

Tendências de baixa umidade relativa no Triângulo mineiro: análise de Araxá e Uberlândia (2004–2024)**Trends in low relative humidity in the Triângulo mineiro region: analysis of Araxá and Uberlândia (2004–2024)**Claudinei Alves de Ávila¹Maurício José Alves Bolzam²**Resumo**

A umidade relativa do ar (UR) é variável climática determinante para o conforto térmico, a saúde humana e o equilíbrio dos ecossistemas, assumindo caráter crítico em regiões com estação seca prolongada, como o bioma Cerrado. Diante da intensificação da seca atmosférica observada nas últimas décadas nesse bioma, este estudo analisou a variabilidade temporal da UR em Araxá e Uberlândia, os principais centros urbanos do Triângulo Mineiro (MG), ao longo de 21 anos (2004–2024), com foco na ocorrência de eventos extremos definidos por dias com $UR \leq 25\%$, $\leq 20\%$ e $\leq 15\%$. De forma complementar, dados de Uberaba foram incorporados para o período de 2017 a 2024 (8 anos), sendo inviável a análise do intervalo 2004–2016 nessa localidade por ausência de registros que atendessem aos critérios de qualidade estabelecidos. Utilizaram-se dados horários de estações meteorológicas automáticas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), submetidos a rigoroso controle de qualidade. A frequência anual dos eventos foi quantificada e submetida à regressão linear para identificação de tendências temporais, complementada por comparação espacial entre os municípios. Os resultados revelaram tendência de aumento significativo na ocorrência de eventos extremos de baixa umidade, especialmente a partir de 2010, com picos recorrentes em 2020, 2021 e 2024. Uberlândia destacou-se como a localidade mais vulnerável, registrando até 108 dias com $UR \leq 25\%$ em 2021 e 35 dias com $UR \leq 15\%$ em 2024; Araxá, em contrapartida, apresentou os menores valores em todos os limiares, constituindo o polo oposto de exposição. Essas tendências mostraram-se consistentes com o aquecimento regional e o aumento da demanda evaporativa atmosférica no Cerrado. As implicações para a saúde pública incluem elevação do risco de doenças respiratórias e cardiovasculares, enquanto para o meio ambiente destacam-se o agravamento do risco de incêndios florestais e o estresse hídrico da vegetação. Os resultados reforçam a necessidade de sistemas integrados de monitoramento climático e de políticas públicas voltadas à mitigação dos impactos da seca atmosférica extrema no Cerrado.

Palavras-Chave: Umidade Relativa do Ar; Variabilidade Climática; Eventos Extremos.

1 Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Jataí (UFJ), e-mail: claudinei.avila@ufj.edu.br, ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-3482-9716>

2 Doutor e professor do Programa de Pós-Graduação de Geografia da Universidade Federal de Jataí (UFJ), e-mail: mauricio_bolzam@ufj.edu.br, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6037-5483>

Abstract

Relative humidity (RH) is a crucial climatic variable for thermal comfort, human health, and ecosystem balance, becoming critical in regions with prolonged dry seasons, such as the Cerrado biome. Given the intensification of atmospheric dryness observed in recent decades in this biome, this study analyzed the temporal variability of RH in Araxá and Uberlândia, the main urban centers of the Triângulo Mineiro region (MG), over 21 years (2004–2024), focusing on the occurrence of extreme events defined by days with $RH \leq 25\%$, $\leq 20\%$, and $\leq 15\%$. Additionally, data from Uberaba were incorporated for the period 2017 to 2024 (8 years), as analysis of the 2004–2016 interval in this location was not feasible due to a lack of records meeting the established quality criteria. Hourly data from automatic meteorological stations of the National Institute of Meteorology (INMET), subjected to rigorous quality control, were used. The annual frequency of events was quantified and subjected to linear regression to identify temporal trends, complemented by spatial comparison between municipalities. The results revealed a significant increasing trend in the occurrence of extreme low humidity events, especially from 2010 onwards, with recurring peaks in 2020, 2021, and 2024. Uberlândia stood out as the most vulnerable location, registering up to 108 days with $RH \leq 25\%$ in 2021 and 35 days with $RH \leq 15\%$ in 2024; Araxá, in contrast, presented the lowest values in all thresholds, constituting the opposite pole of exposure. These trends were consistent with regional warming and the increase in atmospheric evaporative demand in the Cerrado. The implications for public health include an increased risk of respiratory and cardiovascular diseases, while for the environment, the increased risk of forest fires and water stress in vegetation stand out. The results reinforce the need for integrated climate monitoring systems and public policies aimed at mitigating the impacts of extreme atmospheric drought in the Cerrado.

Keywords: Relative Humidity; Climate Variability; Extreme Events.

Introdução

A umidade relativa do ar (UR) constitui variável meteorológica determinante para o conforto térmico, a saúde humana e o funcionamento dos ecossistemas. Valores abaixo de 40% iniciam efeitos adversos sobre as vias respiratórias, intensificando-se progressivamente até níveis críticos próximos a 30% (DERBY *et al.*, 2017). Nessas condições, ocorrem irritação de mucosas, aumento da transmissão viral e exacerbação de doenças cardiovasculares e respiratórias (LAVIANA *et al.*, 1987; DERBY *et al.*, 2017).

Enfrentando os desafios dessa conjuntura no período da estiagem, o Cerrado, segundo maior bioma brasileiro, caracteriza-se por clima tropical sazonal com estação seca prolongada. Evidências recentes demonstram aquecimento regional, elevação do déficit de pressão de vapor

(VPD) e redução da umidade média (HOFMANN *et al.*, 2021; HOFMANN *et al.*, 2023). Essas mudanças afetam ciclos hidrológicos, vegetação nativa e populações urbanas (MARENGO *et al.*, 2022).

Inserido nesse contexto de vulnerabilidade climática, o Triângulo Mineiro apresenta estação seca que atinge aproximadamente 175 dias (SANCHES *et al.*, 2017). Estudos regionais documentam tendências de aquecimento e alterações pluviométricas (SANCHES *et al.*, 2017; BOLDRIN *et al.*, 2025), porém análises detalhadas sobre eventos extremos de baixa umidade permanecem escassas. A quantificação desses eventos é relevante para a saúde pública, especialmente quando combinados com poluição atmosférica (RODRIGUES *et al.*, 2017), e para o manejo ambiental, dado o aumento do risco de incêndios no Cerrado (BEZERRA *et al.*, 2025). Adicionalmente, a redução da deposição de orvalho em condições de baixa umidade compromete a disponibilidade hídrica para a vegetação durante a estação seca (HOFMANN *et al.*, 2021).

Atentando para isto, o presente estudo objetiva analisar a variabilidade temporal da UR em Araxá e Uberlândia, os dois principais polos urbanos do Triângulo Mineiro, no período de 2004 a 2024 (21 anos), quantificando dias com UR $\leq 25\%$, $\leq 20\%$ e $\leq 15\%$. De forma complementar, dados de Uberaba são incorporados para o período disponível de 2017 a 2024 (8 anos). Busca-se identificar tendências temporais, comparar padrões entre as localidades e discutir implicações para saúde pública e meio ambiente, contribuindo para o conhecimento sobre mudanças climáticas no Cerrado.

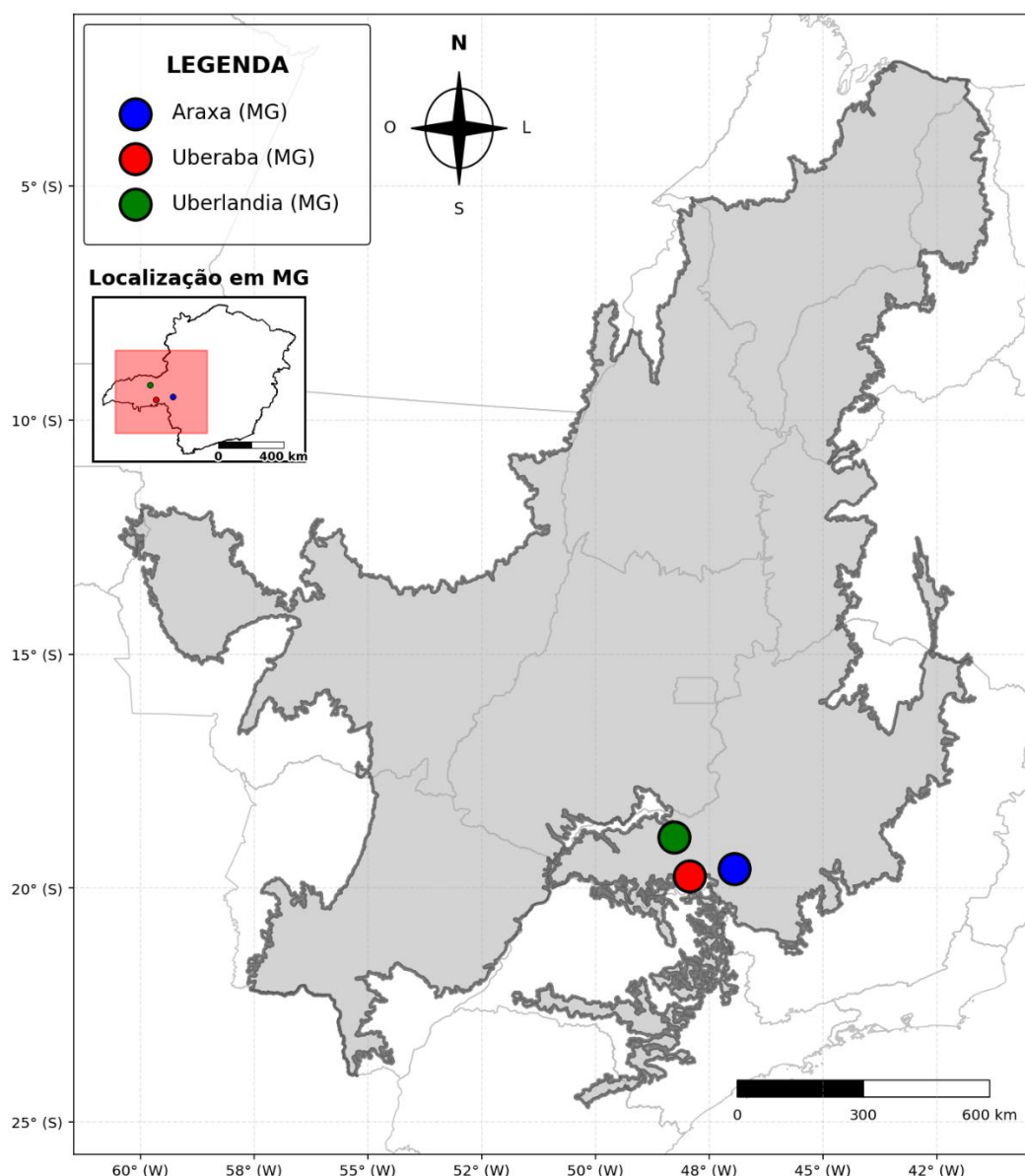
Caracterização da área de estudo

O Triângulo Mineiro localiza-se no extremo oeste de Minas Gerais, delimitado pelos rios Grande e Paranaíba. A região integra o bioma Cerrado, caracterizado por vegetação savânica, clima tropical sazonal e latossolos de baixa fertilidade. O Cerrado apresenta heterogeneidade climática interna, com sub-regiões que diferem em sazonalidade, déficit de pressão de vapor e cobertura vegetal (CATTELAN *et al.*, 2024).

Araxá e Uberlândia constituem os dois polos principais deste estudo, representando os extremos opostos em termos de porte populacional e exposição à baixa umidade. Uberlândia, a maior cidade da região, possui população superior a 700.000 habitantes e altitude de 863 metros. Araxá, menor entre os municípios analisados, possui população próxima a 110.000 habitantes e

altitude de 1.003 metros. Uberaba, com cerca de 340.000 habitantes e altitude de 737 metros, é incluída como referência complementar, sendo analisada apenas para o período de 2017 a 2024 (Mapa 1).

Mapa 1 - Localização das cidades de Araxá, Uberlândia e Uberaba no Triângulo Mineiro, MG, Brasil.
Triângulo Mineiro/ MG (CERRADO):



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

O clima regional é classificado como Aw (Köppen), com estação chuvosa entre outubro e março e estação seca entre abril e setembro. A precipitação média anual varia entre 1.400 e 1.600 mm, concentrando-se no verão. A temperatura média anual situa-se entre 20 °C e 23 °C, com amplitudes térmicas diárias significativas durante a estação seca (SANCHES *et al.*, 2017; ROLDÃO *et al.*, 2012).

Durante a estação seca, sistemas de alta pressão provocam céu claro, baixa nebulosidade e redução acentuada da umidade relativa. Sanches *et al.* (2017) indicam que a duração da estação seca pode atingir 175 dias, período no qual a vegetação enfrenta déficit hídrico significativo. A combinação entre baixa umidade, temperaturas elevadas e ventos moderados favorece eventos extremos de secura atmosférica.

Nas últimas décadas, o Triângulo Mineiro apresenta mudanças climáticas detectáveis: elevação da temperatura, alterações pluviométricas e modificações na duração e intensidade da estação seca (SANCHES *et al.*, 2017; BOLDRIN *et al.*, 2025; FILHO *et al.*, 2025). Essas mudanças associam-se à variabilidade da circulação atmosférica e às transformações no uso do solo, marcadas pela expansão agrícola e redução da vegetação nativa (BOLDRIN *et al.*, 2025; LIMA, 2013).

Metodologia

Utilizou-se dados horários de umidade relativa de estações meteorológicas automáticas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) em Araxá e Uberlândia, referentes ao período de 2004 a 2024 (21 anos), que constituem a base principal de análise deste estudo. Para Uberaba, a série disponível compreende apenas os anos de 2017 a 2024 (8 anos), em razão da impossibilidade de utilização dos dados referentes ao período de 2004 a 2016, que não atenderam aos critérios mínimos de qualidade estabelecidos para a análise. Tal limitação impede comparações de longo prazo envolvendo Uberaba e deve ser considerada na interpretação dos resultados. A resolução temporal horária permite identificar episódios de curta duração associados a condições críticas de secura atmosférica.

Os dados passaram por controle de qualidade sistemático: identificação e remoção de valores espúrios, tratamento de falhas e verificação de consistência temporal. Períodos com lacunas

superiores a 10% dos registros mensais foram excluídos. As séries temporais finais apresentaram completude superior a 90% nas três estações.

Três limiares de umidade relativa foram definidos com base em evidências da literatura sobre impactos à saúde e conforto: $UR \leq 25\%$, $UR \leq 20\%$ e $UR \leq 15\%$. Derby *et al.* (2017) indicam que efeitos adversos se iniciam abaixo de 40%, intensificando-se próximo a 30%, enquanto valores inferiores a 20% e 15% caracterizam extrema secura atmosférica. Um dia foi classificado como evento de baixa umidade quando ao menos um registro horário apresentou valor igual ou inferior ao limiar estabelecido, capturando episódios pontuais relevantes para saúde humana e conforto térmico (DERBY *et al.*, 2017).

Quantificou-se anualmente o número de dias com UR inferior a cada limiar para cada município. Os resultados foram organizados em matrizes ano \times cidade, possibilitando visualização da variabilidade interanual e comparação direta entre localidades.

Para identificação de tendências temporais, aplicou-se regressão linear simples, considerando o número anual de dias com baixa umidade como variável dependente e o tempo como variável independente. A significância estatística foi avaliada pelo teste t de Student ($\alpha = 0,05$). A comparação entre municípios baseou-se em estatísticas descritivas (média, desvio padrão, valores mínimos e máximos) e análise visual dos padrões temporais. Os resultados foram apresentados em gráficos do tipo heatmap, permitindo identificar anos e cidades com maior ocorrência de eventos extremos.

Resultados e discussões

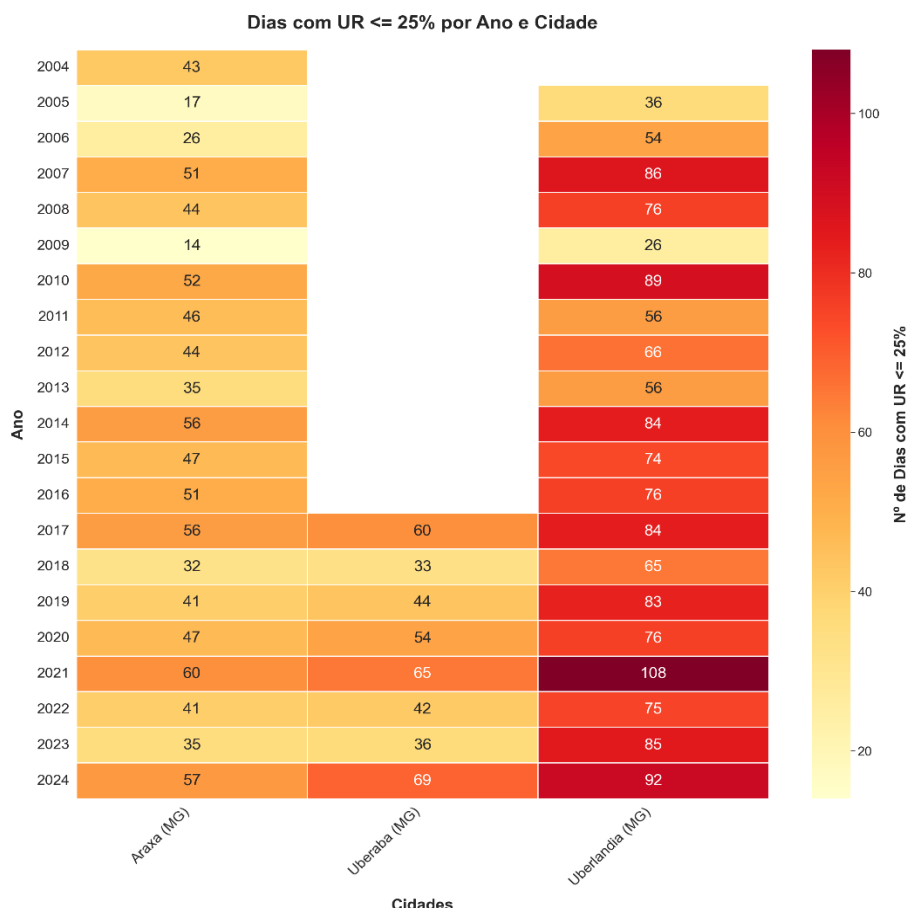
Padrões temporais e espaciais dos eventos extremos.

A análise da série temporal de 2004 a 2024 revelou padrões distintos de variabilidade interanual na ocorrência de dias com baixa umidade relativa em Araxá e Uberlândia, municípios que possuem séries históricas contínuas e compatíveis com o intervalo principal deste estudo. Para Uberaba, não foi possível analisar o período de 2004 a 2016, devido à ausência de registros meteorológicos que atendessem aos critérios mínimos de qualidade e completude estabelecidos na

metodologia. Dessa forma, os dados de Uberaba foram incorporados apenas de maneira complementar para o intervalo de 2017 a 2024, não sendo utilizados para comparações de tendência de longo prazo. Os resultados evidenciam aumento significativo na frequência de eventos extremos, especialmente a partir de 2010, com picos notáveis nos anos de 2020, 2021 e 2024.

Inicialmente, ao considerar o limiar de umidade relativa $\leq 25\%$, que representa eventos mais frequentes, porém climaticamente relevantes, verifica-se que Uberlândia apresentou os maiores valores absolutos, variando entre 26 e 108 dias por ano. O pico ocorreu em 2021, com 108 dias, seguido por 2024, 2010 e 2007, com 92, 89 e 86 dias, respectivamente (Figura 1). Em anos críticos, aproximadamente 30% dos dias do ano registraram $UR \leq 25\%$ nesse município. Em Araxá, polo oposto em termos populacionais e de exposição, os valores oscilaram entre 14 e 60 dias por ano, com máximos em 2017, 2021 e 2024. A contraposição entre Uberlândia e Araxá evidencia gradientes espaciais relevantes mesmo dentro de uma mesma mesorregião. Como dado complementar, Uberaba apresentou entre 17 e 69 dias anuais para o período disponível (2017–2024), com destaque para os anos de 2017, 2021 e 2024; a ausência de registros anteriores a 2017 impede comparação com o período completo de análise. A coincidência temporal dos anos mais extremos entre as localidades sugere a atuação de forçantes climáticas de escala regional, possivelmente associadas a padrões de circulação atmosférica e a anomalias nos regimes de precipitação (MARENGO *et al.*, 2022; HOFMANN *et al.*, 2023).

Figura 1 - Número de dias com umidade relativa $\leq 25\%$ por ano e cidade no Triângulo Mineiro (2004-2024). Este limiar captura eventos mais frequentes, com destaque para o ano de 2021 em Uberlândia (108 dias).

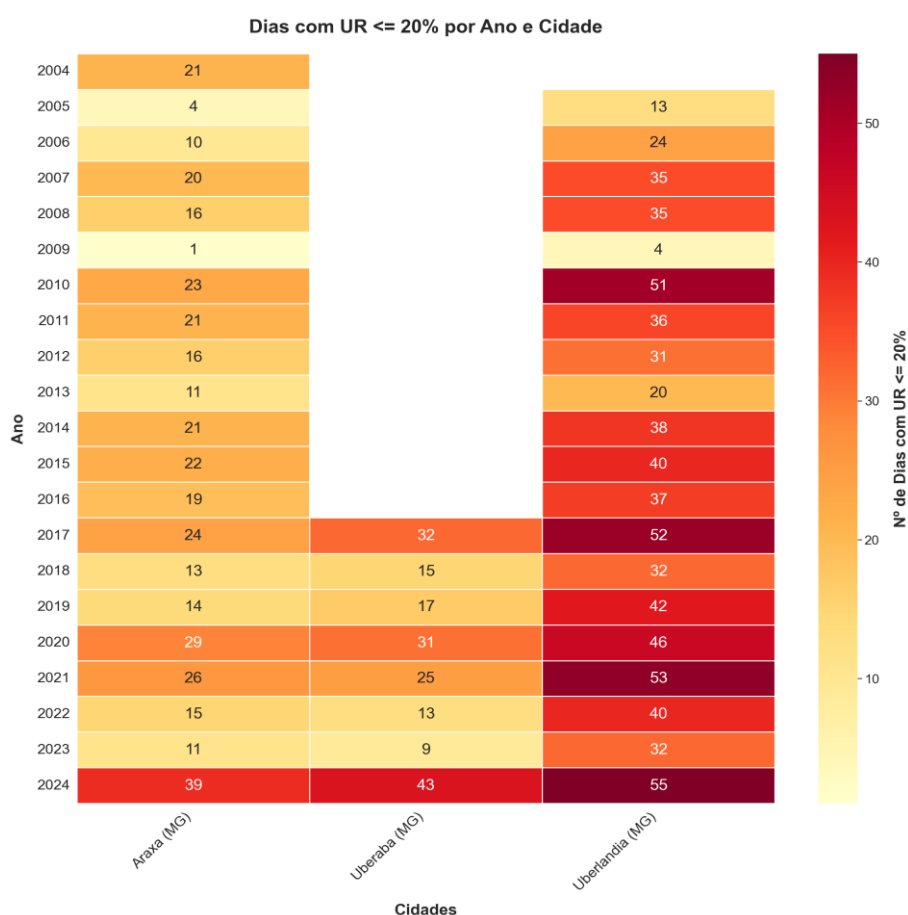


Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Em um segundo nível de severidade, o limiar de UR $\leq 20\%$ revelam intensificação ainda mais expressiva dos eventos extremos, sobretudo em Uberlândia, onde os registros variaram entre 4 e 55 dias por ano, com valores elevados em 2010, 2017, 2021 e 2024 (Figura 2). Nesses anos, a ocorrência de baixa umidade extrema atingiu cerca de 15% dos dias do ano. Araxá, por sua vez, apresentou entre 1 e 39 dias por ano, com máximos concentrados nos mesmos períodos críticos, reforçando a diferenciação espacial entre os dois municípios principais analisados. De forma complementar, Uberaba registrou entre 1 e 43 dias no período disponível (2017–2024), com aumento nos anos mais

recentes; a impossibilidade de recuar a série até 2004 impede, contudo, comparação plena com Araxá e Uberlândia.

Figura 2 - Número de dias com umidade relativa $\leq 20\%$ por ano e cidade no Triângulo Mineiro (2004-2024). Observa-se tendência de aumento na frequência de eventos, especialmente em Uberlândia.

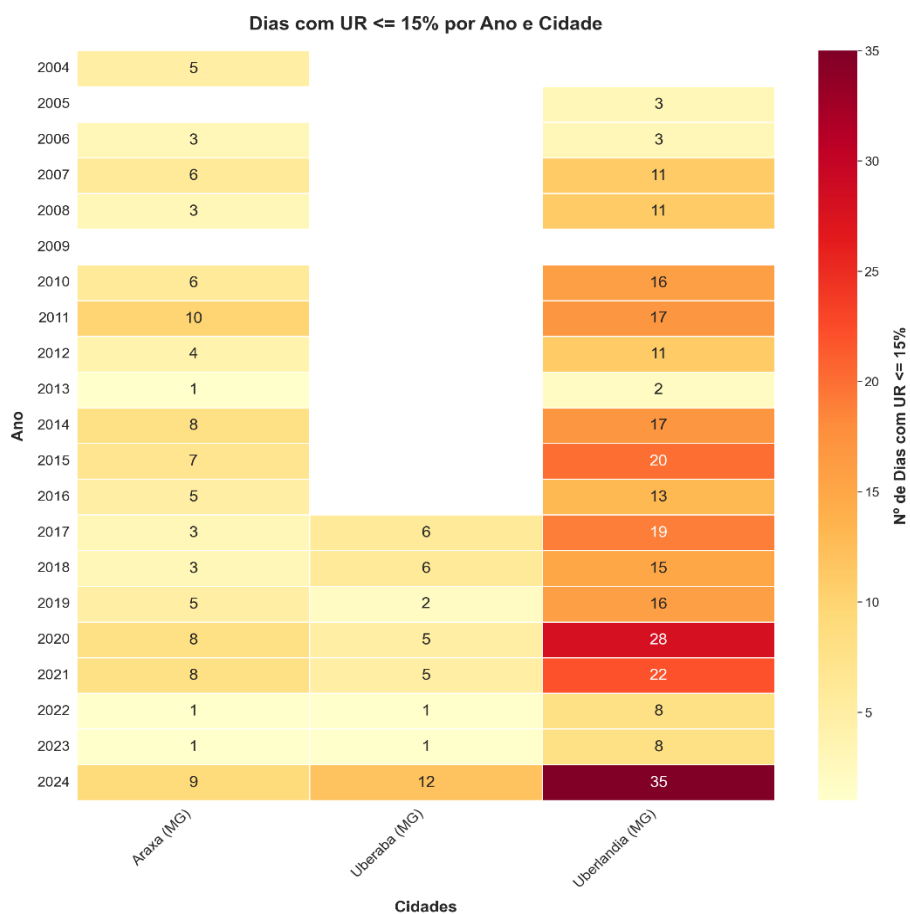


Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

No limiar mais restritivo, $UR \leq 15\%$, que caracteriza condições de extrema secura atmosférica, Uberlândia novamente se destacou, com valores entre 2 e 35 dias por ano, atingindo máximos em 2024, 2020 e 2021 (Figura 3). Esses valores contrastam de forma significativa com o início da série, quando os registros não ultrapassavam 11 dias anuais, evidenciando clara tendência

de agravamento. Araxá, por contraste, apresentou entre 1 e 10 dias por ano, com picos em 2011 e 2024, constituindo o extremo oposto de menor exposição entre os dois municípios de análise principal. Como dado adicional, Uberaba variou entre 0 e 12 dias no período disponível (2017–2024); a ausência de dados anteriores a 2017 impede a caracterização da tendência de longo prazo nessa localidade.

Figura 3 - Número de dias com umidade relativa ≤ 15% por ano e cidade no Triângulo Mineiro (2004-2024). Cores mais escuras indicam maior frequência de eventos extremos.



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Adicionalmente, a comparação entre Araxá e Uberlândia evidencia heterogeneidade espacial expressiva mesmo em escala regional reduzida. Uberlândia apresenta consistentemente maior número de dias com baixa umidade em todos os limiares analisados, contrastando com Araxá, que registrou os menores valores. Essa diferenciação pode estar associada a fatores como altitude, Araxá situa-se a 1.003 m, significativamente acima dos 863 m de Uberlândia, características do uso e cobertura do solo urbano e periurbano, e posição geográfica em relação aos sistemas de circulação atmosférica regionais (LIMA, 2013). Os dados de Uberaba, disponíveis apenas para 2017–2024, sugerem padrão intermediário; contudo, a série restrita impede afirmações conclusivas sobre sua posição na hierarquia espacial de longo prazo.

Implicações para a saúde pública

A ocorrência de dias com UR \leq 15% são particularmente preocupantes. Nessas condições, a capacidade de retenção de umidade pelas mucosas respiratórias é severamente comprometida, aumentando a suscetibilidade a infecções respiratórias e exacerbando condições pré-existentes como asma e doença pulmonar obstrutiva crônica (DERBY *et al.*, 2017; FREITAS *et al.*, 2022). A baixa umidade favorece a suspensão e permanência de material particulado na atmosfera, potencializando os efeitos adversos da poluição do ar (RODRIGUES *et al.*, 2017).

Estudos epidemiológicos demonstram associação entre episódios de baixa UR e aumento das internações hospitalares por doenças respiratórias, especialmente entre crianças e idosos (FREITAS *et al.*, 2022). A interação entre baixa umidade e poluição atmosférica eleva significativamente o risco de óbitos por doenças cardiovasculares e respiratórias (RODRIGUES *et al.*, 2017).

Nesse contexto, a elevada frequência de dias com UR \leq 25% em Araxá e Uberlândia, sobretudo nesta última (até 108 dias em 2021), representa exposição prolongada da população a condições de desconforto térmico e risco à saúde. Considerando que Uberlândia possui população superior a 700.000 habitantes, o contingente de pessoas potencialmente afetadas é expressivo, evidenciando a necessidade de ações preventivas. Recomenda-se a implementação de sistemas de monitoramento e alerta integrados às estruturas de vigilância em saúde, contemplando divulgação

de orientações sobre hidratação adequada, uso de umidificadores e restrição de atividades físicas intensas ao ar livre para grupos vulneráveis (DERBY *et al.*, 2017; FREITAS *et al.*, 2022).

Implicações ambientais

A redução da umidade relativa está diretamente associada ao aumento do risco de incêndios florestais, fenômeno intensificado no Cerrado nas últimas décadas (BEZERRA *et al.*, 2025). A combinação de baixa umidade, temperaturas elevadas e alto déficit de pressão de vapor cria condições atmosféricas favoráveis à ignição e rápida propagação de incêndios. Dias com UR \leq 20% são classificados como de risco muito alto, enquanto valores inferiores a 15% caracterizam risco extremo (BEZERRA *et al.*, 2025). Uberlândia registrou até 55 dias com UR \leq 20% em 2024, período marcado por risco ambiental elevado.

Adicionalmente, a redução da UR interfere em processos ecofisiológicos da vegetação do Cerrado. O aumento do VPD e a diminuição da deposição de orvalho comprometem a disponibilidade hídrica das plantas durante a estação seca, fase crítica para diversas espécies nativas (HOFMANN *et al.*, 2021). O orvalho constitui importante fonte complementar de água nesse período, e sua redução pode intensificar o estresse hídrico, afetando crescimento, reprodução e sobrevivência da vegetação (HOFMANN *et al.*, 2021).

Contexto regional e mudanças climáticas no Cerrado

As tendências de aridificação identificadas são coerentes com projeções de mudanças climáticas para o Cerrado, que indicam elevação das temperaturas, redução da precipitação e intensificação da estação seca ao longo do século XXI (HOFMANN *et al.*, 2021; HOFMANN *et al.*, 2023). O Cerrado vem apresentando aquecimento médio próximo de 0,8 °C nas últimas décadas, associado à redução da umidade relativa média (HOFMANN *et al.*, 2021). Análises de séries temporais indicam aumento do VPD próximo a 15% em algumas áreas, indicador direto da demanda evaporativa da atmosfera que apresenta relação inversa com a UR (HOFMANN *et al.*, 2023).

Investigações específicas sobre o Triângulo Mineiro confirmam mudanças climáticas regionais: aumento das temperaturas, alterações pluviométricas e modificações na duração e intensidade da estação seca (SANCHES *et al.*, 2017; BOLDRIN *et al.*, 2025). Análises baseadas no

índice de umidade de Thornthwaite apontam tendência de redução da disponibilidade hídrica na região, com implicações para agricultura e gestão dos recursos hídricos (FILHO *et al.*, 2025).

Por fim, a heterogeneidade climática interna do Cerrado, marcada pela existência de sub-regiões com distintos graus de sazonalidade e aridez, sugere que as respostas às mudanças climáticas não ocorrem de forma homogênea (CATTELAN *et al.*, 2024). O Triângulo Mineiro, situado na porção leste do bioma, caracteriza-se por elevada sazonalidade climática e déficit hídrico acentuado durante a estação seca, condição que tende a ampliar sua vulnerabilidade frente à intensificação dos eventos extremos de baixa umidade. Soma-se a esse quadro a expressiva expansão da agricultura mecanizada nas últimas décadas, associada à conversão de áreas de vegetação nativa em cultivos agrícolas e pastagens, processo que altera o balanço de energia e de água da superfície e repercute sobre a temperatura do ar, a umidade relativa e os regimes de precipitação em escala local e regional (LIMA, 2013; BOLDRIN *et al.*, 2025).

Considerações finais

A análise da variabilidade temporal da umidade relativa do ar em Araxá e Uberlândia ao longo de 21 anos (2004–2024) revelou aumento significativo na frequência de eventos extremos de baixa umidade, especialmente nos anos de 2020, 2021 e 2024. Uberlândia destacou-se como a cidade mais vulnerável, registrando até 108 dias com $UR \leq 25\%$ em 2021 e 35 dias com $UR \leq 15\%$ em 2024, contrastando com Araxá, que apresentou menor intensidade em todos os limiares e constitui o outro polo de análise em termos populacionais e de exposição. Dados de Uberaba para o período 2017–2024 foram incorporados de forma complementar; a impossibilidade de acessar registros que atendessem aos critérios de qualidade anteriores a 2017 nessa localidade limitou comparações de longo prazo, mas os resultados disponíveis são consistentes com os padrões regionais identificados.

As tendências identificadas são coerentes com estudos recentes sobre mudanças climáticas no Cerrado, que documentam aumento de temperatura, elevação do déficit de pressão de vapor e redução da umidade relativa média no bioma (HOFMANN *et al.*, 2021; HOFMANN *et al.*, 2023). A heterogeneidade espacial observada, mesmo em escala regional reduzida, sugere influência de fatores locais como altitude, uso do solo e posição geográfica.

Os resultados têm implicações diretas para a saúde pública, com aumento do risco de doenças respiratórias e cardiovasculares, e para o meio ambiente, com intensificação do risco de incêndios florestais e estresse hídrico da vegetação nativa. Recomenda-se a implementação de sistemas de monitoramento e alerta de baixa umidade integrados às políticas de saúde pública e gestão ambiental. Esses sistemas devem incluir divulgação de informações à população, especialmente para grupos vulneráveis, e medidas preventivas para redução do risco de incêndios durante períodos críticos.

Estudos futuros devem investigar os mecanismos físicos responsáveis pelas diferenças observadas entre Araxá, Uberlândia e Uberaba, incluindo análises de circulação atmosférica local, influência de corpos d'água e efeitos do uso do solo urbano e periurbano. Análises de projeções climáticas futuras são necessárias para avaliar a evolução esperada dos eventos extremos de baixa umidade nas próximas décadas, subsidiando planejamento de longo prazo e políticas de adaptação.

Por fim, este estudo contribui para o conhecimento sobre variabilidade climática no Cerrado e evidencia a necessidade de ações integradas de monitoramento, pesquisa e gestão para enfrentamento dos desafios impostos pelas mudanças climáticas no Triângulo Mineiro.

Agradecimentos (opcional)

À Universidade Federal de Jataí (UFJ), à Prefeitura Universitária (PREUNI/UFJ), ao Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGGeo/UFJ), pelo suporte institucional, acadêmico e científico. Além disso, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo fomento concedido na forma de bolsa de Mestrado.

Referências

- BEZERRA, B. G. *et al.* Climate Extremes and Fire Behavior in the Brazilian Cerrado: A Multi-Years Assessment (2012–2023). *Earth Systems and Environment*, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1007/s41748-025-00809-6>
- BOLDRIN, R. S. *et al.* Remote Observation of the Impacts of Land Use on Rainfall Variability in the Triângulo Mineiro (Brazilian Cerrado Region). *Remote Sensing*, v. 17, n. 16, 2866, 2025. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs17162866>

- CATTELAN, V. *et al.* Mapping Climatic Regions of the Cerrado: General Patterns and Future Change. *International Journal of Climatology*, v. 44, n. 16, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1002/joc.8670>
- DERBY, M. M. *et al.* Update of the scientific evidence for specifying lower limit relative humidity levels for comfort, health, and indoor environmental quality in occupied spaces (RP-1630). *Science and Technology for the Built Environment*, v. 23, n. 1, p. 30-45, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1080/23744731.2016.1206430>
- FILHO, J. A. F. *et al.* Thornthwaite Moisture Index for the Triângulo Mineiro, Brazilian Cerrado Region, Under Climate Change. *Revista Sociedade & Natureza*, v. 37, 2025. DOI: <https://doi.org/10.14393/sn-v37-2025-73957>
- FREITAS, M. A. V. *et al.* Análise da inter-relação entre a sazonalidade climática e as doenças respiratórias. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 13, e35069, 2022. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i13.35069>
- HOFMANN, G. S. *et al.* The Brazilian Cerrado is becoming hotter and drier. *Global Change Biology*, v. 27, n. 17, p. 4060-4073, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1111/GCB.15712>
- HOFMANN, G. S. *et al.* Changes in atmospheric circulation and evapotranspiration are reducing rainfall in the Brazilian Cerrado. *Scientific Reports*, v. 13, 11428, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-023-38174-x>
- LAVIANA, J. E. *et al.* Dry Environments: The Influence of Low Humidity on Comfort and Health. *Proceedings of the Human Factors Society Annual Meeting*, v. 31, n. 10, p. 1005-1009, 1987. DOI: <https://doi.org/10.1177/154193128703101005>
- LIMA, A. M. M. *Relação clima e vegetação na área das bacias das usinas hidrelétricas de Barra dos Coqueiros e Caçu-GO.* 2013.
- MARENGO, J. A. *et al.* Increased climate pressure on the agricultural frontier in the Eastern Amazonia–Cerrado transition zone. *Scientific Reports*, v. 12, 457, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-04241-4>
- QUEIROZ, A. P. *et al.* Extremos termo-higrométricos e óbitos por doenças respiratórias em Paracatu-MG. *Revista Ponto de Vista*, v. 11, n. 2, 2023. DOI: <https://doi.org/10.47328/rpv.v11i2.14773>
- RODRIGUES, P. C. O. *et al.* Climatic variability and morbidity and mortality associated with particulate matter. *Revista de Saúde Pública*, v. 51, 91, 2017. DOI: <https://doi.org/10.11606/S1518-8787.2017051006952>
- ROLDÃO, A. F. *et al.* Caracterização e duração das estações seca e chuvosa no triângulo mineiro – MG. 2012.
- SANCHES, F. *et al.* Climate change in the Triângulo Mineiro region – Brazil. *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 21, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5380/ABCLIMA.V21I0.51867>