

Análise de Série Temporal dos Focos Ativos de Queimadas do Estado de Mato Grosso, Brasil

Time Series Analysis of Active Fire Hotspots in the State of Mato Grosso, Brazil

Análisis de Series de Tiempo de Incendios Activos en el Estado de Mato Grosso, Brasil

Beatriz Feltrin Magosso¹
Eduardo Morgan Uliana²

Resumo: O objetivo foi realizar análise série temporal dos focos ativos de queimadas no Estado de Mato Grosso, para o período de 1999 a 2020. Existe tendência negativa nas séries temporais de focos de calor para o total anual e dos seguintes meses: maio, junho, agosto e outubro. Os dados de março indicaram tendência positiva. Estudos adicionais devem ser realizados para confirmação desse resultado, especialmente com a quantificação temporal da área queimada no Estado.

Palavras-chave: Conservação ambiental; Incêndios; Tendência.

Abstract: The objective was to carry out a time series analysis of the active fire hotspots in the Mato Grosso State, for the period from 1999 to 2020. There is a negative trend in the time series of hotspots for the total annual and the following months: May, June, August and October. March data indicated a positive trend. Additional studies must be carried out to confirm this result, especially with the temporal quantification of the burned area in the State.

Key-words: Environmental conservation; Fires; Trend.

Resumen: El objetivo fue realizar un análisis de series de tiempo de los focos de incendios activos en el Estado de Mato Grosso, para el período de 1999 a 2020. Existe una tendencia negativa en la serie de tiempo de focos para el total anual y para los siguientes meses: mayo, junio, agosto y octubre. Los datos de marzo indicaron una tendencia positiva. Se deben realizar estudios adicionales para confirmar este resultado, especialmente con la cuantificación temporal del área de incendios en el Estado.

Palabras-llave: Conservación medioambiental; Incendios; Tendencia.

¹ Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Campus de Sinop (bia.feltrin@hotmail.com). ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2213-845X>

² Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Campus de Sinop (morganuliana@gmail.com). ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2107-4634>

1. Introdução

O Estado de Mato Grosso destaca-se nacionalmente na produção agropecuária, com grandes áreas cultivadas com soja, milho, algodão e pastagens. Com área de aproximadamente 903 mil km² e população estimada em 3,5 milhões de pessoas (IBGE, 2020), tem em seu território áreas do Pantanal, do Cerrado e da Amazônia com expressiva quantidade de fauna e vegetação nativa preservadas. Esta conservação reflete em serviços ambientais importantes, principalmente no armazenamento de carbono, manutenção da biodiversidade, conservação do solo e produção de água.

No que se refere a agricultura e a pecuária, a crescente demanda por alimentos tem estimulado a expansão agrícola em Mato Grosso, pressionando o equilíbrio entre produção agrícola e conservação ambiental. Dentre as atividades que ameaçam esse equilíbrio estão as queimadas de origem antrópica utilizadas para o manejo agrícola e abertura de novas áreas de plantio. Abreu e Souza (2016) também destacam que o manejo do fogo faz parte da cultura de algumas populações indígenas que o empregam como ferramenta tradicional para a limpeza de áreas e para prática de caça. Os autores analisaram a distribuição de focos de calor nas áreas de terra indígena Xavante e Bororo, em Mato Grosso, e constataram que a prática de utilização do fogo pelos Xavantes tem forte influência na distribuição desses focos.

Segundo Santana et al. (2018), o fogo antropogênico da agricultura e da pecuária geralmente escapa para áreas de vegetação nativa vizinhas, resultando em incêndios de larga escala. Pereira e Silva (2016) destacam que a queimada é uma técnica agrícola amplamente usada no Brasil por pequenos e grandes produtores rurais. Conforme esses autores, períodos de estiagem ajudam no desenvolvimento de incêndios, contudo ações antrópicas são as principais responsáveis pelas queimadas.

A característica climática do estado entre os meses de maio e setembro aumentam a suscetibilidade a incêndios de grandes proporções. Nesses meses a precipitação é praticamente igual a zero, a umidade relativa do ar é muito baixa e a temperatura do ar é alta. A ocorrência de anomalias climáticas também pode favorecer a permanência dessas características expandindo-as para os meses chuvosos compreendidos entre outubro e abril. Quando isso acontece, o número de focos de calor e área queimada atingem seus níveis máximos com danos tanto a conservação ambiental, quanto a economia, qualidade de vida e saúde da população do Estado.

Machado-Silva et al. (2020) e Alves (2020) demonstraram o impacto do período seco e das

queimadas na saúde da população da Amazônia. Esses autores enfatizam que a alta concentração de material particulado fino, gerado pelas queimadas, possuem alta relação com o aumento dos casos de doenças respiratórias na população da região. Alves (2020) afirma que a população indígena é a mais afetada e prevê um agravamento das doenças respiratórias com a pandemia de COVID 19 ocorrendo de forma concomitante com incêndios na região.

Segundo Maeda et al. (2019), o fogo de florestas tropicais no Brasil é a principal fonte de emissão de gases de efeito estufa e alguns estudos têm demonstrado que o desmatamento da Amazônia é responsável por mais de 200 milhões de toneladas de carbono equivalente ao CO₂ por ano, com expressiva contribuição na emissão de gases de efeito estufa e consequentemente nas mudanças climáticas.

Nesse contexto, uma ferramenta importante para elaboração de planos de fiscalização, prevenção e consolidação de medidas de mitigação de queimadas é o monitoramento dos focos de calor (ROCHA; ARAÚJO; DUETI, 2020) com auxílio de sensoriamento remoto orbital.

O mapeamento do fogo com dados de satélite pode ser realizado com produtos ativos de incêndio e de área queimada. A obtenção da área queimada está baseada na mudança de reflectância na superfície ou na combinação da reflectância com incêndios ativos. Já os incêndios ativos estão baseados na detecção de anomalias térmicas (BRIONES-HERRERA, 2020). Destaca-se que foco de calor detectado por sensoriamento remoto é diferente de área queimada. No entanto, é uma informação importante para os órgãos de combate a incêndios identificar em tempo hábil o local de início do fogo e tomar decisões assertivas para minimização dos impactos. No que se refere ao Estado de Mato Grosso, com grande dimensão territorial, trata-se de uma ferramenta imprescindível para o monitoramento ambiental.

No Brasil, o levantamento da área queimada e o monitoramento de focos ativos de calor com auxílio de sensoriamento remoto é feito pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e divulgado ao público no “Portal do Monitoramento de Queimadas e Incêndios Florestais” (INPE, 2020a). Nesta plataforma também podem ser obtidas séries históricas do número de focos ativos de calor de todo território nacional.

A análise de série temporal de dados ambientais é uma ferramenta estatística considerável para o planejamento, visto que permite identificar se há estacionariedade, aumento ou decréscimo significativo da variável ao longo do tempo. Um dos testes de hipótese mais utilizados para detectar tendências em séries históricas é o proposto por Pettit (1979). Além de detectar a existência de

tendência na série, esse teste não paramétrico permite identificar o tempo a partir do qual ocorreu mudança no comportamento dos dados.

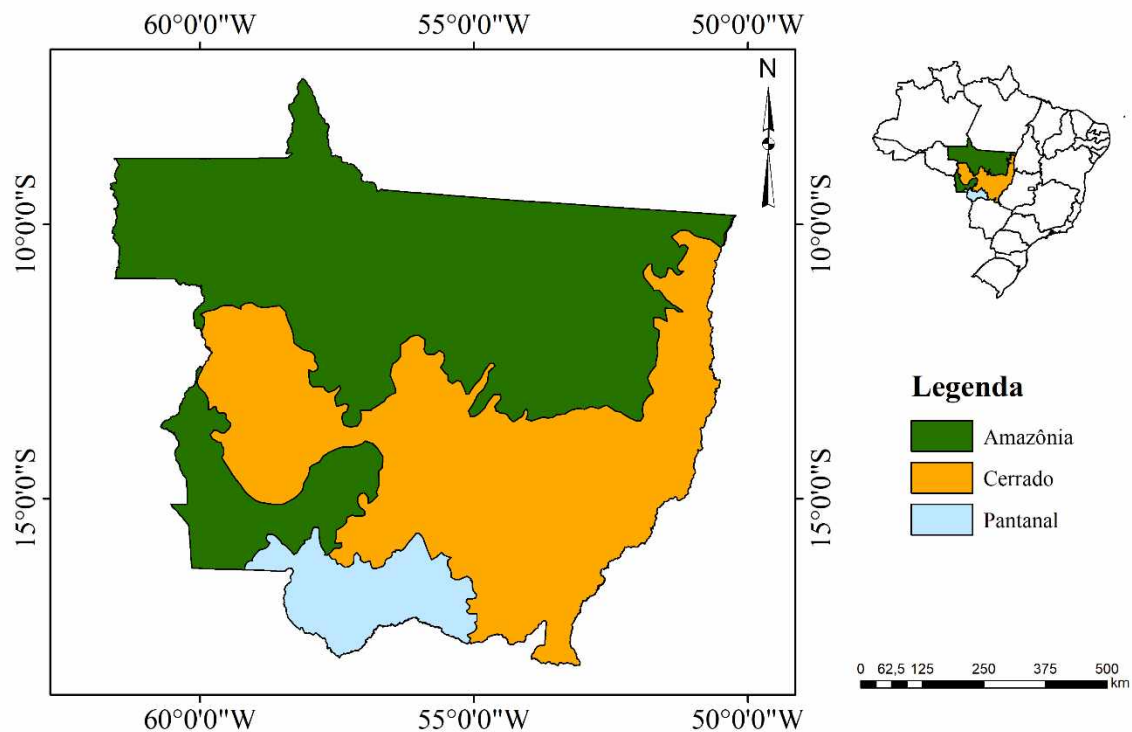
Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi realizar análise série temporal dos focos ativos de queimadas do Estado de Mato Grosso, para o período de 1998 a 2020.

2. Material de Métodos

2.1. Área de Estudo

A área de estudo deste trabalho foi o Estado de Mato Grosso, localizado na região centro-oeste do Brasil (Figura 1). O Estado é destaque nacional na produção agropecuária e possui em seu território áreas do Cerrado, Pantanal e Amazônia.

Figura 1 - Mapa do Estado de Mato Grosso com destaque para as áreas do Cerrado, Pantanal e Amazônia.



2.2. Base de Dados de Focos de Calor

A série histórica do número de focos ativos de calor foi obtida na plataforma do “Programa Queimadas” do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2020b). Os dados são provenientes do monitoramento realizado pelo satélite de referência para o período de 1999 a 2020. Foi realizada análise descritiva dos dados e plotada série temporal para avaliar a evolução dos focos

de calor no Estado.

Conforme definição de INPE (2020c) satélite de referência é aquele cujos dados diários de focos de calor detectados são utilizados para formar uma série temporal, que permite a análise de tendência dessa informação para a região de interesse. De junho de 1998 a 03 de julho de 2002 o satélite de referência foi o NOAA-12 (AVHRR). Após 03/07/2002 passou a ser o AQUA_M-T (MODIS). Segundo informações obtidas na mesma fonte essa transição causou descontinuidade na quantidade de focos detectados e essa informação deve ser considerada na análise de tendência.

2.3. Teste de Pettitt

Para identificação de tendência nas séries históricas de focos de calor do Estado de Mato Grosso foi utilizado o teste de Pettitt (Pettitt, 1979) ao nível de 5% de significância. A seguir o teste de Pettitt é descrito resumidamente, conforme Uliana et al. (2015). Mais detalhes devem ser consultados em Pettitt (1979).

A estatística de teste $U_{t,N}$ foi calculada com a seguinte equação:

$$U_{t,N} = U_{t-1,N} + \sum_{j=1}^N \text{sgn}(x_t - x_j) \quad \text{para } t=2, 3, \dots, N \quad (1)$$

em que:

$$\text{sgn}(x) = \begin{cases} 1 & \text{se } x > 0 \\ 0 & \text{se } x = 0 \\ -1 & \text{se } x < 0 \end{cases} \quad (2)$$

A estatística de teste contabiliza o número de vezes que o valor da primeira amostra excede o valor da segunda amostra. A hipótese nula do teste de Pettitt admite a falta de um ponto de mudança na série histórica. A estatística $K(t)$ represa o ponto de mudança t significativo no qual o valor de $|U_{t,N}|$ é máximo e está associado a um nível de significância calculado pelas equações:

$$k_{(t)} = \max_{1 \leq t \leq N} |U_{t,N}| \quad (3)$$

$$P = 2e^{-\frac{6(K_N)^2}{(N^3 + N^2)}} \quad (4)$$

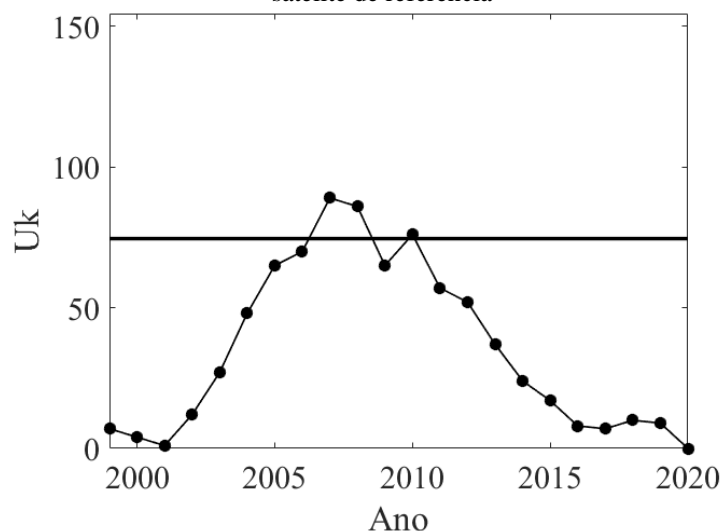
em que P é o nível de significância, K_N o valor crítico e N o número de anos da série histórica.

3. Resultados e discussão

Nas Figuras 2, 3 e 4 podem ser observados os resultados do teste de Pettitt ao nível de 5% de significância para os dados mensais e anuais de focos de calor do Estado de Mato Grosso. O teste de hipótese identificou tendência significativa na escala anual (Figura 2) e nos dados dos meses de março, maio, junho (Figura 3), agosto e outubro (Figura 4). Nos demais meses a tendência não foi significativa e os dados apresentaram estacionariedade. De acordo com Naghettini (2016), a “estacionariedade” de uma série temporal quer dizer que excetuando as flutuações aleatórias, as observações são invariantes com relação à cronologia de suas ocorrências.

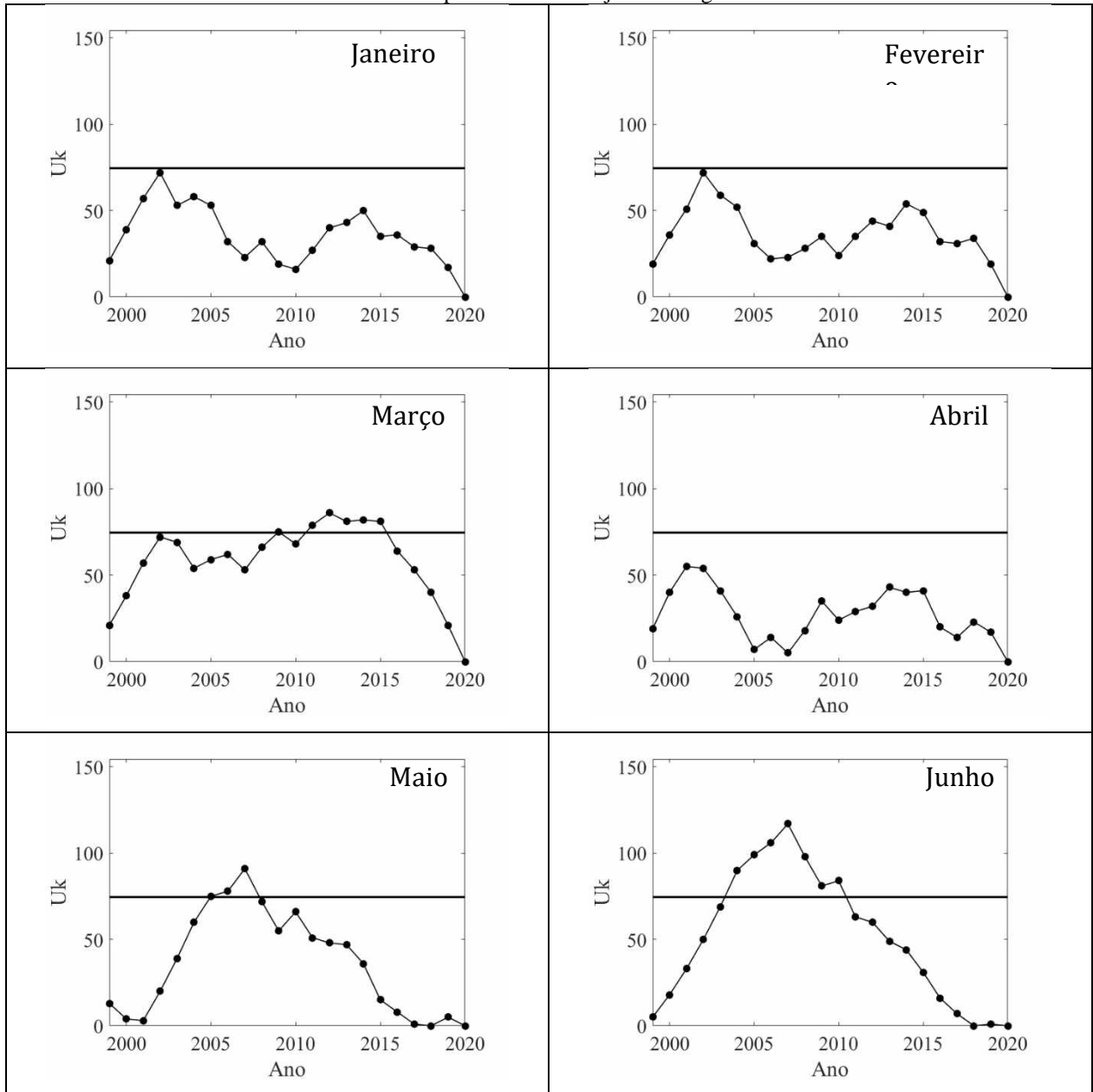
O valor crítico da estatística de teste foi igual a 74,55 ($U_{k_{crítico}}$). O ponto de mudança de tendência está localizado no tempo em que o valor de U_k supera o valor crítico. Percebe-se nas Figuras 2 que o ponto de mudança no total de focos de calor na escala anual ocorreu no ano de 2007. Já para os meses março, maio, junho, agosto e outubro os pontos de mudanças ocorreram em 2009, 2005, 2004, 2007 e 2005, respectivamente (Figuras 3 e 4).

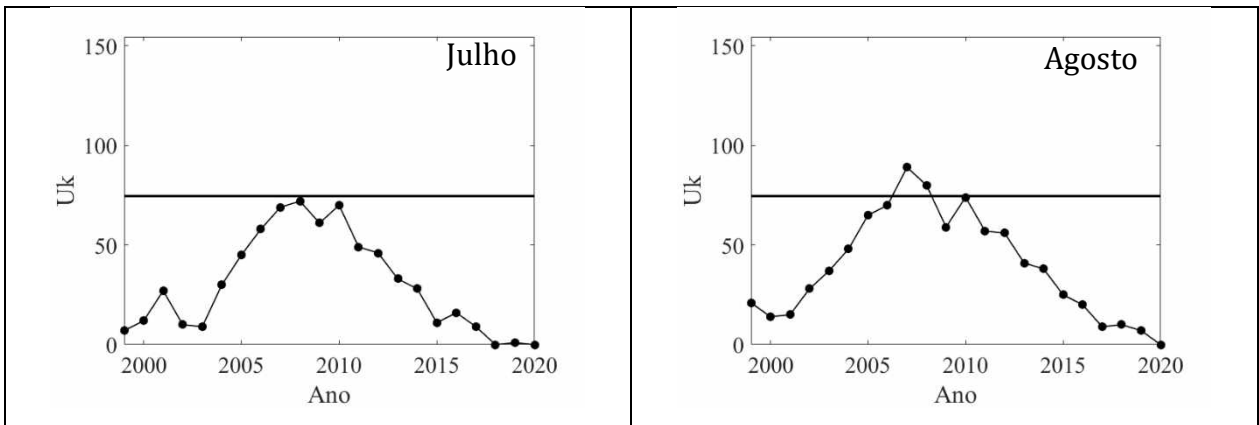
Figura 2 – Resultado do teste de Pettitt para a série histórica anual do número de focos de incêndio obtido com o satélite de referência



Fonte: INPE (2020b)

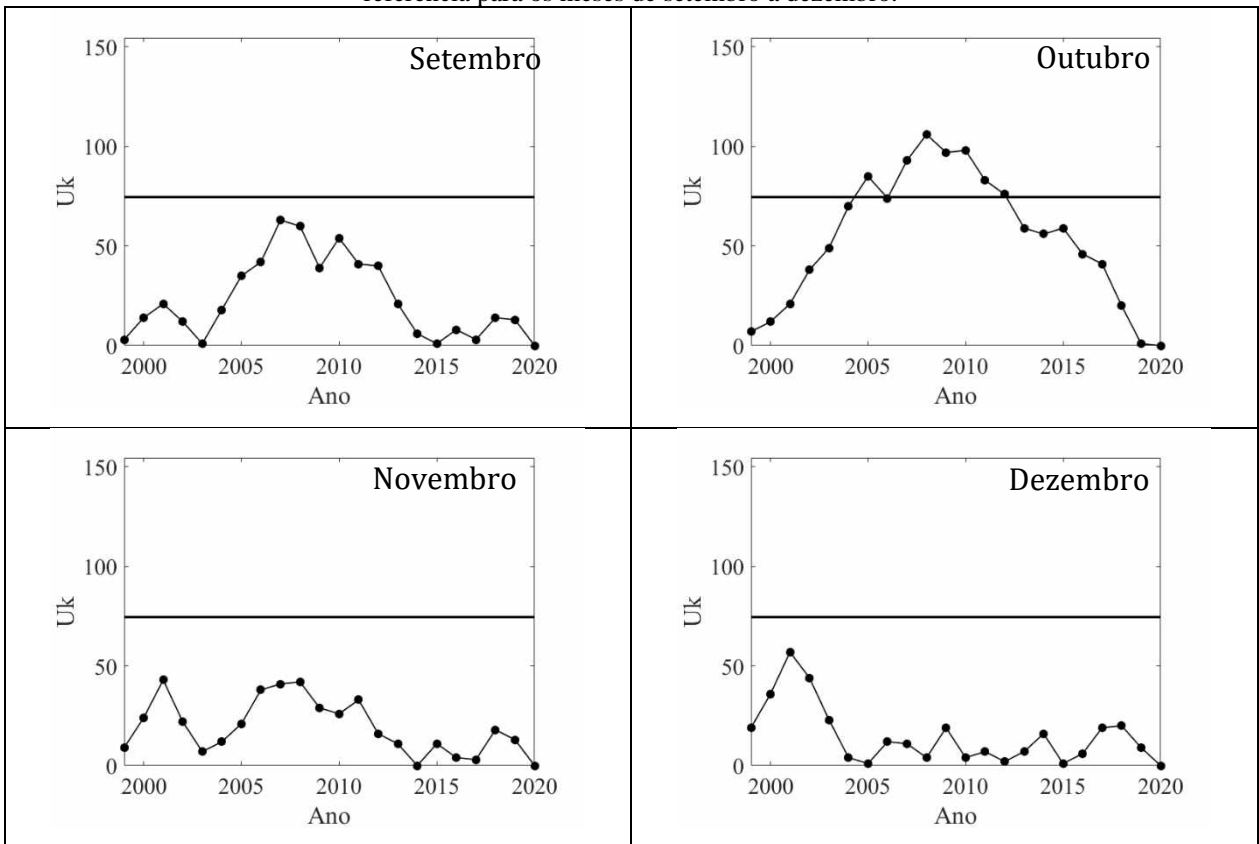
Figura 3 - Resultado do teste de Pettit para a série histórica do número de focos de calor obtido com o satélite de referência para os meses de janeiro a agosto





Fonte: INPE (2020b)

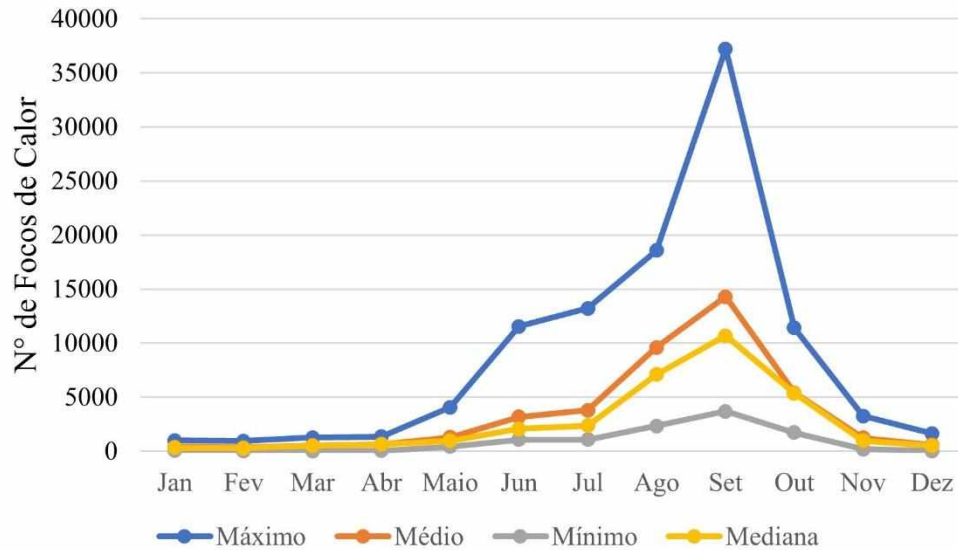
Figura 4 - Resultado do teste de Pettit para a série histórica do número de focos de calor obtido com o satélite de referência para os meses de setembro a dezembro.



Fonte: INPE (2020b)

Na Figura 5 estão apresentados os valores máximos, mínimos, médios e medianos do número de focos de calor mensal do Estado de Mato Grosso.

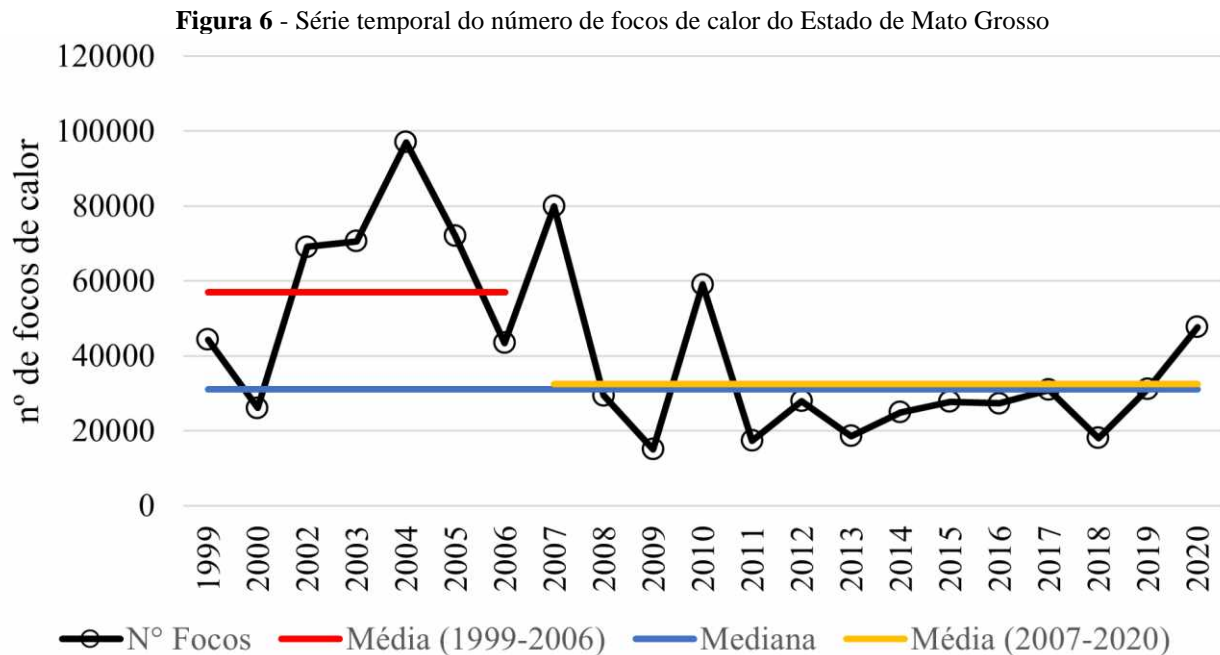
Figura 5 - Valores máximos, mínimos, médios e medianos do número de focos de calor do Estado de Mato Grosso para o período de 1999 a 2020.



Observa-se na Figura 5 que o maior número de focos de calor ocorre entre junho e outubro. O mês de setembro coincide com o final do período seco e apresenta os maiores valores de focos de calor no Estado. Apesar da chuva já retornar com valores expressivos no mês de outubro, o intervalo entre elas e o longo período seco anterior ainda favorecem a ocorrência de focos de calor como pode ser observado na Figura 5.

Nas Figuras 6 a 8 estão apresentadas as séries temporais do número de focos de calor para o Estado de Mato Grosso no período de 1999 a 2020. Nos períodos que ocorreram tendência significativa, conforme teste de Pettitt, a série foi dividida considerando o ponto de mudança identificado nas Figuras 2 a 4.

O teste de Pettitt identificou tendência significativa na série histórica total anual do número de focos de calor, detectados pelo satélite de referência do Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais (INPE, 2020). No caso da série anual existe tendência negativa do número de focos a partir de 2007. A média entre 1999 e 2006 foi de 56.957 e entre 2007 e 2020 igual a 32.513. Ocorreu, portanto, uma redução de aproximadamente 43% no número de focos de calor.

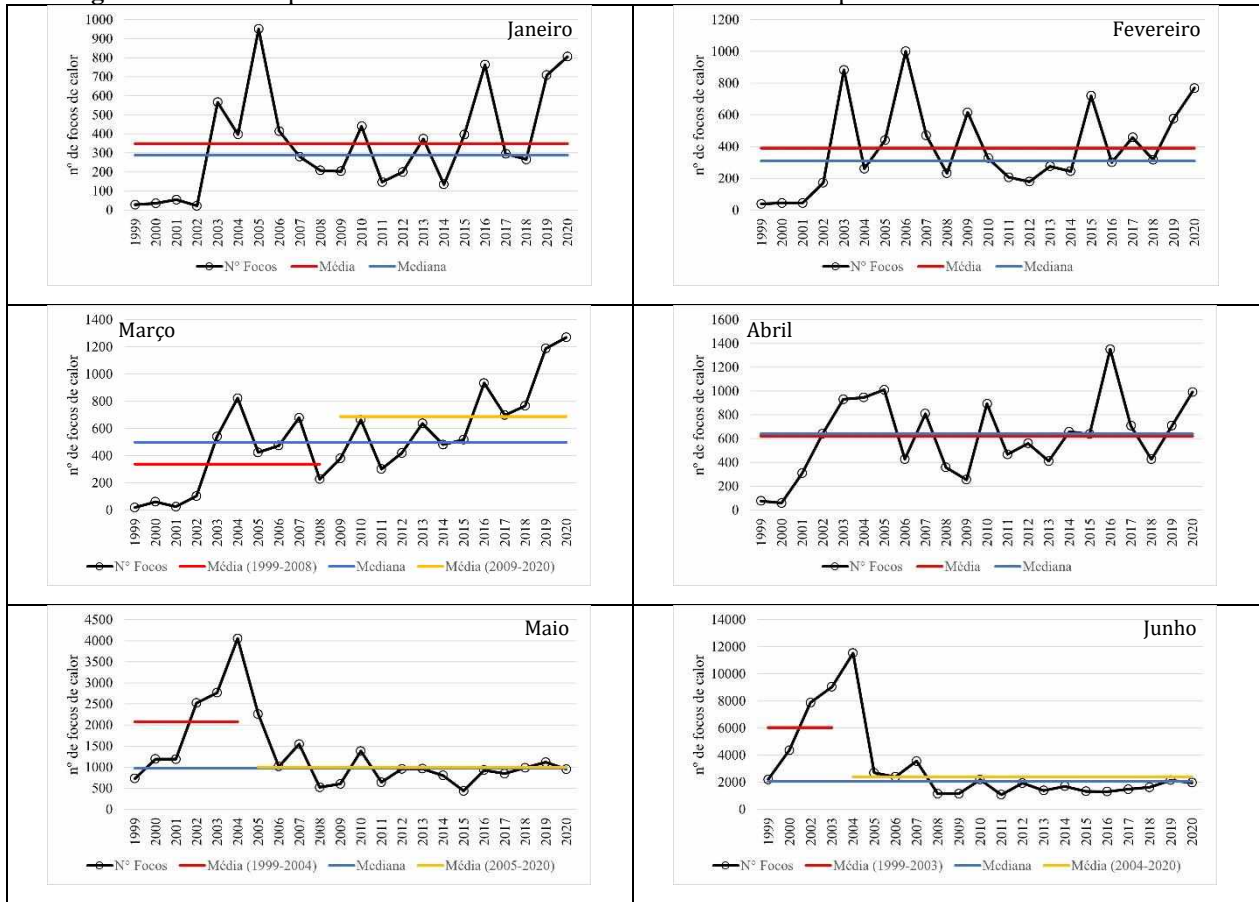


Fonte: INPE (2020b).

Apesar da redução do número de focos de calor a partir de 2007, chama atenção os valores registrados a partir de 2018. Em 2019 o valor fica próximo aos valores da média e da mediana e em 2020 supera os mesmos. O número de focos de calor registrado em 2020 foi o maior dos últimos 10 anos. Apenas o número de focos de calor de 2010 supera os ocorridos em 2020. Uma das áreas do Estado que mais sofreu com queimadas em 2020 foi o pantanal com impactos ambientais noticiados na imprensa nacional e internacional. No entanto, essa afirmação deve ser confirmada com a realização de novos estudos que analisem a distribuição espacial dos focos de calor, visto que neste trabalho foi realizada apenas a análise da sua distribuição temporal.

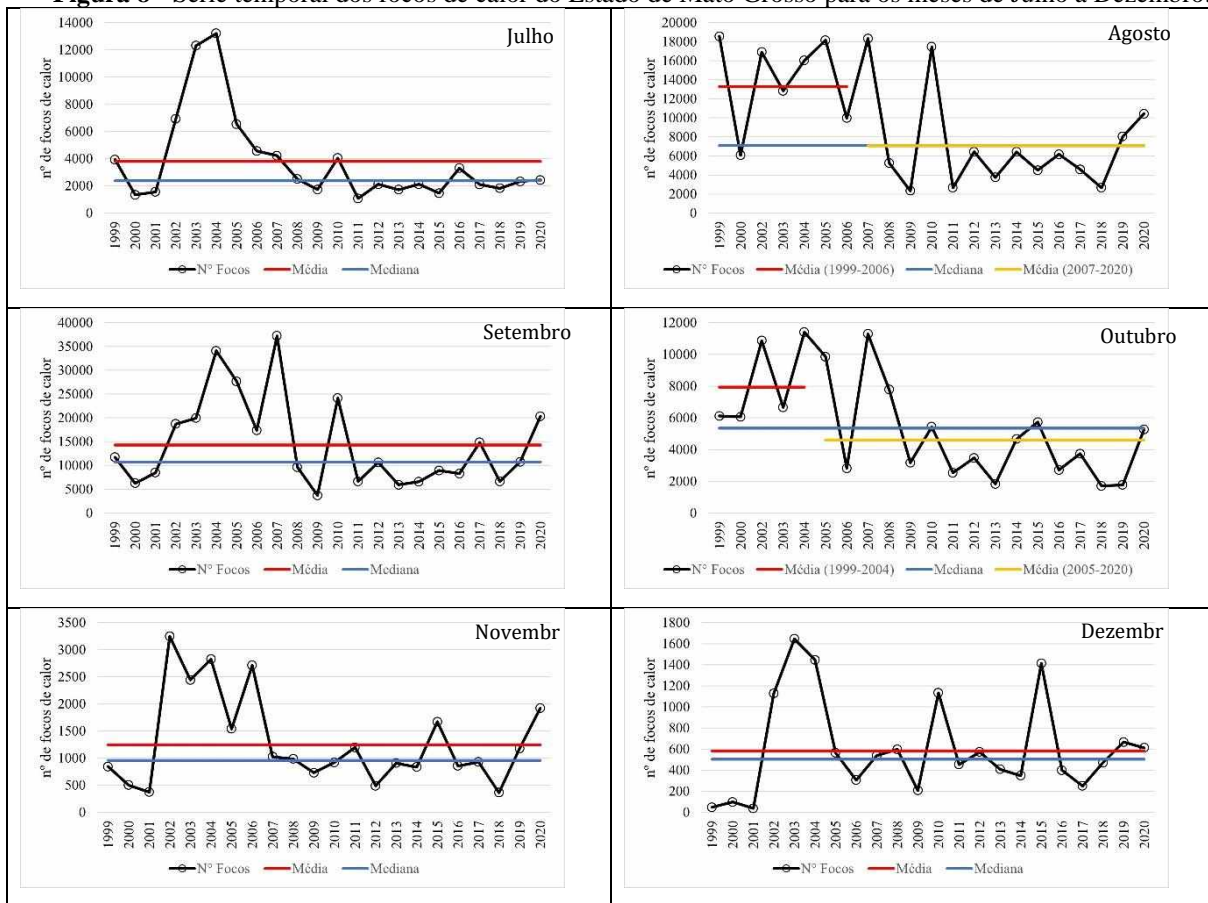
Como pode ser verificado na Figura 7, no primeiro semestre apenas os meses de março maio e junho apresentaram tendência significativa. Em março, mês chuvoso, ocorreu aumento do número de focos de calor a partir do ano de 2009. Já nos meses de maio e junho, período seco, ocorreu redução significativa do número de focos de incêndio.

A ocorrência de tendência positiva em março deve ser melhor analisada, visto que trata-se de um mês chuvoso. A ocorrência de maior intervalo entre as precipitações registradas nesse mês pode ser uma das causas do aumento do número de focos, mas deve ser melhor investigada relacionando esses eventos com os dados de precipitação de todo o estado.

Figura 7 - Série temporal dos focos de calor do Estado de Mato Grosso para os meses de Janeiro a Junho.

Fonte: INPE (2020b)

No segundo semestre do ano (Figura 8) existe redução significativa dos focos de calor nos meses de agosto e outubro. Na maior parte dos meses, assim como foi verificado para os focos totais anuais, verifica-se aumento do número de focos mensais em 2019 e 2020. Nos meses de agosto e setembro, meses em que a seca chega ao extremo, registraram em 2020 o maior número de focos de calor em 10 anos. Apenas os valores do ano de 2010 foram maiores que os de 2020. Com a permanência do aumento do número de focos de calor após 2020 poderá ocorrer uma reversão da tendência negativa significativa detectada com o teste de Pettitt em alguns meses e no total anual.

Figura 8 - Série temporal dos focos de calor do Estado de Mato Grosso para os meses de Julho a Dezembro.

Fonte: INPE (2020b).

Apesar dos resultados serem promissores e indicarem uma redução significativa do número de focos de calor no Estado, principalmente no período seco, novas análises devem ser realizadas para confirmar os obtidos neste estudo. Segundo INPE (2020c) com a alteração do satélite de referência houve uma descontinuidade na contabilização do número de focos de calor. Apesar do instituto ter atualizado os dados da plataforma “Queimadas”, conforme apresentado em nota técnica (INPE, 2020d), isso deve ser verificado com mais detalhes por meio da confirmação do incêndio e mapeamento da área queimada. Essas etapas também poderão ser obtidas por sensoriamento remoto, mas com produtos e técnicas diferentes do analisado neste trabalho. Trabalhos como os de Liu et al. (2020) e Maeda et al. (2019) utilizaram por exemplo técnicas de *deep learning* para identificar e prever riscos de incêndios florestais, respectivamente.

Como já foi exposto existe diferença entre foco de calor e área queimada. O foco de calor é apenas um primeiro indicativo da existência do fogo e é um produto obtido em tempo hábil para fiscalização e tomada de decisões em campo.

Apesar do teste de Pettitt ter se mostrado uma ferramenta útil e identificado o ano de mudança nas séries com tendência significativa, a estimativa da área queimada temporalmente pode confirmar se realmente há redução dos incêndios no Estado para o período de tempo analisado. Portanto, a real extensão do impacto de incêndios no estado de Mato Grosso deve ser realizada com a identificação dos focos de calor, confirmação da ocorrência do fogo e quantificação da área queimada, preferencialmente em escala temporal. Só assim, será possível afirmar com uma faixa de incerteza mínima se as queimadas/incêndios no estado de Mato Grosso realmente estão diminuindo ou aumentando.

Nesse contexto, deve-se avançar nessa linha de pesquisa em trabalhos futuros e os produtos de sensoriamento remoto são essenciais nesta tarefa. Verifica-se a necessidade também da criação de uma base de dados georreferenciada em campo para confirmação da presença do fogo. Deve-se enfatizar que qualquer produto derivado de sensores orbitais requer validação de campo. Só assim haverá assertividade máxima e aprimoramento das ferramentas advindas do sensoriamento remoto orbital.

4. Conclusão

O trabalho realizou análise série temporal dos focos de calor identificados pelo satélite de referência entre 1999 e 2020 e divulgados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais na plataforma “Queimadas”. Após análise dos resultados é possível concluir que:

- Existe tendência negativa nas séries temporais de focos de calor do Estado de Mato Grosso no período de 1999 a 2020 para o total anual e dos seguintes meses: maio, junho, agosto e outubro. Já o número de focos de calor do mês de março possui tendência positiva. Estudos adicionais devem ser realizados para confirmação desse resultado, especialmente os que envolvam a confirmação dos focos de incêndios bem como a quantificação temporal da área queimada no Estado. Além disso, deve-se avaliar melhor o impacto da troca do satélite de referência pelo INPE na quantificação dos focos de calor no estado.
- Apesar dos resultados indicarem a redução significativa do número de focos de incêndios entre 1999 e 2020, as séries indicam aumento dos mesmos em 2019 e 2020. O número de focos de calor em 2020 registrou o maior valor em 10 anos, tanto na escala anual quanto para alguns meses, sobretudo os de agosto e setembro, inseridos no período seco. Esse resultado requer atenção e intensificação das ações de prevenção e fiscalização a incêndios

no Estado, visto que se houver permanência desse comportamento nos próximos anos existe grande potencial de ocorrência de tendência positiva da variável analisada, resultado contrário ao obtido neste trabalho para o período analisado.

- O teste de Pettitt é uma ferramenta útil para análise de tendência em séries históricas de focos de calor e recomenda-se sua utilização na análise temporal de áreas queimadas. O teste se destaca em relação aos demais, principalmente por indicar o ponto de mudança na série histórica.

5. Referências

ABREU, F. A.; SOUZA, J. S. A. Dinâmica Espaço-temporal de Focos de Calor em Duas Terras Indígenas do Estado de Mato Grosso: uma abordagem geoespacial sobre a dinâmica do uso do fogo por xavantes e bororos. **Floresta e Ambiente**, v. 23, n. 1, p. 1-10, 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.041813>.

ALVES, L. Amazon fires coincide with increased respiratory illnesses in indigenous populations. **The Lancet Respiratory Medicine**, [S.L.], v. 8, n. 11, p. e84, nov. 2020. [http://dx.doi.org/10.1016/s2213-2600\(20\)30421-5](http://dx.doi.org/10.1016/s2213-2600(20)30421-5).

BRIONES-HERRERA, C. I.; VEGA-NIEVA, D. J.; MONJARÁS-VEGA, N. A.; BRISEÑO-REYES, J.; LÓPEZ-SERRANO, P. M.; CORRAL-RIVAS, J. J.; ALVARADO-CELESTINO, E.; ARELLANO-PÉREZ, S.; ÁLVAREZ-GONZÁLEZ, J. G.; RUIZ-GONZÁLEZ, A. D. Near Real-Time Automated Early Mapping of the Perimeter of Large Forest Fires from the Aggregation of VIIRS and MODIS Active Fires in Mexico. **Remote Sensing**, [S.L.], v. 12, n. 12, p. 2061, 26 jun. 2020. <http://dx.doi.org/10.3390/rs12122061>.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades e Estados**. 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mt.html>. Acesso em: 28 maio 2021.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Portal do Monitoramento de Queimadas e Incêndios Florestais. 2020a. Disponível em: <http://www.inpe.br/queimadas>. Acesso em: 28 maio 2021.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Monitoramento dos Focos Ativos por Estado. 2020b. Disponível em: https://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/portal-static/estatisticas_estados/. Acesso em: 28 maio 2021.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Perguntas Frequentes. 2020c. Disponível em: <https://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/portal/informacoes/perguntas-frequentes>. Acesso em: 28 maio 2021.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais: Programa Queimadas Monitoramento por Satélites. Lançamento da “Base 2” de focos de queima de vegetação. 2020d. Disponível em: <https://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/portal/informacoes/perguntas-frequentes>. Acesso em: 28 maio 2021.

maio 2021

LIU, Z.; ZHANG, K.; WANG, C.; HUANG, S. Research on the identification method for the forest fire based on deep learning. **Optik**, [S.L.], v. 223, p. 165491, dez. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijleo.2020.165491>.

MACHADO-SILVA, F.; LIBONATI, R.; LIMA, T. F. M.; PEIXOTO, R. B.; FRANÇA, J. R. A.; MAGALHÃES, M. A. F. M.; SANTOS, F. L. M.; RODRIGUES, J. A.; DACAMARA, C. C. Drought and fires influence the respiratory diseases hospitalizations in the Amazon. **Ecological Indicators**, [S.L.], v. 109, p. 105817, 2020. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105817>.

MAEDA, E. E.; FORMAGGIO, A. R.; SHIMABUKURO, Y. E.; ARCOVERDE, G. F. B.; HANSEN, M. C. Predicting forest fire in the Brazilian Amazon using MODIS imagery and artificial neural networks. **International Journal Of Applied Earth Observation And Geoinformation**, [S.L.], v. 11, n. 4, p. 265-272, 2009. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jag.2009.03.003>.

NAGHETTINI, M. *Fundamentals of Statistical Hydrology*. Switzerland: Springer, 2016. 674 p.

PEREIRA, J. A. V.; SILVA, J. B. Detecção De Focos De Calor No Estado Da Paraíba Um Estudo Sobre As Queimadas. *Revista Geográfica Acadêmica*, v. 10, n. 1, p. 5-16, 2016.

PETTITT, A. N. A Non-Parametric Approach to the Change-Point Problem. *Applied Statistics*, v. 28, n. 2, p. 126-135, 1979. <http://www.jstor.org/stable/2346729>

ROCHA, K. S.; ARAÚJO, A. A.; DUETI, L. S. M. Focos de calor no sudoeste da Amazônia: indicador do efeito da ação civil pública – ACP do “Fogo Zero”. **Brazilian Journal Of Development**, [S.L.], v. 6, n. 5, p. 30597-30609, 2020. <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv6n5-499>.

SANTANA, N.; CARVALHO JÚNIOR, O.; GOMES, R.; GUIMARÃES, R. Burned-Area Detection in Amazonian Environments Using Standardized Time Series Per Pixel in MODIS Data. **Remote Sensing**, [S.L.], v. 10, n. 12, p. 1904, 2018. <http://dx.doi.org/10.3390/rs10121904>.

ULIANA, E. M.; SILVA, D. D.; ULIANA, E. M.; RODRIGUES, B. S.; CORRÊDO, L. P. Análise de tendência em séries históricas de vazão e precipitação: uso de teste estatístico não paramétrico. *Revista Ambiente & Água*, v. 10, n. 1, p. 82-88, 2015. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1427>