde foram observados os menores valores, e 2023 registrou os maiores índices de umidade relativa do ar.

A seguir, as Figuras 14 e 15 apresentam os dados referentes ao mês de setembro. A Figura 14 demonstra a organização dos dados do mês de setembro referentes a Estação Convencional (83423) da cidade de Goiânia, enquanto a Figura 15 apresenta os dados da Estação Automática (A002). A Normal Climatológica (1991-2020) indica para o mês de setembro média de temperatura máxima de 34 °C, e temperatura mínima de 19,4 °C.

**Figura 14:** Estação Convencional de Goiânia: temperatura máxima e mínima do ar (°C), amplitude térmica e umidade relativa do ar (%) em setembro.

Estação Convencional																														
Setembro																														
Temperatura Máxima do Ar (°C)																														
Ano/dia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
2018	35,4	35	32,5	29,5	32,1	35,5	36,5	35,4	35,2	34,8	36	38	36,7	34,3	31,3	35,4	27,8	32,3	32,2	31,1	36,1	36,6	38,5	38,1	36,9	38,1	37,9	36,2	37,4	30,6
2019	36,7	37,2	38	38,4	38,3	36	34,1	36	36,2	37	38,4	39	39,1	38,3	36,9	37,9	38,3	38	38,2	39,2	38,5	39,3	36	36,2	36	23,3	31,3	34,7	35,4	36
2020	36,1	33,3	34	35,3	34,1	35,3	35,9	36,9	36,7	36,5	37,6	36,2	34,4	35,3	35,5	34,6	37	38,5	39,4	38,2	32,9	26,9	26,9	39,5	36,6	36,8	38	38,7	40,4	39,9
2021	32,6	34,3	34,6	36,3	37,7	37,8	38,7	37,9	37,1	35,8	38,6	39,1	38,8	36,8	37,7	39,5	36,9	37,3	38,9	40,4	40,1	39,9	39,4	35,9	35,5	30,1	34,7	36,3	37	36,7
2022	32,8	34,2	36,5	35,9	36,4	35,3	35,3	36,3	36,9	39,1	37,9	38,6	39,5	37,7	35,1	36,1	36	36,6	34,7	32,7	36,7	28,3	24,8	35,3	35,3	34,8	30,2	34,3	35,5	35,5
2023	36,1	34,1	33,8	35,3	34,4	35	33,5	34,5	35,1	36,1	36	37,2	37,7	32,3	30,7	36,1	35,5	36,4	37,3	38,3	37,3	37,7	39	38,6	39,3	39,1	35,9	37,3	33,5	37
<b>Maior Valor</b>	<b>36,7</b>	<b>37,2</b>	<b>38</b>	<b>38,4</b>	<b>38,3</b>	<b>37,8</b>	<b>38,7</b>	<b>37,9</b>	<b>37,1</b>	<b>39,1</b>	<b>38,6</b>	<b>39,1</b>	<b>39,5</b>	<b>38,3</b>	<b>37,7</b>	<b>39,5</b>	<b>38,3</b>	<b>38,5</b>	<b>39,4</b>	<b>40,4</b>	<b>40,1</b>	<b>39,9</b>	<b>39,4</b>	<b>39,5</b>	<b>39,3</b>	<b>39,1</b>	<b>38</b>	<b>38,7</b>	<b>40,4</b>	<b>39,9</b>
Temperatura Mínima do Ar (°C)																														
Ano/dia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
2018	18,9	20	18,3	15,8	13,9	14,8	19,6	20,9	17,4	17,2	17,5	18,8	22,5	21,3	18,6	20,2	18,8	20,1	21,4	20,1	19,5	19,5	19,8	20,4	22,1	20,2	20,8	22,4	21,8	22
2019	20,1	20,9	19,6	21,5	20,3	21	21,8	20,9	21,1	21,6	19,8	19	21,4	21,1	23,9	22,9	20,6	19,8	20,1	20,3	21,6	22,7	24,1	22,5	21,6	19,8	19,4	20,5	22,2	20,9
2020	21,1	20,2	20	19,6	18,3	19,2	19	18,9	21,9	19,6	20	19,1	20,2	18,6	20,7	20,6	20,6	21,1	22,9	22,4	23,7	19,4	18,3	19,1	21,9	21,4	20,9	19,4	20,4	21
2021	18,7	19,9	19,4	18,1	18,3	18,3	20,3	22,4	21,8	23	22,5	22,2	20,8	19,8	21,8	19,8	19,3	18,9	18,7	20	23,1	20,8	25	23,2	20,4	17	17,8	21,2	21,5	22
2022	18,1	16,8	16	18,8	18,2	19,5	20,8	20,1	20	20,6	21,9	22,2	21,2	21	19,2	19	18,9	21,5	22	22,2	21,1	23	22,5	18,8	21	21	20,9	20	19,9	20
2023	18,8	21,2	20,4	18,4	22,5	21,8	19,3	19,3	19,8	18,3	20	18	19,2	20,4	20	20,8	20,2	19,6	21	19,7	20,8	22,8	23	22,6	23,3	23,3	22,2	20,2	22	23
<b>Menor Valor</b>	<b>18,1</b>	<b>16,8</b>	<b>16</b>	<b>15,8</b>	<b>13,9</b>	<b>14,8</b>	<b>19</b>	<b>18,9</b>	<b>17,4</b>	<b>17,2</b>	<b>17,5</b>	<b>18</b>	<b>19,2</b>	<b>18,6</b>	<b>18,6</b>	<b>19</b>	<b>18,8</b>	<b>18,9</b>	<b>18,7</b>	<b>19,7</b>	<b>19,5</b>	<b>19,4</b>	<b>18,3</b>	<b>18,8</b>	<b>20,4</b>	<b>17</b>	<b>17,8</b>	<b>19,4</b>	<b>19,9</b>	<b>20</b>
Amplitude Térmica (°C)																														
Ano/dia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
2018	16,5	15	14,2	13,7	18,2	20,7	16,9	14,5	17,8	17,6	18,5	19,2	14,2	13	12,7	15,2	9	12,2	10,8	11	16,6	17,1	18,7	17,7	14,8	17,9	17,1	13,8	15,6	8,6
2019	16,6	16,3	18,4	16,9	18	15	12,3	15,1	15,1	15,4	18,6	20	17,7	17,2	13	15	17,7	18,2	18,1	18,9	16,9	16,6	11,9	13,7	14,4	3,5	11,9	14,2	13,2	15,1
2020	15	13,1	14	15,7	15,8	16,1	16,9	18	14,8	16,9	17,6	17,1	14,2	16,7	14,8	14	16,4	17,4	16,5	15,8	9,2	7,5	8,6	20,4	14,7	15,4	17,1	19,3	20	18,9
2021	13,9	14,4	15,2	18,2	19,4	19,5	18,4	15,5	15,3	12,8	16,1	16,9	18	17	15,9	19,7	17,6	18,4	20,2	20,4	17	19,1	14,4	12,7	15,1	13,1	16,9	15,1	15,5	14,7
2022	14,7	17,4	20,5	17,1	18,2	15,8	14,5	16,2	16,9	18,5	16	16,4	18,3	16,7	15,9	17,1	17,1	15,1	12,7	10,5	15,6	5,3	2,3	16,5	14,3	13,8	9,3	14,3	15,6	15,5
2023	17,3	12,9	13,4	16,9	11,9	13,2	14,2	15,2	15,3	17,8	16	19,2	18,5	11,9	10,7	15,3	15,3	16,8	16,3	18,6	16,5	14,9	16	16	16	15,8	13,7	17,1	11,5	14
<b>Maior Valor</b>	<b>17,3</b>	<b>17,4</b>	<b>20,5</b>	<b>18,2</b>	<b>19,4</b>	<b>20,7</b>	<b>18,4</b>	<b>18</b>	<b>17,8</b>	<b>18,5</b>	<b>18,6</b>	<b>20</b>	<b>18,5</b>	<b>17,2</b>	<b>15,9</b>	<b>19,7</b>	<b>17,7</b>	<b>18,4</b>	<b>20,2</b>	<b>20,4</b>	<b>17</b>	<b>19,1</b>	<b>18,7</b>	<b>20,4</b>	<b>16</b>	<b>17,9</b>	<b>17,1</b>	<b>19,3</b>	<b>20</b>	<b>18,9</b>
Umidade Relativa do Ar (%)																														
Ano/dia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
2018	29	32	45	39	29	23	30	28	24	25	25	26	24	51	55	68	66	54	62	67	49	35	33	37	46	29	36	64	48	58
2019	33	40	27	25	22	29	39	35	35	28	26	24	22	20	25	22	24	30	24	27	29	31	33	37	54	87	59	49	35	46
2020	28	33	29	28	30	27	32	27	27	24	23	25	27	29	27	27	29	31	26	28	44	70	68	45	36	33	32	31	21	24
2021	38	35	35	28	30	35	28	33	35	48	37	29	23	37	36	25	25	26	23	25	29	25	31	49	46	70	49	43	42	48
2022	32	31	29	27	25	36	34	28	26	25	27	26	31	50	46	47	50	50	57	49	82	83	56	54	47	72	51	64	66	
2023	50	58	62	47	61	55	34	36	34	35	26	33	32	52	55	40	70	44	39	34	35	35	35	42	44	64	63	59	62	
<b>Menor Valor</b>	<b>28</b>	<b>31</b>	<b>27</b>	<b>25</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>28</b>	<b>27</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>23</b>	<b>24</b>	<b>22</b>	<b>20</b>	<b>25</b>	<b>22</b>	<b>24</b>	<b>26</b>	<b>23</b>	<b>25</b>	<b>29</b>	<b>25</b>	<b>31</b>	<b>37</b>	<b>36</b>	<b>29</b>	<b>32</b>	<b>31</b>	<b>21</b>	<b>24</b>

Fonte: BDMEP/INMET (2024). Organização: Autoria própria (2025).

**Figura 15:** Estação Automática de Goiânia: temperatura máxima e mínima do ar (°C), amplitude térmica e umidade relativa do ar (%) em setembro.

Estação Automática																														
Setembro																														
Temperatura Máxima do Ar (°C)																														
Ano/dia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
2018	34,9	34,6	32	29,3	31,7	35	34,9	34,1	33,9	33,8	34,9	36,6	36,6	33,8	30,3	33,6	27,4	32,2	30,8	30,1	35,5	35,7	37,3	37,4	35,5	37,4	37,2	35,4	36,1	30,8
2019	37,3	36,1	37,7	37,5	37	34,6	34,6	34,8	35,7	36,7	37,6	37,6	38,1	37,5	36,1	36,9	37,4	37,3	38,7	38,5	38,1	39	35,6	36,2	36,7	22,5	31	35,3	35,6	35,8
2020	34,4	32,6	33,3	34,4	33,3	35,3	35,4	36,3	36	35,9	36,4	35,1	33,7	34,5	34,8	34,1	36	37,7	39,5	37,3	31,6	26,2	26,9	34,3	36,5	36,5	37,6	38,4	39,8	39,2
2021	32	33,2	34,1	35,4	37,2	37,8	38,5	37,9	36,9	35,4	38,8	38,7	38,2	36,5	37,2	38,5	35,7	36,2	38,9	39,7	39,3	39,7	38,5	36,4	35,1	29	34,8	35,8	36,4	36,2
2022	31,7	33	34,9	35	36,2	34,6	35	35,7	35,8	37	37,2	38,4	38,6	36,7	34,8	35,6	35,1	36,2	34,3	33,2	37	27,8	24,7	30,9	35	35,4	29,7	34,5	35	35,4
2023	35,6	33,8	32,8	35,1	33,9	33,2	32,6	34,1	34,4	35	34,6	35,4	37,2	32,5	30,8	35,4	36,1	35,4	36,5	37,5	37,2	37,9	38	38,5	39,4	38,3	35,8	36,4	34,7	36,9
<b>Maior Valor</b>	<b>37,3</b>	<b>36,1</b>	<b>37,7</b>	<b>37,5</b>	<b>37,2</b>	<b>37,8</b>	<b>38,5</b>	<b>37,9</b>	<b>36,9</b>	<b>37</b>	<b>38,8</b>	<b>38,7</b>	<b>38,6</b>	<b>37,5</b>	<b>37,2</b>	<b>38,5</b>	<b>37,4</b>	<b>37,7</b>	<b>39,5</b>	<b>39,7</b>	<b>39,3</b>	<b>39,7</b>	<b>38,5</b>	<b>38,5</b>	<b>39,4</b>	<b>38,3</b>	<b>37,6</b>	<b>38,4</b>	<b>39,8</b>	<b>39,2</b>
Temperatura Mínima do Ar (°C)																														
Ano/dia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
2018	15,8	17,5	17,1	13,6	11,6	11,3	16,1	17,6	13,9	14,6	13,6	15,2	18,4	20,2	18,5	19,3	18,4	19,5	19,8	19,8	18,9	19,1	17,7	18,6	20,7	18,3	18	21,6	20,4	20,5
2019	17,4	18,9	17,3	18	16,5	17,1	18,9	19,5	19,1	18,1	17,4	16,3	17	17,8	21	18,9	16,8	16,7	18	17,6	19,5	20,3	21,8	21,6	23,1	19,7	19,3	18,8	20,9	20,1
2020	18,3	17,4	16,4	15,5	15,9	16,4	15,9	16	19,5	16,5	18,2	16,3	16,7	17,8	18,6	17,2	17,2	18,8	21,9	20,9	22,3	19,5	20,3	18,2	19,1	18,3	18,6	18,2	18,2	18,3
2021	17,6	16,8	15,7	15,5	15,5	16,7	18,4	20,2	19,4	21,7	19,8	19,1	19,6	17,2	20,2	18,1	22,8	16,6	15,4	17,2	20,6	19,1	22,5	22,7	20,2	16,9	18,9	19,2	20	21,2
2022	17,6	14	12,6	16,3	15,5	20,1	20,4	17,6	18,5	19,3	20,5	21,2	18,6	18,7	19,8	18,1	19,7	19,9	21,6	21,7	20,1	21,8	20,4	18,4	19,6	20,8	20,5	19,2	20,8	19,2
2023	19,5	21,7	20,2	19,6	22,3	20,9	20,4	17,4	19,7	17,5	19,2	16,3	17,4	21,4	20,9	20,6	21,2	18,8	20	19,2	19,7	22,4	21,6	21,8	24	22,4	23,3	20,5	22,2	22,2
<b>Menor Valor</b>	<b>15,8</b>	<b>14</b>	<b>12,6</b>	<b>13,6</b>	<b>11,6</b>	<b>11,3</b>	<b>15,9</b>	<b>16</b>	<b>13,9</b>	<b>14,6</b>	<b>13,6</b>	<b>15,2</b>	<b>16,7</b>	<b>17,2</b>	<b>18,5</b>	<b>17,2</b>	<b>16,8</b>	<b>16,6</b>	<b>15,4</b>	<b>17,2</b>	<b>18,9</b>	<b>19,1</b>	<b>17,7</b>	<b>18,2</b>	<b>19,1</b>	<b>16,9</b>	<b>18</b>	<b>18,2</b>	<b>18,2</b>	<b>18,3</b>
Amplitude Térmica (°C)																														
Ano/dia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
2018	19,1	17,1	14,9	15,7	20,1	23,7	18,8	16,5	20	19,2	21,3	21,4	18,2	13,6	11,8	14,3	9	12,7	11	10,3	16,6	16,6	19,6	18,8	14,8	19,1	19,2	13,8	15,7	10,3
2019	19,9	17,2	20,4	19,5	20,5	17,5	15,7	15,3	16,6	18,6	20,2	21,3	21,1	19,7	15,1	18	20,6	20,6	20,7	20,9	18,6	18,7	13,8	14,6	13,6	2,8	11,7	16,5	14,7	15,7
2020	16,1	15,2	16,9	18,9	17,4	18,9	19,5	20,3	16,5	19,4	18,2	18,8	17	16,7	16,2	16,9	18,8	18,9	17,6	16,4	9,3	6,7	6,6	16,1	17,4	18,2	19	20,2	21,6	20,9
2021	14,4	16,4	18,4	19,9	21,7	21,1	20,1	17,7	17,5	13,7	19	19,6	18,6	19,3	17	20,4	12,9	19,6	23,5	22,5	18,7	20,6	16	13,7	14,9	12,1	15,9	16,6	16,4	15
2022	14,1	19	22,3	18,7	20,7	14,5	14,6	18,1	17,3	17,7	16,7	17,2	20	18	15	17,5	15,4	16,3	12,7	11,5	16,9	6	4,3	12,5	15,4	14,6	9,2	15,3	14,2	16,2
2023	16,1	12,1	12,6	15,5	11,6	12,3	12,2	16,7	14,7	17,5	15,4	19,1	19,8	11,1	9,9	14,8	14,9	16,6	16,5	18,3	17,5	15,5	16,4	16,7	15,4	15,9	12,5	15,9	12,5	14,7
<b>Maior Valor</b>	<b>19,9</b>	<b>19</b>	<b>22,3</b>	<b>19,9</b>	<b>21,7</b>	<b>23,7</b>	<b>20,1</b>	<b>20,3</b>	<b>20</b>	<b>19,4</b>	<b>21,3</b>	<b>21,4</b>	<b>21,1</b>	<b>19,7</b>	<b>17</b>	<b>20,4</b>	<b>20,6</b>	<b>20,6</b>	<b>23,5</b>	<b>22,5</b>	<b>18,7</b>	<b>20,6</b>	<b>19,6</b>	<b>18,8</b>	<b>17,4</b>	<b>19,1</b>	<b>19,2</b>	<b>20,2</b>	<b>21,6</b>	<b>20,9</b>
Umidade Relativa do Ar (%)																														
Ano/dia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
2018	38	35	52	43	43	34	34	33	30	27	32	32	31	45	67	62	74	60	65	68	58	48	44	42	49	43	41	58	57	60
2019	39	40	37	31	27	29	38	40	38	35	31	31	27	26	23	25	27	31	31	31	36	31	33	35	38	85	69	55	45	48
2020	33	31	33	35	33	33	34	34	29	32	25	27	30	31	30	27	32	34	31	30	41	68	68	54	40	32	37	37	31	27
2021	41	39	38	38	35	41	38	33	39	48	43	31	31	37	40	36	23	27	29	28	30	32	32	41	52	70	58	48	47	51
2022	35	33	34	30	29	32	32	28	25	24	24	26	33	44	56	49	51	52	54	55	74	83	66	50	54	71	60	64	64	
2023	52	65	75	61	64	59	47	40	38	42	30	36	39	51	59	49	60	57	47	43	40	36	40	43	49	51	62	64	63	59
<b>Menor Valor</b>	<b>33</b>	<b>31</b>	<b>33</b>	<b>30</b>	<b>27</b>	<b>29</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>28</b>	<b>25</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>26</b>	<b>26</b>	<b>23</b>	<b>25</b>	<b>23</b>	<b>27</b>	<b>29</b>	<b>28</b>	<b>30</b>	<b>31</b>	<b>32</b>	<b>35</b>	<b>38</b>	<b>32</b>	<b>37</b>	<b>37</b>	<b>31</b>	<b>27</b>

Fonte: BDMEP/INMET (2024). Organização: Autoria própria (2025).

Para o mês de setembro, a Normal Climatológica indica média de temperatura máxima de 34,0 °C e mínima de 19,4 °C. A série analisada indicou o predomínio quase absoluto de temperaturas máximas do ar acima dos 30 °C durante o mês de setembro, tanto nos dados registrados na Estação Convencional quanto na Estação Automática. Os anos de 2020 e 2021 demonstraram valores ainda mais expressivos, onde registrou-se na Estação Convencional (Figura 14): 40,4 °C no dia 29 de setembro de 2020; 40,4 °C no dia 20 de setembro de 2020 e, 40,1 °C no dia 21 de setembro de 2020. Os anos de 2019 e 2023 foram aqueles onde mais verificou-se dias consecutivos de altas temperaturas, sobretudo acima de 37 °C.

Assim como no mês de agosto, os dados de temperatura máxima do ar registrados na Estação Automática (Figura 15) se mostraram ligeiramente mais baixos, com variações entre 22,5 °C e 39,8 °C, enquanto aqueles observados na Estação Convencional demonstraram valores mais altos, variando entre 23,3 °C e 40,4 °C.

Ao considerar a série estudada, o mês de setembro apresentou para o ano de 2018, 13 dias com registros abaixo da média e, 17 dias acima da média, indicando que em cerca de 55% dos dias de setembro as temperaturas indicaram valores acima da normal, com variações entre 34,1°C e 39,8°C. Contudo, os índices dos anos seguintes demonstraram um aumento notável de dias com essas características.

Em 2019 foram identificados 28 dias com temperaturas máximas acima da média, ou seja, em cerca de 93% do mês registrou-se temperaturas elevadas. Em 2020, 23 dias estiveram sob efeito de temperaturas máximas acima da média, em torno de 78%. Já no ano de 2021, 27 dias demonstraram valores acima da normal climatológica, ou seja, 90% de todo o mês esteve sob estas condições. Os anos de 2022 e 2023 apresentaram os 23 dias de temperaturas acima da média, ou seja 78% do mês de setembro, assim como no ano de 2020. Assim, ao confrontar as informações atuais com a normal climatológica, verificou-se valores de temperatura máxima do ar até 6,4 °C mais quentes do que a média para o mês de setembro.

A observação dos dados obtidos junto a Estação Convencional (Figura 14) permitiu identificar que, em relação à temperatura mínima do ar no mês de setembro, 2018 e 2022 foram anos os quais registraram os menores valores, sendo observados 13,9 °C no dia 05 de setembro de 2018 e 17 °C no dia 26 de setembro de 2021. De forma geral, os dados registrados na Estação Automática (Figura 15) foram um pouco menores, como por exemplo os valores observados: 11,3 °C no dia 06 de setembro de 2018 e 12,6 °C no dia 03 de

setembro de 2022.

A análise da amplitude térmica para o mês de setembro indica que, assim como no mês de agosto, foram identificadas variações acima de 16 °C nas duas estações meteorológicas, contudo, a Estação Automática apresentou os maiores valores, variando entre 17 °C e 23,7 °C.

A maior amplitude térmica, cerca de 23,7 °C, foi observada na Estação Automática no dia 06 de setembro de 2022, seguida de um registro de 23,5 °C no dia 19 de setembro de 2021 (Figura 15). É possível observar que, a partir da segunda semana do mês de setembro, ocorre o declínio da amplitude térmica na cidade de Goiânia, evidenciando o maior aquecimento do sistema climático. Nesse período, as temperaturas permanecem elevadas tanto durante o dia quanto à noite, indicando redução do resfriamento noturno e aumento da retenção de calor pela superfície urbana, fenômeno frequentemente associado à intensificação das ilhas de calor.

Em relação aos dados de umidade relativa do ar observa-se valores ainda menores que no mês de agosto, com predomínio de índices abaixo de 30% nas duas estações meteorológicas, especialmente nos primeiros quinze dias de setembro em cada ano dentro da série analisada, uma consequência conhecida decorrente do período de estiagem que ocorre nesse período de transição entre inverno e primavera (Figuras 14 e 15).

A seguir, as Figuras 16 e 17 apresentam os dados referentes ao mês de outubro. Ressalta-se que a Normal Climatológica indica para o mês de outubro média de 33,2 °C para a temperatura máxima e 20,3 °C para a temperatura mínima. A Figura 16 demonstra a organização dos dados do mês de outubro referentes a Estação Convencional (83423) da cidade de Goiânia, enquanto a Figura 17 apresenta os dados da Estação Automática (A002). Cabe destacar a ausência de dados de temperatura mínima do ar no período entre 14 e 16 de outubro de 2022 na Estação Convencional (Figura 16), e o período de 8 dias sem registros (temperaturas máximas e mínimas do ar, umidade relativa do ar) entre os dias 21 e 28 de outubro de 2021 na Estação Automática (Figura 17).

**Figura 16:** Estação Convencional de Goiânia: temperatura máxima e mínima do ar (°C), amplitude térmica e umidade relativa do ar (%) em outubro.

Estação Convencional																															
Outubro																															
Temperatura Máxima do Ar (°C)																															
Ano/dia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
2018	30,2	33,3	36,7	33,9	34,2	34,6	28,8	32,4	34,4	30	34,2	36,4	36,1	35	32,5	33,6	32,7	35,1	27,2	32,5	32,1	31	31,8	33,4	32,4	34,4	33	30,6	32,9	35,2	33
2019	37	36,9	37,7	38,9	36,9	29,3	36,5	29,2	33	33,8	31	34,7	37,7	37,3	37,6	39	35,8	37,3	38,1	37,9	32,7	30,6	34,1	32,5	34,6	34,6	32,8	34,7	34,8	34	35,8
2020	39,5	39,7	40,7	40,9	40,6	41,1	41,2	40,7	40,7	37,5	32,6	35,3	36,4	35,8	35,6	35,4	36,7	34,9	27	28,6	32,9	33,8	31,8	29	28,9	27,3	33,3	31,4	31,9	29,9	25,3
2021	35,8	35,7	35,6	37,1	35	37,9	37,3	36	34,5	31,3	29,5	32,1	34,2	30,5	34,6	32,6	35,3	28,8	28,8	31,9	33,3	33,5	32,3	29,9	32,8	31,9	33,9	35,2	34,3	30,7	29,3
2022	34,7	32,3	32,9	33,8	32,9	35,9	28,6	31,7	32,9	32,7	35,6	35,4	35,6	36,1	36,5	35,4	36,5	37,3	36,7	35,6	28,2	33,1	31,8	32,5	33,3	34,4	33,7	33,3	31,4	30,3	30,7
2023	36,9	35	32,3	34,9	34,5	34,4	34,7	35,1	32,9	37,3	37,7	36	34,7	36,4	35,9	35,9	37,7	38,4	38,3	36,8	36,7	36,5	38	34,5	36,1	33,8	33,5	34,1	38,6	37,5	35,1
<b>Maior Valor</b>	<b>39,5</b>	<b>39,7</b>	<b>40,7</b>	<b>40,9</b>	<b>40,6</b>	<b>41,1</b>	<b>41,2</b>	<b>40,7</b>	<b>40,7</b>	<b>37,5</b>	<b>37,7</b>	<b>36,4</b>	<b>37,7</b>	<b>37,3</b>	<b>37,6</b>	<b>39</b>	<b>37,7</b>	<b>38,4</b>	<b>38,3</b>	<b>37,9</b>	<b>36,7</b>	<b>36,5</b>	<b>38</b>	<b>34,5</b>	<b>36,1</b>	<b>34,6</b>	<b>33,9</b>	<b>35,2</b>	<b>38,6</b>	<b>37,5</b>	<b>35,8</b>
Temperatura Mínima do Ar (°C)																															
Ano/dia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
2018	21,9	21,5	20,2	21,8	24,3	21,9	23	20	22,4	21,1	20,8	21,4	23,5	22,5	23,4	22,7	20	21,5	19,8	20,3	22,3	20,7	22	21,1	19,3	19,5	21,1	19,8	21	21,5	23,1
2019	23	23	22,1	21,3	22,9	21,3	21,7	20,4	20,5	21	21,2	22	19,6	19,7	19,3	21,6	23,3	22	21,5	25,6	22	19,5	19,9	19,7	21,7	21,3	20,6	23,1	22,1	21,2	22,1
2020	23	20,2	19,5	20,9	21,7	23,2	22,4	22,1	23,5	26,1	19,9	20	19,1	22,8	22,8	22,1	21,7	22,6	20	19,3	20,5	20,8	20,4	20	21,6	20,7	20,1	21,4	21	20	20,7
2021	22,2	19,8	21,5	22	20,3	22,4	21,8	22,6	23,9	20,6	18,8	20,3	21,8	21	20,3	19,6	22,7	20	18,8	19,1	19,7	21	20,8	21,4	19,5	19,7	21,4	22,3	22	21,4	20
2022	19	20,7	20	20,3	19,8	20,2	18,9	19	20,1	18,7	19,5	20	20,4				21	21,3	24	24,4	23,1	18,2	19,8	18,9	19,2	20,2	20,4	19,6	20,6	20,6	20
2023	22,7	19,3	20,2	19,4	23,3	22,7	20,1	21,2	21,5	22,4	22,7	22	24	18,5	23,2	21,4	21,9	22,3	21,4	24,7	22,6	21,2	22,8	23	21,2	21,4	22,4	22,8	22,6	22,8	20,7
<b>Menor Valor</b>	<b>19</b>	<b>19,3</b>	<b>19,5</b>	<b>19,4</b>	<b>19,8</b>	<b>20,2</b>	<b>18,9</b>	<b>19</b>	<b>20,1</b>	<b>18,7</b>	<b>18,8</b>	<b>20</b>	<b>19,1</b>	<b>18,5</b>	<b>19,3</b>	<b>19,6</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>18,8</b>	<b>19,1</b>	<b>19,7</b>	<b>18,2</b>	<b>19,8</b>	<b>18,9</b>	<b>19,2</b>	<b>19,5</b>	<b>20,1</b>	<b>19,6</b>	<b>20,6</b>	<b>20</b>	<b>20</b>
Amplitude Térmica (°C)																															
Ano/dia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
2018	8,3	11,8	16,5	12,1	9,9	12,7	5,8	12,4	12	8,9	13,4	15	12,6	12,5	9,1	10,9	12,7	13,6	7,4	12,2	9,8	10,3	9,8	12,3	13,1	14,9	11,9	10,8	11,9	13,7	9,9
2019	14	13,9	15,6	17,6	14	8	14,8	8,8	12,5	12,8	9,8	12,7	18,1	17,6	18,3	17,4	12,5	15,3	16,6	12,3	10,7	11,1	14,2	12,8	12,9	13,3	12,2	11,6	12,7	12,8	13,7
2020	16,5	19,5	21,2	20	18,9	17,9	18,8	18,6	17,2	11,4	12,7	15,3	17,3	13	12,8	13,3	15	12,3	7	9,3	12,4	13	11,4	9	7,3	6,6	13,2	10	10,9	9,9	4,6
2021	13,6	15,9	14,1	15,1	14,7	15,5	15,5	13,4	10,6	10,7	10,7	11,8	12,4	9,5	14,3	13	12,6	8,8	10	12,8	13,6	12,5	11,5	8,5	13,3	12,2	12,5	12,9	12,3	9,3	9,3
2022	15,7	11,6	12,9	13,5	13,1	15,7	9,7	12,7	12,8	14	16,1	15,4	15,2				15,5	16	12,7	11,2	5,1	14,9	12	13,6	14,1	14,2	13,3	13,7	10,8	9,7	10,7
2023	14,2	15,7	12,1	15,5	11,2	11,7	14,6	13,9	11,4	14,9	15	14	10,7	17,9	12,7	14,5	15,8	16,1	16,9	12,1	14,1	15,3	15,2	11,5	14,9	12,4	11,1	11,3	16	14,7	14,4
<b>Maior Valor</b>	<b>16,5</b>	<b>19,5</b>	<b>21,2</b>	<b>20</b>	<b>18,9</b>	<b>17,9</b>	<b>18,8</b>	<b>18,6</b>	<b>17,2</b>	<b>14,9</b>	<b>16,1</b>	<b>15,4</b>	<b>18,1</b>	<b>17,9</b>	<b>18,3</b>	<b>17,4</b>	<b>15,8</b>	<b>16,1</b>	<b>16,9</b>	<b>12,8</b>	<b>14,1</b>	<b>15,3</b>	<b>15,2</b>	<b>13,6</b>	<b>14,9</b>	<b>14,9</b>	<b>13,3</b>	<b>13,7</b>	<b>16</b>	<b>14,7</b>	<b>14,4</b>
Umidade Relativa do Ar (%)																															
Ano/dia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
2018	66	53	52	55	56	55	81	61	67	66	74	45	59	54	72	68	75	65	74	68	76	69	81	64	63	54	74	64	63	58	71
2019	35	44	44	26	48	63	50	69	69	65	57	46	31	32	26	29	46	43	33	35	57	57	68	60	52	59	43	55	55	57	49
2020	23	22	20	22	24	22	25	29	29	37	63	54	50	48	47	57	60	64	72	73	65	69	84	80	70	79	68	66	75	79	92
2021	50	48	48	58	52	37	49	54	53	78	73	61	58	74	48	61	56	73	76	77	54	49	62	69	64	69	57	45	62	73	81
2022	58	56	52	63	58	49	80	69	67	66	39	41	28	30	29	33	30	31	31	44	81	59	75	72	52	51	66	59	71	69	77
2023	57	65	63	51	67	61	74	54	65	54	61	55	75	56	49	42	37	32	36	51	55	49	44	70	61	61	59	55	49	46	62
<b>Menor Valor</b>	<b>23</b>	<b>22</b>	<b>20</b>	<b>22</b>	<b>24</b>	<b>22</b>	<b>25</b>	<b>29</b>	<b>29</b>	<b>37</b>	<b>39</b>	<b>41</b>	<b>28</b>	<b>30</b>	<b>26</b>	<b>29</b>	<b>30</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>35</b>	<b>54</b>	<b>49</b>	<b>44</b>	<b>60</b>	<b>52</b>	<b>51</b>	<b>43</b>	<b>45</b>	<b>49</b>	<b>46</b>	<b>49</b>

Fonte: BDMEP/INMET (2024). Organização: Autoria própria (2025).

**Figura 17:** Estação Automática de Goiânia: temperatura máxima e mínima do ar (°C), amplitude térmica e umidade relativa do ar (%) em outubro.

Estação Automática																															
Outubro																															
Temperatura Máxima do Ar (°C)																															
Ano/dia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
2018	29,9	32,3	36,5	33,3	33,1	34,3	26,6	32,1	34,3	30	32,5	36,7	35,9	34,7	35,1	33,2	32,5	34,5	27,6	31,8	31,4	29,7	30,9	33,1	31,4	33,6	32,1	30,2	32,2	34,7	31,9
2019	36,7	36,8	37	38,2	37	30	35,4	27,8	33,6	33,7	31,1	35,3	36,9	36,4	37,8	37,8	36	36,5	37,1	38,4	32,9	30,9	34,5	32,6	35,2	34,4	33	34,7	34,7	34,2	34,2
2020	38	38,8	40,3	40,5	39,5	40,4	40,5	40,2	40,7	37,7	32,3	35	35,6	35,3	34,5	35	35,4	34,3	26,9	28,8	32,9	34	31,5	29,7	29,3	27,1	33,3	31,1	31,2	29,5	26
2021	36	35,1	35,5	36,9	35	37,7	37,3	36,6	34,7	31,5	29,3	32,6	34,1	30,3	34,4	32,4	34,8	29,4	29,9	31,2									34	30,7	28,9
2022	35,1	32,1	33,4	34,8	32,8	34,9	27,4	31,1	32,1	32,1	35,1	34	35,1	35,6	35,5	34,5	36,3	36,7	37,4	35,4	26,9	32,6	31	32,4	33,7	33,7	33,9	32,7	30,7	29,9	30,8
2023	36,9	35,1	33,2	34,6	35,5	34	34,7	34,8	33,1	37,8	37	36	34,8	36,2	35,5	35	37,1	37,9	38,2	36,9	37,1	36	37	35,1	35,6	32,9	33,1	33,8	37,4	36,9	36,3
<b>Maior Valor</b>	<b>38</b>	<b>38,8</b>	<b>40,3</b>	<b>40,5</b>	<b>39,5</b>	<b>40,4</b>	<b>40,5</b>	<b>40,2</b>	<b>40,7</b>	<b>37,8</b>	<b>37</b>	<b>36,7</b>	<b>36,9</b>	<b>36,4</b>	<b>37,8</b>	<b>37,8</b>	<b>37,1</b>	<b>37,9</b>	<b>38,2</b>	<b>38,4</b>	<b>37,1</b>	<b>36</b>	<b>37</b>	<b>35,1</b>	<b>35,6</b>	<b>34,4</b>	<b>33,9</b>	<b>34,7</b>	<b>37,4</b>	<b>36,9</b>	<b>36,3</b>
Temperatura Mínima do Ar (°C)																															
Ano/dia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
2018	21,3	20,9	18,5	21,2	22,7	22,1	22,3	20,6	22,3	21	21,3	22	21,8	22,1	22,3	21,8	20	21	19	20,8	21,8	20,7	21,6	21	18,9	19,3	20,3	19,3	20,8	20,9	22,3
2019	21,2	21	20,7	20	21,9	20,3	21,6	21,1	20,3	20,6	21,7	20,5	17,8	17,7	16,7	18,5	20,6	20,4	19,4	23,4	22,1	19,3	19,6	19,8	20,4	21,2	19,5	22	21,7	20	21,7
2020	20,4	17,2	17,1	18,3	19	22,5	19,4	19,5	20,7	24	19,1	19,5	18,7	22	21,3	22,4	21,2	21,1	20,1	19,2	20,6	19,6	20,3	20,4	21,1	21,9	20,1	21,9	20,8	20	21,6
2021	20,9	19,2	20,2	21,3	20,4	21,6	20,2	21,3	22,8	22	19,5	20	20,6	22,3	19,7	20,8	22,9	19,3	19,4	19,7									20,3	21,3	20,4
2022	19,2	20,5	20,6	20	19,2	19,8	20,1	18,8	19,5	19,3	18,5	18,2	18	16,7	20,5	18,8	18,6	18,2	22,8	22,3	23	17,7	19,6	17,3	18,5	19,3	20,7	19,2	20,6	20,9	20
2023	23,3	20,3	21,5	19,7	22,6	22,5	21,4	22,2	22,3	21,8	22,7	22,6	24,4	19,2	22,7	21,7	20,1	19,4	20,3	22,7	22,5	20,8	21,6	23,2	22,3	21,7	22,6	22,7	21,7	22,6	23
<b>Menor Valor</b>	<b>19,2</b>	<b>17,2</b>	<b>17,1</b>	<b>18,3</b>	<b>19</b>	<b>19,8</b>	<b>19,4</b>	<b>18,8</b>	<b>19,5</b>	<b>19,3</b>	<b>18,5</b>	<b>18,2</b>	<b>17,8</b>	<b>16,7</b>	<b>16,7</b>	<b>18,5</b>	<b>18,6</b>	<b>18,2</b>	<b>19</b>	<b>19,2</b>	<b>20,6</b>	<b>17,7</b>	<b>19,6</b>	<b>17,3</b>	<b>18,5</b>	<b>19,3</b>	<b>19,5</b>	<b>19,2</b>	<b>20,3</b>	<b>20</b>	<b>20</b>
Amplitude Térmica (°C)																															
Ano/dia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
2018	8,6	11,4	18	12,1	10,4	12,2	4,3	11,5	12	9	11,2	14,7	14,1	12,6	12,8	11,4	12,5	13,5	8,6	11	9,6	9	9,3	12,1	12,5	14,3	11,8	10,9	11,4	13,8	9,6
2019	15,5	15,8	16,3	18,2	15,1	9,7	13,8	6,7	13,3	13,1	9,4	14,8	19,1	18,7	21,1	19,3	15,4	16,1	17,7	15	10,8	11,6	14,9	12,8	14,8	13,2	13,5	12,7	13	14,2	22,5
2020	17,6	21,6	23,2	22,2	20,5	17,9	21,1	20,7	20	13,7	13,2	15,5	16,9	13,3	13,2	12,6	14,2	13,2	6,8	9,6	12,3	14,4	11,2	9,3	8,2	5,2	13,2	9,2	10,4	9,5	4,4
2021	15,1	15,9	15,3	15,6	14,6	16,1	17,1	15,3	11,9	9,5	9,8	12,6	13,5	8	14,7	11,6	11,9	10,1	10,5	11,5									13,7	9,4	8,5
2022	15,9	11,6	12,8	14,8	13,6	15,1	7,3	12,3	12,6	12,8	16,6	15,8	17,1	18,9	15	15,7	17,7	18,5	14,6	13,1	3,9	14,9	11,4	15,1	15,2	14,4	13,2	13,5	10,1	9	10,8
2023	13,6	14,8	11,7	14,9	12,9	11,5	13,3	12,6	10,8	16	14,3	13,4	10,4	17	12,8	13,3	17	18,5	17,9	14,2	14,6	15,2	15,4	11,9	13,3	11,2	10,5	11,1	15,7	14,3	13,3
<b>Maior Valor</b>	<b>17,6</b>	<b>21,6</b>	<b>23,2</b>	<b>22,2</b>	<b>20,5</b>	<b>17,9</b>	<b>21,1</b>	<b>20,7</b>	<b>20</b>	<b>16</b>	<b>16,6</b>	<b>15,8</b>	<b>19,1</b>	<b>18,9</b>	<b>21,1</b>	<b>19,3</b>	<b>17,7</b>	<b>18,5</b>	<b>17,9</b>	<b>15</b>	<b>14,6</b>	<b>15,2</b>	<b>15,4</b>	<b>15,1</b>	<b>15,2</b>	<b>14,4</b>	<b>13,5</b>	<b>13,5</b>	<b>15,7</b>	<b>14,3</b>	<b>13,3</b>
Umidade Relativa do Ar (%)																															
Ano/dia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
2018	65	61	55	64	61	56	74	67	66	75	70	54	53	58	68	69	71	71	80	75	74	72	77	73	74	66	70	73	71	63	70
2019	41	43	47	38	43	65	56	70	68	68	59	52	45	39	37	32	42	51	46	33	54	65	60	68	59	56	54	49	58	59	55
2020	27	25	34	29	23	22	30	29	32	33	68	61	55	53	54	56	58	59	74	75	67	70	74	80	74	80	67	67	70	83	86
2021	58	52	54	53	62	48	48	57	53	68	76	69	61	66	58	62	59	74	78	74								38	49	68	73
2022	63	59	52	60	67	53	77	68	68	71	56	46	43	35	32	32	34	35	29	42	72	69	74	77	65	58	57	66	73	71	77
2023	62	66	64	61	67	65	71	63	63	59	59	57	64	67	54	51	45	39	44	50	56	59	51	60	65	68	62	62	54	52	56
<b>Menor Valor</b>	<b>27</b>	<b>25</b>	<b>34</b>	<b>29</b>	<b>23</b>	<b>22</b>	<b>30</b>	<b>29</b>	<b>32</b>	<b>33</b>	<b>56</b>	<b>46</b>	<b>43</b>	<b>35</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>34</b>	<b>35</b>	<b>29</b>	<b>33</b>	<b>54</b>	<b>59</b>	<b>51</b>	<b>60</b>	<b>59</b>	<b>56</b>	<b>54</b>	<b>38</b>	<b>49</b>	<b>52</b>	<b>55</b>

Fonte: BDMEP/INMET (2024). Organização: Autoria própria (2025).

A Figura 16 demonstra a organização dos dados do mês de outubro referentes a Estação Convencional (83423) da cidade de Goiânia, enquanto a Figura 17 apresenta os dados da Estação Automática (A002). Ressalta-se que a Normal Climatológica indica para o mês de outubro temperatura média máxima de 33,2 °C e média mínima 20,3 °C. Cabe destacar a ausência de dados de temperatura mínima do ar no período entre 14 a 16 de outubro de 2022 na Estação Convencional (Figura 16), e o período de 8 dias sem registros (temperaturas máximas e mínimas do ar, umidade relativa do ar), entre os dias 21 e 28 de outubro de 2021 na Estação Automática (Figura 17), indicando ausência de informações.

Ao analisar os dados da Estação Convencional observa-se uma variação mensal menor das temperaturas máximas do ar quando comparadas ao mês de setembro, salvo algumas exceções. Dentro da série analisada alguns anos se destacaram, tais quais 2020 e 2023. Em 2020, o mês de outubro se iniciou com temperaturas acima dos 39 °C para, logo em seguida, registrar 7 dias consecutivos com valores acima dos 40 °C, conforme Figura 16. Já no ano de 2023 verificou-se um período de 10 dias consecutivos com temperaturas que variaram entre 35,9 °C e 38,4 °C. Os dados da Estação Automática apontam para valores de temperaturas máximas menores do que os dados da estação convencional ora citados, porém os corroboram (Figura 17). É importante observar para o mês de outubro, o fato de apresentar quantidade de números de dias consecutivos com temperaturas absolutas entre 6 °C e 7 °C acima da normal.

Sendo assim, conforme Figura 17, os valores registrados de temperatura máxima no mês de outubro evidenciam que no ano de 2018, 20 dias estiveram abaixo da média, com variações entre 26,6 °C e 33,1 °C, o que indica cerca de 36% de dias com temperatura acima da média, com variações entre 33,3 °C e 36,7 °C. Para o ano de 2019, apenas 7 dias registraram temperatura máxima abaixo da normal climatológica, o que significa que em 78% do mês de outubro os registros marcaram temperaturas acima da média, que variaram entre 33,6 °C e 38,4 °C.

Em 2020, 19 dias registraram temperaturas acima da média, o que indica aproximadamente 62% do mês de outubro sob estas condições. As variações evidenciadas são bastante significativas, com registros em torno de 33,3 °C e 40,7 °C. Já em 2021, como exposto anteriormente, uma ausência de registros de temperatura entre os dias 21 e 28 de outubro impedem uma análise mais minuciosa, contudo, foram evidenciados 13 dias com temperaturas máximas do ar acima da normal climatológica (Figura 17).

De acordo com a Figura 17, no ano de 2022, 14 dias demonstraram temperaturas

máxima do ar abaixo da média para o mês de outubro, com variações entre aproximadamente 26,9 °C e 33,2 °C, ou seja, em 55% do mês as temperaturas estiveram acima da média, apresentando variações entre 33,4 °C e 37,4 °C. Por fim, no ano de 2023 os registros evidenciaram cerca de 27 dias de temperaturas máximas acima da média, ou seja, em 87% do mês de outubro, com variações em torno de 33,8 °C e 38,2 °C.

Em relação à temperatura mínima do ar no mês de outubro, 2019 e 2022 foram anos em que se registraram os menores valores, particularmente na Estação Automática (Figura 17), onde foram observados 16,9 °C no dia 15 de outubro de 2019 e o mesmo valor no dia 14 de outubro de 2022. Em contrapartida, é interessante observar que o ano de 2023 apresentou os maiores valores de temperaturas mínimas do ar dentro da série analisada, ou seja, entre 2018 a 2023. Sendo assim, a análise da amplitude térmica para o mês de outubro demonstrou variações entre 12,8 °C e 21,2 °C na Estação Convencional (Figura 16) e entre 13,3 °C e 23,2 °C na Estação Automática (Figura 17).

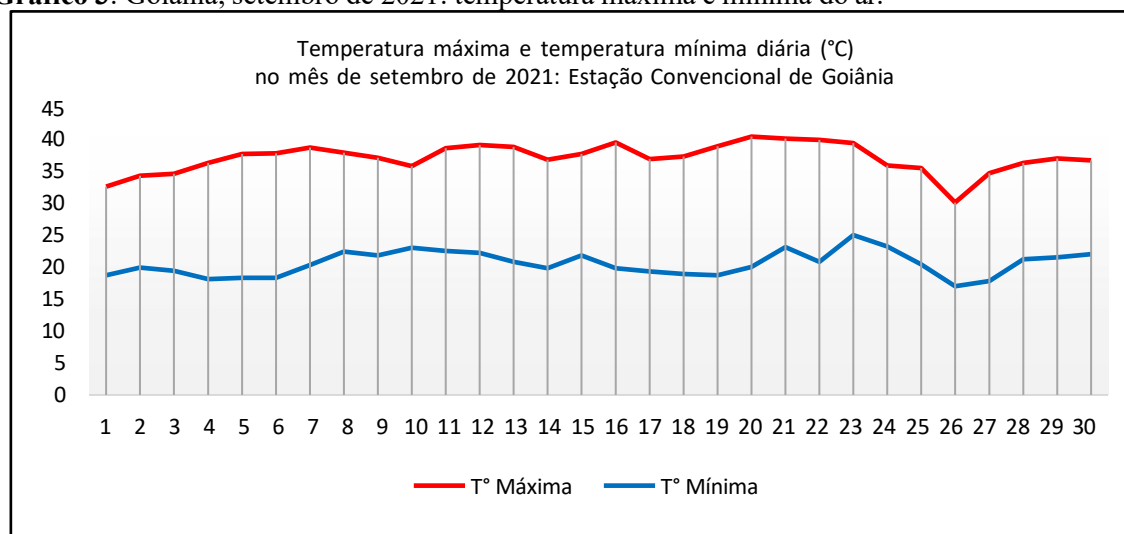
O mês de outubro caracteriza-se pelo retorno gradual de chuvas mais concentradas. Isso posto, em relação aos dados de umidade relativa do ar observa-se que os menores valores foram verificados no ano de 2020 entre os dias 01 a 10 de outubro, conforme Figuras 16 e 17. De maneira geral, os índices com menores valores variaram entre 20 % e 41% nos primeiros vinte dias do mês de outubro na Estação Convencional, e observa-se uma tendência para maiores valores nos últimos dias do mês. Apesar de registrar valores um pouco maiores, os dados da Estação Automática corroboram os dados da Estação Convencional.

Comparando-se a normal climatológica com os dados apresentados, observou-se valores de temperatura máxima do ar com até 8 °C acima da média para o mês de outubro. Esse desvio térmico significativo indica a presença de anomalias climatológicas que, no contexto urbano, podem ser associadas à intensificação das ilhas de calor urbanas.

Diante do quadro apresentado, ao confrontar as informações atuais com a normal climatológica presente no Gráfico 2, constatou-se que o mês de setembro de 2021 e o mês de outubro de 2023 foram os mais representativos das altas temperaturas na cidade de Goiânia no período analisado entre 2018 e 2023. De posse da análise ora em questão, foram selecionadas imagens de satélite que mais se aproximassem dos dados observados, a fim de representar espacialmente os locais de maior reflectância da radiação. Dada a resolução temporal e a cobertura de nuvens no recorte temporal de interesse, utilizou-se dados do satélite *Landsat* 8 referentes às missões 8 e 9, pois estas foram as datas mais próximas possíveis: 12/09/2021 e 04/10/2023.

Sendo assim, ao analisar os dados de temperatura do ar especificamente no mês de setembro de 2021, observa-se um pico de elevação no dia 12 de setembro, com um registro de temperatura máxima do ar no valor de 39,1 °C e temperatura mínima de 22,2 °C na Estação Convencional. Após uma ligeira queda a partir do dia 13, novamente as temperaturas voltam a subir gradativamente até atingir o valor de 40,4°C de temperatura máxima no dia 20 de setembro, conforme Gráfico 3.

**Gráfico 3:** Goiânia, setembro de 2021: temperatura máxima e mínima do ar.



**Fonte:** INMET (2023).

**Organização:** Autoria própria (2024).

Um aspecto relevante ao analisar os dados de temperatura máxima diária da série estudada refere-se à ocorrência de dias consecutivos com temperaturas elevadas, superiores à média histórica. Tal condição remete à discussão sobre ondas de calor, uma vez que representa uma sequência de dias em que a temperatura indica acúmulo de energia térmica, com valores persistentemente acima da média. Esse cenário, associado à ausência de precipitação — especialmente no final do mês de agosto e ao longo de setembro —, permite inferir a possibilidade de ocorrência de condições de fadiga térmica, resultantes da combinação entre calor intenso e baixa umidade relativa do ar. Além disso, tais eventos tendem a ser potencializados em áreas com baixa cobertura vegetal e alta impermeabilização, favorecendo a intensificação das ilhas de calor urbanas.

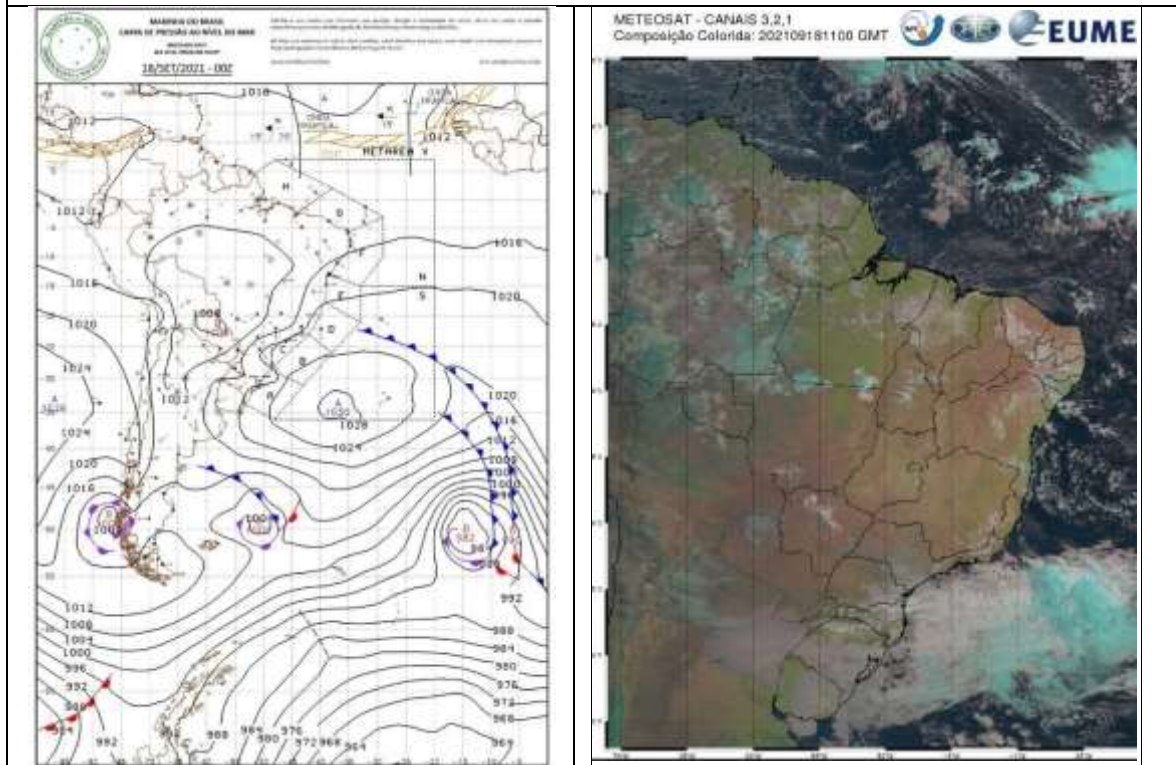
Nesse contexto, a análise da termografia urbana constitui um recurso essencial para compreender a variação espacial da temperatura na cidade, permitindo identificar contrastes térmicos entre áreas de alto e baixo NDVI. Enquanto regiões com vegetação densa tendem a apresentar temperaturas mais amenas devido ao sombreamento e à evapotranspiração,

setores com valores reduzidos de NDVI, geralmente associados a superfícies artificiais, revelam maior acúmulo de calor, evidenciando o papel do uso e cobertura do solo na modulação do clima urbano. O tópico seguinte apresenta a análise da termografia urbana, constituindo-se em mais um elemento para a compreensão da variação espacial da temperatura na cidade.

#### 4.3 Processos atmosféricos e variação térmica da superfície: estudo e compreensão das ilhas de calor urbanas

A dinâmica atmosférica presente na Figura 18 refere-se ao dia 18 de setembro de 2021. As imagens demonstram uma área de alta pressão que se estende do litoral ao interior do Brasil, tendo em seu centro anticiclônico uma isóbara de 1030 hpa localizada a aproximadamente 35°S de latitude e 35° a 40°W de longitude, o que pode caracterizar a atuação da massa Tropical atlântica; associada à mTa, nota-se a passagem de uma frente fria pela costa litorânea.

**Figura 18:** Carta sinótica de 00Z e imagem do satélite *Meteosat 9*, composição RGB, do dia 18 de setembro de 2021.



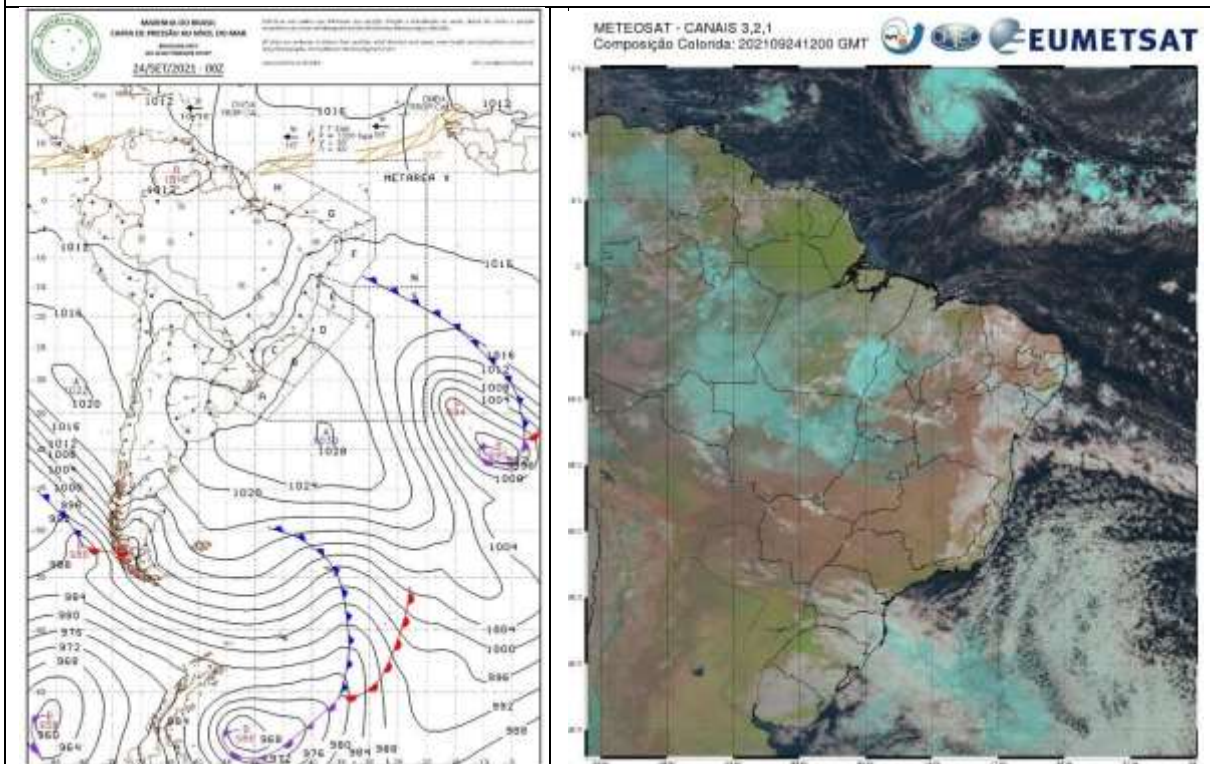
**Fonte:** Centro de Hidrografia da Marinha (2025). Copyright 2010-2012 EUMETSAT (2025).  
**Organização:** Autoria própria (2025).

Além disso, também se observa uma área de baixa pressão, com isóbara central de 1008 hpa em torno de onde se encontra a região do Grande Chaco, ou seja, localizada aproximadamente em 25°S e 60°W, estendendo sua área de influência principalmente para as regiões Norte e Centro-Oeste do Brasil.

De modo geral, a análise das imagens permite observar a atuação da mTa na região central do país, condição atmosférica caracterizada por dias de céu aberto e com tendência a altas temperaturas. Concomitante a isto, a atuação de uma extensa massa de baixa pressão originada nas depressões do Chaco canalizou o escoamento da umidade amazônica em direção ao oceano, especialmente devido ao bloqueio atmosférico causado pela mTa (Figura 18).

Apenas no dia 24 de setembro observa-se a alteração do padrão atmosférico, onde os registros demonstraram queda na temperatura máxima do ar de 35,9 °C no dia 24 para 30,1°C no dia 26 de setembro, como pode ser visto no Gráfico 4. A Figura 19 permite observar uma área de baixa pressão na região Norte do Brasil, aproximadamente entre as latitudes 0 e 5°N e longitudes 60° e 65°W, fato que contribuiu para o escoamento da umidade do ar da floresta amazônica em direção à região Centro-Oeste.

**Figura 19:** Carta sinótica de 00Z e imagem do satélite *Meteosat 9*, composição RGB, do dia 24 de setembro de 2021.

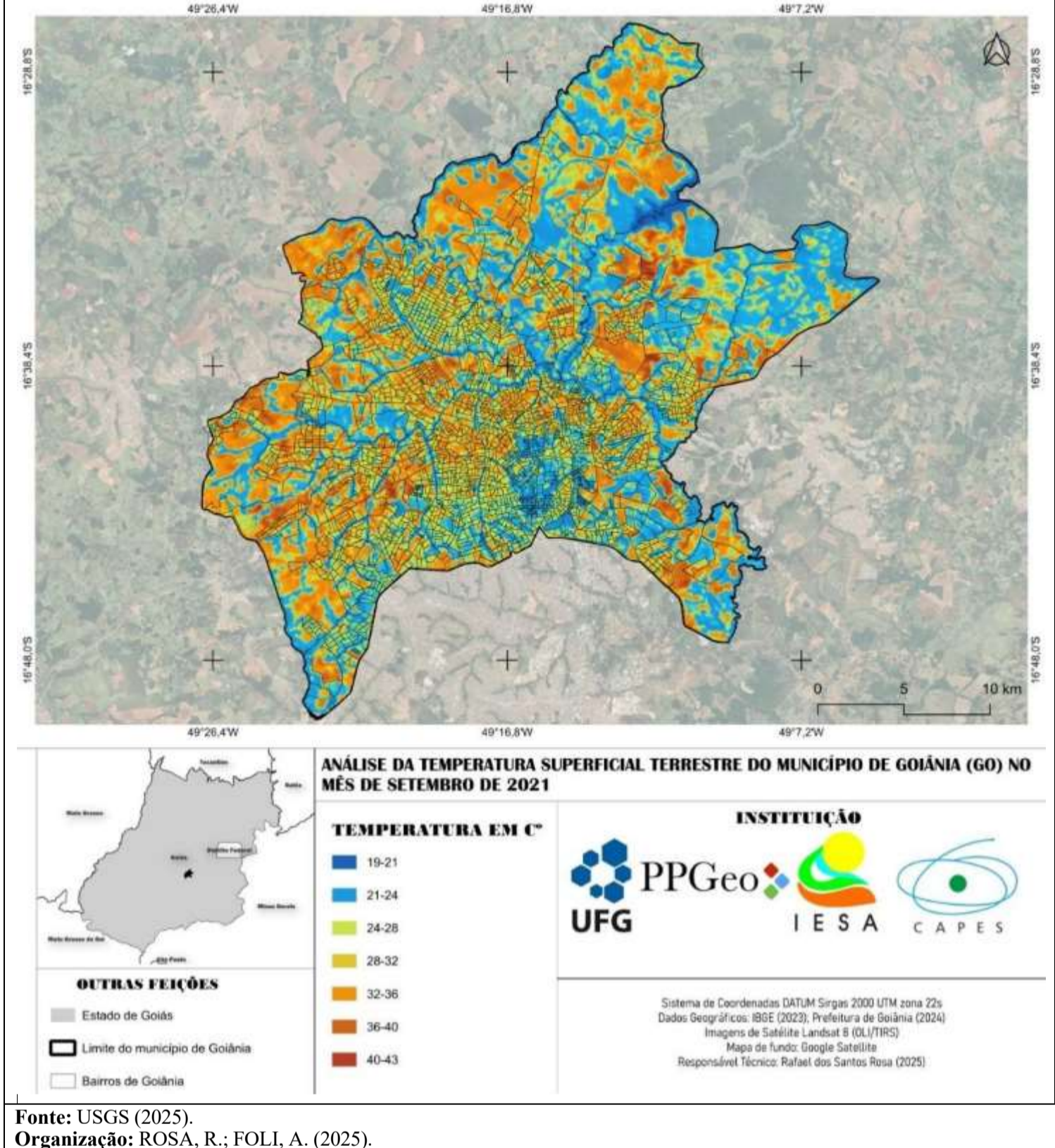


**Fonte:** Centro de Hidrografia da Marinha (2025). Copyright 2010-2012 EUMETSAT (2025).

**Organização:** Autoria própria (2025).

Neste sentido, comparando-se a série analisada (2018-2023) à Normal Climatológica para o mês de setembro (Gráfico 2), observou-se o fenômeno das ondas de calor entre os dias 18 e 23 de setembro de 2021, quando as temperaturas máximas oscilaram de 37,3 °C no dia 18, atingindo o pico de 40,4 °C no dia 20 e mantendo o valor de 39,4 °C no dia 23. Além disso, as temperaturas mínimas também se mostraram elevadas entre os dias 08 e 12 de setembro de 2021 e, posteriormente, entre os dias 20 e 24 de setembro de 2021, com registros acima dos 22 °C (Figuras 14 e 15). Ante o exposto, a Figura 20 apresenta uma imagem do satélite *Landsat 8 OLI/TIRS* sobre o município de Goiânia no dia 12 de setembro de 2021.

**Figura 20:** Imagem do satélite *Landsat 8* sobre o município de Goiânia em 12 de setembro de 2021.



Fonte: USGS (2025).

Organização: ROSA, R.; FOLI, A. (2025).

Como demonstrado anteriormente no Gráfico 3, neste dia (12/09) registrou-se temperatura máxima do ar de 39,1 °C e temperatura mínima de 22,2 °C na Estação Convencional de Goiânia. Assim, a análise da Figura 20 permitiu identificar que as áreas de maior refletância da radiação concentraram-se com maior expressividade nas áreas periféricas da cidade, com maior incidência nas regiões noroeste, oeste e sudoeste da cidade de Goiânia, bem como a região central e imediações e, em menor proporção, nas regiões leste e sudeste, onde os valores de termografia variaram em torno de 32 °C e 36 °C.

Nessas áreas encontram-se bairros residenciais, tais quais Conjunto Primavera, Setor Campinas, Setor Centro-Oeste, Jardim Nova Esperança, Setor Empresarial, Setor Parque Tremendão, Vila Mutirão, Setor Leste Vila Nova, Jardim Novo Mundo, Jardim Goiás I e II, Cidade Jardim, Jardins do Cerrado, Parque Santa Rita, Residencial Alphaville, Setor Sudoeste, Setor Sol Nascente, Jardim Guanabara, entre outros.


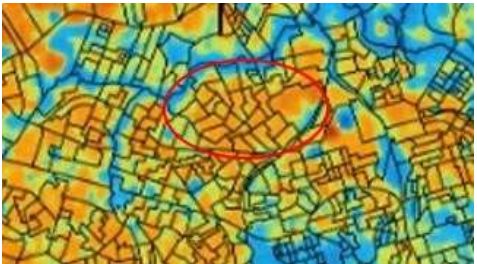




O Setor Campinas, por exemplo, é um bairro de ocupação mais antiga, próximo à área central da cidade. Em estudo sobre o local, Paula, Correa e Pinto (2005) explicam que desde sua existência o bairro teve destaque comercial e assim permanece por décadas. Atualmente, a área é foco de uma grande circulação de veículos automotores, ônibus e pessoas devido comportar um centro de comércio popular frequentado por moradores locais e visitantes. Além disso, o bairro apresenta calçadas muito estreitas e, de forma geral, pouca arborização.


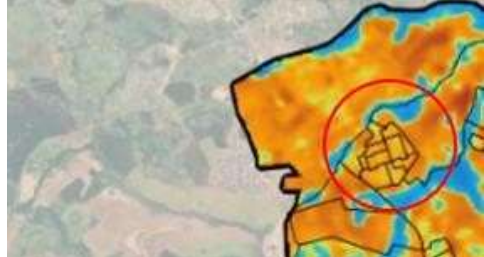



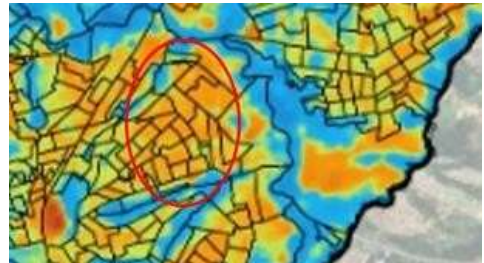

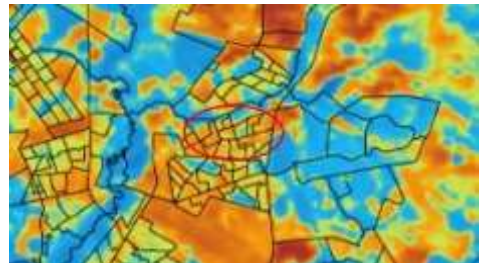
Já o Jardim Nova Esperança, localizado na região noroeste, surgiu a partir do movimento de luta coletiva pela terra urbana entre o período de 1979 a 1981, visto que neste período as áreas delimitadas para as moradias na cidade de Goiânia já não conseguiam atender à crescente demanda (Cruz; Deus, 2017).

Outro bairro que apresentou uma alta termografia foi a Vila Mutirão. Sua ocupação partiu de uma experiência de habitação popular, o Programa Mutirão da Moradia, onde foram construídas mil casas em um dia, com peças pré-moldadas de concreto, no ano de 1983. Conforme Freitas (2007), o programa destinava-se a resolver o problema habitacional para a população de baixa renda, mas tinha como pano de fundo interesses de teor político.

Um local que se destaca na imagem (Figura 20 e Quadro 5) é a área onde se encontram os bairros Jardins do Cerrado, na região oeste da cidade. Por se localizarem nos limites urbanos, o entorno desses bairros é permeado por áreas de pastagens, que não retêm tanta umidade quanto as áreas de vegetação mais densa, o que faz com que haja menor evapotranspiração, especialmente no período seco.

**Quadro 5:** Setores de maior reflectância da radiação: Goiânia, 12 de setembro de 2021.

Bairros	Coordenadas Geográficas	Elevação (metros)	Visão vertical	Termografia
Setor Campinas	16°39'22"S 49°17'46"W	730 m		
Jardim Nova Esperança / Setor Empresarial	16°38'31"S 49°19'35"W	740 a 780 m		
Jardins do Cerrado	16°40'30"S 49°26'23"W	840 a 890 m		

Conjunto Primavera	16°35'19"S 49°22'29"W	820 a 875 m		
Vila Mutirão/ Parque Tremendão	16°37'16"S 49°21'16"W	820 a 850 m		
Jardim Novo Mundo	16°40'44"S 49°13'06"W	700 a 820 m		
Jardim Guanabara	16°37'13"S 49°13'00"W	730 a 780 m		

Fonte: Google Earth (2025). Organização: Autoria própria (2025).

Além disso, o solo exposto e a vegetação rasteira recebem luz solar direta o dia todo, aquecendo mais. Esse calor é absorvido pelo solo e liberado ao longo do dia e da noite, elevando a temperatura local. Por ser um bairro mais novo, ainda é em grande parte desprovido de arborização – já que Goiânia não dispõe de uma política nesse sentido há muitos anos. Ademais, também foram observadas diversas ilhas de calor nas áreas urbanas e rurais, onde foram identificadas áreas de pastagem, vegetação fragmentada ou solo exposto (Figura 20). Nesses locais foram identificados os maiores índices termográficos, que variaram entre 36 °C e 40 °C, e entre 40 °C e 43 °C.







Em relação aos setores de menor reflectância da radiação destacam-se bairros da região sul, como o Setor Bueno, Setor Oeste, Setor Sul, Setor Marista, Parque Amazônia, Jardim das Esmeraldas, Vila Redenção, além de condomínios de luxo distribuídos pelas áreas periféricas, caso do Residencial Aldeia do Vale. Esses setores são beneficiados pela presença de importantes parques urbanos e áreas verdes, como o Lago das Rosas, o Parque Vaca Brava, Parque Areião, Bosque dos Buritis, Parque Cascavel e o Jardim Botânico.







As áreas verdes não absorvem tanto calor quanto o cimento, o asfalto e os telhados das casas, mantendo a temperatura ao redor da vegetação mais baixa durante o dia e também à noite. Além disso, esses bairros concentram edificações superiores a 10 andares, o que contribui para temperaturas superficiais menos elevadas devido ao efeito do *Sky View Factor*, que reduz a incidência direta de radiação solar sobre o solo devido o sombreamento. Observam-se também temperaturas mais amenas nas proximidades de cursos d'água, tanto em áreas urbanas quanto no entorno rural.

A região onde se localiza o Parque Vaca Brava, por exemplo, caracteriza-se por comportar importantes bairros e abrigar parcela mais abastada da população goianiense, com forte presença de edificações residenciais de luxo e uma especializada rede de serviços e equipamentos destinados ao consumo dessa camada social. Segundo Ferreira Júnior (2007) a área possui três grandes símbolos de consumo: os *shoppings centers* Buena Vista e Goiânia Shopping e o próprio Parque Vaca Brava, que representa para muitos habitantes um símbolo de qualidade de vida.

Bairros adjacentes a essas áreas demonstraram valores intermediários da temperatura de superfície, ou seja, valores entre 24 °C e 28 °C, tais quais o Jardim das Esmeraldas, a Vila Redenção e o Jardim América, conforme Quadro 6. Este último representa um dos maiores, mais antigos e mais populosos bairros de Goiânia.

**Quadro 6:** Setores de menor reflectância da radiação: Goiânia, 12 de setembro de 2021.

Bairros	Coordenadas Geográficas	Elevação (m)	Visão vertical	Termografia
Setor Oeste	16°40'50"S 49°15'59"W	730 a 790 m		
Setor Sul	16°41'20"S 49°15'11"W	760 a 800 m		
Setor Bueno / Setor Marista	16°42'03"S 49°16'24"W	760 a 820 m		

<p>Jardim das Esmeraldas/ Vila Redenção</p>	<p>16°43'10"S 49°15'28"W</p>	<p>800 a 860 m</p>		
<p>Jardim América</p>	<p>16°42'44"S 49°17'12"W</p>	<p>760 a 840 m</p>		
<p>Residencial Aldeia do Vale</p>	<p>16°36'46"S 49°11'25"W</p>	<p>750 a 870 m</p>		

**Organização:** Autoria própria (2025). Fonte: Google Earth (2025).

A Tabela 4 apresenta os graus de intensidade das ilhas de calor no município de Goiânia no mês de setembro de 2021, conforme a classificação proposta por Gomez et al. (1993) *apud* Brandão (1996). Ressalta-se, todavia, que os dados contidos nela foram organizados tendo caráter exclusivamente ilustrativo, com o objetivo de exemplificar o fenômeno analisado. Ainda assim, a tabela permite observar a relação entre as áreas com temperaturas mais elevadas ( $T^{\circ+}$ ) e aquelas com temperaturas mais amenas ( $T^{\circ-}$ ), possibilitando a compreensão da amplitude térmica e, de maneira didática, da intensidade das ilhas de calor urbanas.

**Tabela 4:** Goiânia, setembro de 2021: variações térmicas e graus de intensidade.

$T^{\circ+}$	Bairros	$T^{\circ-}$	Bairros	Amplitude	Intensidade
36°C	Setor Campinas	21°C	Setor Bueno	15°C	Muito Forte
32°C	Jardim Leste Vila Nova	21°C	Setor Oeste	11°C	Muito Forte
36°C	Bairro Goiá	26°C	Vila Redenção	10°C	Muito Forte
36°C	Jardim Nova Esperança	24°C	Parque Amazônia	12°C	Muito Forte
36°C	Vila Mutirão	24°C	Jardim América	12°C	Muito Forte
40°C	Jardins do Cerrado	21°C	Residencial Adeia do Vale	19°C	Muito Forte

**Organização:** Autoria própria (2025).

Entre os bairros com maior aquecimento destacam-se Setor Campinas, Jardim Leste Vila Nova, Bairro Goiá, Jardim Nova Esperança, Vila Mutirão e Jardins do Cerrado, enquanto nas áreas mais amenas encontram-se Setor Bueno, Setor Oeste, Vila Redenção, Parque Amazônia, Jardim América e Residencial Aldeia do Vale.

Conforme Tabela 4, foram identificadas amplitudes térmicas de intensidade muito forte, com variações entre 10 °C e 19 °C no espaço intraurbano. Esse cenário acarreta riscos à saúde humana, com sintomas que podem variar entre leves a moderados, como desidratação e insolação, até quadros de hipertermia, com sintomas entre lentidão no raciocínio, enjoo, fraqueza e até colapso, seguido de desmaio (EBSERH, 2025).

Um dos exemplos mais contrastantes das variações térmicas de superfície refere-se aos bairros Jardins do Cerrado, localizado no setor oeste do município, onde evidenciou-se temperaturas de superfície em torno de 40 °C em comparação com o Residencial Aldeia do Vale, localizado no setor nordeste e onde foram observadas temperaturas de aproximadamente 21 °C. Essa comparação evidencia contrastes microclimáticos significativos no espaço urbano, refletindo a influência de fatores como densidade construtiva, cobertura vegetal e uso do solo.

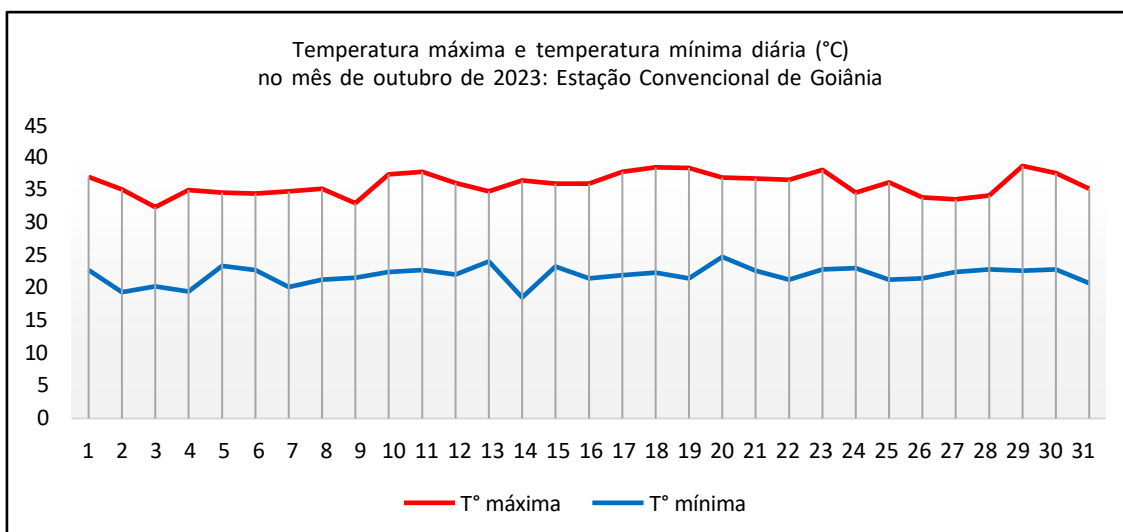
O Residencial Aldeia do Vale, condomínio de luxo localizado na região nordeste, constitui a materialização de um paradigma habitacional orientado pelo alto padrão construtivo, pela segurança patrimonial e pela integração planejada com elementos naturais. Entretanto, tal configuração urbana não se limita à oferta de qualidade de vida aos seus moradores, mas também opera como dispositivo de produção e manutenção de barreiras socioespaciais, simultaneamente tangíveis e simbólicas.

Ao privilegiar a homogeneidade socioeconômica e a apropriação privada de extensas áreas ambientalmente valorizadas, este modelo reforça processos de segregação e de concentração de capital imobiliário em um contexto urbano já marcado por profundas assimetrias. Sua proximidade com o bairro Residencial Vale dos Sonhos, composto por uma população de classe média baixa, explícita, no próprio arranjo espacial, a coexistência de realidades antagônicas e a intensificação das desigualdades estruturais que caracterizam a dinâmica socioespacial de Goiânia.

Sobre os espaços verdes, de acordo com Ferreira Júnior (2007, p. 61), o que se observa na produção do espaço urbano de Goiânia é a revitalização de áreas de nascente, que são “vendidas e consumidas por uma população ávida à contemplação dessas miniaturas caricaturizadas da natureza real”. Dessa forma, os espaços verdes formam espaços descontínuos na paisagem, “ilhados”, sem comunicação com outras áreas, e “podem ser considerados como verdadeiras obras de consumo, locais de (re)produção do capital, mercadorias do espaço, espaço-mercadoria” (Ferreira Júnior, 2007, p. 61).

Por outro lado, ao analisar o campo termo-higrométrico no mês de outubro de 2023 (Gráfico 4) observa-se um início de mês já com altas temperaturas, próximas aos 37 °C. Após uma queda na temperatura máxima do ar no dia 02, observa-se a elevação da temperatura mínima no dia 04 de outubro. Após um período de cinco dias de temperaturas máximas estáveis, próximas aos 35 °C, no dia 09 de outubro registrou-se um queda para o valor de 32,9 °C, e no dia 10, a temperatura máxima atingiu o patamar de 37,3 °C, ou seja, um acréscimo de 4,4 °C em um período de 24 horas.

**Gráfico 4:** Goiânia, outubro de 2023: temperatura máxima e mínima do ar (°C).



**Fonte:** INMET (2024).

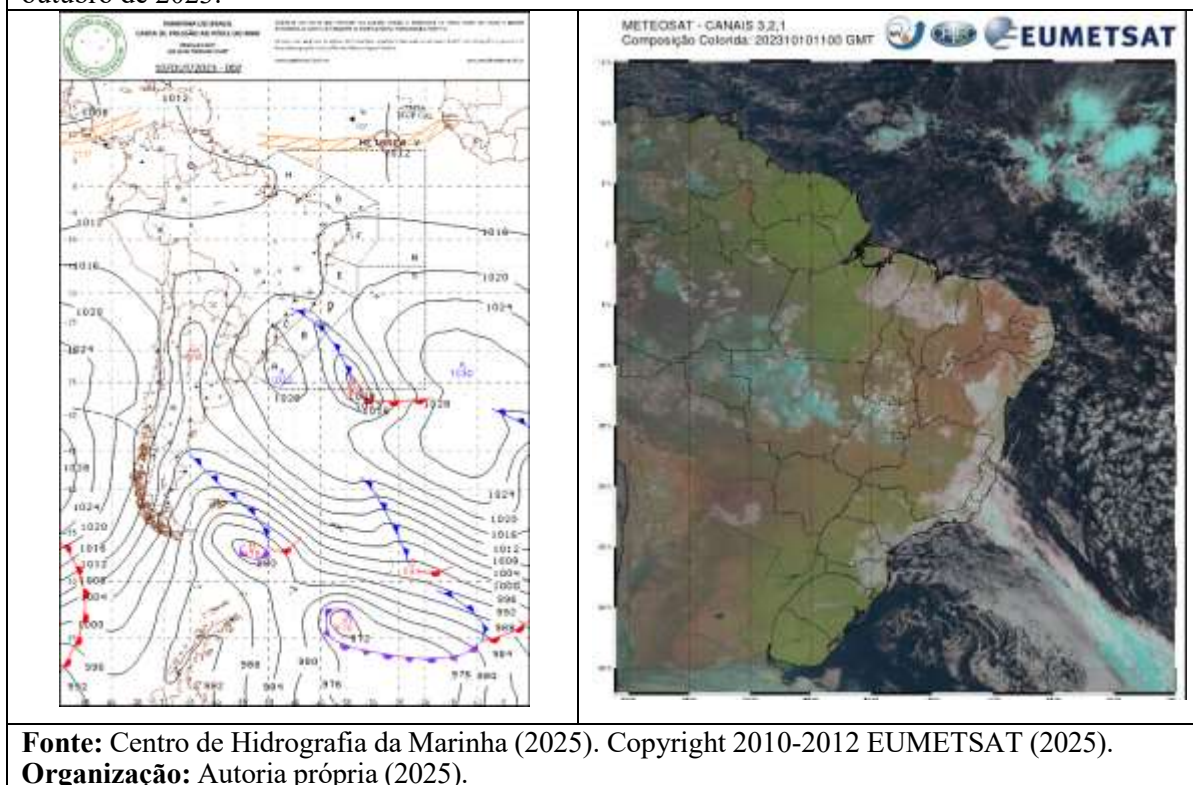
**Organização:** Própria autora (2025).

Além disso, observa-se um decréscimo na temperatura mínima do ar no dia 14, elevando-se as temperaturas máximas logo em seguida, no dia 16 de outubro, uma característica da entrada de um sistema pré-frontal, quando a pressão atmosférica aumenta rapidamente e as temperaturas mínimas se elevam (Severino, 2017). Tanto que, nos dias posteriores foram registradas temperaturas acima dos 37°C no dia 17, e acima dos 38 °C nos dias 18 e 19 (Gráfico 4).

Conforme Gráfico 4, no restante do mês de outubro, as temperaturas indicam uma tendência de queda, com valores que variaram entre 33,5 °C e 36,1 °C entre os dias 24 e 28 de outubro. Por fim, no dia 29 de outubro de 2023 a temperatura máxima do ar atingiu o patamar de 38,6 °C, o maior valor registrado dentro da série analisada.

Diante do exposto, optou-se por apresentar a configuração atmosférica do dia 10 de outubro de 2023, que pode ser verificada pela dinâmica presente na Figura 21. Observa-se a passagem de uma frente fria entre as latitudes 22° a 35°S, e 35° a 45°W de longitude e, logo atrás, um centro de alta pressão com isóbara central de 1022 hpa, associado a mTa. A Figura 21 permite identificar, também, a influência de uma massa de ar de baixa pressão localizada entre as latitudes 15° a 45°S, e longitude 60° a 70°W, onde se visualiza uma associação entre esta e a frente fria localizada no litoral, canalizando o escoamento do vapor d'água.

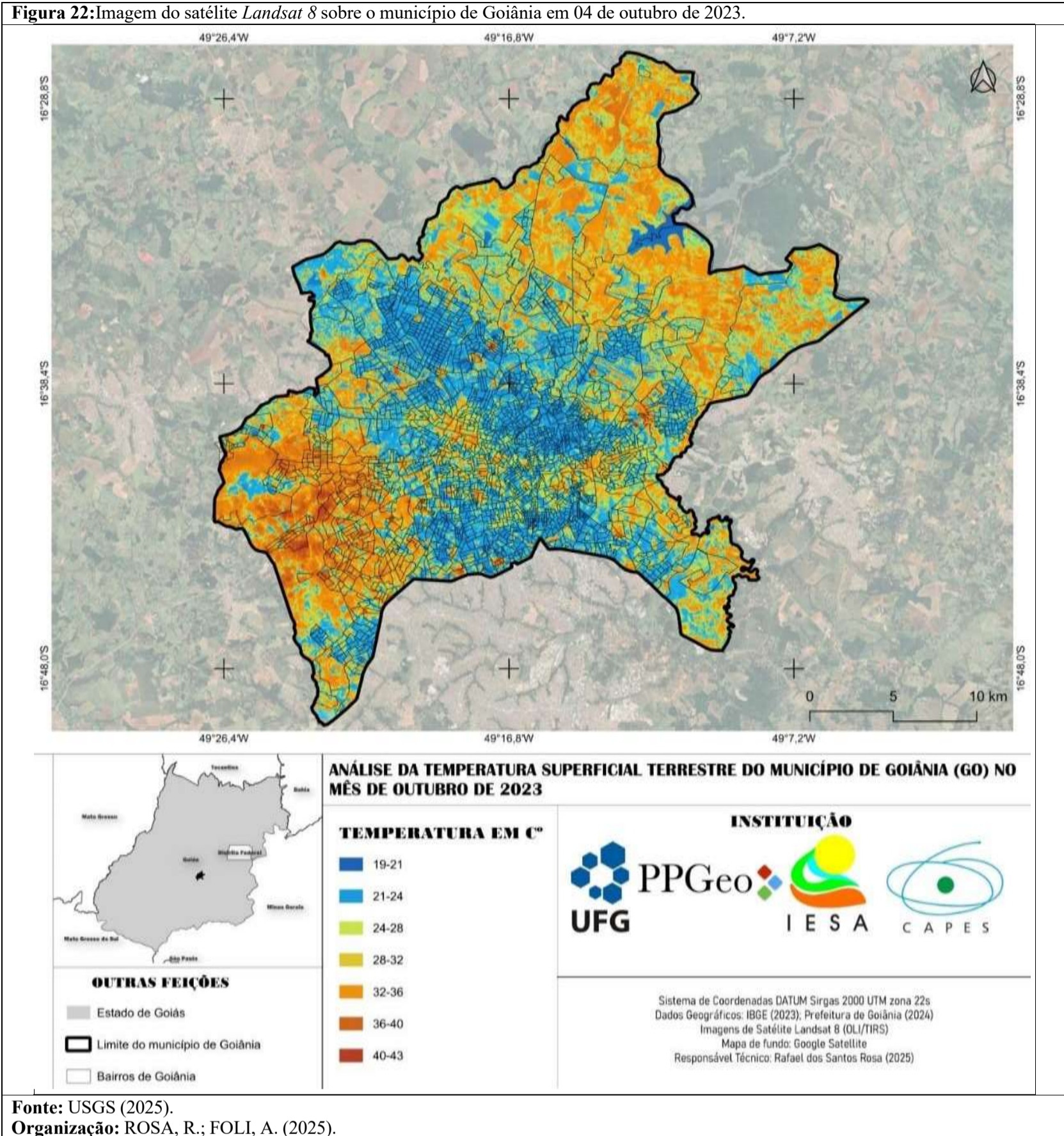
**Figura 21:** Carta sinótica de 00Z e imagem do satélite *Meteosat 9*, composição RGB, do dia 10 de outubro de 2023.



A imagem de satélite (Figura 21) permite visualizar o corredor de umidade entre os estados de Mato Grosso, Goiás, Minas Gerais, Espírito Santo e Rio de Janeiro. Após a passagem desse sistema, no dia 10 de outubro, os valores de temperatura do ar voltaram a se elevar na cidade de Goiânia, corroborados pelos dados presentes no Gráfico 5, permitindo inferir o retorno da influência de um sistema de alta pressão, característico da mTa.

Em virtude do que foi apresentado, a Figura 22 apresenta uma imagem do satélite *Landsat 8* sobre o município de Goiânia no dia 04 de outubro de 2023.

Figura 22: Imagem do satélite *Landsat 8* sobre o município de Goiânia em 04 de outubro de 2023.



Fonte: USGS (2025).

Organização: ROSA, R.; FOLI, A. (2025).

A Figura 22 revela que os locais de maior reflectância concentraram-se nas áreas periféricas da região sudoeste do município, destacadas nas imagens pelos tons de laranja/marrom, ou seja, locais onde as temperaturas de superfície variaram entre 36 °C e 40 °C, e entre 40 °C e 43 °C.


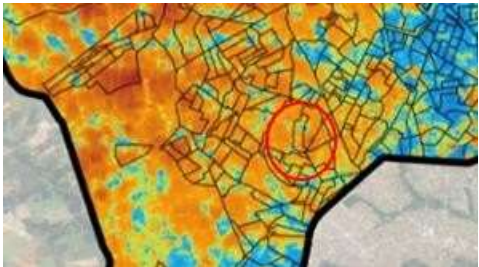



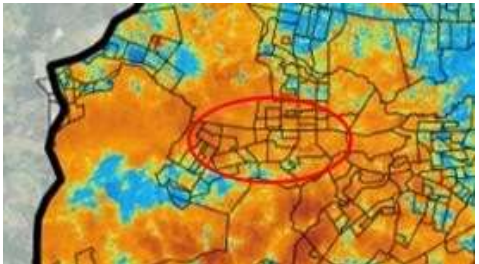
O destaque fica para os bairros localizados nas áreas periféricas das regiões sudoeste e oeste, tais quais o Setor Garavelo, Setor Caravelas, Jardins Madri, Solange Park I e II, Residencial São Marcos, Lorena Parque, Carolina Parque, Residencial Goiânia Viva, Vila União, Residencial Forteville, Jardim Botânico, Parque Santa Rita, Village Santa Rita, Vila Mauá, e em bairros da região noroeste como o Conjunto Vera Cruz, Parque Eldorado Oeste, Setor das Nações, Residencial Junqueira. Na região leste identificou-se uma área com variação térmica entre 32 °C e 36 °C nas imediações do bairro Jardim Fernando.

O Setor Garavelo, por exemplo, está localizado nos limites da região sudoeste, e teve sua origem na década de 1970, idealizado pelo então prefeito de Aparecida de Goiânia, Freud de Melo. Inicialmente, era uma área rural com infraestrutura praticamente inexistente e sem transporte público, o que limitava muito seu desenvolvimento. Nele, foram identificadas temperaturas de superfície entre 36 °C e 40 °C. Atualmente apresenta conurbação com a cidade, e apenas uma parte do bairro está inserida no território de Goiânia, sendo considerado uma das áreas mais estruturadas da periferia, com ampla rede de comércios e serviços.

Outro bairro que apresentou estas variações foi o Conjunto Vera Cruz, localizado na região noroeste; este foi projetado e construído no início da década de 1980, como parte de um grande empreendimento habitacional que visava impulsionar o desenvolvimento da zona oeste. Em 2023, o governo de Goiás deu início a um processo de regularização fundiária no bairro, com cadastramento dos moradores para obtenção da escritura definitiva (Governo do Estado de Goiás, 2025).

Setores como Solange Park I e II, Lorena Parque, Carolina Parque, entre outros, localizados na região sudoeste, compõem a estrutura mais recente do processo de expansão urbana de Goiânia, particularmente implantados entre as décadas de 1990 e 2010, e fazem parte do 38º subdistrito de Goiânia, conhecido como João Braz.

**Quadro 7:** Setores de maior reflectância da radiação: Goiânia, 04 de outubro de 2023.

Bairros	Coordenadas Geográficas	Elevação (m)	Visão vertical	Termografia
Setor Garavelo/ Setor Caravelas	16°44'55"S 49°21'00"W	730 a 790 m		
Solange Park I e II/ Carolina Parque	16°42'20"S 49°22'24"W	770 a 830m		
Conjunto Vera Cruz/ Parque Eldorado Oeste	16°39'34"S 49°23'05"W	810 a 860 m		

**Fonte:** Google Earth (2025).

**Organização:** Autoria própria (2025).

Setores das regiões norte e nordeste apresentaram variações térmicas entre as classes de 28 °C e 32 °C, e entre 32 °C e 36 °C, em locais como o Sítio Recreio Paraíso Tropical e o Residencial Orlando de Moraes. A ocupação desses setores começou de maneira mais lenta, se consolidando principalmente a partir das décadas de 1980 a 1990. Essas áreas foram marcadas pela expansão periférica e pela criação de bairros populares, em grande parte através de loteamentos irregulares e ocupações. Esses locais enfrentam certa desigualdade de infraestrutura e carência de equipamentos públicos, embora em alguns pontos tenha ocorrido valorização imobiliária recente. Também observa-se temperaturas de até 24 °C em áreas compostas por pastagens e agricultura nestes setores.

Além disso, observa-se manchas com temperaturas identificadas entre as classes de 28 °C e 32 °C, e 32 °C e 36 °C onde se localizam os bairros Setor Marista, Jardim Goiás e Setor Leste Universitário, bem como em bairros centrais como o Setor Campinas, Setor Coimbra e Setor São José, enquanto as áreas nestes entornos apresentaram valores menores.

**Figura 23:** Área central de Goiânia, setembro de 2023. Vista do Edifício Gran Universitário, no setor Leste Universitário. Destaque para a Avenida Anhanguera, à direita, e a Marginal Botafogo na parte inferior da imagem. Ao fundo e à direita, observa-se o Morro do Mendanha.



**Fonte:** Autoria própria (2023).


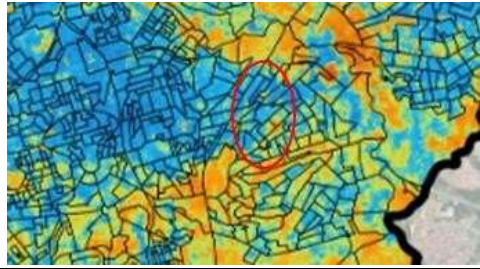

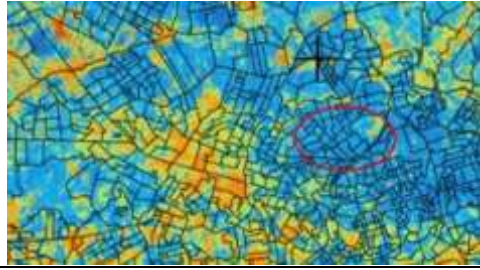

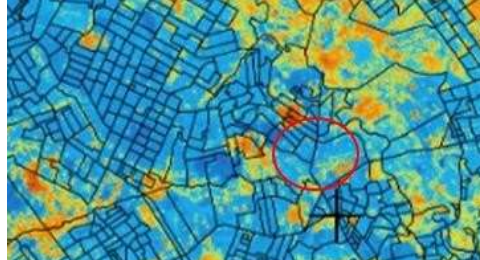
A Figura 22 evidencia certo padrão na distribuição espacial das temperaturas mínimas de superfície. Destacam-se com maior expressividade as áreas de menor refletância da radiação, visualizadas em grande parte da área central urbana e identificadas na imagem pelos tons de azul, ou seja, locais onde os valores de temperatura variaram espacialmente entre 19 °C e 21 °C, e entre 21 °C e 24 °C.




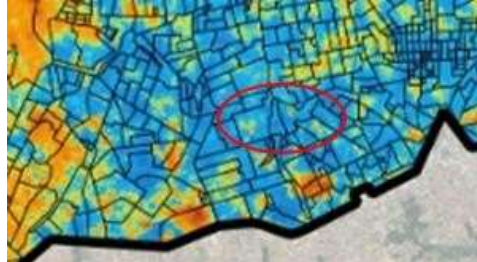

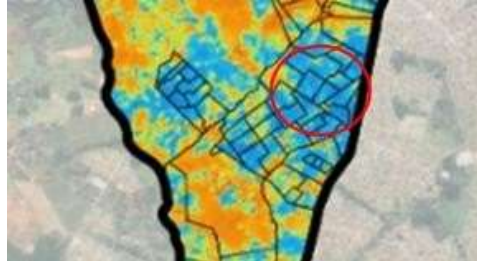
Fica evidenciada uma configuração específica na distribuição das temperaturas mínimas de superfície, especialmente concentradas de leste a oeste/noroeste da cidade, como nos bairros Jardim Novo Mundo, Setor Leste Vila Nova, Crimeia Leste, Centro, Setor Aeroporto, Setor Centro-Oeste, Panorama Parque, Setor Urias Magalhães, Balneário Meia Ponte, Setor Morada do Sol, Jardim Atenas, Setor Estrela D'Alva, Vila Mutirão I e II, Parque Tremendão, Jardim Nova Esperança, Setor Santos Dumont, Setor São Francisco, Conjunto Primavera. Destacam-se ainda bairros do setor nordeste, como a Vila Pedroso, Vila Concórdia, Vila Matilde, Setor Jaó, Bairro Santa Genoveva, Jardim Guanabara I e II e mais. Bairros da região norte, como o Jardim Guanabara I e II, Vila Jardim Pompeia, Vila Jardim São Judas, Parque Itatiaia, bem como as áreas próximas aos campus Samambaia da UFG, também registraram temperaturas que variaram entre 21 °C e 24 °C.

É importante destacar que, na Figura 20, na análise de setembro de 2021, muitos desses bairros se apresentaram justamente com a situação oposta, de altas temperaturas. Essa constatação pode ser explicada pela análise sinótica do mês de outubro de 2023, onde identificou-se uma área de baixa pressão associada a uma frente fria no dia 02, exatamente dois dias antes da tomada da imagem de satélite. A passagem de uma frente fria pode influenciar significativamente a análise de termografia por satélite *Landsat*, pois altera tanto as condições atmosféricas quanto as propriedades térmicas da superfície no momento da aquisição da imagem.

Bem como em setembro de 2021, também foram evidenciadas menores temperaturas em bairros localizados na região sul, dessa vez abrangendo uma área maior onde se encontram bairros como Parque das Laranjeiras, Alto da Glória, Parque Cascavel, Parque Amazônia, Jardim Atlântico, Vila Redenção, Jardim das Esmeraldas, Setor Faiçalville e Setor Bueno. Além disso, evidenciou-se uma área no extremo sudoeste da cidade, com temperaturas identificadas entre as classes de 21 °C e 24 °C, onde estão localizados bairros como Residencial Campos Dourados, Setor Grajaú, Jardim Itaipu, Condomínio dos Dourados, Residencial Real Conquista. Essas informações podem ser melhor visualizadas no Quadro 8.

**Quadro 8:** Setores de menor reflectância da radiação: Goiânia, 04 de outubro de 2023.

Bairros	Coordenadas Geográficas	Elevação (m)	Visão vertical	Termografia
Jardim Novo Mundo	16°40'42"S 49°13'05"W	700 a 820 m		
Setor Aeroporto/ Setor Centro-Oeste	16°40'00"S 49°15'40"W	730 m		
Balneário Meia Ponte/ Setor Urias Magalhães	16°36'54"S 49°17'53"W	750 m		

Bairro Santa Genoveva / Setor Jaó	$16^{\circ}38'16''\text{S}$ $49^{\circ}14'11''\text{W}$	730 m		
Jardim Atlântico/ Parque Amazônia	$16^{\circ}43'55''\text{S}$ $49^{\circ}17'17''\text{W}$	800 a 860 m		
Jardim Itaipu/ Setor Grajaú	$16^{\circ}45'38''\text{S}$ $49^{\circ}21'48''\text{W}$	890 m		

**Fonte:** Google Earth (2025).

**Organização:** Autoria própria (2025).

A Tabela 5 apresenta os graus de intensidade das ilhas de calor no município de Goiânia no mês de outubro de 2023, comparando alguns bairros com os maiores e os menores valores de temperatura. Conforme descrito na tabela anterior (Tabela 4), os dados contidos na Tabela 5 assumem papel ilustrativo, onde observa-se a relação entre as áreas com temperaturas mais elevadas ( $T^{\circ+}$ ) e aquelas com temperaturas mais amenas ( $T^{\circ-}$ ), permitindo a identificação da amplitude térmica e, conseqüentemente, da intensidade do fenômeno.

**Tabela 5:** Goiânia, outubro de 2023: variações térmicas e graus de intensidade.

$T^{\circ+}$	Bairros	$T^{\circ-}$	Bairros	Amplitude	Intensidade
36°C	Conjunto Vera Cruz	24°C	Jardim Novo Mundo	12°C	Muito forte
36°C	Solange Park I e II	24°C	Balneário Meia Ponte	12°C	Muito forte
40°C	Res. Buena Vista	21°C	Bairro Santa Genoveva	19°C	Muito forte
36°C	Setor Coimbra	24°C	Parque das Laranjeiras	12°C	Muito forte
36°C	Setor Garavelo	21°C	Jardim Atlântico	15°C	Muito forte
32°C	Jardim Goiás	21°C	Parque Amazônia	11°C	Muito forte
36°C	Setor das Nações	24°C	Jardim Guanabara	12°C	Muito forte

**Organização:** Autoria própria (2025).

De acordo com a Tabela 5, os valores extremos de temperaturas máximas variaram entre 32 °C e 40 °C, dentre os quais destaca-se o Residencial Buena Vista como o ponto mais quente, com registro de 40 °C, enquanto as temperaturas mínimas variaram majoritariamente na classe entre 21 °C e 24 °C, sendo Santa Genoveva, Jardim Atlântico e Parque Amazônia os bairros mais amenos, representando assim o maior contraste térmico no espaço intraurbano.

A análise da amplitude térmica evidencia uma variação significativa dos valores, oscilando entre 11 °C e 19 °C, o que caracteriza variações de intensidade muito forte e revela uma heterogeneidade térmica intraurbana. Essa variabilidade está diretamente relacionada a um conjunto de fatores interdependentes, como uso e cobertura do solo, densidade construtiva, características topográficas e proximidade de elementos naturais.

Nas áreas onde predominam superfícies impermeáveis – como asfalto, concreto e telhados –, o albedo reduzido favorece a maior absorção de radiação solar e o conseqüente armazenamento de calor durante o dia, resultando em temperaturas superficiais mais elevadas. Em contrapartida, bairros que apresentam maior cobertura vegetal ou estão localizados em áreas de fundo de vale e próximas a corpos d'água tendem a registrar temperaturas mais amenas. Esse efeito está associado a dois mecanismos principais:

resfriamento evaporativo, proporcionado pela vegetação e pela presença de cursos d'água, e maior umidade relativa do ar, que reduz o aquecimento excessivo da superfície.

Por outro lado, em áreas densamente urbanizadas, com baixa ventilação, alta taxa de impermeabilização e escassez de cobertura vegetal, formam-se ilhas de calor urbanas, caracterizadas por temperaturas significativamente mais elevadas que as registradas em regiões periféricas ou próximas a elementos naturais.

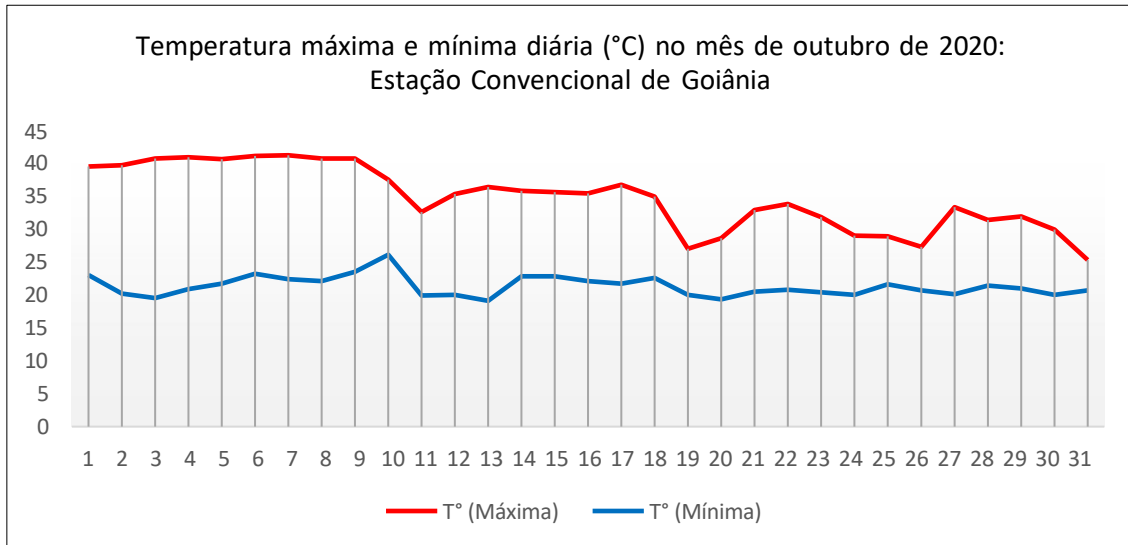
Exemplos notáveis dessa interação entre fatores naturais e antrópicos são os bairros Balneário Meia Ponte e Santa Genoveva, onde a proximidade de cursos d'água e da vegetação ripária favorece a criação de ilhas de frescor. Nesses locais, a amplitude térmica diária tende a ser a menor em comparação com bairros altamente adensados e impermeabilizados, evidenciando o papel fundamental da infraestrutura verde na regulação climática.

Em síntese, os padrões identificados indicam que a distribuição da temperatura na cidade resulta da interação complexa entre características físicas do espaço urbano, elementos naturais e processos atmosféricos locais. A presença de vegetação, corpos d'água, sombreamento urbano e características topográficas atua como moduladora das condições térmicas, enquanto o adensamento construtivo e a impermeabilização exacerbam o aquecimento superficial, intensificando os contrastes térmicos intraurbanos.

Para além do quadro em tela, faz-se necessária uma ressalva importante. O mês de outubro de 2023 foi admitido para esta análise pois, quando da seleção das imagens de satélite, verificou-se que estas datas receberam menor influência da cobertura de nuvens, o que garantiria uma observação mais fiel dos dados de temperatura do ar. No entanto, dados de 2020 indicam dias de temperaturas ainda mais extremas, acima dos 40 °C durante um período de sete dias consecutivos, entre os dias 03 e 09 de outubro.

Além disso, nos dias 06 e 07 de outubro de 2020 a temperatura máxima do ar ultrapassou o patamar dos 41 °C, o que pode desencadear um grande perigo à saúde da população. Entretanto, durante o restante do mês, as temperaturas se alternaram entre a faixa dos 25 °C para até 35 °C, mostrando a tendência de variações máximas e mínimas características da primavera, um período de transição de estações bem marcado na região Centro-Oeste. Esses dados podem ser melhor observados no Gráfico 5.

**Gráfico 5:** Goiânia, outubro de 2020: dados de temperatura máxima e mínima do ar (°C).



**Fonte:** INMET (2024).

**Organização:** Própria autora (2025).

Diante do exposto, a constatação do fenômeno das ondas de calor em Goiânia no mês de setembro de 2021 vai ao encontro ao que vem sendo divulgado por cientistas de todo o mundo, especialmente no que se refere ao aumento excepcional da temperatura do ar nos últimos anos (Hofmann et al., 2021; Neves et al., 2024; Santos et al., 2023; Silva; Nascimento, 2021).

As ondas de calor são caracterizadas, segundo critérios da Organização Mundial Meteorológica (WMO), como um período em que o excesso de calor local se acumula ao longo de uma sequência de dias e noites excepcionalmente quentes (World Meteorological Organization, 2025). Baseado em estudos bibliográficos sobre o termo, o Escritório das Nações Unidas para a Redução do Risco de Desastres (UNDRR, 2025) apresenta uma definição complementar, propondo que o fenômeno das ondas de calor se caracteriza por um período incomum e marcante de tempo quente em uma região, que persiste por pelo menos dois dias consecutivos durante o período quente do ano, com base nas condições climatológicas locais, com condições térmicas registradas acima de determinados limites.

Sobre o tema, estudo sobre as mudanças observadas no clima do Brasil concluiu que o número de dias com ondas de calor aumentou oito vezes nos últimos 60 anos. No período histórico, entre 1961 e 1990, eram 7 dias e, no período mais recente, entre 2011-2020, passou para 52 dias (Ministério da Tecnologia, Ciência e Inovação, 2023).

À luz dos resultados obtidos, constatou-se a formação de núcleos de aquecimento em setores específicos do espaço intraurbano de Goiânia, evidenciando a influência direta

da condição morfológica, do uso e da cobertura da terra na modificação do balanço energético local. Essas áreas, marcadas por elevada densidade construtiva, impermeabilização extensiva do solo e escassez de cobertura vegetal, apresentam condições propícias à intensificação do fenômeno das ilhas de calor urbanas, conforme delineado por Oke (1976) e corroborado por estudos de Landsberg (1981) e Voogt (2002).

Tais características configuram um clima urbano particular, resultante da interação entre fatores antrópicos e processos físicos, no qual a absorção e o armazenamento de radiação solar pelas superfícies construídas, aliados à liberação de calor antropogênico, promovem a elevação das temperaturas em escala local. Essa constatação reforça a premissa de que a morfologia urbana e o padrão de ocupação não apenas refletem, mas também moldam as dinâmicas climáticas, implicando em consequências diretas para o conforto térmico, a saúde pública e a resiliência ambiental das cidades.

#### **4.4 Produção do espaço urbano e a dimensão da vulnerabilidade socioespacial**

Conforme exposto no Capítulo III, Goiânia foi criada sob a égide de um planejamento urbano moderno a partir de relações de poder exercidas pelos agentes do espaço urbano, visando a acumulação de capital própria de seus interesses políticos e econômicos. Contudo, rapidamente esse processo expôs a desigualdade social na forma de sua ocupação espacial. É justamente nessa desigualdade que se estabelecem as maiores vulnerabilidades frente aos impactos ambientais, hoje expressos como consequência das mudanças climáticas globais.

##### **4.4.1 Panorama socioeconômico: dinâmicas urbanas e indicadores de desenvolvimento**

Dados do IBGE apontam que, em 2022 Goiânia apresentava uma área urbanizada correspondente a 301,55 km<sup>2</sup>. Acioly e Davidson (1998) consideram a densidade construtiva como uma medida da relação entre a área construída e a área total de um determinado espaço urbano. Assim, uma alta densidade refere-se a áreas onde há grande concentração de construções, como prédios altos e construções muito próximas umas das outras. Já a baixa densidade construtiva descreve áreas com construções mais espaçadas e baixas, como casas térreas. O Quadro 9 demonstra essa relação no espaço urbano de Goiânia.

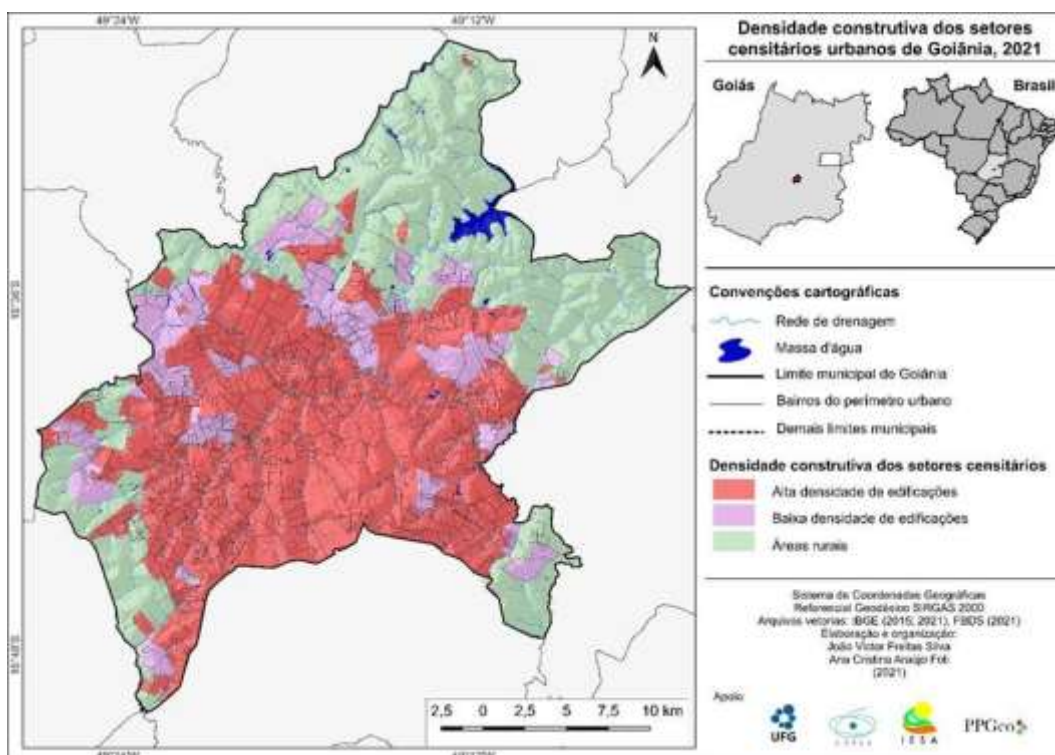
**Quadro 9:** Densidade construtiva dos setores censitários de Goiânia (em área), 2021.

Setores Censitários	Área (ha)	Área relativa (%)
Alta densidade de edificações	35.931,91	49,27%
Baixa densidade de edificações	9.532,062	13,07%
Áreas Rurais	27.467,028	37,66%
<b>Área total</b>	<b>72.931</b>	<b>100%</b>

**Fonte:** IBGE (2015; 2021).

**Organização:** Autoria própria (2022).

No Mapa 6 observa-se uma concentração de setores com alta densidade de edificações nas regiões administrativas Central, Sul e Sudoeste. As regiões Norte e Noroeste são compostas, em sua maior parte, por setores com baixa densidade de edificações, provavelmente em respeito às determinações especificadas no texto dos planos diretores, que prevê resguardar áreas de altos valores hipsométricos para controle de erosão. Contudo, isso não significa inexistência de especulação imobiliária nestas áreas, nem que as legislações ambientais são devidamente respeitadas.

**Mapa 6:** Densidade construtiva dos setores censitários urbanos de Goiânia (IBGE, 2021).

**Fonte:** IBGE (2015; 2021); FBDS (2021).

**Organização:** SILVA, J.; FOLI, A. (2021)

De acordo com dados do Censo do IBGE (2022), Goiânia apresenta uma área territorial de 729.296 km<sup>2</sup>, população residente de 1.437.237 pessoas, e densidade demográfica de 1.970,72 hab./km<sup>2</sup>. Os dados relacionados às mulheres residentes por cor ou raça referem-se à população total do município, conforme Tabela 6. Já os dados referentes à população masculina, por cor ou raça, podem ser observados na Tabela 7.

**Tabela 6:** Mulheres residentes por cor ou raça: Goiânia, 2010.

<b>Cor ou Raça</b>	<b>Número de Pessoas</b>
Branca	333.690
Preta	34.835
Amarela	12.551
Parda	298.892
Indígena	1.170
Sem declaração	6
<b>Total</b>	<b>681.144</b>

**Fonte:** IBGE (2010).

**Organização:** A autoria própria (2023).

Pela análise das Tabelas 6 e 7, verificou-se a predominância de pessoas que se autodeclararam brancas (624.347 pessoas), sendo que, na soma, as mulheres compõem a maior parte da população goianiense. Em seguida, 579.595 habitantes consideraram-se pardos, sendo 298.892 mulheres e 280.703 homens. A soma das pessoas que se autodeclararam pretas correspondem a 73.966 habitantes, e neste segmento predominam pessoas do gênero masculino. A população autodeclarada indígena na cidade corresponde a 2.135 pessoas, e 21.936 se consideram parte da população amarela.

**Tabela 7:** Homens residentes por cor ou raça: Goiânia, 2010.

<b>Cor ou Raça</b>	<b>Número de Pessoas</b>
Branca	290.657
Preta	39.131
Amarela	9.385
Parda	280.703
Indígena	965
Sem declaração	16
<b>Total</b>	<b>620.857</b>

**Fonte:** IBGE (2010); Prefeitura Municipal de Goiânia (2023).

**Organização:** A autoria própria (2023).

O índice de alfabetização é considerado uma variável importante para compreender o perfil de determinada população. No âmbito pessoal, isso facilita o acesso ao conhecimento e amplia as oportunidades de bem-estar e, no âmbito cível, pessoas alfabetizadas tem mais

chances de exercer seus direitos civis e políticos, como votar conscientemente e participar de decisões políticas.

**Tabela 8:** Número de pessoas alfabetizadas por cor ou raça: Goiânia, 2010.

<b>Cor ou Raça</b>	<b>Número de Pessoas</b>
Branca	557.667
Preta	66.211
Amarela	19.873
Parda	513.815
Indígena	1.954
Sem declaração	14
<b>Total</b>	<b>1.159.534</b>

**Fonte:** IBGE (2010); Prefeitura Municipal de Goiânia (2023).

**Organização:** Autoria própria (2023).

Neste sentido, observa-se na Tabela 8 uma predominância de pessoas brancas alfabetizadas em Goiânia, ou seja, aproximadamente 48% da população, seguidas das pessoas pardas, cerca de 44% da população, enquanto a população preta representa uma taxa de aproximadamente 6% das pessoas alfabetizadas. A população indígena corresponde a 1.954 habitantes, e 14 pessoas aparecem nos dados sem declaração.

O rendimento nominal mensal consitui um indicador muito importante para a compreensão da capacidade de adaptação da população frente a eventos adversos. Sendo assim, os dados apresentados na Tabela 9 incluem crianças e adultos, pois o IBGE considera “pessoas residentes” como todas as pessoas que moravam no domicílio, de todas as idades, no momento da coleta das variáveis. O rendimento nominal mensal é investigado apenas para pessoas de 10 anos ou mais.

Em situações de extremos climáticos, como ondas de calor e temperaturas elevadas, esse indicador revela em que medida os indivíduos ou grupos sociais podem recorrer a recursos tecnológicos, como sistemas de climatização, ou investir em moradias com infraestrutura adequada, que proporcione maior conforto térmico. Além disso, o rendimento médio mensal permite identificar níveis de pobreza e vulnerabilidade social, uma vez que, ao comparar rendimento entre famílias, regiões ou grupos sociais, as desigualdades socioeconômicas se tornam evidentes.

**Tabela 9:** Número de pessoas residentes, por classe de rendimento nominal mensal e sexo: Goiânia, 2010.

<b>Rendimento</b>	<b>Homens</b>	<b>Mulheres</b>	<b>Total</b>
Até ¼ de salário mínimo	2.260	4.926	<b>7.186</b>
Mais de ¼ de salário mínimo	4.524	9.081	<b>13.605</b>
Mais de ½ a 1 salário mínimo	85.751	125.849	<b>211.600</b>
Mais de 1 a 2 salários mínimos	132.632	118.248	<b>250.880</b>
Mais de 2 a 3 salários mínimos	58.415	39.542	<b>97.957</b>
Mais de 3 a 5 salários mínimos	50.285	37.009	<b>87.294</b>
Mais de 5 a 10 salários mínimos	47.060	31.901	<b>78.961</b>
Mais de 10 a 15 salários mínimos	9.802	5.572	<b>15.374</b>
Mais de 15 a 20 salários mínimos	10.199	4.284	<b>14.483</b>
Mais de 20 a 30 salários mínimos	5.488	1.902	<b>7.390</b>
Mais de 30 salários mínimos	3.961	1.068	<b>5.029</b>
Sem rendimento	123.379	217.521	<b>340.800</b>
Sem declaração	-	-	-
<b>Total</b>	<b>533.656</b>	<b>596.903</b>	<b>1.130.559</b>

**Fonte:** IBGE (2010).

**Organização:** Aatoria própria (2023).

A análise da Tabela 9 aponta que a maior parte da população goianiense possui uma renda de 1 a 2 salários mínimos, aproximadamente 250.880 pessoas, seguida de uma população com renda entre mais de ½ a 1 salário mínimo, aproximadamente 211.600 pessoas. Somadas, essas populações representam cerca de 462.480 pessoas, pouco mais de 40% do total dos habitantes analisados. Em contrapartida, pessoas com salário de mais de 5 a 10 salários mínimos (15.374) e pessoas com salário de mais de 15 a 20 salários mínimos (14.483) somam aproximadamente 30 mil pessoas, que representam apenas 2,5% da população goianiense.

Um fato importante a ser destacado é que a população total com renda de até 2 salários mínimos soma quase 43% da população goianiense. Ou seja, 57% do total das pessoas ganha mais que 2 salários mínimos. Essa desigualdade de renda é bastante evidenciada no país, especialmente nas grandes metrópoles brasileiras.

Além disso, de acordo com a análise dos dados socioeconômicos disponíveis, foi possível avaliar a evolução dos bairros mais populosos da cidade, utilizando dados do Censo do IBGE referente aos anos de 1991, 2000 e 2010, conforme Quadro 10.

**Quadro 10:** Bairros mais populosos de Goiânia de acordo com o Censo IBGE (1991; 2000; 2010).

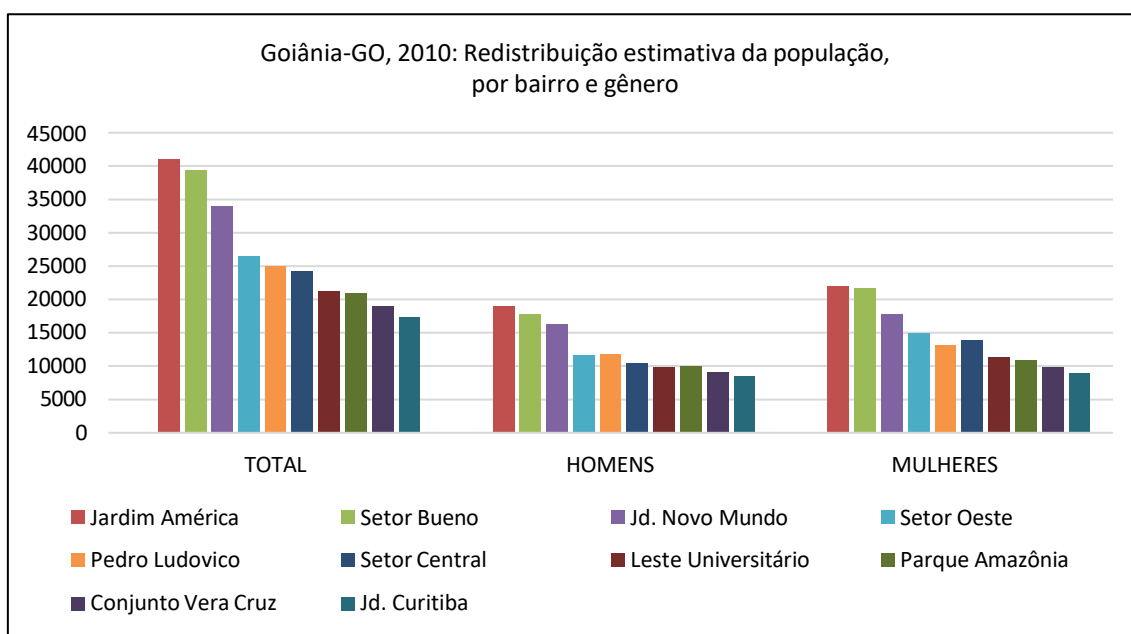
Ordem	BAIRRO	1991	BAIRRO	2000	BAIRRO	2010
1	Jardim América	39.867	Jardim América	40.516	Jardim América	41.012
2	Jardim Novo Mundo	33.495	Jardim Novo Mundo	32.890	Setor Bueno	39.394
3	Setor Pedro Ludovico	27.352	Setor Bueno	30.379	Jardim Novo Mundo	34.021
4	Setor Central	26.782	Setor Oeste	26.920	Setor Oeste	26.519
5	Setor Oeste	26.153	Setor Pedro Ludovico	25.965	Setor Pedro Ludovico	24.890
6	Setor Bueno	25.165	Setor Central	24.415	Setor Central	24.204
7	Setor Leste Universitário	20.311	Conjunto Vera Cruz	20.962	Setor Leste Universitário	21.175
8	Parque Amazônia	19.491	Setor Leste Universitário	19.815	Parque Amazônia	20.907
9	Conjunto Vera Cruz	19.484	Parque Amazônia	18.163	Conjunto Vera Cruz	18.900
10	Setor Leste Vila Nova	17.845	Jardim Curitiba	18.156	Jardim Curitiba	17.355
11	Jardim Curitiba	17.229	Vila Finsocial	17.183	Setor Leste Vila Nova	16.460
12	Vila Finsocial	16.890	Parque Atheneu	16.681	Jardim Guanabara	16.387
13	Jardim Nova Esperança	16.731	Setor Leste Vila Nova	16.471	Vila Finsocial	16.071
14	Setor Campinas	16.361	Balneário Meia Ponte	16.353	Jd. Balneário Meia Ponte	15.709
15	Setor Sul	15.915	Jardim Nova Esperança	16.218	Jardim Nova Esperança	15.480
	<b>Total em nº</b>	<b>339.071</b>		<b>341.087</b>		<b>348.485</b>
	<b>Total em %</b>	<b>36,8%</b>		<b>31,2%</b>		<b>26,8%</b>

**Fonte:** Prefeitura Municipal de Goiânia (2023).

**Organização:** Autoria própria (2023).

A análise do Quadro 10 permitiu constatar que os bairros mais populosos de Goiânia são: Jardim América, Setor Bueno, Jardim Novo Mundo, Setor Oeste, Setor Pedro Ludovico, Setor Central, Setor Leste Universitário, Parque Amazônia, Conjunto Vera Cruz, Jardim Curitiba, Setor Leste Vila Nova, Jardim Guanabara, Vila Finsocial, Jardim Balneário Meia Ponte e Jardim Nova Esperança. Destaca-se em primeiro lugar em todos os censos demográficos o Jardim América, com cerca de aproximadamente 41 mil habitantes em 2010, um dos maiores e mais antigos bairros de Goiânia, localizado na região sudoeste da cidade.

A redistribuição da população de Goiânia por bairro e gênero pode ser observada no Gráfico 6. Nele, observa-se que o número de mulheres residentes supera o número de homens em todos os bairros, colocando-as como população majoritária nessas áreas.

**Gráfico 6:** Redistribuição estimativa da população de Goiânia em 2010, por bairro e gênero.

**Fonte:** IBGE (2010).

**Organização:** Autoria própria (2023).

Dessa forma, o panorama socioeconômico de Goiânia revela uma dinâmica urbana multifacetada, marcada por acentuada heterogeneidade espacial e por profundas contradições nos padrões de ocupação e desenvolvimento. Enquanto áreas de alta densidade construtiva, predominantemente verticalizadas, concentram atividades econômicas, fluxos populacionais e serviços urbanos de maior complexidade, setores de baixa densidade e áreas rurais ainda preservam formas de uso e ocupação menos intensivas, configurando um mosaico urbano no qual coexistem diferentes temporalidades e lógicas de produção do espaço.

Sob a perspectiva de Milton Santos (2002), essa configuração expressa a coexistência de um "meio técnico-científico-informacional" — representado pelos setores mais dinâmicos, integrados aos fluxos de capital e inovação — com áreas onde predomina um "meio natural" ou "meio técnico" de urbanização mais precária e lenta. Essa desigual distribuição dos recursos e das oportunidades resulta em uma fragmentação socioespacial que se materializa nas condições de moradia, no acesso à infraestrutura e nos padrões de mobilidade urbana.

Nesse sentido, a leitura do território goianiense revela processos próximos ao que Henri Lefebvre (2006) denomina produção social do espaço. O espaço urbano de Goiânia é continuamente transformado pela interação entre interesses econômicos, estratégias estatais e práticas cotidianas dos habitantes, resultando em formas urbanas desiguais que refletem disputas pelo uso e apropriação da cidade. Essa lógica evidencia uma tensão permanente entre a valorização econômica do solo urbano e a reprodução das condições de vida, especialmente em setores periféricos e áreas de expansão urbana.

Além disso, os contrastes observados entre áreas verticalizadas e zonas de ocupação difusa também dialogam com a análise de David Harvey (2012) sobre a justiça espacial e o direito à cidade. A concentração de investimentos públicos e privados em determinados setores, associada à precariedade de infraestrutura em bairros periféricos, reforça desigualdades históricas e limita o acesso equitativo aos benefícios da urbanização.

Portanto, compreender a dinâmica socioeconômica e urbana de Goiânia exige analisar não apenas a distribuição espacial das atividades e populações, mas também as estruturas de poder, as estratégias de planejamento e os processos históricos que moldaram a cidade. A presença simultânea de setores altamente integrados aos circuitos produtivos e de áreas periféricas com acesso limitado à infraestrutura urbana explicita as desigualdades socioespaciais que estruturam o território, impactando diretamente nas condições de vida da população e nas respostas aos desafios contemporâneos, como mobilidade, habitação, justiça ambiental e adaptação às mudanças climáticas.

#### **4.4.2 Formas de habitar em Goiânia: expressões da vulnerabilidade socioespacial**

Para além da análise dos dados secundários disponibilizados pelo IBGE, foram realizados trabalhos de campos para compreender aspectos construtivos dos domicílios, os quais evidenciaram bairros com uma ocupação compacta, com construções mistas de alta e baixa elevação como o Setor Nova Suíça, Alto da Glória, Parque Flamboyant, Setor Bueno, Setor Oeste e Setor Central, por exemplo. Outros apresentam como característica uma ocupação compacta, com construções de baixa elevação e vegetação arbórea esparsa, tais quais: Jardins Milão, Jardins Paris, Portal do Sol I, Jardim Verona, Jardim Florença, Residencial Granville, Setor Jaó e Jardim Goiás.

Bairros localizados em áreas afastadas da centralidade e próximas a áreas de densa vegetação destacam-se pela presença de condomínios de luxo, apresentando como características uma ocupação aberta de baixa elevação, com altos índices de vegetação em

seu entorno. Alguns exemplos destes são: Alphaville Flamboyant, Residencial Aldeia do Vale, Condomínio Parque dos Cisnes, Sítio Recreio Paraíso Tropical, Chácaras Recreio Samambaia, Conjunto Anhanguera, Condomínio do Lago.

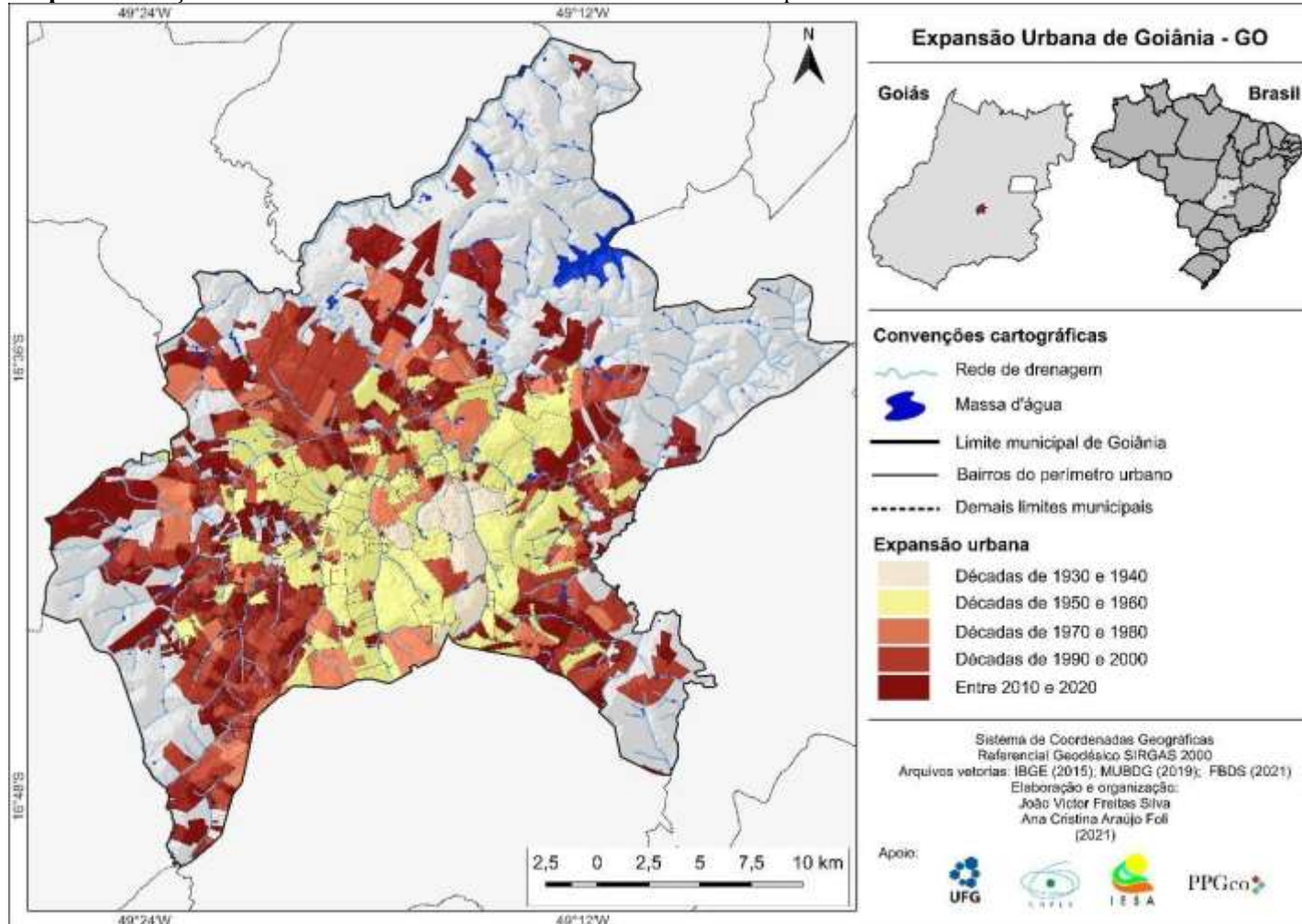
Neste sentido, o Mapa 7 apresenta uma síntese sobre a consolidação dos bairros da cidade desde a década de sua fundação. Destaca-se o aumento do número de bairros aprovados especialmente a partir da década de 1990, com ênfase entre os anos de 2010 a 2020. Na sequência, observa-se no Mapa 8 a distribuição da vulnerabilidade social na cidade de Goiânia.

O Mapa 8 indica que os bairros mais centralizados, ou seja, especialmente aqueles que foram implementados entre as décadas de 1930 a 1960, enquadram-se na categoria de vulnerabilidade muito baixa (IVS entre 0 e 0,200) e baixa (IVS entre 0,200 e 0,300) sendo representados pela cor azul escuro e azul claro nos mapas. Entre esses estão bairros como Setor Central, Setor Sul, Setor Oeste, Setor Pedro Ludovico, Setor Aeroporto, Setor Leste Universitário, Jardim América, Setor Bueno, Setor Marista, além do Setor Goiás, Setor Oeste Universitário, Vila Nova, Campinas e outros setores centrais consolidados historicamente.

Bairros classificados como vulnerabilidade média (IVS entre 0,300 e 0,400) – representados no Mapa 8 em tons de amarelo – concentram-se em áreas de expansão urbana intermediária, com menor densidade populacional e infraestrutura parcialmente consolidada, como Setor Jardim América II, Vila Jardim, Jardim Goiás Residencial e arredores. Já os bairros com vulnerabilidade alta (IVS entre 0,400 e 0,500) – tons de laranja – incluem áreas periféricas consolidadas tardiamente, muitas vezes com infraestrutura urbana limitada e menor acesso a serviços públicos, como Jardim Nova Esperança, Setor Andreia, Jardim Itaipu, Setor Cristina, Jardim Curitiba, Jardins do Cerrado, Parque Eldorado Oeste e outros assentamentos periféricos. Não foram identificadas áreas de vulnerabilidade muito alta.

Dessa forma, o Quadro 11 apresenta uma síntese sobre a distribuição do IVS por alguns setores da cidade.

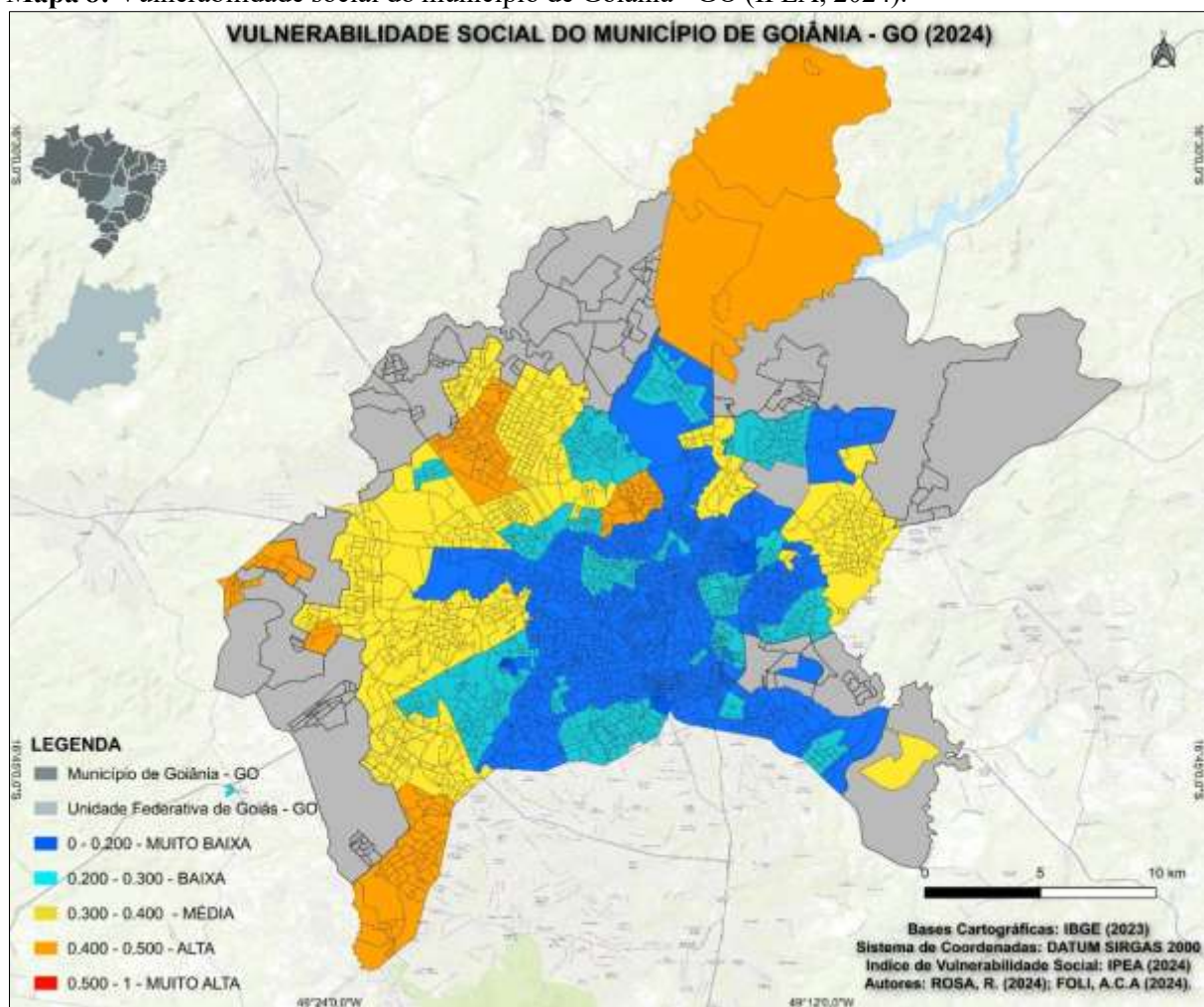
**Mapa 7:** Evolução urbana da cidade de Goiânia-GO: bairros criados no período entre 1930 e 2020.



**Fonte:** IBGE (2015); MUBDIG (2019); FBDS (2021).

**Organização:** FOLI, A.; SILVA, J. (2021).

**Mapa 8:** Vulnerabilidade social do município de Goiânia - GO (IPEA, 2024).



Fonte: IBGE (2023); IPEA (2024).

Organização: ROSA, R.; FOLI, A. (2024).

**Quadro 11:** Distribuição da vulnerabilidade socioespacial de Goiânia, por categoria e bairros.

CATEGORIA DE VULNERABILIDADE	FAIXAS DO IVS	COR NO MAPA	BAIRROS
<b>MUITO BAIXA</b>	0 – 0,200	Azul escuro	Setor Façalville, Parque Cascavel, Setor Marista, Setor Bueno, Jardim Nova Suíça, Setor Oeste, Setor Sul, Setor Central, Setor Pedro Ludovico, Setor Aeroporto, Setor Leste Universitário, Jardim América.
<b>BAIXA</b>	0,200 – 0,300	Azul Claro	Parque Amazônia, Jardim Atlântico, Jardim Guanabara, Recanto do Bosque, Jardim Goiás, Setor Campinas, Setor Leste Vila Nova, Setor Coimbra.
<b>MÉDIA</b>	0,300 – 0,400	Amarelo	Setor Garavelo, Parque Santa Rita, Jardim Botânico, Santos Dumont, Vila Matilde, Jardim Abaporu, Vila Pedroso, Vila Concórdia, Dom Fernando I e II, Vila Finsocial, Santo Hilário, Vila Pedroso, Nova Esperança.
<b>ALTA</b>	0,400 – 0,500	Laranja	Conjunto Vera Cruz, Jardins do Cerrado, Parque Eldorado Oeste, Parque Atheneu, Vila Mutirão, Sol Nascente, Setor Andreia, Setor Grajaú, Setor Cristina, Jardim Curitiba, Balneário Meia Ponte.

**Organização:** Autoria própria (2025).

A consolidação dos bairros mais antigos de Goiânia está diretamente ligada ao processo de implantação da própria capital, implementada efetivamente em 1937, com a transferência da capital de Goiás para Goiânia. Conforme exposto no Capítulo III, nos primeiros anos, os bairros próximos ao núcleo planejado como o Setor Central, Campinas, Setor Sul e Setor Universitário formaram -se com infraestrutura básica, equipamentos públicos e uma malha urbana estruturada a partir do plano original de Atilio Côrrea Lima, posteriormente adaptado por Amando de Godoy.

Essa consolidação ocorreu de forma relativamente rápida, porque esses bairros concentravam os investimentos públicos iniciais: pavimentação, saneamento, transporte coletivo e a instalação de serviços essenciais, como escolas, hospitais e repartições administrativas. Além disso, abrigaram as primeiras camadas médias e altas da população, que ocupavam lotes maiores e tinham acesso privilegiado aos serviços urbanos.

Outro aspecto importante é que os bairros mais antigos foram os primeiros a atrair comércio, serviços e atividades institucionais, o que favoreceu sua centralidade no espaço

urbano. Isso explica porque, até hoje, muitos desses setores apresentam bons indicadores socioeconômicos e baixa vulnerabilidade social, pois foram consolidados como áreas valorizadas, com infraestrutura plena e forte presença de equipamentos urbanos.

Exemplos dessas categorias de vulnerabilidade podem ser vistos nos bairros Setor Bueno, Setor Marista, Setor Oeste, Setor Sul, Vila Nova Suíça, entre outros. De fato, trabalhos de campo evidenciaram a boa qualidade da infraestrutura, com ruas pavimentadas e boa iluminação pública, conforme observado na Figura 24, bem como uma boa oferta e qualidade do transporte público, além do acesso fácil a praças, áreas verdes, parques urbanos e centros culturais. Foi registrada a presença de postos de saúde, hospitais e unidades de atendimento médico de qualidade, bem como diversas instituições educacionais, públicas e privadas, em todos os níveis de ensino.

**Figura 24:** Trajeto sobre o setor sul de Goiânia, setembro de 2023.



**Fonte:** Autoria própria (2023).

No Mapa 8, observa-se um enclave de vulnerabilidade social média a alta na região centro-oeste de Goiânia, destacado pelos tons de laranja, com valores de IVS entre 0,400 e 0,500. Esse padrão indica áreas que, embora estejam relativamente próximas a regiões centrais da cidade, apresentam condições socioeconômicas menos favoráveis em relação aos bairros vizinhos de vulnerabilidade baixa ou muito baixa.

Entre os bairros que compõem esse enclave estão: Setor Balneário Meia Ponte, Residencial das Acácias, Chácaras Maria Dilce, Residencial Maria Lourença, entre outros. A presença dessa área pode ser explicada por fatores históricos e urbanos, dentre eles: a) ocupação recente ou irregular: áreas que se expandiram de forma desordenada ou sem infraestrutura adequada; b) déficits de serviços públicos: limitação no acesso a saneamento básico, transporte, educação e saúde; c) condições socioeconômicas da população residente: maior concentração de famílias com renda mais baixa, maior vulnerabilidade a desemprego ou informalidade; e, d) fragmentação urbana: mesmo estando próximas a bairros centrais, essas áreas podem ter sido isoladas em termos de planejamento urbano e integração com a rede de serviços.

A análise conjunta dos Mapas 7 e 8 permite inferir que os bairros implementados entre as décadas de 1990 e 2000, e 2000 a 2010 evidenciam processos de segregação espacial e periferação urbana. Observa-se que as áreas de média vulnerabilidade – aquelas com IVS entre 0,300 e 0,400 – concentram-se precisamente nesses setores, englobando diversos conjuntos residenciais tais quais Jardim Atlântico, Residencial Brisa das Matas, Setor Cândida de Moraes, Conjunto Primavera, Jardim Nova Esperança, Setor Morada do Sol, Setor Parque Tremendão, Morada do Bosque, Parque das Flores, Parque das Nações, Vila Clemente, Morada dos Sonhos, representados no Mapa 9 pelos tons de amarelo.

Neste sentido, uma população residente em bairro com média vulnerabilidade social pode apresentar características intermediárias dentre os índices sociais analisados, ou seja, não sofre com as piores condições de vida, mas também não possui pleno acesso a direitos e oportunidades. Em relação a infraestrutura urbana, verifica-se a presença de redes de água, esgoto e coleta de lixo, mas com falhas ou cobertura parcial. Existe iluminação e pavimentação em boa parte das ruas, mas com problemas em algumas áreas, e o transporte público é presente, mas irregular ou insuficiente. Além disso, o acesso a equipamentos públicos de lazer e cultura é limitado.

Diante dos índices sociais analisados, em relação ao capital humano, as taxas de escolarização são razoáveis, mas ainda com índices de evasão escolar, especialmente no

ensino médio. Existe cobertura de serviços de saúde básica e escolas, porém de qualidade variável. Nestes bairros predomina a renda familiar de baixa a média, com alta presença de trabalho informal e/ou vínculos trabalhistas precários.

A análise da distribuição dessas áreas reforça, portanto, a compreensão da urbanização de Goiânia como processo seletivo e desigual. Enquanto os bairros centrais, historicamente planejados e privilegiados pelos investimentos públicos iniciais, apresentam baixos índices de vulnerabilidade social, os setores de média vulnerabilidade localizam-se predominantemente nas franjas urbanas das regiões sudoeste, oeste e noroeste, compondo zonas de transição que explicitam a heterogeneidade socioespacial da metrópole. Tal configuração reflete, de um lado, a permanência de lógicas de segregação socioeconômica e, de outro, a materialização de políticas públicas habitacionais que privilegiaram a produção massiva de moradias em detrimento da integração plena desses espaços à malha urbana consolidada.

Os bairros e loteamentos destinados à população de menor poder econômico e social frequentemente se localizaram em áreas de potencial risco socioambiental, sujeitas a desigualdades no acesso a infraestrutura e serviços públicos. Como resultado, a identificação dos setores de alta vulnerabilidade social tornou-se evidente em diversas porções da cidade, destacadas no Mapa 8 pelos tons de laranja, especialmente em áreas periféricas:

- Região Sudoeste: Setor Andreia, Jardim Itaipu, Jardim Grajaú, Germana II, Setor Cristina, Parque Oeste, Setor dos Dourados, Residencial das Oliveiras;
- Região Oeste: Jardins do Cerrado, Parque Eldorado Oeste, Jardim São José, Residencial Goiânia, Parque Cascavel, Vila Mariana;
- Região Centro-Oeste: Vila Cristina, Residencial Maria Lourença, Chácaras Maria Dilce, Setor Balneário Presidente.
- Região Norte/Noroeste: Vila Mutirão, Parque Tremendão, Vila Curitiba, Setor Balneário Meia Ponte Jardim Colorado, Conjunto Vera Cruz II, Parque Atheneu, Residencial Sol Nascente.

Essas áreas apresentam características comuns, como ocupação irregular ou recente, déficit de infraestrutura urbana, acesso limitado a saneamento, transporte, saúde e educação, e concentração de população de baixa renda, fatores que contribuem diretamente para maior vulnerabilidade social e riscos urbanos.

A identificação dessas regiões é essencial para planejamento urbano estratégico e políticas públicas direcionadas, permitindo a priorização de investimentos em infraestrutura, serviços sociais e programas de inclusão, com o objetivo de reduzir desigualdades e

melhorar a qualidade de vida da população periférica.

Em virtude do que foi apresentado, o IVS constitui-se em instrumento central de análise, pois sintetiza diferentes dimensões da vulnerabilidade – infraestrutura urbana, capital humano e renda/trabalho – permitindo compreender em que medida os territórios estão expostos a condições de desigualdade e vulnerabilidade social. Ao sistematizar esses dados, é possível identificar contrastes entre áreas de maior centralidade, que tendem a registrar índices mais baixos de vulnerabilidade, e setores periféricos, onde os valores do IVS são mais elevados, evidenciando persistência de dinâmicas de segregação socioespacial no município.

A análise da vulnerabilidade socioespacial em Goiânia requer a observação das especificidades territoriais presentes em diferentes regiões da cidade. Para tanto, torna-se relevante descrever as características de alguns bairros com altos índices de vulnerabilidade social, a fim de evidenciar como fatores históricos, urbanísticos, ambientais e sociais se combinam para produzir distintos graus de fragilidade urbana. Essa abordagem permite compreender não apenas a distribuição espacial da vulnerabilidade, mas também as dinâmicas que a estruturam, oferecendo subsídios para refletir sobre as desigualdades socioambientais e os desafios do planejamento urbano.

O bairro Jardins do Cerrado fica localizado na região oeste da cidade de Goiânia, e foi oficialmente fundado em 13 de agosto de 2009. A análise de Mussi e Moraes (2025, p. 7) indica que o bairro surgiu como resposta a uma demanda crescente por moradias, no escopo do Programa Minha Casa, Minha Vida “diante da inacessibilidade que as áreas centrais da cidade passaram a representar devido à especulação imobiliária” (Mussi; Moraes, 2025, p. 7). O local foi inicialmente idealizado com etapas distintas de implantação, entretanto, sua criação foi marcada por contradições entre planejamento e execução. As moradias foram entregues em contrapiso, as ruas sem asfaltamento, não havia rede de esgoto e tampouco serviços públicos essenciais, como escola e transporte eficiente, além de segurança pública e saneamento básico<sup>3</sup>.

Trabalhos de campo realizados pela autora corroboram a ausência de uma infraestrutura urbana que fosse equivalente à rapidez com que o bairro foi criado. Essa disparidade resultou em condições adversas no cotidiano dos moradores, desde a habitação incompleta até a falta de serviços públicos essenciais, conforme Figura 25.

---

<sup>3</sup> Diário da Manhã, 15 de abril de 2015. Disponível em: <https://www.dm.com.br/opiniao/residenciais-jardins-do-cerrado-um-bairro-periferico-esquecido-parte-i/> Acesso em 02 fev. 2025.

**Figura 25:** Bairro Jardins do Cerrado, Goiânia: diferentes etapas de implantação.



**Fonte:** Autoria própria (2025).

Essa distinção na implantação das etapas dos Jardins do Cerrado fica evidenciada na paisagem. Observa-se a diferença de moradias, pois nas etapas iniciais entregavam-se casas; posteriormente houve a mudança para condomínios de apartamentos, padrão característico do programa Minha Casa, Minha Vida, que passou a ser a principal diretriz de produção habitacional no país a partir de 2009. Essa transição reflete não apenas a evolução dos

modelos de financiamento e das políticas públicas habitacionais, mas também imprime marcas visíveis no espaço urbano, uma vez que a configuração arquitetônica, a densidade e a ocupação do solo variam de acordo com a etapa de implantação, produzindo contrastes entre áreas de mesma origem, mas com formas urbanas distintas.

Assim, verifica-se que o bairro apresenta características de cidades-dormitório, com a presença de pequenos condomínios de apartamentos em algumas áreas e residências tradicionais em outras, ausência de áreas verdes planejadas, comércio concentrado apenas na avenida principal, presença de apenas uma escola estadual, entre outras carências estruturais.

Esse conjunto de elementos evidencia a lógica de ocupação periférica baseada na produção massiva de moradias, mas pouco articulada à provisão de equipamentos públicos e serviços urbanos, resultando em um espaço funcionalmente limitado e socialmente vulnerável. Tal configuração confirma o que Maricato (2000) denomina de “urbanização precária”, na qual a moradia é entregue sem a devida integração ao tecido urbano, reforçando desigualdades históricas. Do mesmo modo, Santos (1993) destaca que essa forma de produção do espaço amplia a dependência dos moradores em relação à outras áreas da cidade para acessar trabalho, educação e lazer.

A implantação da Vila Mutirão constitui um marco na história da política habitacional de Goiânia, resultado da experiência promovida pelo governo estadual em 16 de outubro de 1983, quando foram construídas mil unidades habitacionais em um único dia, por meio do uso de peça pré-moldadas de concreto e ampla mobilização social. No plano urbano, a Vila Mutirão se implantou na região noroeste da cidade, próximo a um importante eixo viário estadual, às margens da antiga GO-04 (Maricato; Moraes, 1986).

Segundo Freitas (2007), a iniciativa esteve vinculada tanto à busca de respostas ao déficit habitacional quanto à projeção política do então governador Íris Rezende, que utilizou o evento como instrumento de visibilidade nacional. Embora tenha representado um feito inédito e inovador no campo da habitação popular, a experiência não se consolidou como modelo replicável, visto que deixou pendências significativas na fase pós-ocupação, como carência de infraestrutura urbana e serviços básicos.

Por serem padronizadas e erguidas em curto espaço de tempo, as casas conferiam ao bairro uma paisagem homogênea e repetitiva, semelhante a conjuntos habitacionais de interesse social construídos em outras partes do Brasil nos anos 1970 e 1980. Com o passar do tempo, os moradores realizaram adaptações, de acordo com suas necessidades e possibilidades financeiras, o que resultou em uma paisagem marcada pela autoconstrução.

**Figura 26:** Registros do bairro Vila Mutirão em Goiânia.



**Fonte:** Autoria própria (2025).

De acordo com Ramos e Nunes (2019), a criação do bairro deixou como legado a expansão habitacional pública dos anos 1980 na porção noroeste de Goiânia, período em que o poder público promoveu loteamentos e conjuntos que dariam origem a bairros como Vila Finsocial, Vila Mutirão I, II e III e etapas do Jardim Curitiba – um movimento mais amplo de periferização e produção de moradia popular que reconfigurou a cidade.

Até o Censo de 2010, a Vila Mutirão contava com cerca de 6.559 habitantes, segundo estimativas do IBGE. Apesar das melhorias na infraestrutura ao longo dos anos, sua relativa distância do centro da cidade ainda impacta a vida cotidiana dos moradores. Um dos

principais desafios atuais refere-se à mobilidade urbana. O bairro integra um corredor estrutural de transporte coletivo – eixo Mutirão / Castelo Branco – definido no Plano Diretor de Goiânia como eixo potencial para adensamento e atividade urbana. No entanto, esse corredor enfrenta desafios práticos: embora a via seja estruturante, faixas preferenciais para ônibus foram removidas sob justificativa técnica, o que pode prejudicar a fluidez do sistema de transporte coletivo na região.

Na região sudoeste de Goiânia, nos limites do município com Aparecida de Goiânia, foram identificados bairros classificados dentro da classe de vulnerabilidade social alta. A expansão urbana de Goiânia nas décadas de 1970-1980 acelerou a ocupação da periferia, incluindo as áreas sudoeste. Longe do núcleo urbano original, essas regiões recebiam loteamentos informais ou espontâneos. Durante um período era conhecido era conhecida como “terra do nem: nem Aparecida de Goiânia, nem Goiânia”. A partir da década de 2000, iniciou-se uma reestruturação da área, com a inclusão de infraestrutura básica como asfalto, iluminação e saneamento básico.

Sendo assim, bairros como Setor Grajaú, Setor Andreia, Setor Cristina, Residencial das Oliveiras fazem parte desse contexto geral de expansão periférica, com ocupações iniciadas de forma espontânea ou loteamentos planejados informais, seguida de consolidação urbana através de infraestrutura pública e investimentos privados.

**Figura 27:** Imagem do bairro Setor Grajaú em Goiânia, agosto de 2024



**Fonte:** Google Maps (2025).

Diante do exposto, o Quadro 12 apresenta indicadores que justificam a alta vulnerabilidade social na cidade de Goiânia. De maneira geral, essa resulta da combinação de urbanização recente sem infraestrutura verde, alta impermeabilização, ocupação de áreas ambientalmente frágeis e/ou baixa capacidade socioeconômica de adaptação.

**Quadro 12:** Causas e consequências da vulnerabilidade social da cidade de Goiânia.

Causa	Efeito Imediato	Consequência para a Vulnerabilidade
Urbanização recente e loteamentos de interesse social	Ocupação rápida sem infraestrutura completa (saneamento, drenagem, arborização, equipamentos públicos)	Maior exposição a riscos ambientais e déficit de serviços básicos
Alta impermeabilização do solo (ruas pavimentadas, lotes pequenos, pouca área verde privada)	Redução da infiltração da água + aumento da temperatura superficial	Risco de alagamentos e intensificação das ilhas de calor urbanas
Desmatamento e supressão de Cerrado e APPs.	Perda da cobertura vegetal e de funções ecossistêmicas	Redução da regulação climática local e maior fragilidade ambiental
Solo exposto por terraplenagens recentes	Áreas com alta reflectância térmica nas imagens Landsat	<i>Hotspots</i> de calor urbano e desconforto térmico imediato
Baixa renda e alta densidade populacional	População com poucos recursos para mitigação (ar-condicionado, mobilidade, lazer em áreas verdes)	Alta sensibilidade social ao calor e a eventos extremos
Déficit de equipamentos urbanos e de saúde	Maior distância até escolas, unidades de saúde e áreas de lazer	Menor capacidade adaptativa frente a eventos climáticos extremos

**Organização:** Autoria própria (2025).

Sendo assim, conforme pode ser observado a partir do Quadro 12 e observados nas Figuras 25, 26 e 27, a alta vulnerabilidade em algumas regiões da cidade de Goiânia pode ser entendida a partir de três pontos principais:

- 1) **Aspectos de Urbanização Recente:** são áreas inseridas em processo de urbanização recente e loteamentos voltados à demanda popular. Tal expansão ocorreu via loteamentos habitacionais de interesse social, ocupando áreas antes periféricas, muitas vezes sem infraestrutura adequada como saneamento, drenagem, arborização (áreas inseridas em antigas propriedades de fazendas destinadas na grande maioria a atividade de pecuária – pastagem). Esses bairros novos apresentam alta densidade de moradias em pequenas parcelas, muitas vezes sem áreas verdes privadas, o que aumenta a exposição ao calor. A lógica de ocupação rápida costuma priorizar

ocupação do solo ao invés do planejamento urbano, deixando defasagens em equipamentos públicos, mobilidade e serviços.

2) **Aspectos ambientais e geográficos:** Os respectivos bairros foram implantados em áreas originalmente cobertas por vegetação de Cerrado, em áreas planas, de interflúvios. A princípio, essa vegetação não era vista como própria para arborização em Goiânia, e por isso, era toda desmatada, quando se abria um novo loteamento. Já nas áreas de APPs existe a presença de mata de galeria ou mata ciliar, mas há também os topos de morros e encostas. Nos primeiros há o risco de alagamentos, nos últimos, o de deslizamentos. Esses fatores resultam em:

- a) Menor cobertura vegetal: menos sombra, menos evapotranspiração, maior aquecimento superficial.
- b) Maior impermeabilização: aumento da temperatura de superfície e risco de alagamentos locais.
- c) Solos expostos (terraplenagem recente): hotspots térmicos evidenciados em imagens termais, porque ainda não houve recomposição de vegetação.

3) **Vulnerabilidade Social:** são bairros implantados para atender demanda de moradia de uma população majoritariamente de baixa renda, com maior presença de grupos dependentes de políticas públicas (crianças, idosos, beneficiários de programas sociais). Apresentam acesso limitado a infraestrutura de saúde e transporte, obrigando-se a deslocamentos longos sob altas temperaturas. A população apresenta menor capacidade adaptativa (uso de ar-condicionado, mobilidade para áreas verdes).

Portanto, compreende-se que a alta vulnerabilidade observada em determinadas regiões de Goiânia não pode ser explicada por um único fator isolado, mas sim pela sobreposição de dimensões urbanas, ambientais e sociais que se articulam e intensificam mutuamente. O avanço da urbanização recente, realizado de forma acelerada e com pouca integração ao planejamento urbano, somado à ocupação de áreas ambientalmente frágeis e à concentração de populações em condições socioeconômicas mais precárias conforma um cenário de múltiplas vulnerabilidades, que se refletem tanto na qualidade de vida da população quanto na resiliência do território diante das mudanças climáticas.

Dessa maneira, a análise integrada da temperatura de superfície (imagens termais) e vulnerabilidade social (IVS) por bairros permite identificar quem mais sofre com o calor

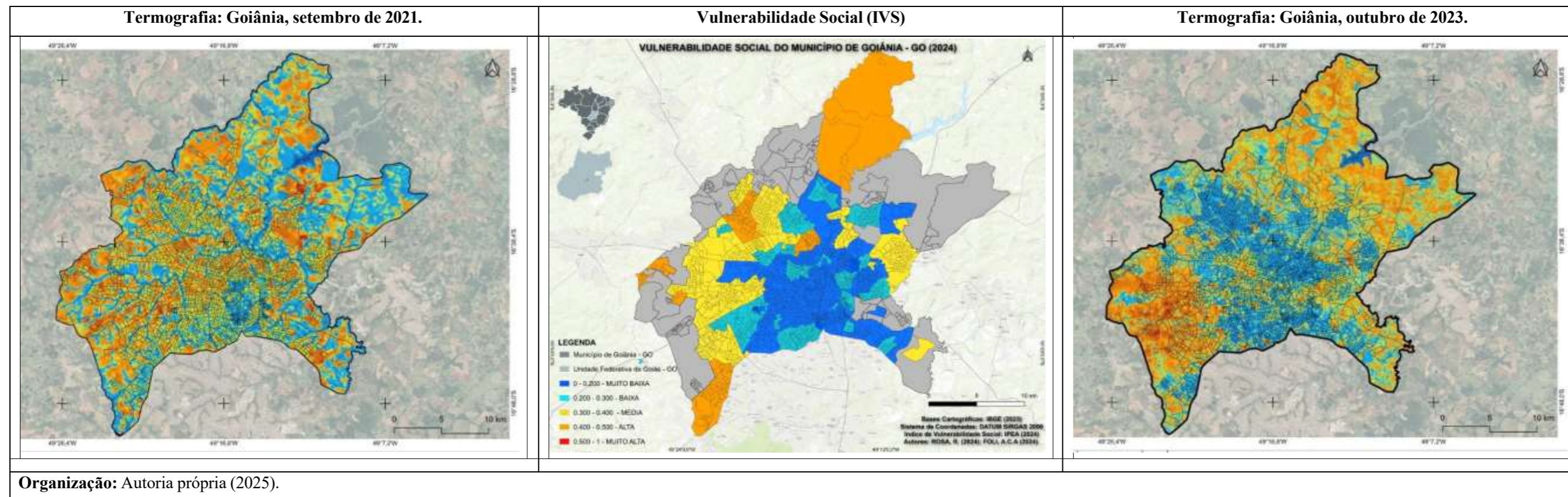
urbano. Conforme pode ser observado a partir da Figura 28, a termografia da superfície urbana para a cidade de Goiânia está representada pelos tons de vermelho/laranja para áreas quentes e azul/verde para áreas frescas, indicando respectivamente intervalos de temperatura entre 32 °C até 43 °C, e entre 19 °C até 24 °C. É possível visualizar que as ilhas de calor se concentraram nas periferias recentes, locais com pouca vegetação e alta impermeabilização associada com solo exposto e áreas de pastagens.

Quanto a condição de vulnerabilidade social, as populações mais vulneráveis estão concentradas em bairros periféricos das regiões Noroeste, Sudoeste, Leste e Oeste, ou seja, setores onde se concentram pessoas com baixa renda, que apresentam pouca infraestrutura e alta densidade populacional, além de pouca ou nenhuma condição adaptativa.

Diante disso, ressalta-se o destaque em tons de laranja/amarelo onde coincidem áreas quentes com alta e média vulnerabilidade social, demonstrando os locais onde concentra-se a população mais vulnerável e exposta ao calor. É importante considerar que, quando os bairros mais quentes são também os mais vulneráveis, a população fica duplamente exposta ao risco climático, pois além de enfrentar as consequências diretas das ilhas de calor urbanas, dispõe de menores recursos para implementar estratégias de adaptação e proteção. Essa combinação acentua desigualdades já existentes, reforçando os processos de segregação socioespacial e comprometendo a qualidade de vida dos moradores. Nesse contexto, a vulnerabilidade deixa de ser apenas um indicador estatístico e se materializa no cotidiano das famílias, que enfrentam maiores dificuldades em termos de saúde, mobilidade e bem-estar.

Infelizmente, devido à ausência e incompatibilidade de algumas informações referentes ao índice de vulnerabilidade social do IPEA (2024), alguns bairros não foram representados no Mapa 8, sendo identificados pela cor cinza. Na maioria dos locais representados por essa tonalidade, encontram-se áreas de pastagem, pequenas chácaras e sítios e alguns loteamentos novos, portanto, ainda não se obtiveram os dados mais recentes para a composição do IVS.

**Figura 28:** Análise Integrada: imagens termais e vulnerabilidade social em Goiânia – GO.



Sendo assim, a análise integrada das imagens termais junto ao mapa de vulnerabilidade auxilia a compreender quais são as populações vulneráveis às ilhas de calor na cidade de Goiânia, de acordo com a Tabela 10.

**Tabela 10:** Relação entre vulnerabilidade social e altas temperaturas na cidade de Goiânia – GO.

<b>SETEMBRO DE 2021</b> 32°C A 36°C	<b>IVS</b>	<b>OUTUBRO DE 2023</b> 32°C A 40°C	<b>IVS</b>
Setor São José	0,400 – 0,500	Conjunto Vera Cruz	0,300 – 0,400
Setor Campinas	0,200 – 0,300	Parque Eldorado Oeste	0,400 – 0,500
Setor Centro-Oeste	0 – 0,200	Setor das Nações	0,300 – 0,400
Jardim Nova Esperança	0,300 – 0,400	Residencial Junqueira	0,300 – 0,400
Vila Mutirão	0,400 – 0,500	Jardim Dom Fernando I e II	0,300 – 0,400
Parque Tremendão	0,400 – 0,500	Setor Garavelo	0,300 – 0,400
Setor Leste Vila Nova	0 – 0,200	Setor Caravelas	0,300 – 0,400
Jardim Goiás I e II	0 – 0,200	Jardins Madrid	0,200 – 0,300
Jardim Novo Mundo	0,200 – 0,300	Solange Park I e II	0,300 – 0,400
Parque Santa Rita	0,300 – 0,400	Carolina Parque	0,300 – 0,400
Setor Sol Nascente	0 – 0,200	Vila União	0 – 0,200
Jardim Guanabara	0,200 – 0,300	Jardim Botânico	0,300 – 0,400
Jardins do Cerrado	0,400 – 0,500	Setor Leste Universitário	0 – 0,200

**Organização:** Autoria própria (2025)

A análise da Tabela 10 permitiu identificar a correspondência entre altas temperaturas e vulnerabilidade social, assim, bairros como Setor São José, Jardim Nova Esperança, Vila Mutirão, Parque Tremendão, Jardim Novo Mundo, Jardins do Cerrado, Parque Eldorado Oeste, Jardim Dom Fernando I e II, Setor Garavelo, Setor Caravelas, Conjunto Vera Cruz, Solange Park I e II, entre outros, concentram as populações mais vulneráveis às ilhas de calor urbanas na cidade de Goiânia.

Entretanto, nem sempre as áreas onde registraram-se altos valores de temperatura corresponderam aos setores de maior vulnerabilidade, assim bairros como Setor Leste Universitário, Setor Campinas, Setor Centro-Oeste, Setor Leste Vila Nova, Jardim Guanabara, apesar de apresentarem temperaturas elevadas em um dos anos analisados, demonstram índices de vulnerabilidade que se enquadram nas categorias entre muito baixa (0 e 0,200) e baixa (0,200 e 0,300).

Neste sentido, os resultados comprovam não somente a existência de ilhas de calor urbanas com intensidade de 10 °C até 19 °C sob condições atmosféricas estáveis, mas

ainda, que há certa correspondência entre os níveis de vulnerabilidade e os espaços desigualmente construídos na configuração dos impactos climáticos.

Tendo em vista os fatos apresentados, o trabalho de Ferreira (2014) se mostra pertinente por consistir em uma abordagem geográfica e uma representação cartográfica combinando os processos de segregação e de diferenciação socioespacial com a dimensão racial em Goiânia, com base nos dados de cor/raça e renda do Censo Demográfico (IBGE, 2010). O autor define como espaços de maioria branca e espaços de maioria negra os bairros onde essas populações correspondem a mais de 75% em ambos os casos.

Dessa forma, bairros da região Noroeste como Jardim Curitiba, Parque Tremendão, Vila Finssocial I e II, Jardim Primavera; região Oeste, tais quais Jardim Mundo Novo I e II, Jardins do Cerrado, Eldorado Oeste; região Leste, como Santo Hilário, São Leopoldo, Jardim Concórdia, Jardim Pedroso; região Sudoeste, como Santa Rita, Gardênia, Grajaú, Itaipu, Residencial das Esmeraldas, Jardim Madre Germana I e II, dentre outros, foram considerados espaços de maioria negra. Vários dos exemplos citados coincidem com dados apresentados na Tabela 10, que apresenta a relação entre vulnerabilidade social e altas temperaturas na cidade de Goiânia, tais como Parque Tremendão, Jardim Novo Mundo, Santa Rita, Vila Mutirão e Eldorado Oeste.

Sendo assim, a variável racial não só pode como deve ser incluída na análise da Geografia do Clima como um princípio estruturante do espaço urbano (Ferreira, 2014), pois, quando articulada aos aspectos de território e poder, demonstra que a injustiça ambiental é também uma expressão do racismo estrutural. Eventos climáticos extremos não apenas revelam, mas aprofundam assimetrias previamente existentes, expondo determinados corpos e territórios a riscos desproporcionais, portanto, exigem respostas que integrem política climática e reparação histórica.

Diante das análises realizadas, evidencia-se que os processos urbanos estudados não se limitam a transformações no espaço físico, mas produzem impactos diretos e profundos sobre a qualidade de vida da população. A desigual distribuição de infraestrutura, áreas verdes e serviços básico resulta em vulnerabilidades socioespaciais que se acentuam diante das mudanças climáticas. Como consequência, observam-se riscos elevados à saúde, sobretudo entre os grupos mais frágeis, como idosos, crianças e indivíduos com doenças crônicas, que tendem a sofrer com maiores índices de morbidade e mortalidade. Tal cenário também implica sobrecarga ao sistema público de saúde, já pressionado pela demanda cotidiana e incapaz de responder, em muitos casos, de forma equitativa e eficiente às necessidades emergenciais.

Sendo assim, a presente análise demonstra que a exposição diferenciada aos riscos climáticos, associada a condições socioeconômicas precárias, confirma a perspectiva de que o clima é também resultado das interações humanas, das escolhas de planejamento e das dinâmicas de ocupação do território. Dessa forma, a vulnerabilidade climática reflete a construção social do clima, uma vez que os impactos não são homogêneos, mas atravessados por desigualdades socioespaciais que determinam quem mais sofre e quem mais resiste às adversidades climáticas.

Quando os efeitos das mudanças climáticas não afetam todos da mesma forma, observa-se o agravamento das desigualdades climáticas, que reforçam padrões históricos de exclusão social e territorial, visto que as populações pobres, negras, periféricas, indígenas, quilombolas e/ou ribeirinhas já vivem diariamente as consequências do clima extremo. Para elas, as mudanças climáticas não são futuro, mas presente. Portanto, a construção de cidades mais justas e resilientes depende do enfrentamento direto dessas questões, de modo a assegurar condições dignas de vida para toda a população.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A compreensão da vulnerabilidade no contexto do clima urbano requer uma abordagem interdisciplinar que integre as dimensões físicas, sociais e tecnológicas. Monteiro (1976), ao propor o Sistema Clima Urbano (SCU), enfatiza que a cidade deve ser analisada como um sistema complexo, no qual os fluxos de energia, matéria e informação interagem com a morfologia urbana e as atividades humanas. Sant'anna Neto (2021), por sua vez, ressalta que o clima urbano deve ser compreendido como produto histórico e social da urbanização, sendo tanto consequência das transformações ambientais promovidas pela cidade quanto fator que retroalimenta desigualdades socioespaciais. No campo da análise da vulnerabilidade, Cutter (1996) propõe um entendimento que articula a exposição física a eventos extremos com as condições socioeconômicas que determinam a capacidade de resposta e adaptação das populações.

Para a presente tese, foram consideradas questões subjacentes que permitiram a formulação de uma hipótese, as quais partiram do pressuposto de que todas as cidades apresentam clima urbano, ou seja, alteração do clima local pela urbanização. A hipótese foi a de que os níveis de exposição aos riscos climáticos e a vulnerabilidade socioespacial variam de acordo com os diferentes graus de técnica, ciência e informação empregados no território, portanto, o clima urbano passa a ser relativo e seletivo. Sendo assim, buscou-se responder ao principal questionamento da tese: qual é a dimensão do risco climático relacionado ao campo termodinâmico na cidade de Goiânia-GO?

O risco climático associado ao campo termodinâmico em Goiânia está diretamente vinculado ao comportamento da temperatura do ar, umidade relativa e balanço energético na superfície urbana. A cidade, marcada por um intenso processo de urbanização a partir da segunda metade do século XX, apresenta características típicas de grandes centros brasileiros: aumento da densidade construtiva, impermeabilização do solo, supressão de áreas verdes e concentração de atividades antrópicas, fatores que contribuem para a formação de ilhas de calor urbanas e para a intensificação dos efeitos das ondas de calor.

Os resultados da pesquisa ora desenvolvida apontam para o fato de que Goiânia se desenvolveu rapidamente, sem considerar seu principal instrumento de ordenamento espacial, o Plano Diretor, de forma a garantir a qualidade de vida e minimizar os impactos socioambientais para a população. Essa expansão se deu em uma velocidade tal que não permitiu que os bairros fossem implantados em áreas adequadas, em conformidade com a dinâmica do meio físico ou mesmo em termos infraestruturais. Essas condições resultam

em um campo termodinâmico alterado, no qual foram observados:

- Temperaturas mais elevadas em áreas densamente construídas e periféricas carentes de vegetação;
- Redução da umidade relativa em determinados períodos do ano, especialmente na estação seca, entre agosto e setembro, intensificando o desconforto térmico;
- Maior amplitude térmica entre áreas centrais arborizadas, como parques, e bairros periféricos com baixa cobertura vegetal;
- Potencialização de extremos climáticos, como ondas de calor, já observadas em 2021 com recordes de temperatura máxima acima da média histórica.

A dimensão do risco climático envolve, portanto, tanto o campo físico quanto o campo social. Do ponto de vista físico, o risco se expressa pela intensificação de temperaturas extremas, pela perda da capacidade de resfriamento natural e pela menor eficiência na dispersão do calor. Do ponto de vista social, ele se traduz em vulnerabilidades diferenciadas, afetando com mais gravidade idosos, crianças, pessoas com doenças crônicas e moradores de bairros periféricos com baixa arborização, infraestrutura precária e menor acesso a serviços de saúde.

Resultado de uma expansão urbana notadamente marcada entre as décadas de 1970 e 2000, os bairros e loteamentos destinados à população de menor poder social e econômico concentram potenciais áreas de risco socioambiental. Assim, as regiões noroeste e sudoeste da cidade representam uma ocupação cuja população se encontra em condição de alta vulnerabilidade, especialmente os bairros Jardins dos Cerrados, Setor Andreia, Jardim Itaipu, Jardim Grajaú, Parque Eldorado Oeste, Jardim São José, Setor Balneário Meia Ponte, Vila Mutirão, Parque Tremendão, Jardim Colorado, entre outros. Já os setores que apresentaram média vulnerabilidade representam parcela significativa da população goianiense, concentrada entre os bairros Parque Santa Rita, Setor Garavelo, Santos Dumont, Vila Matilde, Dom Fernando I e II, Vila Finsocial, Santo Hilário, Jardim Botânico, entre outros. Não foram identificadas áreas de vulnerabilidade muito alta no município de Goiânia.

Em contraponto, os bairros com baixa e muito baixa vulnerabilidade, identificados nas áreas mais centralizadas e caracterizados como planejados ou historicamente consolidados, reforçam o caráter de segregação socioespacial, pois contam com infraestrutura urbana adequada, redes de serviços e transportes eficientes, população com

renda mais elevada e condições habitacionais melhores. Além disso, a presença de importantes parques urbanos e áreas verdes corrobora a hipótese de menor susceptibilidade aos riscos climáticos pois, nestes setores, foram evidenciadas menores valores da temperatura de superfície (TST) nos dois períodos analisados, ou seja, em setembro de 2021 e outubro de 2023.

Nesse sentido, foram observadas relações espaciais importantes, dado que Goiânia apresenta fortes contrastes sociais e espaciais. A vulnerabilidade social não é distribuída de forma homogênea. Existe um padrão claro de concentração de vulnerabilidade nas áreas periféricas, com menores índices na centralidade da cidade, típico de cidades brasileiras com crescimento urbano acelerado e desigual. Essa tendência evidencia que, mesmo diante dos avanços na urbanização e na infraestrutura, os desafios da segregação socioespacial permanecem.

A distribuição espacial da temperatura de superfície revelou índices elevados, entre 36 °C a 43 °C, concentradas principalmente nas áreas centrais e urbanizadas de Goiânia, onde há maior densidade de edificações e menor presença de áreas verdes, representadas pelas cores laranja, vermelho e marrom, indicando ilhas de calor urbanas. Entretanto, também foram verificadas ilhas de calor em bairros periféricos, sobretudo devido à ausência de infraestrutura urbana verde e proximidade com áreas de pastagem.

As temperaturas mais baixas (19 °C a 24 °C) foram encontradas nas áreas periféricas e rurais, especialmente nas regiões com vegetação mais densa, como zonas de mata ou áreas agrícolas, representadas por tons de azul e ciano, revelando áreas que atuam como refúgios térmicos. Entretanto, no mês de outubro a distribuição espacial das menores temperaturas de superfície concentram-se no eixo leste-oeste/noroeste da área urbana, o que pode estar relacionado ao retorno das chuvas nesse período do ano, que favorece a dispersão da umidade relativa do ar nas áreas onde se encontram cursos d'água, áreas verdes e parques urbanos.

A variação espacial significativa observada entre os dois períodos analisados deve ser interpretada com cautela, uma vez que pode refletir predominantemente condicionantes atmosféricos sazonais, e não necessariamente transformações estruturais no espaço urbano de Goiânia. A redistribuição das menores temperaturas no mês de outubro, atribuída ao retorno das chuvas, constitui uma hipótese plausível no contexto climático regional; entretanto, carece de fundamentação empírica direta, como dados pluviométricos ou informações sobre a umidade do solo no momento da aquisição das imagens.

Ademais, a ausência de detalhamento acerca do controle metodológico – especialmente quanto à correção atmosférica, padronização dos horários de passagem do

satélite e equivalência sazonal entre as datas analisadas – limita a comparabilidade temporal dos resultados. Nesse sentido, parte da variação identificada pode estar associada à transição entre a estação seca e o início do período chuvoso, característica do Centro-Oeste brasileiro, configurando um efeito conjuntural e não estrutural. Soma-se a isso a inexistência de indicadores estatísticos de autocorrelação ou testes de significância espacial que sustentem quantitativamente a magnitude da mudança observada. Assim, embora a análise descritiva sugira reorganização espacial das temperaturas de superfície, é necessário distinguir de forma mais rigorosa os padrões térmicos permanentes – vinculados ao uso do solo e à morfologia urbana – das flutuações episódicas decorrentes da dinâmica climática sazonal, evitando interpretações que possam superestimar a relevância estrutural das diferenças interperíodos.

Contudo, a constatação do fenômeno das ondas de calor em Goiânia no mês de setembro de 2021 reforça a compreensão de que o efeito das mudanças climáticas não são fenômenos distantes, mas realidades vivenciadas no espaço urbano local, que se manifestam de maneira desigual de acordo com as condições socioespaciais da cidade. Observa-se que as populações em maior vulnerabilidade social tendem a sofrer de forma mais intensa as consequências das ondas de calor, evidenciando que a crise climática se sobrepõe às desigualdades históricas já existentes.

A análise integrada dos dados, como os mapas de temperatura superficial terrestre (TST) e de vulnerabilidade social (IVS), demonstrou que os impactos climáticos não afetam todos os moradores de forma igual. As populações que residem nas regiões mais vulneráveis socialmente — geralmente nas periferias — são também aquelas mais expostas aos riscos climáticos, como ondas de calor, baixa qualidade do ar e escassez hídrica.

Dessa maneira, foi possível identificar certa correspondência entre os locais que concentraram alto índice de vulnerabilidade social e as ilhas de calor urbanas. Neste sentido, as populações mais vulneráveis aos efeitos das altas temperaturas foram identificadas nos seguintes bairros: Setor São José, Jardim Nova Esperança, Vila Mutirão, Parque Tremendão, Jardim Novo Mundo, Jardins do Cerrado, Parque Eldorado Oeste, Jardim Dom Fernando I e II, Setor Garavelo, Setor Caravelas, Conjunto Vera Cruz, Solange Park I e II, entre outros.

Entretanto, nem sempre as áreas onde registraram-se altos valores de temperatura correspondeu aos setores de maior vulnerabilidade. Apesar de apresentarem temperaturas elevadas no período de setembro de 2021, bairros como Setor Leste Universitário, Setor Campinas, Setor Centro-Oeste, Setor Leste Vila Nova, Jardim Guanabara, apresentam baixos índices de vulnerabilidade social.

Assim, quando se consideram os riscos climáticos em áreas urbanas, torna-se evidente que bairros com menor infraestrutura, serviços e informação tendem a apresentar maior susceptibilidade a impactos adversos, mesmo diante de eventos de igual magnitude. Essa perspectiva é especialmente relevante para cidades em crescimento acelerado, como Goiânia, onde as diferenças na aplicação da ciência, técnica e informação no território produzem um mosaico de vulnerabilidades que refletem, simultaneamente, as dinâmicas naturais e a lógica socioespacial da urbanização. Sendo assim, compreendeu-se que:

O clima urbano é distribuído na cidade de Goiânia-GO em decorrência de fatores como a expansão da malha urbana, a intensidade da impermeabilização do solo, a verticalização, a densidade construtiva e a desigual distribuição da cobertura vegetal, demonstrando uma configuração específica de clima urbano. Essa configuração permite enquadrar o clima urbano em atributos, elementos e processos que evidenciam a formação de microclimas distintos, a ocorrência de ilhas de calor de intensidade muito forte, a alteração do balanço energético e a intensificação de extremos térmicos, revelando, assim, a estreita relação entre dinâmica urbana, variabilidade climática e vulnerabilidade social.

Portanto, essas configurações evidenciam a construção social do clima urbano pois, como destaca Sant'anna Neto (2001), o clima pode ser entendido como resultado da interação entre processos atmosféricos e a organização da sociedade no espaço. Nesse sentido, o clima urbano de Goiânia não pode ser entendido apenas como manifestação natural, mas como produto da urbanização desigual e da forma como o território é ocupado, utilizado e transformado. A partir dessa perspectiva, a cidade revela não apenas padrões físico-climáticos, mas também a materialização das escolhas sociais, econômicas e políticas que estruturam a produção do espaço urbano.

Sendo assim, compreendeu-se a dupla natureza do clima enquanto fenômeno. De um lado, ele se manifesta como processo físico-natural, condicionado por fluxos atmosféricos, energéticos e dinâmicas ambientais próprias. De outro, assume um caráter socialmente produzido, à medida que o espaço urbano, com sua morfologia, usos do solo e padrões de ocupação, interfere nos elementos climáticos, potencializando desigualdades e vulnerabilidades.

À luz dos resultados alcançados, é fundamental explicitar os limites inerentes aos dados de entrada e às escolhas metodológicas adotadas, reconhecendo que tais decisões, embora coerentes com os objetivos propostos, condicionam o alcance interpretativo da pesquisa. A análise termográfica concentrou-se em recortes temporais específicos, selecionados com base em séries históricas consistentes, o que conferiu rigor à escolha das

datas, mas não esgota a variabilidade intra e interanual do clima urbano. Uma abordagem mais abrangente, com maior densidade temporal de imagens, poderia revelar dinâmicas sazonais e episódicas distintas, eventualmente alterando a magnitude e a distribuição espacial das ilhas de calor identificadas.

Do mesmo modo, a utilização de dados de vulnerabilidade social, ainda que fundamentada em bases oficiais consolidadas, não contemplou a totalidade dos bairros periféricos, o que pode ter implicado sub-representação de situações críticas e nuances socioespaciais relevantes. Assim, longe de constituírem um demérito, tais limitações evidenciam a natureza processual da investigação científica e indicam caminhos para pesquisas futuras, capazes de aprofundar e refinar a compreensão das relações entre clima urbano e vulnerabilidade socioespacial em Goiânia.

As reflexões desenvolvidas ao longo dessa tese evidenciam que a minimização das desigualdades decorrentes dos riscos climáticos demanda a adoção de estratégias urbanas multiescalares, capazes de integrar tanto intervenções físicas no espaço quanto políticas sociais de proteção. Como defendem autores como Lefebvre (2006) e Santos (2002), o direito à cidade implica não apenas no acesso à infraestrutura, mas também na construção de ambientes urbanos mais justos e sustentáveis, capazes de reduzir vulnerabilidades à todos os grupos sociais.

Nesse contexto, algumas medidas se apresentam como fundamentais. O plantio de árvores e a criação de corredores verdes contribuem para a regulação microclimática, ampliando a resiliência urbana e reduzindo os efeitos das ilhas de calor. De igual modo, reconsiderar técnicas e materiais construtivos – como o uso de telhados claros e de infraestrutura de drenagem adequada – insere-se na lógica da adaptação climática, defendida por Acsehrad (2004), que ressalta a importância de alinhar práticas urbanísticas à mitigação de riscos.

Além disso, a formulação de programas de saúde voltados especificamente para o enfrentamento das ondas de calor é essencial para atender grupos mais vulneráveis, como idosos, crianças e pessoas com doenças crônicas. Como já argumenta Vilaça (2001), as políticas públicas devem ser entendidas como instrumentos de justiça social, capazes de reduzir a sobrecarga do sistema de saúde e responder de maneira equitativa às necessidades da população. Por fim, a requalificação urbana nos bairros periféricos constitui medida indispensável para corrigir desigualdades históricas, visto que é justamente nesses territórios que se concentram, de forma mais aguda, os efeitos das desigualdades climáticas.

Assim, conclui-se que a redução dos riscos climáticos só será possível mediante a

articulação entre planejamento urbano, justiça social e sustentabilidade ambiental. Ao reconhecer que as mudanças climáticas acentuam desigualdades pré-existentes, reforça-se a necessidade de políticas públicas que operem não apenas com medidas técnicas, mas também com ações estruturantes sobre o espaço urbano.

Portanto, compreender e agir sobre tais eventos se torna uma prioridade estratégica para garantir resiliência, segurança e qualidade de vida à população. Assim, entende-se que a vulnerabilidade social ainda representa um desafio expressivo nas periferias urbanas goianienses, o que demanda políticas públicas integradas e planejadas em dados geográficos como os que foram apresentados.

## REFERÊNCIAS

- ACIOLY, C.; DAVIDSON, F. **Densidade urbana**: um instrumento de planejamento e gestão urbana. Rio de Janeiro: Mauad, 1998.
- ACSELRAD, H. Justiça ambiental: ação coletiva e estratégias discursivas. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2004).
- ALEIXO, N. C. R. “Temos nosso próprio tempo”: desafios e perspectivas da construção social e cultural do clima na Amazônia. In: SANT’ANNA NETO, J. L. (Org). **Clima, Sociedade e Território**. Jundiaí: Paco Editorial, 2020, p. 65-89.
- AMORIM, M. C. de C. T. **O Clima Urbano de Presidente Prudente/SP**. 2000. Tese (Doutorado em Geografia Física). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo - USP, São Paulo, 2000.
- ARMOND; N. B. SANT’ANNA NETO, J. L. Entre eventos e episódios: ritmo climático e excepcionalidades para uma abordagem geográfica do clima no município do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 13, n. 20, p. 5-28, jan./jul. 2017. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/49792> Acesso em 04 mar. 2021.
- ARMOND, N. B. **Dinâmica climática, excepcionalidades e vulnerabilidade**: contribuições para uma classificação geográfica do clima do estado do Rio de Janeiro. 2018. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente, 2018.
- ARMOND, N. B.; ZANGALLI JÚNIOR, P. C. Geografia do Clima em tempos de emergência (s) climática (s): um ensaio pelo materialismo. In: SANT’ANNA NETO, J. L. (Org). **Clima, Sociedade e Território**. Jundiaí: Paco Editorial, 2020, p. 17-38.
- ARNFIELD, A. J. Two decades of urban climate research: A review of turbulence, exchanges of energy and water, and the urban heat island. **International Journal of Climatology**, London, v. 23, n. 1, p. 1-26, 2003. Disponível em: <https://rmets.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/joc.859> Acesso em 26 de jun. 2025.
- ASSIS, E. S. de. **A abordagem do clima urbano e aplicações no planejamento da cidade**: reflexões sobre uma trajetória. Maceió: ENCAC – ELACAC, 2005, p. 92-101.
- AYOADE, J. O. **Introdução à Climatologia para os Trópicos**. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand do Brasil, 1991.
- BARBOSA, A. S. **Goiânia: coração do cerrado** – um programa para arborização. Goiânia: ITS, 1993. 54 p.
- BARROS, J. R.; ZAVATTINI, J. A. Bases conceituais em climatologia geográfica. **Revista Mercator**, v. 8, n. 16, 2009, p. 255-261. Disponível em: <http://www.mercator.ufc.br/mercator/article/view/289> Acesso em 04 ago. 2018.
- BENTO-GONÇALVES, A.; VIEIRA, A.; COSTA, F.; LOURENÇO, L., FERREIRA-LEITE, F.; MARÇAL, V. (2014). Manifestação de Riscos no NW de Portugal – Livro Guia da Viagem de

Estudo do III Congresso Internacional de Riscos, 7 de novembro de 2014. In: **Anais III Congresso Internacional, I Simpósio Ibero-Americano, VIII Encontro Nacional de Risco, Guimarães-Portugal**. Guimarães, Portugal, 2014.

BENZIE, M.; HARVEY, A.; BURNINGHAM, K.; HODGSON, N. SIDDIQI, A. **Vulnerability to heatwaves and drought: adaptation to climate change**. York, UK: The Joseph Rowntree Foundation. 2011 Feb. Disponível em: <http://www.jrf.org.uk/sites/files/jrf/climate-change-adaptation-full.pdf> Acesso em 08 ago. 2016.

BIRKMANN, J. **Measuring Vulnerability to Natural Hazards: Towards disaster resilient societies**. Toquio: United Nations University Press, 2006. Disponível em: [https://collections.unu.edu/eserv/unu:2880/n9789280812022\\_text.pdf](https://collections.unu.edu/eserv/unu:2880/n9789280812022_text.pdf) Acesso em 11 jan. 2021.

BIRKMANN, J. Risk and vulnerability indicators at different scales: applicability, usefulness and policy implications. **Environmental Hazards**, v 7, p. 20 – 31. 2007. Disponível em: <https://groups.nceas.ucsb.edu/2010%20weekly-sessions/session-3-09.27.2010/supplemental-readings-from-princeton-group/misc-ideas-papers/birkman%202007%20vuln%20indics%20at%20scales.pdf> Acesso em 11 nov. 2019.

BORSATO, V. A. **A dinâmica climática do Brasil e massas de ares**. Curitiba: Editora CRV, 2016.

BORSATO, V. A.; MENDONÇA, F. A. Participação da massa Polar atlântica na dinâmica dos sistemas atmosféricos no Centro Sul do Brasil. **Revista Mercator**, Fortaleza, v. 14, n. 1, p. 113-130. jan/abr. 2015. Disponível em: <http://www.mercator.ufc.br/mercator/article/view/1003> Acesso em 05 mai. 2021.

BRANDÃO, A. M. P. M. **O clima urbano da cidade do Rio de Janeiro**. 1996. Tese (Doutorado em Geografia). Departamento de Geografia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo - USP, São Paulo, 1996.

BRANDÃO, C. R. **Campesinato goiano**. Goiânia: CEGRAF, 1986.

CARLOS, A. F. A. **A (re) produção do espaço urbano**. São Paulo: EDUSP, 1994.

CARLOS, A. F. A. Pensar a metrópole. **AGB Informa**, São Paulo, v. 66, 1997.

CARLOS, A. F. A.; SOUZA, M.; SPOSITO, M. E. B. (Org.). **A Produção do Espaço Urbano: agentes e processos, escalas e desafios**. 1. ed. 4ª impressão. São Paulo: Contexto, 2016.

CARLOS, A. F. A. Da “Organização” à “Produção” do Espaço no Movimento do Pensamento Geográfico. In: CARLOS, A. F. A.; SOUZA, M. L.; SPOSITO, M. E. B. (org). **A Produção do Espaço Urbano: agentes e processos, escalas e desafios**. 1. Ed. 5ª. impressão. São Paulo: Contexto, 2017.

CARTIER, R.; BARCELLOS, C.; HÜBNER, C.; PORTO, M. F. Vulnerabilidade social e risco ambiental: uma abordagem metodológica para avaliação de injustiça ambiental.

**Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 12, p. 2695-2704, dez. 2009. Disponível em: <https://www.scielo.org/pdf/csp/2009.v25n12/2695-2704/pt> Acesso em 28 set. 2024.

CASSETI, V. **Ambiente e apropriação do relevo**. São Paulo: Contexto, 1991. (Coleção Ensaio).

CASSETI, V. Geomorfologia do município de Goiânia-GO. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 12, n. 1, p. 65-85, 1992. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/bgg/article/view/4377> Acesso em 12 dez. 2021.

CASSETI, V. Os ventos em Goiânia/GO. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 11, n. 2, p. 215-224, 1993. Disponível em: <https://sbgf.org.br/revista/index.php/rbgf/article/view/1148> Acesso em 12 dez. 2021.

CATÁLOGO DE TESES E DISSERTAÇÕES - CAPES. **Clima urbano e ilhas de calor**. Disponível em: <https://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses/#/> Acesso em 08 dez. 2024.

CAVALCANTI, L. S. **Geografia da cidade: a produção do espaço urbano de Goiânia**. Goiânia: Alternativa, 2001, 237 p.

CBN GOIÂNIA. Mudanças. **Moradores do Setor Sul reclamam de possíveis alterações no bairro previstas pelo Plano Diretor**. Disponível em: <https://www.cbngoiania.com.br/programas/cbn-goiania/cbn-goi%C3%A2nia-1.213644/moradores-do-setor-sul-reclamam-de-poss%C3%ADveis-altera%C3%A7%C3%B5es-no-bairro-previstas-pelo-plano-diretor-1.2540811> Acesso em 21 out. 2022.

CENTRO DE GERENCIAMENTO DE EMERGÊNCIAS CLIMÁTICAS DA PREFEITURA DE SÃO PAULO – CGESP. **Umidade relativa do ar**. Disponível em: <https://www.cgesp.org/v3/umidade-relativa-do-ar.jsp> Acesso em 04 dez. 2025.

CENTRO DE HIDROGRAFIA DA MARINHA (Brasil). **Cartas sinóticas**. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/chm/cartassinoticas> Acesso em 01 jul. 2025.

CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS – CPTEC (Brasil). Satélites. **Acervo de Imagens**. Meteosat. Disponível em: <https://satelite.cptec.inpe.br/acervo/meteosat.formulario.logic?i=br> Acesso em 01 jul. 2025.

CHAUL, N. F. Marchas para o Oeste. In.: SILVA, L. S. D. **Relações cidade-campo: fronteiras**. Goiânia: Editora da UFG, 2000.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E DO PARNAÍBA - CODEVASF (Brasil). **Caderno de Caracterização Estado de Goiás**. Brasília: Codevasf, 2021. Disponível em : <https://www.codevasf.gov.br/aceso-a-informacao/institucional/biblioteca-geraldo-rocha/publicacoes/outras-publicacoes/caderno-de-caracterizacao-estado-de-goias.pdf> Acesso em 05 de ma. 2024.

CORRÊA, R. L. **O Espaço Urbano**. São Paulo: Ática, 1989.

CORREIA, R. L. J.; MELLO, M. M. C.; CAVALCANTE, M. M.; MENEZES, J. E. X. Notas sobre o conceito de localização: impactos nas reflexões acerca da segregação socioespacial. **Revista Geotemas**, Pau dos Ferros, Rio Grande do Norte, v. 13, n. 1, 2023. Disponível em: <http://periodicos.apps.uern.br/index.php/GEOTemas/index> Acesso em 12 abr. 2024.

COSTA, F. H. S.; SOUZA FILHO, C. R.; RISSO, A. Análise temporal de NDVI e mapas potenciais naturais de erosão na região do Vale do Ribeira, São Paulo. In: **Anais XIII Simpósio Brasileiro De Sensoriamento Remoto**, 2007. São José dos Campos: INPE, 2007, p. 3833-3839.

CUNHA, E. M. de O. **Acessibilidade e mobilidade dos pedestres frequentadores e moradores próximos aos parques Vaca Brava e Areião, em Goiânia-GO**. 2015. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Saúde). Pontifícia Universidade Católica - PUC Goiás, Goiânia, 2015.

CUNHA, L. Riscos climáticos no centro de Portugal: uma leitura geográfica. **Revista Geonorte**, edição especial, v. 4, n. 4, p. 105-112, 2012. Disponível em: <https://estudogeral.uc.pt/handle/10316/20391> Acesso em 12 nov. 2022.

CUNHA, L. Vulnerabilidade: a face menos visível do estudo dos riscos naturais. In: LORENÇO, L.; MATEUS, M. **Riscos naturais, antrópicos e mistos**. Homenagem ao Professor Fernando Rebelo. Coimbra, 2013, p. 153-165. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/264120142\\_Vulnerabilidade\\_a\\_face\\_menos\\_visivel\\_do\\_estudo\\_dos\\_riscos\\_naturais](https://www.researchgate.net/publication/264120142_Vulnerabilidade_a_face_menos_visivel_do_estudo_dos_riscos_naturais) Acesso em 12 nov. 2022.

CUTTER, S. L. Vulnerability to environmental hazards. **Progress in Human Geography**, v. 20, n. 4, p. 529-539, 1996. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/030913259602000407> Acesso em 13 set. 2019.

CUTTER, S. L. The vulnerability of Science and the Science of vulnerability. **Annals of the Association of American Geographers**, v. 93, n 1, 2003.

CUTTER, S. L; BORUFF, J.; SHIRLEY, W. Social vulnerability to environmental hazards. **Social Science Quarterly**, v. 84, n. 2, p. 242-261, 2003. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/1540-6237.8402002> Acesso em 28 set. 2019.

CUTTER, S. L; BURTON, C. EMRICH, C. Disaster resilience indicators for benchmarking baseline conditions. **Journal of Homeland Security and Emergency Management**, v 7, Article 51, 2010.

CUTTER, S. L. A Ciência da Vulnerabilidade: modelos, métodos e indicadores. **Revista Crítica de Ciências Sociais [Online]**, 93 | 2011. Disponível em: <http://journals.openedition.org/rccs/165> Acesso em 15 out. 2019.

CRUZ, R. C.; DEUS, J. B. Da Esperança ao Triunfo: o estudo da formação de uma nova classe trabalhadora em Goiânia (GO). **Revista Ateliê Geográfico**, v. 11, n. 3, p. 193-212, dez./2017. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/ateliê/article/view/43766/25620> Acesso em 26 jun. 2025.

DAHER, T. O projeto original de Goiânia. **Revista UFG**, Goiânia, v. 11, n. 6, p. 77-91, 2009. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/revistaufg/article/view/48233/23589> Acesso em 03 ago. 2023.

DANNI, I. M. **Aspectos temporoespaciais da temperatura e umidade relativa de Porto Alegre em janeiro de 1982**. Contribuição ao estudo do clima urbano. 1987. Dissertação (Mestrado em Geografia). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo - USP, São Paulo, 1987.

DESCHAMPS, M. Estudo sobre a vulnerabilidade socioambiental na Região Metropolitana de Curitiba. **Cadernos Metrópole**, n. 19, p. 191-219, jan/jun 2008. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/metropole/article/view/8716/6467> Acesso em 04 mai. 2021.

ESTEVES, C. J. O. Risco e vulnerabilidade socioambiental: aspectos conceituais. **Caderno IPARDES**, Curitiba, v. 1, n. 2, p. 62-79, jul./dez. 2011. Disponível em: <https://ipardes.emnuvens.com.br/cadernoipardes/article/view/421> Acesso em 04 mai. 2021.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA (Brasil). **Satélites de Monitoramento**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/satelites-de-monitoramento> Acesso em 14 de fev. 2021.

EMPRESA BRASILEIRA DE SERVIÇOS HOSPITALARES – EBSEERH (Brasil). Ministério da Comunica o. Notícias, 21/03/2025. **O clima está mudando e sua saúde também. O que fazer para se proteger?** Disponível em: <https://www.gov.br/ebserh-intensificacao-assistencia-a-distancia-como-estra/pt-br/comunicacao/noticias/o-clima-esta-mudando-e-sua-saude-tambem-o-que-fazer-para-se-protger> Acesso em 04 mai. 2025.

FANTE, K. P. **Eventos extremos de temperatura e seus impactos no conforto térmico humano**: estudo de caso em Presidente Prudente, Brasil, na perspectiva da Geografia do Clima. 2019. Tese (Doutorado em Geografia). Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2019.

FARIAS, S. E. M. Características das condi es de tempo e clima e polui o do ar em Goiânia. In: **Anais III Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**, Goiânia, 19 a 22/11/2012. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2012/IV-007.pdf> Acesso em 21 abr. 2021.

FERREIRA JÚNIOR, L. C. B. **Os reflexos do processo de ocupa o do espaço intra-urbano de Goiânia**: o caso do Setor Bueno. 2007. Disserta o (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável). Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília - UnB, Brasília, 2007.

FIALHO, E. S. **Ilha de calor em cidade de pequeno porte**: caso de Viçosa, na Zona da Mata Mineira. 2009. Tese (Doutorado em Geografia Física). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo – USP, São Paulo, 2009.

FOLI, A. C. A. **A influência da estrutura urbana e dos fatores geoambientais no clima urbano de Ituiutaba-MG**. 2020. Disserta o (Mestrado em Geografia). Universidade Federal de Goiás, Instituto de Estudos Socioambientais, Goiânia, 2020.

FONZAR, B. C. Mudanças climáticas na cidade de Goiânia. In: **Boletim Climatológico**. Presidente Prudente: FCT/UNESP, ano 2, n. 3, p. 247-250, 1997.

FREITAS, S. A. **Habitação popular em Goiânia: Vila Mutirão mil casas em um dia**. 2007. Dissertação (Mestrado em Arquitetura). Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, Faculdade de Arquitetura, Porto Alegre, 2007. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/11386> Acesso em 13 jun. 2025.

FUNDAÇÃO BRASILEIRA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (Brasil). Disponível em: <https://www.fbds.org.br/> Acesso em 04 mai. 2021.

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

GOIÁS. **Lei Complementar nº 27, de 30 de dezembro de 1999**. Cria a região metropolitana de Goiânia e dá outras providências correlatas. Goiânia: Assembleia Legislativa do Estado de Goiás, 1999. Disponível em: <https://leisestaduais.com.br/go> Acesso em 20 de jul. 2022.

GOIÂNIA. **Lei Complementar nº 171, de 29 de maio de 2007**. Dispõe sobre o Plano Diretor e o processo de planejamento urbano do Município de Goiânia e dá outras providências. Goiânia, Prefeitura Municipal de Goiânia, 2007. Disponível em: <https://www.goiania.go.gov.br/casa-civil/legislacao-municipal/> Acesso em 13 de mai. 2023.

GOIÂNIA. **Lei Complementar nº 246, de 29 de abril de 2013**. Altera a Lei Complementar nº171, de 29 de maio de 2007, que dispõe sobre o Plano Diretor e o processo de planejamento urbano do Município de Goiânia e dá outras providências. Goiânia, Prefeitura Municipal de Goiânia, 2013. Disponível em: <https://www.goiania.go.gov.br/casa-civil/legislacao-municipal/> Acesso em 13 de mai. 2023.

GOIÂNIA. **Lei Complementar nº 349, de 04 de março de 2022**. Dispõe sobre o Plano Diretor do Município de Goiânia e dá outras providências. Goiânia: Prefeitura Municipal de Goiânia, 2022. Disponível em: <https://www.goiania.go.gov.br/casa-civil/legislacao-municipal/> Acesso em 08 de set. 2024.

GOVERNO DO ESTADO DE GOIÁS. **Geografia de Goiás**. Disponível em: <https://goias.gov.br/geografia/> Acesso em 15 dez. 2025.

GOVERNO DO ESTADO DE GOIÁS. **Agehab cadastra moradores do Conjunto Vera Cruz em Goiânia para regularização de escrituras**. Disponível em: <https://goias.gov.br/agehab/agehab-cadastra-moradores-do-conjunto-vera-cruz-em-goiania-para-regularizacao-de-escrituras/> Acesso em: 15 dez. 2025

HAESBAERT, R.; LIMONAD, E. O território em tempos de globalização. **Revista Geo UERJ**, Revista do Departamento de Geografia, UERJ, RJ, n. 5, p. 7-19, 1º semestre de 1999. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/geouerj/article/view/49049> Acesso em 03 jun. 2021.

HARVEY, D. **A justiça social e a cidade**. São Paulo: Hucitec, 1980.

HARVEY, D. **Cidades rebeldes: do direito à cidade à revolução urbana**. São Paulo: Martins Fontes, 2014.

HOFMANN, G. S. et al. The Brazilian Cerrado is becoming hotter and drier. **Global Change Biology**, p. 1-14, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/gcb.15712> Acesso em 12 mai. 2025.

HUMMEL, B. L. Desenvolvimento do Índice de Vulnerabilidade Social (SoVI) para o Brasil. **Anais I Seminário Internacional de Investigações sobre Vulnerabilidade dos Desastres Socionaturais**. Florianópolis, 20 a 22 de novembro de 2013.

HUMMELL, B. L.; CUTTER, S.; EMRICH, C. Social Vulnerability to Natural Hazards in Brazil. **International Journal of Disaster Risk Science**. 2016. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13753-016-0090-9> Acesso em 01 dez. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (Brasil). **Cidades**. 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/goiania/panorama> Acesso em 01 de dez. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (Brasil). **Censo Demográfico**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/200#resultado> Acesso em 01 de dez. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (Brasil). Divisão de Geociências do Centro Oeste. **Saneamento Básico e problemas ambientais em Goiânia-1992**. Rio de Janeiro: IBGE, 1999.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (Brasil). **Atlas da Vulnerabilidade Social**. Disponível em: <https://ivs.ipea.gov.br/#/> Acesso em 12 set. 2024

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (Brasil). **TOPODATA** – Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/topodata/> Acesso em 14 fev. 2021.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (Brasil). **Banco de Dados Meteorológicos**. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br/#> Acesso em 28 jul. 2022.

IPCC, 2023: Summary for Policymakers. In: **Climate Change 2023: Synthesis Report** Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. LEE, H.; ROMERO, J. (Eds.) IPCC: Genebra, Suíça, p. 1-34, 2023. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/> Acesso em 11 dez. 2024.

JAKOB, A. A. E.; BARÊA, V. R. **Mobilidade Intrametropolitana de Goiânia no período 1970-1991**. In: DANIEL, J. R.; BAENINGER, R.; CUNHA, J. M. P.; CARMO, R. L. (Orgs.). **Migração e Ambiente nas Aglomerações Urbanas**. 1 ed. Campinas: UNICAMP, 2001, p. 157- 191.

JENSEN, J. R. **Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective**. 2. Ed. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 1996, p. 197-279.

LANDSBERG, H. E. **The Urban Climate**. New York-NY: Academic Press, 1981, 271 p.

LEFEBVRE, H. **A produção do espaço**. Tradução de Doralice Barros Pereira e Sérgio Martins (do original: *La production de l'espace*. 4ª ed. Paris: Editions Anthropos, 2000). Primeira versão: início – fev. 2006.

LEFEBVRE, H. **Espaço e Política**. Tradução de Margarida Maria de Andrade e Sérgio Martins. Belo Horizonte: UFMG, 2008.

LOMBARDO, M. A. **Ilha de Calor nas Metrôpoles: o exemplo de São Paulo**. São Paulo: Hucitec, 1985.

LUIZ, G. C. **Influência da relação solo-atmosfera no comportamento hidromecânico de solos tropicais não saturados: estudo de caso – Município de Goiânia-GO**. 2012. Tese (Doutorado em Geotecnia). Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília – UnB, Brasília, 2012.

LUIZ, G. C.; ROMÃO, P. A. Interação solo-atmosfera e processos de inundação e alagamento na cidade de Goiânia-GO. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 12, n. 5, p. 1891-1903, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/rbgfe/article/view/240489> Acesso 09 jun. 2022.

MAITELLI, G. T. **Uma abordagem tridimensional de clima urbano em área tropical continental: o exemplo de Cuiabá – MT**. Dissertação (Mestrado em Geografia). Departamento de Geografia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1994.

MAP Biomas. **Coleção 6**. Disponível em: <https://mapbiomas.org/> Acesso em 03 de jun. 2021.

MARANDOLA JÚNIOR, E; HOGAN, D. J. Natural Hazards: o estudo geográfico dos riscos e perigos. **Revista Ambiente & Sociedade**, v. 7, n. 2, p. 95 -110, jul./dez. 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/jY8HBwMg4rJJP49Z6zH9RdJ/?lang=pt> Acesso em 05 mai. 2024.

MARANDOLA, JÚNIOR, E. HOGAN, D. J. Vulnerabilidade e riscos: entre geografia e demografia. **Revista Brasileira de Estudos de População**, Campinas: ABEP, v. 22, n. 1, p. 29-53, jan./jun. 2005. Disponível em: <https://www.rebep.org.br/revista/article/view/253> Acesso em 03 mar. 2024.

MARANDOLA JÚNIOR, E.; HOGAN, D. J. As dimensões da vulnerabilidade. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo: Fundação SEADE, v.20, n.1, p.33-43, jan./mar. 2006. Disponível em: [http://produtos.seade.gov.br/produtos/spp/v20n01/v20n01\\_03.pdf](http://produtos.seade.gov.br/produtos/spp/v20n01/v20n01_03.pdf) Acesso em 03 mar. 2024.

MARENGO, J. A.; SOARES, W. R. Episódios de Jatos de Baixos Níveis ao Leste dos Andes durante 13-19 de abril de 1999. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 17, n. 1, p. 35-52. 2002.

MARICATO, E. As ideias fora do lugar e o lugar fora das ideias: planejamento urbano no Brasil. In: ARANTES, O.; VAINER, C.; MARICATO, E. (Orgs.) **A cidade do pensamento**

**único:** desmanchando consensos. Petrópolis: Vozes, 2000, p. 121-192.

MARICATO, E.; MORAES, L. M. O mentirão, ou melhor, o mutirão de Goiás. **Lua Nova: Revista de Cultura e Política**, v. 3, n. 2, dez./1986. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ln/a/qTSnt6mn5XhH6VDRjrhhVRh/?format=html&lang=pt> Acesso em 19 jul. 2025.

MARINHO, C. B. Região Sul de Goiânia: um lugar valorizado na metrópole. **GEOUSP – Espaço e Tempo**, São Paulo, v. 10, n. 19, p. 113-129, 2006. Disponível em: <https://revistas.usp.br/geousp/article/view/73993> Acesso em 28 de out. 2021.

MBI SOLUÇÕES TECNOLÓGICAS. **Goiânia (GO) - Índice de bairros e demais núcleos populacionais**. Disponível em: <https://www.mbi.com.br/mbi/biblioteca/cidade/goiania-go-br/> Acesso em 15 dez. 2025.

MENDES, J. M.; TAVARES, A. O.; CUNHA, L.; FREIRIA, S. A vulnerabilidade social aos perigos naturais e tecnológicos em Portugal. **Revista Crítica de Ciências Sociais**. Risco, vulnerabilidade social e cidadania, p. 95-128, jun. 2011.

MENDONÇA, F. **O clima e o planejamento urbano de cidades de médio e pequeno porte: Proposição metodológica para estudo e sua aplicação à cidade de Londrina-PR**. 1994. Tese (Doutorado em Geografia). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo - USP, São Paulo, 1994.

MENDONÇA, F. Riscos, vulnerabilidade e abordagem socioambiental urbana: uma reflexão a partir da RMC e de Curitiba. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, n. 10, p. 139-148, jul./dez. 2004. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/made/article/view/3102> Acesso em 17 set. 2019.

MENDONÇA, F. Riscos e vulnerabilidades socioambientais urbanos: a contingência climática. **Revista Mercator**, Fortaleza, v. 9, número especial (1), p. 153-163, dez. 2010. Disponível em: <http://www.mercator.ufc.br/mercator/article/view/538> Acesso em 17 set. 2019.

MENDONÇA, F. (Org.). **Clima Urbano**. São Paulo: Contexto, 2011.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO (Brasil). **Número de dias com ondas de calor passou de 7 para 52 em 30 anos**. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/noticias/2023/11/numeros-de-dias-com-ondas-de-calor-passaram-de-7-para-52-em-30-anos> Acesso em 01 jul. 2025.

MONTEIRO, C. A. F. Notas para o estudo do clima do Centro-Oeste Brasileiro. **Revista Brasileira de Geografia**, 1951, p. 22-45.

MONTEIRO, C. A. F. Clima. In: **Geografia do Brasil: Grande Região Sul**. Rio de Janeiro: IBGE, v. 4, TOMO 1, 1968, p. 114-166.

MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e Clima Urbano**. São Paulo: IGEOG/USP, 1976. Série Teses e Monografias, 181 p.

MONTEIRO, C. A. F. A cidade como processo derivado ambiental e a geração de um clima urbano - estratégias e abordagens geográficas. **Revista GEOSUL**, Florianópolis, ano 5, n. 9, p. 80-114. jan./jun. 1990. Disponível em:

<https://periodicos.ufsc.br/index.php/geosul/article/view/12740> Acesso em 21 ago. 2020.

MONTEIRO, C. A. F. Teoria e Clima Urbano: um projeto e seus caminhos. In: MONTEIRO, C. A. F.; MENDONÇA, F. (Orgs). **Clima Urbano**. São Paulo: Contexto, 2011, p. 9-68.

MOREIRA, R. A torre, o palimpsesto e a expropriação: olhando Tricart, Ab' Saber e Quaini pelos olhos da totalidade homem-meio. **Revista Entrelugar**, v. 10, nº 19, p. 15-37, 2019.

Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/entre-lugar/article/view/10011> Acesso em 07 jul. 2020.

MOURA, M. O.; ZANELLA, M. E.; SALES, M. C. L. Ilhas térmicas na cidade de Fortaleza/CE. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v. 28, n. 2, p. 33-44, jul./dez. 2008.

Disponível em: <https://revistas.ufg.br/bgg/article/view/5718/4523> Acesso em 03 mar. 2023.

MOYSES, A.; SILVA, E. R.; BORGES, E. M.; RIBEIRO, M. G. Da formação urbana ao empreendedorismo imobiliário: a nova face da metrópole goianiense. **Revista Mercator**, Fortaleza, v. 6, n. 12, p. 37-50, 2007. Disponível em:

<http://www.mercator.ufc.br/mercator/article/view/45> Acesso em 28 out. 2021.

MUSSI, F. H.; MORAES, L. M. Desenvolvimento urbano e social do setor Jardim do Cerrado - Goiânia/ Goiás. **Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana**, Curitiba, v. 23, n. 2, p. 01-26, 2025. Disponível em:

<https://ojs.observatoriolatinoamericano.com/ojs/index.php/olel/article/view/9125/5906> Acesso em 28 de jun. 2025.

NASCIMENTO, D. T. F.; BARROS, J. R. Identificação de ilhas de calor por meio de sensoriamento remoto: estudo de caso no município de Goiânia – GO/2001. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v. 29, n. 1, p. 119-134, jan. /jun. 2009. Disponível em:

<https://revistas.ufg.br/bgg/article/view/7112> Acesso em 16 jun. 2023.

NASCIMENTO, D.; LIMA, L. V.; CRUZ, V. Episódios e gênese dos eventos climáticos extremos em Goiânia-GO. **Caderno de Geografia**, Belo Horizonte, v. 29, n. 57, , p. 583-608, 2019. Disponível em:

<http://observatoriodageografia.uepg.br/files/original/cb39290dc05fd93d598440fa13a28be73f2c80f5.pdf> Acesso em 16 de jun. 2023.

NASCIMENTO, D. T. F.; NEVES, G. Z. F. Dinâmica atmosférica na área Core do Bioma Cerrado. In.: NASCIMENTO, D. T. F.; MARTINS, A. P.; LUIZ, G. C.; LOPES, R. M. (Orgs). **Climatologia do Cerrado: variabilidades, suscetibilidades e mudanças climáticas no contexto do Cerrado brasileiro**. Goiânia: C&A Alfa Comunicação, 2021, p. 51-72.

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. Disponível em:

<https://revistas.ufg.br/bgg/article/view/16849> Acesso em 16 jun. 2023.

NASCIMENTO, D. T. F.; OLIVEIRA, I. J. Mapeamento do processo histórico de expansão urbana do município de Goiânia – GO. **GEOgraphia**, Niterói, ano 17, n. 34, p. 141-167,

2015. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/items/f6a88e1c-c8f6-4916-b1bc-7518e08d0527> Acesso em: 19 out. 2024.

NASCIMENTO JÚNIOR, L. **Clima urbano, risco e vulnerabilidade em cidades costeiras do mundo tropical**: estudo comparado entre Santos (Brasil), Maputo (Moçambique) e Brisbane (Austrália). 2018a. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente, 2018.

NASCIMENTO JÚNIOR, L. O clima urbano como risco climático: contribuição da Geografia do Clima aos estudos sobre os climas das cidades. **Revista Geo UERJ**, Rio de Janeiro, n. 33, 2018b. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/geouerj/article/view/36827/28276> Acesso em 14 nov. 2023.

NASCIMENTO, M. A.; PODESTÁ FILHO, A. Carta de Risco de Goiânia. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 13, n. 1, p. 95-105, set./2008. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/bgg/article/view/4740> Acesso em 05 ago. 2019.

NEVES, G. Z. de F. D.; SANTOS, B. C. dos; BUARQUE, P. F. S. M.; SANCHES, R. G.; PERUSSI, R.; PEREIRA, D. N. B.; HORTA, I. T. L. G. Índices de extremos climáticos e tendências de precipitação no estado de Goiás e Distrito Federal (Brasil). **Revista Brasileira de Climatologia**, Dourados, MS, v. 34, Jan./Jun. 2024. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/rbclima/article/view/17794> Acesso em 26 jun. 2025.

NIMER, E. Circulação atmosférica do Brasil (Comentários). Contribuição ao estudo da Climatologia do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia**. Rio de Janeiro: IBGE, 1966, p. 47-66.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1979.

NIMER, E.; BRANDÃO, A. M. P. M. **Balanço hídrico e clima da região dos Cerrados**. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1989.

O HOJE. **Arquiteto explica como o Novo Plano Diretor pode valorizar imóveis na capital goiana**. Disponível em: <https://ohoje.com/noticia/cidades/n/1401908/t/arquiteto-explica-como-o-novo-plano-diretor-pode-valorizar-imoveis-na-capital-goiana/> Acesso em 21 out. 2022.

OKE, 1982. The energetic basis of the urban heat island. **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**, v. 108, p. 1-24, jan./1982. Disponível em: [https://patarnott.com/pdf/Oake1982\\_UHI.pdf](https://patarnott.com/pdf/Oake1982_UHI.pdf) Acesso em 08 ago. 2018.

OKE, T. R. The urban energy balance. **Progress in physical geography**. New York, v. 12, n. 4, p. 471-508, 1988.

OLIVEIRA, A. F. **Do Pântano ao Jardim, uma Nova Esperança**: a produção social do espaço em Goiânia. 2002. Dissertação (Mestrado em Sociologia). Departamento de Ciências Sociais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2002.

OLIVEIRA, G. C. S.; SILVA JÚNIOR, J. P.; NÓBREGA, R. S.; GIRÃO, O. Uma abordagem da Geografia do Clima sobre os eventos extremos de precipitação em Recife - PE. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 2 p. 238-251, 2011. Disponível em:

<https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/rbgfe/article/view/232707> Acesso em 13 jun. 2023.

OLIVEIRA, H. C. M. **Urbanização e Cidades: análise da microrregião de Ituiutaba (MG)**. 2013. Tese (Doutorado em Geografia). Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2013.

OLIVEIRA, M. M. B. O padrão territorial de Goiânia: um olhar sobre o processo de formação de sua estrutura urbana. **Revista Arquitextos**, v. 6, 2005. Disponível em: <https://vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/06.065/419> Acesso em 01 nov. 2021.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS - ONU (EUA). **World Urbanization Prospects 2018**. Disponível em: <https://population.un.org/wup/> Acesso em 05 ago. 2019.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS - ONU (EUA). **Relatório Anual 2022 do ONU – Habitat**. Disponível em: <https://relatorio-anual-2022.netlify.app/> Acesso em 20 ago. 2023.

PÁDUA, A. A. S. **Migração, expansão demográfica e desenvolvimento econômico em Goiás**. 2008. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Planejamento Territorial). Pontifícia Universidade Católica de Goiás – PUC, Goiânia, 2008.

PAIXÃO, K. C. S. **Variação da temperatura do ar e sua relação com o conforto térmico em Goiânia durante o mês de outubro entre os anos de 1990 e 2015**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Ambientais). Instituto de Estudos Socioambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016.

PAULA, F. M. A.; CORREA, E. A. L.; PINTO, J. V. C. O papel do setor Campinas na formação da centralidade polinucleada de Goiânia. In: ENCONTRO REGIONAL DE GEOGRAFIA, 9, 2005, Porto Nacional. **Anais em CD-ROOM IX EREGEO**. Porto Nacional: UFTO, 2005.

PEDÉLABORDE, P. **Introduction à l'étude scientifique du climat**. Paris: SEDES, 1970, 246 p.

PREFEITURA MUNICIPAL DE GOIÂNIA (Goiás). **Goiânia: Capital Verde do Brasil**. Disponível em: <https://www.goiania.go.gov.br/sobre-goiania/> Acesso em 13 jun. 2024.

PREFEITURA MUNICIPAL DE GOIÂNIA. **Secretaria Municipal de Planejamento – SEPLAM**. Disponível em: <https://www.goiania.go.gov.br/shtml/seplam/principal.shtml> Acesso em 13 fev. 2025.

RAMALHO, M. F. J. L.; GUERRA, A. J. T. Os riscos climáticos da seca no semiárido brasileiro. **Revista Territorium**, v.1, n. 25, p. 61-74, 2018. Disponível em: [https://doi.org/10.14195/1647-7723\\_25-1\\_5](https://doi.org/10.14195/1647-7723_25-1_5) Acesso em 07 de fev. 2022.

RAMOS, H. F.; NUNES, F. G. Expansão urbana e a questão fundiária: um reflexo da segregação territorial nas regiões Norte, Noroeste e Meia Ponte de Goiânia – GO. **Revista Ateliê Geográfico**, Goiânia, v. 13, n. 3, dez./2018, p. 94-116. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/ateliê/article/view/50043> Acesso em 13 de abr. 2025.

RAMPAZZO, C. R. **Clima Urbano, Risco Climático e Vulnerabilidade Socioespacial mediados pela produção do espaço urbano em cidades paulistas (São Carlos, Marília e Presidente Prudente)**. 2019. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente, 2019.

REIS, F. R.; GALVANI, E. O clima urbano como construção social no contexto da produção do espaço urbano periférico da Zona Leste de São Paulo. **Revista Entre-Lugares**, Dourados, v. 8, n. 16, 2017, pp. 112-130. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/entre-lugar/article/view/6091> Acesso em 12 ago. 2022.

RIBEIRO, M. E. J. **Goiânia: os planos, a cidade e o sistema de áreas verdes**. Goiânia, Editora UCG, 2004.

RODOVALHO, M. O. **Análise do planejamento urbano e efetividade dos planos diretores de Goiânia**. 2008. Dissertação (Mestrado em Ciências Exatas e da Terra). Pontifícia Universidade Católica de Goiás - PUC, Goiânia, 2008.

ROMÃO, P. A.; SOUZA, N. M. Compartimento do terreno com base na entropia do relevo - modelagem da Região de Goiânia-GO. In: **Anais VI Simpósio de Cartografia Geoambiental**, Uberlândia: UFU, 2007, p. 488-501.

ROMERO, M. A. B.; BAPTISTA, G. M. M.; LIMA, E. A.; WERNECK, D. R. VIANNA, E. O.; SALES, G. L. **Mudanças climáticas e ilhas de calor urbanas**. Brasília: Editora ETB. Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, 2019. 1 ed.

ROMERO, M. A. B. **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano**. Brasília: Editora UnB, 2013.

SANT'ANNA NETO, J. L. **Ritmo climático e a gênese das chuvas na zona costeira paulista**. 1990. Dissertação (Mestrado em Geografia). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo – USP, São Paulo, 1990.

SANT'ANNA NETO, J. L. Por uma Geografia do Clima: antecedentes históricos, paradigmas contemporâneos e uma nova razão para um novo conhecimento. **Revista Terra Livre**, São Paulo, n. 17, p. 49-62, 2001. Disponível em: <https://publicacoes.agb.org.br/terralivre/article/view/339> Acesso em 05 ago. 2019.

SANT'ANNA NETO, J. L. Da climatologia geográfica a Geografia do Clima: gênese, paradigmas e aplicação do clima como fenômeno geográfico. **Revista da Anpege**, v. 4, p. 61-88, 2008. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/anpege/article/view/6599> Acesso em 05 ago. 2019.

SANT'ANNA NETO, J. L. O clima urbano como construção social: da vulnerabilidade polissêmica das cidades enfermas ao sofisma utópico das cidades saudáveis. **Revista Brasileira de Climatologia**, ano 7, v. 8, p. 45- 60. jan. /jun. 2011. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/25794> Acesso em 05 ago. 2019.

SANT'ANNA NETO. **Clima, Sociedade e Território**. Jundiaí: Paco Editorial, 2020.

SANTOS, K. R.; ROMÃO, P. A. Espacialização de inundações em Goiânia (GO) (2004-2007). **Boletim Goiano de Geografia**, v. 30, n. 2, , p. 81-97, abr./2011. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/bgg/article/view/13796/8802> Acesso em 13 jun. 2022.

SANTOS, L. O. F.; et al. Trends in Precipitation and Air Temperature Extremes and Their Relationship with Sea Surface Temperature in the Brazilian Midwest. **Atmosphere**, 14, 426, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/atmos14030426>. Acesso em 26 jun. 2025.

SANTOS, Milton. **Espaço e Sociedade**. São Paulo, Hucitec, 1979.

\_\_\_\_\_. **Metamorfoses do espaço habitado: fundamentos teóricos e metodológicos da Geografia**. São Paulo: Hucitec, 1988 [1997].

\_\_\_\_\_. **A urbanização brasileira**. 3 ed. São Paulo: Editora Hucitec, 1993.

\_\_\_\_\_. **Técnica, espaço e tempo: globalização e meio técnico-científico- informacional**. São Paulo: Editora Hucitec, 1994.

\_\_\_\_\_. **A urbanização brasileira**. São Paulo: Hucitec, 4ª ed. 1998.

\_\_\_\_\_. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção**. São Paulo: Hucitec, 2002.

\_\_\_\_\_. **Por uma Geografia Nova**. São Paulo: Hucitec, 2004.

SEVERINO, E. A. S. **A influência da variação das temperaturas mínimas na mortalidade por doenças circulatórias em Ituiutaba (MG)**. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Ciências Integradas do Pontal, Ituiutaba (MG), 2017.

SILVA, K. V. **Os Parques Areião e Vaca Brava na mitigação das ilhas de calor na cidade de Goiânia (GO)**. 2017. Dissertação (Mestrado em Geografia). Instituto de Estudos Socioambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2017.

SILVA, G. C.; NASCIMENTO, D. T. F. Variabilidade e tendência climática em Goiânia-GO: avaliação a partir de índices de extremos climáticos calculados em RClímdex. In: **Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, 2021**. João Pessoa: UFPE, 2021. v. 1, p. 2.922-2.937.

SILVEIRA, R. D. **Risco climático, vulnerabilidade socioespacial e eventos climáticos extremos relacionados ao calor e ao frio no estado do Rio Grande do Sul - Brasil**. 2014. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente, 2014.

SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS DE GOIÂNIA - SIGGO. **Mapa Urbano Básico Digital de Goiânia**. Disponível em: <https://www.goiania.go.gov.br/shtml/siggo/> Acesso em 19 mai. 2021.

SMITH, K. **Environmental hazards: assessing risk & reducing disaster**. London; New York: Routledge, 1992, 324 p.

SORRE, MAX. Le climate. In: SORRE, M. **Les Fondements de la Géographie Humaine**. Paris, Armand Colin, 1951. Chap. 5, p. 13-43.

SORRE, MAX. **Rencontres de la géographie et la sociologie**. Paris: P.U.F. (1957).

SOUZA, L. B.; ZANELLA, M. E. **Percepção de riscos ambientais: Teorias e Aplicações**. Fortaleza: Edições UFC, 2009. 240 p.

SPOSITO, M. E. B. **Capitalismo e Urbanização**. 13ª ed. São Paulo: Contexto, 2002.

SPOSITO, M. E. B. **O chão em pedaços: urbanização, economia e cidades do estado de São Paulo**. 2004. Tese (Livre Docência em Geografia). Faculdade de Ciências e Tecnologias, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2004.

SPOSITO, M. E. B. A Produção do Espaço Urbano: escalas, diferenças e desigualdades socioespaciais. In: CARLOS, A. F. A.; SOUZA, M. L.; SPOSITO, M. E. B. (Orgs). **A Produção do Espaço Urbano: agentes e processos, escalas e desafios**. 1. Ed. 5ª. impressão. São Paulo: Contexto, 2017.

STEWART, I. D., & OKE, T. R. (2012). Local climate zones for urban temperature studies. **Bulletin of the American Meteorological Society**, 93(12), 1879-1900. Disponível em: » <http://dx.doi.org/10.1175/BAMS-D-11-00019.1> Acesso em 05 ago. 2019.

TEOBALDO NETO, A. **A geografia do risco e da vulnerabilidade ao calor em espaços urbanos da zona tropical: o caso Cuiabá/MT**. 2019. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente, 2019.

TONUCCI FILHO, J. B. M. Espaço e território: um debate em torno de conceitos-chave para a geografia crítica. **Revista Espinhaço**, v. 2, n. 1, 2013, p. 41-51. Disponível em: <https://doi.org/10.5281/zenodo.3968819> Acesso em 21 ago. 2020.

TV UFG. **Plano Diretor de Goiânia - Mundo UFG**. Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=vwjz\\_4D0IIE&ab\\_channel=TVUFG](https://www.youtube.com/watch?v=vwjz_4D0IIE&ab_channel=TVUFG) Acesso em 21 out. 2022.

UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION – UNDRR (Suíça). **Heatwave**. Disponível em: <https://www.undrr.org/understanding-disaster-risk/terminology/hips/mh0047#:~:text=Descri%C3%A7%C3%A3o%20cient%C3%ADfica%20adicional&text=Ela%20define%20ondas%20de%20calor,OMM%20e%20OMS%2C%202015>). Acesso em 01 jul. 2025.

VEYRET, Y. **Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente**. São Paulo: Contexto, 2007.

VEYRET, Y.; RICHEMOND, N. M. O risco, os riscos. In: VEYRET, Y. (Org.). **Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente**. São Paulo: Contexto, 2007, p. 23-79.

VIEITES, R. G.; FREITAS, I. A. A influência de Maximilien Sorre e Vidal de La Blache na

Geografia Médica de Josué de Castro. **Revista Scientia Plena**, v. 5, n. 6, p. 1-12, 2009. Disponível em: <https://www.scienciaplena.org.br/sp/article/view/633> Acesso em 21 ago. 2020.

VILAÇA, F. Espaço intra-urbano no Brasil. 2 ed. São Paulo: Studio Nobel: FAPESP: Lincoln Institute, 2001.

VOOGT, J. A.; OKE, T. R. Thermal remote sensing of urban climates. **Remote Sensing of Environment**, v. 86, n. 3, 2003, p. 370-384. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(03\)00079-8](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(03)00079-8) Acesso em 12 de mar. 2023.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (Suíça). **Heatwave**. Disponível em: <https://wmo.int/topics/heatwave> Acesso em 23 de mai. 2025.

ZAVATTINI, J. A. A climatologia geográfica brasileira, o enfoque dinâmico e a noção de ritmo climático. **GEOGRAFIA**, Rio Claro, v. 23, n. 3, p. 5-24, 1998. Disponível em: [https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/ageteo/article/view/2261#pkp\\_content\\_main](https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/ageteo/article/view/2261#pkp_content_main) Acesso em 05 de ago. 2019.

Anexo 1: Dados Coletados e Tabulados. Dimensão da Vulnerabilidade - Criticidade.

CATEGORIAS	PLANILHA	NOME DA VARIÁVEL	DESCRIÇÃO DA VARIÁVEL
Ponderação	Pessoa11_GO	V002	População residente em domicílios permanentes
	Básico_GO	V001	Domicílios particulares permanentes ou pessoas responsáveis por domicílios particulares permanentes
			Valor do rendimento nominal médio mensal das pessoas responsáveis por domicílios particulares permanentes (com ou sem rendimento)
Raça/Cor	Pessoa03_GO	V002	Pessoas residentes e cor ou raça - branca
	Pessoa03_GO	V003	Pessoas residentes e cor ou raça - preta
	Pessoa03_GO	V004	Pessoas residentes e cor ou raça - amarela
	Pessoa03_GO	V005	Pessoas residentes e cor ou raça - parda
	Pessoa03_GO	V006	Pessoas residentes e cor ou raça - indígena
Alfabetização	Pessoa01_GO	V001	Pessoas alfabetizadas com 5 ou mais anos de idade
	Pessoa04_GO	V001	Pessoas alfabetizadas, de 7 a 9 anos, sexo masculino e raça branca
	Pessoa04_GO	V002	Pessoas alfabetizadas, de 7 a 9 anos, sexo masculino e raça preta
	Pessoa04_GO	V003	Pessoas alfabetizadas, de 7 a 9 anos, sexo masculino e raça amarela
	Pessoa04_GO	V004	Pessoas alfabetizadas, de 7 a 9 anos, sexo masculino e raça parda
	Pessoa04_GO	V005	Pessoas alfabetizadas, de 7 a 9 anos, sexo masculino e raça indígena
	Pessoa04_GO	V006	Pessoas alfabetizadas, de 10 a 14 anos, sexo masculino e raça branca
	Pessoa04_GO	V007	Pessoas alfabetizadas, de 10 a 14 anos, sexo masculino e raça preta
	Pessoa04_GO	V008	Pessoas alfabetizadas, de 10 a 14 anos, sexo masculino e raça amarela
	Pessoa04_GO	V009	Pessoas alfabetizadas, de 10 a 14 anos, sexo masculino e raça parda
	Pessoa04_GO	V010	Pessoas alfabetizadas, de 10 a 14 anos, sexo masculino e raça indígena
	Pessoa04_GO	V011	Pessoas alfabetizadas, de 15 a 19 anos, sexo masculino e raça branca
	Pessoa04_GO	V012	Pessoas alfabetizadas, de 15 a 19 anos, sexo masculino e raça preta
	Pessoa04_GO	V013	Pessoas alfabetizadas, de 15 a 19 anos, sexo masculino e raça amarela
Pessoa04_GO	V014	Pessoas alfabetizadas, de 15 a 19 anos, sexo masculino e raça parda	
Pessoa04_GO	V015	Pessoas alfabetizadas, de 15 a 19 anos, sexo masculino e raça indígena	
	Pessoa04_GO	V066	Pessoas alfabetizadas, de 60 a 69 anos, sexo masculino e raça branca
	Pessoa04_GO	V067	Pessoas alfabetizadas, de 60 a 69 anos, sexo masculino e raça preta
	Pessoa04_GO	V068	Pessoas alfabetizadas, de 60 a 69 anos, sexo masculino e raça amarela
	Pessoa04_GO	V069	Pessoas alfabetizadas, de 60 a 69 anos, sexo masculino e raça parda
	Pessoa04_GO	V070	Pessoas alfabetizadas, de 60 a 69 anos, sexo masculino e raça indígena
	Pessoa04_GO	V071	Pessoas alfabetizadas, de 70 anos ou mais de idade, sexo masculino e raça branca
	Pessoa04_GO	V072	Pessoas alfabetizadas, de 70 anos ou mais de idade, sexo masculino e raça preta
	Pessoa04_GO	V073	Pessoas alfabetizadas, de 70 anos ou mais de idade, sexo masculino e raça amarela
	Pessoa04_GO	V074	Pessoas alfabetizadas, de 70 anos ou mais de idade, sexo masculino e raça parda
	Pessoa04_GO	V075	Pessoas alfabetizadas, de 70 anos ou mais de idade, sexo masculino e raça indígena
	Pessoa04_GO	V081	Pessoas alfabetizadas, de 7 a 9 anos, sexo feminino e raça branca
	Pessoa04_GO	V082	Pessoas alfabetizadas, de 7 a 9 anos, sexo feminino e raça preta
	Pessoa04_GO	V083	Pessoas alfabetizadas, de 7 a 9 anos, sexo feminino e raça amarela
	Pessoa04_GO	V084	Pessoas alfabetizadas, de 7 a 9 anos, sexo feminino e raça parda
	Pessoa04_GO	V085	Pessoas alfabetizadas, de 7 a 9 anos, sexo feminino e raça indígena
	Pessoa04_GO	V086	Pessoas alfabetizadas, de 10 a 14 anos, sexo feminino e raça branca
	Pessoa04_GO	V087	Pessoas alfabetizadas, de 10 a 14 anos, sexo feminino e raça preta
	Pessoa04_GO	V088	Pessoas alfabetizadas, de 10 a 14 anos, sexo feminino e raça amarela
	Pessoa04_GO	V089	Pessoas alfabetizadas, de 10 a 14 anos, sexo feminino e raça parda
	Pessoa04_GO	V090	Pessoas alfabetizadas, de 10 a 14 anos, sexo feminino e raça indígena
	Pessoa04_GO	V091	Pessoas alfabetizadas, de 15 a 19 anos, sexo feminino e raça branca
	Pessoa04_GO	V092	Pessoas alfabetizadas, de 15 a 19 anos, sexo feminino e raça preta
	Pessoa04_GO	V093	Pessoas alfabetizadas, de 15 a 19 anos, sexo feminino e raça amarela
	Pessoa04_GO	V094	Pessoas alfabetizadas, de 15 a 19 anos, sexo feminino e raça parda

Dimensão: Criticidade

	Pessoa04_GO	V095	Pessoas alfabetizadas, de 15 a 19 anos, sexo feminino e raça indígena
	Pessoa04_GO	V146	Pessoas alfabetizadas, de 60 a 69 anos, sexo feminino e raça branca
	Pessoa04_GO	V147	Pessoas alfabetizadas, de 60 a 69 anos, sexo feminino e raça preta
	Pessoa04_GO	V148	Pessoas alfabetizadas, de 60 a 69 anos, sexo feminino e raça amarela
	Pessoa04_GO	V149	Pessoas alfabetizadas, de 60 a 69 anos, sexo feminino e raça parda
	Pessoa04_GO	V150	Pessoas alfabetizadas, de 60 a 69 anos, sexo feminino e raça indígena
	Pessoa04_GO	V151	Pessoas alfabetizadas, de 70 anos ou mais de idade, sexo feminino e raça branca
	Pessoa04_GO	V152	Pessoas alfabetizadas, de 70 anos ou mais de idade, sexo feminino e raça preta
	Pessoa04_GO	V153	Pessoas alfabetizadas, de 70 anos ou mais de idade, sexo feminino e raça amarela
	Pessoa04_GO	V154	Pessoas alfabetizadas, de 70 anos ou mais de idade, sexo feminino e raça parda
	Pessoa04_GO	V155	Pessoas alfabetizadas, de 70 anos ou mais de idade, sexo feminino e raça indígena
<b>Estrutura Etária</b>			Pessoas de 0 a 14 anos:
	Pessoa11_GO	V022	Pessoas com menos de 1 ano de idade
	Pessoa11_GO	V035	Pessoas de 1 ano de idade
	Pessoa11_GO	V036	Pessoas com 2 anos de idade
	Pessoa11_GO	V037	Pessoas com 3 anos de idade
	Pessoa11_GO	V038	Pessoas com 4 anos de idade
	Pessoa11_GO	V039	Pessoas com 5 anos de idade
	Pessoa11_GO	V040	Pessoas com 6 anos de idade
	Pessoa11_GO	V041	Pessoas com 7 anos de idade
	Pessoa11_GO	V042	Pessoas com 8 anos de idade
	Pessoa11_GO	V043	Pessoas com 9 anos de idade
	Pessoa11_GO	V044	Pessoas com 10 anos de idade
	Pessoa11_GO	V045	Pessoas com 11 anos de idade
	Pessoa11_GO	V046	Pessoas com 12 anos de idade
	Pessoa11_GO	V047	Pessoas com 13 anos de idade
	Pessoa11_GO	V048	Pessoas com 14 anos de idade
			Pessoas de 60 anos em diante
	Pessoa11_GO	V094	Pessoas com 60 anos de idade
	Pessoa11_GO	V095	Pessoas com 61 anos de idade
		Até V134	Pessoas com mais de 100 anos de idade

**Fonte:** Base de informações do Censo Demográfico 2010: resultados do universo por setor censitário. IBGE. Centro de Documentação e Disseminação de Informações. Rio de Janeiro, 2011.

**Organização:** Autoria própria (2022).

## Anexo 2: Definição das variáveis usadas para compor o mapa de vulnerabilidade social: IPEA, 2024.

Sigla	Nome	Definição
<b>ano</b>	Ano	Ano de referência das informações
<b>brasil</b>	Brasil	Brasil
<b>regiao</b>	Macrorregião	Macrorregião
<b>nome_regiao</b>	Nome da macrorregião	Nome da macrorregião
<b>uf</b>	Código da Unidade da Federação	Código da Unidade da Federação
<b>nome_uf</b>	Nome da Unidade da Federação	Nome da Unidade da Federação
<b>rm</b>	Código da Região Metropolitana	Código da Região Metropolitana
<b>nome_rm</b>	Nome da Região Metropolitana	Nome da Região Metropolitana
<b>municipio</b>	Código do Município (7 dígitos)	Código utilizado pelo IBGE para identificação do município (com dígito verificador).
<b>Municipio_6digit</b>	Código do Município (6 dígitos)	Código utilizado pelo IBGE para identificação do município.
<b>nome_municipio</b>	Nome do Município	Nome do Município
<b>udh</b>	Código da Unidade de Habitação	Código da Unidade de Habitação
<b>nome_udh</b>	Nome da Unidade de Habitação	Nome da Unidade de Habitação
<b>ivs</b>	IVS	Índice de Vulnerabilidade Social. Média aritmética dos índices das dimensões: IVS Infraestrutura Urbana, IVS Capital Humano e IVS Renda e Trabalho.
<b>ivs_infraestrutura_urbana</b>	IVS Infraestrutura Urbana	Índice da dimensão Infraestrutura Urbana, é um dos 3 índices que compõem o IVS. É obtido através da média ponderada de índices normalizados construídos a partir dos indicadores que compõem esta dimensão, a saber: 1) Percentual da população que vive em domicílios urbanos sem o serviço de coleta de lixo (peso: 0,300); 2) Percentual de pessoas em domicílios com abastecimento de água e esgotamento sanitário inadequados (peso: 0,300); 3) Percentual de pessoas em domicílios vulneráveis à pobreza e que gastam mais de uma hora até o trabalho no total de pessoas ocupadas, vulneráveis e que retornam diariamente do trabalho (peso: 0,400).
<b>ivs_capital_humano</b>	IVS Capital Humano	Índice da dimensão Capital Humano, é um dos 3 índices que compõem o IVS. Obtido através da média ponderada de índices normalizados construídos a partir dos indicadores que compõem esta dimensão, a saber: 1) Mortalidade até um ano de idade (peso: 0,125); 2) Percentual de crianças de 0 a 5 anos que não frequenta a escola (peso: 0,125); 3) Percentual de crianças de 6 a 14 anos que não frequenta a escola (peso: 0,125); 4) Percentual de mulheres de 10 a 17 anos de idade que tiveram filhos (peso: 0,125); 5) Percentual de mães chefes de família, sem fundamental completo e com pelo menos um filho menor de 15 anos de idade, no total de mães chefes de família (peso: 0,125); 6) Taxa de analfabetismo da população de 15 anos ou mais de idade (peso: 0,125); 7) Percentual de crianças que vivem em domicílios em que nenhum dos moradores tem o ensino fundamental completo (peso: 0,125); 8) Percentual de pessoas de 15 a 24 anos que não estudam, não trabalham e são vulneráveis à pobreza, na população total dessa faixa etária (peso: 0,125).
<b>ivs_renda_e_trabalho</b>	IVS Renda e Trabalho	Índice da dimensão Renda e Trabalho, é um dos 3 índices que compõem o IVS. Obtido através da média ponderada de índices normalizados construídos a partir dos indicadores que compõem esta dimensão, a saber: 1) Proporção de vulneráveis à pobreza (peso: 0,200); 2) Taxa de desocupação da população de 18 anos ou mais de idade (peso: 0,200); 3) Percentual de pessoas de 18 anos ou mais sem fundamental completo e em ocupação informal (peso: 0,200); 4) Percentual de pessoas em domicílios vulneráveis à pobreza e dependentes de idosos (peso: 0,200); 5) Taxa de atividade das pessoas de 10 a 14 anos de idade (peso: 0,200).
<b>t_sem_agua_esgoto</b>	% de pessoas em domicílios com abastecimento de água e esgotamento sanitário inadequados	Razão entre o número de pessoas que vivem em domicílios cujo abastecimento de água não provém de rede geral e cujo esgotamento sanitário não é realizado por rede coletora de esgoto ou fossa séptica, e a população total residente em domicílios particulares permanentes, multiplicada por 100. São considerados apenas os domicílios particulares permanentes.
<b>t_sem_lixo</b>	% da população que vive em domicílios urbanos sem o serviço de coleta de lixo	Razão entre a população que vive em domicílios sem coleta de lixo e a população total residente em domicílios particulares permanentes, multiplicada por 100. Estão incluídas as situações em que a coleta de lixo é realizada diretamente por empresa pública ou privada, ou o lixo é depositado em caçamba, tanque ou depósito fora do domicílio, para posterior coleta pela prestadora do serviço. São considerados apenas os domicílios particulares permanentes, localizados em área urbana.
<b>t_vulner_maislh</b>	% de pessoas que vivem em domicílios com renda per capita inferior a meio salário mínimo (de 2010) e que gastam mais de uma hora até o trabalho	Razão entre o número de pessoas ocupadas, de 10 anos ou mais de idade, que vivem em domicílios com renda per capita inferior a meio salário mínimo, de agosto de 2010, e que gastam mais de uma hora em deslocamento até o local de trabalho, e o total de pessoas ocupadas nessa faixa etária que vivem em domicílios com renda per capita inferior a meio salário mínimo, de agosto de 2010, e que retornam diariamente ao trabalho, multiplicado por 100.
<b>t_mort1</b>	Mortalidade até 1 ano de idade	Número de crianças que não deverão sobreviver ao primeiro ano de vida, em cada mil crianças nascidas vivas.
<b>t_c0a5_fora</b>	% de crianças de 0 a 5 anos que não frequentam a escola	Razão entre o número de crianças de 0 a 5 anos de idade que não frequentam creche ou escola, e o total de crianças nesta faixa etária (multiplicada por 100).
<b>t_c6a14_fora</b>	% de pessoas de 6 a 14 anos que não frequentam a escola	Razão entre o número de pessoas de 6 a 14 anos que não frequentam a escola, e o total de pessoas nesta faixa etária (multiplicada por 100).
<b>t_m10a17_filho</b>	% de mulheres de 10 a 17 anos que tiveram filhos	Razão entre o número de mulheres de 10 a 17 anos de idade que tiveram filhos, e o total de mulheres nesta faixa etária (multiplicada por 100).
<b>t_mchefe_fundin_fm menor</b>	% de mães chefes de família, sem fundamental completo e com filho menor de 15 anos de idade	Razão entre o número de mulheres que são responsáveis pelo domicílio, que não têm o ensino fundamental completo e têm pelo menos um filho de idade inferior a 15 anos morando no domicílio, e o número total de mulheres chefes de família (multiplicada por 100). São considerados apenas os domicílios particulares permanentes.
<b>t_analf_15m</b>	Taxa de analfabetismo da população de 15 anos ou mais de idade	Razão entre a população de 15 anos ou mais de idade que não sabe ler nem escrever um bilhete simples, e o total de pessoas nesta faixa etária (multiplicada por 100).
<b>t_cdom_fundin</b>	% de crianças que vivem em domicílios em que nenhum dos moradores tem o ensino fundamental completo	Razão entre o número de crianças de até 14 anos que vivem em domicílios em que nenhum dos moradores tem o ensino fundamental completo, e a população total nesta faixa etária residente em domicílios particulares permanentes (multiplicada por 100).
<b>t_p15a24_nada</b>	% de pessoas de 15 a 24 anos que não estudam, não trabalham e possuem renda domiciliar per capita igual ou inferior a meio salário mínimo (de 2010)	Razão entre as pessoas de 15 a 24 anos que não estudam, não trabalham e com renda per capita inferior a meio salário mínimo, de agosto de 2010, e a população total nesta faixa etária (multiplicada por 100). São considerados apenas os domicílios particulares permanentes.

<b>t_vulner</b>	Proporção de pessoas com renda domiciliar per capita igual ou inferior a meio salário mínimo (de 2010)	Proporção de pessoas com renda domiciliar per capita igual ou inferior a meio salário mínimo (2010)
<b>t_desocup18m</b>	Taxa de desocupação da população de 18 anos ou mais de idade	Percentual da população economicamente ativa (PEA) nessa faixa etária que estava desocupada, ou seja, que não estava ocupada na semana anterior à data do censo, mas havia procurado trabalho ao longo do mês anterior à data dessa pesquisa.
<b>t_p18m_fundin_informal</b>	% de pessoas de 18 anos ou mais sem fundamental completo e em ocupação informal	Razão entre as pessoas de 18 anos ou mais sem fundamental completo, em ocupação informal, e a população total nesta faixa etária, multiplicada por 100. Ocupação informal implica que trabalham, mas não são: empregados com carteira assinada, militares do exército, da marinha, da aeronáutica, da polícia militar ou do corpo de bombeiros, empregados pelo regime jurídico dos funcionários públicos ou empregadores e trabalhadores por conta própria com contribuição a instituto de previdência oficial.
<b>t_vulner_depde_idosos</b>	% de pessoas em domicílios com renda per capita inferior a meio salário mínimo (de 2010) e dependentes de idosos	Razão entre as pessoas que vivem em domicílios vulneráveis à pobreza (com renda per capita igual ou inferior a meio salário mínimo de agosto de 2010) e nos quais a renda de moradores com 65 anos ou mais de idade (idosos) corresponde a mais da metade do total da renda domiciliar, e a população total residente em domicílios particulares permanentes (multiplicada por 100).
<b>t_atividade10a14</b>	Taxa de atividade das pessoas de 10 a 14 anos de idade	Razão entre as pessoas de 10 a 14 anos de idade que eram economicamente ativas, ou seja, que estavam ocupadas ou desocupadas na semana de referência do censo e o total de pessoas nesta faixa etária (multiplicada por 100). Considera-se desocupada a pessoa que, não estando ocupada na semana de referência, havia procurado trabalho no mês anterior a essa pesquisa.
<b>idhm</b>	IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal. Média geométrica dos índices das dimensões Renda, Educação e Longevidade, com pesos iguais.
<b>idhm_long</b>	IDHM Longevidade	Índice da dimensão Longevidade que é um dos 3 componentes do IDHM. É obtido a partir do indicador esperança de vida ao nascer, através da fórmula: $[(\text{valor observado do indicador}) - (\text{valor mínimo})] / [(\text{valor máximo}) - (\text{valor mínimo})]$ , onde os valores mínimo e máximo são 25 e 85 anos, respectivamente.
<b>idhm_educ</b>	IDHM Educação	Índice sintético da dimensão Educação que é um dos 3 componentes do IDHM. É obtido através da média geométrica do subíndice de frequência de crianças e jovens à escola, com peso de 2/3, e do subíndice de escolaridade da população adulta, com peso de 1/3.
<b>idhm_renda</b>	IDHM Renda	Índice da dimensão Renda que é um dos 3 componentes do IDHM. É obtido a partir do indicador Renda per capita, através da fórmula: $[\ln(\text{valor observado do indicador}) - \ln(\text{valor mínimo})] / [\ln(\text{valor máximo}) - \ln(\text{valor mínimo})]$ , onde os valores mínimo e máximo são R\$ 8,00 e R\$ 4.033,00 (a preços de agosto de 2010).
<b>espvida</b>	Esperança de vida ao nascer	Número médio de anos que as pessoas deverão viver a partir do nascimento, se permanecerem constantes ao longo da vida o nível e o padrão de mortalidade por idade prevalentes no ano do Censo.
<b>idhm_educ_sub_esc</b>	Subíndice de escolaridade - IDHM Educação	Subíndice selecionado para compor o IDHM Educação, representando o nível de escolaridade da população adulta. É obtido pelo indicador % de jovens e adultos com 18 anos ou mais com o fundamental completo.
<b>idhm_educ_sub_freq</b>	Subíndice de frequência escolar - IDHM Educação	Subíndice selecionado para compor o IDHM Educação, representando a frequência de crianças e jovens à escola em séries adequadas à sua idade. É obtido através da média aritmética simples de 4 indicadores: % de crianças de 5 a 6 anos na escola, % de crianças de 11 a 13 anos no 2º ciclo do fundamental, % de jovens de 15 a 17 anos com o fundamental completo e % de jovens de 18 a 20 anos com o médio completo.
<b>t_pop18m_fundc</b>	% de 18 anos ou mais com fundamental completo	Razão entre a população de 18 anos ou mais de idade que concluiu o ensino fundamental, em quaisquer de suas modalidades (regular seriado, não seriado, EJA ou supletivo) e o total de pessoas nesta faixa etária multiplicado por 100.
<b>t_pop5a6_escola</b>	% de 5 a 6 anos na escola	Razão entre a população de 5 a 6 anos de idade que estava frequentando a escola, em qualquer nível ou série e a população total nesta faixa etária multiplicado por 100.
<b>t_pop11a13_ffun</b>	% de 11 a 13 anos nos anos finais do fundamental ou com fundamental completo	Razão entre a população de 11 a 13 anos de idade que frequenta os quatro anos finais do fundamental (do 6º ao 9º ano desse nível de ensino) ou que já concluiu o fundamental e a população total nesta faixa etária multiplicado por 100.
<b>t_pop15a17_fundc</b>	% de 15 a 17 anos com fundamental completo	Razão entre a população de 15 a 17 anos de idade que concluiu o ensino fundamental, em quaisquer de suas modalidades (regular seriado, não seriado, EJA ou supletivo) e o total de pessoas nesta faixa etária multiplicado por 100.
<b>t_pop18a20_medioc</b>	% de 18 a 20 anos com médio completo	Razão entre a população de 18 a 20 anos de idade que já concluiu o ensino médio em quaisquer de suas modalidades (regular seriado, não seriado, EJA ou supletivo) e o total de pessoas nesta faixa etária multiplicado por 100. As pessoas de 18 a 20 anos frequentando a 4ª série do ensino médio foram consideradas como já tendo concluído esse nível de ensino.
<b>renda_per_capita</b>	Renda per capita	Razão entre o somatório da renda de todos os indivíduos residentes em domicílios particulares permanentes e o número total desses indivíduos. Valores em reais de 01/agosto de 2010.
<b>prosp_soc</b>	Prosperidade Social	Nível de prosperidade social da territorialidade, gerada através do cruzamento entre sua faixa do IDHM e do IVS.
<b>populacao</b>	População total	População total
<b>t_fmor5</b>	Mortalidade até 5 anos de idade	Probabilidade de morrer entre o nascimento e a idade exata de 5 anos, por 1000 crianças nascidas vivas.
<b>t_razdep</b>	Razão de dependência	Razão de dependência é medida pela razão entre o número de pessoas com 14 anos ou menos e de 65 anos ou mais de idade (população dependente) e o número de pessoas com idade de 15 a 64 anos (população potencialmente ativa) multiplicado por 100.
<b>t_fectot</b>	Taxa de fecundidade total	Número médio de filhos que uma mulher deverá ter ao terminar o período reprodutivo (15 a 49 anos de idade).
<b>t_env</b>	Taxa de envelhecimento	Razão entre a população de 65 anos ou mais de idade e a população total multiplicado por 100.
<b>vulner15a24</b>	População vulnerável de 15 a 24 anos	População de 15 a 24 anos de idade que reside em domicílios com renda per capita igual ou inferior a meio salário mínimo (de agosto de 2010)
<b>mchefe_fmenor</b>	Mulheres chefes de família e com filhos menores de 15 anos	População de mulheres que são chefes de família e que possuem pelo menos um filho menor de 15 anos de idade residindo no domicílio.
<b>vulner_dia</b>	População ocupada vulnerável à pobreza que retorna diariamente do trabalho	População ocupada vulnerável à pobreza (com renda per capita igual ou inferior a meio salário mínimo de agosto de 2010) e que retornam diariamente do trabalho ao domicílio. São considerados apenas domicílios particulares permanentes.
<b>dom_vulner_idoso</b>	População em domicílios vulneráveis e com idoso	População residente em domicílios vulneráveis à pobreza (com renda per capita igual ou inferior a meio salário mínimo de agosto de 2010) em que pelo menos um dos moradores possui idade igual ou superior à 65 anos (idoso). São considerados apenas domicílios particulares permanentes.
<b>pop0a1</b>	População de até 1 ano	População nessa faixa etária
<b>pop1a3</b>	População de 1 a 3 anos	População nessa faixa etária
<b>pop4</b>	População de 4 anos	População nessa faixa etária

<b>pop5</b>	População de 5 anos	População nessa faixa etária
<b>pop6</b>	População de 6 anos	População nessa faixa etária
<b>pop6a10</b>	População de 6 a 10 anos	População nessa faixa etária
<b>pop6a17</b>	População de 6 a 17 anos	População nessa faixa etária
<b>pop11a13</b>	População de 11 a 13 anos	População nessa faixa etária
<b>pop11a14</b>	População de 11 a 14 anos	População nessa faixa etária
<b>pop12a14</b>	População de 12 a 14 anos	População nessa faixa etária
<b>pop15m</b>	População de 15 anos ou mais	População nessa faixa etária
<b>pop15a17</b>	População de 15 a 17 anos	População nessa faixa etária
<b>pop15a24</b>	População de 15 a 24 anos	População nessa faixa etária
<b>pop16a18</b>	População de 16 a 18 anos	População nessa faixa etária
<b>pop18m</b>	População de 18 anos ou mais	População nessa faixa etária
<b>pop18a20</b>	População de 18 a 20 anos	População nessa faixa etária
<b>pop18a24</b>	População de 18 a 24 anos	População nessa faixa etária
<b>pop19a21</b>	População de 19 a 21 anos	População nessa faixa etária
<b>pop25m</b>	População de 25 anos ou mais	População nessa faixa etária
<b>pop65m</b>	População de 65 anos ou mais	População nessa faixa etária
<b>pea10m</b>	PEA - 10 anos ou mais	População economicamente ativa. Corresponde ao número de pessoas nessa faixa etária que, na semana de referência do Censo, encontravam-se ocupadas no mercado de trabalho ou que, encontrando-se desocupadas, tinham procurado trabalho no mês anterior à data da pesquisa.
<b>pea10a14</b>	PEA - 10 a 14 anos	População economicamente ativa. Corresponde ao número de pessoas nessa faixa etária que, na semana de referência do Censo, encontravam-se ocupadas no mercado de trabalho ou que, encontrando-se desocupadas, tinham procurado trabalho no mês anterior à data da pesquisa.
<b>pea15a17</b>	PEA - 15 a 17 anos	População economicamente ativa. Corresponde ao número de pessoas nessa faixa etária que, na semana de referência do Censo, encontravam-se ocupadas no mercado de trabalho ou que, encontrando-se desocupadas, tinham procurado trabalho no mês anterior à data da pesquisa.
<b>pea18m</b>	PEA - 18 anos ou mais	População economicamente ativa. Corresponde ao número de pessoas nessa faixa etária que, na semana de referência do Censo, encontravam-se ocupadas no mercado de trabalho ou que, encontrando-se desocupadas, tinham procurado trabalho no mês anterior à data da pesquisa.
<b>t_eletrica</b>	% da população em domicílios com energia elétrica	Razão entre a população que vive em domicílios particulares permanentes com iluminação elétrica e a população total residente em domicílios particulares permanentes multiplicado por 100. Considera-se iluminação proveniente ou não de uma rede geral, com ou sem medidor.
<b>t_densidadem2</b>	% da população em domicílios com densidade > 2	Razão entre a população que vive em domicílios particulares permanentes com densidade superior a 2 e a população total residente em domicílios particulares permanentes multiplicado por 100. A densidade do domicílio é dada pela razão entre o total de moradores do domicílio e o número total de cômodos usados como dormitório.
<b>rdpc_def_vulner</b>	Renda per capita dos vulneráveis à pobreza	Média da renda domiciliar per capita das pessoas com renda domiciliar per capita igual ou inferior a R\$ 255,00 mensais, a preços de agosto de 2010. O universo de indivíduos é limitado àqueles que vivem em domicílios particulares permanentes.
<b>t_analf_18m</b>	Taxa de analfabetismo - 18 anos ou mais	Razão entre a população de 18 anos ou mais de idade que não sabe ler nem escrever um bilhete simples e o total de pessoas nessa faixa etária multiplicado por 100.
<b>t_analf_25m</b>	Taxa de analfabetismo - 25 anos ou mais	Razão entre a população de 25 anos ou mais de idade que não sabe ler nem escrever um bilhete simples e o total de pessoas nesta faixa etária multiplicado por 100.
<b>t_renda_trab</b>	% da renda proveniente de rendimentos do trabalho	Participação percentual das rendas provenientes do trabalho (principal e outros) na renda total, considerando-se apenas as pessoas que vivem em domicílios particulares permanentes.
<b>i_gini</b>	Índice de Gini	Mede o grau de desigualdade existente na distribuição de indivíduos segundo a renda domiciliar per capita. Seu valor varia de 0, quando não há desigualdade (a renda domiciliar per capita de todos os indivíduos tem o mesmo valor), a 1, quando a desigualdade é máxima (apenas um indivíduo detém toda a renda).O universo de indivíduos é limitado àqueles que vivem em domicílios particulares permanentes.
<b>t_carteira_18m</b>	% de empregados com carteira - 18 anos ou mais	Razão entre o número de empregados de 18 anos ou mais de idade com carteira de trabalho assinada e o número total de pessoas ocupadas nessa faixa etária multiplicado por 100.
<b>t_scarteira_18m</b>	% de empregados sem carteira - 18 anos ou mais	Razão entre o número de empregados de 18 anos ou mais de idade sem carteira de trabalho assinada e o número total de pessoas ocupadas nessa faixa etária multiplicado por 100.
<b>t_setorpublico_18m</b>	% de trabalhadores do setor público - 18 anos ou mais	Razão entre o número de trabalhadores do setor público de 18 anos ou mais de idade e o número total de pessoas ocupadas nessa faixa etária multiplicado por 100. Os trabalhadores do setor público incluem os empregados pelo regime jurídico dos funcionários públicos e os militares do exército, marinha, aeronáutica, polícia militar ou corpo de bombeiros.
<b>t_contapropria_18m</b>	% de trabalhadores por conta própria - 18 anos ou mais	Razão entre o número de trabalhadores por conta própria de 18 anos ou mais de idade e o número total de pessoas ocupadas nessa faixa etária multiplicado por 100.
<b>t_empregador_18m</b>	% de empregadores - 18 anos ou mais	Razão entre o número de empregadores de 18 anos ou mais de idade e o número total de pessoas ocupadas nessa faixa etária multiplicado por 100.
<b>t_formal_18m</b>	Grau de formalização dos ocupados - 18 anos ou mais	Razão entre o número de pessoas de 18 anos ou mais de idade formalmente ocupadas e o número total de pessoas ocupadas nessa faixa etária multiplicado por 100. Foram considerados como formalmente ocupados os empregados com carteira de trabalho assinada, os militares do exército, da marinha, da aeronáutica, da polícia militar ou do corpo de bombeiros, os empregados pelo regime jurídico dos funcionários públicos, assim como os empregadores e trabalhadores por conta própria que eram contribuintes de instituto de previdência oficial.
<b>t_fundc_ocup18m</b>	% dos ocupados com fundamental completo - 18 anos ou mais	Razão entre o número de pessoas de 18 anos ou mais de idade ocupadas que já concluíram o ensino fundamental (regular seriado, regular não seriado, EJA ou supletivo) e o número total de pessoas ocupadas nessa faixa etária multiplicado por 100.

<b>t_medioc_ocup18m</b>	% dos ocupados com médio completo - 18 anos ou mais	Razão entre o número de pessoas de 18 anos ou mais de idade ocupadas que já concluíram o ensino médio (regular seriado, regular não seriado, EJA ou supletivo) e o número total de pessoas ocupadas nessa faixa etária multiplicado por 100. Foram consideradas como já tendo concluído o médio aquelas pessoas que frequentavam a 4ª série desse nível de ensino.
<b>t_supec_ocup18m</b>	% dos ocupados com superior completo - 18 anos ou mais	Razão entre o número de pessoas de 18 anos ou mais de idade ocupadas e que já concluíram a graduação do ensino superior e o número total de pessoas ocupadas nessa faixa etária multiplicado por 100.
<b>t_renda_todos_trabalhos</b>	Rendimento médio dos ocupados - 18 anos ou mais	Média dos rendimentos de todos os trabalhos das pessoas ocupadas de 18 anos ou mais de idade. Valores em reais de agosto de 2010.
<b>t_nremunerado_18m</b>	% dos ocupados sem rendimento - 18 anos ou mais	Razão entre o número de pessoas de 18 anos ou mais de idade ocupadas e sem rendimento do trabalho e o número total de pessoas ocupadas nessa faixa etária multiplicado por 100.
<b>Labelsexo</b>	Sexo	Desagregação das informações por sexo.
<b>Labelcor</b>	Cor	Desagregação das informações por cor.
<b>Labelsit_dom</b>	Situação de Domicílio	Desagregação das informações por situação de domicílio.

**Fonte:** Atlas da Vulnerabilidade - IVS: IPEA, 2024.

**Disponível em:** <https://ivs.ipea.gov.br/#/>

**Organização:** Autoria própria (2024).