

## **ANÁLISE DA VARIABILIDADE TEMPORAL DE DIAS SECOS NA ESTAÇÃO CHUVOSA DE PALMAS – TO (1995-2020)**

Vinicius Cirqueira dos Santos<sup>1</sup>

Roberta Araújo e Silva<sup>2</sup>

Girlene Figueiredo Maciel<sup>3</sup>

Pedro Henrique da Conceição Silva<sup>4</sup>

### **Mudanças Climáticas**

#### ***Resumo***

O objetivo deste estudo é investigar as tendências anuais e mensais de dias secos da estação chuvosa de Palmas – TO, para o período de 1995 a 2020. A análise de tendência foi obtida através de dois testes estatísticos não paramétricos, o teste de Mann-Kendall e o estimador de declividade de Sen. Os resultados da análise anual indicaram que os dias secos na estação chuvosa no município estão aumentando, apresentando acréscimo de 0,1 dias/ano, assim podendo estimar um aumento de 3,7 dias em 26 anos. Relativo a análise mensal, foram identificadas tendências de acréscimo para os meses de outubro, novembro, dezembro e abril, sendo o mês de novembro o titular da maior magnitude de acréscimo observada, 0,1 dias secos/ano ou um aumento de 3,7 dias secos estimados para o período de 26 anos. Os demais meses da estação chuvosa (janeiro, fevereiro e março) apresentaram tendência de decréscimo de dias secos, sendo fevereiro o mês com a maior magnitude de decréscimo observada, 0,1 dias secos/ano, podendo-se estimar uma redução de 3,7 dias secos nos 26 anos da série em estudo. O aumento de dias secos na estação chuvosa encontrado neste trabalho evidencia as mudanças climáticas no contexto do bioma Cerrado, destacando-se a possibilidade de maior ocorrência de eventos extremos eventualmente decorrentes do encurtamento da estação chuvosa e aumento de períodos de estiagens.

**Palavras-chave:** Estação chuvosa; Mann-Kendall; inclinação de Sen;

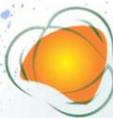
---

<sup>1</sup>Aluno do curso de graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Tocantins, Laboratório de Meteorologia e Climatologia, [vinicius.cirqueira@mail.uft.edu.br](mailto:vinicius.cirqueira@mail.uft.edu.br)

<sup>2</sup>Meteorologista, Doutora em Meteorologia, Universidade Federal do Tocantins, Laboratório de Meteorologia e Climatologia, [roberta.as@uft.edu.br](mailto:roberta.as@uft.edu.br)

<sup>3</sup>Professor, Doutor em Recursos Naturais, Universidade Federal do Tocantins, Laboratório de Meteorologia e Climatologia, [maciel@mail.uft.edu.br](mailto:maciel@mail.uft.edu.br)

<sup>4</sup>Professor, Mestre em Ciências, Inovação e Tecnologia para o Amazonas, Instituto Federal Goiano, [pedro.conceicao@ifgoiano.edu.br](mailto:pedro.conceicao@ifgoiano.edu.br)



## INTRODUÇÃO

A cidade de Palmas – TO, localizada no centro do país, se encontra inteiramente inserida no bioma Cerrado. Na estação seca de Palmas – TO (maio a setembro) é visível o crescimento do número de queimadas em decorrência das características desse bioma, constituído de uma vegetação mais seca, baixa umidade e ventos fortes típicos (GOMES e SANTOS, 2010). O fogo é um agente comum em diferentes fitofisionomias do Cerrado, participando na formação e evolução desse tipo de bioma e fortemente dependente da sazonalidade da chuva (ROCHA e NASCIMENTO, 2021). A ocorrência de queimadas traz complicações para o ser humano e para a fauna em geral. As queimadas também ameaçam o solo, deixando-o descoberto e exposto às gotas de chuva. Isso acarreta erosão e assoreamento de cursos d'água, aumenta a sua compactação e diminui a capacidade de infiltração da água no solo.

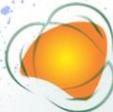
A duração do número de dias consecutivos sem chuva, dentro do período chuvoso, influencia diretamente na dinâmica da umidade do solo, troca de energia terrestre bem como o crescimento da vegetação (CHOU et al., 2012). A precipitação é o principal parâmetro que controla o desenvolvimento da seca (FERIJAL et al., 2021). Dessa forma, o atraso no início da estação chuvosa ou a irregularidade na sua distribuição temporal e espacial são fatores que podem levar a aumento de ocorrências de queimadas dentro da estação seca.

Goss et al. (2020) observaram que desde a década de 1980 dobraram os incêndios florestais na Califórnia e associaram esse aumento a maior frequência de dias de clima extremo, em decorrência do aumento das temperaturas e diminuição da precipitação. Para Herring et al. (2020) o atraso no início da estação chuvosa de 2018 na Califórnia foi o provocou os incêndios florestais mais destrutivos da história, resultando em 85 mortes, 766.439 ha de áreas queimadas e mais de US\$ 3,5 bilhões em danos.

Dessa maneira, há uma considerável importância do estudo de dias secos durante a estação chuvosa para o município de Palmas, tendo em vista o bioma na qual está inserido. Levando em conta a disponibilidade hídrica não somente em nível local ou regional, mas a nível nacional. Ademais, o Cerrado é o berço das águas do Brasil e como a caixa-de-água do Brasil, tanto por ser divisor de águas das maiores redes hidrográficas do país tanto pela

Realização

Apoio



sua fundamental importância na contribuição para a recarga das águas subterrâneas (MARQUES, 2011; ROCHA e NASCIMENTO, 2021).

Assim, perante o exposto, o presente trabalho tem por objetivo analisar a variabilidade anual e mensal de do número de dias secos durante a estação chuvosa de Palmas - TO, da série histórica de 1995 a 2020, através da análise estatística descritiva e identificação de tendências e magnitude, recaindo sobre influências acerca da disponibilidade hídrica, e a vulnerabilidade à ocorrência de queimadas. Auxiliando o desenvolvimento regional sustentável da região.

## **M**ETODOLOGIA

### **CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E DADOS UTILIZADOS**

O município de Palmas, capital do Estado do Tocantins, abrange uma área de 2.227,329 km<sup>2</sup> e possui uma população estimada de 313.349 habitantes (IBGE, 2021). Apresenta Plano Diretor bem definido, situando-se entre o lago formado pelo reservatório da Usina Hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães e a Serra do Lajeado. Possui uma altitude média de 260 metros acima do nível do mar e apresenta todo o seu território inserido no Domínio Cerrado.

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 caracterizada com dois períodos bem definidos: a estação chuvosa e a estação seca (PIRES e VELOSO, 2019).

Para a realização desse estudo foram utilizados dados de precipitação diários, compreendendo uma série histórica de 1995 a 2020, da estação convencional pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) instalada no município de Palmas (Cód. 83033) estando localizada nas coordenadas geográficas 10°11'27,23'' de latitude sul e 48°18'6,56'' de longitude oeste de Greenwich (Figura 1), possuindo uma altitude de 290.7 metros acima do nível do mar.

Realização

Apoio

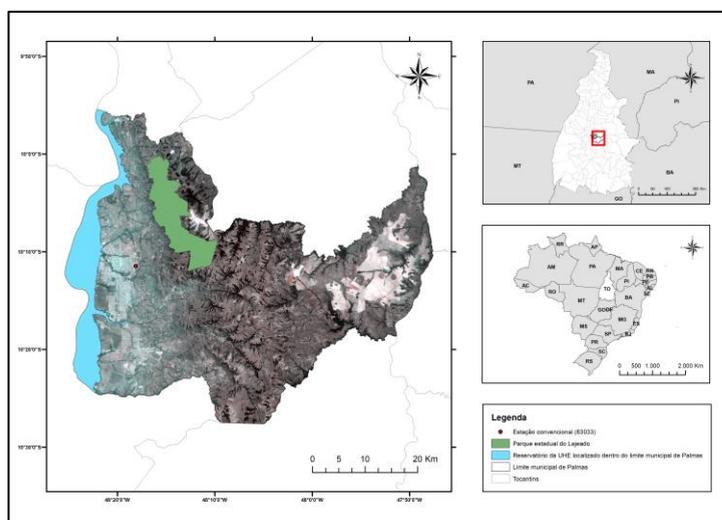
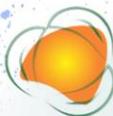


Figura 01: Área de estudo e localização da estação convencional.

## CARACTERIZAÇÃO DA ESTAÇÃO CHUVOSA E DE DIAS SECOS E TESTES ESTATÍSTICOS UTILIZADOS

Por estar inteiramente inserida dentro do bioma de cerrado, Palmas - TO tem como característica concentração das chuvas no verão do hemisfério Sul. De acordo com Marcuzzo e Goularte (2013) e Penereiro, Martins e Beretta (2016) a estação chuvosa do município inicia-se em outubro se encerrando em abril, sendo esse intervalo o objeto de estudo do presente trabalho.

Nessa pesquisa foram utilizados dois métodos não-paramétricos para análise de tendência da precipitação total da estação chuvosa e dos meses que a compreendem: o teste de Mann-Kendall (MANN, 1945; KENDALL, 1975) e o estimador de declive de Sen (SEN, 1968). A comparação entre os resultados desses dois métodos estatísticos permitirá a obtenção de resultados mais robustos.

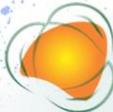
Para a caracterização dos dias secos adotou-se a metodologia proposta por Assad e Sano (1988) na qual consideram dia seco todo aquele com precipitação inferior a 1,0 mm.

## 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 (COSTA et al., 2015).

Realização

Apoio



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

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

de modo que:

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

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, na qual a sua variância (Var(S)), pode ser obtida através da Equação (3):

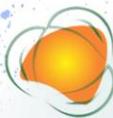
$$\text{Var}(S) = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_{i=1}^q t_p(t_p-1)(2t_p+5)}{18} \quad (3)$$

em que: 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 parametrizado ( $Z_{MK}$ ) 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  $|Z| > 1,96$ .

Realização

Apoio



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

## ESTIMADOR DE DECLIVE DE SEN

De acordo com Silva et al. (2010), para estimar a magnitude da inclinação da tendência, através de uma estatística não paramétrica, utiliza-se o estimador de inclinação de Sen (SEN, 1968), obtido como Hirsch et al. (1993) através da estatística  $\beta$  (Equação 5). O estimador de tendência de Sen seleciona entre todas as linhas de inclinação formadas por cada par de pontos da amostra, aquela correspondente à inclinação mediana, assim possibilita identificar se houve, ou não, mudança de tendência e a magnitude na série.

$$\beta = \text{mediana} \left[ \frac{x_j - x_i}{(j-i)} \right], \text{ para } i < j \quad (5)$$

em que:  $x_i$  e  $x_j$  representam os valores da variável em estudo nos anos  $i$  e  $j$ . O valor de  $\beta$  positivo indica tendência crescente e o valor negativo indica tendência decrescente, respectivamente.

O número de pares ordenados da série  $N$ , sendo o número de estimativas de inclinação, é dado pela equação (6), conforme apresentado por Tao *et al.* (2014), sendo:

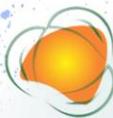
$$N = \left[ \frac{n(n-1)}{2} \right] \quad (6)$$

Para determinar se a inclinação média é estatisticamente diferente de zero, deve-se calcular o intervalo de confiança de  $Q_{med}$ , sendo calculado pela equação (7), conforme utilizado por Lira *et al.* (2020) e Tao *et al.* (2014):

$$C_\alpha = Z_{1-\alpha/2} \sqrt{\text{Var}(S)} \quad (7)$$

Onde:

$\text{Var}(S)$  é a mesma definida pela equação (5);



$Z_{1-\alpha/2}$  é obtido através da tabela de distribuição normal padrão. O intervalo de confiança será, como mencionado anteriormente, para o nível de significância  $\alpha=0,05$ .

Os limites, inferior e superior, do intervalo de confiança  $Q_{min}$  ( $M_1$ ) e  $Q_{max}$  ( $M_2$ ) são dados pelas equações (8) e (9):

$$M_1 = \frac{(N - C_{\alpha})}{2} \quad (8)$$

$$M_2 = \frac{(N + C_{\alpha})}{2} \quad (9)$$

Desta forma, a inclinação  $Q_{med}$  é dita como estatisticamente diferente de zero se os dois limites ( $Q_{min}$  e  $Q_{max}$ ) apresentarem o mesmo sinal.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A estação chuvosa (outubro a abril) de Palmas – TO, da série histórica de 1995-2020, apresenta 217 dias, sendo 103,2 dias a quantidade média de dias secos. Nos anos de 2001 e 2013 registrou-se, respectivamente, os menores números de dias secos durante a estação chuvosa para essa série histórica. Em 2001 ocorreram 85 dias secos durante a estação chuvosa, 18% abaixo da média (18 dias), e no ano de 2013 ocorreram 88 dias secos durante a estação chuvosa, 15% abaixo da média (15 dias). Por outro lado, nos anos de 2007 e 2015 registrou-se, respectivamente, 117 dias e 135 dias, os maiores números de dias secos durante a estação chuvosa para essa série histórica. Em 2007 ocorreram 117 dias secos durante a estação chuvosa, 13% acima da média (14 dias), e no ano de 2015 ocorreram 135 dias secos durante a estação chuvosa, 31% acima da média (32 dias), como mostra a figura 2.

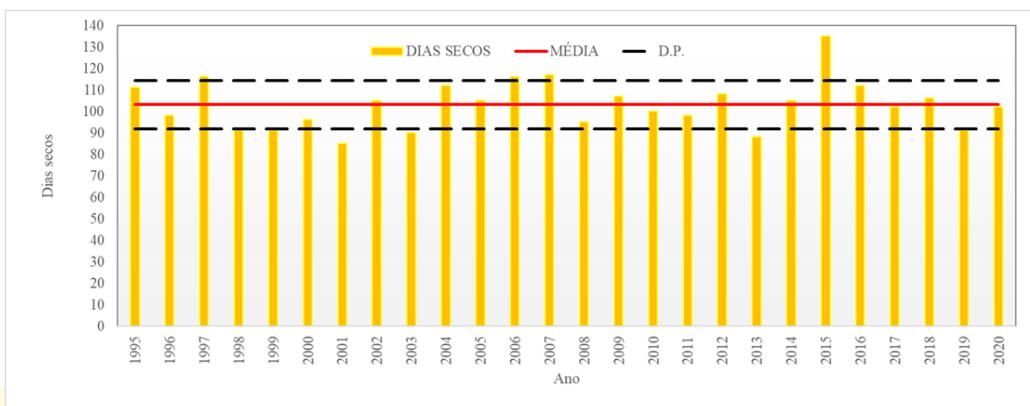




Figura 2: Série histórica de dias secos durante a estação chuvosa de Palmas – TO, no período de 1995 - 2020.

Fonte: Elaborada pelos autores (2022).

Na Tabela 1 apresenta-se a análise descritiva dos dias secos da estação chuvosa e os resultados dos testes de Mann-Kendall e inclinação de Sen, no período de 1995 a 2020, e correspondem à análise da tendência e magnitude. O desvio padrão de 11,3 dias, indica que os dias secos da estação chuvosa se concentram próximos a média. O coeficiente de variação observado foi de apenas 10,9% indicando baixa variabilidade anual de dias secos e, comportamento homogêneo. A análise da variação interanual dos dias secos pelo método Mann-Kendall indicou presença de tendência positiva e não significativa na série temporal de dias secos da estação chuvosa de Palmas – TO. O método de inclinação de Sen mostra taxa crescente de aproximadamente 0,1 dias/ano nos dias secos da estação chuvosa. Assim, pode-se estimar que no período de 26 anos houve um acréscimo de 3,7 dias.

Série Histórica	Média (dias)	Desvio Padrão (dias)	Coeficiente de variação (%)	$Z_{MK}$	Inclinação de Sen	
					dias secos. ano <sup>-1</sup>	dias secos. 26anos <sup>-1</sup>
1995-2020	103,2	11,3	10,9	0,5	0,1**	3,7

\* tendência estatisticamente significativa para  $\alpha = 0,05$ .

\*\* inclinação da tendência estatisticamente diferente de zero.

**Tabela 1** –Estatística descritiva, tendência e inclinação de Sen dos dias secos da estação chuvosa de Palmas – TO, para o período 1995-2020.

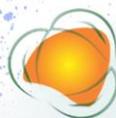
Fonte: Elaborada pelos autores (2022).

Na Tabela 2 exibe-se a análise descritiva de dias secos nos meses que compõem a estação chuvosa, no período de 1995 a 2020. As séries mensais de dias secos apresentaram variações dos dados em relação à média moderadamente maiores, sendo os meses de outubro e abril aqueles que apresentaram os menores CV, de 16,55 e 20,6 %, e desvio padrão de 3,4 dias e 3,5 dias, respectivamente.

Os resultados dos testes de Mann-Kendall e inclinação de Sen aplicados a série de dias secos nos meses que compõem a estação chuvosa de Palmas – TO, são exibidos na Tabela 2. Os resultados do teste de Mann-Kendall indicam tendências negativas e não

Realização

Apoio



significativas para os meses de janeiro, fevereiro e março. Nos demais meses da estação chuvosa (outubro, novembro, dezembro e abril) verifica-se tendências positivas de dias secos. Nenhuma tendência apresentou significância estatística para  $\alpha = 5\%$ .

Meses (1995-2020)	Média (dias)	Desvio padrão	Coeficiente de variação (%)	$Z_{MK}$	Inclinação de Sen	
					dias secos. ano <sup>-1</sup>	dias secos. 26anos <sup>-1</sup>
Outubro	20,9	3,4	16,5	1,2	0,1**	2,6
Novembro	15,2	3,6	23,7	1,5	0,1**	3,7
Dezembro	14,6	3,7	25,2	0,6	0,1**	1,9
Janeiro	12,1	4,3	35,1	-0,5	-0,0**	-1,2
Fevereiro	12,1	4,4	36,2	-1,4	-0,1**	-3,7
Março	12,0	3,0	25,1	-1,0	-0,1**	-2,4
Abril	17,0	3,5	20,6	0,0	0,0**	0,0

\* tendência estatisticamente significativa para  $\alpha = 0,05$ .

\*\* inclinação da tendência estatisticamente diferente de zero.

**Tabela 2** – Tendências das séries históricas de dias secos durante os meses que compõem a estação chuvosa de Palmas -TO (período 1995-2020).

Fonte: Elaborada pelos autores (2022).

A partir do método da inclinação de Sen (Tabela 2), verifica-se inclinação da tendência estatisticamente diferente de zero em todos os meses, com taxa crescente de 0,1 dias secos/ano nos meses de outubro, novembro e dezembro. Para o mês de abril, embora tenha apresentado tendência positiva, nota-se magnitude da tendência de dias secos igual a 0,0. Nos demais meses observa-se taxa decrescente de dias secos, sendo janeiro (aproximadamente -0,0 dias secos/ano), fevereiro (-0,1 dias secos/ano) e março (-0,1 dias secos/ano). Na série de 26 anos (1995 a 2020) observa-se um acréscimo de 3,7 dias secos no mês de novembro, e decréscimo de 3,7 dias secos no mês de fevereiro.

Acrescentando aos resultados observados, Sousa (2021) aponta em seu trabalho que, entre os anos de 2015 a 2020, 2015 foi o ano com maior índices de áreas queimadas no Parque Estadual do Lajeado, esse inteiramente inserido dentro do limite municipal de Palmas e detentor dos mananciais que abastecem a cidade, refletindo na relação linear entre



dias secos e a ocorrência de queimadas, tendo em vista que na série em estudo esse ano foi detentor do maior número de dias secos na estação chuvosa. De acordo com Rocha e Nascimento (2021), cerca de 71% da distribuição de queimadas no Cerrado se dá no período da seca, enquanto a estação chuvosa responde por 29% das ocorrências de focos.

O constatado aumento de dias secos na estação chuvosa resultaria, portanto, em um provável deslocamento da estação, possivelmente aumentando períodos de estiagem, culminando no encurtamento da ocorrência de dias chuvosos na estação chuvosa de Palmas, conseqüentemente, aumentando a possibilidade de ocorrências de focos de incêndio no município. Eventos análogos já estão sendo presenciados em outras regiões do globo.

Em seu estudo, Ferijal, Batelaan e Shanafield (2021) detectaram tendência crescente de períodos de estiagem durante a estação chuvosa em toda a região da Indonésia. Tais resultados indicam uma mudança na frequência e intensidade da precipitação, tendendo para o maior registro de eventos severos.

Complementarmente, Luković et al. (2021), constataram que a estação chuvosa do estado da Califórnia está se iniciando mais tardiamente, um atraso de aproximadamente 27 dias para dados desde a década de 1960, sendo esse o principal contribuinte para o aumento da frequência de focos de incêndio na região.

Segundo Lima (2018), no ano de 2012 a maioria dos focos confirmados e combatidos em Palmas se localizavam na área urbana, principalmente em quadras não habitadas que, ocasionalmente, são tratadas como ponto de despejo de resíduos.

Conforme Santiago e Lopes (2021), estes processos de queimadas favorecem o aparecimento de doenças respiratórias na população local. Referente a flora, a variação no regime de fogo no Cerrado resulta na alteração na resposta de espécies que já se encontram adaptadas, impactando sobre a reprodução, floração e até mesmo aniquilando espécies, tanto sensíveis quanto mais resistentes (ROCHA e NASCIMENTO, 2021).

Outrossim, o estado do Tocantins apresenta economia fortemente sustentada pela agricultura, em especial por culturas de sequeiro, essas diretamente afetadas pela irregularidade da precipitação durante a estação chuvosa, recaindo sobre o Zoneamento Agrícola de Risco Climático (GOVERNO DO TOCANTINS, 2016).

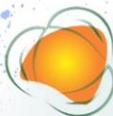
Os resultados encontrados nesse trabalho indicam que o município de Palmas já

Realização



Apoio





sofre interferências no ciclo hidrológico, seguindo a mesma tendência observada em demais regiões do globo, na qual destaca-se como evento severo a maior frequência de queimadas possivelmente alavancadas pela diminuição do tamanho da estação chuvosa.

## CONCLUSÕES

Mediante os resultados, foi possível inferir que número de dias secos na estação chuvosa do município de Palmas está aumentando, sendo comprovado tanto pelo teste de Mann-Kendall como pela inclinação de Sen, apresentando um acréscimo de 3,7 dias em 26 anos (1995-2020) – ou um acréscimo de aproximadamente 0,1 dias ao ano. Tendência de aumento de dias secos é observada apenas para o início e fim da estação chuvosa. Nos demais meses verifica-se tendência de diminuição de dias secos. O que possivelmente pode refletir-se na redução do tamanho da estação chuvosa, aumento da ocorrência de períodos de estiagens e aumento da ocorrência de eventos severos, em especial incêndios florestais.

Os resultados observados corroboram com outros estudos para demais regiões do globo, demonstrando mudanças no regime de precipitação não somente no município de Palmas, embora deva-se dar especial atenção a esse tendo em vista o bioma Cerrado na qual está inserido, considerado o berço de águas do país.

## REFERÊNCIAS

ASSAD, E., D.; SANO, E., E. **Sistema de Informações Geográficas - Aplicações na agricultura**. 20ed. Brasília, EMBRAPA. 434 p, 1988.

CHOU, S. C., et al. **Downscaling of South America present climate driven by 4-member HadCM3 runs**. Climate dynamics, v. 38, n. 3, 635-653, 2012.

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, 1321-1334, 2015.

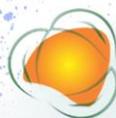
FERIJAL, T.; BATELAAN, O.; SHANAFIELD, M. **Spatial and temporal variation in rainy season droughts in the Indonesian Maritime Continent**. Journal of Hydrology, v.604, 2021.

GOMES, W. B. S.; SANTOS, A. B. A. **Prática e consequências das queimadas na cidade de Palmas – TO**. Dissertação (graduação em Tecnologia em Gestão Ambiental), - Faculdade Católica do Tocantins. Palmas, p.12, 2010.

Realização

Apoio





GOSS, M., et al. **Climate change is increasing the likelihood of extreme autumn wildfire conditions across California.** Environmental Research Letters, v. 15, n. 9, p. 094016, 2020.

GOVERNO DO TOCANTINS. **Perfil do Agronegócio Tocantinense: Relatório Final.** Palmas, p. 145, 2016.

HERRING, S. C., et al. **Explaining Extreme Events of 2018 from a Climate Perspective.** Bulletin of the American Meteorological Society, v. 101, n. 1, 1-146, 2020.

LIMA, J. R. **Dinâmica climática, queimadas e doenças respiratórias em Palmas – TO.** Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Tocantins. Porto Nacional, p. 102. 2018.

LUKOVIĆ, J., et al. **A Later Onset of the Rainy Season in California.** Geophysical Research, v. 48, n. e2020GL090350, 2021.

MARCUZZO, F. F. N.; GOULARTE, E. R. P. **Caracterização do Ano Hidrológico e Mapeamento Espacial das Chuvas nos Períodos Úmido e Seco do Estado do Tocantins.** Revista Brasileira de Geografia Física, v. 06, n. 01, 91-99, 2013.

MARQUES, A. K. **Avaliação da qualidade da água da sub-bacia do Ribeirão Taquaruçu Grande e da área de sua influência no reservatório da Usina Hidroelétrica Luis Eduardo Magalhães, TO.** Tese (Doutorado em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear – Materiais) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. São Paulo, p. 229. 2011.

PENEREIRO, J. C.; MARTINS, L. L. S.; BERETTA, V. Z. **Identificação de variabilidades e tendências interanuais em medidas hidro-climáticas na Região Hidrográfica do Tocantins-Araguaia, Brasil.** Revista Brasileira de Climatologia, v. 18, 219-241, 2016.

PIRES, É. G.; VELOSO, G. A. **Variação da temperatura de superfície diurna e noturna no município de Palmas – TO.** In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 19, Santos. Anais [...]. Santos: INPE, 2019, p. 1449-1452.

ROCHA, M. I. S.; NASCIMENTO, D. T. F. **Distribuição espaço-temporal das queimadas no bioma Cerrado (1999/2018) e sua ocorrência conforme os diferentes tipos de cobertura e uso do solo.** Revista Brasileira de Geografia Física, v. 14, n. 03, 1220-1235, 2021.

SANTIAGO, L. A. N.; LOPES, R. S. **Impactos na saúde humana devido à emissão de aerossóis causada por queimadas.** Brazilian Journal of Development, Curitiba, v. 7, n. 1, 9069-9075, 2021.

SILVA, R. A.; JÚNIOR, J. L. S.; BATISTA, D. L. **Variabilidade da Precipitação no Município de Palmas – TO.** In: Congresso Brasileiro de Meteorologia: A Amazônia e o Clima Global, nº 16, 2010, Belém. Resumos. Belém: 2010.

SOUSA, D. A. S. **Análise multitemporal de áreas queimadas no Parque Estadual do Lajeado em Palmas (TO).** Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental) – Universidade Federal do Tocantins. Palmas, p. 49. 2021.

Realização

Apoio

