

Análise espacial dos registros de focos de calor na área de proteção ambiental do Parque Nacional da Chapada dos Guimarães/MT entre os anos de 2002 a 2021

Spatial analysis of records of heat spots in the environmental protection area of the Chapada dos Guimarães National Park/MT between the years 2002 to 2021

Vagner Paz Mengue¹

Resumo

O presente trabalho tem como objetivo espacializar, quantificar e qualificar os registros dos focos de incêndio dentro e nos arredores do Parque Nacional da Chapada dos Guimarães (PNCG) nos últimos 20 anos. Também foi realizado o cruzamento das informações espaciais dos focos de calor do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) com dados do Sistema de Gestão Fundiária (Sigef) para analisar a relação dos incêndios florestais com dados fundiários. Para a realização deste trabalho, fez-se uso dos dados orbitais disponibilizados através do banco de dados de monitoramento de queimadas do INPE e dos limites dos imóveis rurais disponibilizados no Sigef do INCRA. Os principais resultados encontrados mostram que houve um aumento significativo dos focos de calor, principalmente nos últimos 3 anos. A incidência dos focos de calor nas classes de uso e cobertura do solo do tipo cobertura vegetal, Formação Florestal, Formação Savânica e Pastagens, representam aproximadamente 89,99% de todas as ocorrências do fenômeno estudado. Sobre a questão fundiária, a área de estudo possui 166 registros de imóveis rurais no Sigef, destes 48 registros são dentro do parque. Atualmente 50% do PNCG encontram-se sob efetivo domínio do Instituto Chico Mendes.

Palavras-Chave: Índice de vegetação; Unidades de Conservação; Incêndios Florestais

Abstract

The present work aims to spatialize, quantify and qualify the records of fires in and around the PNCG (Parque Nacional da Chapada dos Guimarães) in the last 20 years. A cross-referencing of spatial information on hotspots from INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) was also carried out with data from the Land Management System (Sigef) to analyze the relationship between forest fires and land data. In order to carry out this work, use was made of the orbital data made available through the INPE fire monitoring database and the limits of rural properties made available in INCRA's Sigef. The main results found show that there was a significant increase in hotspots, especially in the last 3 years. The incidence of hotspots in the classes of use and land

¹Departamento Geografia; Universidade Federal de Mato Grosso. vagnergeo@yahoo.com.br ORCID: 0000-0002-2955-1039

cover of the vegetation type, Forest Formation, Savanna Formation and Pastures, represent approximately 89.99% of all occurrences of the phenomenon studied. On the land issue, the study area has 166 records of rural properties in Sigef, of these 48 records are within the park. Currently, 50% of the PNCG is effectively controlled by the Instituto Chico Mendes.

Keywords: Vegetation Index; Conservation Units; Forest Fires.

Introdução

Os Parques Nacionais são áreas protegidas e classificadas como Unidades de Conservação (UC), seu objetivo é a preservação do ecossistema natural. Conforme o Instituto Chicos Mendes (2021), no Brasil existem 73 parques nacionais sendo 3 deles no Estado de Mato Grosso, em três Biomas distintos, Parque Nacional do Pantanal Mato-Grossense, Parque Nacional Juruena e o Parque Nacional da Chapada dos Guimarães (PNGC), totalizando mais de 3 milhões de hectares de área protegida.

O Parque Nacional da Chapada dos Guimarães foi criado em 12 de abril de 1989 pelo Decreto Lei 97.656. O Parque protege amostras significativas dos ecossistemas locais e assegura a preservação dos recursos naturais e sítios arqueológicos existentes, proporcionando uso adequado para visitação, educação e pesquisa (ICMBio, 2022). Contudo apesar de serem áreas protegidas pela Lei Nº 9.985, de 18 de julho de 2000 do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), o PNCG a situação fundiária dentro do parque e nas áreas do entorno ainda não foi totalmente resolvida, e a falta de resolução deste problema dificulta o manejo de toda a UC, tornando-a ainda mais vulnerável na proteção tanto da flora quanto da fauna, incluindo incêndios florestais sem um devido manejo.

Diversos estudos apontam que o fogo é um importante instrumento de manejo em diversos ecossistemas, no mundo todo, no Brasil, a maior parte das fisionomias do Cerrado são ditas como ecossistemas dependentes do fogo, pois evoluíram sob sua influência e dele dependem para manter seus processos ecológicos, portanto, a presença do fogo é tão importante quanto a sua ausência na perpetuação dos processos ecológicos (HARDESTY et al.; 2005; PIVELLO 2011; FIDELIS e PIVELLO, 2011).

No entanto, quando o regime do fogo é modificado por atividades humanas, tais como a supressão e prevenção do fogo, queimadas excessivas e inadequadas, a conversão do ecossistema ou fragmentação da paisagem, a ponto do regime de fogo atual afetar negativamente a viabilidade dos ecossistemas desejáveis e a sustentabilidade dos produtos e serviços que esses ecossistemas oferecem, os impactos ambientais podem se dar na redução de chuvas e umidade, aumento da temperatura, fragmentação da paisagem, aumento de espécies invasoras, etc (MYERS, 2006).

A vegetação do Cerrado enfrenta flutuações sazonais acentuadas na precipitação pluviométrica ao longo do ano (EITEN, 1972). Há grande produção de biomassa durante a estação chuvosa e na estação seca, as gramíneas, em sua maioria, estão inativas e a maior parte de sua biomassa aérea seca morre (KLINK e SOLBRIG, 1996), o que torna a vegetação altamente suscetível a queimadas. O cenário de ocupação do bioma Cerrado nas últimas décadas tornou-o um dos *hotspot* mundial de conservação da biodiversidade (MYERS et al., 2000; SILVA e BATES, 2002). Esse termo designa ambientes que apresentam extrema abundância de espécies endêmicas e sofrem acentuada perda de habitat.

De acordo com dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2022) no ano de 2021 foram detectados por diversos satélites mais de 688 mil focos de calor ativos no estado de Mato Grosso e muitos destes, dentro e no entorno do PNCG. Levou-se em consideração que no bioma da pesquisa, o cerrado, possui um histórico de queimadas por causas naturais.

Os dados de monitoramento por técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento são de grande importância para o mapeamento e identificação dos dados requeridos para melhor entendimento e compreensão dos motivos dos incêndios florestais. A quantificação é indispensável para o monitoramento dos dados durante um período de tempo para que haja comparação e questionamentos, gerando eficiência na análise dos impactos.

Monitorar constantemente o padrão espacial e temporal da vegetação é fundamental para a adoção de ações conservacionistas. Nesse intuito, técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento possibilitam obter resultados rápidos, frequente e com baixo custo (ROSA,

2003), ainda fornecem dados de áreas remotas e extensas, onde muitas vezes estudar determinado processo, como por exemplo, incêndios florestais só são realizados por tais técnicas.

Contudo, mesmo com a criação do PNCG os incêndios florestais dentro e no entorno continuam, causados principalmente pela intervenção humana, um dos exemplos é a conversão de áreas nativas para áreas agricultáveis ou pastagens. Portanto, formular pesquisas e estudos que tratem do tema é extremamente importante para a correta compreensão de incêndios florestais, principalmente em áreas de proteção ambiental.

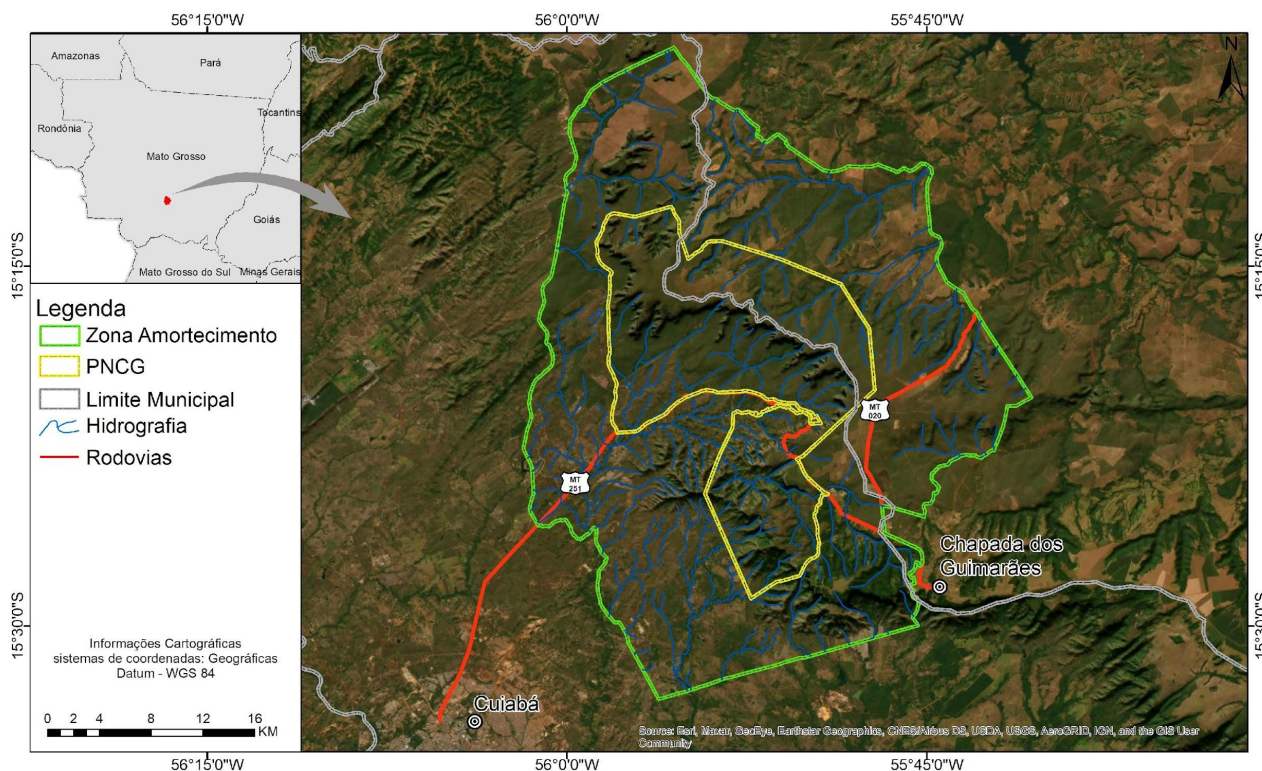
A proposta deste trabalho visa compreender a dinâmica dos incêndios florestais em áreas prioritárias e sensíveis do ponto de vista ambiental, como as unidades de conservação. Neste sentido, a presente pesquisa visa espacializar, quantificar e qualificar os registros dos focos de incêndio dentro e nos arredores do PNCG nos últimos 20 anos, para servir como instrumento para planejamento e gestão territorial. Além disso, foi realizado o cruzamento das informações espaciais dos focos de calor do INPE com dados do Sistema de Gestão Fundiária (SIGEF) para analisar a relação com os incêndios florestais com dados fundiários.

Metodologia

Área e período de estudo

A área de estudo foi o Parque Nacional da Chapada dos Guimarães (PNCG) e suas áreas adjacentes, compreendida pela Zona de Amortecimento (ZA) (PCCG/ICMBio, 2009). O parque está localizado no estado de Mato Grosso, nos municípios de Cuiabá, capital do estado, e Chapada dos Guimarães e possui uma área de 32.646,83 ha, e a proposta da Zona de Amortecimento uma área de 86.916.52 ha, totalizando mais de 119 mil ha Figura 1. O limite do PNCG está a 26 km da área urbana de Cuiabá e a 6 km da área urbana do município de Chapada dos Guimarães, com acesso pela MT-251, rodovia asfaltada que serve de limite e passa dentro do parque nacional.

Figura 1 - Localização da área de estudo.



Fontes: Unidades de Conservação (CNUC, 2015); ZA - Proposta (PCCG/ICMBio, 2009); Hidrografia (SEPLAN/MT, 2022); Limites Municipais (IBGE, 2021); Imagem de Satélite (ESRI, 2022). Elaborado pelo autor.

A região do PNCG está completamente inserida no Bioma Cerrado, de rica diversidade biológica e com presença estimada de 160.000 espécies de flora e fauna, apresentando diversos endemismos para alguns grupos (MACHADO et al., 2004). Conforme Myers et al. (2000), o PNCG tem um papel importante na preservação do Cerrado por proteger uma amostra significativa do bioma que vem, historicamente, sendo devastado, onde dos 1.783.200 km² originais, restavam intactos no início desta década 356.630 km², ou seja, 20% do bioma original, ficando evidente a necessidade de sua proteção. No interior do parque nacional estão localizadas algumas nascentes de rios formadores do Pantanal, em especial os córregos e rios da bacia do Rio Coxipó, que contribui para grande parte do abastecimento humano de água para a população de Cuiabá (ICMBio, 2009).

Com relação aos aspectos climáticos conforme classificação de Köppen (1948) o PNCG está inserido em duas classes *Aw* e *Cw*, diferem exatamente por suas diferentes altitudes. A classe *Aw* representa o clima da Baixada Cuiabana e a classe *Cw* o clima tropical de altitude do Planalto. Ambas possuem duas épocas bem definidas: a da seca, que se estende de maio a outubro, e a temporada de chuva, que se inicia em novembro e vai até abril, sendo sua concentração entre os meses de janeiro a março. As temperaturas médias anuais variam de 25º C (na Baixada Cuiabana) a 21,5º C (nos topos elevados da Chapada dos Guimarães), sendo que as temperaturas máximas diárias, na Baixada Cuiabana, podem superar os 38º C e as mínimas, no topo da Chapada, caem a menos de 5º C. A precipitação média anual permanece entre 1300 e 1600 mm de chuvas na Baixada Cuiabana e chega a 2100 mm anuais nas porções mais altas da Chapada dos Guimarães, sendo que a ocorrência de precipitação se concentra nos primeiros três meses do ano. Nos meses de seca a umidade relativa pode atingir níveis abaixo de 20% (ICMBio, 2009).

Com relação a geomorfologia dispõe de uma diversidade de relevo, formado por paredões escarpados e abruptos de rochas areníticas, as formas planas do topo do PNCG situam-se entre 600 e 800 m de altitude. As unidades morfoestruturais que ocorrem na região são o Planalto dos Guimarães e a Depressão Cuiabana. De modo que, o primeiro está intrinsecamente relacionado com a Bacia Sedimentar do Paraná e do Cambambe, e a segunda tem seu desenvolvimento ligado a rochas da Faixa de Dobramentos Paraguai (FARIA et al., 2021).

O período do estudo foi de 2002 até o ano de 2021, totalizando 20 anos de dados espaciais sobre focos de calor no PNCG e na sua ZA.

Aquisição dos dados de foco de calor

Para o presente estudo foram utilizados dados disponibilizados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) através do Banco de Dados de Queimadas (BDQueimadas), disponibilizados através do endereço eletrônico

<https://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/bdqueimadas>, que monitora as ocorrências de focos de calor para todos os estados brasileiros, através de diversos satélites. Essas informações estão dispostas em estruturas vetoriais, em geometria de pontos, referentes aos registros do fenômeno em questão.

Vale ressaltar que nem sempre a detecção remota dos focos de queimada indica a existência de fogo, apesar de a maioria estar relacionada diretamente a áreas com presença de fogo (BARBOSA, 2010). Devido aos dados de focos de calor serem capturados por diferentes satélites e seus sensores, pode existir multiplicidade de registros para o mesmo foco, por esse motivo, foi realizada uma regra topológica para identificar esses pontos duplicados e excluí-los.

Os dados foram agrupados por ano de ocorrência, com 20 arquivos com a distribuição dos focos de calor na área de estudo. De posse dos dados tratados, a próxima etapa foi organizar e realizar as análises estatísticas para os cálculos das médias dos dados mensais e anuais.

Foi utilizado o software livre QGIS, versão 3.16 para as análises espaciais e confecção dos mapas. Os gráficos e as análises estatísticas foram realizados no software da *Microsoft Office*, Excel 2010.

Dados de uso e cobertura do solo e questão fundiária

Para analisar e qualificar os locais de ocorrência dos focos de calor foi utilizado os dados do Projeto MapBiomas (<https://mapbiomas.org/>). Os dados utilizados foram de uso e cobertura do solo da Coleção v6.0, para o ano de 2019. O ano de 2019 foi escolhido devido ser o ano com maior número de ocorrências de focos de calor de acordo com os dados do INPE, também o ano com as maiores cicatrizes de incêndios florestais identificados em imagens de satélites. A partir disso, foi possível quantificar as ocorrências dos focos de calor, permitindo uma averiguação espaço-temporal com os dados de uso e cobertura do solo. Esse cruzamento espacial de informações é importante para a discussão sobre a questão dos incêndios florestais dentro e nos arredores do PNCG, já que o mesmo está situado numa região que sofre todos os anos com incêndios criminosos e conflitos de uso do solo.

Por último foi realizado um cruzamento das informações contidas no banco de dados

geoespaciais do Sistema de Gestão Fundiária (SIGEF) do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA, 2022) para sobrepor os imóveis rurais certificados ao PNCG e na sua ZA e dimensionar parte dos conflitos fundiários e elaborar uma discussão sobre os incêndios florestais. O SIGEF é uma ferramenta eletrônica desenvolvida para subsidiar a governança fundiária do território nacional, onde é possível efetuar a disponibilização das informações georreferenciadas de limites de imóveis rurais, públicos e privados (https://certificacao.incra.gov.br/csv_shp/export_shp.py). Com as informações em formato *shapefile* dos cadastros rurais dos imóveis públicos e privados, foi possível realizar um cruzamento com os dados de focos de calor do INPE, a fim de subsidiar e entender a dinâmica dos principais tipos de incêndios causados na região do PNCG.

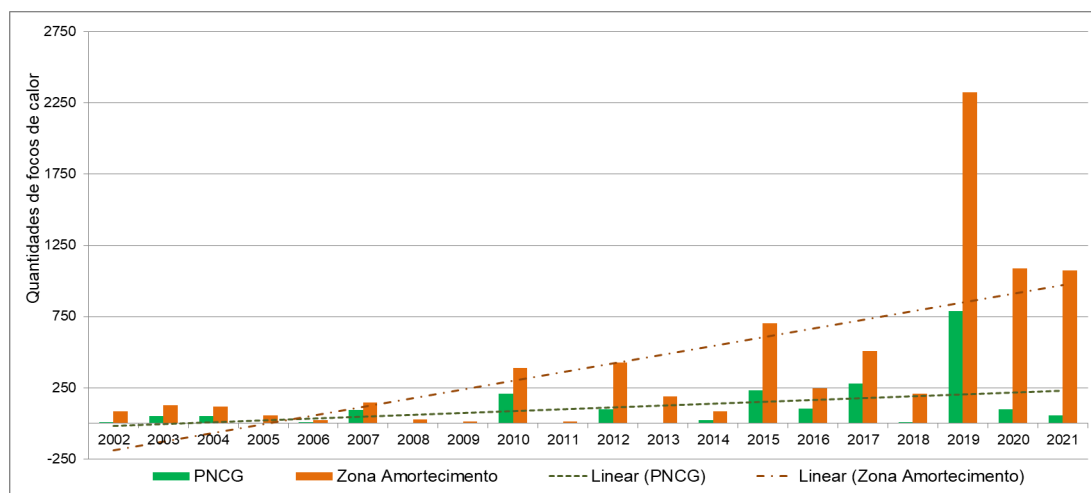
Resultados e discussões

Os dados de focos de calor do INPE mostram que ao longo dos últimos 20 anos foram registrados somente na área do PNCG 2113 focos e na sua ZA 7868 focos, o que representa um total de 9981 focos de calor. Com mais de 78,8 % do total dos focos de calor somente dentro da ZA, esse número muito maior de registros de incêndios na área do entorno do Parque, pode representar um problema para o próprio plano de manejo integrado do fogo do PNCG, já que muitas vezes os incêndios começam fora da área do parque e podem ficar fora de controle, queimando áreas prioritárias de conservação, principalmente em períodos de estiagem.

Com relação ao Plano de Manejo Integrado do fogo do PNCG conforme (ICMBio, 2022) o parque está na sua sexta edição, em 2017 o ano que marca o início das queimas prescritas no formato atualmente adotado pela gestão do PNCG, foram manejados com está técnica cerca de 80 hectares em duas queimas. De lá para cá, ano a ano, este número cresceu sensivelmente, de modo que hoje existe um mosaico de áreas queimadas e não queimadas em todo o território do Parque. Para o ano de 2022 as queimas previstas devem abranger um total de 4390 hectares (ICMBio, 2021), totalizando 51 blocos diferentes, com os objetivos específicos de auxiliarem no controle da massa combustível, e proporcionarem o enriquecimento do mosaico sucessional nas formações propensas.

Quando analisa-se a concentração dos focos de calor ao longo do período de 20 anos (Figura 2), constata-se o rápido aumento nos últimos três anos, saltando de uma média de 106 ocorrências anuais dentro do PNCG para 394 ocorrências na média dos últimos três anos, dos 2113 focos de calor para todo o período, 946 focos são atribuídos para esses últimos três anos, que representam aproximadamente 44,8% do total de registros. O mesmo fenômeno acontece para a ZA do parque, saltou de uma média de 393,4 focos de calor para todo o período, para 1.496 focos nos últimos três anos, sendo que dos 7.868 focos de calor para todo o período, 4.488 focos ocorreram nos últimos três anos, correspondendo a 57,05% do total de registros.

Figura 2 - Evolução da ocorrência de focos de calor ao longo dos últimos 20 anos.

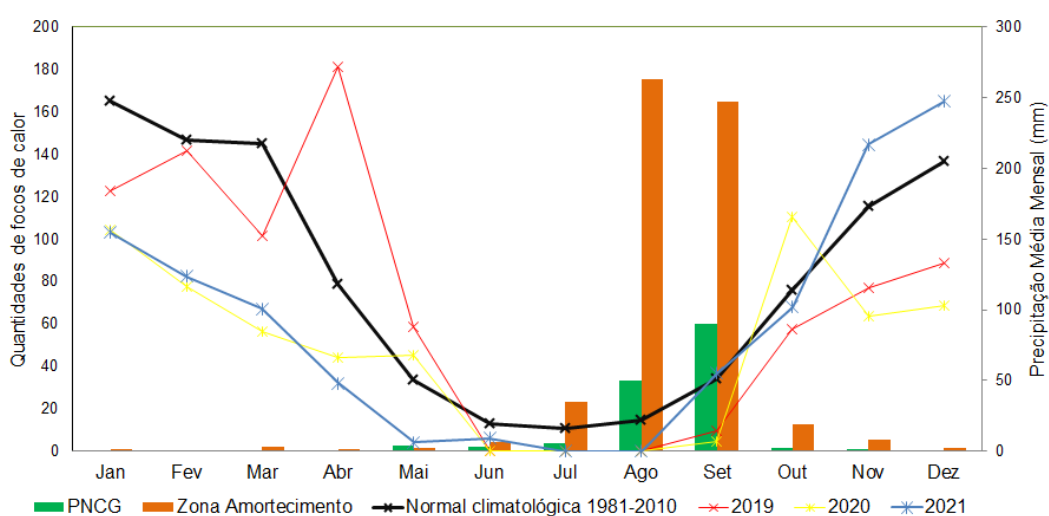


Fonte: INPE. Elaborado pelo autor

Ao analisar os eventos de focos de calor ao longo do ano na média dos últimos 20 anos (Figura 03), 88,54%, ou seja, 1871 dos focos de calor estão distribuídos entre os meses de Agosto e Setembro dentro do PNCG, o que corresponde às estações mais secas do ano, inverno e início da primavera, já os meses de Dezembro a Fevereiro (Verão) associam-se ao período onde há declínio das ocorrências de focos, coincidindo com a estação chuvosa. O resultado para a ZA é muito similar com relação ao período de maior incidência de focos de calor, 86,54%, ou seja, 6808 focos de calor estão distribuídos entre os meses de Agosto e Setembro. Os resultados desta pesquisa são similares aos encontrados por (MACHADO NETO et al.; 2017), que estudaram os incêndios

florestais no PNCG entre 2005 a 2014 utilizando dados dos Registros de Ocorrência de Incêndios (ROIs) do parque, setembro (38,20%) e agosto (28,09%) foram os meses de maiores ocorrências dos incêndios florestais.

Figura 3 - Média mensal da quantidade de focos de calor dos últimos 20 anos (2002-2021) e a normal climatológica de precipitação média mensal da Estação Meteorológica de Cuiabá (1981-2010).



Fonte: INPE e INMET. Elaborado pelo Autor

Este aumento pode estar relacionado com a estiagem prolongada que ocorreu na região centro-oeste neste período, diminuindo, com isso, a precipitação pluviométrica média, conforme dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2022) a normal climatológica para o período de 1981-2010 para a Estação Convencional (Cuiabá - 83361) é de 1454,5 mm/ano (INMET, 2022), no entanto, a precipitação média dos últimos três anos foi de apenas 1000,4 mm/ano, uma diminuição de mais de 31,22% em comparação com a média histórica.

Outro fator importante que pode estar relacionado ao aumento dos focos de calor nesses últimos três anos, é a contínua diminuição dos índices pluviométricos principalmente nos anos de 2020 e 2021, na Figura 03, ao analisar o perfil temporal mensal pluviométrico constata-se que a partir do mês de Janeiro a quantidade de chuva foi muito abaixo da média mensal, em março, por

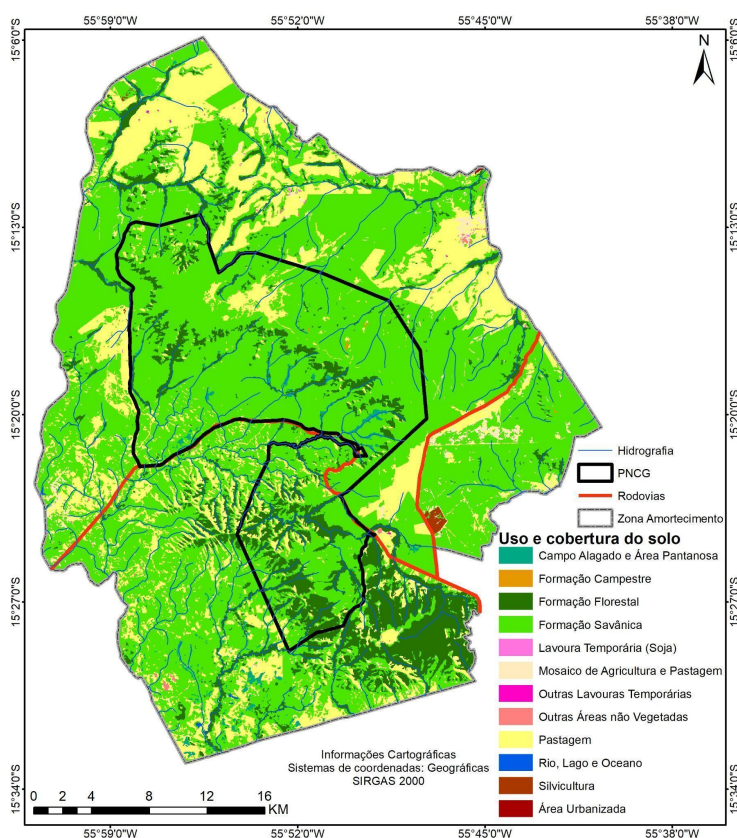
exemplo, choveu apenas 84,8 mm (2020) e 100,7 mm (2021), enquanto a média é de 217,5 mm, portanto, menos da metade do esperado para o mês. Como o PNCG está inserido dentro de um contexto climático que apresenta uma sazonalidade bem marcada e pela existência de um período de estiagem no qual a umidade relativa do ar chega em níveis críticos, isso se reflete na própria vegetação do Cerrado, que conforme (EITEN, 1972) enfrenta flutuações sazonais acentuadas na precipitação pluviométrica ao longo do ano.

Por isso é importante entender o regime das chuvas e entender sua relação com os incêndios florestais, já que em anos de grande acúmulo de biomassa, queimadas destrutivas são esperadas, como ocorreu em várias unidades de conservação de Cerrado, no ano de 2010 (FRANÇA 2010, PIVELLO 2011). Há grande produção de biomassa durante a estação chuvosa e na estação seca, as gramíneas, em sua maioria, estão inativas e a maior parte de sua biomassa aérea seca morre (KLINK e SOLBRIG, 1996), o que torna a vegetação altamente suscetível a queimadas.

Como exemplos, podemos citar o ano de 2009, onde a estação seca na região central do Brasil foi muito curta, gerando acúmulo de biomassa ao longo do ano. Já o ano de 2010 teve um período mais prolongado de seca, resultando num aumento significativo dos focos de incêndio em várias unidades de conservação de Cerrado (PIVELLO, 2011). Muitas delas queimaram em mais de 50% de sua área, como os parques nacionais de Emas, Chapada dos Veadeiros e do Araguaia, que tiveram, respectivamente, 91%, 77% e 56% de suas áreas queimadas (FRANÇA, 2010), no PNCG é possível observar esse aumento do número de focos de calor para o ano de 2010, quando comparado com anos anteriores (Figura 2).

Na distribuição das classes do mapa de uso e cobertura do solo do Ano de 2019, a classe Formação Savânica e Formação Florestal são as que ocupam a maior área, com 76,41% e 15,82%, respectivamente, totalizando mais de 92,23% do total da área do PNCG (Figura 4). O ano de 2019 foi escolhido como exemplo de análise porque foi o período com a maior ocorrência do número total de focos de calor tanto dentro do Parque quanto na área da ZA.

Figura 4 - Mapa de uso e cobertura do solo do PNCG para o ano de 2019 do projeto Mapbiomas versão 6.0.



Fonte: MapBiomas, 2022. Elaborado pelo Autor

Com relação à incidência dos focos de calor nas classes de uso e cobertura do solo o destaque vai para os tipos de cobertura vegetal, tanto dentro do parque quanto na ZA. Contatou-se que 637 focos de calor (80,63%) no PNCG e 1812 focos de calor (77,90%) na ZA atingiram vegetação do tipo Formação Savânica (Tabelas 1 e 2), conforme classificação do MapBiomas de 2019 esta classe é formada por estratos arbóreos e arbustivo-herbáceos definidos

como Cerrado Sentido Restrito (Cerrado denso, Cerrado típico, Cerrado ralo, e Cerrado rupestre e Parque de Cerrado).

Tabela 1 - Ocorrências dos focos nas classes de uso e cobertura do solo dentro do PNCG

Uso e cobertura do solo	Área (ha)	%(área)	Focos de calor	% Focos de calor
Formação Florestal	5163,79	15,82	89	11,27
Formação Savânica	24946,09	76,41	637	80,63
Campo Alagado e Área Pantanosa	342,01	1,05	5	0,63
Formação Campestre	20,54	0,06	3	0,38
Pastagem	2169,74	6,65	56	7,09
Mosaico de Agricultura e Pastagem	1,84	0,01	0	0
Outras Áreas não Vegetadas	2,37	0,01	0	00
Total	32646,38	100	790	100

Elaborado pelo autor

Outra Classe de cobertura vegetal com grande quantidade de focos de calor foi a Formação Florestal, conforme classificação do Mapbiomas de 2019 é formada por tipos de vegetação com predomínio de espécies arbóreas, com formação de dossel contínuo (Mata Ciliar, Mata Galeria, Mata Seca e Cerradão), além de florestas estacionais semidecíduais. No PNCG esta classe está localizada principalmente nas escarpas da chapada, áreas mais declivosas e nos fundos de vale. Constatou-se que 89 focos de calor (11,27%) no PNCG e 89 focos de calor (3,83%) na ZA atingiram esta classe.

Já para a classe Pastagens, que inclui espécies naturais ou plantadas, vinculadas à atividade agropecuária, na ZA a incidência é bem maior do que dentro do parque. No Parque foram 56 focos de calor (7,09%) e na ZA 363 focos de calor (15,56%), sendo que essas três classes, representam aproximadamente 89,99% de todas as ocorrências do fenômeno estudado. Conforme Fidelis e

Pivello (2011) atualmente a maior ameaça para as unidades de conservação de ecossistemas onde o fogo ocorre são as queimadas descontroladas, geralmente causadas pelos vizinhos dessas unidades, que usam o fogo principalmente para preparar a área para o cultivo, para caçar ou para fins pecuários. Na maioria das vezes, o fogo é colocado sem os cuidados devidos, como o preparo de aceiros, e se propaga às áreas vizinhas (PIVELLO, 1992; RAMOS-NETO e PIVELLO, 2000).

Tabela 2 - Ocorrências dos focos nas classes de uso e cobertura do solo na ZA

Uso e cobertura do solo	Área (%)	(%) Área	Focos de calor	Focos de calor %
Formação Florestal	9425,12	10,84	89	3,83
Formação Savânica	52904,1	60,87	1812	77,90
Silvicultura	166,34	0,19	1	0,04
Campo Alagado e Área Pantanosa	546,46	0,63	18	0,77
Formação Campestre	15,97	0,02	1	0,04
Pastagem	21497,05	24,73	362	15,56
Mosaico de Agricultura e Pastagem	2005,27	2,31	40	1,72
Área Urbanizada	21,07	0,02	1	0,04
Outras Áreas não Vegetadas	263,05	0,30	2	0,09
Rio, Lago e Oceano	33,2	0,04	0	0
Lavoura Temporária (Soja)	23,23	0,03	0	0
Outras Lavouras Temporárias	16,32	0,02	0	0
Total	86917,18	100	2326	100

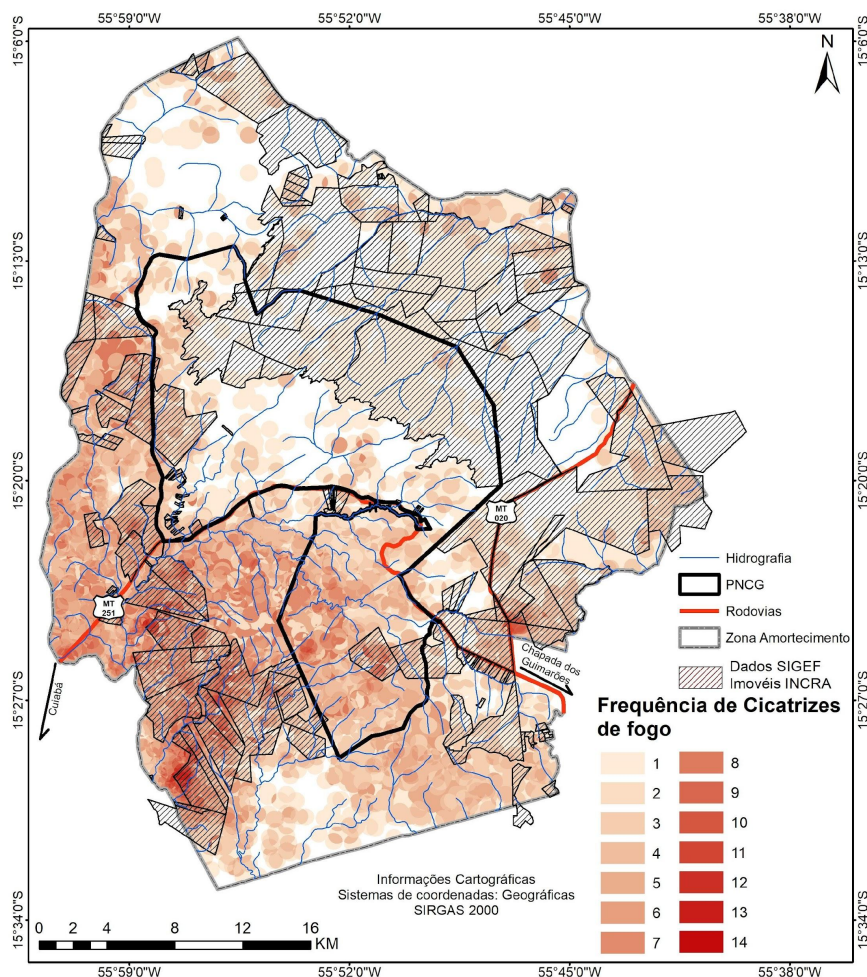
Elaborado pelo autor

Por isso a importância da identificação e monitoramento do uso e cobertura do solo, principalmente as classes com atividades antrópicas, como por exemplo, pastagem. Conforme Couto et al. (2019) as queimadas descontroladas vêm exigindo um controle cada vez maior dos órgãos de controles ambientais, uma vez que o fogo é um dos principais fatores de risco não só

para a vegetação que tenta se manter ou se regenerar, mas também para a poluição do ar, assumindo o papel de principal vetor de doenças respiratórias na localidade e seu entorno. No Brasil, vastas áreas de ecossistemas de gramíneas foram convertidas em áreas agrícolas ou por silvicultura (OVERBECK et al., 2022). No Brasil, nas principais regiões de Campos e Savanas, a vegetação nativa tem sido substituída por pastagens plantadas com espécies não nativas e muitas vezes espécies de gramíneas invasoras (FERREIRA et al., 2013; PARENTE et al., 2019; SANO et al., 2020).

Na Figura 5 é possível analisar a frequência dos dados de focos de calor, a espacialização desse tipo de dado é importante para identificar os locais com mais ocorrências de fogo, as áreas localizadas ao sul do PNCG, em especial na Baixada Cuiabana, próximo ao Rio Coxipó, ao longo da Rodovia Estadual 251, Estrada do Jurumirim e na Comunidade Coxipó do Ouro, são os locais com as maiores frequências, com até 14 vezes focos de calor na mesma área, durante os últimos 20 anos.

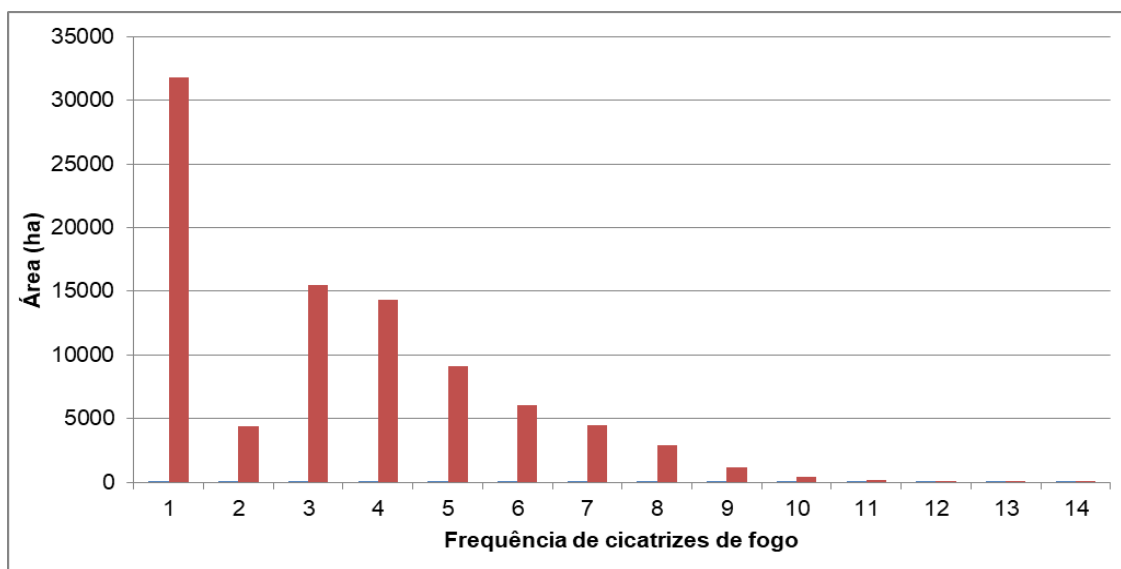
Figura 5 - Número de cicatrizes de fogo de 2002 a 2021 e os Imóveis Rurais registrados no Sistema de Gestão Fundiária do INCRA.



Fonte: INPE (2022) e INCRA (2022). Elaborado pelo autor.

Ao analisar o mapa da distribuição da frequência de cicatrizes de fogo (Figura 5) fica claro que dentro do Parque a frequência de eventos por fogo é muito menor do que na ZA. A Figura 6 quantifica por área para evento, com mais de 31 mil hectares de área com cicatrizes por fogo ao menos uma vez durante os últimos 20 anos. Na ZA as frequências dos eventos por fogo são muito maiores, especialmente na parte sul, com maior proximidade com a cidade de Cuiabá, onde a diversidade e quantidade de sítios e chácaras é muito maior, o que talvez explique essa alta frequência.

Figura 6 - Frequência de cicatrizes de fogo e o total de área por cada evento no período de 2002 a 2021.



Fonte dos Dados: INPE. Elaborado pelo Autor

Com relação à questão fundiária no PNCG, a legislação federal estabelece que os parques nacionais são áreas de domínio público, com a necessidade de desapropriar as áreas privadas inseridas em seu interior. Atualmente os mecanismos de desapropriação direta são regidos no ICMBio, pela Instrução Normativa 02/2009. Conforme estudo de Loch (2012) as dificuldades encontradas para realizar a regularização fundiária dessas unidades são decorrentes de uma série de fatores ao se tentar discriminar as terras que pertencem: a União, ao Estado, aos proprietários e aos posseiros.

Ainda conforme Loch (2012) a situação fundiária do PNCG em 2012 era de 35,83% da sua área total foi considerada como regularizada pelo ICMBio, sendo que 18,47% são provenientes de áreas privadas adquiridas, 17,36% de áreas incorporadas da União e estima-se que os 64,17% restantes estão sob o domínio de particulares. Atualmente conforme dados levantados pelo ICMBio (2022) 50% do PNCG encontram-se sob efetivo domínio do Instituto Chico Mendes. A outra metade se divide em terras devolutas da União ainda não arrecadadas pelo órgão, e que por isso sofrem com invasões e reivindicações de particulares, e as terras realmente de propriedades

particulares. O que conforme a administração do parque dificulta o manejo de toda a unidade de conservação, tornando-a ainda mais vulnerável na proteção dos seus recursos naturais.

A espacialização dos imóveis rurais do cadastro do SIGEP (Figura 5) possui 166 imóveis dentro do PNCG e na ZA, destes 48 registros são dentro do parque. Com relação ao tamanho médio destes imóveis rurais, 59,04% (98 imóveis) são menores que 100 hectares, 23,50% (39 imóveis) estão entre 100 a 500 hectares e 17,46% (29 imóveis) maiores que 500 hectares. Quando analisamos a situação dos incêndios florestais e os dados espacializados dos imóveis rurais (Figura 5) podemos identificar, principalmente na porção Sul e Sudoeste, que as maiores frequências das cicatrizes por fogo estão justamente nos imóveis rurais localizados próximos à Rodovia Estadual 251, Rio Coxipó e da Comunidade Coxipó. Neste sentido, para resolver a questão da regularização fundiária tanto do Parna da Chapada dos Guimarães quanto de outras UCs o primeiro passo é investir em um levantamento cadastral eficaz de cada UC e fazer a discriminação das terras, só então proceder as desapropriações ou outras formas de aquisições (LOCH, 2012).

Considerações finais

Com a utilização dos dados provenientes de sensores remotos orbitais disponíveis na plataforma do INPE e do cadastro rural do SIGEP disponível no site do INCRA, foi possível verificar que a ocorrência de focos de calor dentro do PNCG e na sua ZA teve um aumento considerável nos últimos anos, em especial nos últimos três anos, que pode estar relacionado com a estiagem prolongada que ocorreu na região centro-oeste.

A evolução histórica dos focos de calor nos últimos 20 anos, registra uma alta ocorrência nos últimos anos, o que torna o fogo um dos fatores de risco emergente para a vegetação que busca se manter ou se regenerar. A incidência dos focos de calor nas classes de uso e cobertura do solo o destaque vai para os tipos de cobertura vegetal, tanto dentro do parque como na sua ZA. As Classes Formação Florestal, Formação Savânica e Pastagens, representam aproximadamente 89,99% de todas as ocorrências do fenômeno estudado.

A distribuição da frequência de cicatrizes de fogo dentro do PNCG é muito menor do que na sua ZA, mais de 31 mil hectares de área com cicatrizes por fogo ao menos uma vez durante os

últimos 20 anos, com as maiores taxas na parte sul, próximo a cidade de Cuiabá. Com relação a questão fundiária a espacialização dos imóveis rurais do cadastro do SIGEP possui 166 imóveis dentro do PNCG e na ZA, destes 48 registros são dentro do parque. Atualmente 50% do PNCG encontram-se sob efetivo domínio do Instituto Chico Mendes.

Com isso, o presente estudo pode servir como instrumento de alerta e monitoramento, colaborando com os gestores do PNCG ao embasar o entendimento do fenômeno a partir de uma visão pretérita do seu comportamento, favorecendo assim, o monitoramento sobre incêndios florestais. Os resultados permitiram uma melhor compreensão local do fenômeno estudado, principalmente dentro do PNCG e na sua ZA, e que se faz necessário estudar a integração com outros dados geoambientais e socioeconômicos, a relação dos focos de calor com as cicatrizes por fogo identificados com imagens de satélite.

É importante que os gestores do parque continuem com o plano de manejo integrado do fogo, realizando queimadas prescritas para o controle de massa de combustível, além de projetos educativos com a comunidade que mora na zona de amortecimento do parque, sobre queimadas controladas e da importância do seu manejo. Como trabalhos futuros, vamos apresentar um projeto de extensão entre o Universidade Federal de Mato, ICMBio e moradores locais para dialogar sobre a importância do manejo integrado do fogo.

Referências

BARBOSA, R. I. Distribuição Espacial E Temporal De Focos De Calor Em Roraima Detectados Pelo Noaa-Avhr (1999-2009). In: Seminário de Atualização em Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas Aplicados à Engenharia Florestal, 2010, Curitiba. **Anais[...]** Curitiba, PR: 2010. p. 363.

COUTO, W. C. S.; ANDRADE, E. L.; VANDERLEI, P. R. V.; CONCEIÇÃO, D. N. Análise geográfica dos focos de calor na área de proteção ambiental de Santa Rita - Alagoas, entre os anos de 2002 a 2017. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 19. (SBSR), 2019, Santos. **Anais[...]** São José dos Campos: INPE, 2019. p. 3961-3966.

EITEN, G. The Cerrado vegetation of Brazil. **The Botanical Review**, n 38, 201-341,1972.

FARIA, T. O.; SANTOS, F. R. P.; JESUZ, C. R.; JÚNIOR, C. R. D. S. Características do meio físico do Geoparque Chapada dos Guimarães. In: KUHN, C. E. S.; SANTOS, F. R. P. Geoparque Chapada dos

Guimarães: Uma viagem pela história do planeta. Cuiabá: FEBRAGEO, 2021. 184p.

FERREIRA, M.E., FERREIRA, L.G., MIZIARA, F., SOARES-FILHO, B.S. Modeling landscape dynamics in the central Brazilian savanna biome: future scenarios and perspectives for conservation. **J. Land Use Sci.** v.8, 403–421, 2013

FIDELIS, ALESSANDRA e PIVELLO, VÂNIA R. Deve-se Usar o Fogo como Instrumento de Manejo no Cerrado e Campos Sulinos?. **BioBrasil**, n 2, 12-25, 2011.

FRANÇA, H. 2010. **Os incêndios de 2010 nos parques nacionais do cerrado**. 2010. Disponível em: http://www.ufabc.edu.br/index.php?option=com_content&view=article&id=4109:professora-da-ufabc-mapeiaqueimadas-em-unidades-de-conservacao-do-cerrado&catid=587:2010&Itemid=183 Acesso: 23 mar. 2022.

HARDESTY, J.; MYERS, R.; FULKS, W. Fire, ecosystems, and people: a preliminary assessment of fire as a global conservation issue. **The George Wright Forum**, v.22, 78-87, 2005.

ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Encartes. In: **Plano de Manejo do Parque Nacional de Chapada dos Guimarães**. Chapada dos Guimarães, abr. 2009. p. 1-178. Disponível em: < http://www4.icmbio.gov.br/parna_guimaraes >. Acesso: 12 dez. 2021.

ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Parque Nacional da Chapada dos Guimarães: Guia do Visitante**. 2022. Disponível em: <<https://www.icmbio.gov.br/parnaguimaraes/guia-do-visitante.html>>. Acesso: 10 jun. de 2022.

INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. **Sistema de Gestão Fundiária: SIGEF**, 2022. Disponível em: <<https://sigef.incra.gov.br/>>. Acesso: 23 mar. 2022.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. **Normais Climatológicas do Brasil**. 2022. Disponível em: <<https://portal.inmet.gov.br/normais>>. Acesso: 11 mai. 2022.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Monitoramento de Queimadas do INPE conta com maior número de satélites**. 2007. Disponível em: http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=1142>. Acesso: 23 Mar. de 2022.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Programa de Queimadas: BDQueimadas**. 2022. Disponível em: <<https://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/bdqueimadas>>. Acesso: 22 Mar. de 2022.

KLINK, C. A.; SOLBRIG, O. T. Efeito do fogo na biodiversidade de plantas do Cerrado. In: SARMIENTO, G.; CABIDO, M. (Ed.). Biodiversidad y funcionamiento de pastizales y sabanas en América Latina. Mérida: Cytel y Cielat, 1996. p. 231-244.

KÖPPEN, W. Climatologia. México, DF: Fondo de Cultura Económica, 1948. 71p.

LOCH, C.; ALMEIDA, G. A. G. Regularização fundiária: O caminho para uma gestão eficaz de parques nacionais brasileiros. **Revista Brasileira de Cartografia**. v.64, n 3, 377-387, 2012.

MACHADO NETO, A. P.; BATISTA, A. C.; BIONDI, D.; SOARES, R. V.; BATISTA, A. P. B. Incêndios florestais no Parque Nacional da Chapada dos Guimarães-MT entre 2005 e 2014. **Nativa**. v.5, n 5, 355-361, 2017.

MACHADO, R. B.; RAMOS NETO, M. B.; PEREIRA, P. G. P.; CALDAS, E. F.; GONÇALVES, D. A.; SANTOS, N. S.; TABOR, K.; STEININGER, M. Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro. Brasília: Conservação Internacional, 2004.

MYERS, R. L. Convivendo com o fogo – manutenção dos ecossistemas & subsistência com o manejo integrado do fogo. **The Nature Conservancy**, 2006.

OVERBECK, G. E.; VÉLEZ-MARTIN, E.; MENEZES, L. S.; ANAND, M.; BAEZA, S.; CARLUCCI, M.; DECHOUM, M. S.; DURIGAN, G.; FIDELIS, A.; GUIDO, A.; MORO, M. F.; MUNHOZ, C. B. R.; RIGINATO, M.; RODRIGUES, R. S.; ROSENFELD, M. F.; SAMPAIO, A. B.; SILVA, F. H. B.; SILVEIRA, F. A.; SOSINSKI JR, E. E.; STAUDE, I.; TEMPERTON, V. M.; TURCHETTO, C.; VELDMAN, J. W.; VIANNA, P. L.; ZAPPI, D. C.; MÜLLER, S. C. Placing Brazil's grasslands and savannas on the map of science and conservation. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**. v.1, n 56, 1-19, 2022.

PARENTE, L.; MESQUITA, V.; MIZIARA, F.; BAUMANN, L.; FERREIRA, L., 2019. Assessing the pasturelands and livestock dynamics in Brazil, from 1985 to 2017: a novel approach based on high spatial resolution imagery and Google Earth Engine cloud computing. **Remote Sens. Environ**. v.232, 111301, 2019

PIVELLO, V. R. An expert system for the use of prescribed fires in the management of brazilian savannas. Tese (PhD in Ecology). 238 p. Imperial College of Science, Technology and Medicine, University of London. 1992.

PIVELLO, V.R. The use of fire in Brazil: past and present. **Fire Ecology**, v.7, 24-39, 2011.

Projeto MapBiomias – **Coleção [versão 6.0] da Série Anual de Mapas de Uso e Cobertura da Terra do Brasil**. 2022. Disponível em: <<https://mapbiomas.org>>. acesso: 12 Mar. de 2022.

RAMOS-NETO, M. B.; PIVELLO, V.R. Lightning fires in a Brazilian savanna national park: rethinking management strategies. **Environmental Management**, v.26, 675-684. 2000.

SANO, E. E.; BETTIOL, G.M.; MARTINS, E.D.; COUTO JÚNIOR, A.F.; VASCONCELOS, V.; BOLFE, E.; VICTORIA, D. D.. 2020. Características gerais da paisagem do Cerrado. Embrapa Informática Agropecuária. DF: Embrapa, 2020

SEPLAN/MT - Secretaria de Planejamento Estado de Mato Grosso. **Ordenamento Territorial: Geoportal**. 2022. Disponível em: <<http://www.seplag.mt.gov.br/index.php?pg=ver&id=5608&c=117&sub=true>> acesso: 10 Mar. de 2022.

SETZER, A.W. Representatividade e limitações dos dados da detecção orbital de queimadas do INPE. In: Conferência Científica do LBA – Experimento de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera na Amazônia, 3, 2004, Brasília. **Anais[...]** Sessão Oral. p. 79. Livro de Resumos. Disponível em: <ftp://lba.cptec.inpe.br/presentations/LBAIII-conference-july2004-brasilia/july28,2004/S19>. Acesso em: 02 fev. 2022.