

INFLUÊNCIA DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO CERRADO BRASILEIRO

Influence of Climate Change on the Brazilian Cerrado

Autor: Claudinei Alves de Ávila¹

Orientador: Maurício José Alves Bolzam²

RESUMO

Neste estudo, analisaram tendências climáticas (2004–2024) em doze cidades do Cerrado brasileiro, com dados do INMET. Avaliaram alterações em temperaturas extremas e índices de precipitação (RX1day, SDII, total anual). Os achados indicaram aquecimento e mudanças heterogêneas nos padrões de chuva, associados a fatores regionais e ao ENSO. Concluíram ser urgente a adoção de políticas adaptativas para a resiliência do bioma.

Palavras-chave: Mudanças Climáticas; Cerrado; Antropoceno.

INTRODUÇÃO

As Mudanças Climáticas Globais (MCG), intensificadas pela emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE) como CO₂, CH₄ e N₂O desde a era industrial, representam um desafio premente (Pellegrino et al., 2007). O estudo de seus efeitos é crucial para o Brasil, dada a vulnerabilidade da agricultura e dos ecossistemas florestais. Pesquisas anteriores, utilizando cenários do IPCC, já indicavam riscos como a desertificação no Nordeste e a "savanização" da Amazônia (Nobre, 2005; Nobre et al., 2005). No Cerrado, segundo maior bioma brasileiro, conhecido por sua biodiversidade e importância hídrica, os impactos podem ser igualmente severos, afetando diretamente a segurança alimentar e hídrica regional e nacional.

A percepção social sobre as MCG é crescente, como demonstrado por Giulio et al. (2019) no estado de São Paulo, onde a maioria dos entrevistados já reconhece a presença do fenômeno em seus municípios. Contudo, persiste uma lacuna entre essa percepção e a implementação de ações concretas pelo poder público local para mitigação e adaptação. Este

¹ Universidade Federal de Jataí (UFJ), claudinei.avila@ufj.edu.br

² Universidade Federal de Jataí (UFJ), mauricio_bolzam@ufj.edu.br

trabalho busca contribuir para preencher essa lacuna, analisando dados meteorológicos recentes de cidades inseridas no Cerrado, a fim de identificar tendências e possíveis consequências das mudanças climáticas neste bioma vital, alinhando-se à discussão sobre as transformações socioespaciais e ambientais propostas pelo XVII EREGEIO.

METODOLOGIA

Para investigar possíveis consequências das alterações climáticas no Cerrado, foram coletadas informações meteorológicas diárias de temperatura do ar (máxima e mínima), umidade relativa e precipitação do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) através de seu portal de dados históricos (<https://portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos>). O período de avaliação compreendeu aproximadamente 21 anos, de 2004 a 2024, visando obter séries temporais robustas para análise estatística.

A seleção das estações meteorológicas baseou-se em critérios de qualidade, exigindo menos de 25% de dados faltantes nas variáveis principais (temperatura e precipitação). Das estações inicialmente consideradas dentro do bioma, apenas 12 foram selecionadas devido a problemas técnicos recorrentes em muitas unidades, resultando em uma concentração de estações na porção sul e leste do Cerrado (incluindo cidades como Araxá - MG, Belo Horizonte - MG, Brasília - DF, Campo Grande - MS, Catalão - GO, Divinópolis - MG, Goiânia - GO, Jataí - GO, Marília - SP, Montes Claros - MG, Uberaba - MG e Uberlândia - MG). A ausência de estações representativas da porção norte do bioma é uma limitação reconhecida, decorrente da qualidade dos dados disponíveis.

A análise consistiu na derivação de séries temporais anuais para diferentes indicadores: a maior temperatura mínima anual (indicativo das noites mais quentes), a menor temperatura máxima anual (indicativo dos dias mais frios), a maior precipitação diária anual (índice RX1day, conforme ETCCDI), a precipitação total anual e o índice simples de intensidade diária de precipitação (SDII). Adicionalmente, analisou-se a temperatura máxima absoluta anual (TXx).

Para identificar tendências ao longo do período, foram aplicadas análises de regressão linear e avaliação qualitativa das séries temporais. Além disso, utilizaram-se ferramentas de análise espectral, como a Transformada de Fourier, que permite decompor uma série temporal em componentes de frequência, identificando ciclos periódicos predominantes ao longo do tempo. Contudo, essa técnica assume que os padrões de frequência são estáticos ao longo do tempo.

Para contornar essa limitação, foi utilizada também a Transformada Wavelet, que permite analisar a frequência de um sinal ao longo do tempo de forma localizada. Diferente da Transformada de Fourier, que fornece uma visão global das frequências, a Wavelet possibilita detectar variações sazonais e interanuais que ocorrem em momentos específicos da série, sendo particularmente eficaz na investigação de fenômenos climáticos como o El Niño e a La Niña (ENSO), cujas periodicidades são dinâmicas e irregulares. Os achados quantitativos dessas análises ampliaram a compreensão da variabilidade interanual presente nas séries temporais, oferecendo subsídios relevantes para a interpretação das oscilações climáticas observadas no bioma.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise das séries temporais revelou tendências climáticas distintas e heterogêneas entre as cidades estudadas no Cerrado durante o período 2004-2024. Quanto às temperaturas, observou-se uma tendência de elevação da maior temperatura mínima anual (noites mais quentes) em municípios como Araxá, Belo Horizonte, Brasília, Catalão e Divinópolis. Em contraste, Campo Grande, Montes Claros, Uberaba e Uberlândia mostraram maior estabilidade ou leve incremento neste indicador. Já Goiânia, Jataí e Marília exibiram variações pouco expressivas. Estes achados sugerem um aquecimento noturno em partes significativas do Cerrado analisado.

Em relação à menor temperatura máxima anual (dias mais frios), os resultados foram mais variados. Municípios como Araxá, Brasília, Campo Grande, Marília e Montes Claros mostraram tendência de aumento, indicando dias menos frios. Contudo, Catalão, Divinópolis, Jataí e Uberlândia apresentaram tendência de redução, sugerindo a ocorrência de dias mais frios, o que pode estar ligado a fatores locais ou dinâmicas atmosféricas regionais específicas que merecem investigação aprofundada. Belo Horizonte, Goiânia e Uberaba mostraram relativa estabilidade. A análise do índice TXx (temperatura máxima absoluta anual) corroborou a tendência de aquecimento, com elevações significativas, especialmente após 2015, em Belo Horizonte, Montes Claros, Uberaba e Uberlândia fortemente associadas a Ilhas de Calor Urbanas (ICU) e ao avanço de monoculturas (Amorim, 2020).

No que tange à precipitação, a análise da maior precipitação diária anual (RX1day) mostrou tendência clara de aumento em Divinópolis, Jataí, Montes Claros e Uberlândia, com destaque para as duas primeiras. Este aumento em eventos extremos de chuva, coincidindo com períodos de La Niña (2011-2012, 2021-2023), pode estar associado à expansão agrícola irrigada e desmatamento (Lapola et al., 2020; Pereira et al., 2018). Em contraste, Belo Horizonte, Campo Grande e Uberaba apresentaram tendência de redução nos eventos de chuva extrema, potencialmente ligada à degradação de pastagens e compactação do solo (Strassburg et al., 2017). Araxá (MG) e Brasília (DF) mantiveram estabilidade relativa.

O índice SDII (intensidade diária média de precipitação) mostrou tendência de aumento, principalmente após 2015, em cidades como Uberaba, Uberlândia, Montes Claros e Divinópolis. A variabilidade interanual destes índices de precipitação mostrou associação com ciclos de curta e média duração (4-6 anos), correspondentes aos fenômenos ENSO, reforçando a interação entre fatores globais e regionais. A precipitação total anual também variou: aumento significativo em Catalão, Divinópolis, Marília e Uberlândia, possivelmente ligado à agricultura irrigada; redução clara em Araxá, Belo Horizonte e Campo Grande, sinalizando cenários mais secos talvez devido à urbanização ou alterações na circulação atmosférica; e estabilidade relativa com alta variabilidade interanual em Brasília, Goiânia, Jataí, Montes Claros e Uberaba.

Esses resultados mistos destacam a complexidade das mudanças climáticas no Cerrado, onde fatores antrópicos regionais modulam os sinais climáticos globais. A urbanização (Amorim, 2020), a expansão de monoculturas (Lapola et al., 2020; Spera et al., 2016), a mineração (Araxá, Catalão) e a pecuária em pastagens degradadas (Campo Grande, Uberaba) (Strassburg et al., 2017; Ribeiro et al., 2019) emergem como drivers importantes das alterações observadas nos regimes térmico e hídrico locais, intensificando ou modificando os extremos climáticos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo evidencia alterações climáticas marcantes e espacialmente heterogêneas no Cerrado brasileiro entre 2004 e 2024, com tendências de aquecimento em algumas localidades e alterações significativas no regime de chuva (intensidade, extremos e total anual) em outras. As dinâmicas observadas resultam de uma complexa interação entre fenômenos climáticos globais, como o ENSO, e pressões antrópicas regionais, incluindo urbanização acelerada, agricultura intensiva, desmatamento e mineração. Essas interações parecem intensificar a frequência e a magnitude de eventos extremos de temperatura e precipitação em diversas áreas do bioma.

Diante deste cenário, torna-se urgente a adoção de políticas públicas regionais e locais que integrem estratégias de mitigação e adaptação. Recomenda-se o fortalecimento do planejamento urbano sustentável, a proteção e recuperação de áreas de vegetação nativa, o manejo adequado de bacias hidrográficas e o incentivo a práticas agrícolas de baixo impacto. O monitoramento climático contínuo, com metodologias robustas, é essencial para embasar decisões estratégicas e garantir a resiliência do Cerrado frente à crescente flutuação climática. A implementação dessas medidas é fundamental para a manutenção da biodiversidade, da segurança hídrica e alimentar, e da qualidade de vida das populações que dependem deste ecossistema crucial para o Brasil.

REFERÊNCIAS

- AMORIM, M. C. C. T. Ilhas de calor urbanas e mudanças climáticas: desafios para o planejamento urbano no Brasil. *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 26, 2020. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/65136>. Acesso em: 3 abr. 2025.
- GIULIO, G. M. D.; TORRES, R. R.; VASCONCELLOS, M. P.; BRAGA, D. R. G. C.; MANCINI, R. M.; LEMOS, M. C. Eventos extremos, mudanças climáticas e adaptação no Estado de São Paulo. *Ambiente & Sociedade*, v. 22, e001581, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/VjXMK84V3n7w88hGWT3Bxrx/?lang=pt>. Acesso em: 3 abr. 2025.
- LAPOLA, D. M.; PIMENTA, L. P.; BRANQUINHO, C.; SAMPAIO, G. Land-use change in the Cerrado: simulating impacts on ecosystem services and biodiversity under climate change. *Global Change Biology*, v. 26, n. 10, p. 5874-5891, 2020. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/gcb.15232>. Acesso em: 3 abr. 2025.
- NOBRE, C. A. Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima. In: NÚCLEO DE ASSUNTOS ESTRATÉGICOS DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA (Brasil). *Mudança do clima*. Brasília: NAE/PR, Secretaria de Comunicação do Governo e Gestão Estratégica, 2005. v. 1. (Cadernos NAE, n. 3).
- NOBRE, C. A.; ASSAD, E. D.; OYAMA, M. D. Mudança ambiental no Brasil: o impacto do aquecimento global nos ecossistemas da Amazônia e na agricultura. *Scientific American Brasil*, n. 12, set. 2005. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/292746960_impacto_do_aquecimento_global_nos_ecossistemas_brasileiros_e_na_agricultura. Acesso em: 3 abr. 2025.

PELLEGRINO, G. Q.; ASSAD, E. D.; MARIN, F. R. Mudanças climáticas globais e a agricultura no Brasil. Revista Multiciência, n. 8, maio 2007. Disponível em:
<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/158440/1/CAPITULO-5-FRAN-final.pdf>.
Acesso em: 3 abr. 2025.