

2021

V.5, N.1

RELATÓRIO ANUAL
QUEIMADAS



SEPLAN

SECRETARIA DE ESTADO DO
PLANEJAMENTO E ORÇAMENTO

IMESC

INSTITUTO MARANHENSE DE ESTUDOS
SOCIOECONÔMICOS E CARTOGRÁFICOS

www.imesc.ma.gov.br

GOVERNADOR DO ESTADO DO MARANHÃO
Carlos Orleans Brandão Junior

SECRETÁRIO DE ESTADO DO PLANEJAMENTO E ORÇAMENTO
Luis Fernando Silva

**PRESIDENTA DO INSTITUTO MARANHENSE DE ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS E
CARTOGRÁFICOS**
Talita de Sousa Nascimento Carvalho

DIRETOR DE ESTUDOS AMBIENTAIS E GEOPROCESSAMENTO
José de Ribamar Carvalho dos Santos

DIRETOR DE ESTUDOS E PESQUISAS
Rafael Thalysson Costa Silva

DEPARTAMENTO DE ESTUDOS AMBIENTAIS
Janderson Rocha Silva

DEPARTAMENTO DE CARTOGRAFIA E GEOPROCESSAMENTO
Wenderson Carlos da Silva Teixeira

DEPARTAMENTO DE ESTUDOS TERRITORIAIS
Vitor Raffael Oliveira de Carvalho

AUTORES
Allana Pereira Costa
Brenda Soares da Silva Nunes da Costa
Cristiane Mouzinho Costa
Janderson Rocha Silva
Ricardo Gonçalves Santana
Vinícius Francisco Assunção Aguiar

REVISÃO DE LINGUAGEM
Ricardo Miranda Filho
Carla Vitória Mendes

NORMALIZAÇÃO
Dyana Pereira

CAPA
Herbet Silva Machado

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição de Incidência dos Focos de Queimadas em 2021 no Estado do Maranhão	10
Figura 2 - Incidência dos Focos de Queimadas nos anos de 2020 e 2021 nos Municípios do Estado do Maranhão.....	11
Figura 3 - Total Pluviométrico registrado para o Maranhão referente aos meses de janeiro a junho de 2021.....	14
Figura 4 - Total Pluviométrico registrado para o Maranhão referente aos meses de julho a dezembro de 2021.....	15
Figura 5 - Concentração dos Focos de Queimadas nas Unidades de Conservação nos anos de 2020 e 2021.....	19
Figura 6 - Cicatrizes de Queimadas no Parque Estadual do Mirador no Ano de 2021	20
Figura 7 - Cicatrizes de Queimadas no Parque Nacional da Chapada das Mesas no Ano de 2021	21
Figura 8 - Cicatrizes de Queimadas no Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba no Ano de 2021	21
Figura 9 - Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses sem Cicatrizes de Queimadas no Ano de 2021	22
Figura 10 - Concentração dos Focos de Queimadas nas Terras Indígenas do Maranhão nos anos de 2020 e 2021.....	24
Figura 11 - Cicatrizes de Queimadas na Terra Indígena Kanela no Estado do Maranhão em 2021	25
Figura 12 - Cicatrizes de Queimadas na Terra Indígena Cana Brava no estado do Maranhão em 2021	25
Figura 13 - Cicatrizes de Queimadas na Terra Indígena Porquinhos no estado do Maranhão em 2021	26
Figura 14 - Cicatrizes de Queimadas na Terra Indígena Araribóia no estado do Maranhão em 2021. .	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Quantidade de Focos de Queimadas por Estados da Região Nordeste – 2011 a 2021	8
Tabela 2 - Quantitativo de focos de queimadas nas unidades de conservação em 2020 e 2021	18
Tabela 3 - Quantidade dos focos de queimadas nas Terras Indígenas do Maranhão em 2020 e 2021	23

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Série histórica dos Focos de queimadas no Maranhão de 2010 a 2021	9
Gráfico 2 - Quantidade mensal de Focos de Queimadas em 2020 e 2021 e média mensal de entre 2011 a 2021	12
Gráfico 3 - Precipitação (mm), umidade do ar (%) e o total de focos de queimadas do município de Alto Parnaíba (MA) em 2021	16
Gráfico 4 - Precipitação (mm), umidade do ar (%) e o total de focos de queimadas do município de Balsas (MA) em 2021	17
Gráfico 5 - Precipitação (mm), umidade do ar (%) e o total de focos de queimadas do município de Caxias (MA) em 2021	17

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	6
2	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	6
3	ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DAS QUEIMADAS	8
4	CONDIÇÃO METEOROLÓGICA E DINÂMICA DAS QUEIMADAS	12
5	DINÂMICA DAS QUEIMADAS EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO	18
6	DINÂMICA DAS QUEIMADAS EM TERRAS INDÍGENAS	22
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	27
	REFERÊNCIAS	29

1. INTRODUÇÃO

As queimadas são fenômenos que provocam a destruição de milhares de hectares de ecossistemas em diferentes biomas no mundo, além de causar prejuízos ambientais, sociais e econômicos, cujos impactos são por vezes bastante demorados para serem mitigados. No Brasil, o fogo ainda é culturalmente utilizado para a limpeza de terreno, manejo de pastagem e para a produção agrícola, principalmente na agricultura tradicional.

Quando a adoção da prática de queimadas de terrenos se encontra associada às condições atmosféricas favoráveis ao seu rápido desenvolvimento espacial, esse fenômeno pode tomar dimensões desproporcionais ao que inicialmente fora intencionado e causar perda da biodiversidade, supressão da vegetação nativa, além de causar prejuízo à saúde das populações urbanas e rurais.

Nessa perspectiva, o Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos (IMESC) tem contribuído com estudos relacionados ao tema por meio dos Relatórios de Queimadas. Elaborados desde o segundo semestre de 2015, objetivam analisar a dinâmica espaço-temporal dos focos de queimadas e fornecer informações sobre a situação delas no Estado a fim de subsidiar políticas públicas de combate e prevenção de queimadas no seu território.

Nessa edição, aborda-se a dinâmica dos focos registrados no ano de 2021 em escala nacional e regional para contextualizar o Maranhão nestes cenários, apresentando a classificação dos estados no que tange aos registros de focos de queimadas. Igualmente se verificou a densidade dos focos no Maranhão com sobreposição das bases dos limites físicos dos biomas presentes no estado. Também são analisadas as cicatrizes de queimadas nas unidades de conservação de proteção integral e nas terras indígenas do estado.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

No estudo foi realizada uma abordagem pautada na análise espacial, consubstanciada em Sistemas de Informação Geográfica (SIG) com ênfase na distribuição dos focos de calor anuais disponibilizados pelo Banco de Dados de Queimadas – BDQ/INPE (2022). Do ponto de vista legal, o trabalho foi embasado em instruções reguladas nas normas técnicas da cartografia nacional, cujas disposições estão contidas no Decreto n.º 89.817, de 20 de junho de 1984, e indicam o Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC) recomendado (BRASIL, 1984). Soma-se a isso a adoção da Norma para Especificação Técnica para Produtos de Conjunto de Dados Geoespaciais (ETPCDG, 2016).

Visto isso, a construção da base de dados foi estabelecida por meio do uso das coordenadas georreferenciadas pelo Sistema Geodésico Brasileiro, as quais se encontram representadas na Projeção

Universal Transversa de Mercator (UTM), no Fuso 23 S, dispostas nas Zonas 23 M, 24 M e 23 L, com Datum Horizontal SIRGAS 2000 (Elipsoide: GRS- 80), referenciadas ao Meridiano Central de -45° e unidade angular definida em graus. Assim, para a disponibilização dos dados em mapas, utilizaram-se as coordenadas representadas na Projeção Policônica, no Sistema de Coordenadas Geográficas. Por fim, utilizou-se o *software* ArcGis versão 10.5 (Licença ENT- ES - 0006-17 Imes-0117) para a composição cartográfica do presente trabalho.

Entre as bases cartográficas utilizadas no relatório estão as malhas territoriais de limites municipais do Maranhão verificadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020) e a base de Unidades da Federação em formato *shapefile*. Inclui ainda a base de pontos de focos de calor, conforme o satélite de referência (AQUA-M-T), disponibilizados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) para os anos de 2020 e 2021 igualmente em formato vetorial para o estado do Maranhão e estados da Região Nordeste do Brasil para construção do ranqueamento dessas unidades federativas, além das bases cartográficas do ZEE-MA utilizadas para análise dos focos de queimadas nas Unidades de Conservação do Estado do Maranhão, Terras Indígenas e Biomas do Estado, na escala de 1:250.000.

Para a elaboração dos mapas de precipitação foram usadas as informações do banco de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), órgão oficial que realiza o monitoramento e o levantamento de variáveis meteorológicas em âmbito nacional por meio de estações meteorológicas convencionais e automáticas. Também foram adicionados os dados da Rede de Monitoramento Ambiental do Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais (CEMADEN) a partir dos pontos de coleta das estações pluviométricas no Maranhão.

Entretanto, devido a algumas áreas do território maranhense apresentarem vazios de dados de precipitação, foram acrescentadas informações de estações meteorológicas convencionais e automáticas próximas ao limite territorial do estado, integrando assim estações dos estados do Piauí, Pará e Tocantins. Desse modo, ao todo foram empregadas 98 estações de coleta de dados do INMET e CEMADEN. Posteriormente, houve o *download* dos dados mensais de precipitação no sítio eletrônico do INMET e CEMADEN para os meses de janeiro a dezembro de 2021 para cada estação trabalhada.

Para o mapeamento de queimadas e precipitação apresentado no relatório, utilizou-se o método de interpolação IDW (*Inverse Distance Weighted*), enquanto para realizar a interpolação através da extensão *Arctooobox – Spatial Analysis Tools – Interpolation – IDW* – foi usado o *software* ArcGis versão 10.5. Os produtos gerados após a finalização do processo em formato *raster* foram classificados e atribuídos intervalos de cinco classes para o mapa de queimadas e seis classes para o mapa de precipitação, sendo padronizados no *layout* de impressão do ArcGis.

O mapeamento das cicatrizes de queimadas foi elaborado a partir do método utilizado por Bastarrika *et al.* (2014), que consiste em um *script* produzido pelos autores que facilita a geração de um mosaico anual de imagens Landsat 8 do sensor OLI/TIRS no *Google Earth Engine*, pelo qual foram ajustados os pontos de controle para realizar a classificação supervisionada das áreas queimadas.

As áreas escolhidas para analisar as cicatrizes foram as Unidades de Conservação de Proteção Integral e as Terras Indígenas que mais ocorreram focos devido à sensibilidade desses locais. As cicatrizes indicam a frequência das queimadas nos mesmos territórios e permitem dimensionar as áreas que foram mais atingidas pelo fogo.

3. ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DAS QUEIMADAS

De acordo com os dados coletados pelo satélite de referência do INPE, no Brasil foram registrados 184.081 focos de queimadas no ano de 2021 com destaque para a região Norte que quantificou 68.254 dos focos, o que representa 37,08% de todo o País. Outra região com percentual significativo de focos de queimadas é a região Nordeste com 27,45% dos registros, e o Maranhão e a Bahia se destacam entre os estados que mais contribuíram para esse resultado, conforme disposto na Tabela 1.

Tabela 1 - Quantidade de Focos de Queimadas por Estados da Região Nordeste – 2011 a 2021

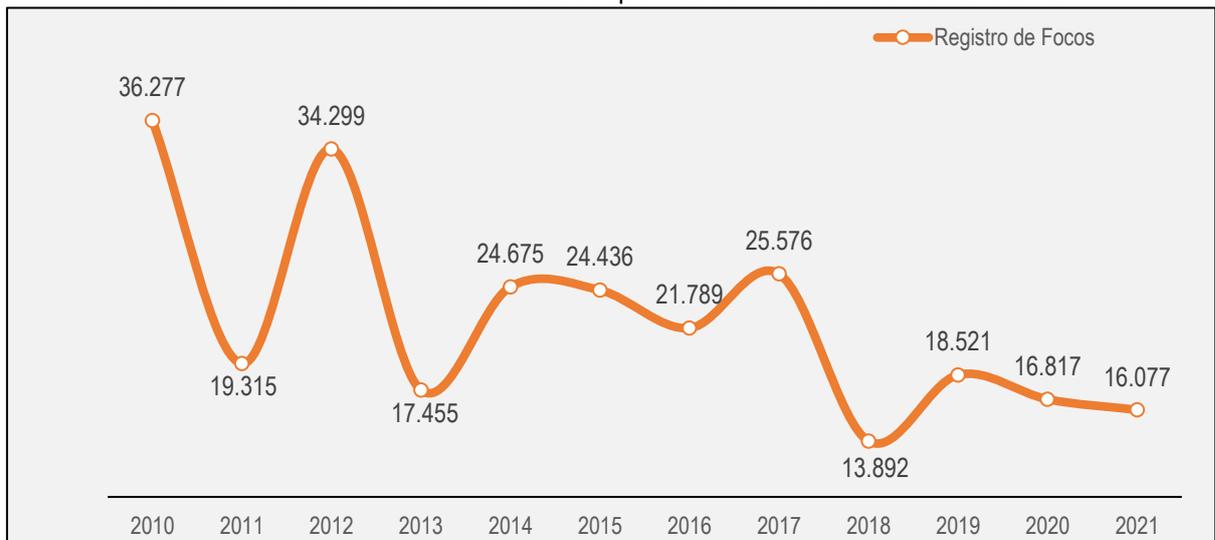
ESTADOS	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	VARIAÇÃO 2020 a 2021
Rio Grande do Norte	464	432	250	317	402	378	351	456	730	664	563	-15,21
Maranhão	19.315	34.299	17.455	24.675	28.436	21.789	25.576	13.892	18.521	16.817	16.077	-4,40
Paraíba	942	548	306	395	540	708	363	759	1.184	910	907	-0,33
Alagoas	267	377	201	165	460	388	129	201	232	159	173	8,81
Ceará	4.798	4.308	2.831	2.327	3.158	4.316	3.486	3.034	4.304	3.979	4.379	10,05
Pernambuco	1.722	1.185	696	593	950	874	563	722	840	1.017	1.192	17,21
Piauí	11.163	14.537	6.484	9.210	13.839	8.303	7.657	9.431	10.894	9.317	12.745	36,79
Sergipe	231	251	174	89	241	134	77	140	81	77	132	71,43
Bahia	13.136	16.896	7.231	7.190	16.513	6.311	6.450	4.956	7.371	7.912	14.359	81,48

Fonte: Adaptado pelos autores a partir de dados do BDQ/INPE (2021).

O Maranhão apresentou 16.077 focos de incêndios no ano de 2021, uma redução de 4,40% em relação a 2020. Já a Bahia apresentou o segundo maior quantitativo de focos ativos de calor do Nordeste em 2021 (14.351) e o maior aumento percentual em relação ao ano anterior (81,48%).

Outro destaque positivo do Maranhão é a redução de queimadas expressa na série histórica nos últimos 11 anos. Observa-se no Gráfico 1 uma significativa diminuição na quantidade de focos: nos anos de 2010 e 2012, chegou-se a 36.277 e 34.299 focos, respectivamente. A partir de 2014, manteve-se uma diminuição em relação a 2012 com maior quantitativo registrado em 2017 (25.576); em 2018, assinalou-se o menor registro do período (13.892); e, em 2020 e 2021, foram detectados 16.817 e 16.077 focos, respectivamente, apresentando uma estabilidade com tendência de redução.

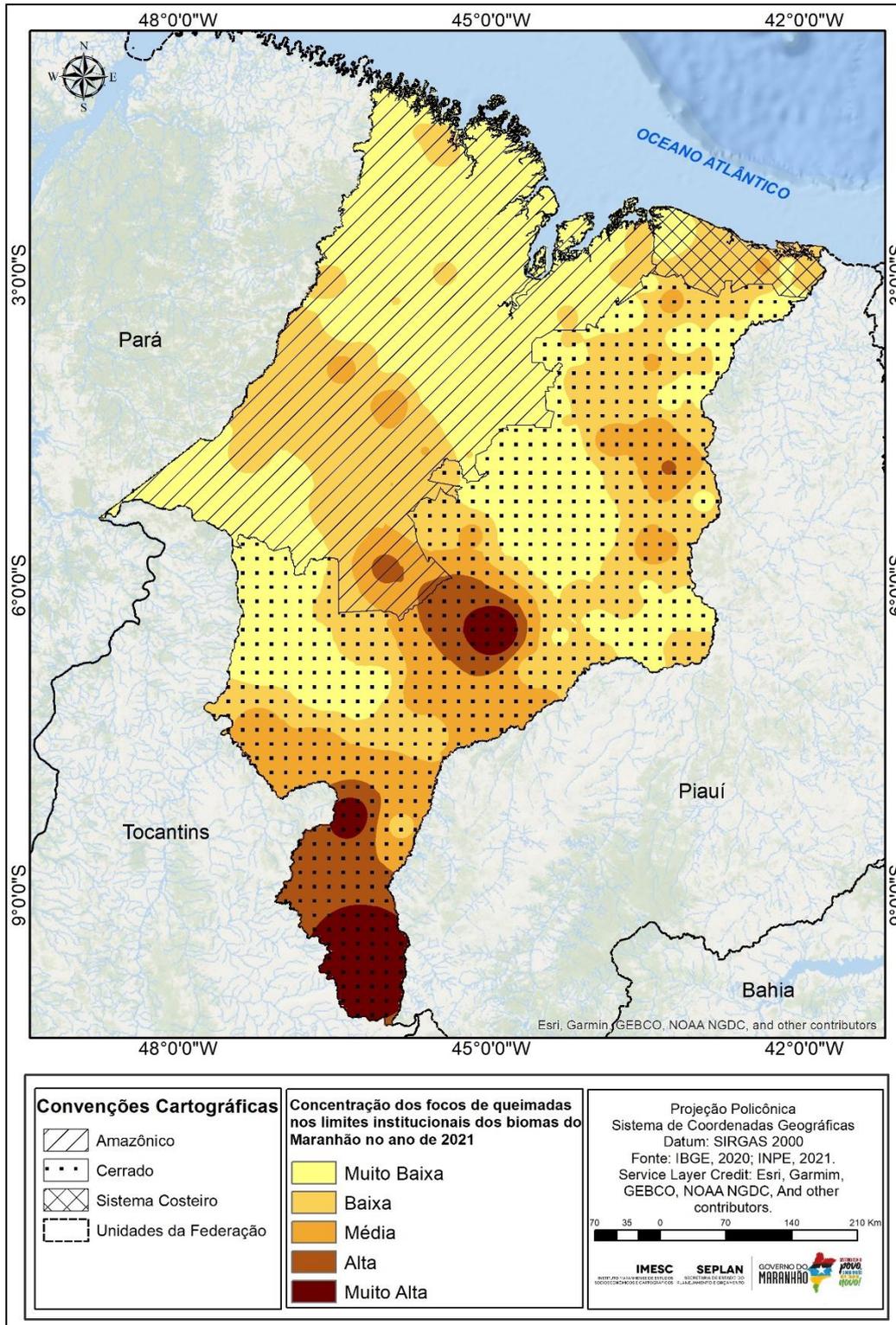
Gráfico 1 - Série histórica dos Focos de queimadas no Maranhão de 2010 a 2021



Fonte: Adaptado pelos autores a partir de dados do BDQ/INPE (2021).

Destaca-se que 65,07% dos focos de queimadas mapeados no Maranhão ocorreram no Bioma Cerrado, enquanto 30,60% ocorreram no Bioma Amazônico. Na faixa continental, que representa o Sistema Costeiro do estado do Maranhão, inserido no Bioma Cerrado, foram registrados 4,33% dos focos de queimadas no ano de 2021 (Figura 1).

Figura 1 - Distribuição da incidência dos focos de queimadas em 2021 no estado do Maranhão

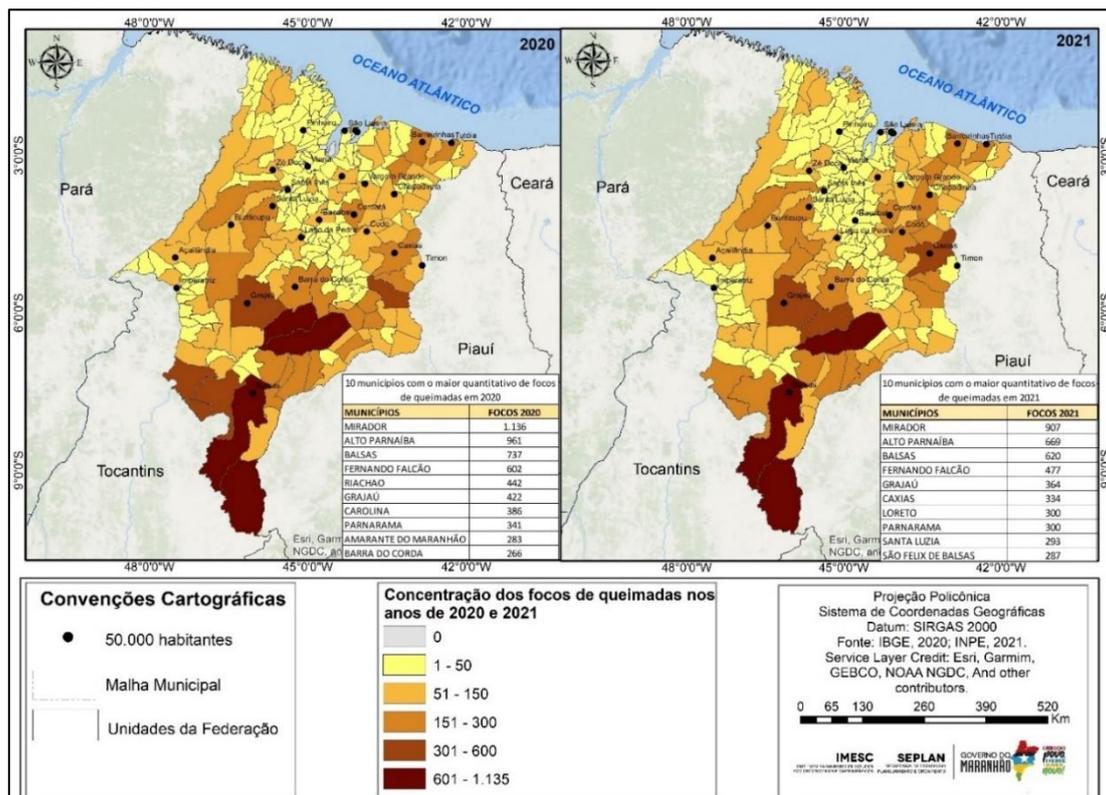


Fonte: Adaptado pelos autores a partir de dados do INPE (2021)

A quantidade de focos de queimadas no Maranhão é mais intensa na porção Sul e Sudeste do estado. Na Figura 2 é possível observar os registros de focos por município. Os dez municípios com maiores números de focos de queimadas no ano de 2021 concentraram 28,31% todo o Estado, sendo eles: Mirador (com 907 focos); Alto Parnaíba (669); Balsas (620); Fernando Falcão (477); Grajaú (364);

Caxias (334); Loreto (300); Parnarama (300); Santa Luzia (293); e São Felix de Balsas (287). Em alguns desses municípios, localizam-se áreas prioritárias para proteção da biodiversidade, como as Terras Indígenas e Unidades de Conservação. Destaca-se ainda, a permanência de alguns municípios no topo do ranqueamento em relação ao ano-base de 2020, como são os casos de Mirador, Alto Parnaíba, Balsas e Grajaú.

Figura 2 - Incidência dos focos de queimadas nos anos de 2020 e 2021 nos municípios do estado do Maranhão

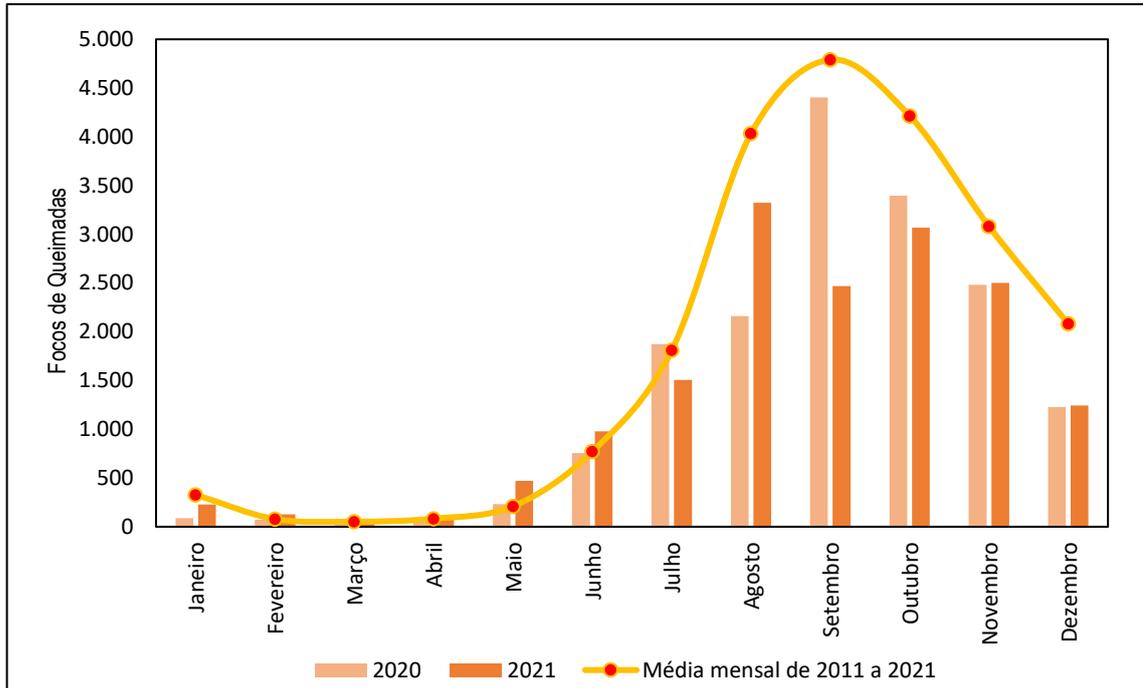


Fonte: Adaptado pelos autores a partir de dados do INPE (2021)

No que tange à distribuição temporal dos focos de queimadas durante o ano, o terceiro trimestre de 2021 concentrou maior quantidade de focos, com maior intensidade no mês de setembro, embora esse trimestre tenha registrado uma queda de 13,49% em relação ao mesmo período do ano de 2020. Esse fenômeno decorre do crescimento contínuo dos focos a partir dos meses de julho e agosto, decorrente das condições atmosféricas no Maranhão, com o fim do período de chuvas.

Verificou-se ainda que os meses do segundo semestre de 2020 e 2021 registraram focos de queimadas abaixo da média no mesmo período, entre os anos de 2011 a 2021, com exceção do mês de julho de 2020, que ficou 3,33% acima da média do período analisado (Gráfico 2).

Gráfico 2 - Quantidade mensal de focos de queimadas em 2020 e 2021 e média mensal entre 2011 e 2021



Fonte: Adaptado pelos autores a partir de dados do INPE (2021)

Diante do exposto, constatou-se uma redução dos focos de queimadas em todo o território maranhense na última década, o que pode estar relacionado com a implementação de políticas federais e estaduais para a redução das incidências de queimadas, a exemplo do Decreto Estadual n.º 35.122 de 26/08/2019 que dispõe sobre a proibição do uso de fogo para limpeza e manejo de áreas no Estado do Maranhão.

4. CONDIÇÃO METEOROLÓGICA E DINÂMICA DAS QUEIMADAS

Ao analisar os fatores determinantes para a ocorrência de focos de queimadas no Maranhão, as condicionantes meteorológicas se inserem como agente modelador das circunstâncias de propagação do fogo, uma vez que estas podem inibir ou estimular a expansão das queimadas, dependendo da época do ano no território maranhense.

Mediante a sua posição geográfica, o Maranhão possui dois períodos distintos, caracterizados como chuvoso e de estiagem. Entretanto, devido à grande extensão territorial essa dinâmica ocorre em um intervalo temporal diferente entre as regiões. No Norte, Oeste e Centro-Norte do estado, o período chuvoso compreende o intervalo de janeiro a julho, o de estiagem de agosto a novembro, e o mês de dezembro é caracterizado como período de transição entre as duas épocas. No Sul e Sudoeste, o período chuvoso vai de novembro a maio, o de estiagem se estende de junho a setembro, e o mês de outubro

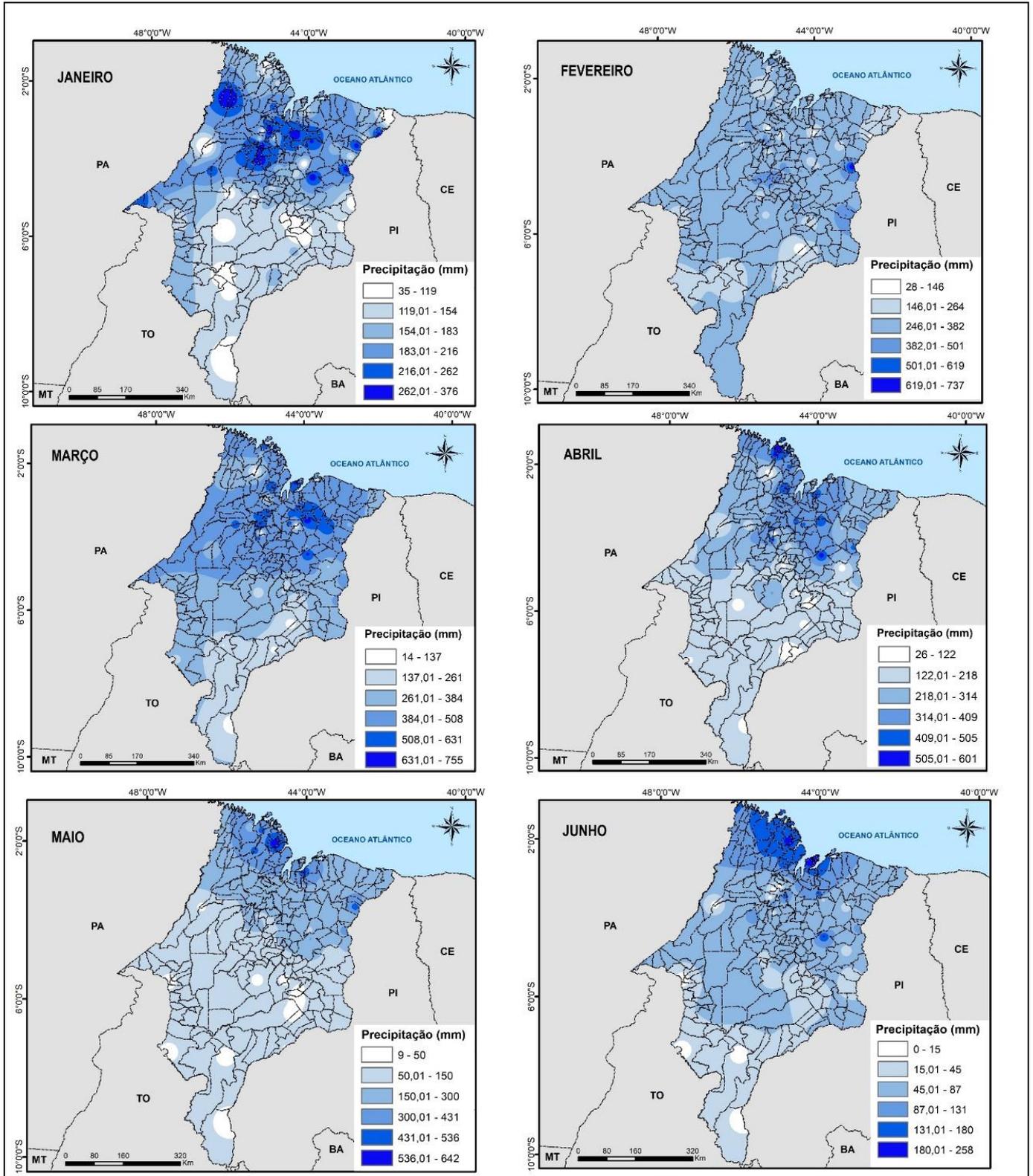
marca a fase de transição (COSTA; FERREIRA *et al.*, 2021).

Diante das características da sazonalidade climática do estado, observou-se que a maior incidência de focos de queimadas no ano de 2021 ocorreu durante os períodos de estiagem ou de transição, quando os picos de chuvas são menores ou nulos dependendo da área, no qual torna a época mais seca. Tal característica, associada às práticas de uso do fogo no preparo do solo para o cultivo agrícola ou expansão de áreas de pastagens, aumenta o risco de propagação das queimadas e o aparecimento de novos pontos.

Ao fazer o balanço do total de focos durante o ano de 2021, o primeiro semestre registrou o menor quantitativo de queimadas, pois corresponde ao período de chuvas em quase todo o território maranhense, o que propicia menor risco de propagação do fogo pela presença de água no solo, vegetação mais úmida e temperatura mais amena.

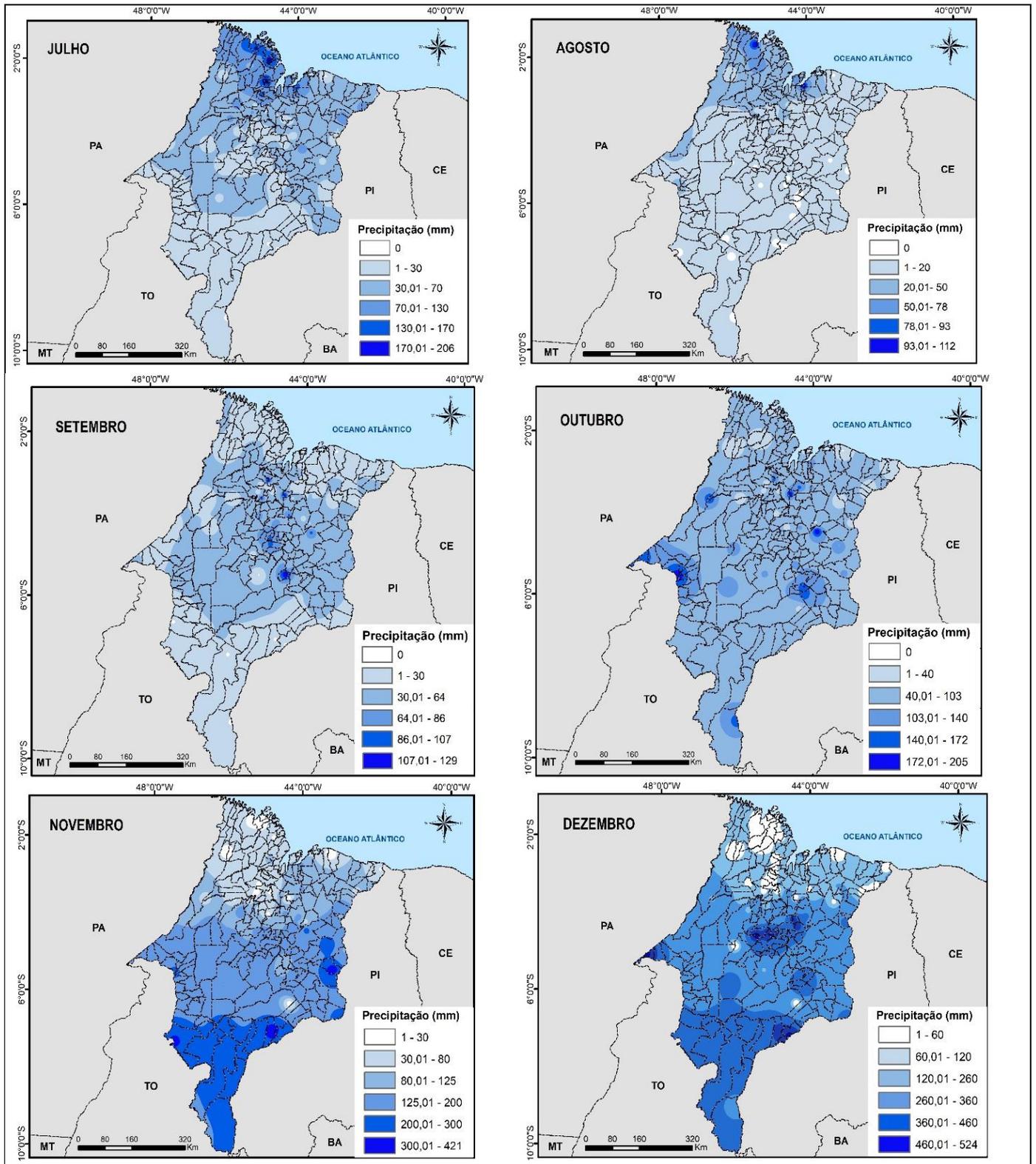
Posteriormente, com a diminuição de dias com chuvas e dos totais pluviométricos nos meses seguintes, além da maior incidência de radiação solar devido à pouca cobertura de nuvens, os meses de julho a novembro registraram as maiores quantidades de focos de queimadas, principalmente no 3º trimestre (período de alta temperatura e de ventos mais fortes que intensificam as chamas e as espalham de acordo com a sua direção). As Figuras 3 e 4 apresentam os mapas de distribuições de precipitações para o estado do Maranhão em referência aos meses do primeiro e segundo semestres de 2021.

Figura 3 - Total pluviométrico registrado para o Maranhão - janeiro a junho de 2021



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do INMET e CEMADEN (2022).

Figura 4 - Total pluviométrico registrado para o maranhão – julho a dezembro de 2021

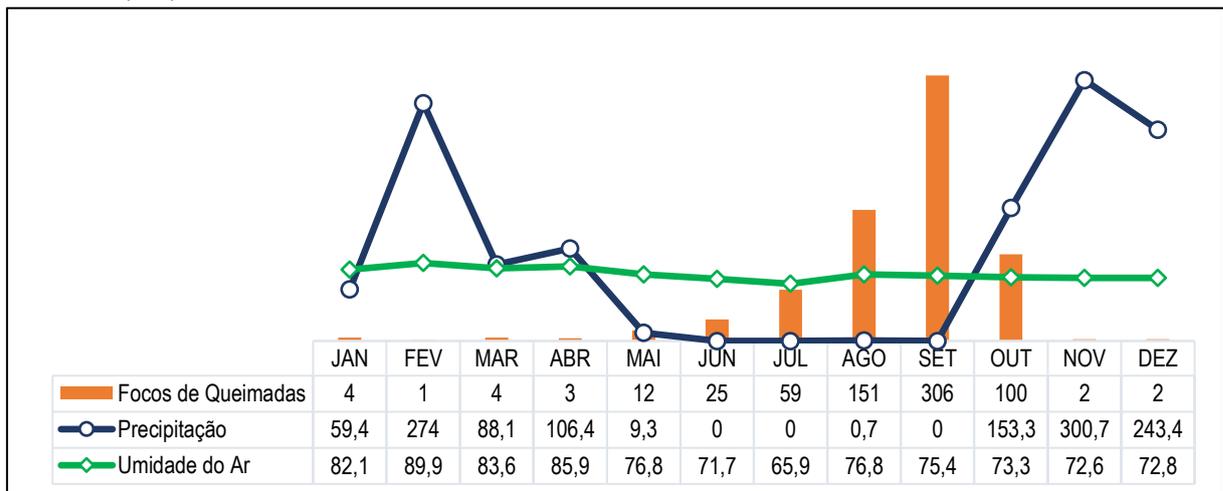


Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do INMET e CEMADEN (2022).

Os Gráficos 3, 4 e 5 correspondem a Alto Parnaíba, Balsas e Caxias, municípios que estão entre os dez que mais queimaram e que possuem dados de elementos climáticos de longo prazo. Nesses municípios, o aumento dos focos de queimadas foi evidente entre julho e setembro, período que corresponde ao baixo volume de chuvas associadas às médias de umidade do ar abaixo de 76%, chegando até 54,98% em Caxias em agosto que se destaca como o mês com maior quantidade de focos neste município, onde não houve registro de chuvas, logo a baixa umidade pode ter favorecido o maior percentual em relação aos outros meses.

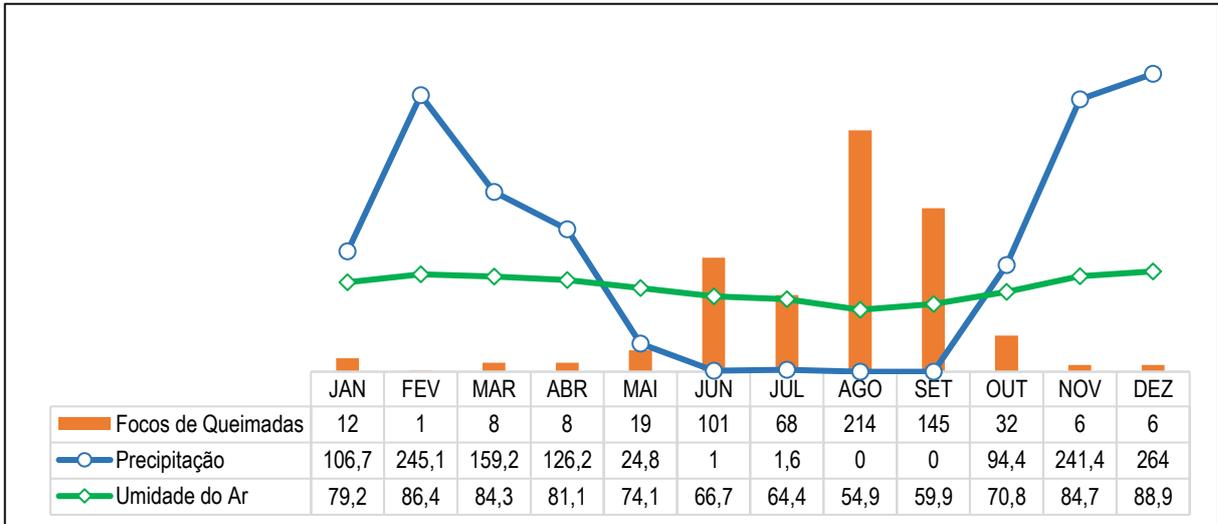
Entretanto, observa-se que para os respectivos municípios durante os meses de novembro e dezembro há uma queda significativa nos totais de focos, que condiz tanto ao fim do período de preparo da terra para a agricultura e pastagem, como no registro de alto volume de chuvas, que deixou a vegetação mais úmida e com baixa susceptibilidade ao fogo.

Gráfico 3 - Precipitação (mm), umidade do ar (%) e o total de focos de queimadas do município de Alto Parnaíba (MA) em 2021



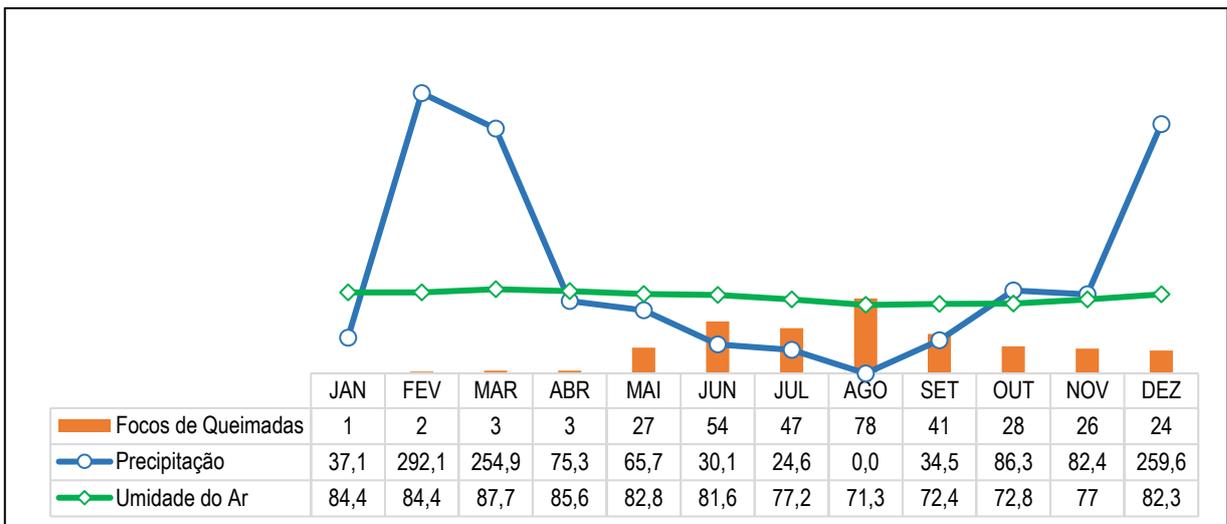
Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do INMET e CEMADEN (2022)

Gráfico 4 - Precipitação (mm), umidade do ar (%) e o total de focos de queimadas do município de Balsas (MA) em 2021



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do INMET e CEMADEN (2022).

Gráfico 5 - Precipitação (mm), umidade do ar (%) e o total de focos de queimadas do município de Caxias (MA) em 2021



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do INMET e CEMADEN (2022).

Diante disso, ao analisar a distribuição espacial dos focos de queimadas, expostas no capítulo três, e as condições meteorológicas apresentadas neste capítulo, ratifica-se uma forte relação entre as condições meteorológicas e a espacialização dos focos de queimadas em todo o território maranhense, principalmente em decorrência da sazonalidade e da dinâmica de precipitação, que modela os períodos de incidências de focos, com maiores picos durante a estiagem, quando há pouco volume de chuva. Dessa maneira, necessita de maior atenção quanto ao uso do fogo nesta época do ano, pois se caracteriza como a de maior vulnerabilidade ao aumento das incidências de queimadas devido aos aspectos meteorológicos do período.

5 DINÂMICA DAS QUEIMADAS EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

O quantitativo de focos de queimadas em Unidades de Conservação (UCs) no Estado do Maranhão somou 3.103 ocorrências no ano de 2021, o que correspondeu a 19,30% do total dos focos de todo o Estado. Essa quantidade foi ligeiramente inferior ao ano de 2020 que registrou 3.126 focos nas UCs (Tabela 2).

Tabela 2 - Quantitativo de focos de queimadas nas unidades de conservação em 2020 e 2021

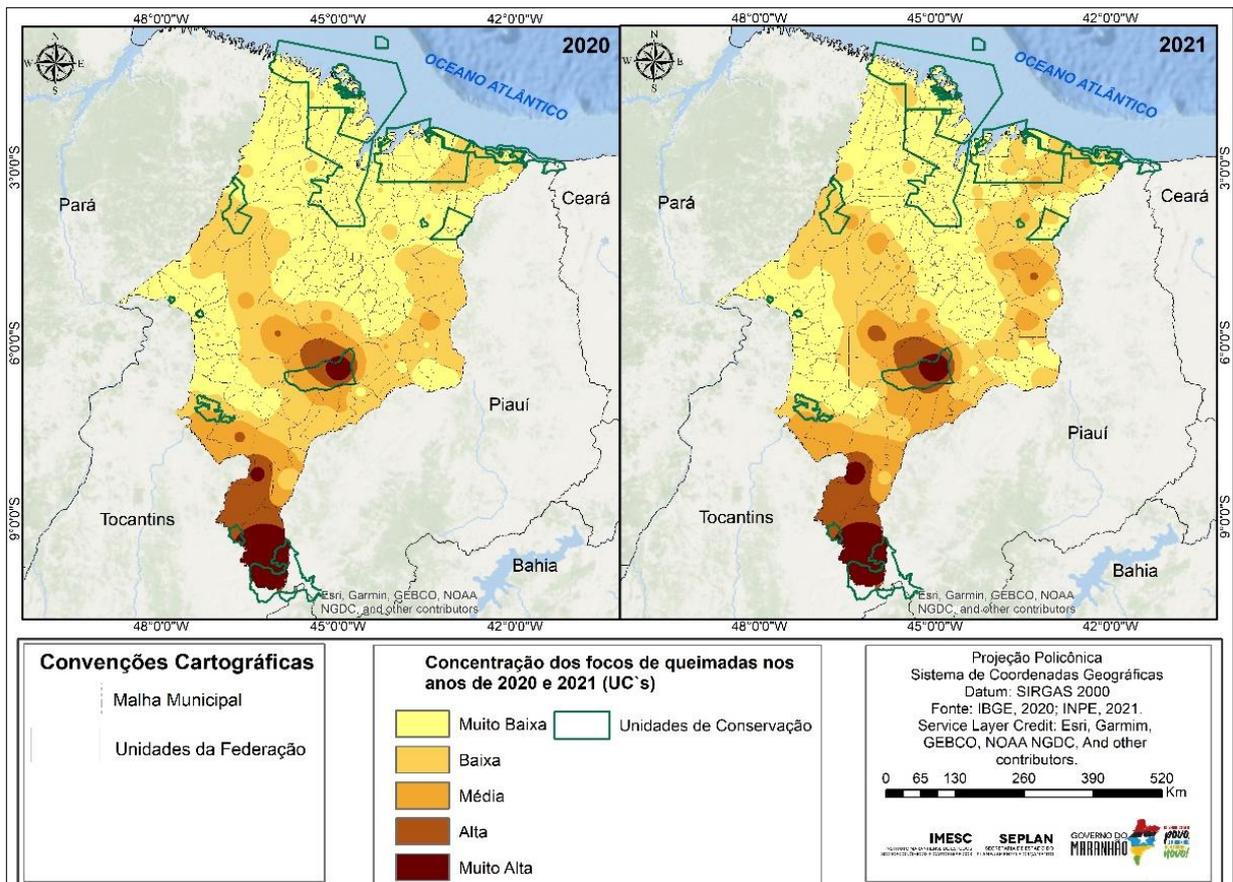
Unidades de Conservação	2020	2021	Varição
Parque Estadual do Mirador	779	629	-150
Área de Proteção Ambiental da Baixada Maranhense	533	421	-112
Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba	378	288	-90
Parque Nacional da Chapada das Mesas	88	57	-31
Área de Proteção Ambiental da Foz do Rio Preguiças - Pequenos Lençóis - Região Lagunar Adjacente	93	89	-4
Reserva Extrativista Mata Grande	4	0	-4
Reserva Extrativista Chapado Limpa	8	5	-3
Área de Proteção Ambiental da Cabeceira do Rio dos Balsas	39	37	-2
Reserva Extrativista do Ciriáco	2	0	-2
Área de Proteção Ambiental da Lagoa da Jansen	0	0	0
Área de Proteção Ambiental da Região do Maracanã	0	0	0
Área de Proteção Ambiental do Itapiracó	0	0	0
Área de Proteção Ambiental da Serra do Tabatinga	0	0	0
Estação Ecológica do Sítio do Rangedor	0	0	0
Parque Estadual do Bacanga	0	0	0
Parque Estadual Marinho do Parcel de Manuel Luís	0	0	0
Reserva Extrativista Marinha do Delta do Parnaíba	1	3	2
Área de Proteção Ambiental do Delta do Parnaíba	48	52	4
Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses	3	7	4
Reserva Extrativista Quilombo do Frechal	4	10	6
Reserva Biológica do Gurupi	33	44	11
Reserva Extrativista de Cururupu	2	13	11
Área de Proteção Ambiental dos Morros Garapenses	103	140	37
Área de Proteção Ambiental das Reentrâncias Maranhenses	303	417	114
Área de Proteção Ambiental de Upaon-Açu / Miritiba / Alto Preguiças	705	891	186

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do MMA (2022).

As UCs com maiores focos de queimadas no ano de 2021 foram: Área de Proteção Ambiental de Upaon-Açu (891 focos); Parque Estadual do Mirador (629); Área de Proteção Ambiental da Baixada Maranhense (421); Área de Proteção Ambiental das Reentrâncias Maranhenses (417) e Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba (288).

Os focos de queimadas se concentram principalmente na porção Centro-Sul do Maranhão onde se localizam importantes áreas de preservação da Geodiversidade do estado, como as Nascentes do Rio Parnaíba e do Rio Itapecuru e a Região das Chapada das Mesas. Por também compreender uma fronteira de expansão do agronegócio, é necessário reforçar a importância da preservação ambiental dessas áreas, que concentram importantes UCs e Terras Indígenas (Figura 5).

Figura 5 - Concentração dos focos de queimadas nas unidades de conservação nos anos de 2020 e 2021



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do INPE (2021)

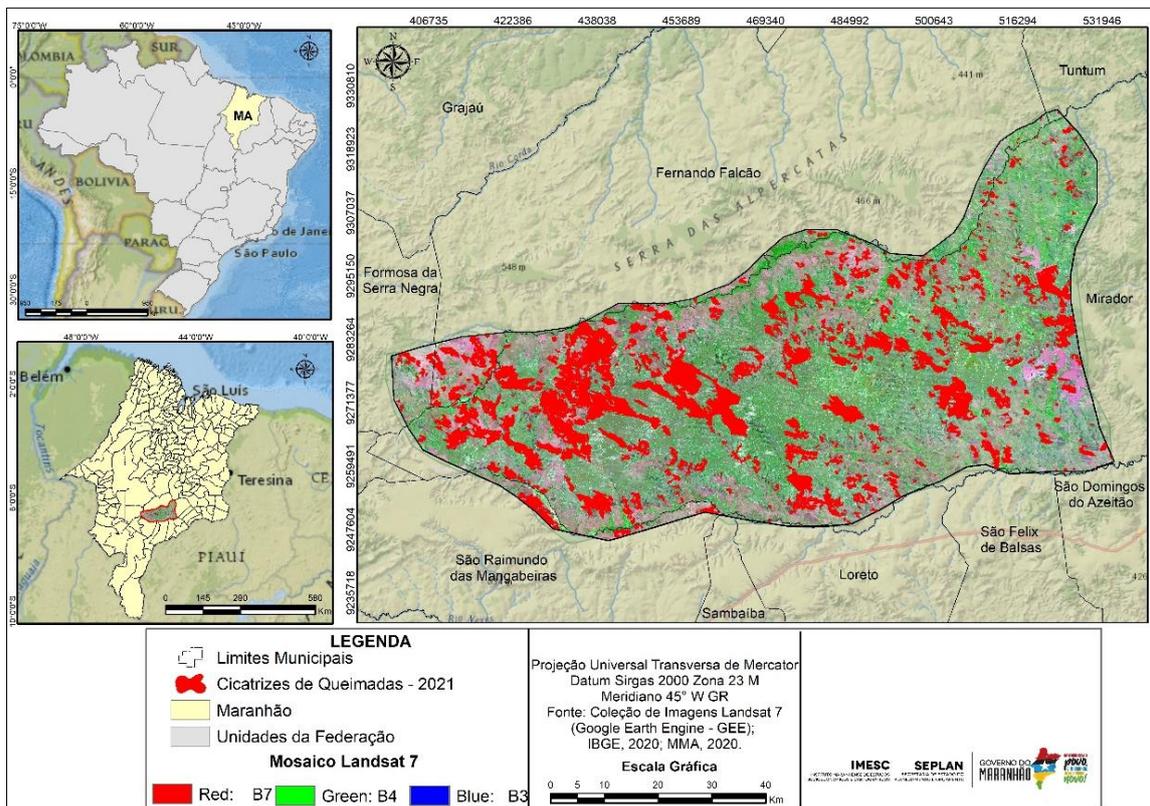
No Parque Estadual do Mirador, a área queimada correspondeu aproximadamente a 75.462,48 hectares (9,84% da área total do parque estadual), como representado na Figura 6 que mostra as cicatrizes de queimadas no referido parque.

O Parque Nacional da Chapada das Mesas (PARNA Chapada das Mesas) registrou 57 focos de queimadas no ano de 2021, uma queda considerável em relação ao ano anterior, que concentrou 88 focos. As áreas queimadas corresponderam a 22.128,95 hectares, que compreende 13,83% da área total do parque. É observado na Figura 7 que existem cicatrizes de queimadas nas duas margens do Rio Farinha, com maior intensidade no lado esquerdo, no município de Estreito em que há diversas atividades, como pecuária e silvicultura na região limítrofe do Parque.

No Parque Nacional das Nascentes do Parnaíba, no extremo Sul do Maranhão, foram registrados 288 focos em 2021, redução de 23,81% em relação a 2020, em uma área de 82.108,25 hectares, que representam 11,25% da área total do parque (Figura 8). O parque está localizado nos limites dos estados do Maranhão, Tocantins, Bahia e Piauí. No Maranhão, esse parque está totalmente inserido no município de Alto do Parnaíba o qual está constantemente presente no ranqueamento de municípios com maior registro de focos de queimadas.

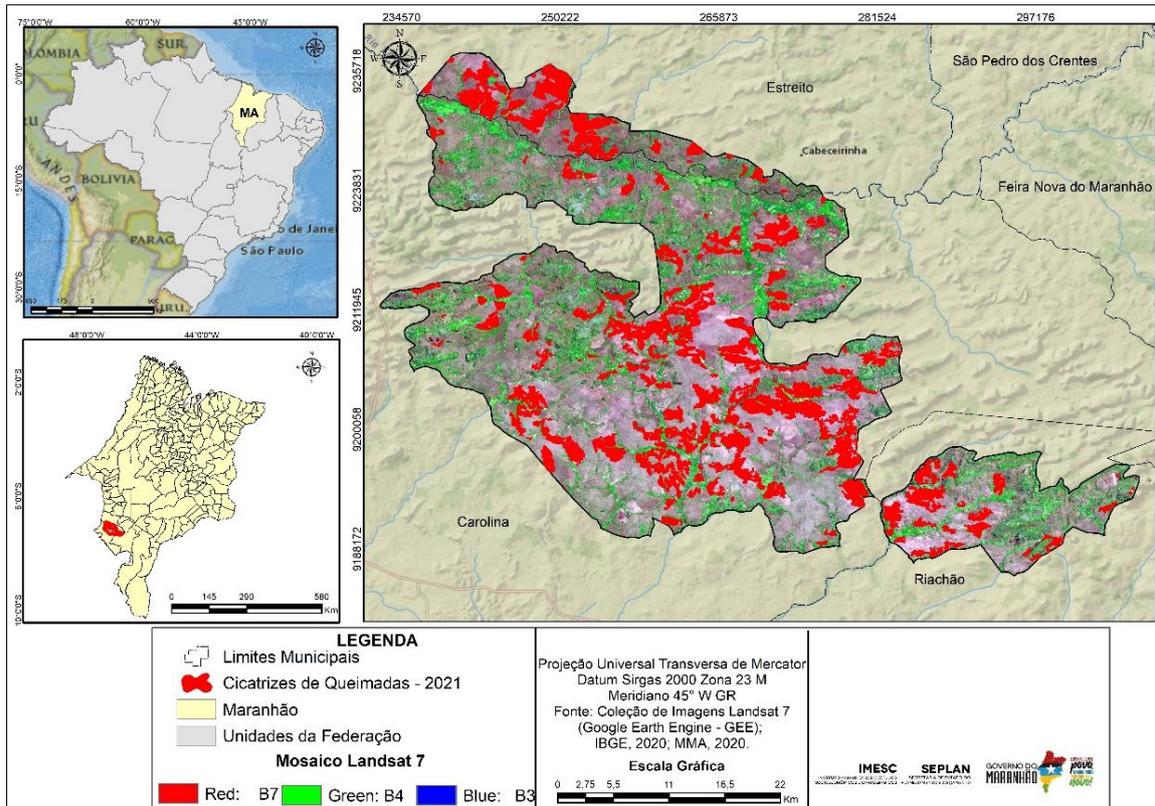
Embora tenha registrado no ano de 2021 o quantitativo de 7 focos de calor, o PARNA dos Lençóis Maranhenses não registrou avanço de cicatrizes de queimadas em seu território (Figura 9). Associa-se isso ao fato de o PARNA estar localizado em uma área com vegetação esparsa, da qual o percentual é inferior à área de dunas que ocupa quase a totalidade do Parque.

Figura 6 - Cicatrizes de queimadas no Parque Estadual do Mirador no Ano de 2021



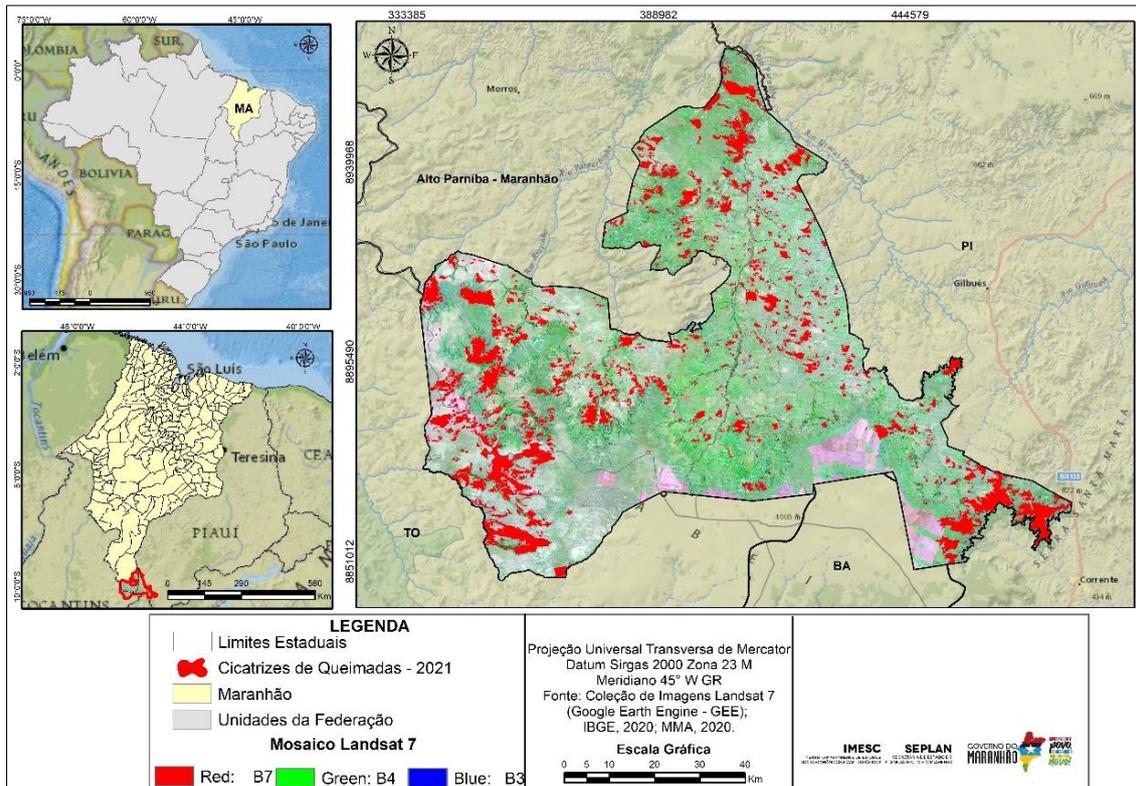
Fonte: Elaboração própria a partir da Biblioteca de imagens do Google Earth Engine (2021)

Figura 7 - Cicatrizes de queimadas no Parque Nacional da Chapada das Mesas no ano de 2021



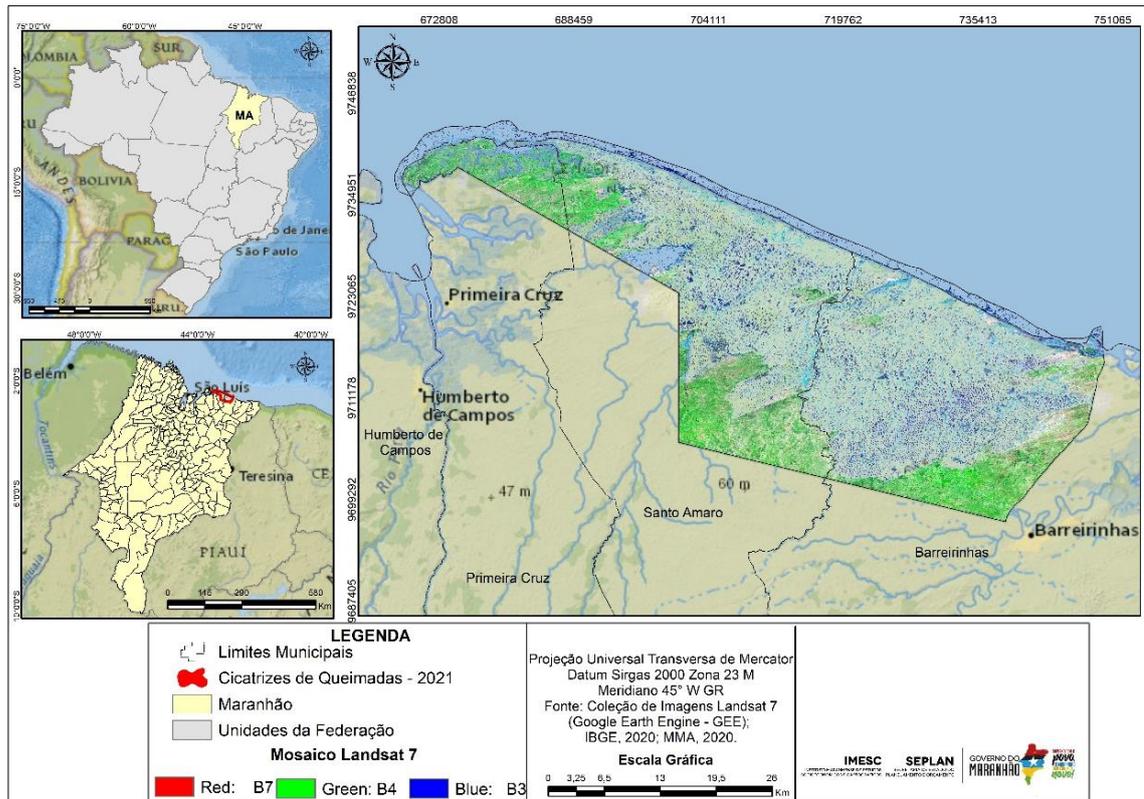
Fonte: Elaboração própria a partir da Biblioteca de imagens do Google Earth Engine (2021)

Figura 8 - Cicatrizes de queimadas no Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba no ano de 2021



Fonte: Elaboração própria a partir da Biblioteca de imagens do Google Earth Engine (2021)

Figura 9 - Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses sem cicatrizes de queimadas no ano de 2021



Fonte: Elaboração própria a partir da biblioteca de imagens do Google Earth Engine (2021)

Não foi possível realizar a busca por cicatrizes de queimadas na Reserva Biológica do Gurupi (REBIO do Gurupi) devido à grande concentração de nuvens na região, o que impossibilita o registro de imagens de satélite de qualidade nos limites da unidade de conservação.

Mediante o exposto, observou-se intensa pressão nas bordas das principais UCs de proteção integral, entretanto se verificou grande concentração de focos e cicatrizes de queimadas nas UCs destacadas, com média de 10% do território afetado por tais fenômenos. Apesar disso, ressalta-se a diminuição de 23,81% do quantitativo em relação ao ano anterior, o que pode ser associado ao regime de chuvas que registrou maior intensidade no ano de 2021.

6 DINÂMICA DAS QUEIMADAS EM TERRAS INDÍGENAS

Nas áreas das Terras Indígenas (TIs) do estado do Maranhão foram registrados 415 focos de calor no ano de 2021, com uma redução de 53,21% dos focos de queimadas em relação ao ano anterior 2020 (Tabela 3). Destacam-se as Terras Indígenas Kanela (171 focos), Cana Brava (60), Porquinhos (50) e Araribóia (36) com maiores quantidades de focos em 2021, representando 70,84% dos registros nas Terras Indígenas do estado. As Tis com menores ocorrências de focos de queimadas no ano de 2021 são Awa, Urucu/Juru, Car, Lagoa Comprida, Rio Pindaré e Geralda Toco Preto. A Terra Indígena

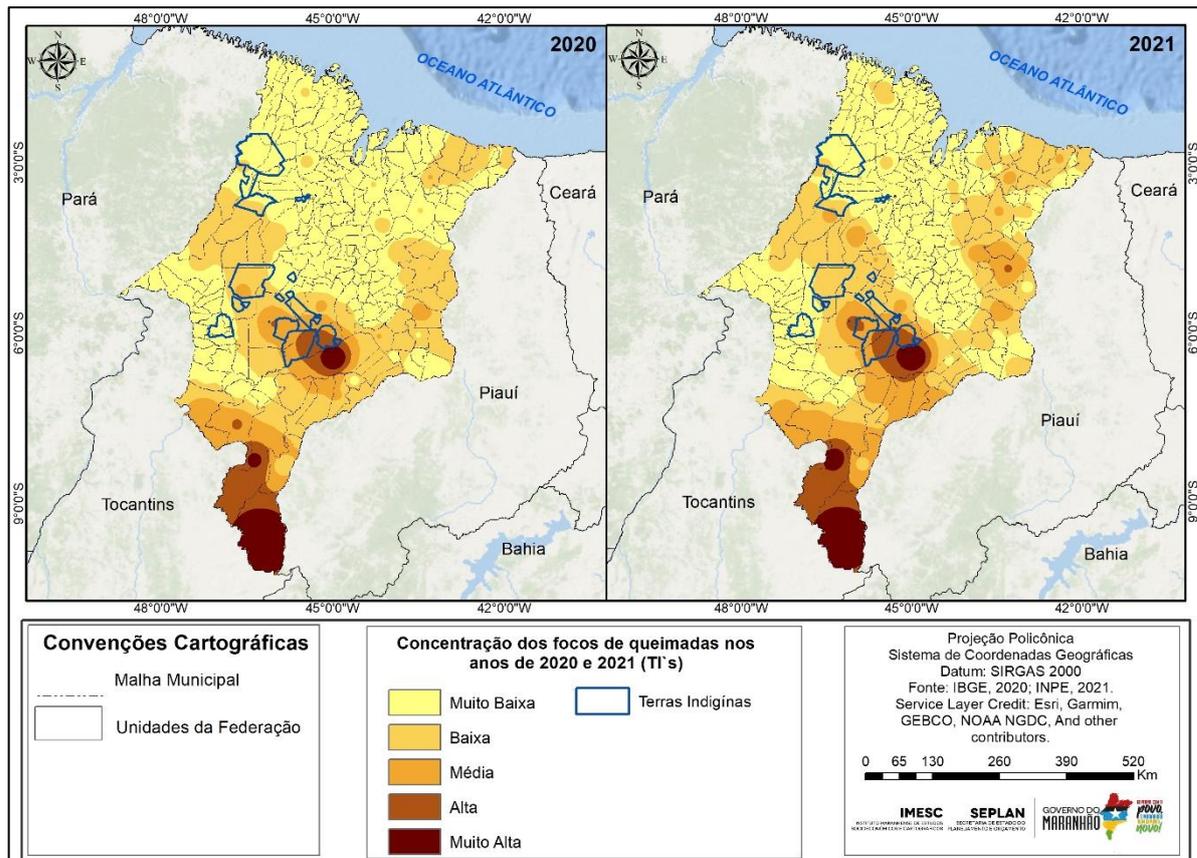
Krikati apresentou maior redução dos focos (140), enquanto a TI Geralda Toco Preto foi a única que registrou acréscimo (três focos) no ano de 2021 (Figura 10).

Tabela 3 - Quantidade dos focos de queimadas nas Terras Indígenas do Maranhão em 2020 e 2021

terras indígenas	2020	2021	comparativo
krenyê	21	1	-20
Rio Pindaí	2	1	-1
Lagoa Comprida	8	2	-6
Geralda Toco Preto	0	3	3
Carú	11	5	-6
urucu/juru	10	6	-4
Awa	39	10	-29
Bacurizinho	35	12	-23
Alto Turiaçu	49	14	-35
Governador	69	17	-52
Krikati	167	27	-140
Araribóia	109	36	-73
Porquinhos	54	50	-4
Cana Brava/Guajajara	127	60	-67
Kanela	186	171	-15

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do INPE (2022)

Figura 10 - Concentração dos focos de queimadas nas Terras Indígenas do Maranhão em 2020 e 2021



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do INPE (2022)

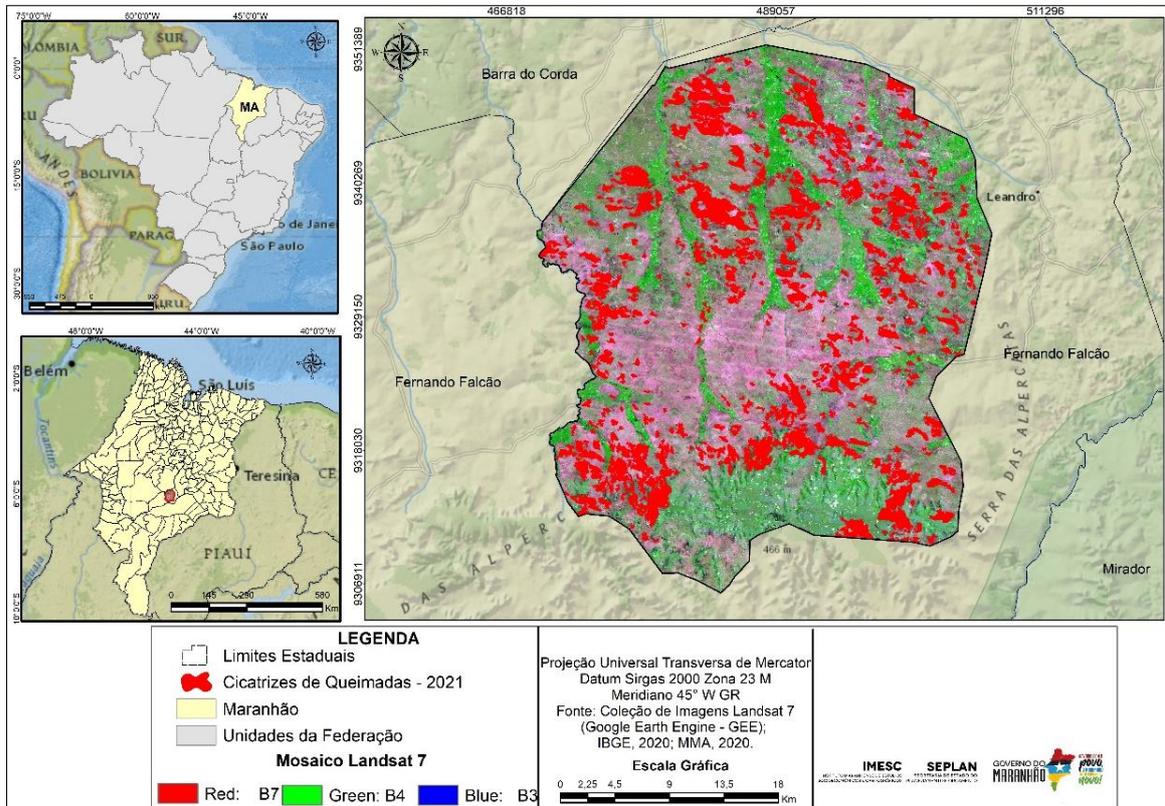
Em 2021, a Terra Indígena Kanela, localizada nos municípios de Barra do Corda e Fernando Falcão, apresentou 16.951,12 hectares da sua área atingida por queimadas (13,50% da sua área total), conforme mostra a Figura 11.

A Terra Indígena Cana Brava com um território de 135.457,74 está localizada entre os municípios de Barra do Corda, Grajaú e Jenipapo dos Vieiras. As cicatrizes de queimadas mapeadas apontam que no ano de 2021 cerca de 8,21% da área da Terra Indígena foi atingida com as queimadas, correspondendo a 11.125,55 hectares da área total (Figura 12).

A TI Porquinhos, com área de 79.356,82 hectares, está localizada entre os municípios de Fernando Falcão e Barra do Corda, na porção Centro-Sul do Estado. Ao se analisar as cicatrizes de queimadas nessa área de proteção, no ano de 2021, observou-se que cerca de 13,86% ou 11.001,69 hectares de sua área, houve vestígios de queimadas (Figura 13).

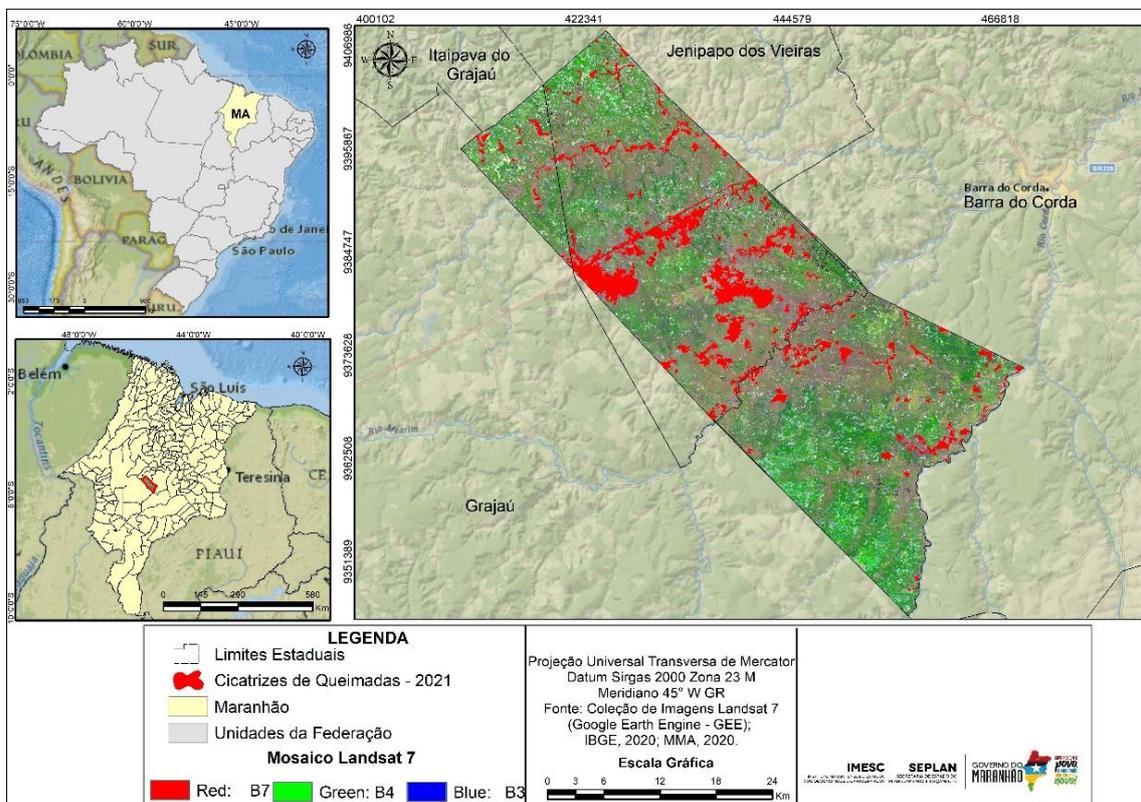
A TI Araribóia, por sua vez, está inserida em vários municípios, a saber: Amarante do Maranhão, Arame, Bom Jesus das Selvas, Buriticupu, Grajaú e Santa Luzia. Localiza-se na região limítrofe entre os Biomas Cerrado e Amazônico, possuindo uma extensão territorial com aproximadamente 413.736,19 hectares. Identificou-se que no ano de 2021 cerca de 24.490,30 hectares de suas terras foram atingidas por queimadas, o equivalente a 5,92% de toda área (Figura 14).

Figura 11 - Cicatrizes de Queimadas na Terra Indígena Kanela no estado do Maranhão em 2021



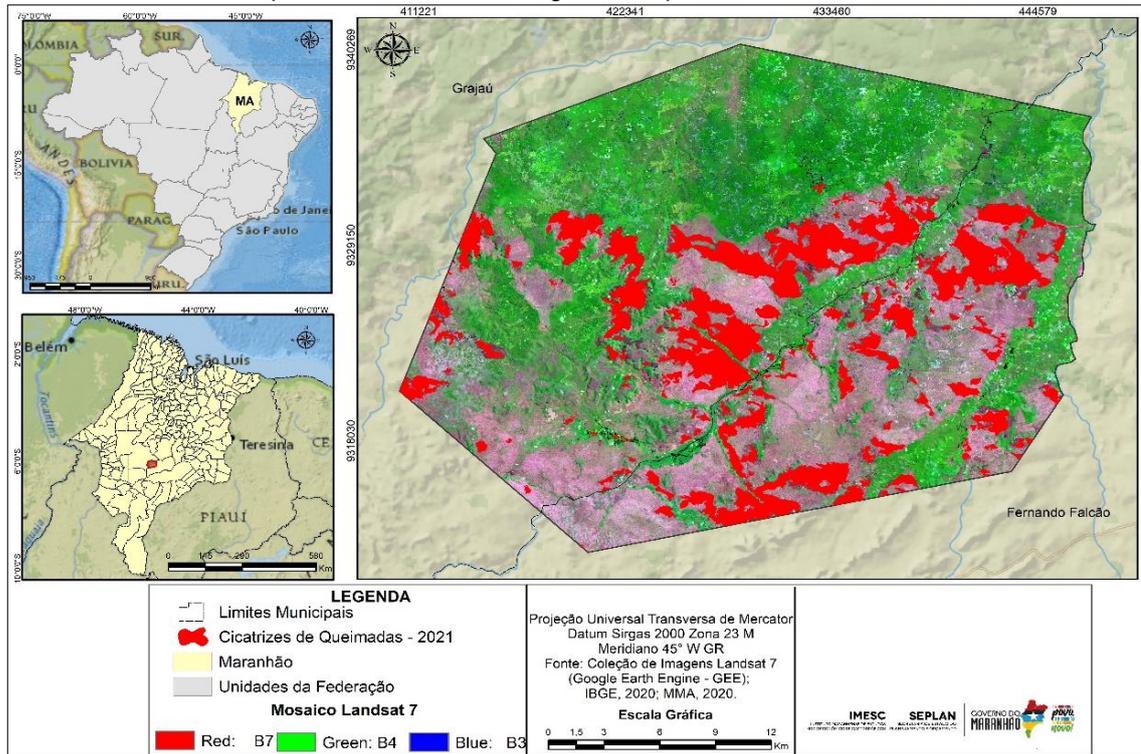
Fonte: Elaboração própria, a partir da Biblioteca de imagens do Google Earth Engine (2021)

Figura 12 - Cicatrizes de Queimadas na Terra Indígena Cana Brava no estado do Maranhão em 2021



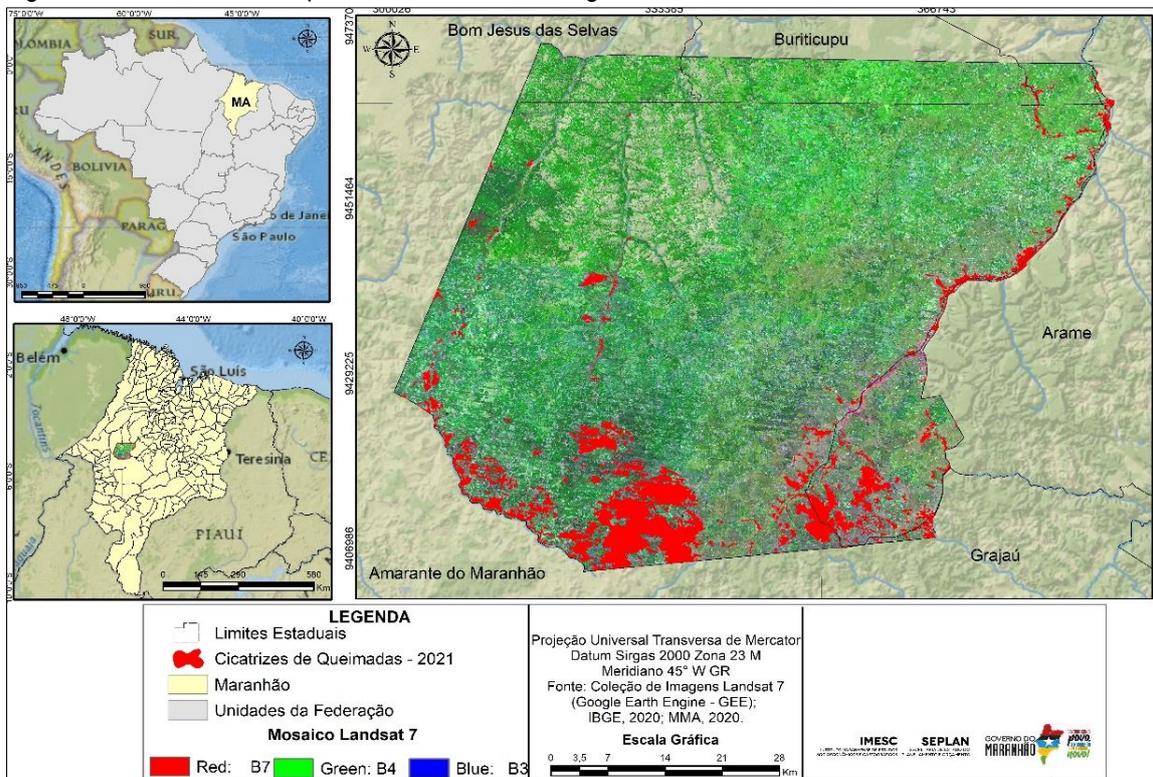
Fonte: Elaboração própria, a partir da Biblioteca de imagens do Google Earth Engine (2021)

Figura 13 - Cicatrizes de queimadas na Terra Indígena Porquinhos no Estado do Maranhão em 2021



Fonte: Elaboração própria a partir da biblioteca de imagens do Google Earth Engine (2021).

Figura 14 - Cicatrizes de queimadas na Terra Indígena Araribóia no Estado do Maranhão em 2021



Fonte: Elaboração própria a partir da Biblioteca de imagens do Google Earth Engine (2021).

A partir das informações apresentadas sobre a dinâmica das queimadas em terras indígenas, ressalta-se que são necessários grandes investimentos em monitoramento para as Terras Indígenas do estado do Maranhão, pois se tratam de áreas com difícil acesso e fiscalização, cuja pressão de uso em suas bordas já se tornou intensa. Em relação às queimadas, observou-se uma redução no quantitativo de focos que pode ser associado tanto ao combate e prevenção às queimadas como à questões atmosféricas da região.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estado do Maranhão apresentou uma diminuição de 4,40% dos focos de queimadas no ano de 2021 em relação a 2020. Considerando esse período, a redução foi significativa: 36.277 focos em 2020 e 16.077 em 2021. O Bioma Cerrado compreendeu 70,40% dos focos no Maranhão com 4,33% dos registros no Sistema Costeiro do Cerrado, enquanto o Amazônico apresenta 30,60% em 2021. No que tange à dinâmica temporal, foi verificado que o terceiro trimestre concentrou a maior quantidade de focos com 45,31% do total do ano.

No que condiz aos aspectos climáticos e à sua relação com a ocorrência de focos de queimadas, observou-se que o primeiro semestre registrou menor quantidade de focos devido ao maior volume de chuvas em quase todo o estado, resultando em vegetação mais úmida e temperaturas menos elevadas. Conseqüentemente, no terceiro trimestre, que compreende os meses de julho a setembro a incidência de focos foi maior, principalmente na porção Centro e Sul do estado, com destaque para os municípios de Mirador, Alto Parnaíba e Balsas.

Foram mapeados 1.025 focos de queimadas nas Unidades de Conservação inseridas na categoria de proteção integral, no ano de 2021, com maiores quantitativos no Parque Estadual do Mirador (629), o PARNA das Nascentes do Rio Parnaíba (288), o PARNA da Chapada das Mesas (57), a REBIO do Gurupi (44) e o PARNA dos Lençóis Maranhenses (7). Em relação ao comparativo entre o ano de 2020 e 2021, o Parque Estadual do Mirador (-150 focos) apresentou a maior queda, seguido do PARNA das Nascentes do Rio Parnaíba (-90) e do PARNA da Chapada das Mesas (-31).

Nas Terras Indígenas foram contabilizados 415 focos de queimadas em 2021, o que representa uma redução de 53,21% em relação ao ano de 2020. A Terra Indígena Kanela apresentou as maiores ocorrências de focos no estado, tanto em 2021 como em 2020; em contrapartida, na Terra Indígena Krikati (-140 focos) houve uma significativa redução, contribuindo para uma atenuação no total de focos de queimadas em TIs no ano de 2021.

Por fim, reitera-se que o conhecimento da localização dos focos de incêndio possibilita o compartilhamento de informações importantes para o planejamento das ações de prevenção e combate, minimizando os efeitos negativos causados pelo fogo por meio da gestão dos elementos que compõem a paisagem, priorizando técnicas que reduzam o perigo de incêndio em nível de mancha, diminuam a conectividade entre coberturas inflamáveis e aumentem a heterogeneidade da paisagem.

REFERÊNCIAS

BASTARRIKA, A., ALVARADO, M., ARTANO, K., MARTINEZ, M.P., MESANZA, A., TORRE, L., RAMO, R., CHUVIECO, E., 2014. **BAMS: a tool for supervised burned area mapping using Landsat data**. Remote Sensing, 6, 12360–12380. DOI:10.3390/rs61212360.

BRASIL. **Decreto nº 89.817, de 20 de junho de 1984**. Estabelece as instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Nacional. Publicado no Diário Oficial da União. 22 de julho de 1984. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/d89817.html. Acesso em: 13 out. 2021.

BRASIL. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000**. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza-SNUC, e dá outras providências. DF, 2000.

Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais - CEMADEN. **Mapa Interativo: Pluviômetros Automáticos**. Disponível em: <http://www2.cemaden.gov.br/mapainterativo/#>. Acesso em: 10 out. 2022.

COSTA, Brenda Soares da Silva Nunes; FERREIRA, Leticia Moura et al. **As dinâmicas climáticas do Estado do Maranhão entre 1989 e 2018: precipitações, umidade relativa e evapotranspiração potencial**. Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos - IMESC (Org.) São Luís. IMESC, 2021. Disponível em: <http://imesc.ma.gov.br/src/upload/publicacoes/ec190af63c3219bcb053f4eca0acc426.pdf>. Acesso em: 07.mar.2022

DIAS, L. J. B. [et al.] (Orgs.). **Sumário Executivo do Zoneamento Ecológico Econômico do Maranhão (ZEE-MA): meio socioeconômico, arranjos jurídicos-institucionais, dinâmicas de sobreposições e usos e cobertura da terra – Etapa Bioma Cerrado e Sistema Costeiro**. Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos - IMESC. 2. ed., v.2. São Luís: IMESC, 2021.

Fundação Nacional do Índio – FUNAI. **A FUNAI**. 27 nov. 2020. Disponível em <https://www.gov.br/funai/pt-br/aceso-a-informacao/institucional/Institucional>. Acesso em: 25 mar. 2022.

Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos - IMESC. **Análise da Incidência de Focos de Queimadas nas Terras Indígenas do Estado do Maranhão**. In: Relatório Técnico. São Luís: IMESC, 2015.

Instituto Nacional de Meteorologia -INMET. **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP): Série Histórica – Dados Mensais**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>. Acesso em: 25 mar. 2022.

MAGALHÃES, S. R. et al. Comportamento do fogo em diferentes períodos e configurações de uma paisagem no nordeste de Portugal. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 27, n. 2, p. 457-469, abr.-jun. 2017.