

Fire focus and performance of wildfire danger indices from 2017 to 2021 in Jataí – Goiás

Daniela Pereira Dias ^{1*} Thomas Rieth Corrêa ¹

¹Universidade Federal de Jataí, Instituto de Ciências Agrárias/Curso de Engenharia Florestal, BR 364, km 195, n. 3800, Jataí - Goiás, Brasil

Original Article

*Corresponding author:
danieladias@ufj.edu.br

Keywords:

Forest protection
Meteorological variables
Forest fire

Palavras-chave:

Proteção florestal
Variáveis meteorológicas
Incêndio florestal

Received in
2022/10/10

Accepted on
2023/06/09

Published in
2023/09/30



DOI:
<http://dx.doi.org/10.34062/af.s.v10i3.14476>

ABSTRACT: The good performance of a wildfire danger indices can be useful for its prevention. The objectives of this work were to evaluate the variation in the number of fire focus observed in Jataí - Goiás between the years 2017 and 2021, relate them to meteorological parameters and evaluate the performance of wildfire danger indices (Angstron, Nesterov, Telitsyn, Fórmula de Monte Alegre and Fórmula de Monte Alegre Changed). Correlation was performed between the days with fire danger and the number of fire focus and the number of days with fire focus. In the five years, there were 535 fire focus (in 147 days), which varied annually from 62 to 157, respectively, in 2018 and 2020. The month of September concentrated the highest number of fire focus (277), followed by August (99). Meteorological variables varied annually and monthly (with marked seasonality) during the time series studied. The hottest year was 2017 (23.47°C) and 2018 the coldest (22.88°C), with the highest accumulated precipitation (1,485.60 mm). The months between May and September have lower air temperature, relative humidity, dew point temperature and precipitation. Only air temperature correlated with fire focus ($r = 0.67$), but without significance ($p = 0.23$). The Fórmula de Monte Alegre Changed showed better performance than the other wildfire danger indices for Jataí in the analyzed period.

Focos de calor e desempenho de índices de perigo de incêndios no período de 2017 a 2021 em Jataí – Goiás

RESUMO: O bom desempenho de um índice de perigo de incêndios florestais pode ser útil para sua prevenção. Os objetivos deste trabalho foram avaliar a variação no número de focos de calor observados em Jataí – Goiás entre os anos de 2017 e 2021, relacioná-los com os parâmetros meteorológicos e avaliar o desempenho de índices de perigo de incêndios florestais (Angstron, Nesterov, Telitsyn, Fórmula de Monte Alegre e Fórmula de Monte Alegre Alterada). Foi realizada correlação entre os dias com perigo de incêndio e o número de focos e o número de dias com focos de calor. Nos cinco anos, ocorreram 535 focos de calor (em 147 dias), que variaram anualmente de 62 a 157, respectivamente, em 2018 e 2020. O mês de setembro concentrou o maior número de focos de calor (277), seguido por agosto (99). As variáveis meteorológicas variaram anualmente e mensalmente (com marcada sazonalidade) durante a série temporal estudada. O ano mais quente foi 2017 (23,47°C) e 2018 o mais frio (22,88°C), com registro da maior precipitação acumulada (1.485,60 mm). Os meses entre maio e setembro apresentam menores temperatura do ar, umidade relativa do ar, temperatura do ponto de orvalho e precipitação. Apenas a temperatura do ar se correlacionou com os focos de calor ($r = 0,67$), porém sem significância ($p = 0,23$). A fórmula de Monte Alegre demonstrou melhor desempenho que os demais índices de perigo de incêndios para Jataí no período analisado.

Introdução

Os incêndios florestais trazem prejuízos variados ao meio ambiente, como a destruição de habitats, mortalidade de animais e até impactos na saúde humana, na economia e no clima global (Frizzo et al. 2011). Entretanto, o Cerrado interage de forma diferente com o fogo, podendo ser considerado um fator natural e de evolução desse bioma, contribuindo para a manutenção da estrutura, da biodiversidade e o funcionamento dos ecossistemas (Durigan e Ratter 2015; Schmidt et al. 2016). Independentemente disso, a ignição dos incêndios florestais no Brasil está ligada à ação humana, tanto de forma intencional como por negligência, e sua propagação ocorre a partir da interação entre fatores topográficos, climáticos e vegetacionais (Gomes et al. 2020; Patriota et al. 2017).

O comportamento mais recluso da população durante a pandemia de COVID-19 foi capaz de reduzir os registros de incêndios florestais em Portugal em 2020 se comparado a 2018 e 2019 (Gonçalves et al. 2020). Por outro lado, as estatísticas de monitoramento dos focos de calor ativos disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) mostram como o Brasil não acompanhou a tendência de diminuição dos focos de calor no ano de 2020, com um aumento dos números, alavancados pelos biomas Amazônia e Pantanal. O bioma Cerrado, por sua vez, manteve o número de focos de calor em 2020 semelhante ao de 2019, enquanto o estado de Goiás apresentou redução de 18% para o mesmo período (Sousa et al. 2021; Observatório do Clima 2021; INPE 2022).

Como o período mais propício para a ocorrência dos incêndios florestais ocorre de maio a outubro, período seco no Cerrado, observa-se influência de fatores microclimáticos na distribuição anual dos incêndios (Torres et al. 2016; Gonçalves e Dias 2019). Isso ocorre porque os incêndios são fortemente relacionados à temperatura do ar, à umidade relativa do ar, à direção e velocidade dos ventos e à precipitação, atuando como um fator para a propagação do fogo, ou auxiliando na ignição (Soriano et al. 2015). Portanto, as variáveis meteorológicas também permitem prever a ocorrência de incêndios a partir de índices de perigo de incêndios florestais, o que é de grande valia para o planejamento do combate e prevenção a incêndios florestais (Soriano et al. 2015; Torres et al. 2016).

Neste contexto, identificar previamente a probabilidade de ocorrência de um incêndio, de acordo com as características climáticas locais, se torna uma informação desejável para ações de prevenção e combate aos incêndios. Ainda mais considerando que a maioria dos índices disponíveis não foram criados no Brasil. Os objetivos deste trabalho foram avaliar a variação no número de focos de calor observados em Jataí – GO entre os anos de 2017 e 2021, relacioná-los com os parâmetros

meteorológicos e avaliar o desempenho de índices de perigo de incêndios florestais.

Material e Métodos

O município de Jataí – Goiás, pertencente à microrregião Sudoeste de Goiás (Figura 1), cuja área é de 7.174,219 km², teve sua população estimada em 103.221 habitantes em 2021 (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2022).

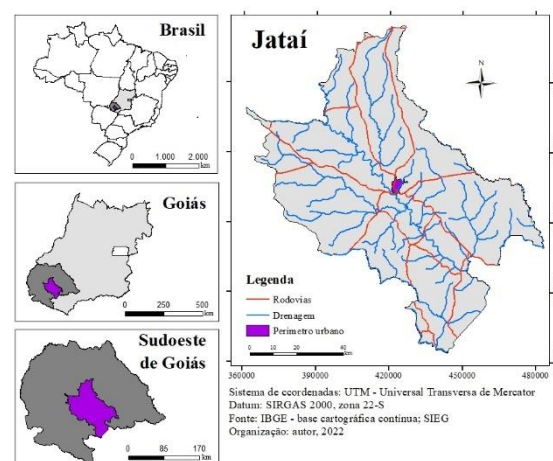


Figura 1 – Localização do município de Jataí, Goiás.

O clima do município é Aw (classificação de Köppen-Geiger), ou seja, quente com chuvas de verão e inverno seco (Dubreuil et al. 2018). A normal climatológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) para a série histórica de 1981 a 2010 registra uma temperatura média anual de 22,4°C e uma precipitação anual média de 1.648,9 mm.

A vegetação original encontrada em Jataí contava com diversas fitofisionomias de Cerrado, como Cerradão, Cerrado sentido restrito, Campo Sujo, Campo Limpo e Mata de Galeria, que hoje se encontram fragmentadas (Hermuche et al. 2009). Além disso, há presença de fragmentos com vegetação típica da Mata Atlântica, caso do Parque Natural Municipal Mata do Açude (Ferreira Júnior et al. 2016). Segundo o Projeto de Mapeamento Anual do Uso e Cobertura da Terra no Brasil (Mapbiomas), no ano de 2020, o uso agropecuário da terra detinha cerca de 80% da área do município, enquanto formações naturais (florestais e não florestais) ocupavam cerca de 19%.

Os focos de calor diários observados em Jataí foram obtidos entre os anos de 2017 e 2021 por meio do Banco de Dados de queimadas (BDq) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), a partir do satélite de referência (AQUA_M-T). Salienta-se que, seguindo os critérios do INPE, focos de calor foram considerados como polígonos com área mínima de 900 m² cuja temperatura é maior que 47°C, bons indicadores da ocorrência de fogo na vegetação, porém não são uma certeza de incêndio. Foi obtido o número de focos de calor diários e o

número de dias com ocorrência de focos de calor, bem como foram calculados o total de focos por mês e por ano.

Os dados meteorológicos foram extraídos do banco de dados do INMET, obtidos a partir da estação meteorológica automática (EMA) de Jataí de 2017 a 2021. Dessa forma, através dos dados diários, foram determinadas as médias mensais e anuais da temperatura do ar (°C), umidade relativa do ar (%), temperatura do ponto de orvalho (°C), velocidade do vento (m.s⁻¹) e precipitação pluvial (mm). A partir dos dados meteorológicos, determinou-se cinco índices de perigo de incêndios para Jataí no período estudado, sendo eles os índices de Angstrom, Nesterov, Telitsyn, Fórmula de Monte Alegre

Resultados e discussão

O número de focos de calor variou anualmente em Jataí – GO (Figura 2A), de 62 a 157 focos, respectivamente em 2018 e 2020.

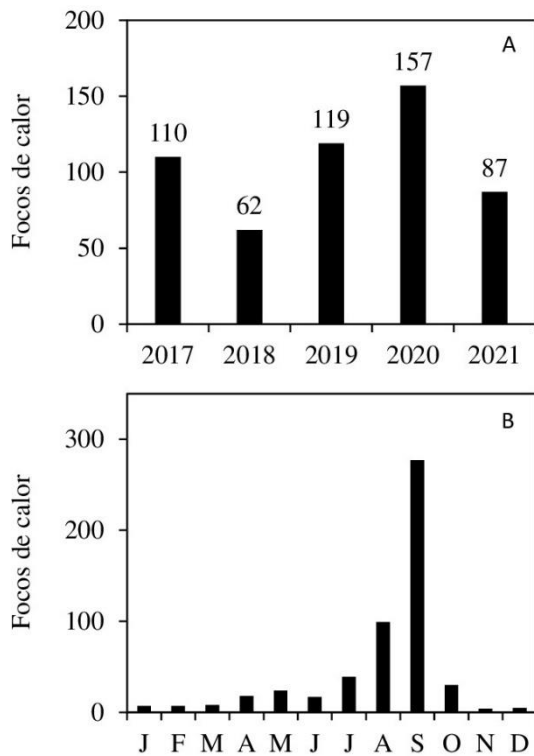


Figura 2. Variação anual e mensal do número total de focos de calor observados de 2017 a 2021 no município de Jataí - Goiás.

O monitoramento anual dos focos de calor disponibilizadas pelo INPE para o bioma Cerrado (Figura 3) não corroboram com os dados de Jataí apresentados na Figura 2A. No Brasil, nos biomas Amazônia e Pantanal houve um aumento do registro do número de focos de calor em 2020, enquanto no Cerrado não houve variação do número de focos entre os anos de 2019, 2020 e 2021 (Figura 3).

(FMA), Fórmula de Monte Alegre Alterada (FMA⁺), conforme descrito por Nunes et al. (2006) e Soares (1984).

Posteriormente, os dados foram submetidos aos testes de normalidade e homogeneidade da variância. Para testar a adequação dos índices, verificou-se a correlação de Pearson entre o número de dias em que se considerou perigo de incêndio (risco médio, alto e muito alto) (variável dependente) e o número total de focos de calor por ano, bem como entre a variável dependente e o número de dias em que se verificou foco de calor em Jataí. Também foi verificada a significância das correlações (5% de nível de significância), sendo estas classificadas de acordo com Callegari-Jacques (2003).

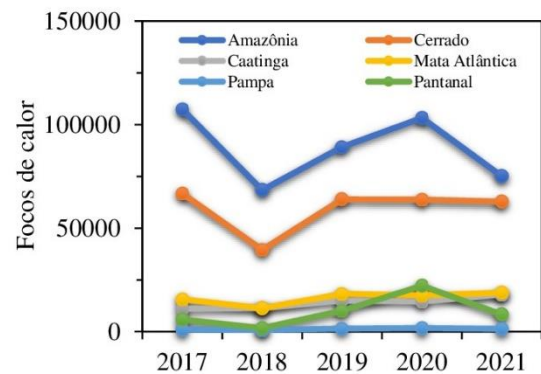


Figura 3. Variação anual do número de focos de calor nos diferentes biomas brasileiros Fonte: INPEb (2022).

Outros estudos também verificaram a variação anual e mensal dos focos de calor (Gonçalves e Dias 2020; Aires 2022). As razões que levam um ano a registrar mais focos de calor que outro são muito variadas, considerando desde variações meteorológicas, passando também por outros fatores como o comportamento humano (maior responsável pela ignição dos incêndios florestais no Brasil) e até a disponibilidade de material vegetal para combustão (Lazzarini et al. 2012).

Em 2020 e 2021 houve uma particularidade em relação aos outros anos, a pandemia de COVID-19. Isso pode alterar o comportamento das pessoas, impactando a dinâmica de incêndios florestais. O isolamento social em Portugal, por exemplo, levou a redução dos incêndios florestais de 2019 para 2020 (Gonçalves et al. 2020). Sousa et al. (2021) mostraram que as queimadas em 2020 poderiam agravar o impacto da pandemia, influenciando negativamente inclusive a saúde das pessoas que habitam as áreas sob domínio dos biomas Amazônia e Pantanal e sobrecarregando a infra-estrutura hospitalar. Em Jataí, o aumento no número de focos em 2020, contraria os dados de Goiás e Cerrado (INPE 2022b), o que precisa ser melhor investigado.

Nos cinco anos observados ocorreram 535 focos de calor distribuídos em 147 dias, especificamente registrados, em sua maior parte, no mês de setembro (277 focos de calor), seguido por agosto (99 focos), como pode ser observado na Figura 2B. Os demais meses apresentam número inferior a 50 focos por mês (Figura 2B). Portanto, percebe-se que a maior observação de focos de calor ocorreu nos meses finais da época seca, com precipitação nula ou inferior a 50 mm.

Este mesmo padrão de distribuição sazonal dos focos de calor foi encontrado por outros autores que se propuseram a estudar os focos de calor no cerrado. Gonçalves e Dias (2020) encontraram em Jataí maior ocorrência em agosto que em setembro, para os anos de 2007 a 2016. Melo et al. (2020) destacaram a reduzida precipitação como responsável pelo aumento de focos de calor observados nos meses mais secos em Santa Helena – GO. Da mesma forma, Aires (2022) confirmou esta tendência relatada para Rio Verde – GO. Já nas estatísticas de monitoramento dos focos de calor para o bioma Cerrado disponibilizadas pelo INPE, a sazonalidade dos focos de calor fica ainda mais clara, pois o histórico de focos de calor registrados para a região Centro-oeste ou para o estado de Goiás (INPE 2022b), mostram maior ocorrência em setembro, seguido pelo mês de agosto.

Todos os parâmetros meteorológicos variaram entre os diferentes anos estudados (Figura 4A,B,C,E), exceto a velocidade do vento (Figura 4D). Em 2019, foi verificado a maior média anual da temperatura do ponto de orvalho e da umidade relativa do ar (16,92°C e 72,84%, Figura 4B,C), apesar de ser também o ano com menor precipitação (1.108,4 mm, Figura 4E). Essa contradição pode ser devido a falhas verificadas na coleta de dados do período seco e início do chuvoso (25/08 a 19/11) deste ano na estação meteorológica de Jataí. O ano mais quente, no entanto, foi 2017 (23,47°C), ao passo que 2018 foi o ano com menor temperatura (22,88°C, Figura 4A), com registro da maior precipitação anual (1.485,6 mm).

Comparados aos valores de temperatura do ar (22,4°C) e precipitação (1.648,9 mm) da normal

climatológica do INMET (1981-2010) para Jataí, os valores obtidos neste estudo apresentam temperaturas superiores e precipitação inferiores. As variações meteorológicas entre os anos podem causar variações também na dinâmica de incêndios florestais, fazendo com que anos mais quentes e secos possam concentrar mais focos de calor (Noronha Filho et al. 2019; Almeida et al. 2014).

A variação mensal dos parâmetros meteorológicos também foi observada neste estudo (Figura 4F, G, H, I, J). A confirmação da sazonalidade destes parâmetros, é característico do clima Aw, quente com chuvas de verão e inverno seco (Dubreuil et al. 2018). Os meses entre maio e julho apresentaram menor temperatura do ar (Figura 4F), enquanto os meses de julho a setembro tiveram os menores valores de temperatura do ponto de orvalho (Figura 4G) e umidade relativa do ar (Figura 4H). A velocidade do vento, por sua vez, se mostrou menor no mês de maio (Figura 4I). A precipitação foi igual ou inferior a 50 mm entre maio e setembro (Figura 4J). A sazonalidade dos parâmetros meteorológicos reitera outras fontes, como Gonçalves e Dias (2020) e a própria normal climatológica do INMET (1981-2010), que também registram menores temperaturas e menor precipitação nos meses de maio a setembro.

A distribuição sazonal dos focos de calor demonstrada na Figura 2B foi também verificada nas variáveis meteorológicas (Figura 4F,G,H,I,J). A ocorrência e dispersão de incêndios está fortemente ligada à variação climática, de forma que os meses mais secos do ano são também os meses que apresentam maior número de focos de calor. Nesse sentido, a Tabela 1 apresenta a correlação entre os fatores climáticos levados em consideração na construção dos índices de perigo de incêndio e o número de focos totais para a série temporal estudada. O número de focos de calor foi positivamente correlacionado com a temperatura do ar (correlação forte) e negativamente com a umidade relativa do ar e a precipitação (ambas com correlação moderada), embora não tenha havido significância das mesmas.

Tabela 1. Correlação entre o número de focos de calor observados por ano e as médias anuais das variáveis microclimáticas do município de Jataí – GO na série histórica de 2017 a 2021 com sua respectiva classificação da correlação e valor de *p* (significância).

Variáveis microclimáticas	R	Classificação	<i>p</i>
Temperatura do ar	0,67	Forte	0,23
Ponto de orvalho	-0,25	Fraca	0,68
Umidade relativa do ar	-0,37	Moderada	0,53
Velocidade do vento	0,10	Nula	0,87
Precipitação	-0,56	Moderada	0,32

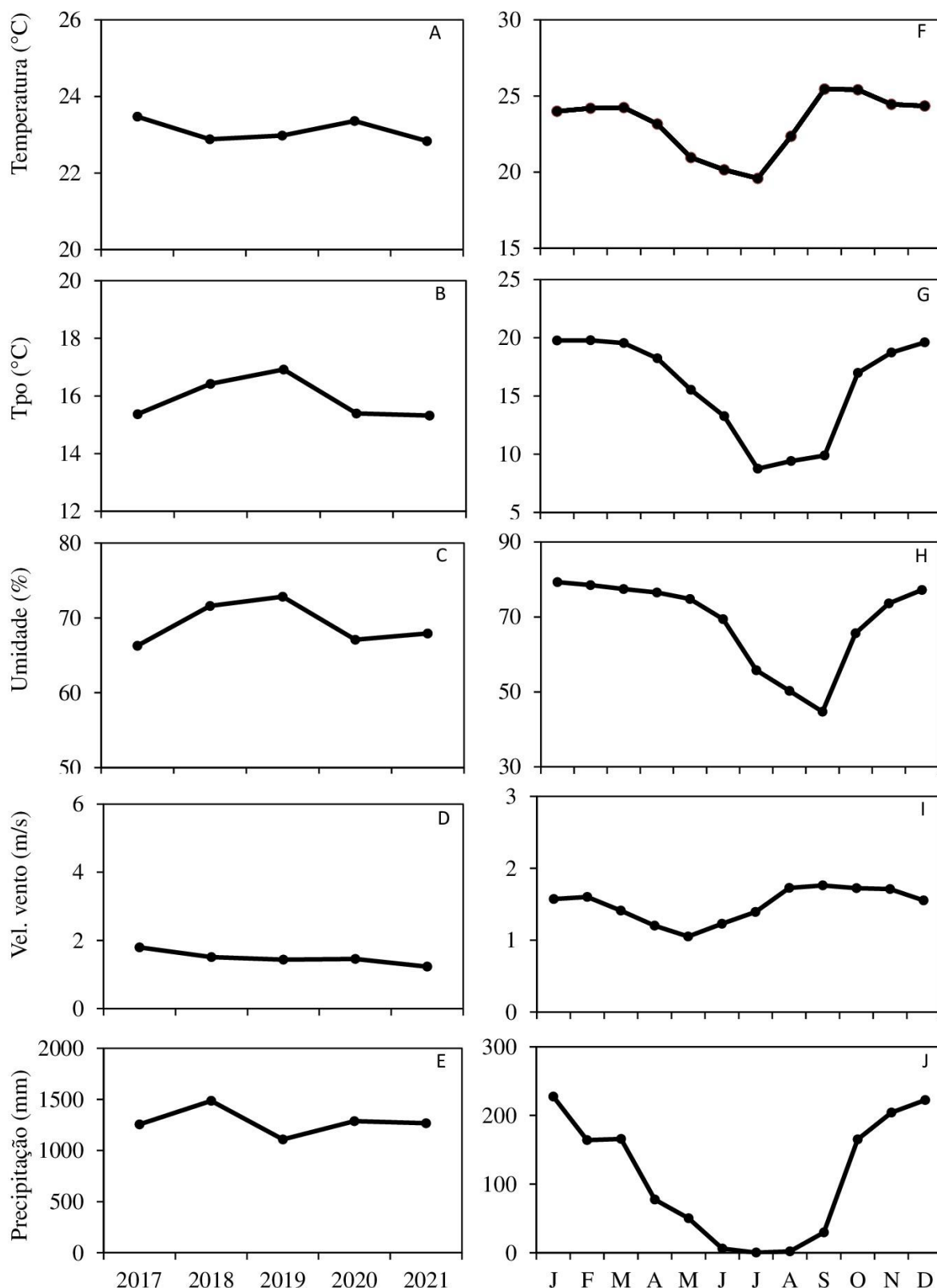


Figura 5. Médias anuais e mensais dos parâmetros meteorológicos obtidos em Jataí – Goiás para a série temporal de 2017 a 2021 (Temperatura do ar (°C) – A,F; Temperatura do ponto de orvalho (Tpo; °C) – B,G; Umidade relativa do ar (%) – C,H; Velocidade do vento (m/s) – D,I; e Precipitação (mm) – E,J).

Soriano et al. (2015) e Santos et al. (2019) também obtiveram um valor de correlação negativa

entre focos de calor e umidade relativa do ar e precipitação, o que significa que nos períodos de

menores precipitações e umidades, há maior ocorrência de focos. Já Alves et al. (2021), ao fazer a correlação mês a mês, obtiveram, justamente, nos meses mais secos as correlações mais significativas para temperatura do ar e velocidade do vento. No estudo de Soriano et al. (2015), por outro lado, a velocidade do vento assume a correlação mais forte, seguida pela umidade relativa do ar, da temperatura do ar e da precipitação (correlação fraca).

Durante a série histórica de 2017 a 2021, ocorreram 161 dias em que foram observados focos de calor, porém consideramos apenas 147 dias (Tabela 2). Isso porque, em 2019, as falhas na coleta de dados microclimáticos fizeram com que não fosse possível classificar o perigo de incêndios por meio dos índices utilizados em 14 dias (durante a época seca).

Tabela 2. Número de dias em que foram observados focos de calor em Jataí – Goiás de acordo com as diferentes classes dos índices de perigo de incêndios na série histórica de 2017 a 2021.

Classes de perigo de incêndios	Índices de perigo de incêndio florestal				
	Angstron*	Telicyn	Nesterov	FMA	FMA ⁺
Nulo	12	21	4	2	6
Pequeno	135	126	2	31	9
Médio			5	12	14
Alto			32	24	14
Muito Alto			104	78	104
Total:	147	147	147	147	147

*Para o índice de Angstron, as classes nulo e pequeno, representam, respectivamente, que não há perigo de incêndios e que há perigo.

Os índices de Angstrom e Telitsyn apresentaram valores concentrados em duas classes de perigo de incêndio (Tabela 2). Por outro lado, os índices de Nesterov, FMA e FMA⁺, tiveram número de dias com perigo de incêndios estimado mais bem distribuídos entre as classes de perigo dos índices. Isso nos permite inferir que o índice de Angstrom e Telitsyn não foram eficientes para detectar perigo de incêndio no período estudado. Pois, o número de dias com focos de calor observado foi mal distribuído entre as classes de perigo de incêndios. Por outro lado, os índices de Nesterov, FMA e FMA⁺ tiveram respostas semelhantes para Jataí, com valores

identificados em todas as classes de perigo de incêndios.

Apesar disso, as correlações entre o número de focos de calor e o número de dias com perigo de incêndio dos índices estudados (Focos x Índices), bem como entre o número de dias com focos de calor e o número de dias com perigo de incêndio (Dias x Índices) foram fracas, exceto para o índice FMA⁺, que foi considerada moderada (Dias x Índices; Tabela 3). Assim, os resultados encontrados apontam para uma melhor adequação do índice FMA⁺ (obtido com o uso da umidade relativa do ar e velocidade do vento em sua fórmula), muito embora a correlação seja positiva e não significativa.

Tabela 3. Correlação entre o número de focos de calor e o número de dias com perigo de incêndio dos índices estudados (Focos x Índices), bem como entre o número de dias com focos de calor e o número de dias com perigo de incêndio (Dias x Índices).

Índices	Focos x Índices				Dias x Índices			
	r	r ²	p	Classificação	r	r ²	p	Classificação
Nesterov	-0,12	0,01	0,85	Fraca	0,14	0,02	0,81	Fraca
FMA	-0,14	0,02	0,82	Fraca	0,17	0,03	0,79	Fraca
FMA ⁺	0,10	0,01	0,87	Fraca	0,39	0,15	0,52	Moderada

A ausência de correlação entre o número de focos de calor anuais e o número de dias com perigo de incêndios era esperada. Isso porque em um mesmo dia que apresenta perigo de incêndios podem ser identificados um ou vários focos de calor. Por outro lado, o número de dias em que se observou focos de calor deveria estar correlacionado com o

número de dias com probabilidade de ocorrência de incêndios, sobretudo com perigo médio a muito alto. Apesar disso, apenas para a FMA⁺ foi observada essa tendência, o que poderia indicar o melhor desempenho deste índice em relação aos outros testados.

Conclusão

Entre 2017 e 2021, a FMA⁺ apresenta melhor desempenho para prever incêndios florestais em Jataí, Goiás, quando comparada aos outros índices de perigo de incêndios testados.

Referências

Aires LSS (2022) *Avaliação espaço-temporal dos focos de calor e análise de risco de incêndios no município de Rio Verde – GO*. Dissertação, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Aplicada e Sustentabilidade, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, 81p.

Almeida CT (2014) *Dinâmica das mudanças climáticas na região amazônica baseada em dados meteorológicos e satélites ambientais*. Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 56p.

Alves JMB, Silva EM, Araújo FC, Silva LL (2021) Um estudo de focos de calor no bioma Caatinga e suas relações com variáveis meteorológicas. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 36(3):513-527. doi: /10.1590/0102-7786363001

Callegari-Jacques SM (2003) *Bioestatística: princípios e aplicações*. Porto Alegre: Artmed. 264p.

Casavecchia BH, Souza AP, Stangerlin MEU, Melo RR (2019) Índices de perigo de incêndios em uma área de transição Cerrado-Amazônia. *Revista de Ciências Agrárias*, 42(3):842-854. doi: [10.19084/rca.17756](https://doi.org/10.19084/rca.17756)

Dubreuil V, Fante KP, Planchon O, Dant'Anna JL (2018) Os tipos de climas anuais no Brasil: uma aplicação da classificação de Köppen de 1961 a 2015. *Confins – Revista Franco-Brasileira de Geografia*, 37(4). doi: 10.4000/confins.15738

Durigan G, Ratter JA (2015) The need for a consistente fire policy for Cerrado conservation. *Journal of Applied Ecology*, 53(1):11-15. doi: 10.1111/1365-2664.12559

Ferreira Júnior A, Estevão CIM, Souza LR, Lopes PA, Ferreira WC (2016) Caracterização de um fragmento urbano de Mata Atlântica em Goiás. *Enciclopédia Biosfera - Centro Científico Conhecer*, 13(24):196-211. doi: 10.18677/EnciBio_2016B_018

Frizzo T, Bonizário C, Borges M, Vasconcelos H (2011) Revisão dos efeitos do fogo sobre a fauna de formações savânicas do Brasil. *Oecologia Australis*, 15(2):365-379. doi: :10.4257/oeco.2011.1502.13

Gomes DT, Sakamoto MS, Silva AEF (2020) Avaliação da distribuição de focos de calor às

margens de rodovias federais no estado do Ceará/Brasil. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 35(3):467-475. doi: 10.1590/0102-7786353008

Gonçalves AB, Vieira A, Santos S, Rocha J (2020) Os incêndios florestais em Portugal em tempo de Covid-19. *Finisterra*, 55(115):189-195. doi: 10.18055/Finis20294

Gonçalves DM, Dias DP (2020) Eficiência de cinco índices de perigo de incêndios para o município de Jataí - GO. *Scientia Forestalis*, 48(127):e3362. doi: 10.18671/scifor.v48n127.24

Hermuche PM, Guimarães GMA, Castro SS (2009) Análise dos comportamentos morfopedológicos como subsídio ao planejamento do uso do solo em Jataí – GO. *GEOUSP – Espaço e Tempo*, 13(2):113-131. doi: 10.11606/issn.2179-0892.geousp.2009.74131

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2022). *Cidades e estados, Jataí-GO, código 5211909*. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados>. Acessado em 08/03/2022.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia (2022). *Normal climatológica 1981-2010*. Disponível em: <https://clima.inmet.gov.br/GraficosClimatologicos>. Acessado em: 08/03/2022.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia (2022). *Tabela de dados das estações automáticas*. Disponível em: <https://tempo.inmet.gov.br/TabelaEstacoes>. Acessado em: 08/03/2022.

INPEa. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (2022). *Banco de dados de queimadas*. Disponível em: <http://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/portal>. Acessado em 08/03/2022.

INPEb. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (2022). *Programa queimadas – monitoramento dos focos ativos por bioma, estado e região*. Disponível em: https://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/portal-static/estatisticas_estados/. Acessado em 08/03/2022.

Lazzarini GMJ, Ferreira LCC, Felcissimo MFG, Lira RG, Justino AG, Gomes CS, Ribeiro JCN, Magalhães GRD (2012) Análise da distribuição de focos de calor no Tocantins entre 2002 e 2011. *Revista Interface*, 5:24-35.

MAPBIOMAS. *Mapeamento Anual do Uso e Cobertura da Terra no Brasil (Mapbiomas)*, ano de

2020. Disponível em: <<https://plataforma.brasil.mapbiomas.org>>. Acesso em: 08/03/2022.
- Melo D.F, Soares JAB, Vieira KPM, Giongo PR, Gomes LF, Cunha FN, Sobrinho OPL (2020) Análise espaço-temporal de focos de queimadas no Município de Santa Helena de Goiás. *Research Society and Development*, 9(7): e858974068. doi: 10.33448/rsd-v9i7.4068
- Noronha Filho FA, Lima FC, Costa ROS, Miranda SBA, Costa JA (2019) Análise espacial e temporal dos focos de calor e desmatamento na Flona Saracá-Taquera, Oriximiná-PA. *Jornal Aplicado em Hidro-Ambiente e Clima*, 1(2):45-57.
- Nunes JRS, Soares RV, Batista AC (2006) FMA+ - um novo índice de perigo de incêndios florestais para o estado do Paraná, Brasil. *Floresta*, 36(1):75-91.
- Observatório Do Clima. *Análise das Emissões Brasileiras de gases de efeito estufa e suas implicações para as metas de clima do Brasil 1970-2020* (2021). Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG).
- Patriota JN, Batista AC, Ganassoli E, Santos MM, Coelho MCB, Giongo M (2017) Avaliação das ocorrências de incêndios florestais no estado do Tocantins. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 12(3):518-523. doi: 10.18378/rvads.v12i3.4061
- Santos BA, Oliveira MDS, Silva PN, Santos JGM, Mattos EV, Reboita MS (2019) Distribuição espaço-temporal dos focos de calor no estado de Minas Gerais. *Anuário do Instituto de Geociências*, 42(3):64-84. doi: 10.11137/2019_3_64_84
- Schmidt IB, Fonseca CB, Ferreira MC, Sato MN (2016) Implementação do programa piloto de manejo integrado do fogo em três unidades de conservação do cerrado. *Biodiversidade Brasileira*, 6(2):55-70. doi: 10.37002/biobrasil.v%25vi%25i.656
- Soares RV (1984) Perfil dos incêndios florestais no Brasil em 1983. *Brasil Florestal*, 14(58):31-42.
- Soriano BMA, Daniel O, Santos AS (2015) Eficiência de índices de risco de incêndios para o Pantanal Sul-Mato-Grossense. *Ciência Florestal*, 25(4):809-816. doi: 10.5902/1980509820231
- Sousa TCM, Barcellos CB, Gracie R, Hacon S (2021) *Covid-19 e queimadas na Amazônia Legal e no Pantanal: aspectos cumulativos e vulnerabilidades*. Nota técnica – Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde (ICICT) – Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz).
- Torres FTP, Lima GS, Costa AG, Félix GA, Silva Júnior MR (2016) Perfil dos incêndios florestais em unidades de conservação brasileiras no período de 2008 a 2012. *Revista Floresta*, 46(4):531-542. doi: 10.5380/rf.46i4.44199