

COMPORTAMENTO TEMPORAL DO NÚMERO DE PERÍODOS EM DESCONFORTO TÉRMICO NO MUNICÍPIO DE UBERLÂNDIA – MG

Welery Roel de Azevedo

Bacharel em Administração, Mestrando em Meio Ambiente e Qualidade Ambiental, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Minas Gerais, Brasil¹

welery.azevedo@ufu.br

Ednaldo Carvalho Guimarães

Doutor em Engenharia Agrícola, Professor Titular do Instituto de Matemática e Estatística da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Minas Gerais, Brasil¹

ecg@ufu.br

RESUMO: Índices de conforto térmico, como o ITU, são construídos a partir de variáveis climáticas e podem ser utilizados para inferir sobre a sensação térmica em determinada região urbana. Este trabalho teve como objetivo analisar o comportamento temporal do número de períodos horários mensais que ultrapassaram o valor limítrofe de ITU, que caracteriza desconforto térmico para humanos, em uma série temporal de 18 anos na cidade de Uberlândia, Minas Gerais. O número de ultrapassagens do limite de conforto térmico foi modelado utilizando análise de séries temporais, considerando a série mensal de 2006 a 2023. Os dados referentes ao ano de 2024 foram utilizados na verificação da qualidade do modelo ajustado. Os resultados indicaram a presença das componentes de sazonalidade e de tendência, o que permitiu o ajuste do modelo SARIMA (1,0,1) (0,1,1)[12] ao número de períodos em desconforto térmico. A eficiência do modelo foi verificada por métricas estatísticas, validando o mesmo para a descrição do comportamento temporal da variável e para a realização de estimativas. Concluiu-se que, no município de Uberlândia, existe tendência de crescimento do número de períodos mensais fora do conforto térmico, com presença de variações sazonais. A metodologia de análise de séries temporais pode colaborar com um melhor entendimento dessa variável, contribuindo com ações e decisões individuais e/ou coletivas que visem a melhoria da qualidade de vida das pessoas do município.

Palavras-chave: Alterações climáticas; Conforto térmico; Séries temporais.

TEMPORAL BEHAVIOR OF THE NUMBER OF PERIODS IN THERMAL DISCOMFORT IN THE MUNICIPALITY OF UBERLÂNDIA – MG

ABSTRACT: Thermal comfort indices, such as the ITU, are constructed from climatic variables and can be used to infer thermal sensation in a given urban region. This study aimed to analyze the temporal behavior of the number of monthly hourly periods that exceeded the ITU threshold value, which characterizes thermal discomfort for humans, in an 18-year time series in the city of Uberlândia, Minas Gerais. The number of exceedances of the thermal comfort limit was modeled using time series analysis, considering the monthly series from 2006 to 2023. Data from the year 2024 were used to verify the quality of the adjusted model. The results indicated the presence of seasonality and trend components, which allowed the SARIMA (1,0,1)(0,1,1)[12] model to be fitted to the number of periods in thermal discomfort. The efficiency of the model was verified through statistical metrics, validating it for the description of the temporal behavior of the variable and for making estimates. It was concluded that, in the municipality of Uberlândia, there is a trend of increasing numbers of monthly periods outside thermal comfort, with the presence of seasonal variations. The methodology of time series analysis can contribute to a better understanding of this variable, supporting individual and/or collective actions and decisions aimed at improving the quality of life of the city's inhabitants.

Keywords: Climate change; Thermal comfort; Time series.

COMPORTAMIENTO TEMPORAL DEL NÚMERO DE PERÍODOS EN DISCONFORT TÉRMICO EN EL MUNICIPIO DE UBERLÂNDIA – MG

RESUMEN: Índices de confort térmico, como el ITU, se construyen a partir de variables climáticas y pueden ser utilizados para inferir la sensación térmica en una determinada región urbana. Este trabajo

¹ Endereço para correspondência: Av. João Naves de Ávila, 2121, Santa Mônica, CEP: 38400-100, Uberlândia, Minas Gerais, Brasil.

tuvo como objetivo analizar el comportamiento temporal del número de períodos horarios mensuales que superaron el valor límite del ITU, que caracteriza el desconfort térmico para los seres humanos, en una serie temporal de 18 años en la ciudad de Uberlândia, Minas Gerais. El número de superaciones del límite de confort térmico fue modelado mediante análisis de series temporales, considerando la serie mensual de 2006 a 2023. Los datos correspondientes al año 2024 se utilizaron para verificar la calidad del modelo ajustado. Los resultados indicaron la presencia de componentes de estacionalidad y tendencia, lo que permitió ajustar el modelo SARIMA (1,0,1)(0,1,1)[12] al número de períodos en desconfort térmico. La eficiencia del modelo fue verificada mediante métricas estadísticas, validándolo para la descripción del comportamiento temporal de la variable y para la realización de estimaciones. Se concluyó que, en el municipio de Uberlândia, existe una tendencia de crecimiento en el número de períodos mensuales fuera del confort térmico, con presencia de variaciones estacionales. La metodología de análisis de series temporales puede contribuir a una mejor comprensión de esta variable, colaborando con acciones y decisiones individuales y/o colectivas que busquen mejorar la calidad de vida de los habitantes del municipio.

Palabras clave: Cambio climático; Confort térmico; Series temporales.

Introdução

O crescimento acelerado das zonas urbanas tem sido impulsionado por condições tecnológicas, econômicas e demográficas, o que evidencia os desafios relacionados à qualidade de vida nas cidades, especialmente no que se refere ao conforto térmico urbano. Estudos recentes indicam que as mudanças climáticas têm assumido direções extremas devido à ação antrópica e à interação entre sociedade e natureza (RIAHI et al., 2017).

Essas mudanças afetam de forma significativa a relação dos cidadãos com o meio urbano. De acordo com Galagoda et al. (2018), a maior densidade de moradias do planeta concentra-se em áreas urbanas, influenciando diretamente os parâmetros de conforto térmico, tanto internos quanto externos. Esses fatores, ao interagirem negativamente com a natureza, contribuem para fenômenos como a ilha de calor, consequência da urbanização acelerada. Vieira, Fleischfresser e Prudente (2016), assim como Aslam e Rana (2022), destacaram que a atividade humana altera variáveis como a temperatura do ar e a umidade relativa, diretamente ligadas à sensação de conforto ou desconforto térmico.

Cidades de médio e grande porte são particularmente afetadas, o que enfatiza a relevância de estudos voltados à realidade de Uberlândia, MG. Segundo Barduco (2024), o município é a segunda maior cidade de Minas Gerais, com 754.954 habitantes, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2024).

O conforto térmico, conforme o Laboratório de Eficiência Energética em Edificações da Universidade Federal de Santa Catarina (2024), é definido como a sensação de equilíbrio entre o indivíduo e o ambiente térmico, envolvendo elementos físicos e psicológicos além de ser fundamental para a qualidade de vida em áreas urbanas. Em Uberlândia, esse tema assume papel preponderante em razão do clima tropical, marcado por verões úmidos e invernos secos (NOVAIS, 2021).

De acordo com a Prefeitura Municipal de Uberlândia (2024), diversas ações governamentais têm sido desenvolvidas visando à sustentabilidade e à organização urbana, desde a ampliação de áreas verdes até melhorias na coleta de resíduos. Barbosa et al. (2023) enfatizaram ainda a importância de métodos de monitoramento climático e sensores urbanos para a avaliação do conforto térmico, ferramentas essenciais para subsidiar políticas públicas eficazes.

Apesar das iniciativas positivas no planejamento urbano, o município ainda enfrenta desafios no campo da sustentabilidade. A melhoria do conforto térmico não depende apenas de políticas governamentais, mas também da participação da população e da compreensão de que variáveis climáticas globais influenciam diretamente as condições locais.

Nesse contexto, a análise estatística de séries temporais mostra-se um procedimento adequado e eficaz para descrever fenômenos naturais ao longo do tempo (MORETTIN; TOLOI,

2006). Essa metodologia permite decompor as variações em tendência, sazonalidade e aleatoriedade, oferecendo ferramentas para descrever o comportamento temporal dos dados e realizar estimativas. Entre os modelos aplicáveis, destacam-se os autorregressivos integrados de médias móveis (ARIMA) e sua extensão sazonal (SARIMA), conforme proposto por Box e Jenkins (1994), e descritos por Morettin e Toloí (2006).

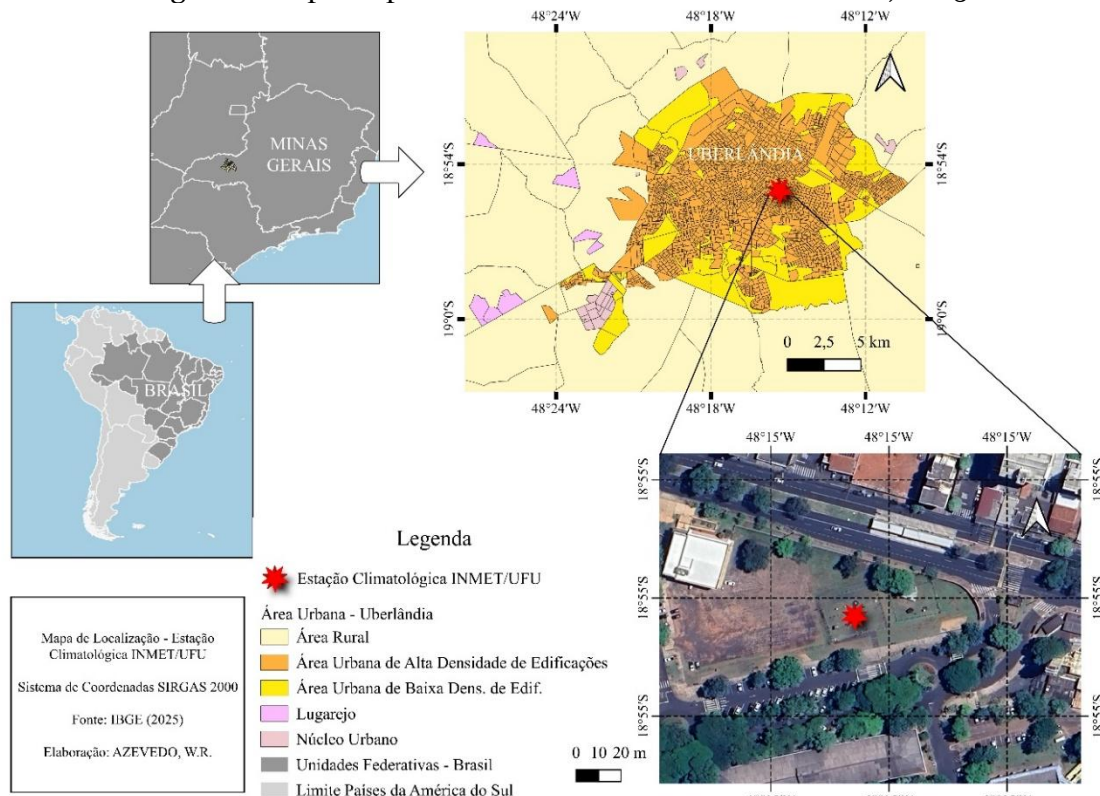
A análise de séries temporais tem ampla aplicação nas ciências ambientais, como demonstram os trabalhos de Pata e Caglar (2021), Sarkodie e Adams (2018), Tiyasha, Tung e Yaseen (2020), Lin et al. (2018), Wu et al. (2015) e Sun et al. (2016), demonstrando sua relevância científica e prática. Assim, este estudo teve como objetivo aplicar procedimentos estatísticos de séries temporais para especificar o comportamento do número de períodos horários mensais que ultrapassaram o valor limítrofe de 24 no Índice de Temperatura e Umidade (ITU), que caracteriza o desconforto térmico humano, no município de Uberlândia, Minas Gerais.

Materiais e Métodos

Uberlândia se encontra na mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, no estado de Minas Gerais. Sua área total está situada entre as coordenadas geográficas de 18° 30' e 19° 30' de latitude sul e de 47° 50' e 48° 50' de longitude oeste (BRITO, PRUDENTE, 2005).

O perímetro urbano do município pode ser visualizado na Figura 1. A cidade possui 85 bairros, de acordo com dados da prefeitura municipal, distribuídos em setores. A estação climatológica (Figura 2), cujos dados foram obtidos para este trabalho, está localizada no bairro Santa Mônica, no perímetro da Universidade Federal de Uberlândia (latitude de 18,917072°S, longitude de 48,255657°W e altitude de 875 metros) e faz parte das estações climatológicas geridas pelo INMET (Instituto Nacional de Meteorologia).

Figura 1: Mapa do perímetro urbano de Uberlândia – MG, 2025



Fonte: os autores (2025).

Figura 2: Estação Climatológica INMET – UFU, *Campus Santa Mônica*



Fonte: os autores (2025).

Os dados coletados da estação climatológica foram horários, de janeiro a dezembro, nos anos de 2006 a 2023. Posteriormente, foram reunidos os dados do ano de 2024 que foram utilizados para comparação entre os dados estimados estatisticamente e os dados reais, ou seja, para a verificação da qualidade do modelo ajustado. As variáveis utilizadas no cálculo do Índice de Temperatura e Umidade (ITU) foram as de temperatura do ar (C°) e a umidade relativa (%), avaliadas a cada hora.

A primeira etapa do trabalho consistiu no cálculo do ITU, para todos os períodos de uma hora, da série de 2006 a 2023, usando a fórmula descrita em França *et al.* (2015), eq. (1).

$$ITU = 0,8 * Ta + ((UR * Ta) / 500) \quad (1)$$

em que Ta é a temperatura do ar (°C), e UR a Umidade Relativa do ar em (%).

Em seguida foi estipulado, também baseado em Franca *et al.* (2015), que se o valor de ITU ultrapassa o limite de 24 os seres humanos já se encontram na zona de desconforto térmico e foi obtido o número de períodos horários que se encontravam fora da zona de conforto térmico, em cada mês e ano da série, formando a série temporal do número de períodos horários que ultrapassaram o limite do conforto térmico para humanos.

Na etapa seguinte os dados foram organizados e submetidos aos procedimentos estatísticos de análise de séries temporais. Os procedimentos gerais da análise estatística foram: i) análise gráfica da série temporal, geral e por mês, para visualizar a presença de componentes de sazonalidade e tendência nas ultrapassagens do limite superior da zona termoneutra; ii) utilização do teste não paramétrico de Friedman, objetivando a detecção da significância estatística da variação entre os meses (sazonalidade) e entre os anos (tendência); iii) uso do teste de Dunn para agrupar os níveis dos fatores (meses ou anos) com comportamento semelhante em relação ao número de ultrapassagens; iv) análise dos gráficos das funções de autocorrelação (ACF) e autocorrelação parcial (PACF) com a finalidade de fundamentar a definição dos parâmetros iniciais dos modelos sazonais de séries temporais (SARIMA); v) ajuste dos modelos SARIMA por meio da técnica de autoajuste do programa computacional R

(auto.arima), considerando como critério de escolha do modelo aquele que apresentar o menor valor do AICc (Critério de Informação de Akaike corrigido); vi) verificação da adequação do modelo com base na análise do gráfico dos resíduos; vii) realização das previsões do número de ultrapassagens da zona de conforto térmico, para o ano de 2024, com os respectivos intervalos de confiança de 95% de probabilidade; viii) verificação da qualidade das previsões utilizando as métricas gráficas (comparação visual de observados e estimados), de validação cruzada (regressão linear entre observados e estimados) e do erro absoluto médio percentual (MAPE).

Na validação cruzada, o modelo de regressão linear simples é ajustado considerando os valores observados (dados reais) como a variável dependente e os valores estimados pelo modelo ajustado como sendo a variável independente. Nesta métrica, o coeficiente linear (a), do modelo de regressão, deve ficar próximo ao valor zero, o coeficiente angular (b) e o coeficiente de determinação (R^2) próximo ao valor um.

Na métrica do MAPE utilizou-se a equação 2 (eq. (2)) para avaliar o erro absoluto médio em termos percentuais, sendo que quanto mais próximo de zero for esse erro, melhor a capacidade do modelo em realizar as estimativas.

$$MAPE = \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{real_i - estimado_i}{real_i} \right| \right] \times 100 \quad (2)$$

em que: n é o número de valores estimados; real i é o valor observado no tempo i; estimado i é o valor previsto pelo modelo no tempo i.

Todas as análises foram realizadas no software livre R (R Core Team, 2024), utilizando-se o pacote *forecast* (Hyndman *et al.*, 2024) para os ajustes de séries temporais.

Resultados e Discussões

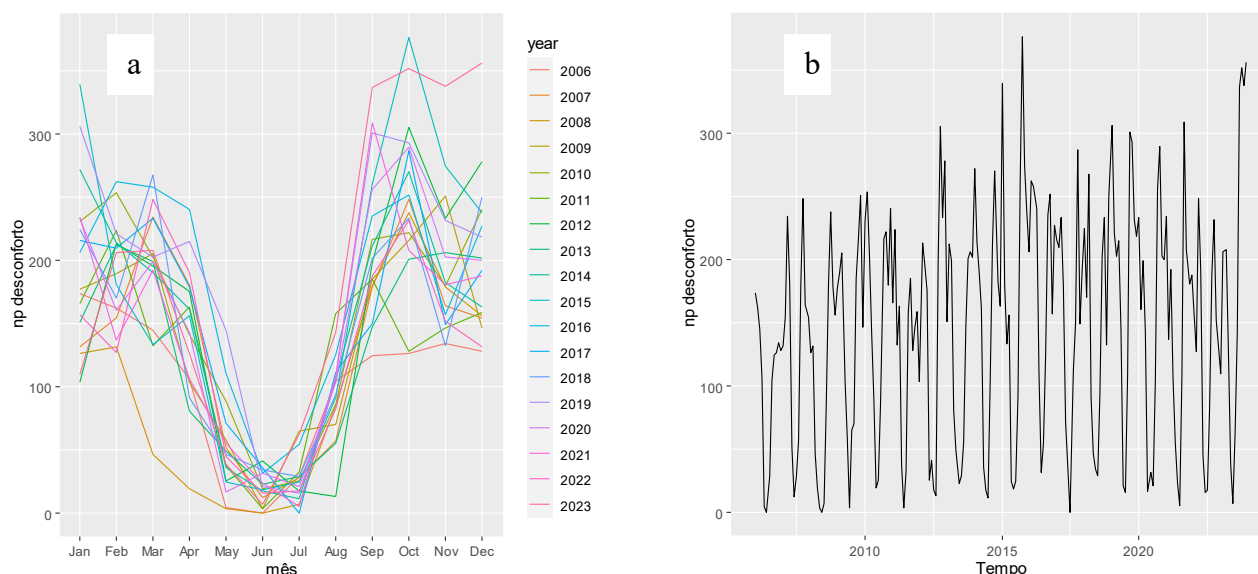
Na Figura 3, observa-se o comportamento temporal do número de ultrapassagens do limite de conforto térmico tendo como base o valor limite de 24 de ITU.

Na Figura 3a, percebe-se visualmente a tendência de aumento do número de períodos em desconforto térmico com o avanço temporal, ou seja, mostra indícios da presença da componente de tendência na série temporal.

Já na Figura 3b, é perceptível a presença da componente sazonal, pois nota-se que, independentemente do ano avaliado, os menores valores de períodos horários, fora da zona termoneutra, ocorrem entre maio e agosto, que são os meses com as temperaturas mais amenas na região. Em contraponto, os maiores valores dessa variável tendem a ocorrer entre setembro e novembro, que são os meses que, geralmente, apresentam temperaturas altas com baixa umidade relativa, o que favorece a sensação de desconforto térmico. Cabe ressaltar ainda que, de acordo com a Prefeitura Municipal de Uberlândia (Uberlândia, 2024) e Oliveira (2024), nos meses de setembro, outubro e novembro, é comum a ocorrência de ondas de calor no município, como as que ocorreram nos anos de 2023 e 2024, também contribuindo para o aumento do número de períodos em desconforto.

França *et al.* (2015), descreveram que valores de ITU acima de 24 já caracterizariam desconforto térmico para humanos e, quanto mais o valor de ITU se afasta de 24, maior será o desconforto térmico. Esses autores argumentaram, citando Barbirato *et al.* (2007), que se o ITU se encontrar entre 21 e 24, o nível de conforto é classificado como confortável; entre 24 e 26, levemente desconfortável; e acima de 26, extremamente desconfortável.

Figura 3: Comportamento geral da série temporal (3a) e mensal por ano (3b), do número de ultrapassagens da zona termoneutra, baseada no ITU, para o período de 2006 a 2023), no município de Uberlândia- MG



Fonte: os autores (2025).

Essas observações preliminares sugerem que o município vem enfrentando, nas últimas décadas, aumento na frequência de situações de desconforto térmico, que podem estar ligadas às mudanças climáticas globais e a processos locais, como o aumento da urbanização da cidade e redução de áreas verdes, podendo proporcionar o aumento da temperatura e, por consequência, o aumento do ITU. Esses fatores, segundo Shams, Giacomeli e Sucomine (2019), prejudicariam a qualidade de vida da população.

Considerando a linha de investigação da influência da urbanização dos municípios na tendência de aumento do ITU, autores como Maciel et al. (2011), Barros e Musis (2013), Santos et al. (2013) e França et al. (2015) indicaram que o aumento da densidade populacional leva ao aumento das construções, que tendem a reter mais calor, o que pode agravar a sensação de desconforto térmico.

Diante da influência tanto de componentes sazonais quanto de tendências, a análise estatística de séries temporais se insere como ferramenta de descrição e de previsão para o desconforto, e a aplicação da metodologia pode ser vista em trabalhos como Medeiros et al. (2023), Machado (2020), Matias e Costa (2020), e Bezerra (2019).

Estudos de Elraouf et al. (2022) demonstraram que a orientação viária, a razão altura/largura das edificações e a tipologia construtiva podem alterar expressivamente o conforto térmico, o que sugere que a intensificação observada em Uberlândia, associada à tendência, também pode estar relacionada à densificação e ao adensamento urbano recente. Complementarmente, Bortoli et al. (2025), analisando habitações sociais no município, evidenciaram que modificações informais no padrão construtivo reduzem a ventilação natural e aumentam o desconforto interno, corroborando a ideia de que a dinâmica local de uso e ocupação do solo potencializa a sensação térmica adversa identificada na série temporal. De forma mais ampla, Silva, Silva e Santos (2018) demonstraram que a substituição de cobertura vegetal por superfícies impermeáveis intensifica as ilhas de calor urbanas, processo semelhante ao que ocorre em Uberlândia, caracterizada pela rápida expansão urbana sobre áreas de Cerrado.

Na análise do número de ultrapassagens da zona termoneutra, considerando como fator os anos e, portanto, verificando-se a significância da tendência observada na Figura 3a, o teste de Friedman apresentou p-valor = 0,0018. Dado isso, confirma-se estatisticamente a

existência de variações crescentes importantes entre os anos para o número de períodos horários em desconforto, de 2006 a 2023. Este resultado indica que o modelo a ser ajustado à variável precisa considerar a tendência.

O teste de Dunn, aplicado como pós-teste, possibilitou o agrupamento dos anos em função dos postos médios de cada ano (Tabela 1). Os resultados revelaram que os maiores postos médios do número de ultrapassagens ocorreram principalmente nos anos mais recentes, 2016, 2019 e 2023, que compõem os grupos superiores ("a" e "ab"). Os anos iniciais da série, 2006, 2007, 2008 e 2009, apresentaram os menores postos médios, formando o agrupamento com as letras "ef" e "f".

Nota-se, portanto, pela formação dos agrupamentos, que existe uma tendência crescente no número de períodos acima do limite do conforto térmico e, conforme já argumentado, esse fato pode estar relacionado, entre outros fatores, com o aumento da urbanização do município de Uberlândia, cuja população estimada em 2006 era de 621.383 habitantes e passou para 754.954 (~21,5%) habitantes em 2024 (IBGE, 2024). Ainda, pode-se inferir que tem ocorrido um agravamento nas condições da exposição de calor ao longo dos anos na zona urbana da cidade.

Tabela 1 - Médias anuais do número de períodos horários em desconforto térmico, baseados no ITU, associado ao agrupamento por postos médios (teste de Dunn), para a série temporal de 2006 a 2023, no município de Uberlândia – MG

Anos	ITU Máximo (Ultrapassagens)
2006	56,0ef
2007	95,0de
2008	45,5f
2009	104,0cd
2010	133,5abcd
2011	98,0de
2012	121,5bcd
2013	94,5de
2014	117,0cd
2015	133,0abcd
2016	169,5a
2017	127,0abcd
2018	123,0bcd
2019	164,0ab
2020	122,0bcd
2021	110,0cd
2022	88,5def
2023	150,0abc

Fonte: os autores (2025).

Na verificação da significância estatística da sazonalidade, observada na Figura 3b, o teste de Friedman foi aplicado para o fator mês e apresentou p-valor < 0,0001, demonstrando que a componente de sazonalidade é altamente significativa para esses dados. Dessa forma, comprova-se estatisticamente a existência de meses, dentro de cada ano, em que há predomínio de um número maior de períodos em desconforto em relação a outros meses.

Cabe ressaltar que tanto a detecção de sazonalidade quanto a de tendência podem ser importantes instrumentos para o planejamento de ações que visem à melhoria da qualidade de vida da população urbana na cidade de Uberlândia, quando se considera essa variável.

Na Tabela 2, que apresenta os agrupamentos obtidos pelo teste de Dunn, observa-se, em destaque, o mês de outubro com o maior posto médio para o número de ultrapassagens, constituindo um grupo isolado ("a"), com valor significativamente superior aos demais. Isso sustenta a ideia de que outubro apresentou maiores valores de ITU horários do que os outros meses do ano. Neste mês, é característico em Uberlândia o predomínio da ausência ou da baixa frequência de chuvas, aliado a altas temperaturas, o que maximiza a chance de ocorrência de períodos do dia em desconforto térmico.

Tabela 2 - Médias mensais do número de períodos horários em desconforto térmico, baseados no ITU, associado ao agrupamento por postos médios (teste de Dunn), para a série temporal de 2006 a 2023, no município de Uberlândia – MG

Meses	ITU Máximo (Ultrapassagens)
Janeiro	156,0b
Fevereiro	156,5b
Março	151,0b
Abril	110,0c
Maiο	49,5e
Junho	28,0e
Julho	35,5e
Agosto	76,0d
Setembro	159,0b
Outubro	185,0a
Novembro	147,0b
Dezembro	150,5b

Fonte: os autores (2025).

Os meses de janeiro, fevereiro, março, setembro, novembro e dezembro formam um grupo intermediário ("b"), também com número elevado de ultrapassagens. Tais meses coincidem, em grande parte, com o verão e a primavera, estações reconhecidas por sua combinação de calor intenso, que contribui para o aumento do número de períodos em desconforto em ITU. Entretanto, na região, os meses de novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março apresentam, em geral, as maiores frequências de precipitações, e setembro é um mês ainda de transição, que pode suceder temperaturas amenas, o que proporciona uma redução de períodos em desconforto quando comparado a outubro (quente e seco), provocando a diferenciação desses dois grupos.

Por outro lado, os meses de maio, junho e julho apresentaram os menores postos médios, reunindo-se no grupo inferior ("e"). Esses meses correspondem ao período de temperaturas mais amenas, refletindo menor incidência de condições severas de desconforto térmico.

Os meses de abril e agosto ocuparam posições intermediárias, formando os grupos "c" e "d", respectivamente, evidenciando uma transição sazonal entre os períodos de maior e menor desconforto. Essas observações permitem inferir que, ao longo do ano, existe uma variabilidade expressiva no número de ultrapassagens da zona de conforto térmico, com picos

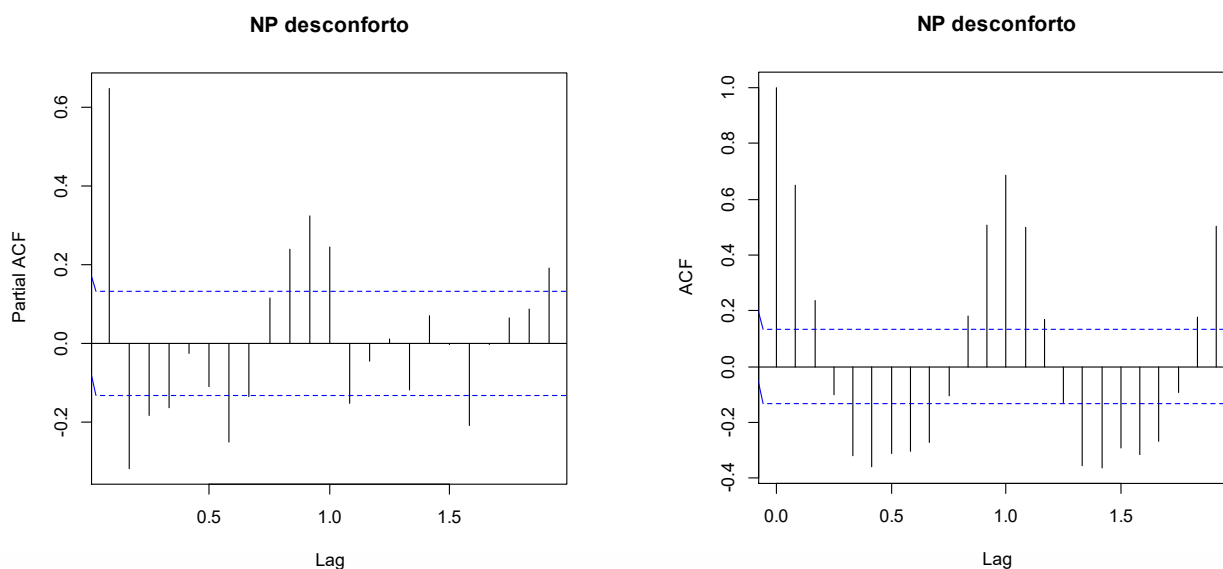
nos meses mais quentes e secos, o que pode ter implicações significativas nos estudos do conforto térmico.

Autores como Moreira et al. (2020), Oliveira-Souza et al. (2019), Oliveira et al. (2016), Ferreira e Marins (2019), Oliveira et al. (2023) e Simões (2022) corroboraram a aplicabilidade e eficiência dos testes de Friedman e de Dunn quando se deseja detectar diferenças significativas entre níveis de um fator e, posteriormente, fazer o agrupamento desses níveis, considerando a similaridade entre eles para a característica em análise.

Os testes referidos têm implicações diretas para o entendimento correlacionado à saúde pública urbana. O aumento das ultrapassagens do limite de conforto térmico em anos recentes e a concentração sazonal em outubro sinalizaram maior risco de estresse térmico para grupos vulneráveis, como idosos, crianças e trabalhadores ao ar livre. Pesquisas internacionais mostraram que a exposição ao calor é desigual socialmente, atingindo de forma mais intensa populações de menor renda e determinadas ocupações (Krenz; Amann, 2025), e que planos de resposta e preparação podem reduzir substancialmente os efeitos adversos à saúde (Errett et al., 2023). Além disso, a literatura demonstra que a interação entre calor e umidade agrava os impactos fisiológicos e amplia riscos de morbidade e mortalidade (Kovats; Hajat, 2008; Baldwin et al., 2023).

As funções de autocorrelação (ACF) e autocorrelação parcial (PACF) para os dados de número de períodos em desconforto térmico (Figura 4) mostram importantes padrões na série. Nas ACFs, há um decaimento progressivo das autocorrelações, indicando dependência temporal entre os valores da série — e que os valores atuais estão relacionados aos valores anteriores. Esse comportamento sugere a presença da componente tendência. Além disso, nota-se um padrão de repetição cíclica nas correlações, principalmente em lags múltiplos de 12, o que reforça a hipótese de sazonalidade anual.

Figura 4: Gráficos da função de autocorrelação e da função autocorrelação parcial para a série temporal do número de períodos em desconforto térmico, baseado no valor limítrofe de ITU igual a 24, para a cidade de Uberlândia – MG, no período de janeiro de 2006 a dezembro de 2023



Fonte: os autores (2025).

Nas PACFs, os primeiros lags apresentam valores significativos, indicando que os primeiros termos defasados contribuem de forma direta para a explicação da série.

Esses resultados são consistentes com a presença de estrutura autorregressiva de curta ordem. De forma geral, os padrões de autocorrelação e autocorrelação parcial indicam que a

série em análise possui uma estrutura sazonal e tendência, sendo passível de modelagem pelo método ARIMA sazonal (SARIMA).

Na Tabela 3 encontram-se as estimativas dos parâmetros do modelo SARIMA [(1,0,1)(0,1,1)[12]] com termo de tendência (drift), ajustado à série temporal do número de ultrapassagens do valor crítico do ITU no município de Uberlândia-MG, no período de 2006 a 2023. No modelo, é possível perceber componentes autorregressivas e de médias móveis na parte sazonal e não sazonal da série.

Tabela 3 - Estimativas dos parâmetros do modelo do tipo *SARIMA* ajustados à série do número de períodos em desconforto térmico, baseado no valor limítrofe de ITU igual a 24, para a cidade de Uberlândia – MG, no período de janeiro de 2006 a dezembro de 2023

ITU – <i>ARIMA</i> (1,0,1) (0,1,1) [12] with drift			
<i>ar1</i>	<i>ma1</i>	<i>sma1</i>	<i>Drift</i>
0.6741	-0,3502	-0,8873	0,2747
0.1358	0,1671	0,0663	0,1090

Fonte: os autores (2025).

Na parte não sazonal, a estimativa do parâmetro autorregressivo de 0,6741, com erro padrão de 0,1358, indica que os valores presentes da série se relacionam com os valores passados de forma direta. Já a estimativa do parâmetro de média móvel, -0,3502, com erro padrão de 0,1671, sugere que pode ocorrer uma dependência negativa entre o erro atual e o passado. Na parte sazonal da série, o coeficiente de média móvel sazonal foi estimado em -0,8873, com erro padrão de 0,0663, revelando uma forte influência de sazonalidade, confirmando os achados da Figura 3 e do teste de Friedman.

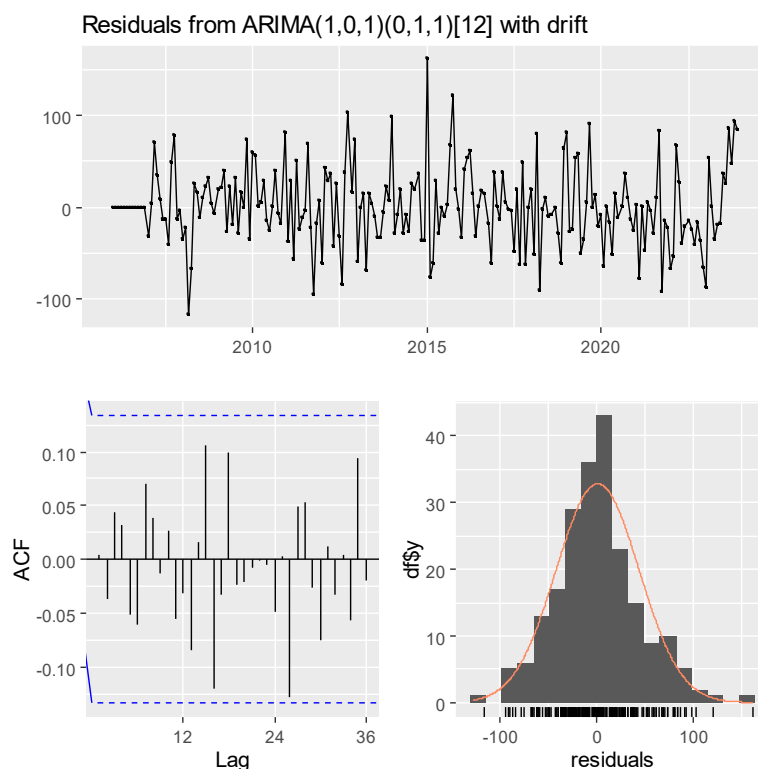
O termo de tendência (drift), com valor estimado de 0,2747 e erro padrão de 0,1090, indica crescimento, ao longo do tempo, na média da série, sugerindo que o número de períodos acima da zona de conforto térmico tem apresentado aumento, ou seja, tendência gradual ao longo dos anos analisados. Este fato reforça a hipótese geral de que tanto os eventos associados às mudanças climáticas (por exemplo, aumento gradativo da temperatura do planeta) quanto eventos locais (aumento da urbanização e redução das áreas verdes) podem estar contribuindo, de forma significativa, para a sensação de desconforto térmico e, por consequência, interferindo na qualidade de vida dos seres vivos do município.

Na avaliação do grau de conforto térmico em Cuiabá-MT, França et al. (2015) verificaram que, em apenas um dia do mês de março e três dias do mês de setembro, a classificação foi de conforto térmico. Neste estudo, houve a predominância de dias levemente desconfortáveis e, para o mês de setembro, ocorreram vários dias com desconforto extremo.

Martini et al. (2013) concluíram que ruas arborizadas de Curitiba-PR apresentaram melhores condições de conforto térmico do que as não arborizadas. Na cidade de São Carlos-SP, Fernandes e Masiero (2020) analisaram o grau de conforto térmico em quatro pontos de coleta de dados e verificaram desconforto em todos eles; entretanto, argumentam que locais arborizados apresentaram sensação de conforto melhor do que os locais não arborizados. Matias e Costa (2012), ao analisarem a série temporal do índice de conforto térmico na cidade de Belo Horizonte, verificaram que a temperatura aumentou, assim como o Índice de Conforto Térmico e que, quando comparados os primeiros e últimos dez anos da série, houve uma mudança para uma faixa de resposta ao conforto mais negativa. Esses autores associaram esse fato, entre outros fatores, ao crescimento da cidade.

Na Figura 5 é apresentada a análise dos resíduos do modelo ajustado.

Figura 5: Análise de resíduos do modelo SARIMA [(1,0,1) (0,1,1) [12]] ajustados ao número de períodos horários em desconforto térmico, para o município de Uberlândia-MG, no período de 2006 a 2023



Fonte: os autores (2025).

A oscilação dos erros encontra-se em torno do zero, ou seja, sem indicação de tendência dos resíduos. O histograma mostra que os resíduos tendem, visualmente, à distribuição normal. Os valores das autocorrelações dos resíduos estão dentro das bandas de 95% de confiança, o que indica a ausência de padrão não explicado no modelo. Dessa forma, a análise gráfica dos resíduos demonstra que o modelo ajustado capturou adequadamente as dinâmicas (tendência e sazonalidade) dos dados, sendo, portanto, um modelo elegível tanto para descrever o comportamento temporal do número de períodos em desconforto térmico quanto para realizar previsões dessa variável em tempos futuros.

Os valores para resíduos e SARIMA demonstraram qualidade na captura de padrões sazonais e de tendência, que dialogam com o estudo de Alsalehy e Bailey (2025), em que métodos de detecção de outliers e imputação de falhas elevaram a qualidade dos dados, resultando em R^2 de até 0,97 para espaços curtos e 0,95 para espaços sequenciais. Embora com contextos distintos, ambos os trabalhos convergem no ponto central da qualidade do ajuste e da consistência residual, determinantes para a confiabilidade das séries temporais. De modo parecido, as evidências aqui encontradas se aproximam das análises realizadas por Gkontzis et al. (2024), que, explorando a dinâmica temporal de dados urbanos reportados por cidadãos, identificaram padrões sazonais e tendências estruturais importantes para subsidiar políticas públicas. Assim como em seus resultados, a consistência dos ajustes validou a credibilidade das projeções.

As previsões, com os respectivos intervalos de 95% de confiança, do número de períodos fora da zona de conforto térmico, para o ano de 2024, em Uberlândia-MG, são apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4 - Previsões e intervalos de confiança de 95% dos números de períodos horários em desconforto térmico, para os meses do ano 2024, utilizando o modelo SARIMA [(1,0,1) (0,1,1) [12]], no município de Uberlândia-MG

Mês	Estimativa	IC95%
Janeiro	288,41	200,75 – 376,07
Fevereiro	253,15	161,00 – 345,30
Março	256,67	162,55 – 350,78
Abril	190,86	95,87 – 285,85
Maio	89,24	-6,15 – 18,63
Junho	52,32	-43,25 – 147,89
Julho	55,81	-39,84 – 151,46
Agosto	127,70	32,01 – 223,39
Setembro	259,50	163,80 – 355,21
Outubro	286,13	190,42 – 381,84
Novembro	226,70	130,98 – 322,41
Dezembro	236,58	140,86 – 332,29

Fonte: os autores (2025).

As previsões seguem o padrão observado na série geral, com número de períodos em desconforto mais elevados nos meses de janeiro, setembro e outubro e valores mais baixos em maio, junho e julho.

A aderência entre as estimativas do número de períodos em desconforto, no ano de 2024, e os valores reais (valores obtidos por meio do cálculo de ITU) é apresentada na Figura 6. Esta análise gráfica mostra, em geral, uma boa aderência entre as estimativas e os valores reais, demonstrando que o modelo possui uma boa capacidade preditiva.

A análise de regressão linear entre observados e estimados (validação cruzada), para o ano de 2024, produziu as estimativas dos parâmetros e os coeficientes de determinação apresentados na Figura 7.

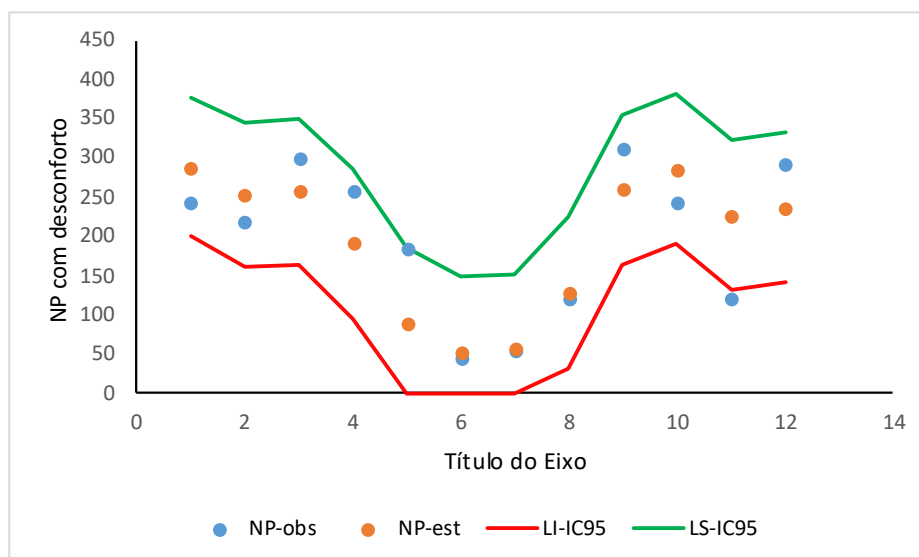
Esses resultados mostraram o coeficiente angular (b) da regressão relativamente próximo de um (0,8429); entretanto, o coeficiente linear (a) se afastou do valor zero (36,416) e o valor do coeficiente de determinação (R^2) se afastou do valor um. Dessa forma, tem-se que o modelo ajustado produziu, para o ano de 2024, estimativas do número de períodos acima da zona termoneutra, com grau de qualidade apenas moderado. A sensibilidade do modelo a eventos climáticos atípicos mostrou-se convergente com as conclusões de Zambrano e Baidini (2025), que observaram degradação da acurácia com o aumento do horizonte de previsão, mesmo quando o ajuste estatístico se mantinha adequado.

Em uma perspectiva mais ampla, os resultados obtidos dialogam com a tendência global de intensificação do desconforto térmico. O coeficiente positivo do drift (0,2747) na série analisada enfatiza o comportamento de crescimento gradual dos períodos de exposição acima da zona termoneutra, fenômeno igualmente evidenciado em escalas regionais no estudo de Wong et al. (2024), que reportou elevação significativa na frequência de dias de desconforto ao longo do século XXI. Adicionalmente, a diferença observada em meses específicos, como maio e novembro, sugere que fatores externos podem modular a experiência do desconforto, convergindo com as conclusões de Nadimi, Nazarahari e Tokimatsu (2024), que evidenciaram o papel de determinantes socioeconômicos e contextuais na vulnerabilidade ao calor.

Esse fato pode estar associado a alguma anomalia climática ocorrida na região em 2024, comprometendo a qualidade das estimativas. Observa-se (Figuras 6 e 7) que, no mês de maio, o valor observado ficou substancialmente acima do valor estimado, o que pode estar associado, por exemplo, a uma onda de calor nesse mês. Já no mês de novembro, o valor observado ficou significativamente abaixo do estimado, o que pode estar associado, por exemplo, a um número

maior de períodos com precipitação, que, por consequência, apresentaram menores valores de temperatura e de ITU.

Figura 6: Valores estimados, valores observados e intervalos de confiança de 95%, do número de períodos horários em desconforto térmico, nos meses de janeiro a dezembro de 2024, em Uberlândia – MG



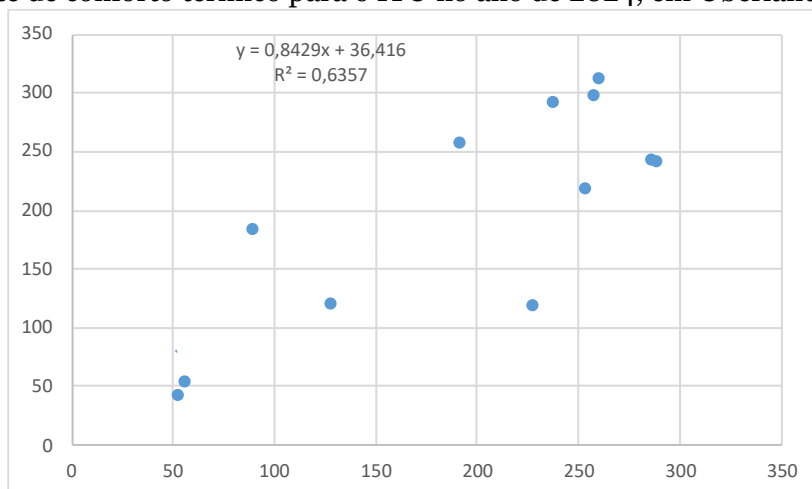
Fonte: os autores (2025).

O valor do erro quadrático médio (EQM) de 3153,5 e do erro percentual absoluto médio (MAPE) de 24,40% foram afetados pela qualidade moderada das estimativas realizadas para o ano de 2024 e podem ser interpretados da mesma forma que as métricas da validação cruzada, ou seja, possíveis anomalias climáticas em 2024 afetaram a qualidade das estimativas realizadas pelo modelo. Percebe-se na Figura 6 que, com exceção dos meses de maio e novembro, o modelo apresentou um bom desempenho nas estimativas.

O valor de MAPE mostra-se mais elevado quando comparado a estudos que aplicaram essas metodologias de previsão em diferentes contextos de temperatura, como em Feng et al. (2022), que alcançaram valores de MAPE entre 1,20% e 8,64% ao prever a temperatura do ar condicionado em vagões ferroviários, utilizando um modelo baseado em Improved Temporal Fusion Transformers (ITFT) - Transformadores de fusão temporal aprimorados, o que orientou alta precisão em cenários controlados. Analogamente, Wu et al. (2022) reportaram MAPE extremamente baixos, variando entre 0,02 e 0,14 %, para previsões de temperatura média e máxima em microclimas urbanos, utilizando técnicas de redes neurais artificiais (BP-ANN e LSTM). Já Song et al. (2023) aplicaram o modelo Sequence Generative Adversarial Network (SGAN) - Rede Adversarial Gerativa de Sequência, para prever temperaturas internas residenciais, obtendo MAPE entre 1,6% e 2,3%, desempenho superior ao de métodos clássicos como Random Forest.

A comparação direta, entretanto, deve considerar que os trabalhos mencionados foram realizados em ambientes com variáveis mais controladas (cabines ferroviárias, microclimas urbanos monitorados e ambientes internos de residências), nos quais a variabilidade externa e os eventos anômalos possuem menor influência. Na presente pesquisa, a previsão baseia-se em dados climáticos ao ar livre e de longo prazo, sujeitos a anomalias meteorológicas sazonais e extremos climáticos, o que naturalmente contribui para a elevação dos erros. Nesse sentido, embora os valores de MAPE obtidos por este trabalho sejam superiores, eles são condizentes com a complexidade do objeto de análise. O uso do modelo ARIMA sazonal com tendência garante maior transparência e aceitabilidade dos resultados.

Figura 7: Relação entre valores observados e estimados de número de dias de ultrapassagens do limite de conforto térmico para o ITU no ano de 2024, em Uberlândia – MG



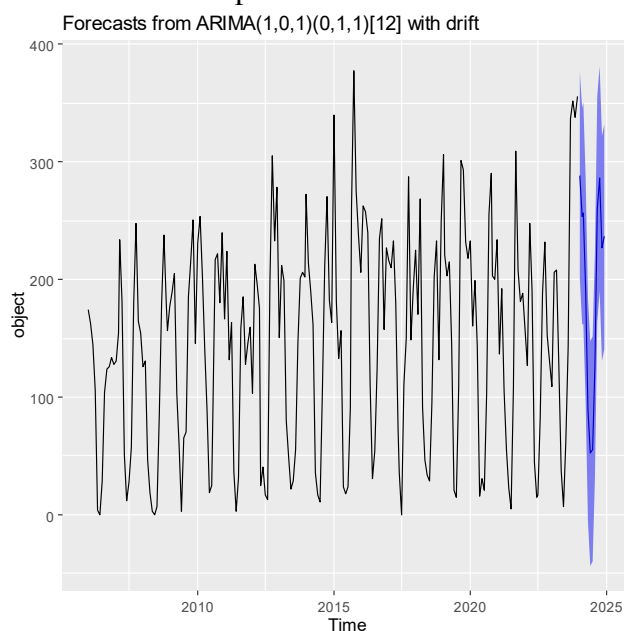
Fonte: os autores (2025).

Com base na análise dos resíduos, nas métricas estatísticas (MAPE e EQM) e na validação cruzada, verifica-se que o modelo ajustado, no geral, apresenta bom desempenho para estimar o número de períodos em desconforto na cidade de Uberlândia. Destaca-se que anomalias climáticas afetam as estimativas, pois o modelo busca descrever ocorrências padrão e não é capaz de captar valores atípicos pontuais, como os que provavelmente ocorreram nos meses de maio e novembro de 2024.

O modelo capturou de forma satisfatória a tendência geral, mas apresenta dispersão em alguns pontos, reflexo de valores atípicos, igualmente relatados em estudos com variáveis ambientais, como o de Khatri, Shakya e Kumar (2024), no qual os autores destacaram a presença de resíduos fora do padrão e ressaltaram que a presença de outliers em previsões climáticas não invalida o modelo, podendo se referir a eventos meteorológicos excepcionais.

A visualização geral da série com as estimativas para o ano de 2024 é mostrada na Figura 8.

Figura 8: Previsão de Série Temporal com Modelo ARIMA Sazonal com Drift



Fonte: os autores (2025).

A sazonalidade do número de períodos em desconforto térmico em Uberlândia é ponderada no padrão cíclico anual, com a observação, ainda, da variação interanual na amplitude dos picos, indicando a possível influência de anomalias climáticas pontuais em determinados anos. A projeção para 2024–2025 mantém a sazonalidade identificada na série histórica. O componente de tendência sugere um comportamento de aumento gradual no número de ocorrências de desconforto, resultado coerente com a literatura, que aponta intensificação do desconforto térmico em função de eventos climáticos, conforme interpretado em pesquisas de Abuelgasim, Bilal e Alfaki (2021), Alexander et al. (2006), Hamed e Rao (1998), Reyburn et al. (2011) e Rogers e Mccarty (2000).

A análise de séries temporais é amplamente utilizada com variáveis climáticas. Nesse contexto, citam-se autores como Oliveira (2018), que investigou a variabilidade espaço-temporal do conforto térmico humano para o Estado de Minas Gerais; Silva e Streck (2014), que avaliaram tendências na série histórica do índice de calor no município de Santa Maria – Rio Grande do Sul; e Medeiros, Holanda e França (2021), que exploraram o conforto ou desconforto térmico em anos de El Niño e La Niña em Caruaru – Pernambuco.

Considerações Finais

Conclui-se que os índices de conforto térmico, como o ITU, configuram-se como ferramentas importantes para inferir sobre o grau de conforto em que se encontra a população, em determinada condição climática.

O ITU é considerado, na literatura, uma boa métrica de avaliação do desconforto térmico, não apenas pela simplicidade de cálculo, mas também por ser importante na visualização das condições atreladas ao conforto térmico externo em determinada região.

A Ciência Estatística possui diversas ferramentas que podem ser utilizadas para descrever o comportamento de variáveis que ocorrem na natureza. O conhecimento do comportamento temporal do grau de desconforto térmico em uma região permite o ajuste de modelos que, além de descrever o comportamento da variável, possibilitam prever acontecimentos futuros.

Neste trabalho, verificou-se que a técnica de análise de séries temporais foi capaz de descrever adequadamente o comportamento do número de períodos horários em desconforto, o que permitiu realizar estimativas para os meses de 2024. Também se pode inferir que ocorre sazonalidade (diferenças significativas entre grupos de meses) e tendência (acréscimos sucessivos ao longo dos anos) no número de períodos fora da zona termoneutra. Esses conhecimentos podem contribuir com ações preventivas e corretivas que busquem uma melhor qualidade de vida, neste aspecto, para os habitantes de Uberlândia – MG.

A tendência de crescimento da média anual do número de períodos em desconforto pode estar associada às mudanças climáticas globais (aumento da temperatura do planeta), amplamente divulgadas atualmente, mas também pode ter relação direta com o crescimento populacional da cidade de Uberlândia, que leva ao aumento da área urbanizada e à redução de áreas verdes, contribuindo para a retenção de calor e, por consequência, proporcionando acréscimo de períodos em desconforto térmico.

O presente trabalho tem o potencial de, além de contribuir para o conhecimento do comportamento do desconforto térmico para humanos, instigar estudos que visem conhecer a influência do desconforto em qualquer ser vivo.

Na pesquisa, foi realizado o estudo isolado da variável número de períodos em desconforto. Sugere-se, para trabalhos futuros, associar essa variável a outras que descrevem a qualidade de vida da população, como assistência à saúde, bem como a variáveis de gestão governamental, como o consumo de água e de energia elétrica.

Referências

ABUELGASIM, A.; BILAL, M.; ALFAKI, I. A. Spatiotemporal variations and long term trends analysis of aerosol optical depth over the United Arab Emirates. Remote Sensing Applications: **Society and Environment**, [S.l.], v. 23, p. 100532-100542, ago. 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rsase.2021.100532>. Disponível em: <https://www.scopus.com/pages/publications/85106282746>. Acesso em: 14 set. 2025.

ALEXANDER, L. V.; ZHANG, X.; PETERSON, T. C.; CAESAR, J.; GLEASON, B.; TANK, A. M. G. Klein; HAYLOCK, M.; COLLINS, D.; TREWIN, B.; RAHIMZADEH, F. Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation. **Journal Of Geophysical Research: Atmospheres**, [S.l.], v. 111, n. 5, p. 1-22, mar. 2006. DOI: <http://dx.doi.org/10.1029/2005jd006290>. Disponível em: <https://www.scopus.com/pages/publications/33646344974>. Acesso em: 14 set. 2025.

ALSALEHY, A. S.; BAILEY, M. Improving Time Series Data Quality: identifying outliers and handling missing values in a multilocation gas and weather dataset. **Smart Cities**, [S.l.], v. 8, n. 3, p. 82-121, 7 maio 2025. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/smartcities8030082>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2624-6511/8/3/82>. Acesso em: 13 set. 2025.

AMARAL, B. F. Impacto Das Indústrias Planeta: mudanças climáticas e suas consequências. **Revista Foco**, [S.l.], v. 17, n. 5, p. 1-19, maio 2024. DOI: <http://dx.doi.org/10.54751/revistafoco.v17n5-010>. Disponível em: <https://ojs.focopublicacoes.com.br/foco/article/view/5023>. Acesso em: 22 abr. 2025.

ASLAM, A.; RANA, I. A. The use of local climate zones in the urban environment: a systematic review of data sources, methods, and themes. **Urban Climate**, [S.l.], v. 42, p. 1-17, mar. 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.uclim.2022.101120>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212095522000384>. Acesso em: 24 abr. 2025.

BARBIRATO, G. M.; SOUZA, L. C. L.; TORRES, S. C. **Clima e cidade: a abordagem climática como subsídios**. 1. ed. Alagoas: EDUFAL, 2007.

BARBOSA, G. S.; OLIVEIRA, J. P. A.; BARRETO, K.; DRACH, P. R. Análise dos dados das estações meteorológicas de Macaé no período de verão (2022/2023) e da morfologia urbana dos seus entornos imediatos. **Simpósio Nacional de Gestão e Engenharia Urbana**, [S.l.], v. 4, n. 1, p. 1-11, 17 nov. 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.46421/singeurb.v4i00.3637>. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/singeurb/article/view/3637>. Acesso em: 28 abr. 2025.

BARDUCO, J. **Há 19 anos, especialistas de Uberlândia projetavam a economia da maior cidade do Triângulo Mineiro para o futuro**. Uberlândia, 2024. Portal: G1. Disponível em: <https://g1.globo.com/mg/triangulo-mineiro/memoria-tvintegracao/noticia/2024/08/31/ha-19-anos-especialistas-de-uberlandia-projetavam-a-economia-da-maior-cidade-do-triangulo-mineiro-para-o-futuro.ghtml>. Acesso em: 23 nov. 2024.

BARROS, M. P.; MUSIS, C. R. Análise implicativa para avaliar os aspectos que determinam a preferência por um bairro: o caso de Cuiabá/MT. **RA'EGA**, [S.l.], n.28, p.198-225, set. 2013. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/raega/article/download/32307/20524>. Acesso em: 3 fev. 2025.

BALDWIN, J. W.; BENMARHNI, T.; EBI, K. L.; JAY, O.; LUTSKO, N. J.; VANOS, J. K. Humidity's Role in Heat-Related Health Outcomes: a heated debate. **Environmental Health Perspectives**, [S.l.], v. 131, n. 5, p. 1-14, maio 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.1289/ehp11807>. Disponível em: <https://ehp.niehs.nih.gov/doi/10.1289/EHP11807#tab-citations>. Acesso em: 13 set. 2025.

BEZERRA, C. L. **Variação temporal do Índice de Desconforto Térmico (ID) no município de João Pessoa/PB, 2002 a 2018. 2019.** 20 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/16027>. Acesso em: 24 maio 2025.

BORTOLI, K. C. R.; RESENDE, V. F. P.; SAKIYAMA, N. R. M.; VILLA, S. B. Impact of unassisted expansions on the thermal comfort and air renewal: case study in brazilian social housing. **Indoor And Built Environment**, [S.l.], v. 34, n. 5, p. 1036-1064, 13 abr. 2025. DOI: <http://dx.doi.org/10.1177/1420326x251330188>. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1420326X251330188>. Acesso em: 13 set. 2025.

BOX, G. E. P.; JENKINS, G. M.; REINSEL, G. **Time Series Analysis: Forecasting and Control**. 3. ed. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1994.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Segundo semestre de 2024 deverá ser marcado pela ocorrência do fenômeno La Niña. Brasília, 2024.** Portal. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/noticias/2024/03/segundo-semester-de-2024-devera-ser-marcado-pela-ocorrencia-do-fenomeno-la-nina>. Acesso em: 26 jul. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Combinação de calor com baixa umidade do ar exige hidratação e alimentação saudável.** Brasília: Ministério da Saúde, 2022. Portal. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/noticias/2022/agosto/combinacao-de-calor-com-baixa-umidade-do-ar-exige-hidratacao-e-alimentacao-saudavel>. Acesso em: 24 maio 2025.

BRITO, J. L. S.; PRUDENTE, T. D. Mapeamento do uso da terra e cobertura vegetal do município de Uberlândia – mg, utilizando imagens CCD/CBERS 2. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 15, n. 13, p. 144-153, jun. 2005. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/download/15394/8693/0>. Acesso em: 23 nov. 2024.

ELRAOUF, R. A.; ELMOKADEM, A.; MEGAHED, N.; ELEINEN, O. A.; ELTARABILY, S. The impact of urban geometry on outdoor thermal comfort in a hot-humid climate. **Building And Environment**, [S.l.], v. 225, p. 1-16, nov. 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2022.109632>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132322008629?via%3Dihub>. Acesso em: 13 set. 2025.

ERRETT, N. A.; HARTWELL, C.; RANDAZZA, J. M.; NORI-SARMA, A.; WEINBERGER, K. R.; SPANGLER, K. R.; SUN, Y.; ADAMS, Q. H.; WELLENIUS, G. A.; HESS, J. J. Survey of extreme heat public health preparedness plans and response activities in the most populous jurisdictions in the United States. **Bmc Public Health**, [S.l.], v. 23, n. 1, p. 1-11, maio 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.1186/s12889-023-15757-x>. Disponível em: <https://bmcpublichealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12889-023-15757-x#citeas>. Acesso em 13 set. 2025.

FENG, G.; ZHANG, L.; AI, F.; ZHANG, Y.; HOU, Y. An Improved Temporal Fusion Transformers Model for Predicting Supply Air Temperature in High-Speed Railway Carriages. **Entropy**, [S.l.], v. 24, n. 8, p. 1111-1130, ago. 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/e24081111>. Disponível em: <https://www.scopus.com/pages/publications/85137254422>. Acesso em: 14 set. 2025.

FERNANDES, M. E.; MASIERO, E. Relação entre conforto térmico urbano e Zonas Climáticas Locais. **Urbe: Revista Brasileira de Gestão Urbana**, [S.l.], v. 12, p. 1-16, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/2175-3369.012.e20190247>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/urbe/a/C3gvsB6hqxV83wm8FpHy5fw/>. Acesso em 14 maio 2025.

FERREIRA, F. G.; MARINS, J. C. B. O nível de condicionamento físico interfere nas respostas psicofisiológicas? **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, [S.l.], v. 41, n. 4, p. 350-358, out. 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rbce.2018.05.007>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbce/a/W9cwb9YvkQqknSvDfZnLCLB/>. Acesso em: 16 maio 2025.

FRANÇA, M. S.; MAITELLI, G. T.; NOGUEIRA, M. C. J. A.; FRANÇA, S. M. B.; NOGUEIRA, J. S. Estimativa de índices de conforto térmico na cidade de Cuiabá/MT. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 16, n. 55, p. 141-151, out. 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.14393/rcg165528833>. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/28833>. Acesso em: 22 fev. 2025.

GALAGODA, R.; JAYASINGHE, G. Y.; HALWATURA, R. U.; RUPASINGHE, H. T. The impact of urban green infrastructure as a sustainable approach towards tropical micro-climatic changes and human thermal comfort. **Urban Forestry & Urban Greening**, [S.l.], v. 34, p. 1-9, ago. 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ufug.2018.05.008>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1618866718301687>. Acesso em: 25 fev. 2025.

GKONTZIS, A. F.; KOTSIANTIS, S.; FERETZAKIS, G.; VERYKIOS, V. S. Temporal Dynamics of Citizen-Reported Urban Challenges: a comprehensive time series analysis. **Big Data And Cognitive Computing**, [S.l.], v. 8, n. 3, p. 1-22, mar. 2024. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/bdcc8030027>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2504-2289/8/3/27>. Acesso em: 13 set. 2025.

HAMED, K. H.; RAO, A. R. A modified Mann-Kendall trend test for autocorrelated data. **Journal Of Hydrology**, [S.l.], v. 204, n. 1, p. 182-196, jan. 1998. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0022-1694\(97\)00125-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0022-1694(97)00125-X). Disponível em: <https://www.scopus.com/pages/publications/0032579286>. Acesso em: 14 set. 2025.

HYNDMAN, R.; ATHANASOPOULOS, G.; BERGMEIR, C.; CACERES, G.; CHHAY, L.; O'HARA-WILD, M.; PETROPOULOS, F.; RAZBASH, S.; WANG, X.; YASMEEN, F. **Forecast: forecasting functions for time series and linear models. Versão 8.23.0, 2024**. Portal: CRAN – The Comprehensive R Archive Network. Disponível em: <https://cran.r-project.org/web/packages/forecast/forecast.pdf>. Acesso em: 5 mar. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Uberlândia-MG. In: Cidades e Estados**. Rio de Janeiro: IBGE, 2025. Portal. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/uberlandia.html>. Acesso em: 27 jul. 2025.

KOVATS, R. S.; HAJAT, S. Heat Stress and Public Health: a critical review. **Annual Review Of Public Health**, [S.l.], v. 29, n. 1, p. 41-55, abr. 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.publhealth.29.020907.090843>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18031221/>. Acesso em: 13 set. 2025.

KHATRI, P.; SHAKYA, K. S.; KUMAR, P. A probabilistic framework for identifying anomalies in urban air quality data. **Environmental Science And Pollution Research**, [S.l.], v. 31, n. 49, p. 59534-59570, out. 2024. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11356-024-35006-x>. Disponível em: <https://www.scopus.com/pages/publications/85205380204>. Acesso em: 14 set. 2025.

KRENZ, K.; AMANN, L. Urban heat island effect: examining spatial patterns of socio-demographic inequalities in greater london. **Cities & Health**, [S.l.], v.1, n.1, p. 1-25, maio 2025. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/23748834.2025.2489854>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/23748834.2025.2489854>. Acesso em: 13 set. 2025.

LEITE, E. S.; MENDES, P. Análise temporal da relação entre dengue e variáveis climáticas na cidade de Uberlândia – MG. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 16, n. 4, p. 2254-2270, jul. 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.26848/rbgf.v16.4.p2254-2270>. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/rbgfe/article/view/256934>. Acesso em: 3 fev. 2025.

LIN, D.; HANSCOM, L.; MURTHY, A.; GALLI, A.; EVANS, M.; NEILL, E.; MANCINI, M. S.; MARTINDILL, J.; MEDOUAR, F.; HUANG, S. Ecological Footprint Accounting for Countries: updates and results of the national footprint accounts, 2012-2018. **Resources**, [S.l.], v. 7, n. 3, p. 1-22, set. 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/resources7030058>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2079-9276/7/3/58>. Acesso em: 3 fev. 2025.

MACHADO, F. L. V. Análise da temperatura de superfície de vilas e aglomerados de Belo Horizonte através de série temporal de imagens de sensoriamento remoto. **Cadernos do Leste**, [S.l.], v. 20, n. 20, p. 1-10, jun. 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.29327/248949.20.20-1>. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/caderleste/article/view/33141>. Acesso em: 8 fev. 2025.

MACIEL, C. R.; NOGUEIRA, M. C. J. A.; NOGUEIRA, J. S. Cobertura da terra e sua influência na temperatura de microclimas urbanos na cidade de Cuiabá/MT. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 12, n. 38, p. 40-57, nov. 2011. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/16448>. Acesso em: 12 fev. 2025.

MARTINI, A.; BIONDI, D.; BATISTA, A. C. A periodicidade diária do índice de conforto térmico na arborização de ruas de Curitiba/PR. **Scientia Plena**, v.9, n.5, p 01-09, jul. 2013. Disponível em: <https://www.scientiaplenu.org.br/sp/article/view/1360>. Acesso em: 12 mar. 2025.

MATIAS, V. R. S.; COSTA, J. M. Análise climática em Belo Horizonte pela variação do conforto a partir de uma série temporal. **Hygeia: Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, Uberlândia, v. 8, n. 14, p. 15, jun. 2012. DOI: <https://doi.org/10.14393/hygeia817092>. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/hygeia/article/view/17092#:~:text=Os%20resultados%20mo>

straram%20que%20na,resposta%20ao%20conforto%20mais%20negativa. Acesso em: 16 mar. 2025.

MEDEIROS, M.; PATRIOTA, E.; SILVA, L.; COELHO, V. A relação entre ilhas de calor urbana superficial, ocupação do solo e conforto térmico: um estudo da cidade de João Pessoa, Brasil. In: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, 17., [S.l.], 2023. **Anais eletrônicos [...]**. [S. l.], 2023. v. 17, n.1, p. 1–10, nov. 2023. DOI: 10.46421/encac.v17i1.3756. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/encac/article/view/3756>. Acesso em: 24 maio. 2025.

MEDEIROS, R. M.; HOLANDA, R. M.; FRANÇA, M. V. Caruaru – PE, seu conforto ou desconforto térmico em anos de El Niño, La Niña. **Revista Mirante**, Anápolis, v. 14, n. 1, p. 103–115, jun. 2021. Disponível em: <https://www.srvojs.ueg.br/index.php/mirante/article/view/11834>. Acesso em: 24 maio 2025.

MOREIRA, P. H. O.; CUNHA, A. C.; JÚNIOR, J. A. S., COSTA, A. C. L. Variação microclimática em sítios urbanos com diferentes níveis de cobertura vegetal como subsídio à formação de ilha de calor. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 13, n. 7, p. 3254–3274, dez. 2020. Disponível em: <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/110214520/37771-libre.pdf>. Acesso em: 24 maio 2025.

MORETTIN, P.; TOLOI, C. **Análise de Séries Temporais**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2006.

NADIMI, R.; NAZARAHARI, A.; TOKIMATSU, K. Measuring Household Thermal Discomfort Time: a japanese case study. **Sustainability**, [S.l.], v. 16, n. 19, p. 8457–8478, set. 2024. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/su16198457>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/16/19/8457>. Acesso em: 13 set. 2025.

NOVAIS, G. T. Unidades climáticas do município de Uberlândia (MG). **Revista de Ciências Humanas, Uberlândia**, v. 21, n. 1, p. 223–240, jun. 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Giuliano-Novais/publication/352689926_UNIDADES_CLIMATICAS_DO_MUNICIPIO_DE_UBERLANDIA_MG_CLIMATE_UNITS_OF_THE_MUNICIPALITY_OF_UBERLANDIA_MG/link/s/60d343bc458515ae7da5cb26/UNIDADES-CLIMATICAS-DO-MUNICIPIO-DE-UBERLANDIA-MG-CLIMATE-UNITS-OF-THE-MUNICIPALITY-OF-UBERLANDIA-MG.pdf. Acesso em: 23 nov. 2024.

OLIVEIRA, E. **Nova onda de calor atinge o Triângulo e temperaturas podem ficar até 5 °C acima da média nesta semana**. Uberlândia, 2024. Portal: G1. Disponível em: <https://g1.globo.com/mg/triangulo-mineiro/noticia/2024/09/30/nova-onda-de-calor-atinge-o-triangulo-e-temperaturas-podem-ficar-ate-5-c-acima-da-media-nesta-semana.ghtml>. Acesso em: 18 maio 2025.

OLIVEIRA, E. **População de Uberlândia cresce 5,9% e passa de 750 mil habitantes, segundo o IBGE; veja estimativa de outras cidades da região**. Uberlândia, 2024. Portal: G1. Disponível em: <https://g1.globo.com/mg/triangulo-mineiro/noticia/2024/08/29/populacao-de-uberlandia-cresce-59percent-e-passa-de-750-mil-habitantes-segundo-o-ibge-veja-estimativa-de-outras-cidades-da-regiao.ghtml>. Acesso em: 23 nov. 2024.

OLIVEIRA, J. P.; MELLO, D.; SILVA, O. R.; AGOSTINI, C. R.; JACOB, J. C. F.; MELLO, M. R. B. Avaliação da perfusão vascular e do nível de colesterol e estrógeno em folículos pré-ovulatórios de éguas em condições de desconforto térmico. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária, Seropédica**, [S.l.], v. 38, supl. 2, p. 67–74, nov. 2016. Disponível em: <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/97687430/98-libre.pdf>. Acesso em: 24 maio 2025.

OLIVEIRA, L. R. **Variabilidade espaço-temporal do conforto térmico humano para o Estado de Minas Gerais, Brasil**. 2018. 70 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Sistemas e Automação) – Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/31389?mode=full>. Acesso em: 15 abr. 2025.

OLIVEIRA, M. S.; MENEZES, J. A.; PATRÍCIO, J. S.; FROZZI, J. C.; GOMES, J. M. Variabilidade Temporal do Efluxo de CO₂ em Áreas de Floresta Secundária e Campo Natural na Região Sudoeste da Amazônia. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 16, n. 3, p. 1466–1480, abr. 2023. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/rbgfe/article/view/258942>. Acesso em: 15 abr. 2025.

OLIVEIRA-SOUZA, A. I. S.; LUCENA, L. O.; PAIVA, M. G.; MAIA, J. N.; SIQUEIRA, G. R.; ALENCAR, G. G.; MONTENEGRO, E. J. N. Análise dos efeitos do diodo laser de Al-Ga-In-P (Alumínio-Gálio-Índio-Fósforo) com potências de 1 J/cm² e 5 J/cm² na dor induzida pela hipotermia quando aplicada nos acupontos IG4 (Hegu) e IG15 (Jianyu): estudo piloto. **Pleiade**, Foz do Iguaçu, v. 13, n. 29, p. 101–109, jul./dez. 2019. DOI: 10.32915/pleiade.v13i29.645. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/327171175.pdf>. Acesso em: 24 maio 2025.

PATA, U. K.; CAGLAR, A. E. Investigating the EKC hypothesis with renewable energy consumption, human capital, globalization and trade openness for China: evidence from augmented ardl approach with a structural break. **Energy**, [S.l.], v. 216, p. 1–16, fev. 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2020.119220>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544220323276>. Acesso em: 24 maio 2025.

PREFEITURA MUNICIPAL DE UBERLÂNDIA. **Alerta Onda de Calor**. Uberlândia, 2023. Portal da Prefeitura de Uberlândia. Disponível em: <https://www.uberlandia.mg.gov.br/2023/09/23/alerta-onda-de-calor/>. Acesso em: 18 maio 2025.

PREFEITURA MUNICIPAL DE UBERLÂNDIA. **Mapas e Bairros 2024**. Uberlândia, 2024. Portal da Prefeitura de Uberlândia. Disponível em: <https://www.uberlandia.mg.gov.br/prefeitura/secretarias/planejamento-urbano/mapas-e-bairros/>. Acesso em: 23 nov. 2024.

PREFEITURA MUNICIPAL DE UBERLÂNDIA. **Vem Viver**. 2024. Uberlândia, 2024. Portal da Prefeitura de Uberlândia. Disponível em: <https://www.uberlandia.mg.gov.br/prefeitura/secretarias/agronegocio-economia-e-inovacao/invista-em-uberlandia/vem-viver/>. Acesso em: 23 nov. 2024.

R CORE TEAM (R). **A language and environment for statistical computing**. Vienna, 2024. Portal Foundation for Statistical Computing. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 5 mar. 2025.

REYBURN, R.; KIM, D. R.; EMCH, M.; KHATIB, A.; VON SEIDLEIN, L.; ALI, M. Climate Variability and the Outbreaks of Cholera in Zanzibar, East Africa: a time series analysis. **The American Society Of Tropical Medicine And Hygiene**, [S.l.], v. 84, n. 6, p. 862-869, jun. 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.4269/ajtmh.2011.10-0277>. Disponível em: <https://www.scopus.com/pages/publications/79958763442>. Acesso em: 14 set. 2025.

RIAH, K.; VAN VUUREN, D.; KRIEGLER, E.; EDMONDS, J.; O'NEILL, B.; FUJIMORI, S.; BAUER, N.; CALVIN, K.; DELLINK, R.; FRICKO, O. The Shared Socioeconomic Pathways and their energy, land use, and greenhouse gas emissions implications: an overview. **Global Environmental Change**, [S.l.], v. 42, p. 153-168, jan. 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.05.009>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959378016300681>. Acesso em: 05 fev. 2025.

ROGERS, C.; MCCARTY, J. Climate change and ecosystems of the Mid-Atlantic Region. **Climate Research**, [S.l.], v. 14, n.1, p. 235-244, ago. 2000. DOI: <http://dx.doi.org/10.3354/cro14235>. Disponível em: <https://www.scopus.com/pages/publications/0034595122>. Acesso em: 14 set. 2025.

SABZEVAR, Y.; ESLAMIAN, S. Climate Warming Prediction Using Time Series Analysis Case Study: western iran). **Aut Journal Of Civil Engineering**, [S.l.], n. 1, p. 1-14, ago. 2024. DOI: <http://dx.doi.org/10.22060/ajce.2024.23214.5860>. Disponível em: https://ajce.aut.ac.ir/article_5507_90bd66c4c2fbfa1a4027c3c2d8e26777.pdf. Acesso em: 13 set. 2025.

SANTOS, F. M. M. Influência da ocupação do sol o no clima urbano de Cuiabá, estado de Mato Grosso, Brasil. **Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium**, [S.l.], v.4, n.1, p.100-121, jul. 2013. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/brazilangeojournal/article/view/21600>. Acesso em: 10 fev. 2025.

SARKODIE, S. A.; ADAMS, S. Renewable energy, nuclear energy, and environmental pollution: accounting for political institutional quality in South Africa. **Science Of The Total Environment**, [S.l.], v. 643, p. 1590-1601, dez. 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.06.320>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969718323969>. Acesso em: 12 maio 2025.

SILVA, J. S.; SILVA, R. M.; SANTOS, C. A. G. Spatiotemporal impact of land use/land cover changes on urban heat islands: a case study of paço do lumiar, brazil. **Building And Environment**, [S.l.], v. 136, p. 279-292, maio 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.03.041>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132318301768?via%3Dihub>. Acesso em: 13 set. 2025.

SIMÕES, G. M. F. **Dinâmica da habitação social: estudo sobre o impacto do uso e da adaptação na habitabilidade da edificação**. 2022. 215 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/26084>. Acesso em: 24 abr. 2025.

SHAMS, J. C. A.; GIACOMELI, D. C.; SUCOMINE, N. M. Emprego da Arborização na Melhoria do Conforto Térmico nos Espaços Livres Públicos. **Revista da Sociedade**

Brasileira de Arborização Urbana, [S.l.], v. 4, n. 4, p. 1-16, maio 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/revsbau.v4i4.66445>. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revsbau/article/view/66445>. Acesso em 24 abr. 2025.

SILVA, S. D.; STRECK, N. A. Tendências das séries históricas do índice de calor no município de Santa Maria - RS. **Ciência Rural**, [S.l.], v. 44, n. 8, p. 1360-1366, ago. 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20131345>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/Hf9nn5Rjr5XgKvPNw65rfRg/>. Acesso em: 24 mar. 2025.

SONG, J.; BIAN, T.; XUE, G.; WANG, H.; SHEN, X.; WU, X. Short-term forecasting model for residential indoor temperature in DHS based on sequence generative adversarial network. **Applied Energy**, [S.l.], v. 348, p. 1-16, out. 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2023.121559>. Disponível em: <http://scopus.com/pages/publications/85165103416>. Acesso em: 14 set. 2025.

SUN, S.; WANG, Y.; LIU, J.; CAI, H.; WU, P.; GENG, Q.; XU, L. Sustainability assessment of regional water resources under the DPSIR framework. **Journal Of Hydrology**, [S.l.], v. 532, p. 140-148, jan. 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2015.11.028>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022169415009099>. Acesso em: 12 fev. 2025.

TIYASHA, S.; TUNG, T. M.; YASEEN, Z. M. A survey on river water quality modelling using artificial intelligence models: 2000-2020. **Journal Of Hydrology**, [S.l.], v. 585, p. 1-62, jun. 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2020.124670>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002216942030130X>. Acesso em: 12 fev. 2025.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA. Centro de Estudos, Pesquisas Econômico-Sociais – CEPES. **Painel de Informações Municipais: Uberlândia – 2006**. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2006. Portal. Disponível em: https://ieri.ufu.br/system/files/conteudo/cepes_painel_informacoes_municipais_uberlandia_2006_o.pdf. Acesso em: 25 jun. 2025.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA. Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos (Uberlândia). **Estação Meteorológica Automática**, Uberlândia, 2018. Portal. Disponível em: <https://lcrhufu.wixsite.com/lcrh/ema>. Acesso em: 23 nov. 2024.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. Laboratório de Eficiência Energética em Edificações. **Conforto Térmico**. Florianópolis, 2024. Portal. Disponível em: <https://labeee.ufsc.br/pt-br/linhas-de-pesquisa/conforto-termico>. Acesso em: 23 nov. 2024.

VIEIRA, T. J.; FLEISCHFRESSER, L.; PRUDENTE, L. A. Comparação Da Variação de Temperatura Interna de um Ambiente Revestido com Telhado Verde e um com Telhado Convencional. In: XIV Encontro Nacional de Estudantes de Engenharia Ambiental, [S.l.], 2016. **Anais Eletrônicos [...]**. [S.l.]: Editora Edgard Blücher, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.5151/engpro-eneeamb2016-mc-002-4836>. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/2053>. Acesso em: 15 mar. 2025.

VECCHI, R.; SORGATO, M. J.; PACHECO, M.; CÂNDIDO, C.; LAMBERTS, R. ASHRAE 55 adaptive model application in hot and humid climates: the brazilian case. **Architectural Science Review**, [S.l.], v. 58, n. 1, p. 93-101, nov. 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/00038628.2014.981145>. Disponível em:

<https://www.periodicos.capes.gov.br/index.php/acervo/buscaador.html?task=detalhes&source=all&id=W2040567343>. Acesso em: 18 mar. 2025.

VIEIRA, M. G. **Caracterização do Fenômeno Ilhas de Calor na Cidade de Uberlândia - MG nos anos de 2004 a 2014 por Meio de Técnicas de Sensoriamento Remoto**. 2024. 161 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2024. Disponível em: <https://repositorio.uel.br/items/73464ba5-196d-4c04-9c1d-bff14a80766c>. Acesso em: 15 abr. 2025.

WONG, M. C.; WANG, J.; ZHI, X.; DONG, L. A 1940-2020 spatiotemporal analysis of thermal discomfort days in Southeast Asian countries. **Environmental Research Communications**, [S.l.], v. 6, n. 10, p. 1-11, out. 2024. DOI: <http://dx.doi.org/10.1088/2515-7620/ad810b>. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/2515-7620/ad810b>. Acesso em: 13 set. 2025.

WU, J.; ZHANG, Q.; LI, A.; LIANG, C. Historical landscape dynamics of Inner Mongolia: patterns, drivers, and impacts. **Landscape Ecology**, [S.l.], v. 30, n. 9, p. 1579-1598, maio 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10980-015-0209-1>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10980-015-0209-1>. Acesso em: 24 mar. 2025.

WU, X.; HOU, J.; HUI, J.; TANG, Z.; WANG, W. Revealing Microclimate around Buildings with Long-Term Monitoring through the Neural Network Algorithms. **Buildings**, [S.l.], v. 12, n. 4, p. 395-414, mar. 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/buildings12040395>. Disponível em: <https://www.scopus.com/pages/publications/85129145085>. Acesso em: 14 set. 2025.

ZAMBRANO, J. M.; BALDINI, L. Integrating CFD and thermoregulation models: a novel framework for thermal comfort analysis of non-uniform indoor environments. **Energy And Buildings**, [S.l.], v. 335, p. 1-9, maio 2025. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2025.115570>. Disponível em: https://repository.lboro.ac.uk/articles/conference_contribution/Forecasting_indoor_temperatures_during_heatwaves_Do_more_complex_models_provide_better_predictions_/14812692. Acesso em: 13 set. 2025.

Recebido em: 11/07/2025.
Aprovado para publicação em: 02/09/2025.