

Focos de calor e sua relação com a precipitação e temperatura do ar do município de Jataí, Goiás

Fire focus and its relationships with rainfall and air temperature in Jataí, Goiás, Brazil

Thomas Rieth Corrêa ¹; Daniela Pereira Dias²

¹Acadêmico do curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Jataí, Jataí, Goiás, thomasriethcorrea2@gmail.com. ²Doutora em Ciências de Florestas Tropicais, Professora do curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Jataí, Jataí, Goiás, danieladias@ufj.edu.br

ARTIGO

Recebido: 11/10/2022
Aprovado: 18/03/2023

Palavras-chave:

Incêndio Florestal
Variáveis meteorológicas
Normal climatológica

RESUMO

Alterações mensais e anuais na precipitação e na temperatura do ar podem favorecer a ocorrência de incêndios florestais, que podem ser associados aos focos de calor observados via satélite. O objetivo deste estudo foi avaliar a variabilidade anual da precipitação e da temperatura do ar e relacioná-las com os focos de calor observados em Jataí, Goiás, de 2008 a 2021. Foram obtidos dados microclimáticos (precipitação, temperatura mínima, média e máxima) e do número de focos de calor diários de 2008 a 2021. De acordo com a normal climatológica (1981-2010) de Jataí, os valores médios de precipitação (P_{mm}) e temperatura do ar (T_{ar}), foram de, respectivamente, 1.648,9 mm e 22,4 °C. No período estudado P_{mm} variou de 1.108,4 mm (2019) a 1.868 mm (2008) e T_{ar} apresentou, em 2021, 22,01°C, e em 2014, 23,72 °C. Os meses mais secos ocorreram de maio a outubro, especialmente julho e agosto, entretanto os mais quentes foram setembro e outubro. Foram observados 1.270,0 focos de calor entre 2008 e 2021, com maior concentração nos meses mais secos. Apesar de existir correlação entre as variáveis microclimáticas e os focos de calor, elas não foram significativas ($p > 0,05$). Isso nos permite inferir que a baixa variabilidade anual da P_{mm} e da T_{ar} (mínima, média e máxima) fizeram com que não houvesse correlação significativa destas com o número de focos de calor observados em Jataí entre 2008 e 2021.

ABSTRACT

Monthly and annual changes in rainfall and air temperature may favor the occurrence of forest fires, which can be associated with fire focus observed via satellite. The objective of this study was to evaluate the annual variability of rainfall and air temperature and relate them to the fire focus observed in Jataí, Goiás, Brazil, between 2008 and 2021. Microclimatic data (rainfall, and minimum, mean and maximum temperature) and the number of daily fire focus from 2008 and 2021. According to the climatological normal (1981-2010) of Jataí, the mean values of rainfall (P_{mm}) and air temperature (T_{ar}) were, respectively, 1,648.9 mm and 22.4 °C. In the period studied, P_{mm} ranged from 1,108.4 mm (2019) to 1,868.0 (2008), and T_{ar} presented in 2021, 22.1 °C, and in 2014, 23.72 °C. The driest months were from May to October, especially July and August, however the hottest were September and October. Between 2008 and 2021, were observed 1,270.0 fire focus, with greater concentration in the driest months. Although there was a correlation between the microclimatic variables and fire focus, they were not significant ($p > 0.05$). This allows us to infer that the low annual variability of P_{mm} and T_{ar} (minimum, mean, and maximum) meant that there was no significant correlation with the number of hot spots observed in Jataí between 2008 and 2021.

INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas globais têm sido um objeto de estudo muito visado nos últimos anos por causar efeitos adversos para os ecossistemas do planeta como um todo, tais como as alterações que se dão nos ciclos biogeoquímicos, inter-relacionadas a outras consequências, como aumento da temperatura do ar, desregularização das chuvas e aumento da

concentração de aerossóis de origem antrópica na atmosfera (PBMC, 2014). Assim, projeções que indicam um cenário de alerta para os próximos anos, tanto para o Cerrado (BUSTAMANTE et al., 2012) quanto para o ecossistema global (PBMC, 2014). Um novo cenário ambiental poderia gerar alterações na frequência de incêndios florestais, visto que estes são afetados pelas condições climáticas (CASAVECCHIA et al., 2019).

As projeções de Moriondo et al. (2006) e de Bento-Gonçalves et al. (2012) mostram um cenário de aumento do perigo de incêndio em situações de aumento da temperatura e maior quantidade de dias sem precipitação.

O Cerrado é conhecido como um bioma em que o fogo se destacou historicamente como um forte fator para a evolução das espécies, sendo visto inclusive como dependente do fogo para o cumprimento de funções ecológicas (DURIGAN; RATTER, 2015). Outro fator importante a ser considerado no Cerrado é a sazonalidade, posto que seu clima é marcado por um período seco, no qual, consequentemente, ocorre a maior incidência de focos de calor (DURIGAN; RATTER, 2015; GONÇALVES; DIAS, 2020). Noronha Filho et al. (2019) observaram, para regiões da Amazônia, mais focos de calor nos anos mais quentes e mais secos. Campos e Chaves (2020) observaram tendências de diminuição da precipitação em estações meteorológicas localizadas no Cerrado entre 1977 e 2010, o que cria uma preocupação com as dinâmicas de focos de calor nos municípios da região, que podem vir a aumentar. Da mesma forma, Silva et al. (2018a) também confirmam este novo cenário, pois notaram aumento da temperatura do ar no estado de Goiás na série temporal de 1980 a 2013.

Nesse sentido, em anos que possuem maiores temperaturas e menores precipitação pode haver aumento do número de focos de calor detectados. Assim, o objetivo deste estudo foi determinar a variabilidade anual da precipitação e da temperatura do ar (mínima, média e máxima) e sua relação com focos de calor ocorridos em Jataí, Goiás, entre os anos de 2008 e 2021.

MATERIAL E MÉTODOS

O município de Jataí, localizado no sudoeste do estado de Goiás (Figura 1), possui área de 7.174,22 km² (IBGE, 2019) e tem temperatura anual média de 22,4°C e precipitação anual média de 1648,9 mm, segundo média histórica de 1981 a 2010 (INMET, 2020). Seu clima é do tipo Aw – tropical de savana, segundo a classificação de Köppen-Geiger, ou seja, com regime de chuvas variado ao longo do ano, com estação seca e chuvosa bem definidas.

O município de Jataí se destaca pela produção agrícola, que segundo o levantamento realizado anualmente pelo IBGE, o PAM (Produção Agrícola Municipal) de 2019, possuía, ao final do referido ano, 543,2 mil hectares de área plantada com culturas anuais. O PAM de 2016, mais detalhado, estima a área destinada à cultura do milho no município foi de 236 mil hectares, enquanto à soja em 285 mil hectares. Destaca-se ainda que Jataí é o segundo maior produtor de milho do país, com 1,3 milhão de toneladas colhidas em 2018 (IBGE, 2018), o décimo maior produtor de soja do país, com 798 mil toneladas colhidas (IBGE, 2016).

Foram coletados dados relativos ao clima dos anos de 2008 a 2021, disponíveis nos bancos de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), obtidos a partir da estação meteorológica automática (EMA) identificada como

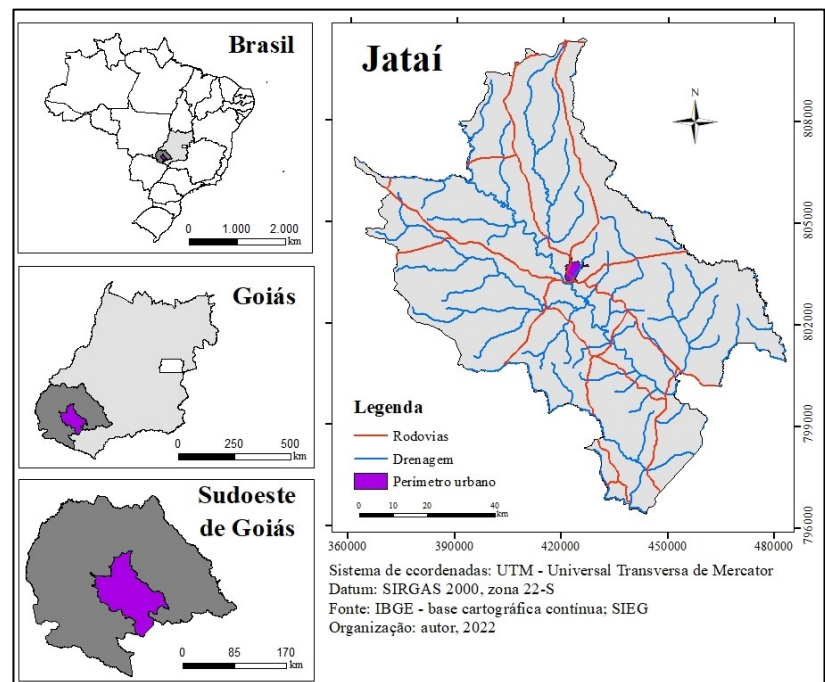


Figura 1. Localização do município de Jataí, Goiás, e suas principais rodovias e bacias de drenagem.

A016 (Jataí, 17°55'S, 51°43'W, altitude de 670 m). Os dados de precipitação total (P_{mm} , em mm) e temperatura média (T_{ar} , em °C) diários foram utilizados para determinação das médias mensais e anuais. Assim, neste estudo, foram utilizadas a precipitação anual total, a temperatura anual média, a temperatura mínima anual média e a temperatura máxima anual média, sendo as duas últimas as temperaturas médias às 7 e às 13 h, respectivamente. Além da determinação dos valores médios das variáveis anuais e mensais, foi obtido o desvio padrão, o coeficiente de variação e o erro padrão da média. A variabilidade da P_{mm} e da T_{ar} em torno da média histórica ($P_{mm} = 1.648,9$ mm e $T_{ar} = 22,4$ °C) foi calculada para avaliação da redução ou aumento dos valores anuais ao longo dos 14 anos estudados.

O número de focos de calor detectados entre 2008 e 2021 em Jataí foi obtido a partir da ferramenta Banco de Dados de Queimadas (BDq) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), por meio dos dados do satélite de referência, o AQUA_M-T. Os focos de calor que são detectados pelos satélites consistem em área mínima de 900 m² cuja temperatura é maior que 47 °C. Foram calculadas as médias mensais e anuais do número de focos de calor, bem como o desvio padrão e o erro padrão da média. Os dados foram submetidos a testes de normalidade (ShapiroWilk ou Kolmogorov-Smirnov) de acordo com o número de observações. Os dados das variáveis meteorológicas anuais foram correlacionados com o número de focos de calor (correlação de Pearson) e sua significância também foi obtida utilizando o software R.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Entre as variáveis microclimáticas analisadas, a precipitação foi a que mais variou entre os anos e meses no município de Jataí – GO (Figura 2B, F). A precipitação anual (somatório dos valores mensais) foi menor em 2019 (1.108,4 mm) e maior em 2008 (1.868 mm), com tendência de

diminuição da precipitação ao longo dos anos (Figura 2B). Quanto à temperatura média do ar, o ano mais frio foi 2021, com 22,07 °C, e o mais quente foi 2014, com 23,72 °C (Figura 2A). A menor temperatura mínima observada foi registrada nos anos de 2016 e 2021 (Figura 2C), ambos com 17,69 °C, e a maior foi registrada em 2015 (18,98 °C). A maior temperatura máxima esteve em 27,58 °C, em 2016, entretanto a menor foi registrada em 2019 (22,09 °C), conforme Figura 2D.

Os valores médios das variáveis climáticas analisadas também variaram ao longo dos meses (Figura 2E, F, G, H). Entre os meses de maio a setembro, houve precipitação inferior a 50 mm em Jataí, chegando a registrar valores médios abaixo de 10 mm nos meses de julho e agosto. Por outro lado, também se encontram os menores valores de temperatura média do ar de maio a julho. O mesmo padrão de queda das temperaturas refletiu-se nas médias encontradas para as temperaturas mínima e máxima.

Esta sazonalidade da precipitação pode ser considerada comum a todo o Cerrado, que de forma geral tem precipitações médias próximas a zero no período seco (especialmente junho, julho e agosto). Campos e Chaves (2020) ao coletar dados em 125 estações meteorológicas do Cerrado nos anos de 1977 a 2010 notaram este comportamento comum a todas elas. O padrão também coincide com a normal climatológica fornecida pelo INMET (1981 - 2010) para o município e também foi observado no estudo de Gonçalves e Dias (2020), que notaram além da distribuição de chuvas de forma semelhante, a queda das temperaturas nos meses mais secos para Jataí numa série temporal muito próxima (2007 a 2016).

Com relação à média histórica fornecida pela normal climatológica do INMET para os anos de 1981 a 2010, a precipitação anual em Jataí apresentou-se em momento com volume superior e inferior à esperada (Figura 3A). Porém, a maioria dos anos estudados (dez) apresentou precipitação anual inferior à média histórica. Destaca-se o ano de 2019, que registrou um volume de precipitação com déficit de 540,5 mm em relação à média histórica, e em 2008 a superou em 219,1 mm.

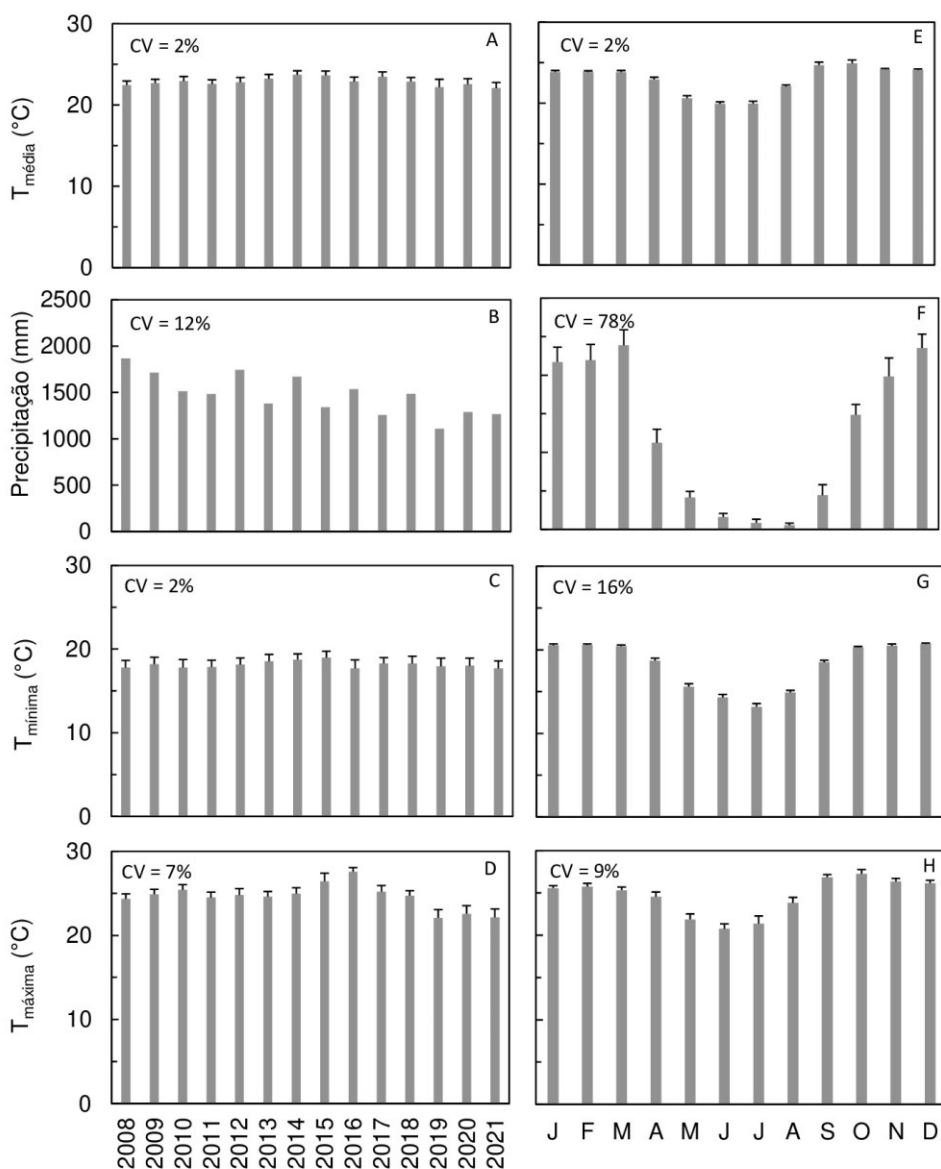


Figura 2. Variação anual (A, B, C, D) e mensal (E, F, G, H) da precipitação, das temperaturas média, mínima e máxima do ar entre 2008 e 2021 em Jataí, Goiás. Os desvios acima das barras representam o erro padrão da média. Fonte: INMET (2022).

Adicionalmente, observou-se que a temperatura média do ar dos anos estudados foi superior à média histórica (Figura 3B), exceto para os anos de 2019 e 2021, e em 2008 teve registro quase idêntico à média histórica. Assim, pode-se verificar no período estudado uma tendência clara de redução das chuvas e aumento da temperatura em Jataí.

A tendência de redução dos índices pluviométricos no bioma Cerrado foi observada por Campos e Chaves (2020), quando analisaram dados de 1977 a 2010. Entretanto, no mesmo estudo, foi observado um aumento do índice pluviométrico para a região de Jataí, não corroborando com os dados do presente trabalho. Quanto à temperatura do ar, em termos globais, desde 1880, tem-se um aumento da ordem de 1,5°C (IPCC, 2014). Silva et al. (2018a) notaram aumento de temperatura no estado de Goiás analisando a série temporal de 1980 a 2013.

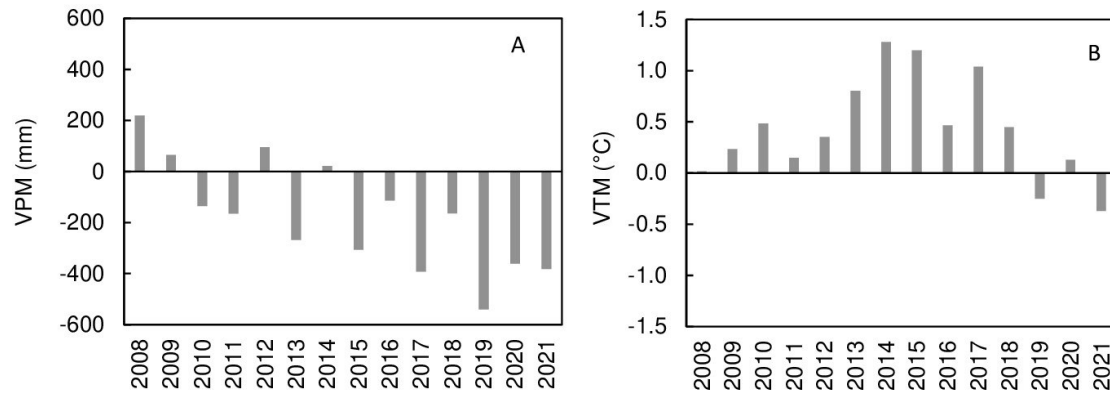


Figura 3. Variação da precipitação (VPM - A) e da temperatura do ar (VTM - B) obtidas nos anos de 2008 a 2021 em relação à média da normal climatológica (1981 - 2010) para o município de Jataí, Goiás.

Rodrigues et al. (2022) atribuem que reduções no nível de precipitação observadas nos recentes anos, como no presente estudo, estão intimamente ligadas às mudanças no uso e cobertura do solo no bioma Cerrado, que, segundo os autores, afetam o clima regional ao reduzir a evapotranspiração e elevar a temperatura de superfície do solo, o que reduz a precipitação. De acordo com classificação feita pelo Mapbiomas (2021), o domínio fitogeográfico do Cerrado possuía 53,14% de sua área ocupada por formações naturais (florestais e não florestais), ao passo que o uso agropecuário já ocupava 45,43%.

Um cenário de menores precipitações e maiores temperaturas em relação à normal climatológica é especialmente crítico para Jataí, cuja economia se baseia no plantio de culturas anuais. A temperatura afeta diretamente processos fisiológicos primordiais dos vegetais, e o volume de precipitação rege a disponibilidade de água. Portanto, ambas as variáveis afetam diretamente a produtividade florestal e agrícola, de forma que ambientes que se tornam mais secos tendem a ter sua produtividade diminuída. Da mesma forma, a vegetação natural de um local é resultado das características climáticas locais e pode ser afetada quando são registradas alterações ambientais (CASTRO, 2014).

Além disso, num cenário de redução da precipitação, os incêndios florestais também podem ser agravados, já que respondem a alterações das variáveis microclimáticas

(TORRES et al., 2016). Esse fato foi demonstrado no próprio município de Jataí por Gonçalves e Dias (2020), que observaram como os focos de calor no município apresentavam a mesma sazonalidade das variáveis microclimáticas, com maiores registros nos meses mais secos do ano.

Durante o período analisado, foram detectados 1270 focos de calor em Jataí, distribuídos de forma variada nos diferentes anos (Figura 4A). Os anos de 2009 e 2010 foram os que apresentaram o menor (38) e o maior (180) número de focos, respectivamente. Muitos fatores podem justificar estes valores, como o acúmulo de material combustível, associados com o aumento da temperatura e a diminuição da precipitação.

As variações do número de focos de calor podem ser, muitas vezes, justificadas por eventos climáticos anormais que podem alterar o clima de forma a favorecer ou prejudicar a sua ocorrência, como os fenômenos *El niño* e *La niña*, respectivamente. No entanto, é pouco provável que esta tenha sido essa a causa das variações ocorridas neste estudo, já que mesmo que alguns anos tenham sofrido com maiores temperaturas e menores índices pluviométricos, os focos de calor não se mostraram proporcionais a isso. Além disso, os únicos anos com *El niño* considerado forte foram 2015 e 2016, com poucos focos de calor registrados. Os anos de 2010, 2014 e 2018 apresentaram o fenômeno em nível fraco a moderado (NCEP, 2020).

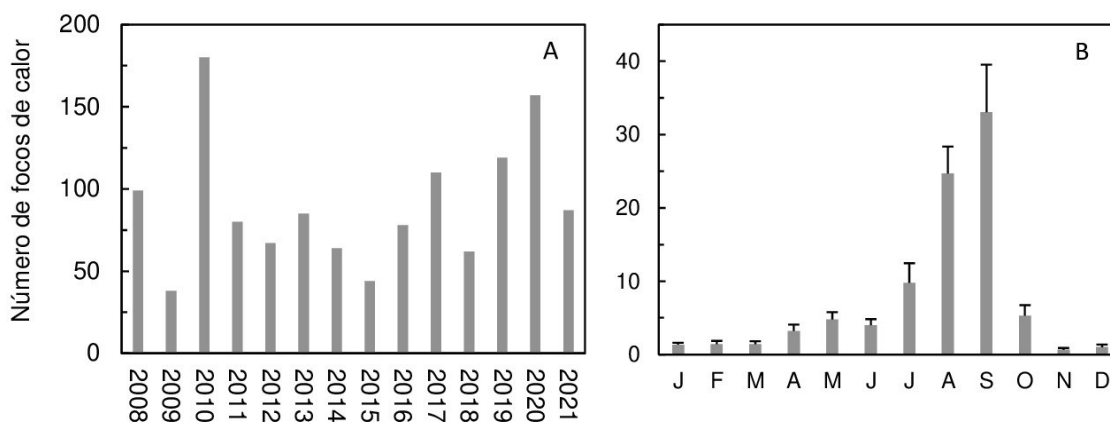


Figura 4. Variação anual (A) e mensal (B) no número de focos de calor observados em Jataí, Goiás, entre 2008 e 2021. Os desvios acima das barras representam o erro padrão da média. Fonte: INPE (2022)

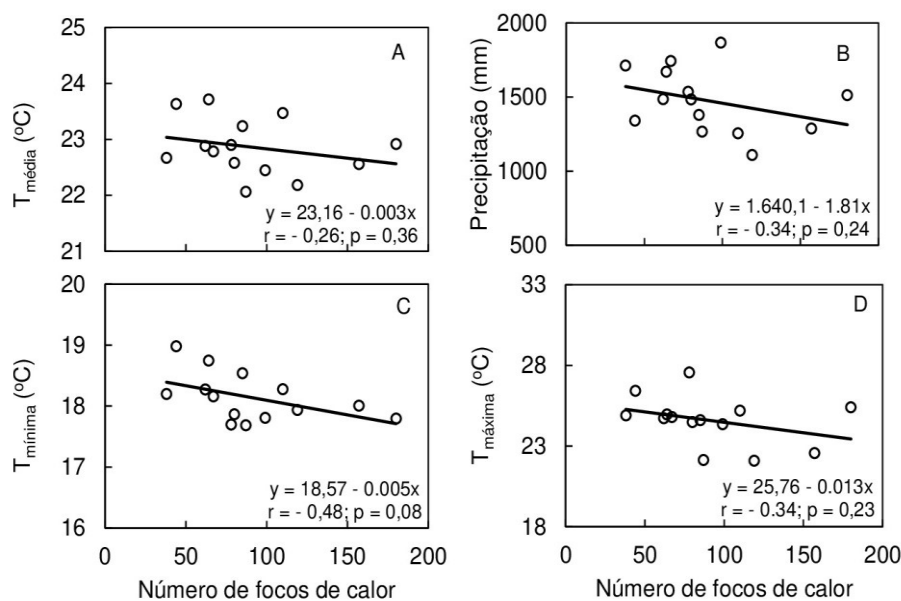


Figura 5. Correlação entre o número de focos de calor e as variáveis microclimáticas anuais estudadas (precipitação - B e temperatura mínima, média e máxima – A, C, D) no município de Jataí, Goiás, entre 2008 e 2021.

0,08) e temperatura máxima ($r = -0,34$; $p = 0,23$).

Noronha Filho et al. (2019) observaram, para regiões da Amazônia, mais focos de calor nos anos mais quentes e mais secos. No entanto, a observação de focos de calor depende de mais fatores além das variáveis meteorológicas, como a vegetação e incidência de focos no ano anterior. Lazzarini et al. (2012) observaram, no Cerrado tocantinense, que áreas de cerrado nativo representavam maior concentração de focos de calor que áreas nas quais prevalece o uso agrícola, possivelmente com os focos iniciando-se em áreas antropizadas e logo atingindo áreas nativas. Observaram também, que anos com picos de incêndios tendem a ser precedidos de anos com poucos incêndios, assim como tendem a reduzir os incêndios do ano posterior, devido ao acúmulo e à falta de material combustível, respectivamente. Assim, mesmo que as condições climáticas possam apontar uma tendência à alta concentração de focos de calor, outros fatores podem ser determinantes para que ocorra ou não esse fenômeno.

A causa da origem de incêndios florestais está historicamente ligada às atividades humanas, sejam elas intencionais ou não, e são apontadas, na maior parte dos levantamentos de incêndios no Brasil, como as principais causas (PATRIOTA et al., 2017; SILVA et al., 2018b). Assim, pode ser que nos anos estudados, a relação entre o componente humano e os incêndios tenham contribuído para o resultado encontrado nas correlações analisadas (Figura 5). Portanto, não é possível afirmar o que ocasionou à distribuição irregular encontrada nos anos estudados, sendo necessários estudos a fim de entender a dinâmica de focos de calor no município.

CONCLUSÃO

A variabilidade anual da precipitação e da temperatura não apresenta relação com o número de focos de calor observados em Jataí entre 2008 e 2021.

A média mensal dos focos de calor também variou entre os meses (Figura 4B), como encontrado por outros autores (GONÇALVES; DIAS, 2020), em que os meses de agosto e setembro foram os que apresentaram maior média de focos de calor. A maioria dos focos de calor ocorreram nos meses naturalmente mais secos e quentes do ano. Ressaltar-se que os focos de calor contabilizados via satélite e coletados na plataforma BDq são indicadores da ocorrência de fogo na vegetação, não são exatamente o registro da ocorrência de um incêndio/queimada (INPE, 2022).

As correlações entre o número de focos e as variáveis estudadas (Figura 5) foram: fraca para temperatura média do ar ($r = -0,26$; $p = 0,36$) e moderada para precipitação ($r = -0,34$; $p = 0,24$), temperatura mínima ($r = -0,49$; $p =$

REFERÊNCIAS

- BENTO-GONÇALVES, A.; VIEIRA, A.; FERREIRA-LEITE, F.; LOURENÇO, L. Mudanças climáticas e risco de incêndio florestal no AVE (noroeste de Portugal). *Revista Geonorte*, 1(4):830-842, 2012.
- BUSTAMANTE, M. M. C.; NARDOTO, G. B.; PINTO, A. S.; RESENDE, J. C. F.; TAKAHASHI, F. S. C.; VIEIRA, L. C. G. Potential impacts of climate change on biogeochemical functioning of Cerrado ecosystems. *Brazilian Journal of Biology*, 72(3):655-671, 2012. [10.1590/S1519-69842012000400005](https://doi.org/10.1590/S1519-69842012000400005)
- CALLEGARI-JACQUES, S. M. *Bioestatística: princípios e aplicações*. Porto Alegre: Artmed; 2003, 255p.
- CAMPOS, J. O.; CHAVES, H. M. L. Tendências e variabilidades nas séries históricas de precipitação mensal e anual no bioma Cerrado no período 1977-2010. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 35(1): 157-169, 2020. [10.1590/0102-7786351019](https://doi.org/10.1590/0102-7786351019)
- CASAVECCHIA, B. H.; SOUZA, A. P.; STANGERLIN, E. M. U.; MELO, R. R. Índices de perigo de incêndios em uma área de transição Cerrado-Amazônia. *Revista de Ciências Agrárias*, 42(3): 842-854, 2019. [10.19084/rca.17756](https://doi.org/10.19084/rca.17756)
- CASTRO, N. R. O impacto de variáveis climáticas sobre o valor da produção agrícola – análise para alguns estados brasileiros. Tese, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2014, 96p.
- DURIGAN, G.; RATTER, J. A. The need for a consistent fire policy for Cerrado conservation. *Journal of Applied Ecology*, 53(1):11-15, 2015. [10.1111/1365-2664.12559](https://doi.org/10.1111/1365-2664.12559)

- GONÇALVES, D. M.; DIAS, D. P. Eficiência de cinco índices de perigo de incêndios para o município de Jataí - GO. *Scientia Forestalis*, 48 (127), e3362, 2020. [10.18671/scifor.v48n127.24](https://doi.org/10.18671/scifor.v48n127.24)
- IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Cidades e estados, Jataí-GO, código 5211909, 2020. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/go/jatai.html>>. Acessado em 19/07/2022.
- IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção Agrícola Municipal (PAM). 2016. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=766>>. Acessado em: 19/07/2022.
- IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção Agrícola Municipal (PAM). 2018. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=766>>. Acessado em: 19/07/2022.
- IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção Agrícola Municipal (PAM). 2019. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=766>>. Acessado em: 19/07/2022.
- INMET, INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Normal climatológica 1981-2010, estação 83464, Jataí-GO, 2020.
- INPE, INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Banco de dados de queimadas. Disponível em: <<http://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/portal>>. Acessado em 19/11/2022.
- IPCC, INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. PACHAURI, R. K.; MEYER, L. A. (orgs). Geneva, Switzerland, 2014, 151p.
- LAZZARINI, M. J. G.; FERREIRA, L. C. C.; FELICÍSSIMO, M. F. G.; LIRA, R. G.; JUSTINO, A. G.; GOMES, C. S.; RIBEIRO, J. C. N.; MAGALHÃES, G. R. D. Análise da distribuição de focos de calor no Tocantins entre 2002 e 2011. *Revista Interface*, 5(5):24-35, 2012.
- MAPBIOMAS. Plataforma uso e cobertura do solo. Disponível em: <<https://plataforma.brasil.mapbiomas.org>>. Acesso em: 15/09/2022.
- MORIONDO, M.; GOOD, P.; DURAO, R.; BINDI, M.; GIANNAKOPOULOS, C.; CORTE-REAL, J. Potential impact of climate change on fire risk in the Mediterranean area. *Climate Research*, 31(1):85-95, 2006. [10.3354/cr031085](https://doi.org/10.3354/cr031085)
- NCEP, CLIMATE PREDICTION CENTER. ENSO: Recent Evolution, Current Status and Predictions. National Oceanic and Atmospheric Administration, EUA, 2020.
- NORONHA FILHO, F. A.; LIMA, F. C.; COSTA, R. O. S.; MIRANDA, S. B. A.; COSTA, J. A. 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, 2019.
- PATRIOTA, J. N.; BATISTA A. C.; GANASSOLI, E.; SANTOS, M. M.; COELHO, M. C. B.; GIONGO, M. Avaliação das ocorrências de incêndios florestais no Estado do Tocantins. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 12(3):518-523, 2017. [10.18378/rvads.v12i3.4061](https://doi.org/10.18378/rvads.v12i3.4061)
- PBMC – PAINEL BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS. Base científica das mudanças climáticas. Contribuição do Grupo de Trabalho 1 do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas ao Primeiro Relatório da Avaliação Nacional sobre Mudanças Climáticas [AMBRIZZI, T., ARAUJO, M. (eds.)]. COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2014.
- RODRIGUES, A. A.; MACEDO, M. N.; SILVÉRIO, D. V.; MARACAHIPES, L.; COE, M. T.; BRANDO, P. M.; SHIMBO, J. Z.; SOARES-FILHO, B.; BUSTAMANTE, M. M. C. Cerrado deforestation threatens regional climate and water availability for agriculture and ecosystems. *Global Change Biology*, 00:1-16, 2022. [10.1111/gcb.16386](https://doi.org/10.1111/gcb.16386)
- SILVA, B. E. S.; FARIAS, P. H. S.; SILVA, S. C. da; MORAES, A. da C.; HEINEMANN A. B. Tendência e projeção da temperatura do ar para o Estado de Goiás. Folhetos. Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO, 2018a.
- SILVA, E. C. G.; FIEDLER, N. C.; JUVANHOL, R. S.; SILVA, G. M. A.; DAS NEVES, F. P. Análise temporal da ocorrência de incêndios florestais nas Américas e região do Caribe. *Revista Nativa*, 6(5):491-496, 2018b. [10.31413/nativa.v6i5.5845](https://doi.org/10.31413/nativa.v6i5.5845)
- TORRES, F. T. P.; LIMA, G. S.; COSTA, A. G.; FÉLIX, G. A.; SILVA JÚNIOR, M. R. Perfil dos incêndios florestais em unidades de conservação brasileiras no período de 2008 a 2012. *Revista Floresta*, 46(4):531-542, 2016. [10.5380/rf.46i4.44199](https://doi.org/10.5380/rf.46i4.44199)