



TRANSFORMAÇÕES NA PAISAGEM REGIONAL E A VARIAÇÃO NA TEMPERATURA DO AR EM ALEXÂNIA E ABADIÂNIA - GOIÁS

*Transformations in the regional landscape and the variation
in air temperature in Alexânia and Abadiânia – goiás*

*Transformaciones en el paisaje regional y la variación de la
temperatura del aire en Alexânia y Abadiânia – Goiás*

Valdir Adilson Steinke  

Departamento de Geografia - Universidade de Brasília
valdirsteinke@gmail.com

Rafael Rodrigues da Franca  

Departamento de Geografia - Universidade de Brasília
rrfranca@unb.br

Ercilia Torres Steinke  

Departamento de Geografia - Universidade de Brasília
erciliaunb@gmail.com

Resumo: O objetivo desta pesquisa foi avaliar relação entre a transformação da paisagem, para o desenvolvimento do agronegócio, e os registros de temperatura do ar em duas cidades de pequeno porte - Abadiânia e Alexânia, em Goiás, em dois níveis escalares, o local e regional. Para tanto foi estabelecida uma articulação inter-escalar dos dados meteorológicos juntamente com a análise temporal do uso da terra entre 1985 e 2020, por meio de técnicas de geoprocessamento. Ao analisar os dados coletados em escala local, em comparação com a escala regional foi possível estabelecer uma importante relação entre estes dados, confirmando a elevação da temperatura do ar. É notável que a mudança na paisagem regional e local, especialmente em nível municipal, se deu de forma expressiva sendo, deste modo, válido indicar que os processos de produção agrícola tendem a interferir nos dados de temperatura do ar, pois todos os níveis analisados (mínima, média e máxima) apontam tendência de elevação, de forma mais evidente os valores registrados das temperaturas máximas absolutas, as quais tiveram um incremento na ordem de até 5 graus.

Palavras-chave: Climatologia. Urbanização. Cerrado.

Abstract: The objective of this research was to evaluate the relationship between the transformation of the landscape, for the development of agribusiness, and the records of air temperature in two small cities - Abadiânia and Alexânia, in Goiás, at two scalar levels, local and regional. For that, an inter-scalar articulation of meteorological data was established together with the temporal analysis of land use between 1985 and 2020, through geoprocessing techniques. By analyzing the data collected on a local scale, in comparison with the regional scale, it was possible to establish an important relationship between these data, confirming the rise in air temperature. It is notable that the change in the regional and local landscape, especially at the municipal level, took place in an expressive way and, therefore, it is valid to indicate that agricultural production processes tend to interfere with air temperature data, since all levels analyzed (minimum, average and maximum) point to an upward trend, more evidently the recorded values of absolute maximum temperatures, which had an increase of up to 5 degrees.

Keywords: Climatology. Urbanization. Savannah.

Resumen: El objetivo de esta investigación fue evaluar la relación entre la transformación del paisaje, para el desarrollo de la agroindustria, y los registros de temperatura del aire en dos pequeñas ciudades - Abadiânia y Alexânia, en Goiás, en dos niveles escalares, local y regional. Para ello, se estableció una articulación interescalar de datos meteorológicos junto con el análisis temporal del uso del suelo entre 1985 y 2020, a través de técnicas de geoprosesamiento. Al analizar los datos recopilados a escala local, en comparación con la escala regional, fue posible establecer una relación importante entre estos datos, lo que confirma el aumento de la temperatura del aire. Es notable que el cambio en el paisaje regional y local, especialmente a nivel municipal, se dio de manera expresiva, por lo que es válido señalar que los procesos de producción agrícola tienden a interferir con los datos de temperatura del aire, ya que todos los niveles analizados (mínima, media y máxima) apuntan a una tendencia alcista, siendo más evidente los valores registrados de temperaturas máximas absolutas, las cuales tuvieron un incremento de hasta 5 grados.

Palabras clave: Climatología. Urbanización. Savannah.

Submetido em: 22/04/2022

Aceito para publicação em: 04/11/2022

Publicado em: 23/11/2022

1. INTRODUÇÃO

Estudos climatológicos que visam observar e analisar os registros de variáveis climáticas em ambientes urbanos compõem uma vasta e relevante base científica no cenário internacional, seguramente por ser o ambiente urbano o *lócus* de vida da maioria da população mundial. Segundo dados oficiais, 56,2% da população total do globo vive em áreas urbanas, e as estimativas para o ano de 2050 apontam para mais de 68% da população vivendo em cidades (ONU, 2020).

Os estudos mais frequentes para áreas urbanas estão centrados em observar, coletar, analisar e projetar cenários para dados de temperatura do ar e precipitação e, de modo muito significativo, em cidades com populações maiores, basicamente focados no conceito de ilha de calor (CHANGNON JR., 1981) (OKE, 1982) (SEGAL; ARRITT, 1992) (KARL; KNIGHT, 1997) (MELHUIH; PEDDER, 1998) (PINHO; MANSO-ORGAS, 2000) (DOESKEN; WEAVER, 2000) (BAIK et al., 2001) (SHEPHERD *et al.*, 2002).

As mudanças desencadeadas pela urbanização produzem, de forma dinâmica, impactos de diferentes magnitudes nas paisagens, por vezes de menor intensidade e outras, de caráter irreversível. Tais impactos afetam diretamente a qualidade de vida dos habitantes dessas áreas, ademais, colocando-os em situações de vulnerabilidade, como já apontavam Karl; Knight (1997) ainda no fim da década de 1990.

No entanto, estudos focados em pequenas áreas urbanas, as chamadas cidades de pequeno porte, não costumam ser frequentes na literatura científica, ainda que já tenha sido apontado por Melhuish; Pedder (1998) e Pinho; Manso-Orgaz (2000) como relevantes e necessários, inclusive, indicando evidências importantes para aprofundar estudos que pudessem caracterizar “pequenas ilhas de calor”.

Outro aspecto relevante e necessário a ser destacado, especialmente para o caso brasileiro, está centrado na relação entre as cidades pequenas e o seu entorno, essencialmente agrícola. Neste aspecto, Raymond *et al.* (1994) consideram necessários os aspectos regionais na identificação de células de temperatura do ar elevadas, desencadeadas, basicamente, pela conversão da vegetação nativa em atividade agropecuária.

Estudos de climatologia em ambientes urbanos no contexto brasileiro, especialmente a partir dos anos 1990, têm dedicado esforços em identificar e analisar os efeitos da urbanização nas alterações dos parâmetros climáticos como temperatura do ar, umidade relativa do ar e

precipitação, especialmente, em cidades de grande porte (as capitais das unidades da federação) e de médio porte (cidades com população superior a 200 mil habitantes).

Uma característica que permeia estes estudos, em sua ampla maioria, é a discussão da terminologia “ilha de calor urbano”, a qual teve como mola propulsora, no Brasil, o estudo desenvolvido por Lombardo (1985) e que se espalhou pela Climatologia Geográfica brasileira com investigações em diversas regiões do país.

A questão central desses estudos, segundo Mendonça (2000), passa pela verticalização que acompanha o processo de urbanização, mesmo nas cidades de pequeno e médio porte, por isso, a preocupação com o clima urbano nessas cidades tem gerado estudos com o objetivo de contribuir para o equacionamento dos problemas advindos das alterações do clima, modificadas devido à substituição da paisagem natural por um ambiente construído, palco de intensas trocas de energia, provenientes das atividades humanas (MENDONÇA, 2000).

Ainda que os estudos estejam concentrados nas grandes áreas urbanas, algumas recentes contribuições sobre o estudo do clima urbano em cidades de pequeno e médio porte podem ser destacadas, como as de Anjos *et al.* (2013), em Aracaju; Amorim *et al.* (2015), em Presidente Prudente-SP; Binda *et al.* (2016), em Chapecó-SC; Mota (2017), em Coari-AM; Gomes (2017), em Ubatuba-SP; Teixeira e Amorim (2018), em Rancharia-SP e Aleixo *et al.* (2021), em Uarini-AM;

Os contrastes térmicos e higrométricos espaciais, à escala topoclimática, nos espaços urbano e periurbano da cidade de Aracaju, foram analisados por Anjos *et al.* (2013). Neste estudo encontrou-se evidências significativas de contrastes topoclimáticos no espaço intraurbano, o que leva a fortes indícios de ocorrência de ilhas de calor nesta cidade. Foram utilizados 39 pontos de observação, por meio dos transectos móveis, em janeiro e fevereiro de 2012. A diferença térmica atingiu 5°C entre a área urbana e periurbana. Além disso, a morfologia urbana e os contrastes topoclimáticos estão extremamente relacionados. Os autores concluíram que uma nova rede urbana de instrumentos meteorológicos deve ser levada em consideração, devido à ausência de qualquer histórico de registros de temperatura e umidade relativa em áreas industriais, no centro da cidade ou em parques verdes.

Amorim *et al.* (2015) apresentam um conjunto de procedimentos para a modelagem das ilhas de calor urbanas, na cidade de Presidente Prudente/ SP, com o propósito de estimar a

temperatura do ar considerando-se as características da superfície (uso da terra, vegetação, relevo). Para isso foram processadas relações entre as temperaturas do ar medidas por meio de transectos móveis; o uso da terra tendo como base as imagens do satélite Landsat 8; o NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada); e a hipsometria. Com essas informações foram realizadas relações estatísticas entre a intensidade da ilha de calor urbana nos locais onde as temperaturas foram registradas e os parâmetros geográficos, tais como: porcentagem de vegetação, densidade de edificações e altitude. Os resultados mostraram que o modelo gerado estimou satisfatoriamente a temperatura do ar no ambiente intraurbano e rural próximo, sendo possível subsidiar intervenções mais localizadas que podem contribuir para amenizar os efeitos da ilha de calor atmosférica.

Binda *et al.* (2016) identificaram as variações termo-higrométricas ao longo da cidade de Chapecó/SC por meio de um transecto móvel. Os pontos de coleta dos dados foram definidos considerando a distância percorrida de 200 m, acompanhada visualmente por meio do hodômetro do automóvel, num percurso de 14 km (sentido S-N-E), totalizando 71 medições. Os resultados permitiram identificar a constituição de um clima urbano específico na cidade de Chapecó/SC, cuja diferenciação se apresenta nitidamente a partir dos diferentes usos do solo e de sua associação com a topografia do sítio urbano.

A investigação de Mota (2017) teve como objetivo realizar o mapeamento termo-higrométrico da zona urbana do município de Coari-AM, por meio de transecto móvel. A pesquisa foi realizada nos meses de agosto de 2014 a janeiro de 2015, em três horários: 8 h, 14 h e 20 h (horário local). Os dados foram coletados e organizados a fim de verificar a presença de ilhas de calor ou frescor. Os resultados mostraram que a cidade de Coari/AM, apesar de ser banhada por rios e lagos, apresenta ilha de calor que causa um desconforto térmico local.

Já Aleixo *et al.* (2021) analisaram o campo térmico e higrométrico em Uarini/AM na estação seca. Foram coletados dados de temperatura do ar, umidade relativa do ar (U.R.) e velocidade do vento no mês de setembro de 2019, por meio de transectos móveis. Além disso, analisou-se a temperatura da superfície e o índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) evidenciando a estrutura térmica da superfície e da densidade de vegetação na área urbana. Os resultados demonstraram que a maior intensidade das ilhas de calor urbana ocorreu no período noturno, com magnitudes moderadas. A U.R., no período vespertino,



apresentou na maior parte dos pontos valores inferiores a 60% e a velocidade dos ventos foi superior nas áreas com maior densidade de vegetação arbórea. As diferenças térmicas da ilha de calor demonstraram os efeitos do uso da terra urbana, da funcionalidade urbana, dos materiais utilizados, da densidade construtiva e da pouca vegetação arbórea no aumento das temperaturas superficiais.

A despeito do crescimento no número de estudos sobre o clima urbano nas cidades de pequeno porte, há que se destacar que 85% da população brasileira reside em áreas urbanas, distribuída em 5.570 cidades, sendo que, destas, 82% são cidades pequenas com população de até 25 mil habitantes, nas quais residem 23% da população do país (IBGE, 2020), o que sugere que ainda falta muito a ser estudado, principalmente, associando outros fatores.

Olhar para a dinâmica territorial e climatológica desses núcleos urbanos representa olhar para um conjunto de fatores que extrapolam a peculiaridade dos elementos característicos do clima local e, sim, os processos sociais e as eventuais repercussões do dinamismo do clima local como resultado de um contexto regional, que pode estar gerando vulnerabilidades sociais, desde aspectos basilares, como o conforto térmico, até situações mais complexas, como o desencadeamento de enfermidades.

Na investigação da geografia urbana, Corrêa (1995) identifica a distribuição elevada de pequenos centros urbanos como uma característica da economia de mercado vigente no território brasileiro, que gera, ainda que minimamente, uma divisão territorial de trabalho, na qual essas estruturas demográficas estão relacionadas à uma composição do modelo de produção agrícola.

Monteiro (1990) apresenta a noção de que, seja qual for a análise introdutória para estudo do clima urbano, é necessária a acurada observação da topologia do local e da morfologia urbana, assim como, das interações entre elas. Assim, ao abordar como a cidade é rodeada por leitos fluviais, serras e morros, percebe-se o impacto direto que tais unidades exercem na temperatura do ar, umidade relativa do ar e nos outros elementos que caracterizam o clima da cidade.

Investigar cidades de pequeno porte que apresentam características geográficas distintas daquelas de grande extensão ou de classificação metropolitana, permite uma compreensão mais ampla e objetiva da interação socioespacial com o clima (MENDONÇA, 2003, p. 96).

Ao abordar o clima, sob a perspectiva de uma escala maior, como no caso das cidades de Alexânia e Abadiânia, no estado de Goiás, permite-se avaliar e analisar uma série de aspectos característicos locais que podem moldar o comportamento da cidade em diferentes análises. A explicação para determinados fenômenos pode ser estudada a partir da dinâmica do clima regional e/ou local, analisando-se, de modo empírico, fatores que apresentam e qualificam a amplitude térmica, valores de umidade relativa do ar, temperatura do ar, entre outros parâmetros meteorológicos.

As cidades apresentam múltiplos aspectos característicos, principalmente na perspectiva da área de estudo da climatologia urbana, e englobam diversos fatores que propiciam uma análise mais profunda e abrangente, de modo que é fundamental estudar o clima como algo que constitui o ambiente ao qual está ligado de forma direta e integral. Afinal, conforme define Monteiro (2003), o clima urbano constitui um sistema que abrange o clima de uma dada porção do espaço, com suas características e feições próprias, e o fenômeno da urbanização sobre ele implantado (MONTEIRO, 2003).

Partindo da premissa de uma cidade de escala maior, comparada às demais grandes metrópoles, que se encontram em expansão territorial e demográfica, nota-se que tal crescimento interfere diretamente na perspectiva climática da região e em pequenos centros. Desse modo, permite discutir a aplicação dos conceitos referentes a esses temas, tanto na Geografia, quanto nas demais ciências. Cabendo aqui voltar esses estudos para as pequenas cidades.

1.1. A mudança da paisagem no Cerrado

Tendo como um dos propósitos a vinculação do abiótico com o biótico, se torna inevitável a abordagem da atuação antrópica neste cenário. O recorte selecionado para este estudo está situado geograficamente no centro do território brasileiro. Esta condição merece destaque, especialmente pelo processo de ocupação que se deu no decorrer da história recente desta região.

Para esta análise, de modo sucinto, pode-se pautar dois períodos temporais: o primeiro, anterior ao projeto desenvolvimentista do Governo de Juscelino Kubitschek de Oliveira, e o segundo, posterior a este.

A imensa área do domínio dos cerrados, anterior aos anos de 1956, era de baixa densidade populacional, onde a vegetação nativa predominava, e os poucos núcleos urbanos eram pequenos e escassos. As conexões com os centros urbanos situados no litoral brasileiro se davam por caminhos precários. A parte mais central deste domínio ficou conhecida como “o caminho dos bandeirantes”, aberto na época em que os “bandeirantes” adentraram esse território em busca de minérios preciosos, especialmente o ouro (OLIVEIRA; VIANA, 2000).

A mudança no modelo de ocupação do território se deu pelo projeto de expansão para o Centro Oeste, tendo como marco a construção da nova capital da república, Brasília. Esse fato serviu para transmitir a mensagem sintética do poder de uma classe dominante que se desdobra do momento da construção da cidade; poder de um Estado absoluto quanto ao vínculo com o privado e, ao norte das decisões, para dar subsídio material e ideológico, a qualquer preço, ao desenvolvimento econômico (CARDOZO BRUM, 2003; HESPANHOL, 2000).

Geógrafos, inclusive àquela época, ratificavam a necessidade de definição do que viria a ser a nova capital, enquanto um novo centro político e administrativo; um novo polo de colonização e de irradiação sobre o grande sertão (COSTA; STEINKE, 2014).

Tal modelo se pautou com base em vultuosos investimentos públicos no processo de implantação, expansão e consolidação da produção primária de grãos e pecuária. A substituição das áreas de vegetação original por áreas de agropecuária se deu em ritmo acelerado e constante a partir de 1960.

Resulta, portanto, tratar de uma área de estudo que, em 2020, apresentava mais de 44% do seu território ocupado diretamente por prestações antrópicas, das quais as de maior envergadura territorial dizem respeito às atividades agropecuárias.

Neste quesito, é importante destacar o papel da inserção tecnológica no processo de produção agropecuária, seja pela modernização da pecuária com foco no aprimoramento e expansão das pastagens, as quais ainda predominam os usos das terras, mas, essencialmente, pela escalada geométrica da produção de grãos, em essência tendo como base a soja como produto âncora.

Assim, a produção de soja se apresenta como o motor para substituição da vegetação nativa por áreas agrícolas, nos terrenos aplainados que favorecem, em grande escala, a

produção mecanizada. A tabela 01, apresenta os dados comparativos entre os anos de 1985 e 2020 para usos antrópicos e naturais nesse processo.

Tabela 1: Percentual de cobertura da terra no período de 1985 a 2020.

| | Goiás (UF) | | Cerrado (Bioma) | |
|-----------|------------|--------|-----------------|--------|
| | 1985 | 2020 | 1985 | 2020 |
| Natural | 47,61% | 36,20% | 68,41% | 55,06% |
| Antrópico | 52,39% | 63,80% | 31,59% | 44,94% |

Fonte: Souza Jr. et al. (2020); elaborado pelos autores (2022)

Diante deste contexto, o objetivo central foi avaliar a transformação da paisagem, desencadeada por processos antrópicos, nas cidades de Alexânia e Abadiânia, em Goiás, e relacionar com os registros de temperatura do ar em dois níveis escalares, sendo um deles, local (áreas urbanas das duas cidades), para um período de 5 anos (2015-2019), e outro, regional, referente as Normais Climatológicas de 1981 a 2010, por meio dos registros das estações meteorológicas localizadas mais próximas destes núcleos urbanos.

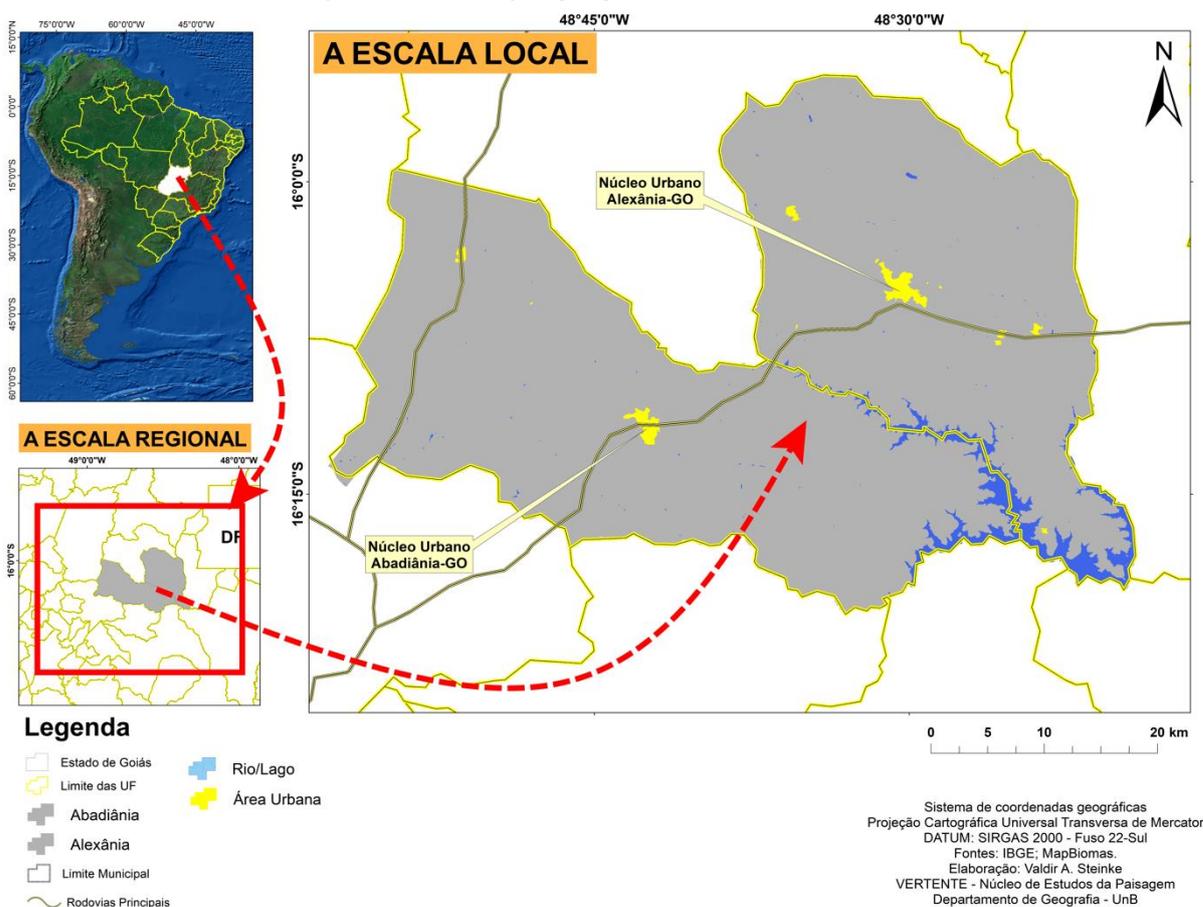
1.2. Área de Estudo

Os municípios de Alexânia-GO e Abadiânia-GO estão localizados na região do Brasil Central e possuem características geohistóricas similares capazes de torná-las amostras significativas dentro dos critérios que embasaram esta investigação, a saber: estarem situadas no Planalto Central do Brasil, terem passado pelo processo de transformação da paisagem desencadeado pelo agronegócio e possuírem população de até 25 mil habitantes.

Alexânia situa-se a 16°04'55" de latitude sul e 48°30'25" de longitude oeste e faz limite com Corumbá de Goiás, Santo Antônio do Descoberto, Luziânia e Abadiânia. A vegetação predominante é o cerrado e o relevo é aplainado. A origem de Alexânia ocorreu no distrito de Olhos d'Água, em 1953, e há registro de povoamento desde o século XVIII, período em que ocorreu o ciclo do ouro em Goiás. No ano de 1961, houve a transferência da sede do município de Olhos d'Água para Alexânia. A edificação da cidade foi estimulada pela perspectiva de construção da BR-060 que, por sua vez, foi resultante da construção da nova capital do Brasil.

Abadiânia situa-se na posição geográfica de 16° 10' 12" de latitude sul e 48° 38' 24" de longitude oeste. Limita-se com os municípios de Alexânia, Silvânia, Gameleira de Goiás, Anápolis, Pirenópolis e Corumbá de Goiás. Também possui como vegetação predominante o cerrado e relevo plano. A figura 1 mostra a localização geográfica dos municípios e os respectivos núcleos urbanos.

Figura 1: Localização geográfica da área de estudo.



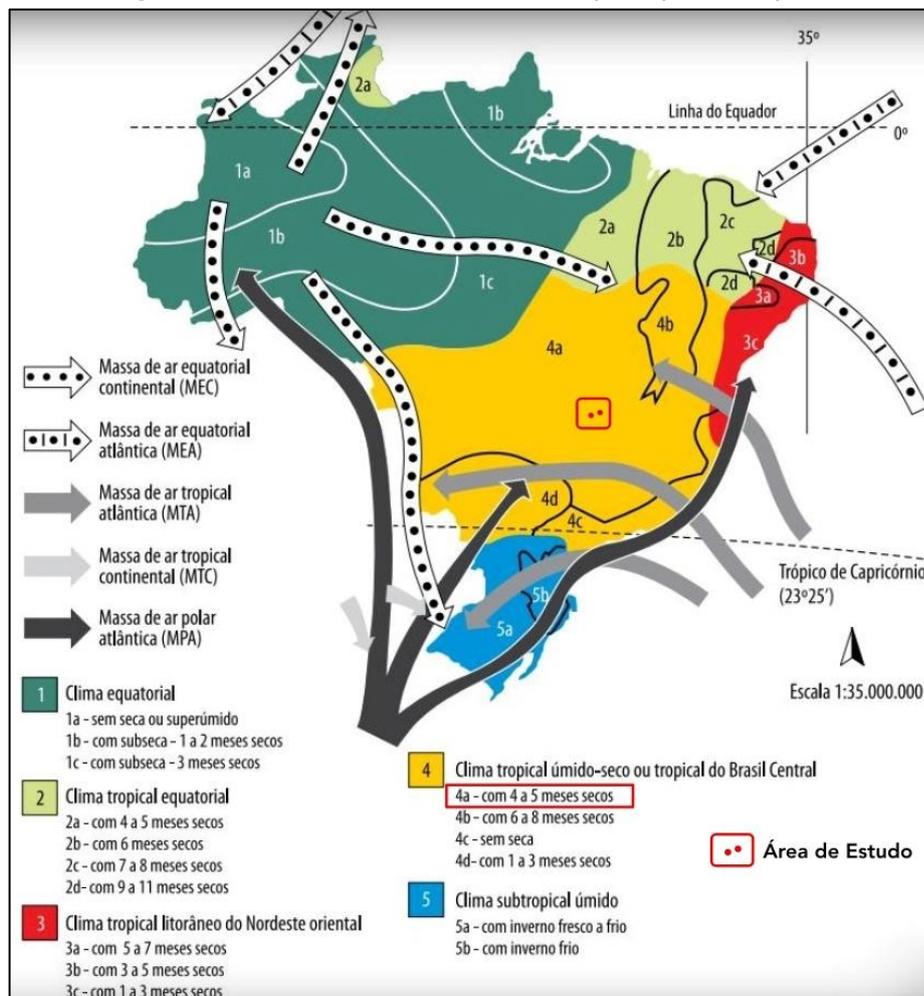
Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

1.3. Características climáticas da área de estudo

As condições gerais atuantes do clima e do tempo de uma região estão relacionadas aos mecanismos de escala global, oriundos da circulação geral da atmosfera. Dessa forma, qualquer tentativa de compreensão da dinâmica atmosférica sobre as regiões brasileiras inicia-se com uma breve visão geral dos sistemas atmosféricos atuantes na América do Sul e no Brasil.

A dinâmica das massas de ar combinada com fatores locais e regionais determina os tipos climáticos do Brasil. A classificação climática do território brasileiro apresentada por Mendonça; Danni-Oliveira (2007) destaca cinco grandes domínios e seus subtipos (Figura 02).

Figura 2: Domínios Climáticos do Brasil, principais subtipos.



Fonte: Adaptado de Mendonça; Danni-Oliveira (2007)

Segundo esta classificação, a área de estudo encontra-se sob domínio do clima tropical úmido-seco ou tropical do Brasil Central, com quatro a cinco meses secos (4a). De modo geral, esse tipo climático se caracteriza por apresentar invernos secos e verões chuvosos. Tal regime pluviométrico, alternadamente úmido e seco, e médias de temperatura do ar maiores que 18°C, em todos os meses do ano, caracterizam o domínio morfoclimático dos Cerrados.

Nos meses da primavera e verão, o aquecimento continental favorece a expansão da massa Equatorial Continental (mEc), quente e úmida, enquanto nos meses de outono e



inverno, o resfriamento do continente sul-americano favorece subsidência atmosférica e o predomínio de ar seco sob atuação da massa Tropical Atlântica (mTa), já continentalizada.

No verão, de acordo com Sano *et al.* (2007), a precipitação do bioma é dominada por três sistemas: a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT); Sistema de Alta Pressão da Bolívia (AB); e seu sistema associado de nuvens conhecidas como Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), que é uma região de baixa pressão associada à instabilidade que se estende desde a Amazônia até o sudeste Brasil.

Já no inverno, a pluviosidade é, geralmente, baixa, até ausente em algumas áreas, devido, entre outros fatores, à atuação do anticiclone do Atlântico Sul, associado à massa Tropical Atlântica (mTa), vindo a ocasionar um resfriamento basal, o qual aumenta a estabilidade superior e também contribui para a ocorrência de tempo estável, em consequência, há redução da umidade atmosférica, ocasionando valores extremamente baixos de umidade relativa do ar. Assim, a penetração de grandes massas de ar seco e frio oriundas do Sul do país, durante o inverno, e de massas de ar úmido e quente no verão, combinados com fatores locais e regionais, tornam o clima do Cerrado altamente heterogêneo (SANO *et al.* 2007).

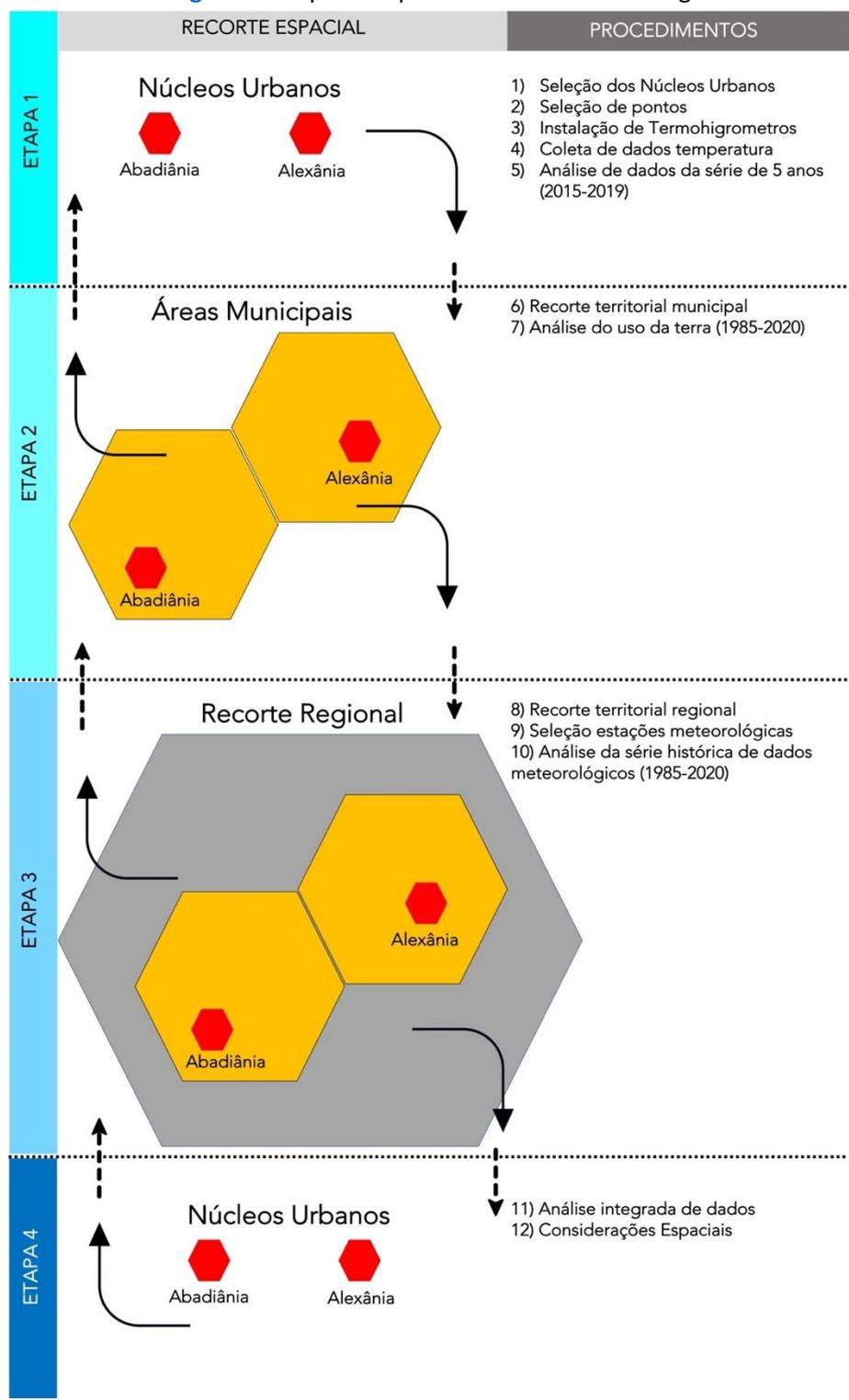
2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos adotados estiveram centrados em estabelecer uma articulação inter-escalar dos dados, que viabilizasse uma primeira interpretação dos prováveis efeitos das mudanças de uso da terra regional nos municípios de Abadiânia e Alexânia, em Goiás, e os dados mais recentes de temperatura do ar registrados na região e no âmbito das áreas urbanas desses municípios.

Uma análise temporal do uso da terra foi realizada entre os anos de 1985 a 2020, por meio de técnicas de geoprocessamento e, também, uma análise dos dados de temperatura do ar coletados, por meio da instalação de termo-higrômetros, em Abadiânia e Alexânia, entre 2015 e 2019 e análise de uma série histórica, de 1985 a 2020, de dados de temperatura do ar, de quatro estações meteorológicas (Pirenópolis, Gama, Goiânia e Silvânia).

A figura 03 ilustra de forma sintética os procedimentos realizados de modo a atingir o objetivo central da investigação.

Figura 3: Etapas dos procedimentos metodológicos



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Os dados meteorológicos utilizados, na escala “regional”, tiveram origem nas quatro estações mais próximas aos municípios em análise, as quais foram coletados na base de dados BDMEP do INMET, disponibilizadas gratuitamente. Estes dados foram avaliados quanto ao

grau de confiabilidade estatística da série histórica, neste caso o objetivo foi comparar as médias dos grupos independentes, para isso, foi utilizado o *Teste-t* independente, tendo como parâmetro o valor de $p=0,05$.

Para coleta e análise dos dados registrados nas áreas urbanas, foram instalados termohigrômetros da marca AKSO, modelo AK170, com grau de confiabilidade estatística para temperatura do ar em valor $p=0,05$. Estes equipamentos portáteis foram calibrados pelo fabricante e, complementarmente, passaram por uma calibração específica tendo como base as estações automáticas e manual do INMET em Brasília/DF. Estes equipamentos foram instalados em pontos selecionados aleatoriamente na mancha urbana, desde que tivessem representatividade espacial e de tipos de cobertura do solo. Na área urbana de Alexânia foram instalados quinze equipamentos, e na área urbana de Abadiânia foram dez. No período de cinco anos e com coleta e armazenamento de dados horário, de acordo com a hora oficial de Brasília.

Para geração dos mapas de distribuição espacial dos valores de temperatura do ar, foi utilizada a interpolação de Cokrigagem em ambas as escalas, tanto ao nível regional quanto ao nível local (áreas urbanas). Esta opção se deu pelos resultados satisfatórios desse modelo de interpolação já encontrados nos trabalhos de Cao et al. (2009); Vieira et al. (2009); Szymanowski et al. (2013); Mello et al. (2015); Perin et al. (2015); Shtiliyanova et al. (2017) e Zhang & Du (2019).

3. RESULTADOS

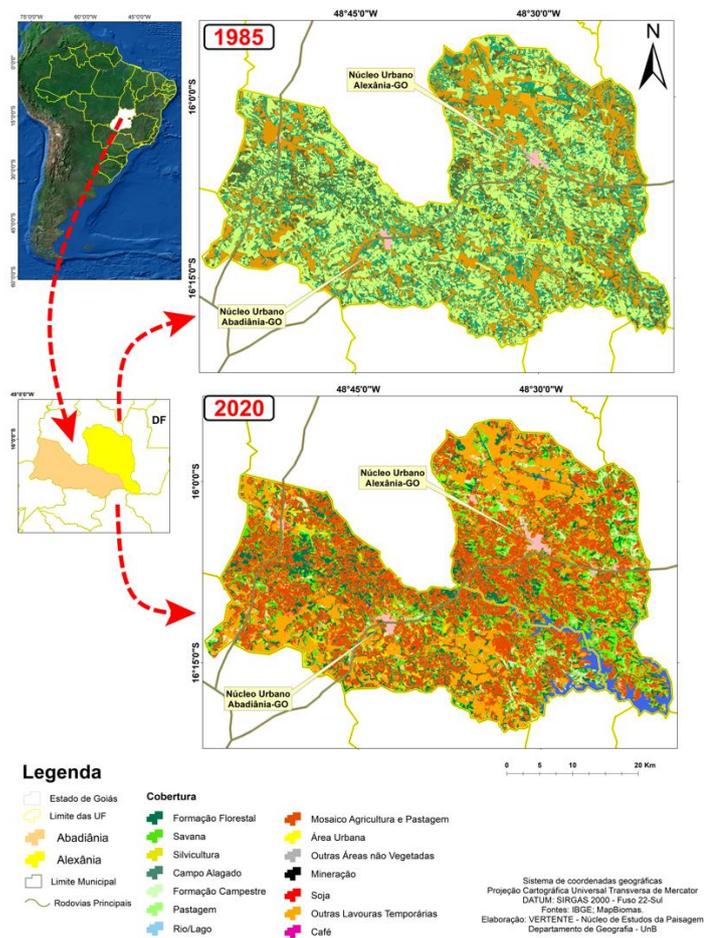
Os resultados são apresentados via duas abordagens, uma vinculada ao processo de transformação da paisagem regional e local, especialmente por meio do incremento das atividades agropecuárias, e, de modo mais específico, do aumento exponencial da área de plantio de soja (tabela 02) (Figura 04). A segunda abordagem, e objeto finalístico desta investigação, está associada aos possíveis impactos da transformação da paisagem nos registros de temperatura do ar, em nível regional e local nos núcleos urbanos de Alexânia-GO e Abadiânia-GO.

Tabela 2: Evolução da transformação da paisagem pela atividade agrícola desencadeada pelo plantio de soja em Abadiânia e Alexânia.

| Município | Ano | Área Cultivada (ha) | Soja (%) | Outras Culturas (%) |
|-----------|------|---------------------|----------|---------------------|
| Abadiânia | 1985 | 68,24 | 4,0 % | 96,0 % |
| | 2020 | 13.971,00 | 93,6 % | 6,4 % |
| Alexânia | 1985 | 1.523,45 | 35,0 % | 65,0 % |
| | 2020 | 9.829,67 | 93,3 % | 6,7 % |

Fonte: MapBiomass. Souza Jr. et. al. (2020). Elaborado pelos autores (2022).

Figura 4: Uso da Terra nos municípios de Alexânia e Abadiânia – GO para os anos de 1985 e 2020.



Fonte: Souza Jr. et. al. (2020). Elaborado pelos autores (2022).

A tabela 02 mostra que, entre 1985 e 2020, o agronegócio encontrou condições favoráveis ao seu desenvolvimento, tanto em Alexânia, quanto em Abadiânia. Em 35 anos, as áreas cultivadas de soja praticamente predominam no cenário agrícola, com aumento significativo das áreas cultivadas.

O avanço do agronegócio, tendo o cultivo de soja como protagonista no Cerrado, foi reflexo de vários fatores, entre eles: pesquisas promovidas pela Embrapa, em consórcio com centros privados de pesquisa, produtores e industriais, transformação de áreas de pastagens em plantio de soja, além da implementação de novas tecnologias agrícolas voltadas para a maior exploração da terra (ALVES; SOUZA, 2007); (AGUIAR; PORTO, 2018); (DAMASCENO, 2018). Como resultado desse processo de expressivo desenvolvimento, atualmente o estado de Goiás ocupa a 3ª posição entre os maiores estados produtores do país (CONAB, 2021).

Esse fato indica que estes municípios estão inseridos na lógica da moderna agricultura por meio dos grandes complexos da soja e que, nesses 35 anos, ocorreu um processo de especialização produtiva da agropecuária que acompanha o movimento e lógica de produção verificada nas cidades do agronegócio. A esse respeito Silva; Araújo Sobrinho (2019) destacam sobre Alexânia:

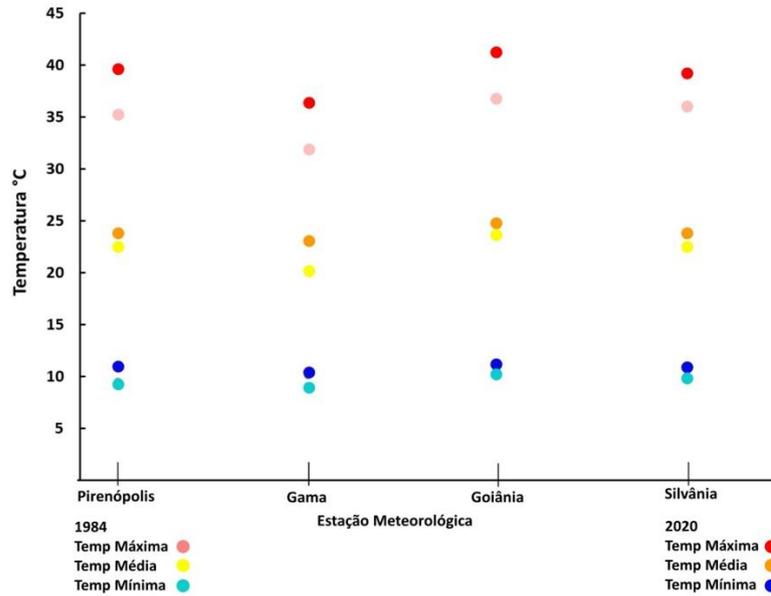
No território municipal, constatou-se que a modernização da agricultura e o desenvolvimento do agronegócio são realizados em porções privilegiadas no que tange à relevos planos, a disponibilidade de água e a presença de rodovias pavimentadas que facilitam a comercialização da produção. (SILVA; ARAÚJO SOBRINHO, 2019:6)

Assim, a partir das primeiras iniciativas do agronegócio, tanto em Alexânia como em Abadiânia, passaram a ocorrer processos que resultaram em modificações na estrutura fundiária, na base técnica e nas relações de produção local, com crescente processo de especialização produtiva da agropecuária que acompanha o movimento e a lógica produtiva do agronegócio no estado de Goiás. (SILVA; ARAÚJO SOBRINHO, 2019).

3.1. A Escala Regional

As figuras 05 e 06 estão relacionadas ao segundo nível de abordagem da pesquisa, isto é, ao regional, no qual os dados de temperatura do ar, coletados por meio dos termohigrômetros e da série histórica de quatro estações meteorológicas foram analisados. Vale ressaltar que as quatro estações se localizam no entorno de Abadiânia e Alexânia. A figura 05 mostra a variação dos valores de temperatura do ar máxima absoluta, temperatura do ar média e temperatura do ar mínima absoluta mensal em dois momentos, 1984 e 2020, e a figura 06 mostra os dados das Normais Climatológicas.

Figura 5: Variação de temperaturas do ar (máxima absoluta, média e mínima absoluta) em nível regional, em 1984 e 2020. Fonte dos dados: INMET (2020).



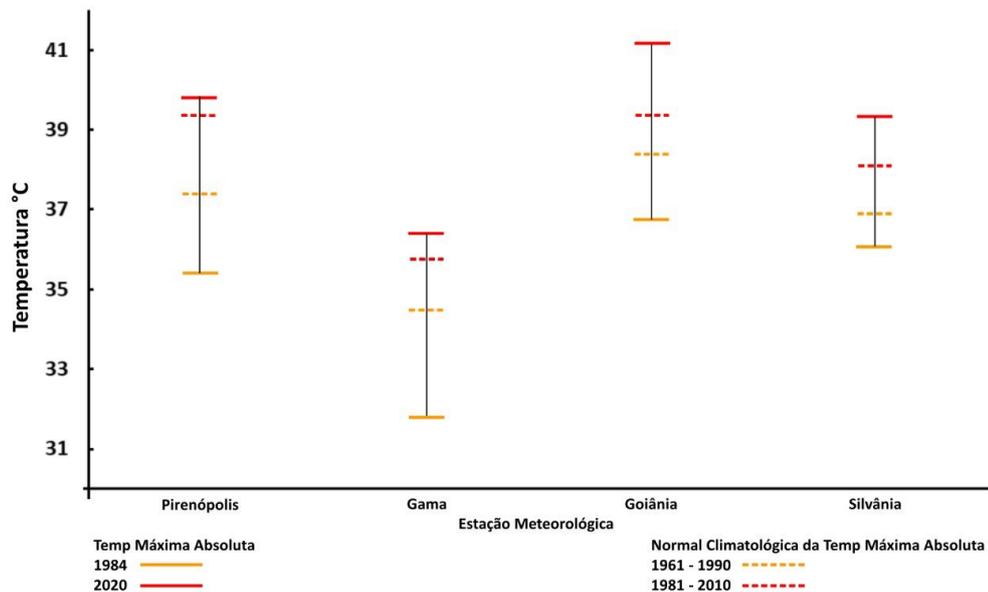
Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

A figura 05 mostra que houve aumento da temperatura do ar, tanto máximas, médias e mínimas em todas as estações meteorológicas, no período estudado. Neste sentido, infere-se que o aumento dos valores de temperatura do ar esteja associado, ainda que indiretamente, ao processo de conversão de áreas de vegetação nativa para áreas de uso agrícola intenso, assim como apontam Silva et al 2016; Souza; Galvão, 2019.

Em Pirenópolis/GO, por exemplo, as queimadas e corte de árvores são frequentes, pois o município se destaca pela presença da indústria moveleira artesanal; em Goiânia, a partir da década de 1970, intensificou-se o processo de ocupação e urbanização, marcado por intenso incremento populacional com concentração nos espaços urbanos. Esse rápido crescimento desencadeou uma degradação ambiental que, por sua vez, contribui para a elevação das temperaturas. Já em Silvânia, observa-se importante conversão de áreas de vegetação nativa em grandes plantações de soja e milho. Todos esses fatores demonstram as particularidades de cada município, que na escala regional, promovem impactos na temperatura do ar corroborando com os estudos de Steinke *et al.* (2005); Steinke *et al* (2010); Scott *et al.* (2011); Soares (2011); Oliveira *et al.* (2012) e Steinke *et al.* (2020).



Figura 6: Normais Climatológicas de temperatura máxima absoluta nas estações meteorológicas selecionadas. Fonte: INMET (2020)



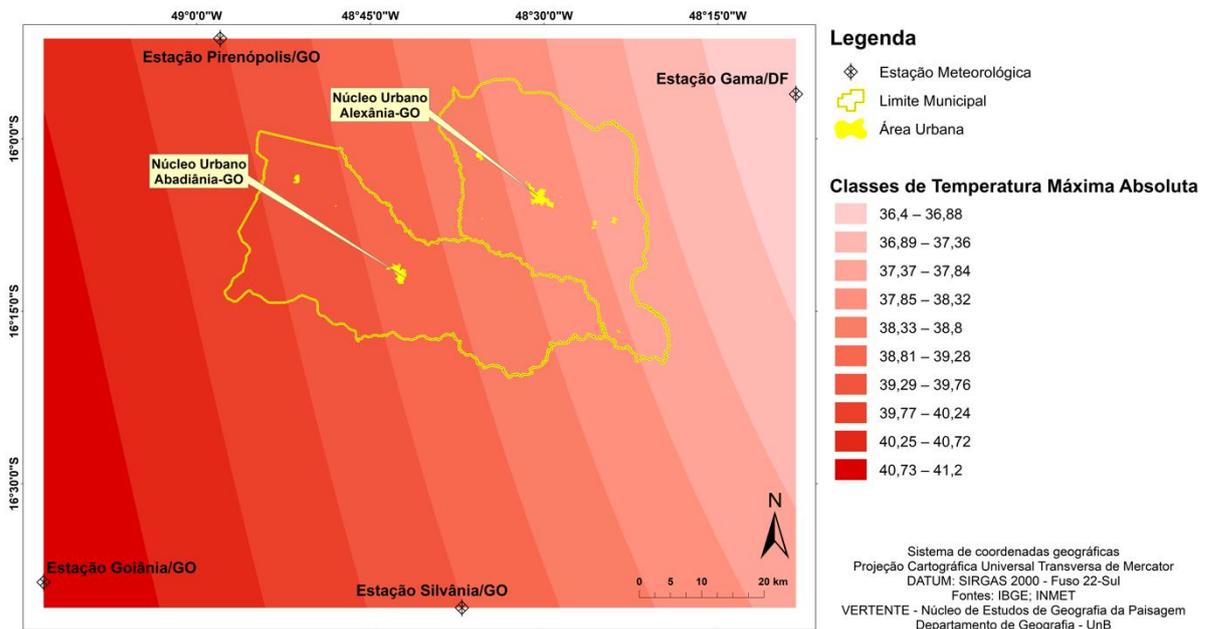
Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

De acordo a Figura 06, observa-se que, ao comparar as Normais Climatológicas 1961-1990 e 1981-2010, a temperatura máxima absoluta correspondente ao período de 1961-1990 foi menor em comparação ao período 1981-2010, na qual os valores foram cerca de 15 % maiores. Outro aspecto relevante, e que merece ser citado, é que para o período entre 1961-1990 as temperaturas máximas absolutas estiveram abaixo da Normal Climatológica do período, enquanto entre 1981-2010 as temperaturas máximas absolutas permaneceram acima da Normal Climatológica para o mesmo período. Esse fato constitui um indício significativo de um processo acentuado e rápido de elevação das temperaturas máximas.

O aumento observado na temperatura máxima do ar, entre as duas normais climatológicas, pode ser atribuído a vários fatores: existe o efeito da urbanização, o aumento da emissão de gases, as queimadas e o desmatamento, além de causas naturais. Mesmo assim, é possível que a retirada da vegetação natural para a produção agropecuária, tendo como núcleo central a produção de grãos e, em especial, da soja, tenha contribuído para esse aumento. Esse fato corrobora com Silva *et al.* (2018), que também observaram aumento da temperatura média do ar no estado de Goiás ao longo dos anos de 1980 a 2013.

A figura 07 representa uma interpolação e distribuição espacial dos valores da temperatura máxima do ar, no período de 1985-2019, com base nos dados coletados pelas estações meteorológicas de Pirenópolis-GO, Gama-DF, Goiânia-GO, Silvânia-GO e Ipameri-GO.

Figura 7: Interpolação da temperatura do ar máxima absoluta no período de 1985-2019.



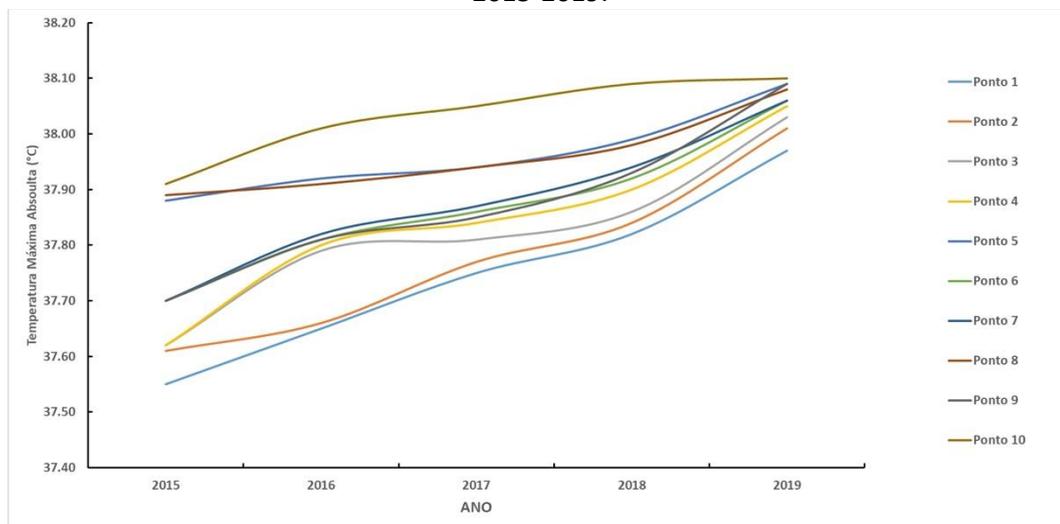
Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

3.2. A Escala Local

A variação espacial das temperaturas máximas do ar na região onde se localizam os municípios de Abadiânia e Alexânia está ilustrada na Figura 07. Nesta escala regional, a faixa oeste apresentou as maiores ocorrências de temperaturas máximas no período estudado, esse fato pode estar relacionado ao maior incremento da área cultivada de soja no município de Abadiânia, mas não somente. Há, também, a presença de silvicultura e outras atividades agrícolas como o milho, banana e borracha. Além disso, há presença de olarias que consomem grande parte da cobertura vegetal do cerrado que serve como combustível para as caldeiras. Outro problema que afeta o município está relacionado à especulação imobiliária, já que a construção do lago da usina Corumbá IV provocou uma acelerada ocupação por condomínios horizontais (MENEZES JÚNIOR, 2012).

Os fatores elencados anteriormente, possivelmente estão relacionados ao que se observa, com relação aos dados de temperatura diária do ar da área urbana de Abadiânia. Ao analisar os dados de registro de temperatura máxima absoluta, indicam um sensível e constante aumento destas, em todos os pontos de coleta, as quais ocorreram, nesta pesquisa, sempre na segunda quinzena do mês de setembro, entre 2015 e 2019.

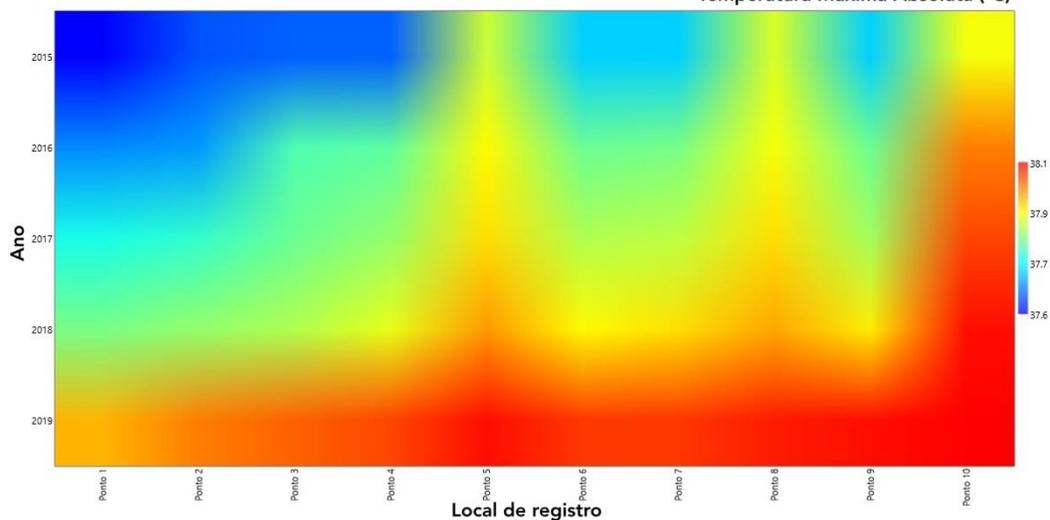
Figura 8: Registros de temperaturas máximas absolutas na área urbana de Abadiânia, no período de 2015-2019.



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

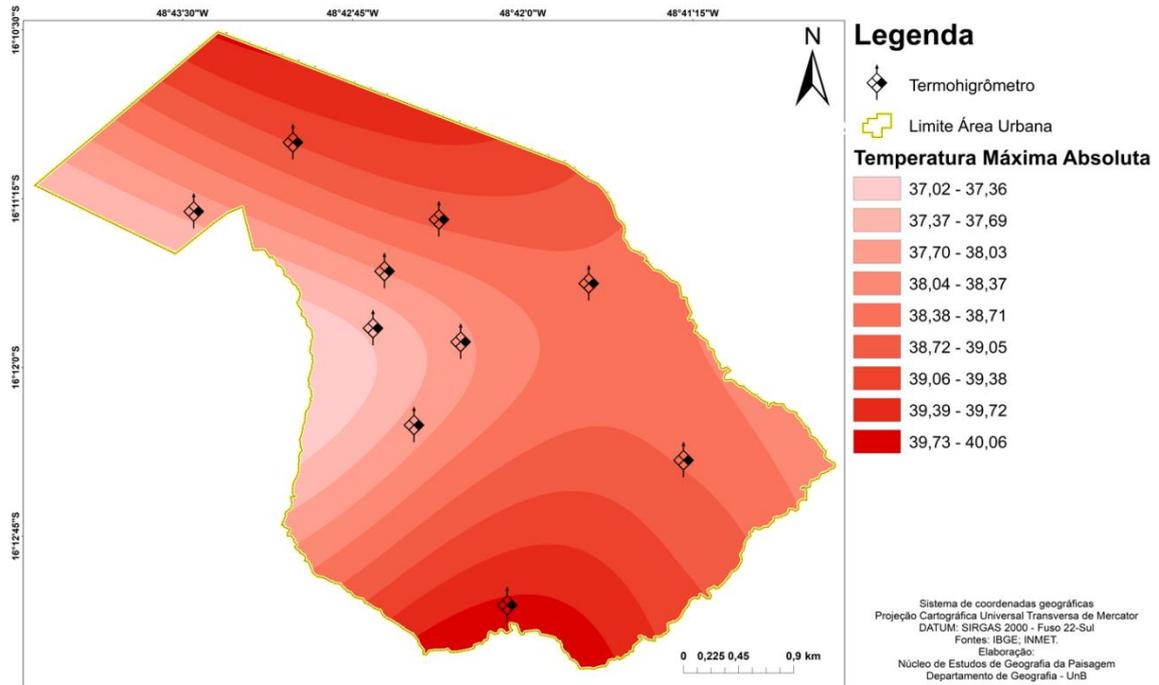
A figura 09, que representa a distribuição espacial da temperatura máxima absoluta, mostra que entre os pontos de coleta, o ponto 10 foi o que apresentou a maior temperatura máxima absoluta do ar. Esse ponto foi localizado na interface da área urbana com a zona rural de Abadiânia, onde encontram-se áreas de expansão urbana com o processo de loteamento novos e sem vegetação. Esse fator também contribui para que a parte norte de Abadiânia (figura 10) apresente-se como sendo a região onde ocorreu a maior temperatura do ar máxima, no período estudado.

Figura 9: Matriz de temperatura máxima absoluta período 2015-2019, em Abadiânia-GO.



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

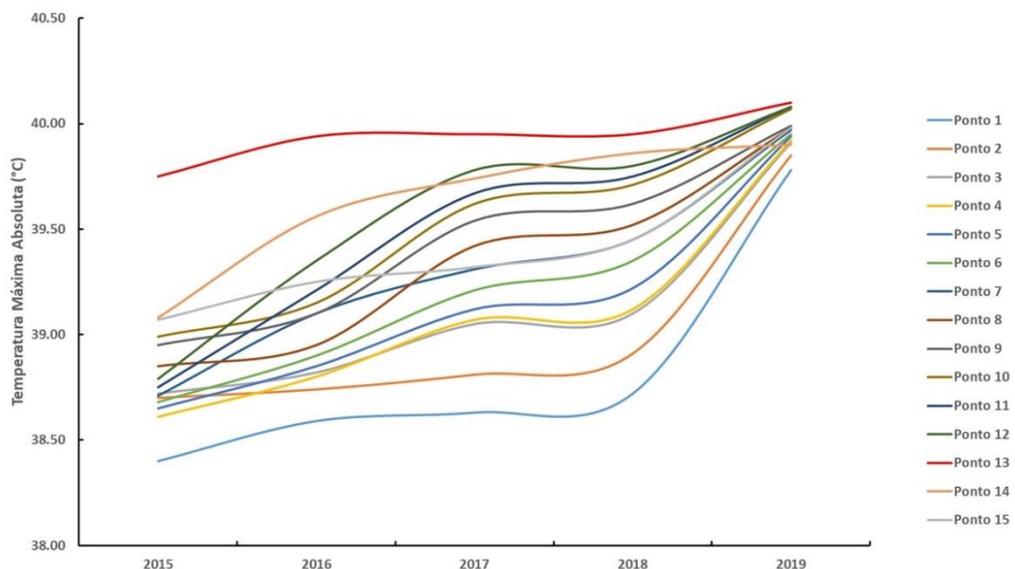
Figura 10: Interpolação da temperatura máxima absoluta na área urbana de Abadiânia-GO (2015-2019).



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Em Alexânia é observado processo semelhante, ou seja, os dados coletados, entre 2015 e 2019, em todos os pontos de coleta, indicaram um sensível e constante aumento das temperaturas máximas absolutas, as quais ocorreram da mesma forma na segunda quinzena do mês de setembro, o que pode ser observado na figura 11.

Figura 11: Registro de temperaturas máximas absolutas, na área urbana de Alexânia, no período de 2015-2019.

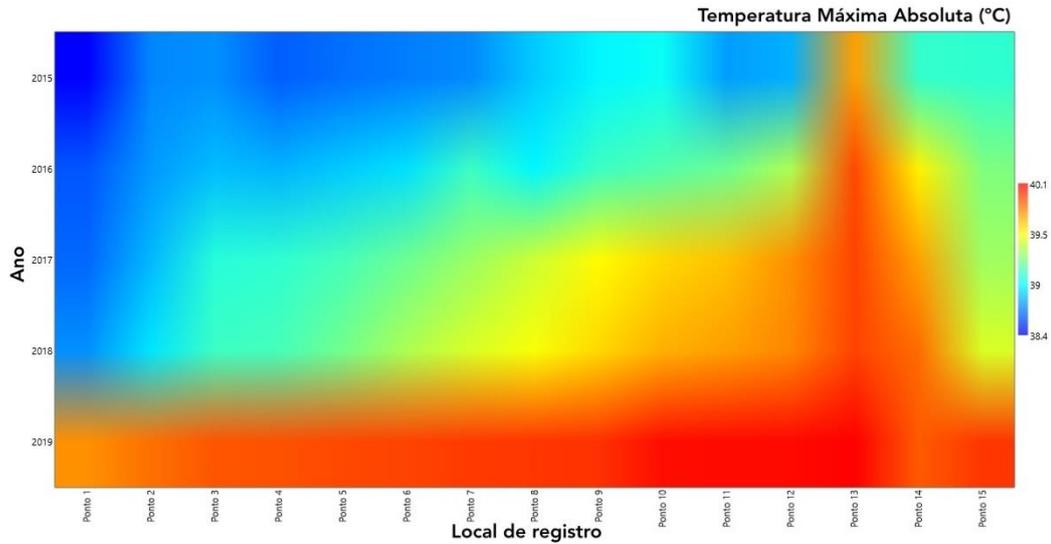


Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

O aumento da temperatura do ar observado tem relação com o processo histórico de ocupação da região onde se localiza a cidade de Alexânia. A cidade possui crescimento sustentado pelos fluxos diários associados à proximidade da BR-060. Por esse motivo, a cidade encontra-se bastante adensada, com inúmeras atividades voltadas ao setor de serviços, que atendem à demanda desses fluxos. Porém, vale ressaltar que a posição geográfica de Alexânia é favorável ao desenvolvimento do agronegócio, que tem se desenvolvido desde os primeiros anos do século XXI. Como já citado, sua expressividade se dá por meio da produção da soja, mas, também, pela criação de gado e de frango, que se desenvolvem vinculados a outros processos produtivos, entre os quais a agroindústria.

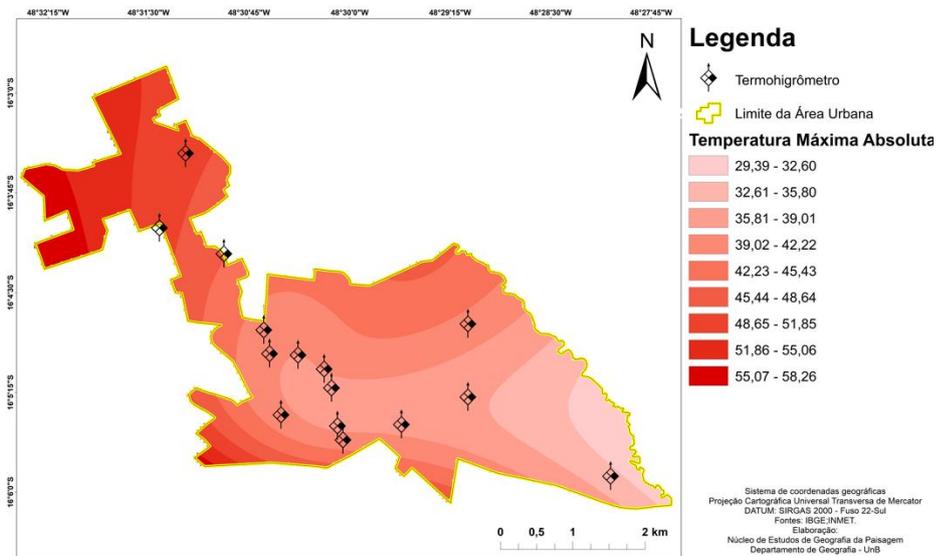
A figura 12, representativa da distribuição espacial da temperatura máxima, mostra que o ponto de coleta 13 foi o que apresentou a maior temperatura do ar máxima absoluta na área urbana de Alexânia. Esse ponto está localizado na transição da área urbana consolidada para zona rural, especialmente marcado pela abertura de novos loteamentos. Esse fator também contribui para contrapor-se a parte central da cidade a qual era esperado apresentar os maiores valores de temperatura máxima do ar, uma vez que é onde estão os fatores clássicos que definem o clima urbano, como adensamento de ruas, edificações e densidade populacional. Esse fato colabora para que a parte noroeste de Alexânia (figura 13) apresente-se como sendo a região onde ocorreu a maior temperatura do ar máxima, no período estudado.

Figura 12: Matriz de temperatura máxima absoluta período 2015-2019 em Alexânia-GO



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Figura 13: Interpolação da temperatura máxima absoluta na área urbana de Alexânia - GO (2015-2019).



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

O caso de Alexânia não se apresenta muito diferente de Abadiânia, pois ambas as cidades estão em situações locais muito semelhantes, com características sociais, econômicas e no mesmo contexto de inserção regional, no eixo de desenvolvimento Brasília-Goiânia.

A espacialização dos dados de temperatura máxima, tanto em Abadiânia quanto em Alexânia, procurou identificar, nos núcleos urbanos, fatores que pudessem ser indutores de

registros de temperaturas mais elevadas sendo que, nestes dois casos, estes registros se deram em ambientes caracterizados por um processo de urbanização ainda em consolidação.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao observar os dados coletados em escala local, ou seja, referentes ao núcleo urbano das duas cidades selecionadas, e os dados das séries históricas das quatro estações meteorológicas (escala regional), é possível verificar um padrão de aumento em ambas as escalas espaciais e temporais.

É notável que a mudança na paisagem regional e local, especialmente em nível municipal, se deu de forma expressiva sendo, deste modo, válido indicar que determinados usos da terra tendem a interferir nos dados de temperatura do ar, particularmente no que diz respeito aos valores das máximas absolutas registradas. Este aspecto, merece estudos mais aprofundados que possam estabelecer efetivamente correlações estatísticas e espaciais, portanto, indica a necessidade de novas pesquisas com estes objetivos.

Nos dois casos analisados, os pontos de coleta de dados que tiveram os valores mais elevados destoam do que se espera de registros de temperatura em centros urbanos, pois não foram os locais com maiores densidades demográficas urbana e de edificações que se destacaram, mas sim, áreas de solo exposto, onde o processo de urbanização apenas se inicia. Neste sentido, este pode ser um elemento novo a ser observado em cidades de pequeno porte com características de rugosidade urbana distintas das cidades médias e dos grandes centros urbanos.

Cabe destacar a importância dos dados extraídos do projeto MapBiomas (SOUZA JR. *et al.*, 2020), os quais têm sido de grande relevância para estudos de séries históricas mais recentes, pois possibilitam melhor compreensão das transformações da paisagem.

Por fim, recomenda-se novos estudos que possam observar as dinâmicas de cidades de pequeno porte, uma vez que podem revelar um retrato de situações específicas nas diferentes regiões do Brasil frente a um cenário de mudanças ambientais globais.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, D., & PORTO, S. I. expansão da fronteira pelo agronegócio nos Cerrados e savanas: determinações tecnológicas e logísticas das agroestratégias e as resistências no Brasil e em Moçambique. In *VI Conference of BRICS Initiative of Critical Agrarian Studies*. 2018.
- ALEIXO, N. C. R.; SILVA NETO, J. C. A.; ALVES, C. DE S.; FIGUEIRA FILHO, A. Ilhas de calor em Cidade de Pequeno Porte na Amazônia Brasileira: Análise de Uarini-AM. **Revista Georaguiaia**, Barra do Garças, v.11, p. 166-186, ago. 2021. Edição Especial. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/geo/article/view/12072>. Acesso em dez. 2021
- ALVES, E., & SOUZA, G. D. S. A pesquisa agrícola numa agricultura integrada ao mercado internacional. O caso da Embrapa e do Cerrado. *Revista de Política Agrícola*, 16(2), 56-67. 2007.
- AMORIM, M. C. C. T.; DUBREUIL, V.; CARDOSO, R. S. Modelagem espacial da ilha de calor urbana em Presidente Prudente (SP) – Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, Curitiba, v. 16, n. JAN/JUL, p. 29-45, 2015. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/40585/25983>. Acesso em dez. 2021.
- ANJOS. M. W. B.; GANHO, N.; ARAÚJO, H. M. Uma análise dos contrastes topoclimáticos no espaço urbano e periurbano de Aracaju/SE: os campos térmicos e higrométricos. **Revista Brasileira de Climatologia**, Curitiba, v. 13, n. JUL/DEZ, p. 298-318, 2013. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/31090/22596>. Acesso em dez. 2021.
- BAIK, J.J.; Y.H. KIM; H. Y. CHUN. Dry and moist convection forced by an urban heat Island. **J. Appl. Meteor.**, v. 40, p. 1462 – 1475, 2001. Disponível em: [https://journals.ametsoc.org/configurable/content/journals\\$002fapme\\$002f40\\$002f8\\$002f1520-0450-2001-040-1462-damcfb-2.0.co-2.xml?t:ac=journals%24002fapme%24002f40%24002f8%24002f1520-0450-2001-040-1462-damcfb-2.0.co-2.xml](https://journals.ametsoc.org/configurable/content/journals$002fapme$002f40$002f8$002f1520-0450-2001-040-1462-damcfb-2.0.co-2.xml?t:ac=journals%24002fapme%24002f40%24002f8%24002f1520-0450-2001-040-1462-damcfb-2.0.co-2.xml). Acesso em dez.2021.
- BINDA, A. L.; MENDES. J.; KOICHEMBOERGER, M. Topoclimas urbanos em Chapecó/SC: as interações entre a urbanização e o sítio urbano. **Boletim de Geografia**, Maringá, v. 34, n. 1, p. 154-171, 2016. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/BolGeogr/article/view/27078/pdf>. Acesso em dez. 2021.
- CAO, W., HU, J., & YU, X. A study on temperature interpolation methods based on GIS. In 2009 17th International Conference on Geoinformatics (pp. 1-5). IEEE. 2009.
- CARDOZO BRUM, M. Las empresas y su responsabilidad en el campo social. *Economía Sociedad y Territorio*, 1 ene. 2003.
- CHANGNON JR., S. A. **Impacts of Urban Modified Precipitation Conditions**. Meteorological Monographs book series, METEOR: Amer. Meteor. Soc, v. 18, n. 40, p. 154-175, 1981. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-935704-29-4_8. Acesso em dez. 2021.



CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **12º Levantamento da Safra de Grãos 2020/2**. 2021. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em dez. de 2021.

CORRÊA, R. L. **O Espaço Urbano**. 3ª Ed. São Paulo: Editora Ática, 1995.

COSTA, E.; STEINKE, V. Brasília meta-síntese do poder no controle e articulação do território nacional. *Scripta Nova*, Barcelona, v. 18, n. 493, 1 nov. 2014. Disponível em: <<http://www.ub.edu/geocrit//sn/sn-493/493-44.pdf>>. Acesso em: 31 mar. 2015

DAMASCENO, G. D. Diagnóstico estratégico da logística na pós-colheita da soja no Estado de Goiás / Gabriella Dalila Borges Damasceno. – Anápolis: Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA, 2018. 35 páginas.

DE MELLO, L. C., SANQUETTA, C. R., DALLA CORTE, A. P., & DAS VIRGENS FILHO, J. S. Cenários climáticos futuros para o paraná: oportunidades para o setor florestal. *Revista Brasileira de Climatologia*, 16. 2015.

DOESKEN, N. J.; E J.K. WEAVER. Microscale rainfall variations as measured by a Local volunteer network. *In: CONFERENCE ON APPLIED CLIMATOLOGY*, 12, 2000, Asheville, NC. **Anais [...]**. Asheville, NC, 8 - 11 May, 2000. Disponível em: <https://ams.confex.com/ams/May2000/webprogram/Paper13585.html>. Acesso em dez. 2021.

GOMES, W. P. **Características da temperatura na zona costeira: análise do clima urbano em Ubatuba-SP**. 2017. Dissertação (Mestrado em Geografia). Faculdade de Ciências e Tecnologia da, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” - FCT/UNESP - campus de Presidente Prudente, Presidente Prudente, 2017. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/152123>. Acesso em jan. 2022.

HESPANHOL, Antonio Nivaldo. A expansão da agricultura moderna e a integração do Centro-Oeste brasileiro à economia nacional. *Caderno Prudentino de geografia*, v. 1, n. 22, p. 7-26, 2000.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades**, 2020. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/pirenopolis/panorama>. Acesso em Abr de 2021.

KARL, T.R.; R.W. KNIGHT. The 1995 Chicago heat wave: How likely is a Recurrence? **Bull. Amer. Meteor. Soc.**, n. 78, p. 1107 – 1120, 1997. Disponível em: https://journals.ametsoc.org/view/journals/bams/78/6/1520-0477_1997_078_1107_tchwhl_2_0_co_2.xml. Acesso em jan. 2022.

LOMBARDO, M. A. **Ilhas de calor nas metrópoles: o exemplo de São Paulo**. São Paulo: HUCITEC, 1985.

MARTINS, A. P., DOS SANTOS ALVES, W., & DAMASCENO, C. E. Avaliação de métodos de interpolação para espacialização de dados de temperatura do ar na bacia do Rio Paranaíba–Brasil. *Revista Brasileira de Climatologia*, 25. 2019.

MELHUSH, E.; PEDDER, M. Observing an urban heat island by bicycle. *Weather*, London, v. 53, n. 4, p.121–128, 1998.

MENDONÇA, F. Clima e planejamento urbano em Londrina – proposição metodológica e de intervenção urbana a partir do estudo do campo termo-higrométrico. *In*: MENDONÇA, F; MONTEIRO, C. A. de F. (Org). **Clima urbano**. São Paulo: Contexto, 2003, p. 93-120.

MENDONÇA, F. O clima urbano de cidades de porte médio e pequeno: aspectos teórico-metodológicos e estudo de caso. *In*: SANT’ANNA NETO, João L.; ZAVATINI, João A. (Org). **Variabilidade e mudanças climáticas: implicações ambientais e socioeconômicas**. Maringá: Eduem, 2000. p.167-192.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. Climatologia: noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina de Texto, 2007. 206 p.

MENEZES JR., E. E. de. **Áreas de reserva legal e degradação da área de preservação permanente às margens do lago artificial do reservatório da usina hidrelétrica do Corumbá IV, no município de Abadiânia – Goiás**. 2012. Dissertação (Mestrado em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente), Centro Universitário de Anápolis, Anápolis, 2012. Disponível em: <http://repositorio.aee.edu.br/handle/aee/334>. Acesso em dez 2021.

MONTEIRO, C. A. F. A cidade como processo derivador ambiental e a geração de um clima urbano – estratégias na abordagem geográfica. **Geosul**, Florianópolis, v. 5, n. 9, p. 80-114, 1990.

MONTEIRO, C. A. Teoria e Clima Urbano: um projeto e seus caminhos. *In*: MENDONÇA, F; MONTEIRO, C. A. de F. (Org). **Clima urbano**. São Paulo: Contexto, 2003.

MOTA, A. B. dos S. **Mapeamento termo higrométrico do município de Coari-AM utilizando transecto móvel**. 2017. Tese (Doutorado em Física Ambiental), Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Física, Cuiabá, 2017. Disponível em: https://ri.ufmt.br/bitstream/1/2005/1/TESE_2017_Andr%c3%a9a%20Baima%20dos%20Santos%20Mota.pdf. Acesso em dez 2021.

OKE, T.R. The energetic basis of the urban heat island. **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**, v. 108, n.455, p. 1-24, 1982. Disponível em: <https://rmets.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/qj.49710845502>. Acesso em dez. 2021.

OLIVEIRA, E. G., FERREIRA, M. E., ARAÚJO, F. M. D. Diagnóstico do uso da terra na região Centro-Oeste de Minas Gerais, Brasil: a renovação da paisagem pela cana-de-açúcar e seus impactos socioambientais. *Sociedade & Natureza*, 24, 545-555. 2012.

OLIVEIRA, J. E.; VIANA, S. A. O Centro-Oeste antes de Cabral. *Revista USP*, São Paulo, v. 44, n.1, p. 142-189, 2000.

ONU. **World Urbanization Prospects 2018** (2020). Disponível em: <https://population.un.org/wup/DataQuery/>. Acesso em out. 2021.

PERIN, E. B., DE NOVAES VIANNA, L. F., DA SILVA MASSIGNM, W., & PANDOLFO, C. Interpolação das variáveis climáticas temperatura do ar e precipitação: revisão dos métodos mais eficientes. *Geografia*, 40(2), 269-289. 2015.



PINHO, O.S.; M.D. MANSO-ORGAZ. The urban heat island in a small city in coastal Portugal. **Int. J. Biomet.**, v. 44, n. 4, p. 198 – 203, 2000. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11131292/>. Acesso em jan. 2022.

RAYMOND, W.H.; R.M. RABIN; G.S. WADE. Evidence of an agricultural heat island in the lower Mississippi River floodplain. **Bull. Amer. Meteor. Soc.**, v. 75, p. 1019 – 1026, 1994. Disponível em: https://journals.ametsoc.org/view/journals/bams/75/6/1520-0477_1994_075_1019_eoaahi_2_0_co_2.xml. Acesso em jan. 2022.

SANO, E. E.; ROSA, R. ; BRITO, J. L. ; FERREIRA JR, L. G. . Mapeamento de cobertura vegetal do bioma Cerrado: estratégias e resultados. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2007

SEGAL, M.; R.W. ARRITT. Nonclassical mesoscale circulations caused by surface sensible heat flux gradients. **Bull. Amer. Meteor. Soc.**, v. 73, p. 1593 – 1604, 1992. Disponível em: https://journals.ametsoc.org/view/journals/bams/73/10/1520-0477_1992_073_1593_nmccbs_2_0_co_2.xml. Acesso em dez. 2021.

SHEPHERD, J.M.; H. PIERCE; A. NEGRI. Rainfall modification by major urban areas from spaceborne rain RADAR on the TRMM Satellite. **J. Appl. Meteor.**, v. 41, p. 689 – 701, 2002. Disponível em: https://journals.ametsoc.org/view/journals/apme/41/7/1520-0450_2002_041_0689_rmbmua_2.0.co_2.xml. Acesso em dez. 2021.

SHTILYANOVA, A., BELLOCCHI, G., BORRAS, D., EZA, U., MARTIN, R., & CARRÈRE, P. Kriging-based approach to predict missing air temperature data. *Computers and Electronics in Agriculture*, 142, 440-449. 2017.

SILVA, B. E. S.; FARIAS, P. H. S.; STONE, L. F.; SILVA, S. C. da; MORAES, A. da; HEINEMANN, A. B. Tendência e projeção da temperatura do ar para o Estado de Goiás. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2018. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Arroz e Feijão, 51). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/173336/1/35157.pdf>. Acesso em nov. 2021.

SILVA, E. A.; ARAÚJO SOBRINHO, F. L. A modernização da agricultura e o agronegócio no município goiano de Alexânia: dinâmicas socioespaciais, reconfigurações territoriais e efeitos resultantes. In: ENANPEGE, 13, 2019, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo/SP, 2 – 7 set. 2019. Disponível em: http://www.enanpege.ggf.br/2019/resources/anais/8/1565386019_ARQUIVO_ARTIGOCOMPLETO_AMODERNIZACAOAGRICOLADEALEXANIA.pdf. Acesso em jan. 2021.

SILVA, F. B., SANTOS, J. R. N., FEITOSA, F. E. C. S., SILVA, I. D. C., ARAÚJO, M. L. S. D., GUTERRES, C. E., ... & NERES, R. L. Evidências de mudanças climáticas na região de transição Amazônia-Cerrado no Estado do Maranhão. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 31, 330-336. 2016.

SCOTT, Anna A.; WAUGH, Darryn W.; ZAITCHIK, Ben F. Reduced Urban Heat Island intensity under warmer conditions. *Environmental Research Letters*, v. 13, n. 6, p. 064003, 2018.

SOARES, W. R. Impactos das Mudanças Climáticas na Região Centro-Oeste do Brasil. *População, ambiente e desenvolvimento*, 25. 2011.

SOUZA JR, C. M; SHIMBRO, J. Z; ROSA, M. R.; et al. Reconstructing Three Decades of Land Use and Land Cover Changes in Brazilian Biomes with Landsat Archive and Earth Engine. **Remote Sensing**, v. 12, p. 2735, 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2072-4292/12/17/2735>. Acesso em dez 2021.

SOUZA, A., & GALVÃO, L. S. Trajetórias de mudança no uso e cobertura da terra e seu impacto na temperatura de superfície MODIS em áreas de cerrado. *Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. INPE. Santos-SP. 2019.*

STEINKE, E. T., DE ANDRADE SOUZA, G., & SAITO, C. H. Análise da variabilidade da temperatura do ar e da precipitação no Distrito Federal no período de 1965/2003 e sua relação com uma possível alteração climática. *Revista Brasileira de Climatologia*, 1(1). 2005.

STEINKE, V. A., MARTINS PALHARES DE MELO, L. A., LUIZ MELO, M., RODRIGUES DA FRANCA, R., LUNA LUCENA, R., & TORRES STEINKE, E. Trend analysis of air temperature in the Federal District of Brazil: 1980–2010. *Climate*, 8(8), 89. 2020.

STEINKE, V. A., STEINKE, E. T., & SAITO, C. H. Estimativa da temperatura de superfície em áreas urbanas em processo de consolidação: reflexões e experimento em Planaltina-DF. *Revista Brasileira de Climatologia*, 6. 2010.

SZYMANOWSKI, M., KRYZA, M., & SPALLEK, W. Regression-based air temperature spatial prediction models: an example from Poland. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(5), 577-585. 2013.

TEIXEIRA, D. C. F; AMORIM, M. C. de C. T. O estudo da ilha de calor em cidade de pequeno porte: algumas contribuições. **Sociedade & Natureza: Uberlândia**, v. 30, n. 2, p. 186-209, 2018. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/sociedadnatureza/article/view/40997>. Acesso em dez. 2021.

VIEIRA, S. R., DE CAMARGO, M. B., & SIQUEIRA, G. M. ANÁLISE ESPACIAL DA TEMPERATURA E DA PRECIPITAÇÃO MEDIA ANUAL NO ESTADO DE SÃO PAULO. *Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas*, 3(2), 87-097. 2009.

ZHANG, Z., & DU, Q. A bayesian kriging regression method to estimate air temperature using remote sensing data. *Remote Sensing*, 11(7), 767. 2019.