



AValiação DO CLIMA EM POÇOS DE CALDAS - MG: Tendências e mudanças climáticas

Carlos Miguel Batista¹
Lucas Eduardo de Oliveira Aparecido²
João Victor de Santana Sanches³
Claudimir Silva Santos⁴

Resumo

Este trabalho avaliou o clima de Poços de Caldas (MG) para identificar possíveis anomalias e mudanças climáticas, utilizando dados da NASA POWER (1981-2023). Foram analisados precipitação pluviométrica, temperatura máxima e mínima do ar. A análise de regressão indicou redução significativa na precipitação e aumento expressivo na temperatura mínima. As análises foram realizadas no Excel, com a métrica de desvio padrão para identificar anomalias climáticas.

Palavras-chave: IPCC; Anomalias Climáticas; Modelagem Climática; BigData.

¹Carlos Miguel Batista; Graduando em Engenharia Agrônômica; IFSULDEMINAS - Campus Muzambinho; cm98467@gmail.com.

²Lucas Eduardo de Oliveira Aparecido; Professor federal; Engenharia Agrícola; lucas.aparecido@ifsuldeminas.edu.br.

³João Victor de Santana Sanches; Graduando em Engenharia Agrônômica; IFSULDEMINAS - Campus Muzambinho; joaovictordesantanasanches@gmail.com.

⁴ Claudimir Silva Santos; Professor federal; Ciências Agrárias; claudimirsilvasantos@gmail.com.



INTRODUÇÃO

A Climatologia, baseada em Meteorologia, estuda as especificações atmosféricas e suas condições físicas. O clima refere-se à sucessão habitual dos estados da atmosfera, enquanto o tempo corresponde a cada estado isolado (ZAVATTINI, 2000; SORRE, 1943). Na América do Sul, o clima é fortemente influenciado pela temperatura do mar e pelas oscilações dos oceanos Pacífico e Atlântico, afetando o regime de chuvas e o ciclo hidrológico (GRIMM; ZILLI, 2009). A vegetação também tem papel fundamental nas características climáticas, alterando fluxos de água e calor. O desmatamento agrava as mudanças climáticas e o equilíbrio regional (CHRISTOFOLETTI, 1995).

No Brasil, o clima é crucial para a produtividade agrícola, especialmente em sistemas de segurança. A previsão e o monitoramento das condições climáticas são essenciais para a manutenção da produção de grãos (CEPEA, 2017). As mudanças climáticas intensificam os estresses abióticos, como as secas, além de agravar os problemas fitossanitários, com o aumento de pragas e doenças, ameaçando a sustentabilidade da agricultura (CUADRA et al., 2018).

O manejo sustentável da terra, com práticas como plantio direto, contribui para mitigar os impactos climáticos, melhorando a retenção de carbono e redução de emissões de gases de efeito estufa (CARVALHO et al., 2010). Culturas como o café são altamente sensíveis às variações climáticas, tornando o zoneamento agroclimático essencial para garantir a produção (APARECIDO; ROLIM; SOUZA, 2015; CAMARGO, 2010). As atividades humanas, como a queima de combustíveis fósseis, têm acelerado as mudanças climáticas, reforçando a necessidade de medidas mitigadoras (MCTI, 2016).

Em cenários futuros, espera-se que o aumento das temperaturas e a maior duração das estações secas, exacerbadas pelo fenômeno El Niño e pelas anomalias da temperatura do Atlântico, aumentem a frequência de estiagens severas e incêndios, comprometendo a integridade de biomas brasileiros, em particular os florestais. Essas mudanças representam uma ameaça direta à biodiversidade e à sustentabilidade ambiental do país (MARENGO et al., 2009). Dessa forma, o objetivo deste estudo foi verificar o clima do município de Poços de Caldas - MG, com o intuito de identificar possíveis anomalias e evidências de mudanças climáticas.



METODOLOGIA

A localidade em que estamos trabalhando é na cidade de Poços de Caldas - MG. A coordenada geográfica da localidade é latitude: 21° 47' 18" sul, longitude: 46° 33' 45" oeste, situado a 1 210 metros de altitude. Poços de Caldas destaca-se como um importante destino turístico, atraindo visitantes devido às suas fontes termais, parques, e paisagens montanhosas. A combinação de seu patrimônio natural e histórico torna a cidade uma localidade singular (Figura 1).



Figura 01: Mapa de localização da cidade de Poços de Caldas - MG. Fonte: BATISTA, 2024.

Foram utilizados dados climáticos da NASA POWER, o seu acesso é livre (<https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>). Os elementos climáticos utilizados foram: precipitação pluviométrica (mm), temperatura do ar máxima ©, temperatura do ar mínima © no período de 02/01/1981 até 31/12/2023. Os dados foram baixados em escala diária e foram transformados para a escala anual usando o software Excel.

Para verificar se houve tendências de aumento ou redução climática, verificou-se o coeficiente angular da regressão angular. Por exemplo, quando o coeficiente angular é negativo, verificou-se que está ocorrendo tendência de queda da variável climática ao longo dos anos. Para verificar se houve anomalias climáticas utilizou-se da métrica do desvio padrão. Considerou-se que o valor climático foi acima de 2 desvios padrões.



$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2}{n}}$$

Onde:

$\sum_{i=1}^n$ = Somatório do primeiro (i = 1) ao enésimo termo (n)

x_i = representa cada valor individual no conjunto de dados

μ = é a média da população

n = número total de valores na amostra

Fórmula 1: Desvio padrão. Fonte: MAKERZINE.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O gráfico mostra a variação da precipitação anual (mm) em Poços de Caldas de 1981 a 2023. A linha central amarela indica a média anual, enquanto as linhas azul e vermelha representam o desvio padrão, delimitando os limites superior e inferior (Figura 2). Observa-se uma redução na média de precipitação ao longo do tempo, com maior variabilidade nas décadas iniciais, particularmente na de 1980. A partir dos anos 2000, a variação é menos acentuada, sugerindo uma tendência de menor variabilidade climática. Esse comportamento sugere que, ao longo das últimas décadas, Poços de Caldas tem enfrentado uma tendência de redução na média anual de chuvas, com uma menor variabilidade recente em comparação aos primeiros anos analisados.



EXTREMOS CLIMÁTICOS: **IMPACTOS ATUAIS** E RISCOS FUTUROS

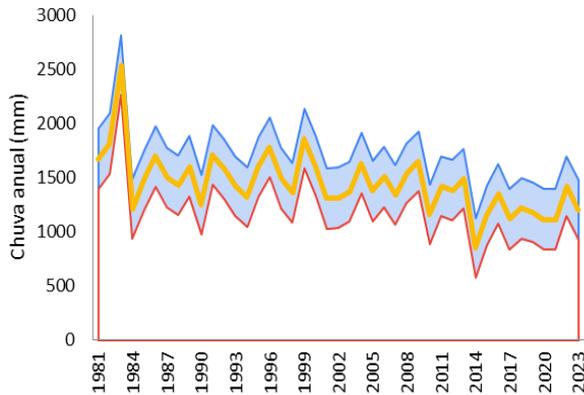
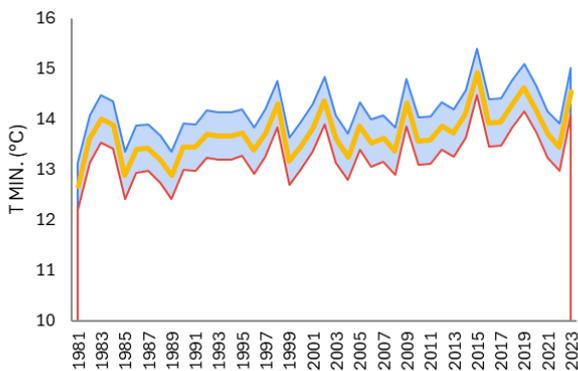


Figura 02: Variação do elemento climático chuva ao longo dos anos de 1981 a 2023 para a localidade de Poços de Caldas -MG.

O gráfico representa a variação da temperatura mínima anual (°C) para o mesmo período. A linha central amarela indica a média, e as áreas entre as linhas azul e vermelha ilustram a dispersão baseada no desvio padrão (Figura 3). Nota-se um leve aumento nas temperaturas mínimas médias ao longo das décadas, com maior variabilidade nos primeiros anos e maior dispersão, como indicado pelo desvio padrão maior, a partir da década de 1990, verifica-se que a média oscila em torno de valores mais altos. Isso sugere que, ao longo das últimas décadas, Poços de Caldas tem experimentado um aumento nas temperaturas mínimas médias, corroborando com a hipótese de mudanças climáticas na região, com os últimos anos apresentando temperaturas mínimas ligeiramente mais altas e uma variabilidade um pouco menor em comparação aos primeiros anos.





EXTREMOS CLIMÁTICOS: **IMPACTOS ATUAIS** E RISCOS FUTUROS

Figura 03: Variação do elemento climático temperatura mínima ao longo dos anos de 1981 a 2023 para a localidade de Poços de Caldas - MG.

A Figura 4 apresenta a variação da temperatura máxima anual (°C). A linha central preta indica a média, e as áreas entre as linhas azul e vermelha correspondem ao desvio padrão, demonstrando a dispersão em torno da média.. Há uma tendência de leve aumento na elevação das temperaturas máximas, com maior irregularidade na década de 1980 e picos mais acentuados após 2010, como em 2015 e 2020. A amplitude da variabilidade também aumentou nos anos mais recentes, reforçando a tendência de aquecimento das médias máximas de temperatura na região.

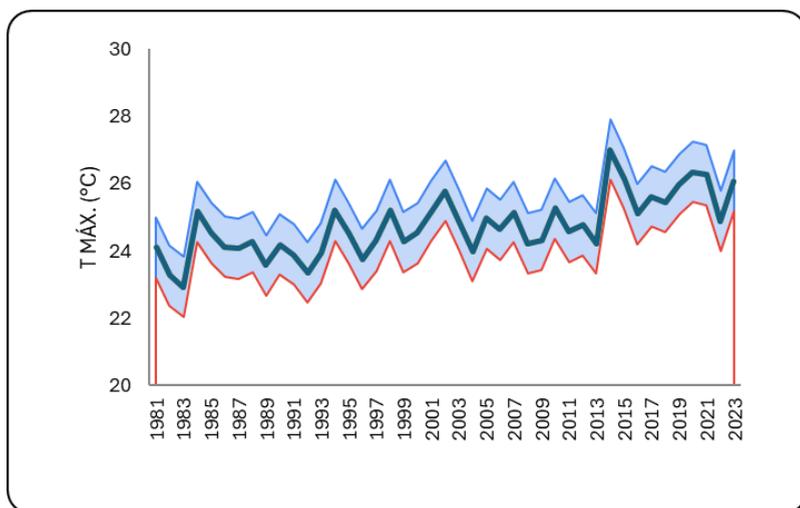


Figura 04: Variação do elemento climático temperatura máxima ao longo dos anos de 1981 a 2023 para a localidade de Poços de Caldas - MG.

Esses achados são consistentes com projeções de mudanças climáticas globais, que indicam um aumento nas temperaturas e possíveis alterações no regime de chuvas em diversas regiões. Para Poços de Caldas, esses padrões podem ter implicações significativas no setor agrícola, e além disso impactando diretamente na biodiversidade do meio ambiente e em outros aspectos socioeconômicos da região, reforçando a necessidade de estratégias de adaptação e mitigação para enfrentar as futuras condições climáticas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise das condições climáticas em Poços de Caldas entre 1981 e 2023 revelou padrões



EXTREMOS CLIMÁTICOS: **IMPACTOS ATUAIS** E RISCOS FUTUROS

importantes na precipitação e na temperatura. Observa-se uma tendência de redução da precipitação anual, enquanto as temperaturas mínimas e máximas apresentaram um nível crescente. Esses resultados indicam mudanças nos padrões climáticos da região, com aumento da variabilidade do estresse e do aquecimento gradual, especialmente das temperaturas máximas. Este estudo contribui para a compreensão das mudanças climáticas em Poços de Caldas e fornece uma base para futuros estudos e políticas de adaptação climática, com foco na agricultura, gestão de recursos hídricos e planejamento urbano.

REFERÊNCIAS

APARECIDO, L. E. O.; ROLIM, G. S.; SOUZA, P. S. Flowering and harvesting periods of macadamia walnut for areas of the southeastern coffee region. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 36, p. 165-173, 2014.

BATISTA, C. M. Mapa de Localização do Município de Poços de Caldas - MG, 2024.

BRASIL. MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO (MCTI). 3ª Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Brasília, 2016.

CAMARGO, M. B. P. de. The impact of climatic variability and climate change on arabic coffee crop in Brazil. *Bragantia*, Campinas, v. 69, p. 239-247, 2010.

CARVALHO, J. L. N.; et al. Potencial de sequestro de carbono em diferentes biomas do Brasil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 34, n. 2. Viçosa – MG, 2010.

CARVALHO, I. R.; et al. Demanda hídrica das culturas de interesse agrônômico. *Enciclopédia Biosfera*, v. 9, n. 17, 2013.

CEPEA - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. PIB Cadeias do Agronegócio. s.I, 1v, s.n.t, 2017.

CHRISTOFOLETTI, A. A geografia física no estudo das mudanças ambientais in *Geografia e Meio Ambiente no Brasil*, 334-345, São Paulo, HUCITEC, 1995.

CUADRA, S. V.; et al. Mudanças climáticas e a agropecuária brasileira. s.I, 1v, s.n.t, 2018.

GRIMM, A. M.; ZILLI, M. T. Interannual Variability and Seasonal Evolution of Summer Monsoon Rainfall in South America. *Journal of Climate*, v. 22, n. 9, p. 2257-2275, 2009.

MONTEIRO, C. A. de F. Análise rítmica em climatologia: problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho. *Série Climatologia 1*, São Paulo, USP/ Instituto de Geografia, 1971.



21º Congresso Nacional de
MEIO AMBIENTE

de Poços de Caldas
22 a 25 DE OUTUBRO | 2024

EXTREMOS CLIMÁTICOS: IMPACTOS ATUAIS E RISCOS FUTUROS

SORRE, M. Les fondements biologiques de la Géographie Humaine: essai d'une écologie de l'homme. Paris: Armand Colin, 1943. 440 p.

ZAVATTINI, J. A. O Paradigma da Análise Rítmica e a Climatologia Geográfica Brasileira. Revista Geografia, Rio Claro, v. 25, n. 3, p. 25-43, 2000.