

Análise espaço-temporal de focos de queimadas no Município de Santa Helena de Goiás

Spatio-temporal analysis of fires in the Municipality of Santa Helena de Goiás

Análisis espacio-temporal de incendios en el Municipio de Santa Helena de Goiás

Recebido: 29/04/2020 | Revisado: 01/05/2020 | Aceito: 19/05/2020 | Publicado: 16/06/2020

Danielly Fernandes de Melo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1164-3170>

Universidade Estadual de Goiás, Brasil

E-mail: danielly.fm.1@gmail.com

Jaqueline Aparecida Batista Soares

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6772-3885>

Instituto Federal Goiano, Brasil

E-mail: jaquelineab.soares@gmail.com

Ketelly Priscyla Marco Vieira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9625-5654>

Universidade Estadual de Goiás, Brasil

E-mail: ketellypr@gmail.com

Pedro Rogerio Giongo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9042-9120>

Universidade Estadual de Goiás, Brasil

E-mail: pedro.giongo@ueg.br

Luiz Fernando Gomes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8279-7409>

Instituto Federal Goiano, Brasil

E-mail: luizfernandoz4@hotmail.com

Fernando Nobre Cunha

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8489-7625>

Instituto Federal Goiano, Brasil

E-mail: fernandonobrecunha@hotmail.com

Oswaldo Palma Lopes Sobrinho

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4632-695X>

Instituto Federal Goiano, Brasil

E-mail: oswaldo-palma@hotmail.com

Resumo

O monitoramento de fenômenos que ocorrem na natureza, sejam eles naturais ou antrópicos, é uma importante técnica para mitigar seus efeitos negativos. Este estudo tem objetivo de realizar a análise espaço-temporal da ocorrência de focos de calor em Santa Helena de Goiás nos anos de 2015, 2016 e 2017. A base de dados cartográficos consistiu em limites municipais; dados espaciais de focos de calor para os anos de 2015, 2016 e 2017; bem como imagem de satélite para a identificação do uso e cobertura do solo. Os dados de foco de calor foram obtidos por meio da plataforma do Instituto de Pesquisas Espaciais na página eletrônica “Bdqueimadas”, os dados foram adquiridos em extensão shapefile (.shp). Estes dados são gerados a partir de imagens de sensores a bordo dos satélites polares e satélites geostacionários, sendo os focos de calor para o referido estudo foram derivados do processamento e integração de dados diários de diferentes sensores. Durante o período houve redução de 32,60% das ocorrências entre 2015 e 2016. Enquanto que entre 2016 e 2017 houve aumento de 28,76% entre os dois períodos. O total de ocorrências no período foi 2041 focos de calor, sendo 38,17%, em 2015, 25,72% em 2016 e 36,11% em 2017. Foi evidenciada, portanto, a importância do uso de ferramentas de geoprocessamento para identificar áreas com histórico de focos de calor no município de Santa Helena de Goiás, assim auxiliando em medidas públicas que visem reduzir e precaver estas ocorrências para que tenham menor proporção e prejuízos.

Palabras clave: Queimadas; Detección remota; Impactos ambientales.

Abstract

Monitoring phenomena that occur in nature, be they natural or man-made, is an important technique to mitigate their negative effects. This study aims to perform the spatio-temporal analysis of the occurrence of hot spots in Santa Helena de Goiás in the years 2015, 2016 and 2017. The cartographic database consisted of municipal limits; spatial data of hot spots for the years 2015, 2016 and 2017; as well as satellite image for the identification of land use and cover. The heat focus data were obtained through the platform of the Institute for Space Research on the electronic page “Bdqueimadas”, the data were acquired in shapefile extension (.shp). These data are generated from images of sensors on board the polar satellites and geostationary satellites, and the heat sources for that study were derived from the processing and integration of daily data from different sensors. During the period there was a 32.60% decrease in occurrences between 2015 and 2016. While between 2016 and 2017 there was a 28.76% increase between the two periods. The total number of occurrences in the period was 2041 hot spots, 38.17% in 2015, 25.72% in 2016 and 36.11% in 2017. The importance of using geoprocessing tools to identify areas with a history of hot spots in the municipality of Santa Helena de Goiás, thus

assisting in public measures aimed at reducing and preventing these occurrences so that they have a lower proportion and losses.

Keywords: Burned; Remote Sensing; Environmental Impacts.

Resumen

Monitorar los fenómenos que ocurren en la naturaleza, ya sean naturales o provocados por el hombre, es una técnica importante para mitigar sus efectos negativos. Este estudio tiene como objetivo realizar el análisis espacio-temporal de la ocurrencia de puntos calientes en Santa Helena de Goiás en los años 2015, 2016 y 2017. La base de datos cartográficos consistió en límites municipales; datos espaciales de puntos calientes para los años 2015, 2016 y 2017; así como imagen satelital para la identificación del uso del suelo y la cobertura. Los datos del foco de calor se obtuvieron a través de la plataforma del Instituto de Investigación Espacial en la página electrónica "Bdqueimadas", los datos se adquirieron en extensión de archivo de forma (.shp). Estos datos se generan a partir de imágenes de sensores a bordo de los satélites polares y los satélites geoestacionarios, y las fuentes de calor para ese estudio se derivaron del procesamiento e integración de datos diarios de diferentes sensores. Durante el período hubo una reducción de 32.60% en las ocurrencias entre 2015 y 2016. Mientras que entre 2016 y 2017 hubo un aumento de 28.76% entre los dos períodos. El número total de ocurrencias en el período fue de 2041 puntos críticos, 38.17% en 2015, 25.72% en 2016 y 36.11% en 2017. Por lo tanto, la importancia de utilizar herramientas de geoprocésamiento para identificar áreas con una historia de puntos calientes en el municipio de Santa Helena de Goiás, ayudando así en las medidas públicas destinadas a reducir y prevenir estos eventos para que tengan una menor proporción y pérdidas.

Palabras llave: Quemado; Sensores remotos; Impactos ambientales.

1. Introdução

O monitoramento de fenômenos que ocorrem na natureza, sejam eles naturais ou antrópicos, é uma importante técnica para mitigar seus possíveis efeitos negativos. Na região de Cerrado brasileiro são comuns queimadas naturais, mas devido às ações antrópicas, como as mudanças na paisagem para a produção agrícola, pastagens e urbanização, esse fenômeno é bastante frequente nessa região, principalmente nos períodos secos do ano (Silva Junior et al. 2018). Portanto, o monitoramento de queimadas é uma técnica importante para identificação da origem, aperfeiçoamento e entendimento desse fenômeno (Silva et al. 2019; Oliveira et al. 2019).

Os incêndios, de modo geral, provocam a degradação ambiental pela perda da microbiota e ecossistemas nas camadas superficiais do solo. Além disso, várias espécies de

flora e fauna são prejudicadas (Clemente et al. 2017). As queimadas também estão associadas a modificações do clima, gerando um ambiente cada vez menos adequado para as populações, com agravamento de doenças, principalmente respiratórias (Souza et al. 2012). As queimadas antrópicas, como a queima de limpeza para instalação de grandes áreas agropastoris, ou para a despalha da cana-de-açúcar, é uma técnica que foi amplamente difundida e utilizada (Ramos et al. 2019). Esse fato é preocupante, principalmente em regiões com alta produção dessa cultura.

A microrregião do sudoeste goiano contém extensas áreas destinadas ao cultivo da cana-de-açúcar, portanto, se há ocorrências de práticas de queimada para a despalha, podem ocorrer efeitos significativos na emissão de dióxido de carbono (CO₂). Conforme Araújo et al., (2013) a emissão de CO₂ tem como seus contribuidores as queimadas e incêndios, que intensificam o efeito estufa. Bezerra et al. (2018) constataram que as queimadas ocorrem em períodos mais secos e as ocorrências provocam efeitos negativos nos aspectos sociais, econômicos e ambientais. Carneiro; Albuquerque (2019) consideram importante o uso de dados espaço-temporal de focos calor para o planejamento e alerta para os períodos mais críticos do ano, esses mesmos autores relatam que o uso de ferramentas de sensoriamento remoto é uma ferramenta importante para a identificação e prevenção de incêndios.

As características biofísicas da superfície terrestre podem ser facilmente obtidas por meio de Sensoriamento Remoto (SR) e Sistemas de Informações Geográficas (SIG) (Barboza et al, 2020). As vantagens do uso de dados de satélite estão relacionadas a aplicações em áreas extensas, menor custo, possibilidade de aplicações, disponibilidade histórica, entre outros (Lima et al, 2020). Soares et al., (2016) ressaltam que a análise da dinâmica de foco de calor com o uso de sensoriamento remoto e suas possíveis causas devem ser investigadas para elaboração de medidas de preservação e controle.

Diante ao exposto, este estudo tem o objetivo analisar a ocorrência de focos de calor no município de Santa Helena de Goiás nos anos de 2015, 2016 e 2017 e contribuir para a discussão sobre a avaliação das queimadas em relação ao uso e cobertura do solo no município.

2. Metodologia

O trabalho trata-se de uma pesquisa de caráter quantitativo do ponto de vista da natureza, com objetivos de pesquisa exploratória. Em relação aos procedimentos técnicos é do tipo estudo de caso, conforme Pereira et al. (2018).

A área de estudo compreende o município de Santa Helena de Goiás, localizado nas coordenadas latitude 17°47'53" S; longitude de 50°35'24" W e altitude de 562 m. Situada na Mesorregião do Sul de Goiás, faz divisas com os municípios de Rio Verde, Acreúna, Maurilândia, Santo Antônio da Barra e Turvelândia, pertencente a microrregião do Sudoeste Goiano, a 200 km da capital Goiânia (Figura 1). O município abrange uma área territorial de 1131,5 Km², e população estimada de 38.743 habitantes (IBGE, 2017).

Figura 1 - Localização geográfica do município de Santa Helena de Goiás em relação ao estado de Goiás, com destaque a malha viária e rede de drenagem.



Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados do SIEG, 2018.

A base de dados cartográficos consistiu em limites municipais; dados espaciais de focos de calor para os anos de 2015, 2016 e 2017; bem como imagem de satélite para a identificação do uso e cobertura do solo.

A delimitação da área de estudo foi utilizada arquivos vetoriais referentes aos municípios do estado de Goiás. Os dados foram importados e manipulados no *Software* QGIS v.2.18.14, realizando o recorte do limite do município de Santa Helena de Goiás.

Os dados de foco de calor foram obtidos por meio da plataforma do Instituto de Pesquisas Espaciais na página eletrônica “Bdqueimadas” (INPE, 2018), Banco de Dados de Queimadas do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC). Os dados foram adquiridos para os anos de 2015, 2016 e 2017 em extensão *shapefile* (.shp). Estes dados são gerados a partir de imagens de sensores a bordo dos satélites polares e satélites geoestacionários (Gotijo et al. 2011), sendo os focos de calor para o referido estudo foram

derivados do processamento e integração de dados diários do sensor Terra Manhã, Terra Tarde, Aqua Manhã, GOES 13, GOES-16, NOAA-15 Noite, NOAA-15 Manhã, NOAA- 18 TARDE, NOAA- 18 Manhã, MSG-03, METOP-B, NOAA-19 Tarde, NOAA-19 Manhã, NPP.

Para caracterização do uso e cobertura do solo, foi utilizada imagem do satélite CBERS 4, sensor MUX, órbita/ponto 160/120, referente ao dia 17/07/2017, com resolução espacial de 20 metros e faixas espectrais do azul, verde, vermelho e infravermelho próximo. As imagens foram obtidas no catálogo de imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2018) e, para classificação, foi utilizado o SIG SPRING versão 5.3 (INPE, 2014). Os procedimentos para classificação foram recorte da área de estudo, segmentação e classificação pelo método supervisionado utilizando o algoritmo Bhattacharya. Após a classificação, as imagens processadas foram exportadas para o SIG QGIS v. 2.18 e transformado em arquivo vetorial para cálculos das áreas de cada classe e elaboração do mapas temáticos.

As etapas de geoprocessamento foram realizadas no sistema de informação geográfica QGIS v 2.18. Após a aquisição e processamento dos dados, foi elaborado o mapa temático representando os focos de calor, classificado em 5 níveis (Baixa, Média, Alta, Muito Alta e Extremamente Alta) de acordo com a concentração e densidade de focos de calor por unidade de área, sendo a cor vermelha considerada mais crítica.

3. Resultados e Discussão

Ao analisar o total de focos de calor por ano durante o período de 2015 a 2017, no município de Santa Helena de Goiás, constatou-se que houve redução com variação de 32,60% das ocorrências entre 2015 e 2016. Enquanto que de 2016 à 2017 houve aumento de 28,76%. O total de ocorrências verificadas de 2015 a 2017 foram de 2041 focos de calor, ocorrem maiores percentuais nos anos de 2015 com 38,17% seguido de 2017 com 36,11% das ocorrências (Tabela 1).

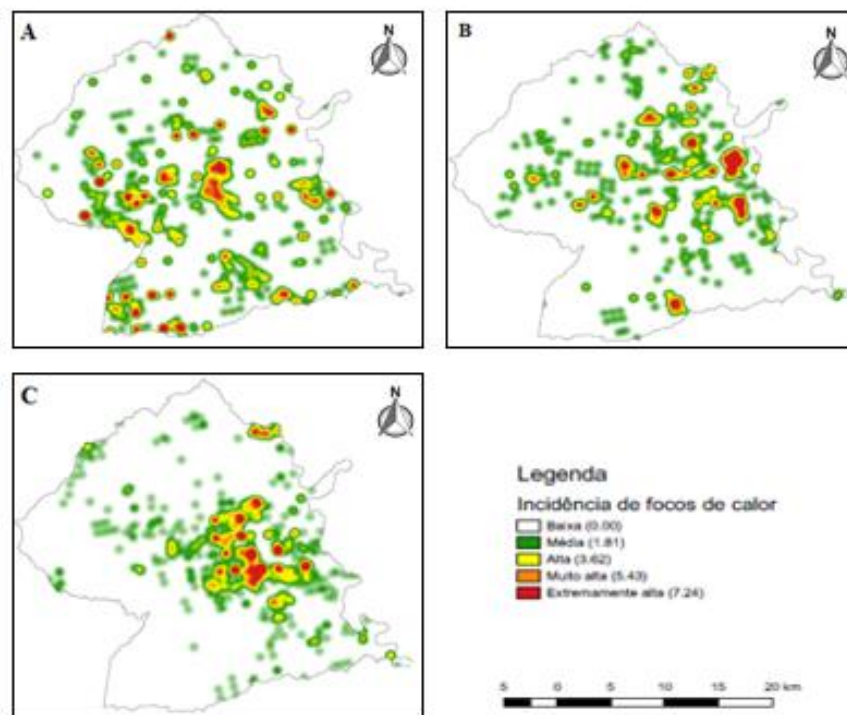
Tabela 1 - Número de focos de calor e porcentagem de ocorrências para os anos de 2015, 2016 e 2017, no município de Santa Helena de Goiás- GO.

Ano	Número de focos	%
2015	779	38,17
2016	525	25,72
2017	737	36,11
Total	2041	100

Fonte: INPE, 2018.

A partir dos dados de ocorrências com as geolocalizações, foi possível elaborar os mapas temáticos para visualização dos focos de calor na área de estudo, conforme Figura 2. No período de 2015, os focos de calor foram verificados de forma dispersa em toda a extensão, com os maiores focos observados no centro para o sentido oeste do município (Figura 2A). Já no ano de 2016, as ocorrências foram concentradas ao leste e de forma menos dispersa (Figura 2B). E no ano de 2017 foram concentradas em quase a totalidade no centro do município (Figura 2C).

Figura 2 - Geolocalização dos focos de calor no município de Santa Helena de Goiás nos anos de 2015 (A), 2016 (B) e 2017 (C).



Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Analisando as evidências na literatura, observa-se que as ocorrências de queimadas com origem em zonas rurais, provavelmente são oriundas de limpeza de áreas para prática agrícola, e às margens da rodovia que podem ser provindos do tráfego, lançamento de resíduos e faíscas causadas pelo atrito dos pneus em período de seca na região (Oliveira et al. 2019). Na região Nordeste do Brasil, Carneiro; Albuquerque verificaram um aumento no número de focos de calor nos meses de setembro e outubro, os quais concentram os períodos mais quentes do ano, para região, acrescentam ainda que nesse período há aumento no número de ocorrências de focos de calor.

Na região Sudeste, Lopes et al. (2018) consideram que a maioria das ocorrências de incêndios foram verificadas em regiões com ação antrópica, devido a práticas como atividades urbanas, industriais e agrosilvopastoris. No estado de São Paulo, Santos et al. (2014) e Santos et al. (2018) associaram a ocorrência de incêndios com práticas agrícolas, como a limpeza de canaviais para maior rendimento operacional na colheita da cana-de-açúcar, os autores verificaram que as ocorrências de incêndios aumentaram no período de colheita dos canaviais. Mataveli et al. (2014) fizeram o cruzamento de dados de focos de calor obtidos por satélites com as áreas de cultivo de cana-de-açúcar, os autores constataram que grande parte dos focos de queimadas tiveram origem em regiões ocupada por essa cultura.

Em relação às queimadas naturais, devido aos processos de evolução e adaptação das plantas do cerrado, os arbustos e árvores encontrados nesse bioma em locais com frequência de queimas, de modo geral, possuem casca grossa e os troncos retorcidos (Santos et al., 2014). Para Santos et al. (2018) a maior incidência de queimadas ocorrem no período seco, pois o ecossistema fornece um combustível fino e seco de fácil ignição próximo ao solo. As queimadas podem mudar a fisionomia da paisagem natural para campos abertos, o que pode ter consequências na frequência de queimadas pela substituição do cerrado por gramíneas, que tem maior acúmulo de biomassa próximo ao solo Santos et al. (2018).

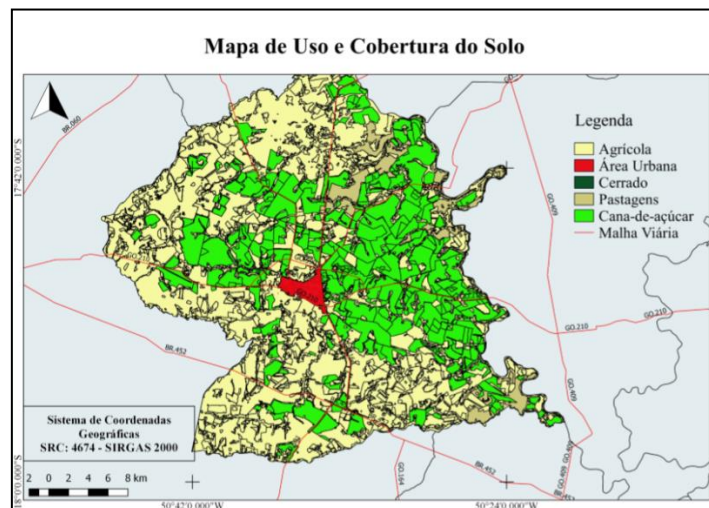
A pesquisa realizada por Silva Junior et al. (2018) destacam o grande número de queimadas ocorridas no ano de 2017 no território brasileiro, com o maior índice desde 1999. Carneiro; Albuquerque (2019) também evidenciaram que em 2017 ocorreram os maiores números de queimadas no município de Terezina – Piauí. Já o estado de Goiás ficou na 9ª posição no número de queimadas nesse mesmo ano (Borges Sobrinho; Ramos Júnior, 2020).

Como o município de Santa Helena de Goiás tem predomínio à ocupação das áreas ao agronegócio, as ocorrências de focos de calor podem estar ligadas às atividades agrícolas. A distribuição espacial dos focos de calor em diferentes locais para os anos de 2015, 2016 e 2017 pode ser associado ao acúmulo de material combustível, que segundo Oliveira et al.

(2014) quando uma região passa por um longo período sem ocorrência de queimadas, ela se torna mais susceptível a incêndios quando associado às condições meteorológicas favoráveis.

As principais atividades agrícola no município Santa Helena de Goiás estão relacionadas com o cultivo de cana-de-açúcar (Figura 3), a cana que é produzida e destinada ao fornecimento de indústrias sucro alcooleiras da região. Esse fato gera uma discussão sobre o aumento das incidências de queimadas, visto que em outras regiões o cultivo de cana-de-açúcar pode estar associado a incidência de queimadas para a limpeza do canavial. Além de ser uma região de domínio de Cerrado, o que facilita a incidência de focos de calor de forma natural ou induzida.

Figura 3 - Usos do solo do município de Santa Helena de Goiás- GO em 2017.

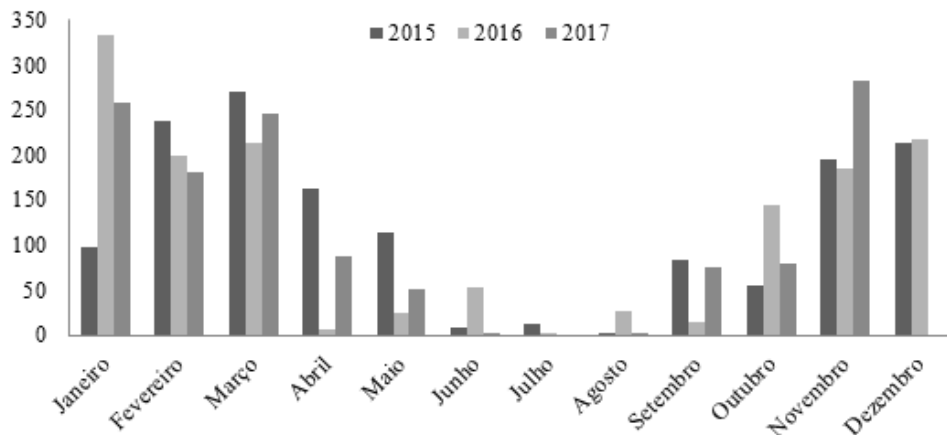


Fonte: Elaborado pelos autores

A área de estudo apresenta histórico de produção de cana-de-açúcar, sendo uma das primeiras regiões de expansão dessa cultura no Estado de Goiás. A expansão canavieira trouxe consigo preocupações de âmbitos social e ambiental, principalmente, devido à emissão de gases pelo processo de queima da palha da cana-de-açúcar às condições de saúde e qualidade de vida do trabalhador rural (Silva et al 2019).

Os dados de precipitação pluviométrica para o município indicam que entre os meses de abril e setembro há redução substancial no volume de chuvas (Figura 4). Sendo assim, os riscos de incêndios naturais e criminosos nesses períodos merecem atenção, por apresentarem condições meteorológicas favoráveis.

Figura 4 - Precipitação acumulado mensal dos anos de 2015, 2016 e 2017, para a região de Santa Helena de Goiás.



Fonte: LAPIG (2019)

O baixo volume de precipitação aliado a baixa umidade e altas temperaturas, fornecem condições ao aumento de ocorrência de queimadas na região sejam elas naturais ou antrópicas. Neste sentido o histórico de focos de calor com as áreas mais propícias de ocorrência de queimadas obtidas pelo mapa de uso e cobertura do solo, fornecem subsídios a ser utilizados pelo setor público e privado para mitigar os efeitos das queimadas, ou ainda apresentar formas de diminuir a ocorrência das mesmas.

4. Considerações Finais

O uso de geoprocessamento possibilitou identificar áreas com histórico de focos de calor no município de Santa Helena de Goiás, fornecendo subsídios para apresentar planos de prevenção/contenção ou que diminuam as proporções e prejuízos das queimadas.

Os anos de 2015 e 2017 apresentam os maiores números de focos de calor, quando também houve os maiores períodos de seca no município de Santa Helena de Goiás. Longo período seco aliado à baixa umidade e altas temperaturas, em vegetação de Cerrado ou culturas agrícolas, são fatores que contribuíram para aumento de queimadas.

O desenvolvimento de trabalhos futuros com uso de dados mensais de focos de calor pode ser importante para identificação dos meses mais críticos para a incidência de queimadas. Com esses dados pode ser realizada uma correlação entre dados climáticos como a temperatura, umidade relativa e precipitação com os focos de calor.

Referências

- Araújo, J. B., Oliveira, L. C., Vasconcelos, S. S., & Correia, M. F. (2013). Danos provocados pelo fogo sobre a vegetação natural em uma floresta primária no Estado do Acre, Amazônia Brasileira. *Revista Ciência Florestal*, 23(2), 297-308.
- Barboza, E. N., Bezerra Neto F. C., & Caiana, C. R. A. (2020). Sensoriamento Remoto aplicado à análise do fenômeno de Ilhas de Calor Urbano na Cidade de Vitória, Espírito Santo. *Research, Society and Development*, 9(6), 1-21.
- Bezerra, D. S., Dias, B. C. C., Rodrigues, L. H. S., Santos, A. L. S., & Silva Junior, C. H. L. (2018). Análise dos focos de queimadas e seus impactos no maranhão durante eventos de estiagem no período de 1998 a 2016. *Revista Brasileira de Climatologia*, 22(1) 446-462.
- Borges Sobrinho, C. J., & Ramos Júnior, D. V. (2020). As queimas e as queimadas no Tocantins: o município de maior registro da série histórica de focos de calor ativos. *Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais*, 11(1), 378-390.
- Carneiro, K. F. S., & Albuquerque, E. L. S. 2019. Análise multitemporal dos focos de queimadas em Teresina, estado do Piauí. *Revista de Geociência do Nordeste*, 5(2), 31-40.
- Clemente, S. S., Oliveira Júnior, J. F., & Louzada, M. A. P. (2017). Focos de Calor na Mata Atlântica do Estado do Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 32(4), 669-677.
- Franco, I.O.; Assunção, H.F. (2011). Usos do solo no advento do agronegócio da cana-de-açúcar no sudoeste de Goiás estudo de caso do município de Jataí. *Ciência e Cultura*, 63(3), 33-36.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (n.d.). Santa Helena de Goiás. Panorama? Recuperado em 24 junho de 2018, de <http://cidades.ibge.gov.br>.
- INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (n.d.). Monitoramento de queimadas e incêndios. Brasília, Brasil. Recuperado em 24 junho de 2018, de <http://www.inpe.br/queimadas/>.

Lima, D. L., Alves, T. S., Oliveira, A. P. G., Catalani, T. G. T., Dalmas, F. B., & Paranhos Filho, A. C. (2020). Identificação e quantificação semiautomática de desmatamento por Sensoriamento Remoto. *Research, Society and Development*, 9 (4), 1-25.

Lopes, E. R. N., Silva, A. P. P., Peruchi, J. F., & Lourenço, R. W. (2018). Zoneamento de Risco de Incêndio e Queimadas no Município de Sorocaba – São Paulo. *Revista do Departamento de Geografia*, 36, 117-129.

Mataveli, G. A. V., Oliveira, B. S., Pereira, G., Moraes, E. C., & Cardozo, F. S. (2013). Dinâmica dos focos de queimada em cana-de-açúcar no estado de São Paulo entre 2008 e 2011. *Revista Brasileira de Cartografia*, 66(2), 379-392.

Oliveira, J. P. M., Shitsuka, R., & Shitsuka, D. M. (2019). Queimadas e Incêndios: Um Estudo por meio de Cartoons da Web. *Research, Society and Development*, 8(11), 1-12.

Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). Metodologia da pesquisa científica. [e-book]. Santa Maria. Ed.UAB/NTE/UFSM. Disponível para baixar sem custo PDF em:
http://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-PesquisaCientifica.pdf?sequence=1. Acesso em: 05 agosto 2019.

Ramos, D., Pestana, P. R. S., Trevisan, I. B., Christofaro, D. G. D., Tacao, G. Y., Coripio I. C., Ferreira, A. D., & Ramos, E. M. C. (2019). Impacto da queima da cana-de-açúcar sobre internações hospitalares por doenças respiratórias. *Ciência e Saúde Coletiva* 24(11), 4133-4140.

Santos, P. R., Pereira, G., Cardozo, F. S., Ramos, R. C., Ferreira, A. B. R., & Resende, F. C. (2018). Análise das queimadas no Cerrado e sua relação com o NDVI para os anos de 2000 a 2014. *Revista de Geografia (Recife)*, 35(2), 134-157.

Santos, P. R., Pereira, G., & Rocha, L. C. (2014). Análise da distribuição espacial dos focos de queimadas para o bioma Cerrado (2002-2012). *Caderno de Geografia*, 24(1), 133-142.

SIEG. Sistema Estadual de Geoinformação (n.d). Recuperado em 24 de junho de 2018, de <http://www.sieg.go.gov.br>.

Silva Junior, C. H. L., Anderson, L. O., Aragão, L. E. O. C., & Rodrigues, B. D. (2018). Dinâmica das queimadas no Cerrado do Estado do Maranhão, Nordeste do Brasil. *Revista do Departamento de Geografia*, 35(1), 1-14.

Silva, R. P., Gilio, L., & Castro, N. R. (2019). Impactos da eliminação da queimada da cana sobre o setor sucroenergético: uma análise de equilíbrio geral. *Revista de Economia. NE, Fortaleza*, 50(1), 9-21.

Silva, V. V., Pereira, G., & Cardozo, F. S. (2019). Avaliação dos erros de detecção dos focos de calor estimados pelo sensor Goes Imager. *GEOSABERES: Revista de Estudos Geoeducacionais*, 10(21), 1-17.

Soares, T. B. O., Resende, F. C., & Pereira, G. (2016). Distribuição espacial dos focos de calor em Unidades de Conservação de Minas Gerais no período de 2007 a 2012. *Revista UD y la Geomática*, 11, 39-45.

Soares, T. B. O., Resende, F. C., & Pereira, G. Distribuição espacial dos focos de calor em Unidades de Conservação de Minas Gerais no período de 2007 a 2012. (2016). *Revista Ud y La Geomática*, 11, 39-45.

Souza, L. S., Landau, L., Moraes, N. O., & Pimentel, L. C. G. (2012). Air quality 25 photochemical study over Amazonia Area, Brazil. *International Journal of Environment and Pollution, Genebra*, 48(1), 194-202.

SPRING (2014). (versão 5.3) [Software]. INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, São Paulo, BRA.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Danielly Fernandes de Melo– 18%

Jaqueline Aparecida Batista Soares – 18%

Ketelly Priscyla Marco Vieira – 18%

Pedro Rogerio Giongo– 15%

Luiz Fernando Gomes– 15%

Fernando Nobre Cunha– 8%

Oswaldo Palma Lopes Sobrinho– 8%