

Detecção de tendência de veranico em Palmas, Tocantins.

Pedro Paulo Jácome Ribeiro¹

Roberta Araújo e Silva²

Girlene Figueiredo Maciel³

Vinicius Cirqueira do Santos⁴

Mudanças Climáticas

Resumo

O Cerrado é um bioma marcado por interrupções de suas precipitações em seu período chuvoso, os chamados veranicos, apesar do bioma apresentar consideráveis totais de precipitação anuais, essa interrupção pode levar a incêndios, perdas agrícolas, redução do nível dos rios entre outros aspectos. Estudos envolvendo os veranicos são importantes devido a abrangência de fatos que podem ser afetados com seu resultado, além da ausência de estudos sobre esse tema para Palmas, Tocantins. Com isso, foi analisado um período de 27 anos, as estações chuvosas de 1995 a 2021, que registrou um total de 232 eventos de veranico, classificados entre 19 classes, sendo as mais frequentes as classes V3, V4 e V5, com 104, 44 e 27 eventos de veranicos, respectivamente. Esses eventos mais frequentes foram submetidos ao Teste de Mann-Kendall para verificação de ocorrência de tendência, e as demais classes foram descartadas devido sua baixa frequência. O Teste constatou que as classes V3 e V5 possuem uma tendência positiva, levando ao aumento de frequência dessas classes.. Enquanto que, a classe V4 apresentou uma tendência negativa, ou seja, redução da frequência de eventos dessa classe.

Palavras-chave: Tendência; Dia seco; Precipitação.

¹Discente em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Tocantins, UFT.
pedro.jacome@mail.uft.edu.br

²Meteorologista do Laboratório de Meteorologia e Climatologia, Universidade Federal do Tocantins, UFT.
roberta.as@uft.edu.br

³Prof. Dr. Universidade Federal, do Tocantins – Campus Palmas, Unidade Acadêmica de Engenharia Ambiental. maciel@mail.uft.edu.br

⁴Discente em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Tocantins, UFT.
viniciuscirqueiraasus@gmail.com

Realização





INTRODUÇÃO

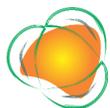
A maioria dos estudos sobre o regime de precipitação realizados no estado do Tocantins avaliaram os acumulados mensais e anuais de precipitação. Poucos estudos se debruçaram sobre a análise dos veranicos, que é o período de ausência de precipitação durante a estação chuvosa. A ausência de precipitação por longos períodos durante a estação chuvosa pode ocasionar perdas agrícolas, aumentar a ocorrência de queimadas, aumentar a demanda por irrigação para atender às necessidades agrícolas e, conseqüentemente, aumentar a pressão sobre os recursos hídricos da região.

Segundo Assad (1993) o bioma do cerrado está suscetível a períodos de interrupções na precipitação durante o período chuvoso, e que dependendo da localização há uma mudança na frequência e duração dos veranicos.

A cidade de Palmas, capital do estado do Tocantins, está no domínio do cerrado. Esse bioma apresenta precipitação anual considerável, mas má distribuída tanto ao longo do espaço quanto do tempo (ROLDÃO, 2020). A área onde foi implantada a cidade de Palmas passou por grandes mudanças em seus padrões biofísicos e socioeconômicos. Uma dessas inferências marcantes foi a substituição da vegetação nativa por um reservatório de água, com a implantação do lago da usina hidrelétrica Luiz Eduardo Magalhães no ano de 2001. Segundo Muller (1995) a presença de um reservatório de água, em região de clima seco, propiciará a elevação da evaporação. Silva et al. (2010) observaram irregularidade temporal da chuva, entre 1995-2010, dentro do período chuvoso de Palmas - TO. Silva et al. (2020) identificaram tendência de aumento da temperatura do ar máxima e mínima em Palmas – TO, sugeriram que esses resultados ocorreram por conta da maior retenção de energia na forma de calor sensível durante a noite, possivelmente devido a substituição da cobertura da superfície terrestre, dificultando a troca de energia entre a superfície e a atmosfera. O veranico é caracterizado por temperaturas máximas e mínimas elevadas, brilho solar intenso e pouca nebulosidade, ocasionando ausência de precipitação (MAGALHAES, 2019).

Assim, a investigação regional sobre a variabilidade temporal dos veranicos é um tema atual e relevante, principalmente na região em que a água é o insumo de

Realização



desenvolvimento. A análise acurada da frequência, comprimento (tamanho), e tendência de ocorrência de veranicos são informações necessárias aos tomadores de decisões, e devem ser incorporadas na gestão dos recursos por parte dos governos e da sociedade civil.

Objetiva-se com o trabalho verificar a tendência das diferentes classes de veranico para a cidade de Palmas - TO, no período chuvoso dos anos de 1995 a 2022.

METODOLOGIA

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E DADOS UTILIZADOS

O município de Palmas, capital do Estado do Tocantins, apresenta todo o seu território inserido no domínio Cerrado, uma área de 2.227,329 km² e população de 334.454 habitantes (IBGE, 2022). Apresenta Plano Diretor bem definido, situando-se entre o lago formado pelo reservatório da Usina Hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães e a Serra do Lajeado.

De acordo com classificação climática de koppen-Geiger, o clima na área de estudo é tropical úmido com estação seca (Aw), apresentando temperaturas elevadas e distribuição sazonal das precipitações pluviais bem caracterizadas com dois períodos um chuvoso e outro seco (TULLIO, 2019).

Realização



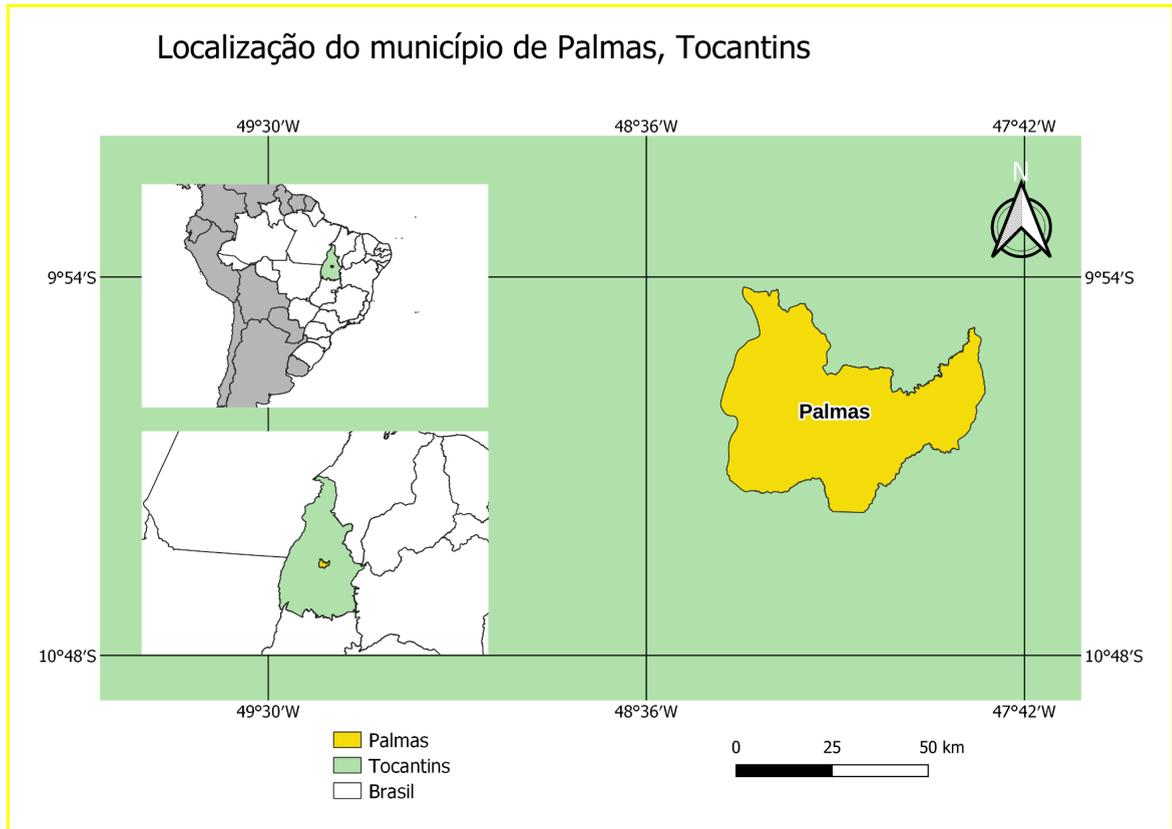


Figura 1: Mapa da localização do município de Palmas, Tocantins.

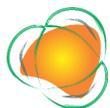
Fonte: os autores.

No trabalho foram utilizados dados diários de precipitação, referente à estação chuvosa de Palmas - TO, de 16 de novembro ao dia 09 de maio e com duração de 175, conforme Santos, Maciel e Silva (2023). Os dados são provenientes da estação meteorológica convencional do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), instalada no município de Palmas (Cód. 83033) nas coordenadas geográficas: 10°11'27,23" de latitude sul; 48°18'6,56" de longitude oeste, pertencem a uma série histórica de 27 anos, entre 1995 a 2022.

Através dos dois *softwares*: RStudio (versão 4.2.2), e o Microsoft Office Excel os dados coletados foram organizados, classificados e transformados em gráficos relacionando com a frequência de eventos de veranicos.

O trabalho adotou os mesmos critérios utilizados por Assad e Sano (1998) e

Realização



Soares e Nóbrega (2009), considerando-se como veranico o período de pelo menos três dias secos consecutivos sem chuva. Considerando-se como dia seco aquele que apresenta precipitação inferior a 1,0 mm (ASSAD e SANO, 1988), e como dia úmido aquele com precipitação superior a 1,0 mm. Dessa forma os eventos de veranicos foram classificados em função dos dias de duração, conforme mostra a Tabela 1

Tabela 1 – Classes de veranicos

| Classe | Quantidade de dias | Classe | Quantidade de dias |
|--------|--------------------|--------|--------------------|
| V3 | 3 | V13 | 13 |
| V4 | 4 | V14 | 14 |
| V5 | 5 | V15 | 15 |
| V6 | 6 | V16 | 16 |
| V7 | 7 | V17 | 17 |
| V8 | 8 | V18 | 18 |
| V9 | 9 | V19 | 19 |
| V10 | 10 | V20 | 20 |
| V11 | 11 | V21 | >20 |
| V12 | 12 | | |

Fonte: os autores.

TESTE DE MANN-KENDALL

O teste de Mann-Kendall (MK) é uma ferramenta estatística recomendada pela Organização Meteorológica Mundial (OMM) na avaliação de possíveis tendências em séries temporais de dados ambientais, no intuito de analisar possíveis mudanças climáticas (SILVA et al., 2010; COSTA et al., 2015).

O teste de Mann-Kendall é calculado pelas Equações (1) e (2)

$$S = \sum_{i < j} a_{ij} \quad (1)$$

de modo que:

Realização



$$a_{ij} = \text{sinal}(x_j - x_i) = \begin{cases} +1 & \text{se } x_i < x_j \\ 0 & \text{se } x_i = x_j \\ -1 & \text{se } x_i > x_j \end{cases} \quad (2)$$

em que: considerando a estatística S, é o somatório dos sinais (sinal) da diferença, par a par, de todos os valores da série (x_i) em relação aos valores em que a ele são futuros (x_j).

Quando $n \geq 10$, a variável S pode ser comparada com uma distribuição normal ($\mu = 0$ e $\sigma^2 = 1$), na qual a sua variância ($\text{Var}(S)$), pode ser obtida através da Equação (3):

$$\text{Var}(S) = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_{i=1}^q (t_p - 1)(2t_p + 5)}{18} \quad (3)$$

em que: t_p representa a quantidade de repetições de uma extensão i e q é o número de grupos contendo valores iguais na série de dados em um grupo p . O segundo termo representa um ajuste para dados censurados.

O teste estatístico não parametrizado de Mann-Kendall (Z_{MK}) é computado pela equação (4). A presença de uma tendência estatisticamente significativa é avaliada usando o valor de Z_{MK} . Um valor positivo de Z_{MK} indica um aumento da tendência, quando negativa indica uma tendência decrescente. Para testar a significância da tendência crescente ou decrescente no nível de significância de p , a hipótese nula é rejeitada se o valor absoluto de Z for maior que $Z(1-p/2)$, obtida da tabela da distribuição normal cumulativa padrão. Será adotado o nível de significância de $\alpha = 0,05$, que corresponde respectivamente a 5%, quando a hipótese nula de não tendência é rejeitada se $|Z| > 1,96$.

$$Z_{MK} = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\text{Var}(S)}}; & \text{se } S > 0 \\ 0; & \text{se } S = 0 \\ S+1 & \sim \end{cases} \quad (4)$$

Realização



RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir do período estudado, estações chuvosas dos anos de 1995 a 2021, a cidade de Palmas - TO registrou um total de 232 eventos de veranicos de todas as classes, as classes com maiores frequências foram V3, V4 e V5 apresentando respectivamente um total de 103 (44,40%), 44 (18,96%) e 27 (11,64%) eventos de veranicos, já as classes V18, V19 e V20 não apresentou nenhum evento como observado na Figura 2.

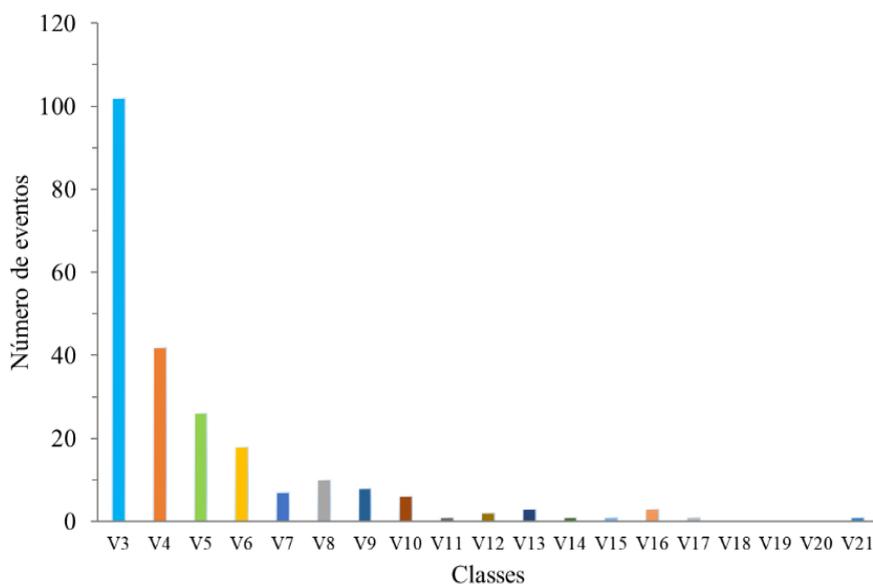


Figura 2: Número de eventos de veranicos por classe na estação chuvosa em Palmas (TO) de 1995 a 2021.

Fonte: os autores.

De acordo com a Figura 2 as classes V6 a V21 apresentou frequência inferior a 20 eventos em todo o período estudado, devido a essa baixa frequência apresentada por essas classes foi escolhida descartá-las do Teste de Mann-Kendall. Sendo assim as classes que serão submetidas ao teste são as classes V3, V4 e V5.

Realização

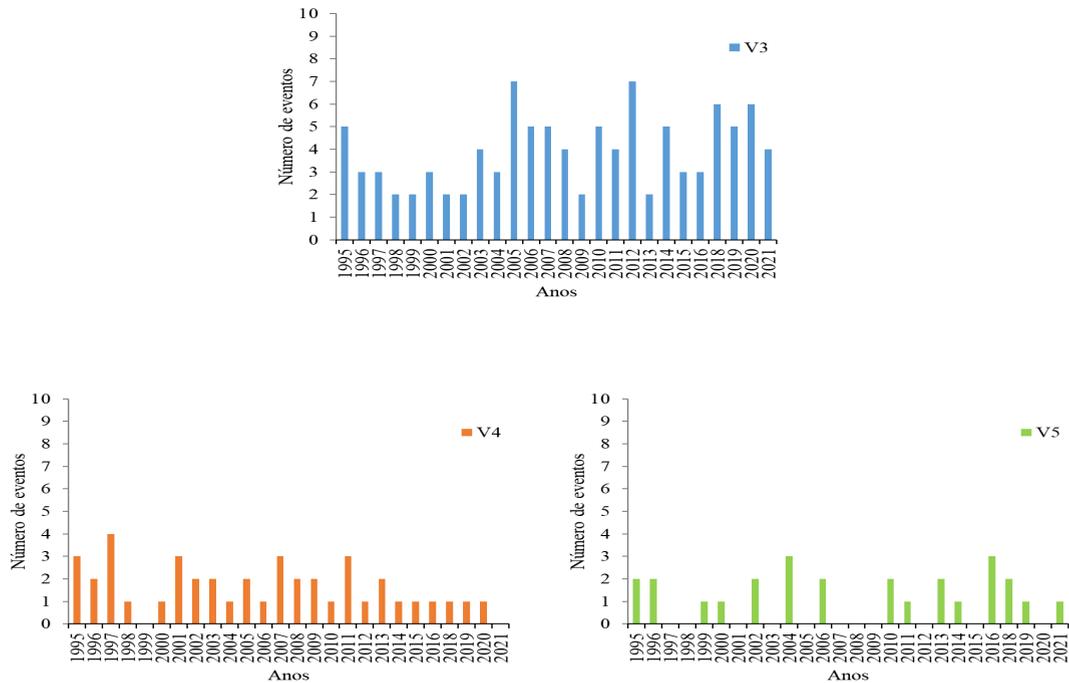


Figura 3: Variabilidade anual das classes de veranicos V3, V4 e V5 para o período de 1995 a 2021.

Fonte: os autores

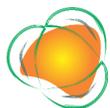
Na figura 3 observa-se a distribuição dos eventos das classes mais frequentes durante os anos do período estudado, observando a figura 2 junto com os resultados do teste de Mann-Kendall, apresentados na Tabela 2, temos que as classes V3 e V5 apresentaram uma tendência positiva, aumento na frequência de eventos, já a classe V4 apresentou uma tendência negativa, redução dos eventos. Porém nenhuma das classes apresentou significância estatística dentro dos parâmetros adotados pelo trabalho que adotou um nível de significância de 5%, a classe V3 que apresentou os melhores resultados chegou próximo, mas não alcançou a significância necessária, já as demais classes apresentaram um baixo grau de significância.

Tabela 2: Tendência da série histórica 1995-2021

| Classes dos veranicos | S (tendência) | Z _{MK} |
|-----------------------|---------------|-----------------|
|-----------------------|---------------|-----------------|

Realização





| | | |
|----|----------|-------|
| V3 | positiva | 1,73 |
| V4 | negativa | -0,04 |
| V5 | positiva | 0,17 |

*nível de significância de 5% (valor-p < 0,05)

De acordo com Marengo (2021) as secas, altas temperaturas e outros aspectos podem favorecer a ocorrência de incêndios, redução dos níveis dos rios e a diversos dados a biodiversidade, logo essa tendência de aumento dos veranicos V3 e V5, sendo os eventos de classe V3 os mais comuns para a cidade, podem acarretar uma série de problemas prejudicando tanto o meio quanto os seres vivos.

Junto com o aumento dos veranicos das classes V3 e V5, Santos (2023) observou uma redução na duração da estação chuvosa de Palmas, TO de 27 dias, além de uma redução de 14,5 mm por ano do total precipitado na estação chuvosa para o mesmo período estudado pelo trabalho, podendo intensificar os problemas causados pela seca e altas temperaturas.

Segundo Assis et al (2019) eventos extremos relacionados a precipitação podem afetar diretamente os recursos hídricos por mudar os padrões de precipitação tendo impacto direto no ciclo hidrológico, podendo ter diversos impactos no meio ambiente e conseqüentemente para a vida da população por isso tem uma importância conhecer como está se dando o comportamento da estação, sendo um desses aspectos o veranico.

CONCLUSÕES

Com os resultados obtidos, chegamos à conclusão que para os parâmetros conduzidos pela pesquisa as classes de veranico V3 e V5 apresentaram uma tendência positiva, aumento no número de veranicos, já a classe V4 mostrou uma tendência negativa, redução no número de eventos de veranico, as demais classes não tiveram um resultado devido a escolha de não submetê-las por conta de sua baixa frequência. Porém

Realização



nenhuma das classes submetidas, V3, V4 e V5, alcançaram a significância de 95% estabelecida pelo trabalho.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) da Universidade Federal do Tocantins (UFT) pela concessão de bolsa.

REFERÊNCIAS

- ASSAD, E., D.; SANO, E., E. **Sistema de Informações Geográficas - Aplicações na agricultura**. 20ed. Brasília, EMBRAPA. 1988. 434 p.
- ASSIS, J. M. O., SILVA, G. M. N., SOUZA, W. M. E SOBRAL, C. M. Análise dos períodos de estiagem e ocorrência de veranico no semiárido pernambucano, 30º congresso ABES 2019.
- CIRQUEIRA DOS SANTOS, V.; ARAÚJO E SILVA, R.; FIGUEIREDO MACIEL, G. avaliação de tendência do início, fim, duração e total de precipitação da estação chuvosa de palmas - to. **desafios** - Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins, [S. l.], v. 2, n. 1, 2023. DOI: 10.20873/pibic2022_10.
- COSTA, M. S. et al. Tendências observadas em extremos de precipitação sobre a região Semiárida do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 08, n. 05, p. 1321-1334, 2015.
- MAGALHÃES, Anderson J. et al. Veranicos no Brasil: Observações e Modelagens (CMIP5). **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 34, p. 597-626, 2020.
- MARENGO, J. A. et al. Extreme Drought in the Brazilian Pantanal in 2019–2020: Characterization, Causes, and Impacts. *Frontiers in Water*, v. 03, p. 13, 2021.
- MULLER, A. C. **hidrelétricas, meio ambiente e desenvolvimento**. São Paulo: McGraw-Hill Ltda 1995. 393p.
- ROLDÃO, Aline de Freitas. **Veranicos no estado do Tocantins e a cultura da soja**. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de pós-graduação em geografia, Uberlândia, 2020.
- SILVA, R. A.; RIES, E.S.; MACIEL, G.F. Tendências da temperatura anual no estado do Tocantins. **Nativa**, Sinop, v. 8, n.4, p. 544-551, 2020.
- SILVA, R. A.; SILVA JUNIOR, J. L. C.; BATISTA, D. L. Variabilidade da precipitação no município de Palmas - TO. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, XVI, 2010, Belém, Anais do XVI Congresso Brasileiro de Meteorologia
- SOARES, D.B.; NÓBREGA, R.S. Detecção de tendências na ocorrência de veranicos na microrregião do Pajeú – PE. **Revista de Geografia**, Recife, v. 26, n. 3, set./dez., p. 263-275, 2009.
- TULLIO, Leonardo. **Aplicações e princípios do sensoriamento remoto 3**. Ponta Grossa: Atena, 2019. E-Book.

Realização