

MONITORAMENTO AMBIENTAL DOS FOCOS DE CALOR NO MUNICÍPIO DE QUIRINÓPOLIS, GOIÁS

Márcio Sebastião de Oliveira (PG - oliveiraconsultoriaeprojetos@gmail.com)*¹, Hellen Araújo Nunes de Oliveira¹ (G), Pedro Rogerio Giongo¹ (PQ).

¹PPG Ambiente e Sociedade, Universidade Estadual de Goiás – Câmpus Sudoeste – Sede Quirinópolis. Avenida Brasil, nº 435, Conjunto Hélio Leão, CEP: 75860-000, Quirinópolis, Goiás.

Resumo: O fogo tem sido um dos principais fatores de degradação dos fragmentos florestais, e a aplicação de tecnologias preventivas pode ser a melhor alternativa para reduzir o índice de destruição dos fragmentos florestais. Este trabalho visa analisar o comportamento espacial e densidade dos focos de calor (incêndios/queimadas) no município de Quirinópolis, no período compreendido entre 2018 a 2022. Os dados de focos de incêndio foram obtidos por sensores ativos embarcados em satélite disponível no banco de dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE - BDqueimadas, e têm sido amplamente utilizados para identificar áreas onde ocorrem incêndios. Com base nessas informações, a dinâmica temporal/espacial dos focos de queimadas pôde ser destacada por meio da análise dos dados geográficos e o processamento no software Qgis v 3.32. O índice de *Kernel*, foi usado para determinar a intensidade específica dos focos de queimada, observando que as densidades de incêndio são mais altas nas áreas centrais do município. A espacialização dos focos de calor, permitiu a definição de frequências de maior intensidade, bem como a identificação dos meses de julho, agosto e setembro como aqueles com maior frequência de ocorrência dos eventos. O cruzamento das informações geográficas ainda permitiu identificar que os focos de queimadas, ocorreram com maior número de vezes (73 focos) na classe do uso e ocupação no bioma *mosaico de usos* (dados do Mapbiomas), seguido da classe de cana-de-açúcar, com 60 focos. As ferramentas de geoprocessamento associados ao banco de dados geográficos permite o conhecimento e a identificação de locais de ocorrência de incêndios, permitindo medidas preventivas e/ou mitigadoras adequadas em termos de prevenção e combate a incêndios.

Palavras-chaves: Focos de queimadas, uso e cobertura da terra, densidade Kernel, MapBiomas.

Introdução

Historicamente, os processos de incêndio ocorrerem devido a causas naturais ou provocadas pelo homem. O fogo propaga-se através da vegetação composta por pequenos arbustos, gramas, que durante a estação da seca, através das condições adequadas do solo, das características climáticas (clima, topografia, litologia, temperatura, umidade, radiação, solo, vento, composição atmosférica e precipitação) e características do terreno de cada região, transformam em combustível para as queimadas.

Segundo Torres et al. (2017), em escala regional, o clima é o principal fator de controle sobre as principais características dos incêndios devido ao seu teor de umidade, seguido pelo tipo de vegetação encontrada. Além disso, o uso do solo e a topografia influenciam a frequência, a taxa de propagação e o tamanho das áreas queimadas.

Na época seca, o fogo se alastra a uma velocidade incrível, sem controle, devastando tudo a sua frente. Nesse sentido, aponta Lourenço et al. (2012), que os incêndios florestais causam cada vez mais impactos nas regiões do globo, são nos períodos de estação seca, onde a vegetação encontra em processo de dessecação.

Segundo Monitor do Fogo do (MAPBIOMAS BRASIL,2020)., o cerrado foi o bioma mais afetado pelo fogo em julho de 2023, em destaque do monitor do fogo em seu boletim mensal. A área de queimada do mês de julho, foi de 681.109,9 hectares, correspondente a 28,9% dos tipos de uso e cobertura afetados no Brasil, com um aumento de 10% em relação à variação média anterior.

Para a Análise geográfica dos padrões de comportamento do fogo, foi utilizado o Mapa de Kernel. Para Silva et al. (2013), este interpolador é utilizado para gerar uma superfície contínua por meio de dados amostrais, geralmente pontos.

Segundo Silva et al. (2013, p.171), “a função de kernel fornece a intensidade pontual de toda a área de estudo e com isto é possível constatar as áreas mais críticas”. Para a aplicação da densidade de Kernel, foi adotado dois parâmetros de estimativa básicos. São eles: o raio de influência (R) e a função de estimativa (K).

Neste sentido, a importância do mapeamento dos focos de incêndios está atrelada ao monitoramento dessas áreas, identificando tendências e causas das modificações no uso e ocupação do solo, possibilitando o estabelecimento de políticas públicas e ações preventivas voltadas à proteção e recuperação dos remanescentes florestais, visando a preservação da biodiversidade da fauna e flora.

Diante do exposto e considerando que as queimadas são cada vez mais recorrentes no cenário brasileiro, o presente trabalho objetivou analisar e mapear os focos de incêndio, com essa série histórica de dados entre 2018 a 2022, no município de Quirinópolis, bem como a verificação das ocorrências dos focos de incêndios será útil para a sociedade e para as autoridades competentes tomarem decisões mais precisas em relação à prevenção e ao combate aos incêndios que afetam a cidade de Quirinópolis, o que tem causado prejuízos, tanto financeiros quanto ambientais, incalculáveis.

Material e Métodos

A área selecionada corresponde ao Município de Quirinópolis – GO, com uma população estimada em 48.447 mil habitantes (IBGE 2022), e área total de 3.792 km², conforme Figuras 1.

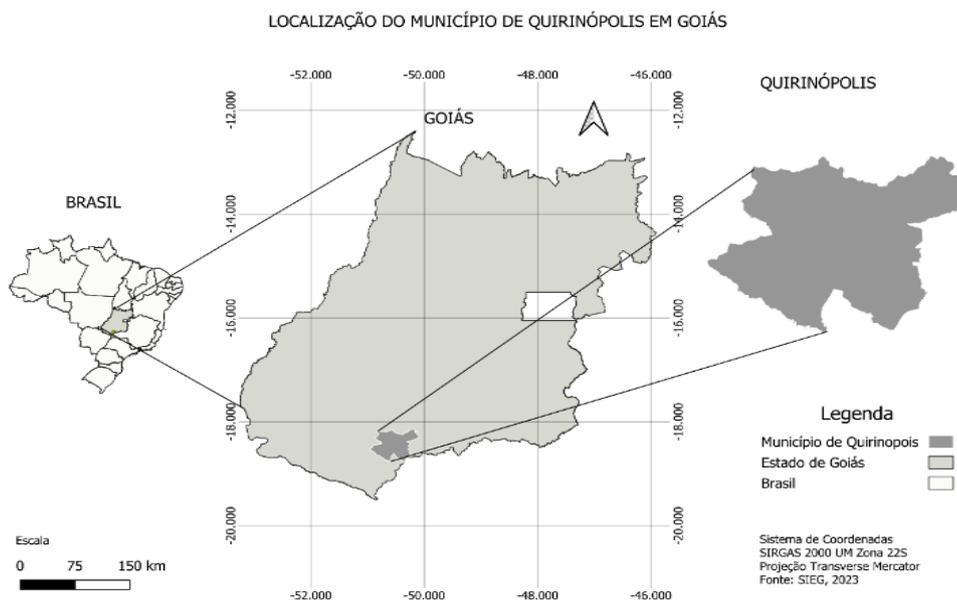


Figura 1 – Mapa de Localização do município de Quirinópolis – GO.

O mapeamento das áreas foi desenvolvido utilizando SIG com o *software* QGIS (QGIS 3.32). Os dados estão georreferenciados no sistema de coordenadas Universal Transversa de Mercator (UTM), fuso 22S e no sistema de referência SIRGAS 2000.

O estudo foi realizado com o uso de banco de dados geográficos nos formatos vetoriais e raster. A delimitação da área por meio do polígono Municipal foi obtida do download dos arquivos vetoriais (formato. shp) no repositório georreferenciado do Portal Sieg- Sistema Estadual de Geoinformação.

A distribuição dos focos de calor para a região de Quirinópolis, foram gerados através dos dados “Banco de Dados Queimadas (BD Queimadas)”, que estão disponíveis no Banco de Queimadas, localizado na rede no site <https://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/>.

Para esse estudo foi utilizado o satélite AQUA_M-T (Manhã-Tarde) como referência, cujos dados diários de focos detectados são usados para compor a série temporal ao longo dos anos. O satélite AQUA-M-T, lançado em maio de 2002, pode detectar frentes de fogo com dimensões a partir de 30 m de extensão por 1 m de largura, segundo o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2018).

Em seguida, com o auxílio de softwares de informações geográficas, QGIS, foi modelado o padrão de distribuição do conjunto de ponto, através do estimador de densidade de Kernel.

Para a descrição da metodologia do mapa de calor Kernel, foi adotado como roteiro de apresentação as rotinas: 1) definição do raio (R); função k escolhida; 3) procedimentos realizados no QGIS para a geração da densidade Kernel; 4) determinação do número de classes e seu intervalo para o raster; e 5) finalização do mapa de calor.

Para o valor do raio utilizou-se o algoritmo de “Matriz de Distância” do QGIS 3.32, para determinar a distância média, desvio padrão, distância mínima e máxima de cada um dos pontos. Ao testar o raio de influência Kernel com a matriz de distância fim de gerar um valor único entre as distâncias apresentadas, foi feita a subtração dos valores da média da distância média (\bar{X}) pela média do desvio padrão ($\bar{X} \sigma$) de todos os pontos como mostra a equação 1. Os valores foram gerados por meio de uma matriz de distâncias.

$$R = \bar{X} \pm \bar{X} \sigma \quad (1)$$

Onde: \bar{X} média da distância média;
 $\bar{X} \sigma$ média do desvio padrão.

De posse dos dados de média da distância média com 30.925,70m e a média do desvio padrão de 14.679,05m, seguiu-se para o teste do valor do raio (R). Consequente como resultado da soma entre as duas variáveis $R + (30.925,70 + 14.679,05 = 45.604,75m)$ e com a subtração $R - (30.925,70 - 14.679,05 = 16.246,65m)$. Para esse estudo, com base no melhor resultado apresentado, utilizou-se a menor distância (R-), obtida por meio da média da distância média, subtraída pela média do desvio, e aplicou-se a função Quártica referente ao indicador de Kernel, ponderando com maior peso os pontos mais próximos.

Os dados de uso da cobertura do solo foram utilizados imagens do MapBiomas para geração de mapas uso da terra nas séries temporal de 2018 a 2022, de modo a permitir uma análise do uso da cobertura da terra. Esses mapas anuais são gerados a partir de imagens LANDSAT 5 e 8, com resolução espacial de 30 metros, permitindo análises com escala de 1:80.000. Assim, cada *pixel* das imagens do MapBiomas é classificado, entre 27 classes de uso da terra. (MAPBIOMAS,2019).

No software QGIS, primeiramente projetou-se o sistema de coordenadas, antes em graus para um sistema de coordenadas métrico, SIRGAS 2000 UTM, fuso 22S, onde foi possível realizar cálculos estatísticos. Após essa etapa, reclassificou-se as camadas geradas a partir dos códigos disponibilizados pelo MapBiomias

Após a formulação do banco de dados, os focos de queimadas foram sobrepostos ao uso do solo (Mapbiomas), identificando assim a frequência e quantitativos de focos por classe de uso do solo, na escala temporal e espacial.

Resultados e Discussão

No período de análise espaço-temporal foram detectados 276 focos, sendo que o ano de 2020 é o mais expressivo com 98 focos. Esse quantitativo representou cerca de 35,50% do total de focos de queimada registrados mensalmente em todos os anos de estudo. Neste mesmo período, observou-se também um maior número de detecções no mês de agosto e setembro com 26 focos cada mês. No ano de 2019, o número de focos foi de 67 e o mês de setembro teve maior quantitativo de registros (24 focos), Tabela 1. Observa ainda que o mês de novembro apresenta baixas ocorrências de incêndios, podendo ser atribuído ao período de verão marcado pelo alto índice pluviométricos (chuvas).

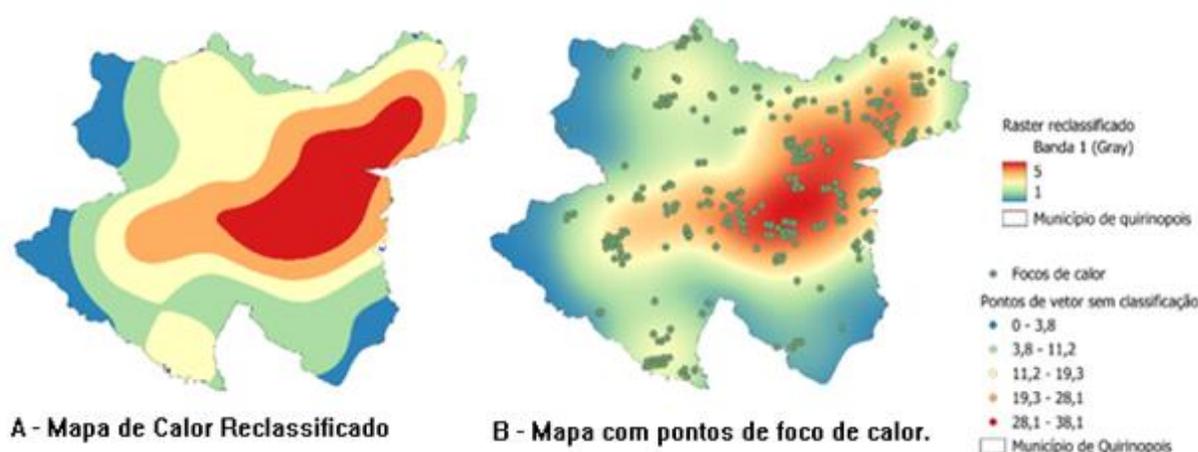
Tabela 1: Número de focos de calor para o município de Quirinópolis, nos anos de 2018 a 2022.

MÊS	2018	2019	2020	2021	2022	MENSAL
Janeiro	1		3	1	2	7
Fevereiro	2	7	4	4	3	20
Março	2	5	7	1	2	17
Abril	5	3	4			12
Maio				3		3
Junho		11	4			15
Julho	4	12	8	9	4	37
Agosto	7	2	26	1	4	40
Setembro	21	24	26	15	3	89
Outubro	2	2	11	3	1	19
Novembro		1	3		2	6
Dezembro	2		2	6	1	11
Ano	46	67	98	43	22	276

Constatou-se uma grande ocorrência de focos de queimadas, no período, com destaque para os meses de julho, agosto e setembro, quando há uma elevada quantidade de focos, o mesmo acontece com o trabalho Oliveira et al. (2018), em seus estudos de Mapeamento de focos de queimada no município de Juara/MT nos anos

de 2016 e 2017, que encontrou que os focos de queimada são em maior quantidade nos meses de julho, agosto, setembro e outubro.

Com o mapeamento de densidade dos focos, por meio do índice de Kernel, verifica que os focos de queimada apresentam concentrados na porção central a leste do município, exemplo dos anos de 2018 e 2022, representados no mapa de análise espacial de pontos (Figura 2). Ainda na Figura 2, nota-se que a densidade muito alta, em tom de vermelho, foi registrada restritamente na região central voltada estendendo-se para o leste. As densidades de focos são gradativamente diminuídas do centro para as extremidades, mostrando que há uma clara tendência de menos número de focos nas bordas do município.



Figuras 2: mapa das classes de zonas do índice Kernel (A), e dos pontos de focos de calor do período de 2018 a 2022 no município de Quirinópolis, GO.

Para sobrepor o uso do solo e as ocorrências de incêndios, foi utilizado o geoprocessamento, dos anos avaliados de 2018 a 2022 (Figura 3).

Conforme o relatório do IBGE (2022), em 2010, o município de Quirinópolis ocupava o primeiro lugar na produção de cana-de-açúcar no estado de Goiás, com uma área plantada de 43,2 mil hectares e uma produção de 3.715,2 mil toneladas. É importante destacar que a cana-de-açúcar também se destaca por apresentar a maior incidência de incêndios em 2019, devido ao acúmulo de palha, que a torna extremamente seca e propensa à propagação de fogo, e também por representar a maior área cultivada, o que a torna mais vulnerável conforme pode ser verificada na Figura 4, que é possível verificar a distribuição de focos de calor, por classe de uso de solo.

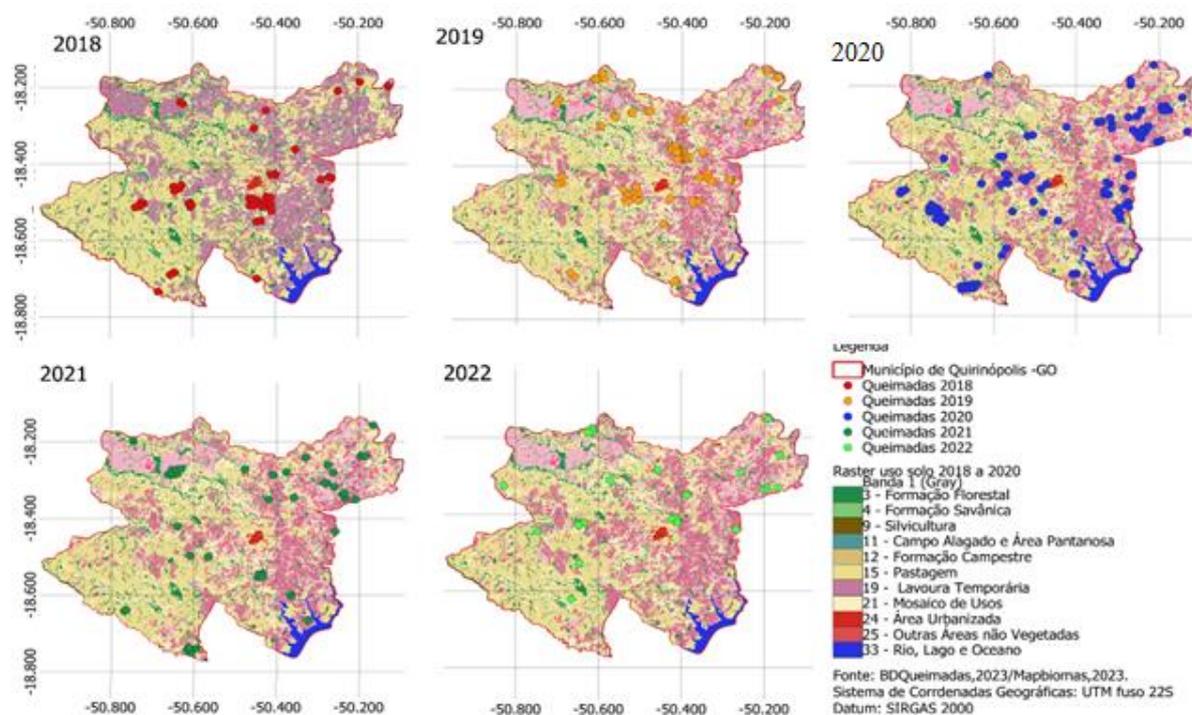


Figura 3: Mapa dos focos de calor e uso do solo para o município de Quirinópolis nos anos de 2018 a 2022.

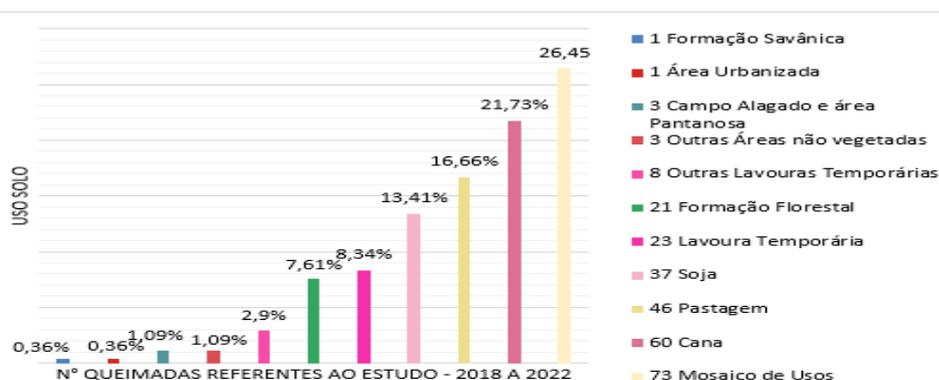


Figura 4: Distribuição percentual dos focos de calor para as classes de uso do solo, para os anos 2018 e 2022 no município de Quirinópolis – GO.

Em 2018, a área do Mosaico de Uso (usos dos solos temporários), era de 49.507,16ha, aumentou 55,05% em relação ao ano de 2019, ano em que a cana-de-açúcar passou a ser a maior ocupação do solo no município. Em 2022 houve uma ligeira queda em relação a 2021, e o percentual foi de 4,30 %. O percentual de focos de queimadas para a série temporal é de 73 (Figura 4), correspondente a 26,45% do total de 276 focos.

A cana-de-açúcar em 2019, com área plantada de 69.145,31ha, mantém índice de queda médio de 5,71%, em área cultivada. Enfim a área de Mosaico de Usos e cana-de-açúcar, somam juntas aproximadamente 118.652,47ha, e apresentaram 133 focos de queimadas, ou seja, 48,48% do total de registros, quase metade da área atingida pelo levantamento de estudo.

Considerações Finais

Foram detectados 276 incêndios no município de Quirinópolis no período de 2018 a 2022. Os meses de julho, agosto e setembro apresentam os maiores quantitativos de focos de calor, e coincidem com o período de clima seco, ventos moderados a altos além de atividades de mecanização e colheitas.

Os maiores índices de ocorrência de focos de calor foram registrados nas classes de uso do solo *Uso temporários* e *Cana-de-açúcar*, que são as classes que ocupam a maior extensão de uso no município, essas classes tiveram 48% de ocorrência dos focos de calor.

O georreferenciamento e tratamento de imagem por geotecnologias tem se mostrado uma ferramenta prática e confiável, com o auxílio do software QGIS, e tem proporcionado conhecimento sobre as características do ambiente e tratamento de dados geográficos.

Como medidas mitigadoras para diminuir os efeitos dos incêndios, é possível identificar as áreas de maior propensão aos focos, por meio dos dados de geoprocessamento, associado aos cuidados das práticas agrícolas de preparos de solo entre outros fatores naturais e artificiais que levam a formação de energia estática, térmicas além da biomassa seca que podem desencadear incêndios. Recomenda-se, portanto, atenção especial nos meses secos, quando os picos de estresse hídrico e os incêndios são mais frequentes. A monitorização anual permanente, também deve ser realizada para identificar e acompanhar estas áreas críticas, tornando-se uma excelente ferramenta de prevenção.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Universidade Estadual de Goiás, campus sudoeste com sede em Quirinópolis, pelo incentivo e apoio a realização e divulgação científica. E minha querida esposa Ivone Araújo Nunes de Oliveira por apoio incondicional.

Referências

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas. Cidades. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/quirinopolis/pesquisa/>. Acesso em: 09 de novembro 2023.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Portal do Monitoramento de Queimadas e Incêndios. Disponível em: <http://www.inpe.br/queimadas>. Acesso em 14 novembro 2023.

LOURENÇO, L.F, S.; BENTO-GONÇALVES, A.; CASTRO, A.; NUNES, A.; & VIEIRA, A. Causas de incêndios florestais em Portugal continental. Análise estatística da investigação efetuada no último quinquênio (1996 a 2010). **Cadernos de Geografia**. n. 30-31, p. 61-80, 2012.

MAPBIOMAS. Projeto MapBiomias – Coleção 7 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil, Disponível em: <http://mapbiomas.org>. Acesso em: 09 de novembro 2023.

OLIVEIRA, L. A.; JASPER, A. Mapeamento de focos de queimada no município de Juara/MT nos anos de 2016 e 2017: construção de banco de dados para análises ambientais regionais. **Revista Destaques Acadêmicos**, v. 10, n. 3, 2018.

PROJETO MAPBIOMAS. Mapeamento de cicatrizes de fogo no Brasil - Coleção 2. Disponível em: <https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/monitor-do-fogo>. Acesso em: 09 de novembro 2023.

SILVA, C. A representação espacial e a linguagem cartográfica. **Grupo Acadêmico Produção do Território e Meio Ambiente na Amazônia-GAPTA/UFGA**, 2013.

SILVA, T. B; ROCHA, W. J. S. F.; ANGELO, M. F. Quantificação e análise espacial dos focos de queimada no Parque Nacional da Chapada Diamantina–BA. **Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto-SBSR**, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, v. 13, 2013.

TORRES, F. T. P.; ROQUE, M. P. B.; LIMA, G. S.; MARTINS, S. V.; & FARIA, A. L. L. D. Mapeamento do risco de incêndios florestais utilizando técnicas de geoprocessamento. **Floresta e Ambiente**, v. 24, 2017.