



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO DE RISCOS E DESASTRES
NATURAIS NA AMAZÔNIA**

ABISAER LIMA LAGO JUNIOR

**MAPEAMENTO DE FOCOS DE CALOR NO PARQUE ESTADUAL DO MIRADOR
– MA DE 2013 A 2022**

BELÉM – PA

2024

ABISAER LIMA LAGO JUNIOR

**MAPEAMENTO DE FOCOS DE CALOR NO PARQUE ESTADUAL DO MIRADOR
– MA DE 2013 A 2022**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Gestão de Risco e Desastres Naturais na Amazônia, da Universidade Federal do Pará como requisito para obtenção do título de Mestre em Gestão de Riscos e Desastres Naturais na Amazônia.

Orientadora: Prof^a Dr^a Aline Maria Meiguins de Lima

Data de Avaliação: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA:

Prof^a Dr^a Aline Maria Meiguins de Lima – Orientadora
PPGGRD/UFPA
Presidente da Banca Examinadora

Dra. Vânia dos Santos Franco
ITV - Membro Externo

Prof. Dr. Marcos Ronielly da Silva Santos
IFPA - Membro Externo

Prof. Dr. Giordani Rafael Conceição Sodré
PPGGRD/UFPA - Membro Interno

BELÉM - PA
2024

Aos meus pais por todo amor, incentivos e
dedicação para tonar esse sonho realidade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar, a Deus, por me conceder saúde, força e sabedoria durante toda a jornada deste trabalho.

À minha família, meus pais Abizaêr Lago e Adailda Rodrigues e minha irmã Abigail Rodrigues, pelo amor incondicional, apoio constante e compreensão nos momentos de ausência. E, meu amor, Andressa Diniz e minha poloketes, Malu Diniz que chegaram para tornar meus dias mais felizes e recheados de amor e ternura.

À minha orientadora, Prof^a Dr^a Aline Meiguins, pela dedicação, paciência e orientações valiosas que foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho e ao Laboratório de Estudos e Modelagem Hidroambientais (LEMHA) pela disponibilidade dos recursos e pela oportunidade de aprender e crescer academicamente.

Aos meus amigos da Panelinha da Panelinha, Italo Ramon e Mariana Frazão, pela presença, pelo incentivo e pela compreensão nos momentos de estresse e dedicação ao trabalho.

A todos os professores que contribuíram com seus conhecimentos e orientações ao longo desta jornada acadêmica, meu sincero agradecimento.

Este trabalho não seria possível sem o apoio e colaboração de cada um de vocês. Muito obrigado por fazerem parte desta conquista.

"Somos a primeira geração a sentir os impactos das mudanças climáticas e a última que pode fazer algo a respeito" Barack Obama.

RESUMO

As Unidades de Conservação (UC's) são territórios importantes para a preservação e equilíbrio da biodiversidade de uma determinada região. Todos os anos os incêndios florestais causam destruição e prejuízos em diversas UC's pelo Brasil. Essa destruição afeta não somente a fauna e flora dos biomas, mas também populações que vivem nos arredores dessas localidades. No Estado do Maranhão, o Parque Estadual do Mirador (PEM) é a Unidade de Conservação mais afetada pelos incêndios florestais. No ano de 2022 foram registrados 738 focos de calor no PEM. Dessa forma, este estudo teve como objetivo realizar o mapeamento dos focos de calos que ocorreram dentro do Parque do Mirador de 2013 a 2022. Para tanto, foram obtidos dados de precipitação para identificar a correlação dessa variável com os focos de calor, além de localizar a região do parque onde se concentram os maiores registros. Os dados de focos de calor foram organizados e processados, tendo sido ao final elaborados mapas de densidade kernel. Ao longo do ano, pode-se perceber que registros de focos de calor foram concentrados no período seco (maio a setembro) e que a borda leste é a região mais afetada. Esse resultado deve-se ao aumento em 5,33% de áreas de uso antrópicos no município de Mirador - MA. Essa informação pode subsidiar a elaboração do plano de manejo do parque, além de auxiliar as ações de prevenção e mitigação aos incêndios florestais por parte dos órgãos competentes.

Palavras-chave: Unidade de Conservação; Incêndio Florestal; Focos de calor; Precipitação.

ABSTRACT

Conservation Units (CU) are important territories for the preservation and balance of the biodiversity of a region. Every year forest fires cause destruction and damage in several CU throughout Brazil. This destruction affects not only the fauna and flora of the biomes, but also populations living on the outskirts of these localities. In the State of Maranhão, the Mirador Statue Park (MSP) is the Conservation Unit most affected by forest fires. In 2022, 738 heat focuses were recorded in the MSP. Thus, this study aimed to map heat focuses that occurred inside the Mirador from 2013 to 2022. To this end, precipitation data were obtained to identify the correlation of this variable with heat focuses, in addition to locating the region of the park where the highest records of heat focuses are concentrated. The heat focuses data was organized and processed using the QGIS 3.16 software and kernel density maps were elaborated. Throughout the year, it can be seen that heat focuses records were concentrated in the dry period (May to September) and that the eastern edge is the most affected region. This result is due to the increase in 5.33% of areas of anthropic use in the municipality of Mirador - MA. This information can subsidize the elaboration of the park's management plan, in addition to assisting the actions of prevention and mitigation of forest fires by the competent bodies.

Keywords: Conservation Unit; Forest Fire; Heat focuses; Precipitation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Mapa de Localização do Parque Estadual do Mirador - MA -----	18
Figura 2 - Precipitação anual no PEM. -----	22
Figura 3 – Total de focos de calor no PEM por ano.-----	23
Figura 4 – Precipitação média x N° de focos de calor. -----	24
Figura 5 – Mapa de densidade dos focos de calor: (A) 2013, (B) 2014 e (C) 2015. -----	25
Figura 6 – Mapa de densidade dos focos de calor: (A) 2016, (B) 2017 e (C) 2018. -----	26
Figura 7 – Mapa de densidade dos focos de calor: (A) 2019 e (B) 2020.-----	27
Figura 8 – Mapa de densidade dos focos de calor: (A) 2021 e (B) 2022.-----	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Exemplificação do Arquivo exportado para o excel para determinar o valor das médias das distâncias médias ($\bar{X}$) e do desvio padrão ($\bar{X}\sigma$) para o ano de 2013.....	20
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CBMMA	Corpo de Bombeiros do Maranhão
CHIRPS	<i>Climate Hazard Group InfraRed Precipitation with Stations</i>
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
MMA	Ministério do Meio Ambiente
PEM	Parque Estadual do Mirador
SEIARH	Sistema Estadual de Informações Ambientais e Recursos Hídricos
SEUC	Sistema Estadual de Unidades de Conservação
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza
UC	Unidade de Conservação
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS	13
2.1	OBJETIVO GERAL.....	13
2.2	OBJETIVO ESPECÍFICO	13
3	REFERENCIAL TEÓRICO	14
3.1	PROBLEMA DAS QUEIMADAS	14
3.2	IMPORTÂNCIA DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO (UC's).....	15
3.3	IMPORTÂNCIA DO MONITORAMENTO HIDROMETEOROLÓGICO ...	16
4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	18
4.1	Área de Estudo	18
4.2	Base de dados	19
4.3	Métodos.....	20
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	22
5.1	Distribuição temporal da precipitação e dos focos de calor.....	22
5.2	Distribuição Espacial do Focos de calor	24
6	PRODUTO TÉCNICO	31
7	CONCLUSÃO	32
	REFERÊNCIAS	33
	APÊNDICE	36

1 INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas representam uma das temáticas mais urgente e complexa que a humanidade enfrenta no século XXI. Este fenômeno refere-se às variações nos padrões globais de clima e temperatura, impulsionado principalmente por atividades humanas emissoras de gases do efeito estufa. Além do aumento das temperaturas médias, os eventos climáticos extremos como tempestades catastróficas, secas e incêndios florestais são manifestações visíveis dessas mudanças (FILIÚ; VIEIRA; POZZOBON, 2022).

Os incêndios florestais são exemplos desses eventos climáticos extremos registrado no território nacional. Anualmente, esses desastres infligem danos ambientais, sociais e econômicos consideráveis. Segundo dados apresentados pelo Atlas de Desastres no Brasil, uma colaboração entre a Defesa Civil Nacional e a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), no período de 1991 a 2022, os incêndios florestais resultaram em prejuízos avaliados em R\$ 1,4 bilhão, afetando 1,24 milhão de pessoas, entre desabrigadas e desalojadas. (MIDR, 2023)

A dinâmica dessas ocorrências depende de inúmeros fatores estáticos e dinâmicos que as controlam, como: condições meteorológicas e topográficas, densidade da vegetação, atividade antrópica, entre outros (DA SILVA JUNIOR; PACHECO, 2021).

Segundo dados do Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE) o Brasil registrou um total de 200.763 focos de calor no ano de 2022, sendo que 20.224 foram concentrados no Estado do Maranhão. Esse total representa aproximadamente 10,1% do registro nacional, tornando-o a 4ª Unidade da Federação com maior concentração de focos de calor nesse ano (INPE, 2023).

Analisar os fatores que influenciam no comportamento dos Incêndios Florestais serve como ferramenta tanto na gestão do risco como na gestão do desastre para futuras temporadas de fogo, pois cada cenário de estado da meteorologia e topografia, por exemplo, pode resultar em uma ação de prevenção e resposta distintas entre si.

Nesse contexto, a presente análise desempenha um papel fundamental como suporte às ações dos órgãos governamentais responsáveis pela segurança ambiental e florestal, tais como o Corpo de Bombeiros, o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) e os Brigadistas Florestais. Seu propósito é fornecer insumos valiosos para a formulação de estratégias eficazes de prevenção e mitigação dos impactos decorrentes das queimadas, possibilitando a criação de alertas de maneira proativa (ALVES et al., 2021).

Em geral, as ocorrências de fogo em vegetação exigem atenção especial por parte dos gestores públicos. Contudo, existem territórios que devem ser gerenciados de maneira diferenciada com uma maior aplicação de recursos para combater ocorrências dessas naturezas.

As Unidades de Conservação são um exemplo dessas áreas. Podem ser estabelecidas e administradas pela União, Estados ou Municípios e possuem características naturais relevantes para serem preservadas além de garantir a subsistência de comunidades tradicionais que vivem em seu entorno.

No Estado do Maranhão o Parque Estadual do Mirador (PEM) é a uma das UC's de administração Estadual classificada com área de proteção integral. No ano de 2022 foram contabilizados 738 focos de calor na região do Mirador, sendo a UC do Estado com maior registro.

Mesmo sendo uma área protegida por lei, o PEM sofre com a ocorrência de queimadas. Dessa forma, surge a problemática de como os Incêndios Florestais na UC do Parque Estadual do Mirador devem ser mitigados. Essa mitigação torna-se necessária para que haja uma real efetivação na proteção desse território, impedindo a ocorrência de queimadas de origem antrópica que causam prejuízos ao ecossistema e a população local (CAMELO; SANCHES; NAKAGOMI, 2020).

Desse modo, este estudo tem como objetivo mapear a distribuição dos focos de calor que ocorreram no Parque Estadual do Mirador no período de 2013 a 2022 e o grau de ameaça à integridade da biodiversidade local.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Mapear a distribuição dos focos de calor que ocorreram no Parque Estadual do Mirador no período de 2013 a 2022 e o grau de ameaça à integridade da biodiversidade local.

2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

- a) Identificar na região do Parque Estadual do Mirador as zonas de maior intensidade de focos de calor no período de 2013 a 2022.
- b) Avaliar a relação da sazonalidade do regime de chuvas, o controle dos focos de calor e de ocorrência de incêndios florestais.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 PROBLEMA DAS QUEIMADAS

Todos os anos o Brasil sofre com diferentes desastres naturais que causam danos materiais, ambientais e humanos, além de prejuízos ao patrimônio público e privado. Segundo o Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional (2022) os desastres naturais são classificados em cinco grupos: geológicos, hidrológicos, meteorológicos, climatológicos e biológicos.

Os Incêndios Florestais estão classificados nos desastres de origem climatológica. O clima seco em determinadas épocas do ano acaba propiciando o aumento dos casos de fogo em vegetação, além de devastação com impactos a flora e fauna local (ALVES et al., 2021).

Outras duas variáveis que podem alterar a dinâmica do Incêndio são a Topografia e a Densidade da Vegetação. Primeiramente, a topografia está relacionada ao formato da superfície da terra em suas formas e acidentes naturais. Possui três fatores básicos: Altitude, quanto mais alto o local mais rarefeito o ar fica e conseqüentemente mais baixas as temperatura; exposição das vertentes, refere-se ao posicionamento das vertentes em relação ao sol; e inclinação, quanto mais íngreme o terreno mais rapidamente o fogo se propaga (CBMGO, 2017).

Ademais, a densidade da vegetação corresponde a cobertura vegetal disponível e propícia para iniciar e manter o incêndio. Depende da quantidade e da continuidade do material vegetal e também de sua distribuição espacial (CBMGO, 2017).

Assim, é crucial compreender que, de maneira geral, os Incêndios Florestais têm origem predominantemente antrópica, estando diretamente relacionados à prática de queimadas para limpeza de terrenos, manejo de pastagens e atividades agrícolas (IMESC, 2021a).

Como consequência provocam devastações graves nos ecossistemas e na sociedade. No contexto ambiental, as queimadas causam poluição atmosférica, alteração no ciclo de formação das chuvas, diminuição da fertilidade do solo, além de erosão e assoreamento dos rios. No âmbito da sociedade promove impactos negativos a saúde humana como surgimento de doenças respiratórias, conjuntivite e inflamações na garganta, e também prejuízos econômicos por perdas de hectares de produção agrícola e interrupção do fornecimento de energia elétrica (DIAS, 2008).

Segundo dados do INPE (2023) o Estado do Maranhão registrou um total de 20.224 focos de calor. Desses, 76,3% foram localizados no Cerrado Maranhense, bioma que cobre 65% do Estado, num total de 33 municípios (SALES; NETO, 2020).

Porém, é importante salientar que o Cerrado possui características singulares referentes a dinâmica do fogo. Neste bioma, a ocorrência do fogo faz parte de sua evolução: a composição atual do cerrado é derivada da presença do fogo em diferentes estágios de queima, para que aconteça o desbaste natural de gramíneas e a quebra de dormência de sementes (CAMELO; SANCHES; NAKAGOMI, 2020).

3.2 IMPORTÂNCIA DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO (UC's)

As Unidades de Conservação (UC's) são áreas naturais de proteção ambiental que possuem elevado grau de relevância para manutenção e preservação do meio ambiente e uso sustentável de seus recursos. Estão localizadas por toda a extensão do território brasileiro salvaguardando fauna e flora, paisagens naturais, além de contribuir com a renda de moradores locais (DE CARVALHO; DA SILVA; SALVIO, 2022).

São definidas por meio da lei 9.985, de 18 de julho de 2000 que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC):

Art. 2º Para os fins previstos nesta Lei, entende-se por:

I - unidade de conservação: espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção (BRASIL, 2000).

Esta legislação estabelece que a criação e administração das UC's podem ser realizadas em três esferas: Federal, Estadual e Municipal. Existem doze tipos diferentes de áreas protegidas que são classificadas em dois grupos com características específicas: Unidades de Proteção Integral e Unidades de Uso Sustentável.

Nas Unidades de Proteção Integral o objetivo principal é a proteção da natureza, por essa razão possuem normas mais restritivas. Nessas Unidades apenas o uso indireto dos recursos é permitido, não envolvendo nenhum tipo de consumo ou danos. São subdivididas em: Estação Ecológica, Reserva Biológica, Parque, Monumento Natural e Refúgio de Vida Silvestre. Por outro lado, as Unidades de Uso Sustentável conciliam a conservação da natureza com o uso dos recursos naturais de maneira sustentável. Atividades que englobam coleta e utilização dos recursos são liberadas desde que a perenidade e processos ecológicos sejam mantidos. São categorizadas em: Áreas de Relevante Interesse Ecológico, Floresta Nacional, Reserva de Fauna, Reserva de Desenvolvimento Sustentável, Reserva Extrativista, Área de Proteção Ambiental e Reserva Particular do Patrimônio Natural (IMESC, 2020).

Segundo dados do Ministério do Meio Ambiente (MMA) o Brasil possui, em todos os níveis, 2.659 Unidades de Conservação, o que representa uma área protegida de 2.565.366,34 km². Em nível federal a gestão das UC é feita pelos seguintes órgãos: Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), órgão consultivo e deliberativo; Ministério do Meio Ambiente, órgão central que tem a finalidade de coordenar o SNUC e o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) e Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis (IBAMA), órgãos executores.

Ademais, em nível Estadual, o Governo do Maranhão criou o Sistema Estadual de Unidades de Conservação (SEUC) através da Lei Estadual nº 9.413 de 2011. O SEUC visa conservar ecossistemas e biodiversidade no contexto do Estadual. Garante que dentro das UC existam amostras significativas de diferentes populações e habitats do território estadual, também garante salvaguarda de espécies endêmicas, rara e ameaçadas de extinção (IMESC, 2020).

3.3 IMPORTÂNCIA DO MONITORAMENTO HIDROMETEOROLÓGICO

A dinâmica na propagação dos incêndios florestais depende de diferentes fatores, como por exemplo: topografia, material combustível e sua umidade, o tipo de vegetação e as condições climáticas. Dessa forma, existem diferenças no comportamento dessas ocorrências pois a ação de cada fator é diferente em cada região e época do ano (TORRES, 2006).

As condições meteorológicas estão diretamente relacionadas ao surgimento e a propagação dos incêndios em vegetação. A velocidade do vento, a umidade relativa do ar, a temperatura do ar e a precipitação são condições que alteram tanto a intensidade como a velocidade de um incêndio, sendo fatores que podem transformar uma pequena queima em um gigantesco desastre ambiental (TORRES et al., 2011).

Nesse aspecto, realizar o monitoramento hidrometeorológico é de suma importância para o gerenciamento de ocorrências de queimadas. Segundo o Sistema Estadual de Informações Ambientais e Recursos Hídricos (SEIARH) do Estado da Bahia, a hidrometeorologia é definida como o ramo das ciências atmosféricas e da hidrologia que estuda a transferência de água e energia entre a superfície e a atmosfera, possibilitando realizar a previsão de chuvas e eventos climatológicos extremos (SEIRH, 2023).

Existem três subsistemas hidrometeorológicos: precipitação pluviométrica, umidade relativa do ar e nebulosidade. A precipitação pluviométrica é o produto do ciclo hidrológico da terra, marcado pelas dinâmicas atmosféricas, que acontece principalmente na troposfera, local em

que se encontram os principais componentes do ciclo hidrológico: vegetação, oceanos, lagos, rios e solos (IMESC, 2021b).

A precipitação pluviométrica possui papel de suma importância no âmbito social, econômico e biológico. Uma elevada pluviometria atua como agente de reabastecimento de aquíferos subterrâneos e rios, os quais contribuem para abastecimento de cidades e o desenvolvimento de vegetais e animais (IMESC, 2021b).

São divididas em três formas de precipitação: Convectivas, Orográficas e Frontais. As Convectivas são criadas pelas nuvens de convecção, as quais se formam com a ascensão de massa de ar úmida em regiões quente. As Orográficas são causadas pela elevação do ar úmido sobre um terreno elevado, especialmente em regiões montanhosas. Já as frontais são determinadas pelo encontro de uma massa de ar quente e outra fria (IMESC, 2021b).

O Estado do Maranhão possui dois períodos distintos: chuvoso e de estiagem. Por possuir uma grande extensão territorial, esse sistema acontece em períodos diferentes entre as regiões do Estado. O período chuvoso nas regiões Norte, Oeste e Centro-Oeste ocorre entre os meses de janeiro a julho, e o de estiagem de agosto a novembro, sendo o mês de dezembro o período de transição. No Sul e Sudoeste, o período chuvoso compreende os meses de novembro a maio, e o de estiagem de junho a setembro, com outubro sendo o mês de transição (IMESC, 2021a).

Dessa forma, realizando o monitoramento do hidrometeorológico, com a análise da precipitação pluviométrica é possível indicar o período em que existe maior probabilidade de ocorrência de incêndio, sendo subsídio para os programas de prevenção e combate a incêndios florestais, além do dimensionamento dos efeitos dos fogos sobre o ambiente (LIMA et al., 2021; TORRES et al., 2011).

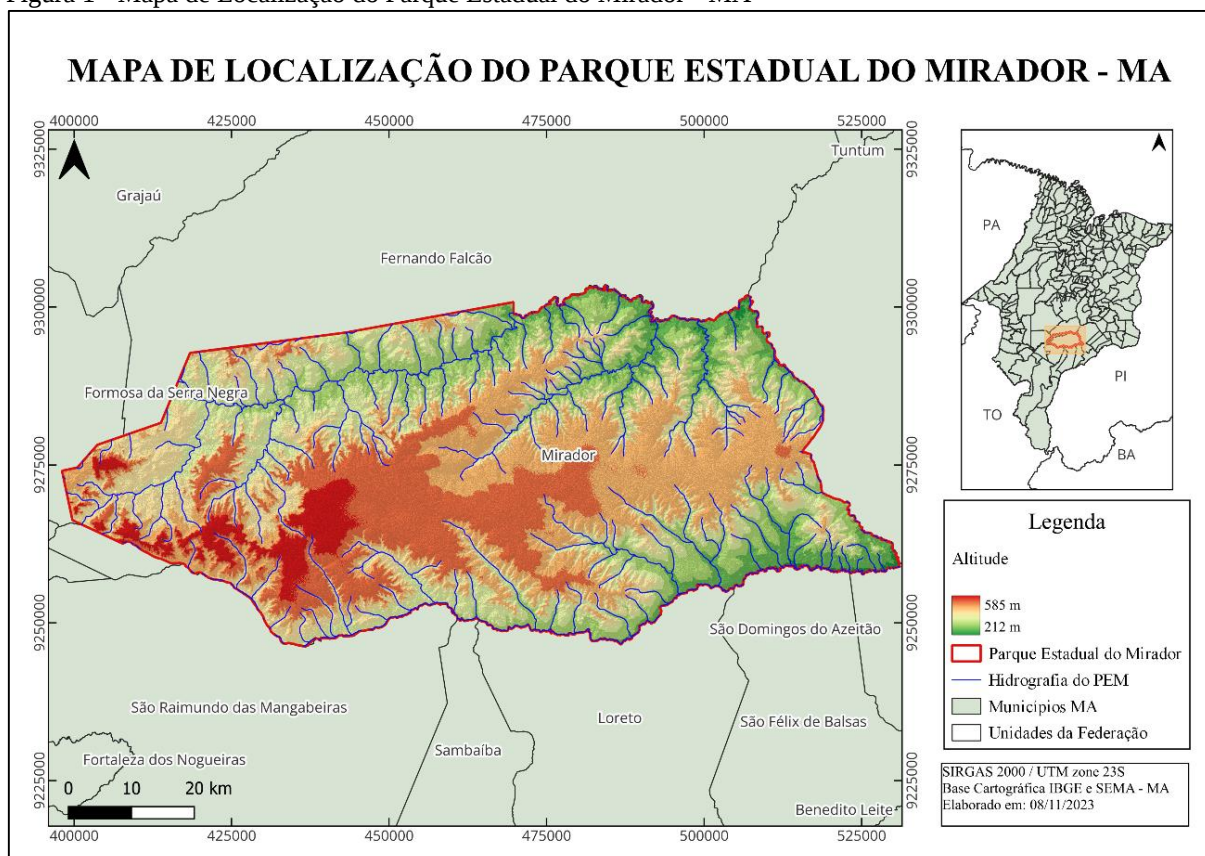
4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Área de Estudo

A área de estudo está concentrada na Unidade de Conservação do Parque Estadual do Mirador (PEM). O PEM está localizado na região Centro-Meridional do Maranhão, com área aproximadamente de 736.781 hectares, entre as coordenadas 6° 42' 9,803" S, 44° 42' 54,936" W e 6° 33' 58,112" S, 45° 55' 17,452" W, abrangendo os Municípios de Mirador, Fernando Falcão e Formosa da Serra Negra. Foi criado através do Decreto nº 7.641, de 04 de junho de 1980, depois alterado pela Lei Estadual nº 8.958, de 08 de maio de 2009, com o objetivo principal de proteger as nascentes do Rio Alpercatas e Rio Itapecuru (principais Rios da Bacia Hidrográfica do Itapecuru) (IMESC, 2020).

Em relação ao clima, a região é classificada como Tropical Úmido (Aw), com temperatura média anual de 25,9° precipitação média anual de 1.342 mm. O período chuvoso compreende os meses de novembro a abril, com precipitação média de 1.115 mm e o período de estiagem entre os meses de maio a outubro, com precipitação média de 227mm (SILVA, 2021).

Figura 1 - Mapa de Localização do Parque Estadual do Mirador - MA



Fonte: Autor (2023)

4.2 Base de dados

Os dados de precipitação pluviométrica foram obtidos a partir do produto *Climate Hazard Group InfraRed Precipitation with Stations* (CHIRPS)¹, disponibilizado pelo *Climate Hazards Group* (CHG), pois o Parque Estadual do Mirador não possui Plataformas de Coleta de Dados de estações meteorológicas. Como demonstrado no trabalho de Costa *et al.* (2019), que validou os dados do produto CHIRPS para o território brasileiro, no nordeste existe consonância entre os valores apresentados pelas estações meteorológicas e o CHIRPS, com coeficiente de determinação de 98%. Além disso, o CHIRPS possui uma cobertura espacial que abrange entre 50° S e 50° N de latitude, resolução espacial de 0,25° a 0,05° e um período de dados que se inicia em 1981. Para esse estudo foram utilizados dados mensais de precipitação média para a localização do Parque do Mirador de janeiro de 2013 a dezembro de 2022.

Os dados de queimadas foram obtidos por meio do portal BDQueimadas² do INPE. Esse Portal disponibiliza diariamente dados referentes aos focos de calor por meio de imagens de satélites. O INPE realiza esse monitoramento desde o ano de 1987, com aperfeiçoamento realizados periodicamente (INPE, 2023).

Atualmente, o Instituto utiliza o satélite AQUA M-T, com passagem no início da tarde, como satélite de referência. Isso é feito para que haja um levantamento contínuo dos dados ao longo dos anos, permitindo analisar a tendência espacial e temporal dos focos (INPE, 2023).

O satélite de referência consegue identificar áreas queimadas a partir de 30m de extensão por 1m de largura. Contudo, alguns fatores dificultam tal detecção, como: queimas com menos de 30 m ou que acontecem entre o horário das imagens disponíveis, fogo apenas no chão da floresta, nuvens que cobrem a região, fogo em encosta de montanhas e imprecisão na localização do foco (INPE, 2023).

Os dados de precipitação mensal média e de focos de calor foram obtidos para um período de 10 anos, de 2013 a 2022 para a localização do Parque Estadual do Mirador. O portal BDQueimadas não disponibiliza os dados exclusivos para o Parque, dessa forma, foram realizados o download para todo o Estado do Maranhão e dentro do programa QGIS foram selecionados apenas os focos dentro dos limites do PEM.

¹ Disponível em: <https://data.chc.ucsb.edu/products/CHIRPS-2.0/>

² Disponível em: <http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/queimadas/bdqueimadas/>

4.3 Métodos

Inicialmente, com os dados obtidos a partir da plataforma CHIRPS foram elaborados gráficos de precipitação mensal média no *software* EXCEL para a região do Parque Estadual do Mirador. Em seguida, foram produzidos os mapas de densidade kernel, estes foram utilizados por adotar a medida em termos de raio de influência, que representa o elemento mais importante para realizar uma correta interpretação do fenômeno sem que ocorra descontinuidade ou suavização exagerada nas camadas geradas (RIZZATTI et al., 2020).

Diferentes valores de Raio (R) foram utilizados arbitrariamente, porém as camadas geradas a partir desses valores não apresentaram uma correta interpretação da distribuição dos focos de calor. Dessa forma, foi utilizada a metodologia proposta por Rizzatti et al. (2020), na qual o raio é estimado a partir da subtração e adição média da distância média ($\bar{X}$) de cada um dos pontos com a média do desvio padrão ($\bar{X}\sigma$), conforme a Equação 1.

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

No *software* QGIS 3.16, foram importadas as camadas vetoriais de focos de calor e, utilizando o algoritmo “Matriz de Distância” para cada camada vetorial, pode-se determinar os valores das distâncias e desvios padrões médios. Como resultado, obteve-se arquivos pontuais com quatro colunas de dados: distância média, desvio padrão, distância mínima e distância máxima para cada foco de calor. Esses arquivos foram exportados para o formato .xlsx e no *software* EXCEL determinou-se as médias das distâncias médias ($\bar{X}$) e do desvio padrão ($\bar{X}\sigma$), conforme apresentado na tabela 1.

Tabela 1 - Exemplificação do Arquivo exportado para o excel para determinar o valor das médias das distâncias médias ($\bar{X}$) e do desvio padrão ($\bar{X}\sigma$) para o ano de 2013.

Focos de Calor	Dist. Média	Desvio Padrão	Dist. Mínima	Dist. Máxima
2013/08/13 16:28:00	56841,10743	25699,72512	804,9551278	112068,4831
2013/04/14 16:35:00	38882,35705	17747,66997	2194,794552	80241,82455
2013/05/04 16:11:00	40622,72556	22434,45768	741,8960756	101708,2219
2013/05/16 16:35:00	41178,00693	25739,5608	1111,44937	104837,6023
...	...	...	...	...
Expressão	($\bar{X}$)	($\bar{X}\sigma$)		

Organização: Autor (2023)

Para o ano de 2013 os valores da média das distâncias médias ($\bar{X}$) e da média do desvio padrão ($\bar{X}\sigma$) foram de aproximadamente 41.067,95m e 21.132,92m, respectivamente. Desse modo, obteve-se dois valores do raio R: o R maior ($41.067,95 + 21.132,92 = 62.200,87$) e o R menor ($41.067,95 - 21.132,92 = 19.935,03$).

Em seguida, utilizou-se o algoritmo “Mapa de Calor (Estimativa de densidade Kernel)” no *software* QGIS 3.16 com os dois valores de R, porém observou-se que o valor de R menor representava melhor a distribuição de dados, sem intervalo no *raster* gerado ou suavização exagerada das classes, dessa forma, o valor de R menor foi utilizado.

Com o *raster* gerado, foram definidas cinco classes para concentração de focos de calor: 1 - Muito Baixo, 2 - Baixo, 3 - Moderado, 4 - Alto, 5 - Muito Alto, e em seguida, definida a classificação. Para a classificação de camadas matriciais, o QGIS dispõe de apenas três tipos: contínuo, intervalo igual e quartil, porém essas representações suavizam ou concentram as camadas. Por consequência, adotou-se a classificação de quebras naturais (Jenks) que realiza o agrupamento natural dos dados e potencializa as diferenças entre as classes (RIZZATTI et al., 2020). Todavia, o QGIS 3.16 não possui esse tipo de classificação, sendo assim, foi realizada no *software* SAGA GIS 9.2 e posteriormente exportada os valores das classes para a renderização da banda no QGIS.

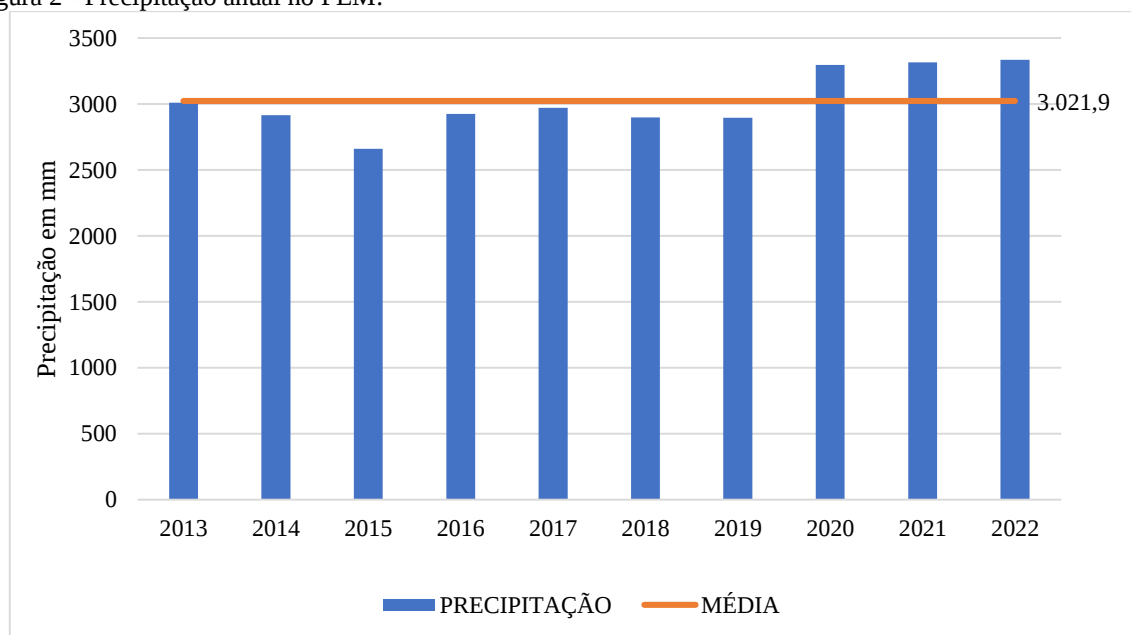
Além dos dados de precipitação pluviométrica e focos de calor foram utilizados *shapefiles* do Limite do Parque do Mirador e dos Limites do Municípios do Maranhão e a localização dos Postos Avançados dentro do Parque. Toda a metodologia foi replicada para cada ano do período de estudo, gerando dez mapas distintos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Distribuição temporal da precipitação e dos focos de calor

No período analisado, a precipitação anual no Parque Estadual do Mirador apresentou variação entre 2.658,9 mm e 3.021,9 mm. O ano de 2015 registrou a menor precipitação anual, contrastando com o ano de 2022, que apresentou a maior marca. A média anual para o período estudado atingiu 3.021,9 mm, conforme evidenciado na Figura 2.

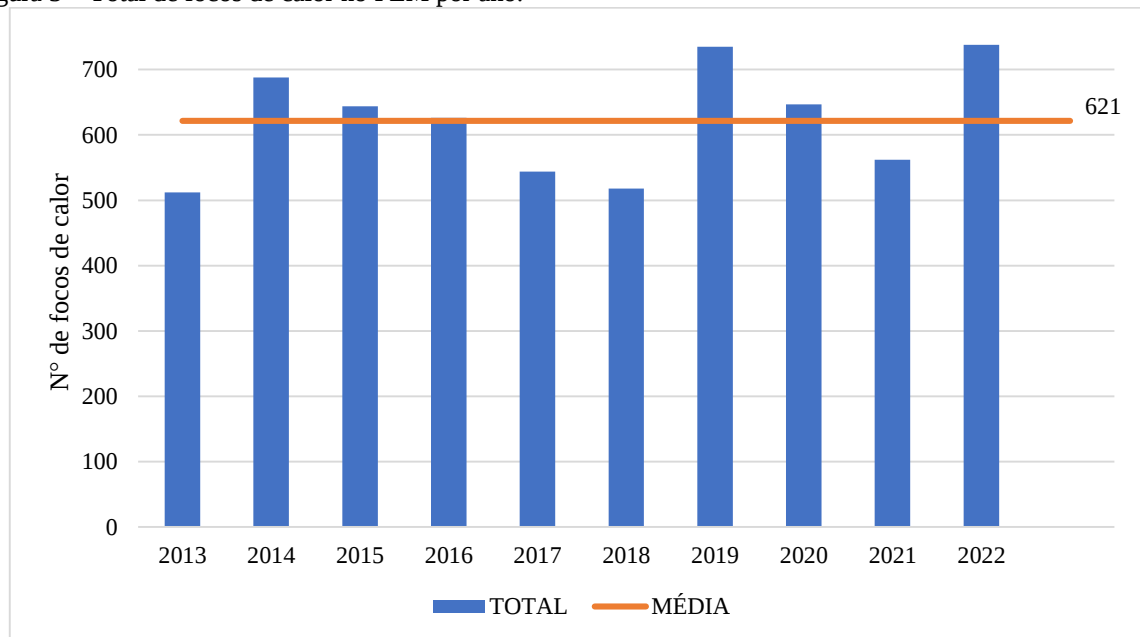
Figura 2 - Precipitação anual no PEM.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Por outro lado, as incidências de focos de calor no interior do Parque demonstraram uma média consistente de 621 ocorrências ao longo do período de estudo. Notavelmente, o ano de 2022 registrou o maior número de focos de calor, atingindo a marca de 738 focos, conforme destacado na Figura 3.

Figura 3 – Total de focos de calor no PEM por ano.

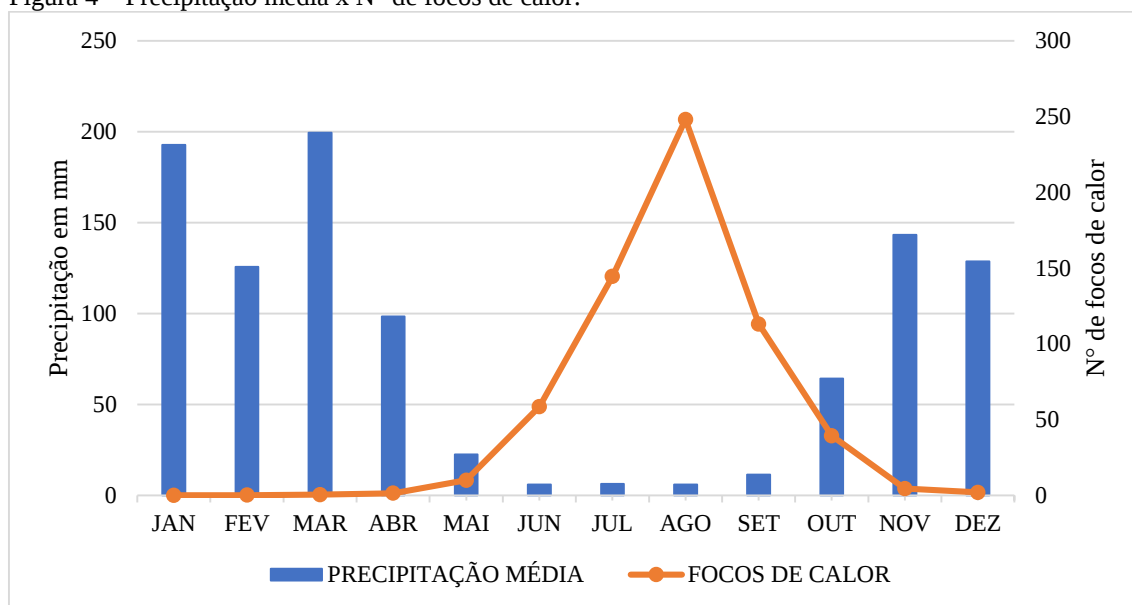


Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Ao examinar os valores médios de precipitação pluviométrica ao longo dos meses, constata-se que durante os meses secos (de maio a setembro), os valores não excedem 50 mm. Essa redução é atribuída à sazonalidade da precipitação, uma característica típica em toda a região do Cerrado, como corroborado por estudos anteriores, como os de Campos e Chaves (2020) e Corrêa e Dias (2023), que confirmaram esses padrões sazonais em seus respectivos trabalhos em diferentes áreas do Cerrado.

Dessa forma, foi estabelecido uma relação entre os dados de precipitação e os focos de calor ao longo dos meses, é evidente a presença de uma sazonalidade semelhante, na qual os maiores registros de focos de calor ocorreram durante os meses mais secos, como ilustrado na Figura 4.

Figura 4 – Precipitação média x N° de focos de calor.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Observou-se que o primeiro trimestre é o período mais chuvoso na região do PEM, com médias variando entre 125,6 mm e 199,5mm. Consequentemente, os registros de focos de calor são quase nulos, com um total de 5 casos registrados para os anos de estudo. A partir do segundo trimestre há uma diminuição de precipitação e consequentemente o aumento dos focos de calor, sendo o mês de junho com o maior número de registros desse trimestre.

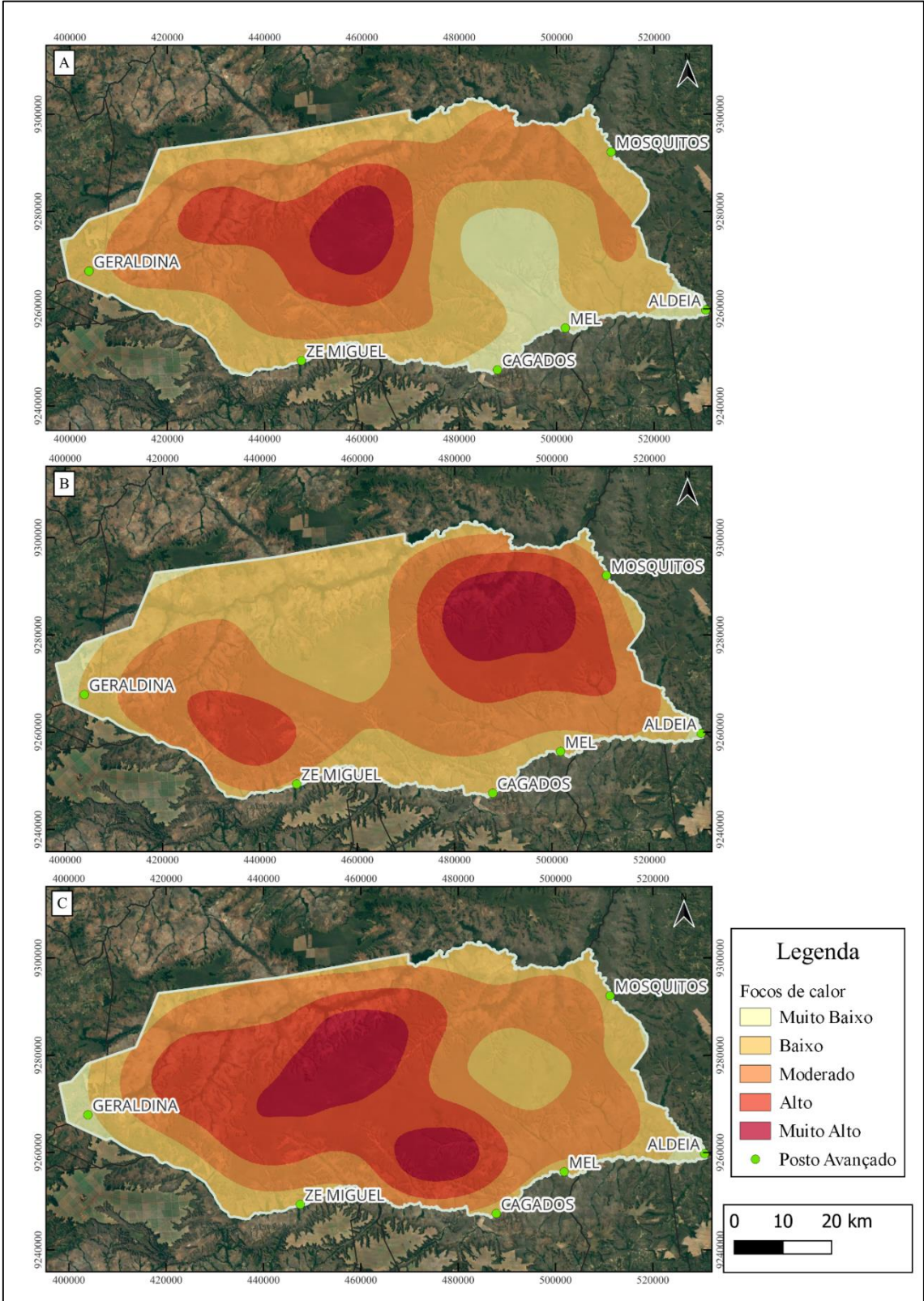
O terceiro trimestre é o período com o maior número de registros de incêndios em vegetação no Parque, atingindo seu ápice em agosto, com uma média de 248,1 focos. A partir do quarto trimestre, as médias de precipitação começam a aumentar, resultando em uma redução nos registros de focos de calor.

5.2 Distribuição Espacial do Focos de calor

Além de determinar o período do ano com o maior número de registros de focos de calor, é crucial identificar as regiões onde esses dados se concentram com mais intensidade. Deste modo, figuras as 5 a 8 apresentam os mapas, que são produtos da metodologia descrita.

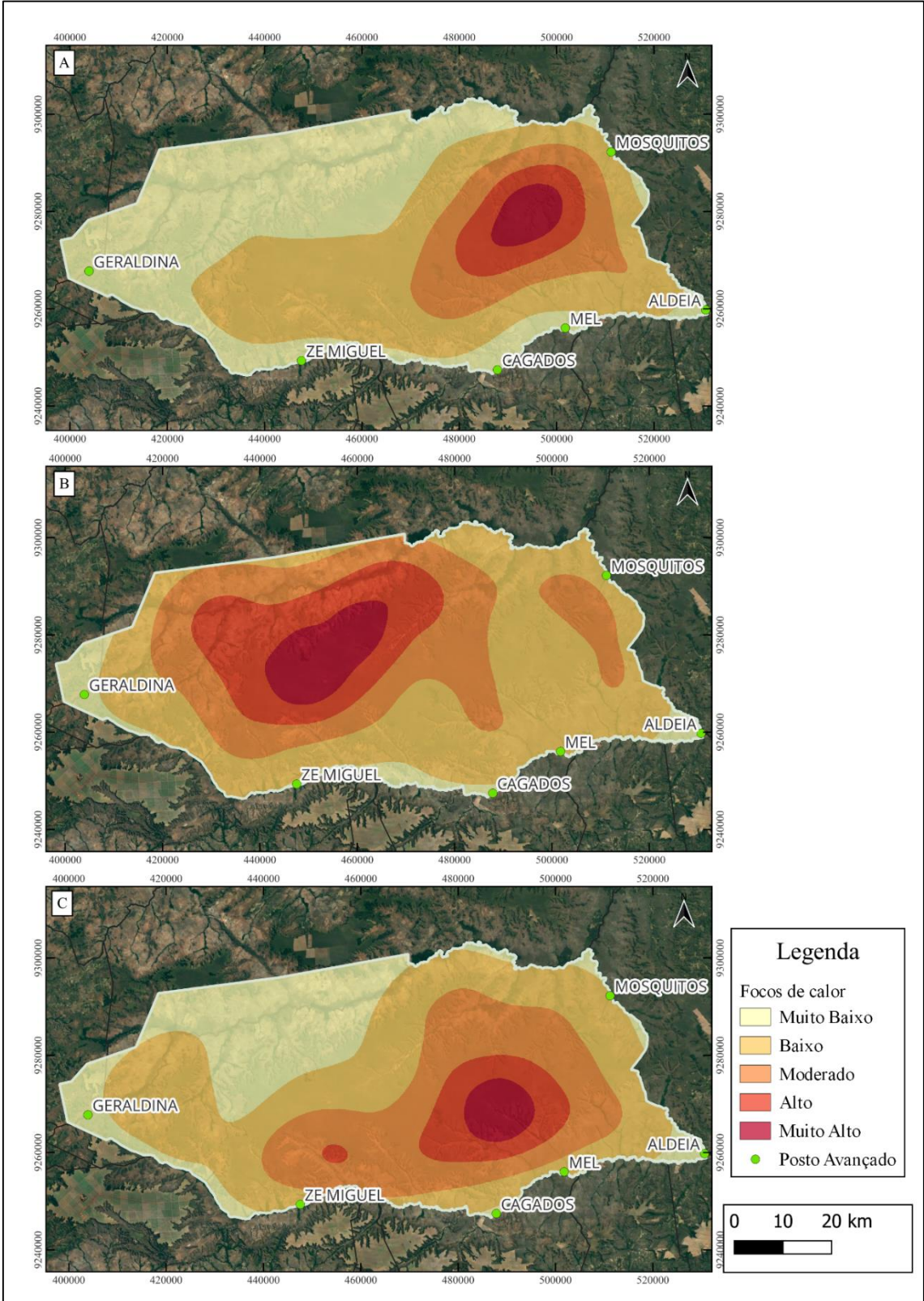
O histórico observado indica o elevado grau de comprometimento do Parque uma vez que desde a sua área de borda até a área central, existem migrações de concentração de focos, onde observando a Figura 1, destaca-se que eles estão nas áreas altas onde ocorrem vários cursos d'água que regulam as bacias hidrográficas que seccionam o Parque. Tal situação configura uma ameaça constante aos sistemas hídricos locais e as áreas verdes presentes, que atualmente concentram-se na faixa de área de preservação permanente.

Figura 5 – Mapa de densidade dos focos de calor: (A) 2013, (B) 2014 e (C) 2015.



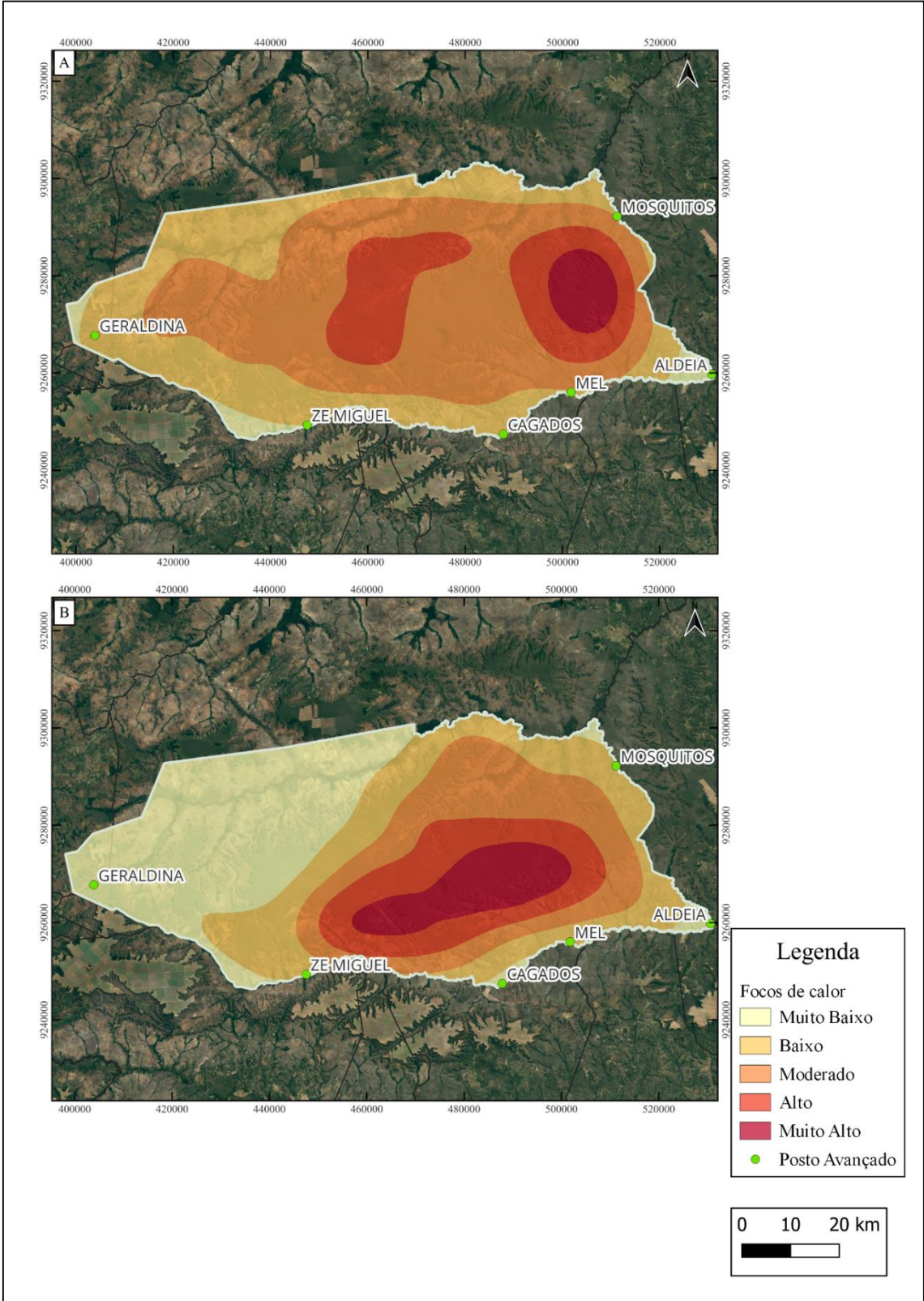
Fonte: Autor (2023)

Figura 6 – Mapa de densidade dos focos de calor: (A) 2016, (B) 2017 e (C) 2018.



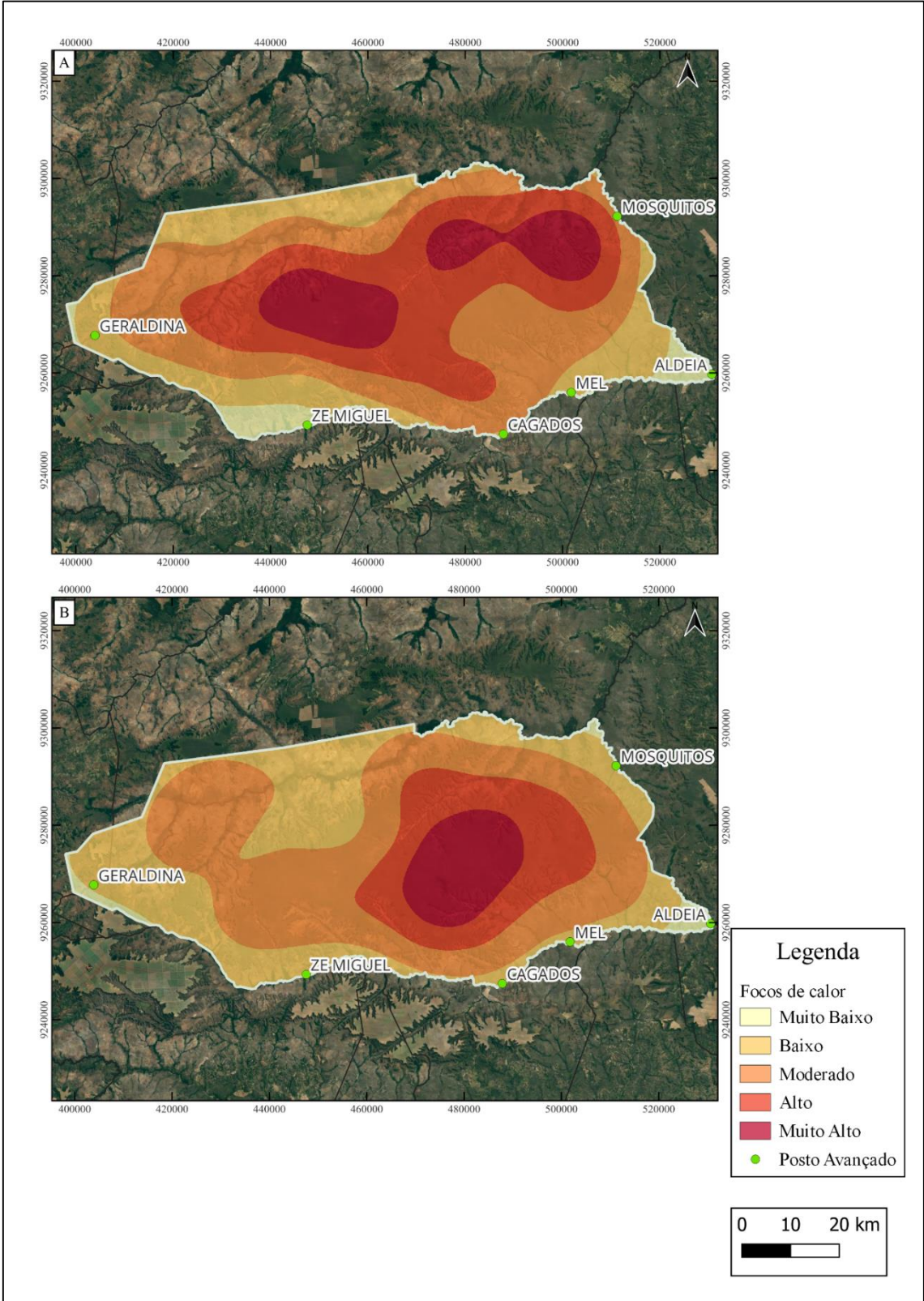
Fonte: Autor (2023)

Figura 7 – Mapa de densidade dos focos de calor: (A) 2019 e (B) 2020.



Fonte: Autor (2023)

Figura 8 – Mapa de densidade dos focos de calor: (A) 2021 e (B) 2022.



Fonte: Autor (2023)

De forma geral, a maior densidade de registros de focos de calor se concentra nas imediações da borda leste do Parque. Essa tendência é particularmente notável nos anos em que o total de focos de calor ultrapassou os 700 casos registrados, nomeadamente em 2019 e 2022.

De acordo com Silva Junior et al. (2018) as incidências de fogo no cerrado maranhense estão diretamente relacionadas à presença de culturas agrícolas, as quais ainda empregam o fogo como prática para preparo e colheita, somadas às ocorrências naturais inerentes a esse ecossistema.

Além disso, ao realizar a análise dos focos de queimadas no Parque Estadual do Mirador, Caldas, Silva e Silva Junior (2014) afirmaram que os fatores de origem antrópica contribuem significativamente para a intensidade desses eventos, sendo que nas proximidades do Parque, a intensa atividade agropecuária desencadeia práticas destrutivas para esta Unidade de Conservação.

Dessa forma, ao examinar dados de uso e a cobertura do solo disponibilizados pelo Projeto MapBiomas no município de Mirador, MA (onde o PEM está predominantemente situado), observa-se um aumento de 5,33% nas áreas de uso antrópico, como pastagem, soja, cana-de-açúcar etc. Essas áreas concentram-se principalmente nas proximidades da borda leste do Parque.

Em relação ao comprometimento da biodiversidade local, White (2018, p. 365) destaca que com o incremento da quantidade média anual de chuvas, o teor de umidade da vegetação aumenta, tornando mais difícil queimar; assim os períodos mais secos associados, com as atividades antrópicas favorecem os incêndios florestais e se tornam a maior ameaça à conservação das áreas verdes do Parque.

Copertino et al. (2019, p. 5) apresentam como discussão relativa a conservação de biomas que: *“além de causar emissões imediatas de CO₂, as queimadas constantes induzem mudanças na vegetação, reduzindo a capacidade natural da floresta em estocar e reciclar nutrientes, com enormes implicações para o ciclo global de carbono, esse cenário é ampliado pelas mudanças climáticas e pelo uso indiscriminado do fogo, onde a combinação desses fatores pode favorecer um ponto de inflexão a partir do qual, que áreas deixem de ser floresta, passando para um tipo de vegetação aberta, em um processo denominado de savanização”*.

Quanto ao Parque Estadual do Mirador, devido à sua localização, ele é considerado uma região natural de transição entres os biomas amazônico e cerrado. Porém, conforme descrito por Masullo et al. (2018), o Parque é representativo do bioma cerrado no Estado do Maranhão.

Dessa forma, como destacado por Jesus et al. (2020, p. 188), no cerrado durante o período de seca, as condições meteorológicas são propícias para a propagação do fogo, apesar

da presença de menor quantidade de material combustível. Outros fatores que influenciam na dinâmica de propagação do fogo são: as diferentes tipologias vegetais, a topografia do ambiente, histórico de eventos dessa natureza e o antropismo local. Todos esses aspectos devem ser levados em consideração para definição de estratégias de manejo.

6 PRODUTO TÉCNICO

O Produto Técnico resultante consiste nos mapas dos focos de calor, desenvolvidos seguindo a metodologia descrita. Essa cartografia representa uma ferramenta valiosa para fortalecer as iniciativas de prevenção e mitigação de incêndios florestais conduzidas pelo Corpo de Bombeiros Militar do Maranhão (CBMMA). A capacidade de identificar com precisão as regiões mais suscetíveis a incêndios possibilita uma alocação estratégica de recursos, concentrando esforços nas áreas prioritárias. Essa abordagem proativa visa aprimorar a eficácia das operações, promovendo uma resposta mais eficiente e direcionada diante dos desafios associados aos incêndios florestais (APÊNDICE).

7 CONCLUSÃO

O Parque Estadual do Mirador representa uma das principais Unidade de Conservação do Estado do Maranhão, abrigando uma rica diversidade de elementos da biodiversidade do cerrado maranhense. Contudo, anualmente, enfrenta numerosas ocorrências de incêndios em vegetação. Embora considerados naturais para esse ambiente, a elevada recorrência desses eventos ocasiona diversos impactos ambientais significativos para a região.

Esse estudo identificou uma correlação entre a sazonalidade da precipitação, característica do Cerrado, com o período seco ocorrendo entre os meses de maio a setembro, e o pico na incidência de focos de calor na região do PEM, que se manifesta no terceiro trimestre do ano.

Além disso, a análise de mapeamento realizada por esta pesquisa concluiu que a porção leste do PEM é mais suscetível aos incêndios florestais, em grande parte decorrente do aumento das áreas de uso antrópico ao longo da última década.

Portanto, visando uma gestão de risco e desastre mais eficiente, os resultados deste estudo podem ser associados a trabalhos semelhantes, que já realizaram a identificação de cicatrizes de queimadas por meio de imagens de satélite para a região do Parque do Mirador. Essa abordagem pode subsidiar a elaboração do plano de manejo do Parque e apoiar as ações de mitigação e prevenção aos incêndios florestais por parte dos órgãos competentes.

REFERÊNCIAS

ALVES, J. M. B. et al. Um Estudo de Focos de Calor no Bioma Caatinga e suas Relações com Variáveis Meteorológicas. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 36, n. 3 suppl, p. 513–527, 9 set. 2021.

BRASIL. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000**. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm>. Acesso em: 26 fev. 2023.

CALDAS, J.; SILVA, F.; SILVA JUNIOR, C. Análise De Focos De Queimadas No Parque Estadual Do Mirador Utilizando Um Sistema De Informação Geográfica – Sig, Estado Do Maranhão, Brasil. **Green Lifestyle Becoming the Men’s New Way of Life**, v. 14, p. 134–138, 2014.

CAMELO, A. P. S.; SANCHES, K.; NAKAGOMI, B. Zoneamento de incêndios florestais na estação ecológica Águas Emendadas, Distrito Federal (Brasil). **Territorium**, n. 27(II), p. 67–79, 10 set. 2020.

CAMPOS, J. DE O.; CHAVES, H. M. L. Trends and variabilities in the historical series of monthly and annual precipitation in cerrado biome in the period 1977-2010. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 35, n. 1, p. 157–169, 2020.

COPERTINO, M.; PIEDADE, M. T. F.; VIEIRA, I. C. G.; BUSTAMANTE, M. Desmatamento, fogo e clima estão intimamente conectados na Amazônia. **Ciência e Cultura**, v. 71, n. 4, p. 04-05, 2019. <http://dx.doi.org/10.21800/2317-66602019000400002>.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO GOIAS. **Manual Operacional de Bombeiros**. Goiânia: Estado de Goiás, 2017. v. 01

CORRÊA, T. R.; DIAS, D. P. Focos de calor e sua relação com a precipitação e temperatura do ar do município de Jataí, Goiás. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 18, n. 2, p. 44–49, 2023.

COSTA, J. C. et al. Validação dos dados de Precipitação Estimados Pelo CHIRPS Para o Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 24, p. 228–243, 2019.

DA SILVA JUNIOR, J. A.; PACHECO, A. DA P. Avaliação de incêndio em ambiente de Caatinga a partir de imagens Landsat-8, índice de vegetação realçado e análise por componentes principais. **Ciência Florestal**, v. 31, n. 1, p. 417–439, 1 jan. 2021.

DE CARVALHO, G. O. T.; DA SILVA, N. C.; SALVIO, G. M. M. Vulnerabilidade ambiental em Áreas de Proteção Ambiental (APA) do Bioma Mata Atlântica na região sudeste brasileira. **Ciência Florestal**, v. 32, n. 3, p. 1575–1593, 28 nov. 2022.

DIAS, G. F. **Queimadas e Incêndios Florestais**. Brasília: MMA, IBAMA, 2008, 32 p.

FILIÚ, F. L. M. V.; VIEIRA, K. G.; POZZOBON, L. L. D. **Os desastres brasileiros e suas relações com as mudanças climáticas**. UNICEF, Brasília, 2022..

IMESC, I. DE M. DE E. S. E C. **Unidades de Conservação Unidades de Conservação**. Disponível em: <<https://imesc.ma.gov.br/portal/Post/view/situacao-ambiental/357>>.

IMESC, I. DE M. DE E. S. E C. **Relatorio Anual de Queimadas 2021**. São Luis: [s.n.].

Disponível em:

<<https://imesc.ma.gov.br/src/upload/publicacoes/03394e5a83c1c9ee6f26d02e0bed5bee.pdf>>.

Acesso em: 22 fev. 2023a.

IMESC. **As Dinâmicas Climáticas do Estado do Maranhão entre 1989 e 2018:**

precipitações, umidade atmosférica e evapotranspiração potencial. V. 13, São Luís: IMESC, 2018.

INPE, I. DE P. E. **BDQueimadas - Programa Queimadas - INPE**. Disponível em:

<<https://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/bdqueimadas#graficos>>. Acesso em: 28 fev. 2023.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **BD QUEIMADAS**. Disponível

em: <<http://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/bdqueimadas>>. Acesso em: 13 fev. 2021.

JESUS, J. B.; ROSA, C. N.; BARRETO, Í. D. C.; FERNANDES, M. M. Análise da incidência temporal, espacial e de tendência de fogo nos biomas e unidades de conservação do Brasil. **Ciência Florestal**, v. 30, n. 1, p. 176-191, 2020.

<https://doi.org/10.5902/1980509837696>

LIMA, M. B. et al. Aspectos sazonais de um índice de risco de incêndios florestais na região norte do Brasil por meio de dados meteorológicos. **Biodiversidade Brasileira**, v. 11, n. 4, p. 46-59, 2021.

MASULLO, Y. A. G.; GURGEL, H. C.; LAQUES, A-E. O passado e o presente das unidades de conservação do Maranhão, Brasil. **Caminhos de Geografia**, v. 19, n. 66, 2018.

<http://dx.doi.org/10.14393/RCG196618>.

REGIONAL, M. DA I. E DO D. **Atlas Digital de Desastre no Brasil**. Disponível em:

<<https://www.gov.br/mdr/pt-br/noticias/defesa-civil-nacional-lanca-atlas-de-desastres-no-brasil>>. Acesso em: 12 dez. 2023.

RIZZATTI, M. et al. Mapeamento da COVID-19 por meio da densidade de Kernel.

Metodologias e Aprendizado, v. 3, n. 2012, p. 44–53, 2020.

SALES, D. P.; NETO, F. M. O. Análise da distribuição das queimadas no cerrado maranhense, Brasil (2014-2018). **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 9, n. 18, 2020.

SEIRH, S. E. DE I. DE R. H. **Hidrometeorológico | Portal SEIA**. Disponível em:

<<http://www.seia.ba.gov.br/monitoramento-ambiental/hidrometeorol-gico>>. Acesso em: 21 mar. 2023.

SILVA, F. S. DA; PESTANA, A. L. M.; SILVA, L. S. E. Geoprocessamento e sensoriamento remoto para identificação de cicatrizes de queimadas: uma proposta metodológica para o monitoramento. **Caderno de Geografia**, v. 3, n. 74, p. 811-829, 2023.

<https://doi.org/10.5752/P.2318-2962.2023v33n74p811>

SILVA JUNIOR, C. H. L. et al. Dinâmica das Queimadas no Cerrado do Estado do Maranhão, Nordeste do Brasil. **Geography Department University of Sao Paulo**, v. 35, p. 1–14, 2018.

SILVA, S. D. S. **Análise multifractal aplicada a sistemas ambientais do Estado do**

Maranhão (Brasil). 2021. 76 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2021.

TORRES, F. T. P. Relações Entre Fatores Climáticos E Ocorrências De Incêndios Florestais Na Cidade De Juiz De Fora (Mg). **Caminhos de Geografia**, v. 7, n. 18, p. 162–171, 2006.

TORRES, F. T. P. et al. Correlações entre os elementos meteorológicos e as ocorrências de incêndios florestais na área urbana de Juiz de Fora, MG. **Revista Arvore**, v. 35, n. 1, p. 143–150, 2011.

WHITE, B. L. A. Spatiotemporal variation in fire occurrence in the state of Amazonas, Brazil, between 2003 and 2016. **Acta Amazonica**, v. 48, n. 4, p. 358-367, 2018.
<https://doi.org/10.1590/1809-4392201704522>

APÊNDICE

ABISAER LIMA LAGO JUNIOR
ALINE MARIA MEIGUINS DE LIMA

**DISTRIBUIÇÃO DE FOCOS
DE CALOR NO PARQUE
ESTADUAL DO MIRADOR -
MA DE 2013 A 2022**

Belém-Pará
2024



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO DE RISCOS
E DESASTRES NA AMAZÔNIA

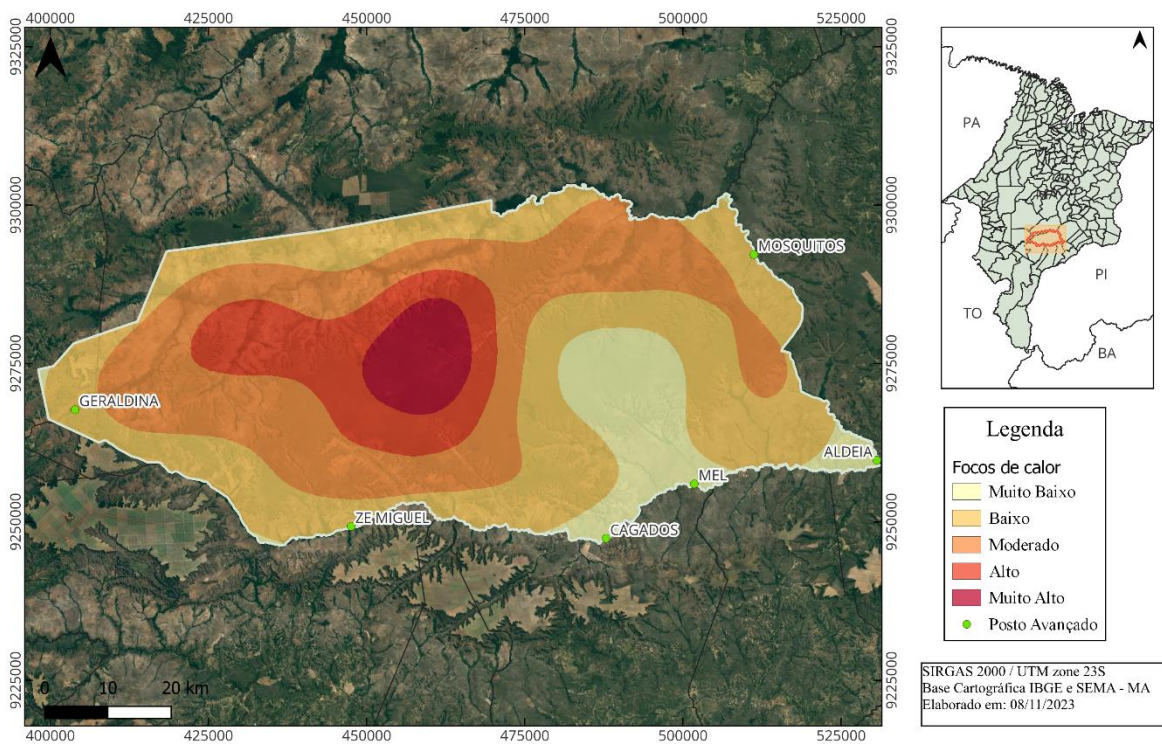
Produto Técnico vinculado a Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Gestão de Riscos e Desastres na Amazônia, do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará, em cumprimento às exigências para obtenção do título de Mestre em Gestão de Riscos e Desastres Naturais na Amazônia.

(Ficha Catalográfica)

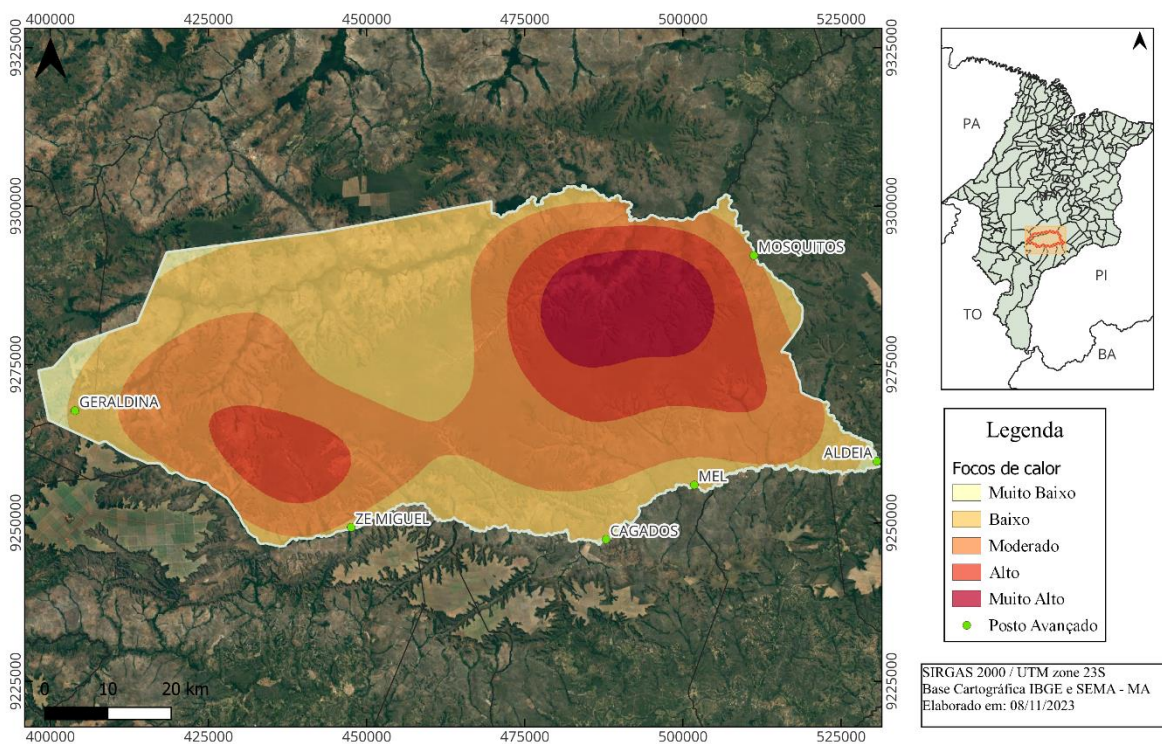
APRESENTAÇÃO

As Unidades de Conservação (UC's) são territórios importantes para a preservação e equilíbrio da biodiversidade de uma determinada região. Todos os anos os incêndios florestais causam destruição e prejuízos em diversas UC's pelo Brasil. No Estado do Maranhão, o Parque Estadual do Mirador (PEM) é a Unidade de Conservação mais afetada por incêndios florestais. No ano de 2022 foram registrados 738 focos de calor no PEM. Dessa forma, este estudo teve como objetivo mapear a distribuição dos focos de calor que ocorreram no Parque Estadual do Mirador no período de 2013 a 2022 e o grau de ameaça à integridade da biodiversidade local. Para tanto, foram obtidos dados de precipitação para identificar a correlação dessa variável com os focos de calor. Os dados de focos de calor foram obtidos através do portal do BDQueimadas do INPE e os dados de precipitação pluviométrica por meio do produto *CHIRPS*. Em seguida, esses dados foram exportados para o *software* QGIS 3.16 para elaboração dos mapas de densidade kernel. Contudo, em mapas de kernel, a definição do raio de influência é importante para que não ocorra descontinuidade ou suavização exageradas nas camadas resultantes. Dessa forma, foi utilizado o algoritmo “matriz de distância” para determinar os raios em cada um dos mapas gerados. Com o *raster* de cada mapa gerado, foi estabelecida uma classificação em cinco categorias para a concentração de focos de calor: muito baixo, baixo, moderado, alto e muito alto. Foi adotada a classificação de quebras naturais (jenks) para esses arquivos realizada no *software* SAGA GIS 9.2 e, posteriormente, os valores exportados para o QGIS. Ao longo do ano, pode-se perceber que registros de focos de calor foram concentrados no período seco (maio a setembro) e que a borda leste é a região mais afetada. Esse resultado deve-se ao aumento em 5,33% de áreas de uso antrópicos no município de Mirador - MA. Essa informação pode subsidiar a elaboração do plano de manejo do parque, além de auxiliar as ações de prevenção e mitigação aos incêndios florestais por parte dos órgãos competentes.

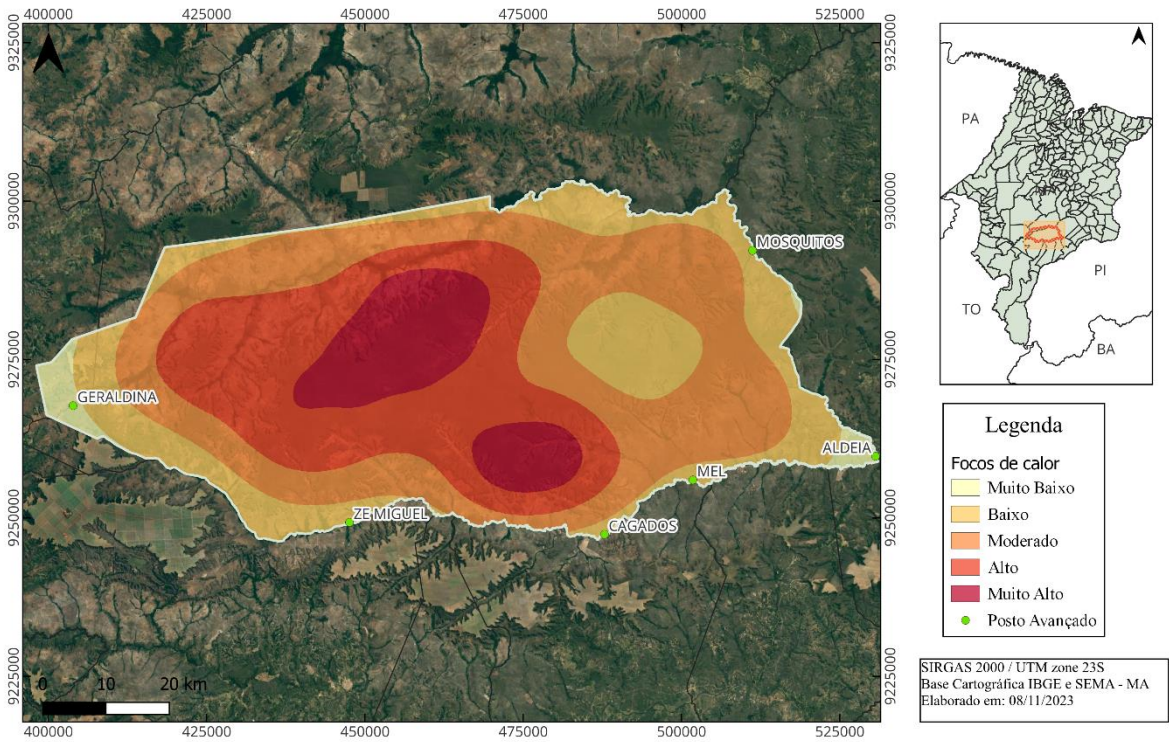
FOCOS DE CALOR NO PEM EM 2013



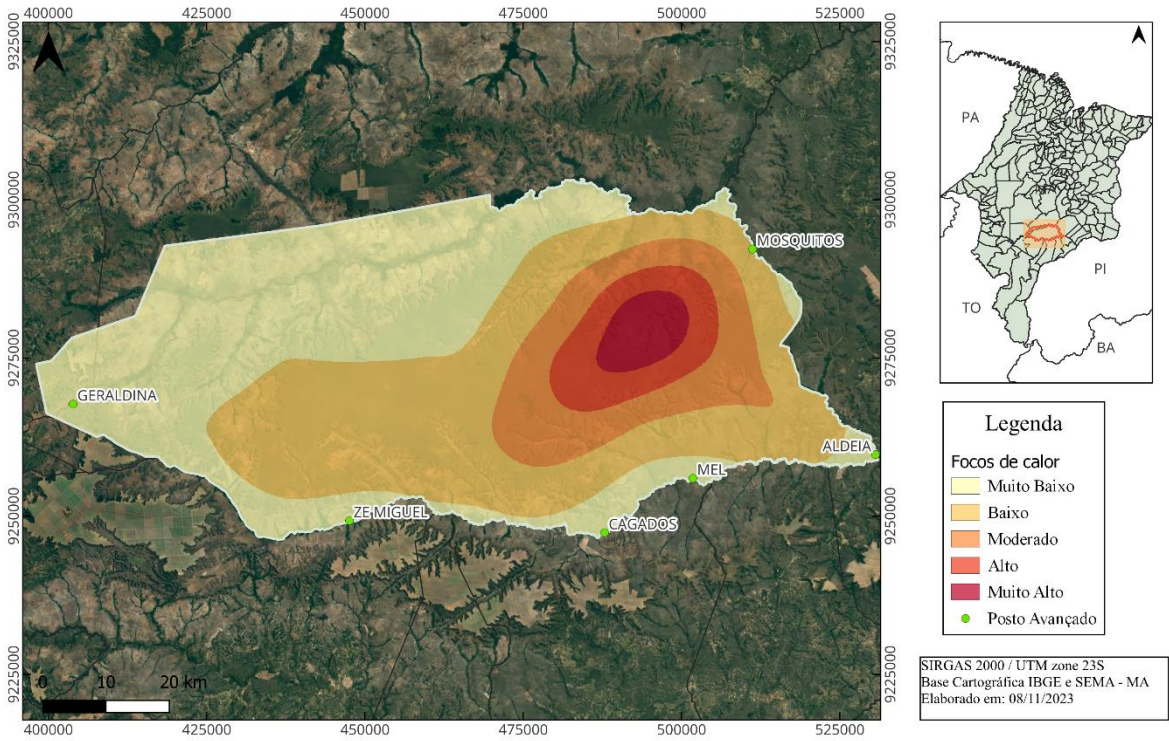
FOCOS DE CALOR NO PEM EM 2014



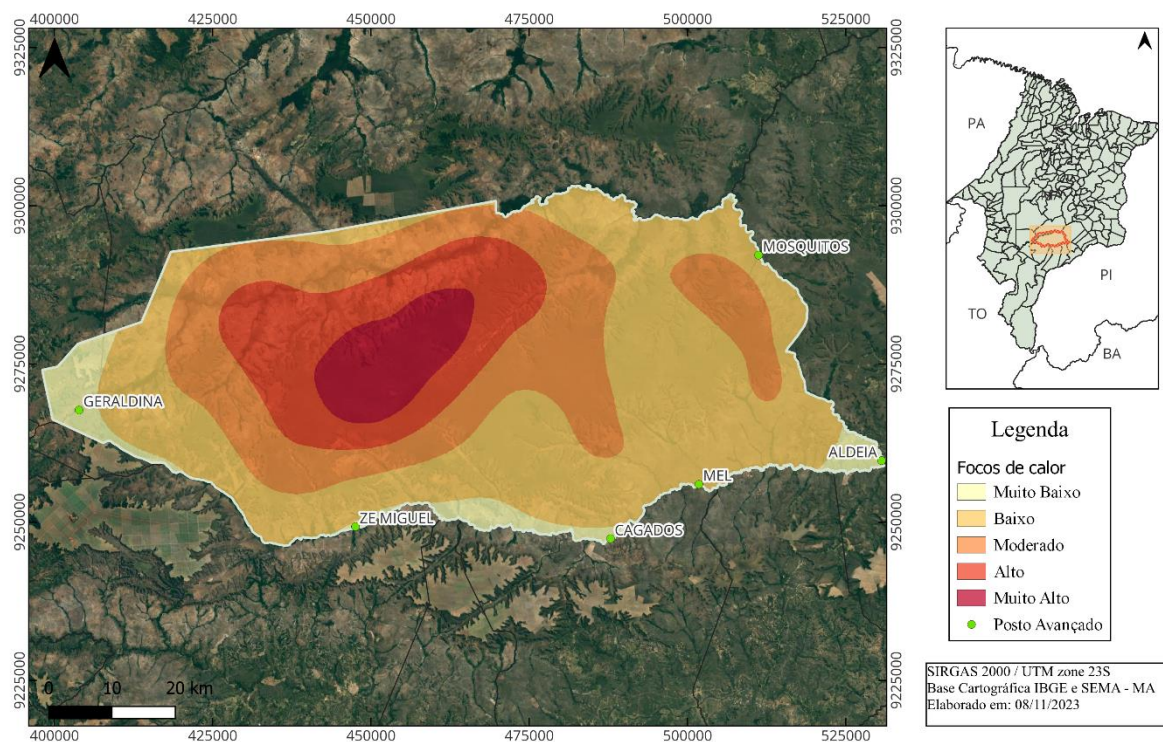
FOCOS DE CALOR NO PEM EM 2015



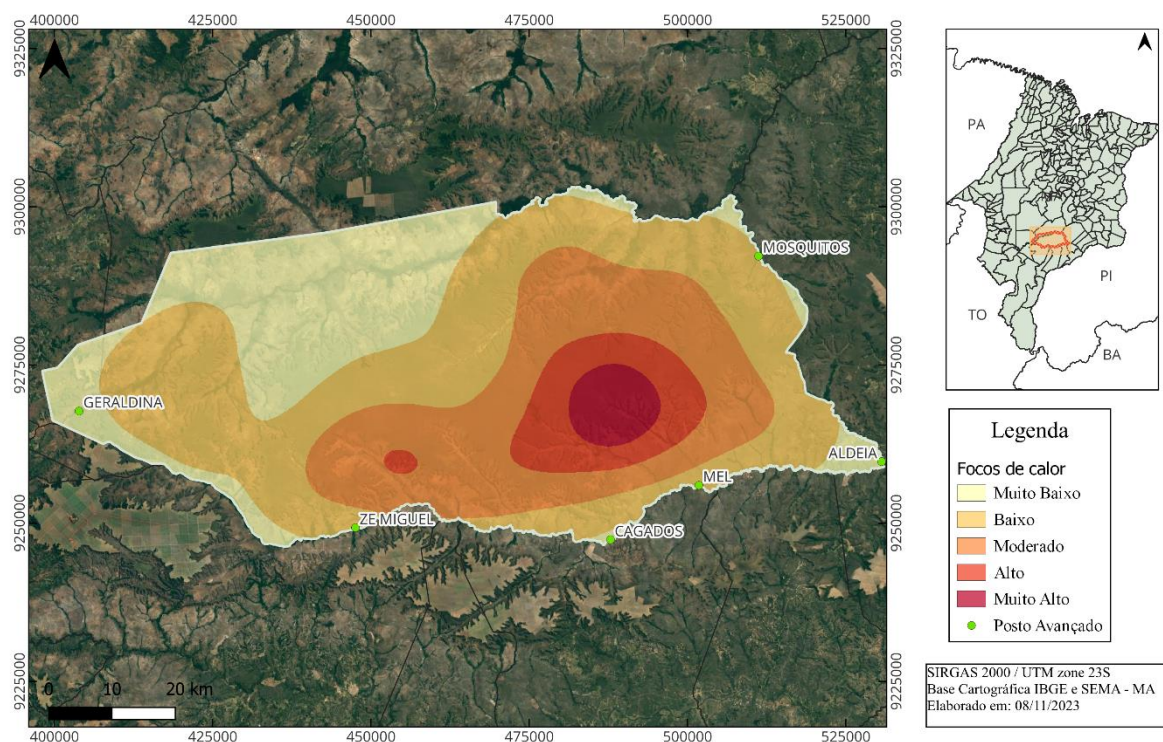
FOCOS DE CALOR NO PEM EM 2016



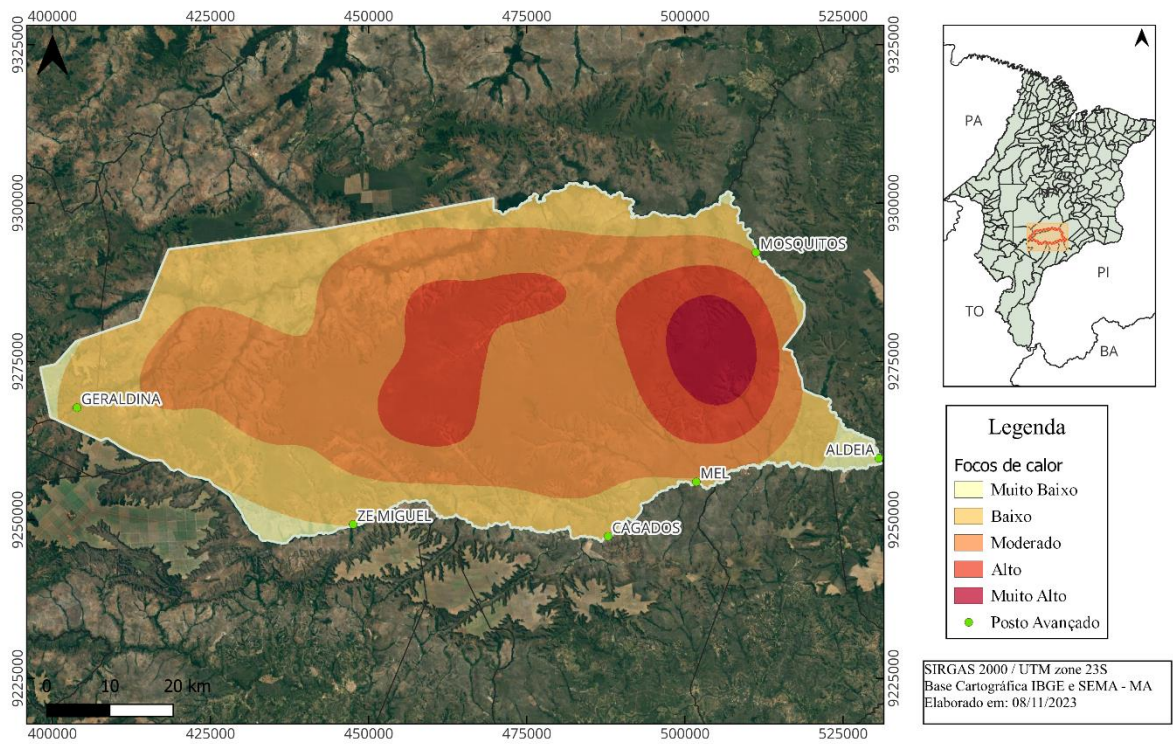
FOCOS DE CALOR NO PEM EM 2017



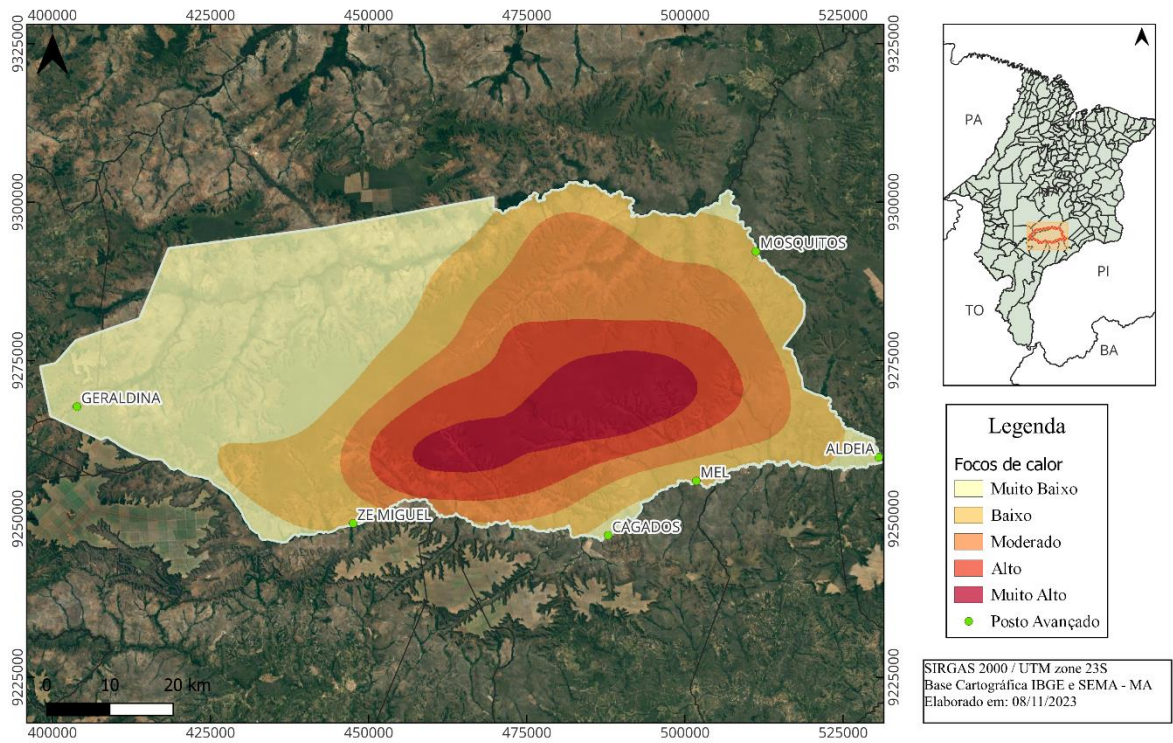
FOCOS DE CALOR NO PEM EM 2018



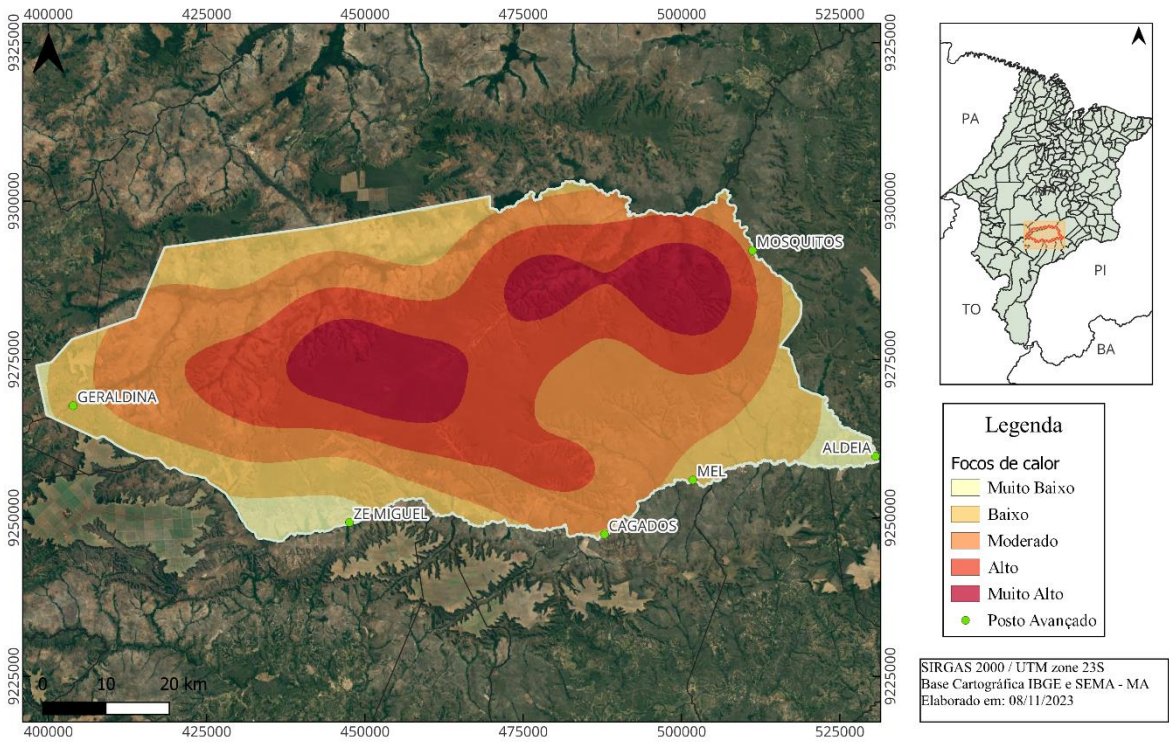
FOCOS DE CALOR NO PEM EM 2019



FOCOS DE CALOR NO PEM EM 2020



FOCOS DE CALOR NO PEM EM 2021



FOCOS DE CALOR NO PEM EM 2022

