

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
CENTRO DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

ALYCE MARTINS LOPES

**A “DANÇA DO FOGO” NO CENTRO DE ENDEMISMO BELÉM (CEB), AMAZÔNIA
ORIENTAL: Uma análise da distribuição dos focos de calor na biorregião entre os anos de
2000 e 2020**

SÃO LUÍS- MA

2024

ALYCE MARTINS LOPES

**A “DANÇA DO FOGO” NO CENTRO DE ENDEMISMO BELÉM (CEB), AMAZÔNIA
ORIENTAL: Uma análise da distribuição dos focos de calor na biorregião entre os anos de
2000 e 2020**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
curso de Geografia da Universidade Estadual do
Maranhão para o grau de Bacharel em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Jorge Bezerra da Silva
Dias

SÃO LUÍS-MA

2024

Lopes, Alyce Martins.

A " Dança do Fogo" no Centro de Endemismo Belém: uma análise da distribuição dos focos de calor na biorregião entre os anos de 2000 e 2020./ Alyce Martins Lopes – São Luís (MA), 2024.

52p.

Monografia (Curso de Geografia Bacharelado) Universidade Estadual do Maranhão - UEMA, 2024.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Jorge Bezerra da Silva Dias.

Elaborado por Luciana de Araújo - CRB 13/445

ALYCE MARTINS LOPES

A “DANÇA DO FOGO” NO CENTRO DE ENDEMISMO BELÉM (CEB), AMAZÔNIA ORIENTAL: Uma análise da distribuição dos focos de calor na biorregião entre os anos de 2000 e 2020

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado junto ao curso de Geografia da Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, para obtenção de grau de Bacharel em Geografia.

Aprovado em: 09/ 02/2024

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **LUIZ JORGE BEZERRA DA SILVA DIAS**
Data: 11/03/2024 13:26:15-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Luiz Jorge Bezerra da Silva Dias (Orientador)

Universidade Estadual do Maranhão

Documento assinado digitalmente
 **PAULO HENRIQUE ARAGAO CATUNDA**
Data: 11/03/2024 13:09:41-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Paulo Henrique Aragão Catunda

Universidade Estadual do Maranhão

Documento assinado digitalmente
 **PRISCILLA VENANCIO IKEFUTI**
Data: 01/03/2024 11:43:47-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Priscilla Venâncio Ikefuti

Universidade Estadual do Maranhão

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por todas as bênçãos e possibilidades que me concedeu até aqui. Agradeço a minha família pelo apoio e carinho, em especial a minha mãe Girles Martins que é a mulher mais forte e guerreira que eu conheço, na qual lutou com toda garra e disposição para me dar a possibilidade de estudar e ter um futuro melhor e que sempre confiou em mim, mesmo em meio a tantas dificuldades nunca deixou eu desistir dos meus sonhos.

Agradeço ao meu pai José de Ribamar Campelo Lopes, por toda ajuda e confiança que me deu durante toda a minha graduação e por sempre investir na minha educação, também almejo agradecer aos meus avós Alzenir de Jesus, Rosalina Campelo, Raimundo Martins e José Braz, ao meu irmão Alyson Martins Lopes e a minha tia Gilva de Jesus por sempre me ajudarem e apoiarem.

Institucionalmente, agradeço a Universidade Estadual do Maranhão por toda a minha trajetória de formação e por ser o meio do meu crescimento educacional, pessoal e profissional, na qual forneceu instrumentos essenciais para a realização de um sonho. Agradeço todos os professores do curso de Geografia Bacharelado da Universidade Estadual do Maranhão, pela excelência da qualidade técnica de cada um, em especial agradeço ao Prof. Dr. Silas Nogueira de Melo pela oportunidade da bolsa de iniciação científica do ciclo 2022-2023, pela orientação, por todo auxílio e conhecimentos passados durante a bolsa, foi gratificante.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Luiz Jorge Bezerra Dias, pela minha primeira oportunidade de bolsa de iniciação científica que tive na graduação ciclo 2021-2022, pela oportunidade de desenvolver e aprender bastante com a bolsa de iniciação científica, agradeço formidavelmente pela orientação nesta etapa de finalização de curso e pelo voto de confiança.

Agradeço as minhas amigas Endrya Rodrigues, Lucianne Moraes e Letycia Sousa pelo apoio, carinho, conselhos e por estarem em todos os momentos difíceis da minha, na qual destaco o quão especiais vocês são na minha vida. Agradeço aos meus amigos da graduação Ana Paula, Karina Govêa, Kevin Soeiro e Pedro Lucas pelo apoio e toda ajuda que proporcionamos uns aos outros durante a graduação na qual já fomos grupos e até mesmo dupla uns dos outros sempre passando e adquirindo grandes conhecimentos uns dos outros. Agradeço a Juliany Silva e ao prof. Dr. José Arilson por todo apoio e ajuda. Por fim, agradeço todas as pessoas que estiveram comigo ao longo dessa jornada acadêmica, na qual cada um de vocês desempenharam um papel incrível e com isso, contribuíram em meu crescimento e sucesso.

RESUMO

O bioma Amazônico corresponde em torno de 40% do território nacional brasileiro na qual é formada por florestas tropicais e é um dos maiores biomas em biodiversidade do mundo e chega ser um dos biomas mais vasto que compõem o Brasil. No bioma Amazônico são encontradas oito áreas de endemismos, sendo uma dessas áreas o Centro de Endemismo Belém na qual é a área de estudo desta pesquisa. Com isso, é possível entender uma área de endemismo como um espaço geográfico na qual nesses espaços existem determinados tipos de espécies e animais que em outros lugares não existem e conseqüente a isso, essas áreas de endemismo estão sendo critério nas escolhas de áreas para serem conservadas. O Centro de Endemismo Belém apresenta os perigos que as áreas endêmicas sofrem constantemente com a perda de biodiversidade. Além disso, existem áreas de Unidades de Conservação e Terras Indígenas no Centro de Endemismo Belém em que vivem milhares de indígenas de diversas etnias, e existem grandes riquezas endêmicas e biológicas. No entanto, a maioria dos remanescentes de floresta estão localizados nessas Terras indígenas e na Reserva Biológica do Gurupi, mas a floresta está em constante ameaça, na qual essas ameaças são: a ocupação de indivíduos; o desmatamento; a extração de madeira ilegal e as queimadas. As queimadas e focos de calor, são grandes problemas relacionados à poluição atmosférica e a perda dos habitats naturais na qual refletem em uma dinâmica de aquecimento e pressões na superfície e está relacionado a eventos antropogênicos e naturais. O monitoramento de focos de calor é realizado constantemente pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, na qual é realizada por satélites e disponibilizam os dados em sua plataforma que é o BDqueimadas em que esses dados foram utilizados para a construção dos mapas de focos de calor durante os anos de 2000 a 2020 no QGIS 3.16, tendo como objetivo a visualização dos focos de calor no Centro de Endemismo Belém e a verificação do quantitativos desses focos de calor.

Palavras-Chaves: Ecologia do fogo. Uso da Terra. Amazônia Oriental.

ABSTRACT

The Amazon biome corresponds to around 40% of the Brazilian national territory, which is made up of tropical forests and is one of the largest biomes in terms of biodiversity in the world and is one of the largest biomes that make up Brazil. In the Amazon biome, eight areas of endemism are found, one of these areas being the Belém Endemism Center, which is the study area of this research. With this, it is possible to understand an area of endemism as a geographical space in which in these spaces there are certain types of species and animals that do not exist in other places and consequently, these areas of endemism are being criteria in choosing areas to be conserved. The Belém Endemism Center presents the dangers that endemic areas constantly suffer from the loss of biodiversity. Furthermore, there are areas of Conservation Units and indigenous lands in the Belém Endemism Center where thousands of indigenous people of different ethnicities live, and there is great endemic and biological wealth. However, most of the forest remnants are located in these indigenous lands and in the Gurupi Biological Reserve, but the forest is under constant threat, in which these threats are: the occupation of individuals; the deforestation; illegal logging and burning. Fires and hot spots form major problems related to atmospheric pollution and the loss of natural habitats, which reflect on the dynamics of warming and pressure on the surface and are related to anthropogenic and natural events. The monitoring of hot spots is constantly carried out by the National Institute for Space Research, which is carried out by satellites and makes the data available on its platform, which is BDqueimadas, in which this data was used to build maps of hot spots during the years from 2000 to 2020 in QGIS 3.16, with the objective of visualizing the hot spots in the Belém Endemism Center and verifying the quantity of these hot spots.

Keywords: Fire ecology. Land use. Eastern Amazon.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Mapa de localização do Centro de Endemismo Belém.....	12
Figura 2 -	Demonstração da construção do mapa de kernel.....	18
Figura 3 -	Áreas de Endemismo estabelecidas para a Amazônia.....	20
Figura 4 -	Gráfico de queimada do mês de junho na Amazônia.....	22
Figura 5 -	Gráfico do quantitativo anual de focos de calor no CEB, nos estados do Maranhão e Pará.....	26
Figura 6 -	Gráfico de focos de calor no estado do Tocantins.....	27
Figura 7 -	Gráfico do total anual de focos de calor no CEB.....	28
Figura 8 -	Centro de Endemismo Belém.....	29
Figura 9 -	Mosaico de mapas de focos de calor do ano de 2000 a 2010.....	34
Figura 10 -	Mosaico de mapas de focos de calor do ano de 2011 a 2020.....	41

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	15
3	REFERENCIAL TEÓRICO	19
3.1	Amazônia Legal e os seus Centros de Endemismo do Bioma Amazônico	19
3.2	Queimadas, focos de calor e incêndios	21
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	26
4.1	A Dinâmica do Fogo na Amazônia Oriental: uma análise de dados	26
4.2	Distribuição Cartográfica dos focos de calor no Centro de Endemismo Belém: uma análise a partir de duas décadas de registros	30
4.3	Estratégias de mitigação de danos ao ambiente do Centro de Endemismo Belém	43
5	CONCLUSÃO	46
	REFERÊNCIAS	48

1. INTRODUÇÃO

O Centro de Endemismo Belém contém uma parte da floresta Amazônica em que essa floresta, envolve uma parte dos Estados do Maranhão, Pará e Tocantins na qual essas áreas apresentam grandes áreas endêmicas e tem variedades de espécies de animais e vegetais distribuídas. Para Carvalho (2009), o Centro de Endemismo Belém tem sua configuração pautada em áreas exclusivas de espécies que são especificamente dessa região geográfica particular, isso se deve aos fatores geográficos.

Só no estado do Pará, tem quatro centros endêmicos, sendo eles: o Guiana, Belém, Tapajós e Xingu em que a maior ameaça que se pode observar nesses Centro de Endemismo é a perda de habitat natural, o desmatamento, a extração de madeira em que na maioria das vezes é ilegal e a queimada descontrolada que podem gerar grandes incêndios. “A perda de floresta pode ser usada como um indicador de vulnerabilidade para cada área de endemismo.” (Silva *et. al.* 2005)

Contudo, como a perda da floresta pode ser um dos indicadores de vulnerabilidade para cada área de endemismo, como Silva *et. al.* (2005), enfatiza em sua citação acima, isso possibilita, observar que em lugares que há maiores perdas florestais do que outros é devido ao uma grande ocupação pioneira o exemplo disso é o Centro de Endemismo Belém, que é o mais ameaçado pois compreendesse, que é o mais antigo em ocupação pioneira (Almeida; Vieira, 2010).

As queimadas e focos de calor refletem na dinâmica de aquecimento da superfície ou até mesmo nas pressões de uso do território, na qual as suas gêneses estão ligadas tanto aos eventos naturais como aos antropogênicos. A concentração e a continuidade interanual desse tipo de perturbação ambiental, geram processos de degradação, além disso, o Centro de Endemismo Belém se encontra em uma faixa de transição e contatos entre vários domínios da natureza em que acaba sendo vulnerável a esse tipo de evento.

Todavia, a principal fonte de umidade para a Floresta Amazônica é oceano Atlântico, pois os ventos que vem do equatorial para o Brasil, empurram a umidade para dentro da América do sul, além disso, a floresta Amazônica produz a sua própria chuva, mas a ação antropogênica atrapalha o funcionamento das produções de chuvas.

Não obstante, o desmatamento ou a derrubada da floresta, é uma das principais causas de queimada na Amazônia e a extração de madeiras, faz com que o sol penetre diretamente na mata fazendo com que fique propício para a queimada. Uma das consequências

dos efeitos do aquecimento global, é o aumento da temperatura no oceano pacífico na qual cria semelhanças ao *El Niño* que deixa o clima da Amazônia mais seco. Aliás, uns dos fatores que contribuem para que o bioma Amazônico seja um dos responsáveis pela emissão de gás como o dióxido de carbono, na qual é responsável pelo efeito estufa, é o desmatamento e as queimadas (Fearnside, 2002).

De acordo com Silva *et. al.* (2013) o Centro de Endemismo Belém é uma das oito regiões biogeográficas na qual a Amazônia Oriental se encontra dividida. Ademais, Becker (2007) afirma que entre todas as demais regiões biogeográficas o Centro de Endemismo Belém (CEB), é a mais impactada por ações antropogênicas. É consequente a isso, que o Centro de Endemismo Belém (CEB), requer uma maior atenção pois ocorre uma grande pressão nessa área como queimadas e desmatamentos na qual ocorre a expansão de atividades econômicas e consequentemente a perda da cobertura vegetal, e é por isso que é tão importante a elaboração de estratégias de mitigação na qual possam auxiliar na diminuição de danos para o ambiente do CEB.

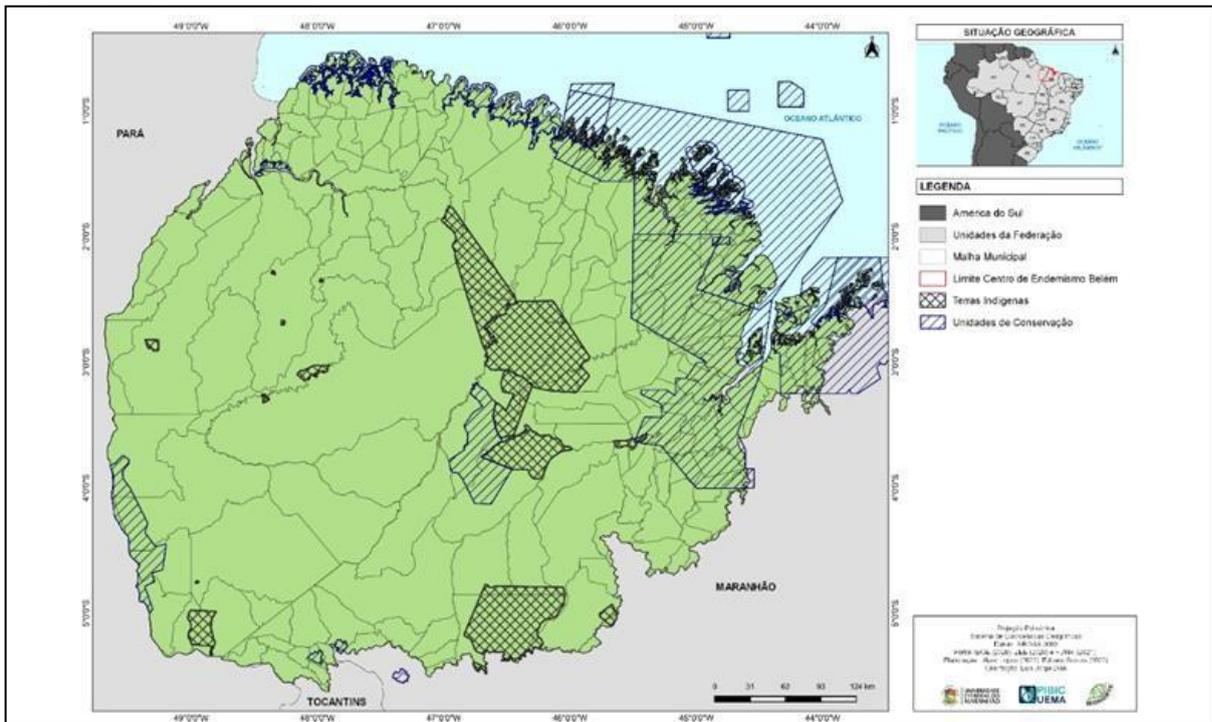
O Centro de Endemismo Belém (CEB), abrange em sua área uma parte de três estados que são o Pará com 55% do território do CEB, o Tocantins com 2% de território no CEB e o Maranhão com 43% de território no CEB, na qual se destacam por fazerem parte da fronteira agrícola de agronegócio brasileira em que acaba por afetar o Centro de Endemismo Belém pois ocorre um grande avanço da pecuária, silvicultura e monoculturas e consequentemente junto com esses avanços ocorrem, também os avanços do desmatamento e das queimadas. Domingues e Bermann (2012) enfatizam que esses são os aspectos que possibilitam os pesquisadores a designar essa área como desmatamento e arco de fogo do Bioma Amazônico.

Localizado na floresta mais rica em biodiversidade com uma enorme diversidade de espécies, de flora e fauna que é na Amazônia, o Centro de Endemismo Belém (CEB) fica localizado ao leste do estado do Pará e a oeste do estado do Maranhão, além disso, o norte do CEB é banhado pelo oceano Atlântico e também pelos rios Guamá, Acará-Mirim, Tomé-Açu, Tocantins, Pindaré, Gurupi, Moju, Capim e Acará.

Ademais, o CEB é cortado pelas BR: 316, 010 e 222 e pelas Estaduais: PA-140, PA-150, PA- 483, PA- 475, PA- 140, PA- 332, MA- 006 e MA- 106. Para Salles, *et. al.* (2019) a geologia do Centro de Endemismo Belém é estipulada pelas características do Planalto Setentrional Pará-Maranhão, na qual possui um conjunto dos relevos tabulares rebaixados com 200 a 300 metros de cotas altimétricas, possui predominância do latossolo amarelo, já a predominância climática é a Equatorial úmida e a Tropical Zona Equatorial.

O Centro de Endemismo Belém (CEB), possui 5,88% de um total de 4,2 milhões de quilômetros quadrados da Amazônia Brasileira. Na figura (1), observa-se, o mapa de localização do Centro de Endemismo Belém (CEB), na qual é a área de enfoque da pesquisa e pode-se observar uma parte dos estados do Pará, Tocantins e Maranhão em que compõem o Centro de Endemismo Belém (CEB).

Figura 1 - Mapa de localização do Centro de Endemismo Belém, Amazônia Oriental.



Fonte: Elaborada pela autora, (2024).

É nesse sentido que este trabalho apresenta um programa evolutivo de quantitativos dos focos de calor ativos no Centro de Endemismo Belém (CEB), com a perspectiva de analisar um panorama espacial da evolução de cada ano que vai de 2000 a 2020, com o intuito de analisar se existe tendência de aumento ou diminuição dos focos de calor e verificar a suas possíveis causas. A relevância desta pesquisa se dá pelo alto índice de queimadas na área de estudo durante as últimas duas décadas, conforme indicado pelos dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

A análise desse estudo, foi realizada por dados disponibilizados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), na qual este realiza um monitoramento de focos de calor através de satélites e disponibiliza os dados captados em seu site BDQueimadas. Essa pesquisa baseia-se no levantamento de pesquisas bibliográficas na qual tem relação direta com as problemáticas deste estudo e que consequentemente foram comprovadas em campo realizado no Centro de Endemismo Belém (CEB). Essa pesquisa tem o intuito de subsidiar políticas

públicas em que possam prover o controle ou a minimização dos impactos ocasionados por estes eventos pautadas em pesquisas científicas nesta área de estudo.

A presente pesquisa tem como objetivo principal analisar a evolução do comportamento plurianual dos focos de calor durante as décadas de 2000 a 2020 no Centro de Endemismo Belém, com respectiva formatação de base cartográfica digital. Além disso, têm-se como objetivos específicos:

- Mapear, com uso de Sistemas de Informações Geográficas, o comportamento e distribuição dos focos de calor anuais no CEB;
- Espacializar os dados de focos ativos de calor para CEB no horizonte de tempo de 2000 a 2020;
- Propor estratégias de mitigação de danos ao ambiente do CEB.

O capítulo dois, destaca os procedimentos metodológicos abordados para a construção deste trabalho, destacando a sua abordagem, o seu levantamento bibliográfico, a explicação de cada mapa elaborado nesta pesquisa e por fim a localização e situação geográfica da área de estudo. No entanto, no capítulo três é sobre o referencial teórico na qual foi abordado capítulo 3.1 Amazônia Legal e os seus Centros de Endemismo do Bioma Amazônia, em que destaca: a área da Amazônia Legal, quais Estados fazem parte da Amazônia Legal, a ocupação desordenada e os ricos recorrentes.

Além do mais, esse capítulo enfatiza sobre a existência de oito áreas de endemismo no bioma Amazônia e a importância dos centros de endemismo. O capítulo seguinte é referente ao 3.2 Queimadas, focos de calor e incêndios em que é abordado a diferença entre queimadas e incêndios, com isso também é explicado os focos de calor e o monitoramento do mesmo e as ocorrências desses eventos sendo tanto pelo meio natural como pelo antropogênico.

No capítulo quatro é abordado os resultados e discussões na qual no capítulo 4.1 A Dinâmica do Fogo na Amazônia Oriental: uma análise de dados, traz figuras de gráficos da dinâmica dos focos de calor na Amazônia Oriental e análise dos seus respectivos índices ao longo dos anos de 2000 a 2020. Já no capítulo 4.2 Distribuição cartográfica de focos de calor no Centro de Endemismo Belém (CEB): uma análise a partir de duas décadas de registros, é demonstrado os mapas de focos de calor do CEB durante duas décadas na qual serve para analisar as áreas com grandes intensidade e com baixas intensidade de focos de calor e pode-se observar quais localidades dessa biorregião que é o CEB sofrem com muito alta concentração de focos de calor durante os anos de 2000 a 2020.

No capítulo 4.3 Estratégias de mitigação de danos ao ambiente do Centro de Endemismo Belém (CEB), é demonstrado estratégias que possam mitigar a problemática das queimadas que são bastante intensas na área de estudo desta pesquisa.

No capítulo cinco trata sobre a conclusão, na qual traz uma abordagem sobre toda a pesquisa, enfatizando alguns fatores como a degradação ocasionada por alguns eventos no Centro de Endemismo Belém, sendo esses eventos naturais e antrópicos, além disso, esse capítulo traz algumas formas de como prevenir as queimadas. Por fim, destaca que provocar queimadas é crime e traz enormes prejuízos para o ambiente e a saúde das pessoas.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos adotados baseiam-se em elementos que permitam uma análise contínua, sincronizada e detalhada para o alcance de seu objetivo. Entretanto, a metodologia representa a escolha de um método e os procedimentos técnicos, que são os instrumentos utilizados para a coleta de dados, na qual foram consolidados neste trabalho as: pesquisa de campo, a pesquisa documental e a pesquisa bibliográfica.

Em relação a abordagem, foi escolhido o estudo quantitativo, na qual se preocupa em representar elementos numéricos e estatísticos. Nesta pesquisa a abordagem quantitativa é necessária pois demonstra o quantitativo de focos de calor de cada ano que vai de 2000 a 2020, apresentando aumentos do total de quantitativo ou diminuição ao longo dessas duas décadas e com isso é possível fazer uma análise desses dados na qual foi representado nesta pesquisa por meios de figuras de gráficos, tabelas e mapas.

Contudo, a pesquisa bibliográfica, teve seu levantamento feito através de artigos, livros, estudos, e em outros meios disponíveis na mídia que tem relação direta com a problemática. No primeiro momento, foi realizado ou seja executada através dessa pesquisa o levantamento de informações do que são as causas das queimadas, de como o Centro de Endemismo Belém é afetado com esse tipo de atividade e por quais meios existe a ocorrência destas queimadas que podem ser tanto pelo meio antropogênico ou pelo meio natural. A tabela (1), demonstra algumas referências utilizadas na elaboração do trabalho.

Tabela 1 - Referências utilizadas na pesquisa.

TEMA	PRINCIPAIS REFERÊNCIAS
Centros de Endemismo	Braz (2017); Almeida <i>et., al.</i> (2010); Amaral <i>et., al</i> (2016)
Amazônia Legal	Celentano <i>et., al.</i> (2018)
Extração de Madeira	Homma (2011); Quadros (2015)
Queimadas e Focos de calor	Almeida <i>et., al.</i> (2010); Celentano <i>et., al.</i> (2018); Homma (2011) Gonçalves, Karen <i>et., al.</i> (2012)

Fonte: Elabora pela autora, (2024).

A pesquisa de campo e a coleta de dados foi feita com o auxílio de equipamentos como os registros fotográficos de algumas áreas do espaço total estudado. A pesquisa de campo ocorreu nos estados do Maranhão, Pará e Tocantins nas áreas que envolvem o Centro de Endemismo Belém, com o objetivo de adquirir dados para o estudo da pesquisa.

Entretanto, os instrumentos ou técnicas de coletas que foram utilizadas na construção desse estudo, foi a observação na qual essa técnica consiste em observar o desenvolvimento do fenômeno. Além disto, a análise dos resultados das interpretações, obtidos pelas pesquisas documentais e de campo deste trabalho, proporcionaram o alcance dos objetivos desta pesquisa.

Na construção dos mapas utilizados nesta pesquisa, foi necessário o levantamento de dados para construção do produto proposto, em que se utilizou os dados do INPE, para a construção do mapa de focos de calor dos anos de 2000 a 2020 e IBGE (2020) ZEE (2020) e FUNAI (2021), na qual a construção do mapa foi realizado no softwares Qgis 3.16 e as bases de dados para a construção do mapa de localização foi: IBGE (2020) ZEE (2020) e FUNAI (2021).

O mapa de Localização do Centro de Endemismo Belém foi construído a partir do software Qgis 3.16, com as bases de dados do IBGE (2020) ZEE (2020) e FUNAI (2021). A estimativa de densidade de Kernel (*Kernel density estimation*) é um método estatístico não paramétrico que tem como tarefa produzir uma função de densidade cumulativa suavizada, sendo a mesma aplicada de modo eficaz no mapeamento de ocorrências de incêndios. A vista disso, é definido posteriormente pela fórmula matemática do método de densidade de Kernel expressa por (Smith *et. al.* 2006).

$$\hat{f}(x) = \frac{1}{nh^2} \sum_{i=1}^n k\left\{\frac{x - x_i}{h}\right\}$$

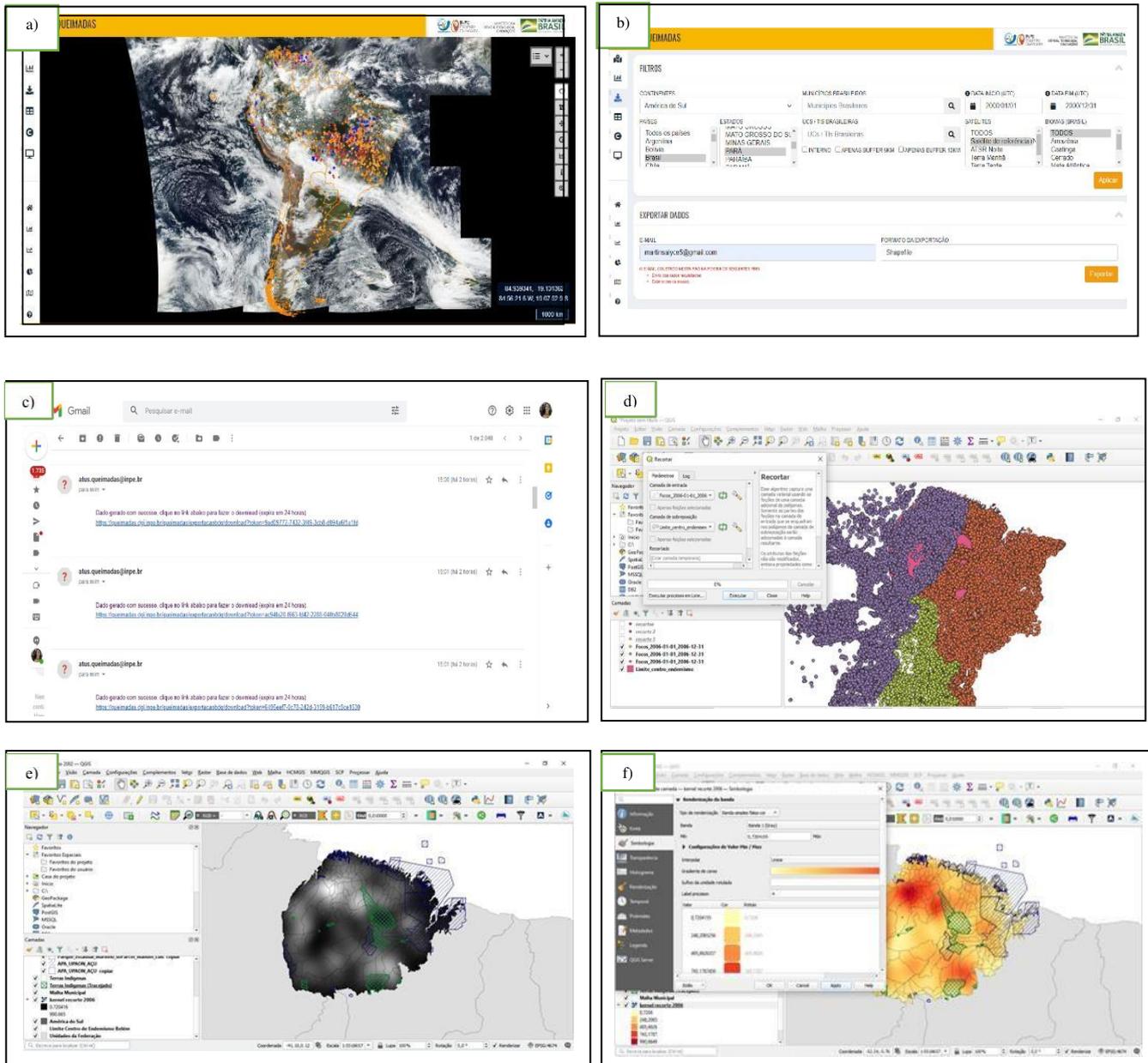
Portanto, tem-se o KDE cujo funcionamento é realizado de acordo com sua fórmula apresentada acima em que o: n corresponde ao número de pontos observados; h é a largura de banda; k é a função Kernel na fórmula; x é o vetor de coordenada que representa a localização do ponto estimado; e xi é o vetor da i-ésima coordenada que simboliza cada ponto observado

em relação ao ponto estimado. Para a definição da área de análise da pesquisa foram selecionados e baixados todos os dados de focos de queimadas pertencentes a Amazônia Legal no período de 2000 a 2020 respectivamente.

Os dados utilizados estão disponíveis na Plataforma do banco de dados de queimadas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (BDQUEIMADAS/ INPE). Para a construção do mapa de kernel foi feita o seguinte passo a passo na Figura 2 que é a demonstração da construção do mapa de kernel, abaixo:

- a) Acessou-se o site do BD queimadas INPE;
- b) Foi preenchido todos os dados que foram pedidos pelo site para fazer o download, como: indicar a seleção da área de interesse pesquisada para download com uso de satélite de referência, data de início e término para cada ano representado cujo formato de exportação é em shapefile, na qual no site exige um e-mail, pois a exportação desses dados será enviado ao e-mail adicionado no site;
- c) Com a chegada dos e-mails é realizado o download dos dados e depois são extraídos para pastas no computador;
- d) Realizou-se a aplicação dos dados no software QGIS 3.16 e o recorte dos shapefile de cada Estado de forma individual e depois a união desses dados pela base que é o limite do Centro de Endemismo Belém;
- e) Foi desenvolvida a projeção do shapefile para o SRC 5880- Brasil Polyconic, na transformação para o mapa de kernel, na qual é solicitado um valor para o raio que foi de 60 km e um valor para os pixels da área na qual foi o valor de 1.000 e assim foi gerado o mapa de kernel- focos de calor para os anos de 2000 a 2020;
- f) Por fim, ainda no QGIS 3.16 é possível escolher a paleta de cores do mapa, modificar a legenda e gerar o mapa.

Figura 02- Demonstração da construção do Mapa de Kernel.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Amazônia Legal e os seus Centros de Endemismo do Bioma Amazônia

A Amazônia Legal ocupa 58,9% do território brasileiro na qual segundo Braz *et. al.* (2017) a Amazônia é a floresta na qual contêm grandes e mais diversas florestas tropicais do mundo, pois engloba mais de 6.000.000 km² em nove países da América do Sul. De acordo com o IBGE (2021) a área da Amazônia Legal abrange nove estados que são o Acre, o Amapá, o Amazonas, o Mato Grosso, o Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins e o Maranhão.

A Amazônia Legal foi instituída com uma finalidade que é a de definir a delimitação geográfica com a região política de atuação da Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM). No entanto, nas últimas três décadas a Amazônia Legal sofreu bastante com intensas queimadas e desmatamentos na qual levou a perda de aproximadamente 17% da floresta nativa tropical e conseqüentemente 85% dos focos de calor ocorreu no “Arco do desmatamento” na qual essa região corresponde ao estado do Acre e se estendendo até o Maranhão. (Alencar *et. al.* 1997; IBGE 2010; Embrapa 2010).

De acordo com Diegues (1993) e Margulis (2003) a ocupação desordenada nas regiões Norte e em uma parte do Nordeste do Brasil teve uma principal causa que foi a procura por recursos naturais principalmente pela extração de madeira e a posse de terras na qual acarretou no aumento das fronteiras agrícolas e pecuárias.

A extração de madeira, é um dos grandes perigos para o bioma Amazônico, na qual esta atividade foi impulsionada pela economia, para construções de rodovia, para a expansão da fronteira agrícola e é um dos principais motivos de queimada na Amazônia legal. “A extração madeireira de florestas nativas tornou-se a principal atividade econômica em todos os Estados da Amazônia Legal, ocupando a terceira posição na pauta das exportações, indo logo depois dos minérios.” (Homma, 2011, p.147,).

Com isso, compreendeu-se que há uma grande perda da biodiversidade, com essa prática da extração de madeiras que em muitas vezes chega a ser criminosa e violenta na floresta Amazônica. Conseqüentemente, a retirada de madeira ilegal, ocasiona grandes problemas para o bioma pois geralmente são retiradas grandes quantidades de árvores, favorecendo assim que o sol adentre a floresta e em dias com maior intensidade de temperatura acarrete em queimadas na qual gera a degradação da floresta. “A degradação florestal que iniciou com um ou mais episódios de exploração pode entrar num ciclo de retroalimentação positiva, no qual uma

queimada inicial aumenta a probabilidade de queimadas adicionais mais intensas.”
(GERWING e VIDAL, 2002 apud COCHRANE et al., 1999).

O bioma da Amazônia é dividido em oito centros de endemismo na qual são: a Guiana; Imeri; Napo; Inambari; Rondônia; Tapajós; Xingu e Belém, em que são áreas que contém um grande valor para a conservação da biodiversidade pois são encontrados espécies e vegetais nessas regiões, na qual em outras regiões do mundo não são encontradas. De acordo com Braz *et. al.* (2017) as áreas de endemismo têm sido utilizadas principalmente na escolha para áreas de conservação, isso se deve ao fato de serem áreas com grande valor de conservação.

Figura 3 – Áreas de Endemismo estabelecidas para a Amazônia.



Fonte: RIO TERRA, (2014).

Silva (2013) apresenta que as áreas de endemismo, como coincidências entre as distribuições geográficas de hipóteses e espécies em eventualidades comuns de restrições por uma parte da biota. Entretanto, as restrições podem ocorrer em vários tipos de processos históricos como por exemplo: flutuações climáticas; transformações na fisionomia vegetal ou até mesmo o aparecimento de barreiras geográficas.

As áreas de endemismos são consideradas de grande importância pois são apontadas como grande potencialidade para áreas de conservação e são pequenas unidades geográficas, na qual permite uma análise da biogeografia histórica. Portanto, são responsáveis por hipóteses de uma base de formulação da biota regional na qual há ocorrência de espécies únicas que são insubstituíveis.

3.2 Queimadas, focos de calor e incêndios

Para entender este procedimento, é necessário compreender que existem diferenças entre os incêndios florestais e as queimadas. Tem-se a noção que a prática de queimadas é um processo antigo e bastante recorrente no Brasil e que é um dos grandes contribuintes para a emissão de gases do efeito estufa na qual é um problema para o meio ambiente mas o conhecimento sobre a proporção dos problemas que as queimadas causam ainda é recente.

As queimadas no Brasil e em outros países chamam bastante atenção e causa preocupação sobre o assunto, na qual já foram tomadas algumas medidas para controlar as queimadas, mas ainda não foi o suficiente. De acordo com Ferreira *et. al.* (2005), a queimada é uma atividade agropastoril e florestal que utiliza a queima controlada como um meio de instrumento de produção.

Consequente a isso, as queimadas podem acarretar em gases que são emitidos durante a queima de biomassa que é um dos responsáveis pelo aumento da temperatura e dos fluxos do CO₂ no solo, resultando assim em uma perda de carbono para a atmosfera em curto prazo de tempo. Logo, estas emissões, principalmente as de CO₂, são tidas como as responsáveis pelo aumento da absorção da radiação infravermelha pela atmosfera, ocasionando o aquecimento da mesma, e conseqüentemente, do planeta. (Kaufman *et. al.* 1994; Klink *et. al.* 1995).

Para Gascón (2015), um fator natural que influencia e intensifica as queimadas é o fenômeno climático *El Niño*, que têm um maior incremento de sua frequência nos finais das temporadas de secas, isso de acordo com seu estudo. No entanto, o *EL Niño* causa o aquecimento das águas do pacífico, fazendo com que tenha um aumento da seca no nordeste e na Amazônia, isso é consequência do enfraquecimento dos ventos alísios subtropicais em que são responsáveis por ajudar a distribuir a umidade, fazendo com que as chuvas diminuam e colaborando para que haja um clima mais seco e com isso, favorecendo o aumento de queimadas e incêndios na Amazônia.

As reportagens que estão disponíveis nas mídias sociais trazem grandes informações a exemplo disso é o portal de notícias globo (G1), que traz diversas informações como é o caso de áreas que são afetadas por fenômenos climáticos, como o *El Niño* nos anos de 2015-2016. Segundo Gragnani (2021) o fenômeno climático *El Niño* conseguiu assolar 2,5 bilhões de plantas e isso aconteceu nos anos de 2015 e 2016 em uma área que é de 1,2% da floresta Amazônica, na qual fica na cidade de Santarém, no estado do Pará, o fenômeno climático ocasionou uma intensa seca e a diminuição de chuvas e com isso proporcionou a

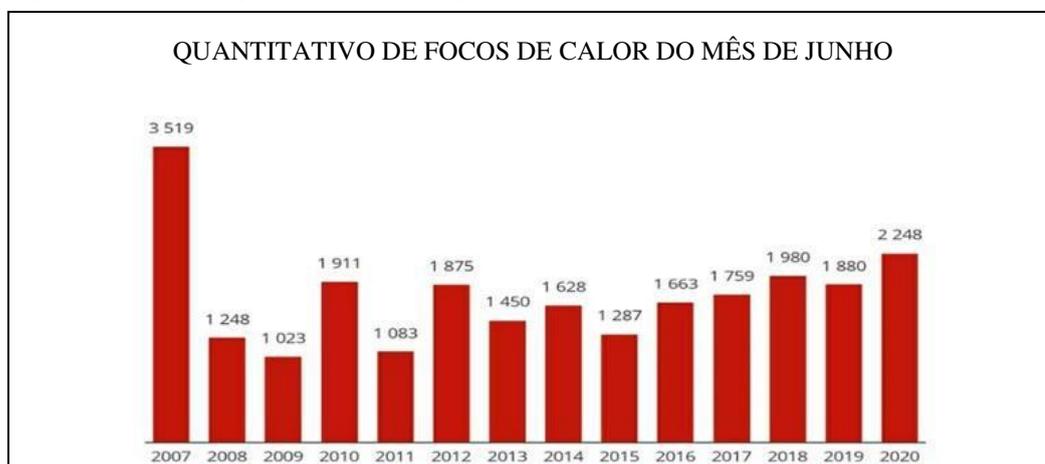
propagação de fogo causado por indivíduos e por fim proporcionou a morte de bilhões de plantas, na qual foi liberado toneladas de gás carbônico para a atmosfera e esse gás é responsável pelo efeito estufa.

O Efeito estufa é importante, pois é responsável por manter a temperatura, evitando grandes temperaturas térmicas, mas compreendesse que a ação antrópica sempre elevou e ainda continua elevando as emissões de gases como o Dióxido de Carbono na atmosfera através de algumas atividades como as queimadas. De acordo com Mélo *et. al.* (2011) as queimadas provocam mudanças climáticas, pois produz o CO₂ na qual intensifica o aquecimento global na qual o Brasil é o responsável por 60 a 70% de emissões de gases de dióxido de carbono (CO₂), isso somente pelas queimadas, na qual se torna um dos principais emissores.

Em vista disso, as queimadas e os incêndios podem ser provenientes de atividades humanas ou naturais impulsionados, por exemplo, pelo período de estiagem, velocidade do vento e relevo do local (Santos *et. al.* 2006) e por fenômenos climáticos, a exemplo do *El Niño*. As queimadas podem ser ocasionadas tanto pelo meio natural como pelas ações antropogênicas, no caso as queimadas causadas pelo meio natural são devido à ausência de chuvas, fenômenos climáticos e o aumento da temperatura. As queimadas que podem ser ocasionadas por ações antropogênicas são a prática agrícola, o vandalismo e a disputa de posse.

Para Ribeiro (2002) as queimadas estão ligadas a maneira como a ocupação ocorre por exemplo na Amazônia essa ocupação parte de movimentos migratórios na qual visam o garimpo ou até mesmo a abertura de fronteiras agrícolas proporcionando assim a degradação do bioma. Na perspectiva de entender a dinâmica da conversão de ambientes naturais para ambientes humanizados e com finalidades econômicas, a figura (4) aponta para a composição evolutiva das queimadas no mês de junho dos anos de 2007 a 2020 em toda a Amazônia brasileira.

Figura 4- Gráfico de queimada do mês de junho na Amazônia.



Fonte: G1, (2020).

Gerwing e Vidal (2002) apud Cochrane et al. (1999), enfatizam que a degradação florestal se dá início com um ou mais episódios de explorações na qual pode acarretar em um ciclo de retroalimentação positiva, pois uma queimada inicial amplia a possibilidade de queimadas mais intensas. Tem-se a noção que a prática de queimadas é um processo antigo e bastante recorrente no Brasil na qual é um dos contribuintes para a emissão de gases do efeito estufa e é um problema pro meio ambiente pois gera degradação florestal.

Todavia, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), que foi criado em 1961, é o instituto federal do Brasil em que é voltado para a área de pesquisa e exploração espacial em que monitora os focos de calor, o desmatamento e o clima por meio de satélites. Os focos de calor são qualquer temperatura detectada acima de 47° C, ou seja, um foco de calor não é necessariamente um incêndio ou um foco de queimada, além disso são registrados por satélites de monitoramento que ficam em uma altitude de 700 a 900 km da Terra.

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, que monitora os focos de calor, tem avançado nesse quesito, com o intuito de evitar falsas detecções, então, dificilmente um foco de calor detectado não seja uma queima ou incêndio. É importante destacar que a ocorrência de um incêndio pode gerar vários focos de calor na qual vai depender muito da extensão da linha de fogo.

Levando em consideração que as detecção de queimadas são realizadas por meio do uso de técnicas de Sensoriamento Remoto, ainda ocorrem obstáculos a serem superados, conforme frisa Setzer *et. al.* (2007) e Jesus *et. al.* (2011) que a maioria das queimadas no Brasil é de dimensão inferior à do limite de detecção; desta maneira a vegetação pode ser queimada parcialmente; de modo que a vegetação viva queima distintamente de vegetação morta; em pastos e cerrados, a vegetação pode crescer em poucos dias mudando completamente a característica do alvo; interferência atmosférica nos limiares adotados pelos algoritmos; fitofisionomias presentes na área de estudo dentre outras.

De fato, os sistemas de detecção de queimadas e incêndios correspondem a uma importante fonte de informação, servindo como prevenção e combate aos incêndios florestais, manejo do fogo ou também para estudos afins (Tomzhinski et al., 2011). Contudo, Pereira e Silva (2016) caracterizam a importância da fiscalização e do monitoramento com a finalidade de manter em observação as áreas com maiores concentrações de queimadas.

Outro fator, existente são as queimadas que possuem estreita relação com o desmatamento e as atividades agropecuárias nos biomas brasileiros, são práticas utilizadas de modo contínuo pelos povos tradicionais daquela região, utilizando-as para limpeza de pastos,

preparo de áreas para plantio e queima de bagaços. Todavia, essa prática também tem sido usada para o desmatamento de vegetação natural para incorporação de atividades agropecuárias.

Entretanto, em determinadas áreas há o aumento da incidência de queima da vegetação por influência humana provenientes de atividades agrícolas. Desta forma, agricultores e fazendeiros queimam suas terras para converter florestas em áreas de lavouras ou pastagens e para controlar a proliferação de plantas invasoras ou de pragas, conforme ressalta (Coutinho, 1990; Alencar *et al.*, 1997). Em contrapartida Carvalho (2017), frisa que a análise temporal é necessária, pois é um importante instrumento voltado para a verificação sobre as alterações que impactam diretamente na superfície da Terra.

Já os dados obtidos pelo trabalho de sensoriamento remoto em áreas pesquisadas são de grande relevância para o processo de formulação de estratégias que visem a prevenção e o combate de focos de queimadas em territórios afetados pelo fogo nos espaços que integram áreas de endemismo, unidades de conservação, terras indígenas e outras. Isto posto, há a necessidade de deslocamento de equipes de fiscalização para investigar a origem, a dimensão e os impactos das queimadas nessas áreas.

Ferreira *et. al.* (2005) destaca os incêndios florestais como qualquer fogo sem controle que ocorre na vegetação, ou seja, é o fogo que avança sem controle em qualquer tipo de vegetação na qual acarreta na devastação da vegetação da mata nativa e de animais. As causas de um incêndio estão ligadas às práticas antropogênicas que segundo Ferreira *et. al.* (2005) essas práticas são: os incêndios de desmatamento que tem como finalidade a limpeza de áreas recém desflorestadas para pastagens ou campos agrícolas e incêndios florestais acidentais.

É importante enfatizar que provocar incêndios é uma prática criminosa e estão também ligadas aos fatores naturais, como os climatológicos, como a seca; deixando propício para que possa haver incêndios. O Brasil possui um lastro de dados de mais de duas décadas de monitoramento de focos de calor em uma plataforma digital disponibilizada pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), que indica cada foco de calor em todos os Estados brasileiros a concentração e continuidade interanual desse tipo de perturbação ambiental gera processos de degradação dos atributos geoecológicos e ecodinâmicos.

Torres *et. al.* (2011) e Ramos *et. al.* (2011) afirmaram que os focos de calor mostram uma alta ligação com o desmatamento, pois em termos de divisão espacial e grande relação com as abundâncias das chuvas, em termos da intensidade e densidade; pois as secas aumentam a probabilidade de queimada. Já Para Nunes *et. al.* (2005) apud Torres *et. al.* (2011) alegaram que a umidade atmosférica é um componente essencial nos incêndios florestais. Com

isso, independentemente de as condições atmosféricas serem um fator definitivo para as queimadas, quem deflagra são os indivíduos.

Contudo, o Centro de Endemismo Belém (CEB), possui uma ampla diversidade paisagística na qual é marcada por uma imensa profusão de ecossistemas em que biogeograficamente são difundidos em condições ecológicas regionais. Encontra-se no Centro de Endemismo formação florestal ombrófila, apicuns, mangues e mata dos cocais. Para Dias *et. al.* (2023) as formações florestais do Centro de Endemismo Belém são: os ambientes com mangues e com apicuns em que são bastante expressivos ambientes naturais nesta área.

O processo de ocupação do Centro de Endemismo Belém é antigo, mas teve uma maior expressividade nas suas alterações paisagísticas no século XX e nas duas iniciais décadas do século XXI. Com isso, nos anos de 1940 e 2020 a biorregião que tinha um quantitativo geopolítico internacional de apenas 58 municípios, passou para um total de 191 na qual teve um grande salto na marcha populacional, ocasionando o crescimento demográfico no Centro de Endemismo Belém. (Dias *et. al.* 2023).

Segundo Dias *et. al.* (2023) os incentivos de ocupação da Amazônia Oriental ocorreram de Leste a Oeste na qual ocorreu a partir do município de São Luís do Maranhão e de Norte ao Sul, partindo do município de Belém do estado do Pará. Posto isso, entre os anos de 1950 e 1980 foram notificadas as incentivas de ocupação com grandes projetos que chegaram a ser até mesmo de integração nacional.

Para Picoli (2006) e Lopes *et. al.* (2017) o motivo dos estabelecimentos de várias estradas vicinais, de rodovias federais e estaduais, originaram em redes de pressões de uso e desmatamentos na qual ocorreu a partir do ano de 1980. Dessa forma, inclui-se a isso a construção da enorme ferrovia que se encontra nos limites do CEB e a transmissão elétrica. Os crescentes núcleos urbanos, as trocas de mercadorias e sua densificação espacial se tornaram causa e consequência das escalas demográficas.

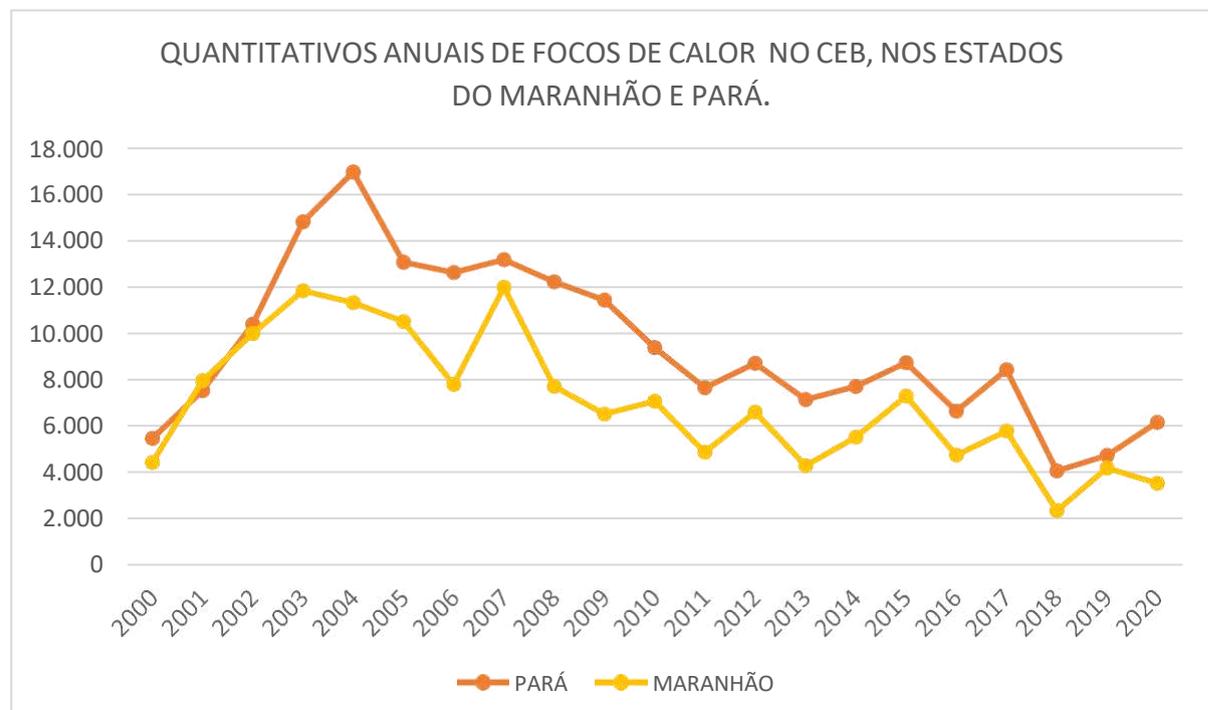
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 A Dinâmica do Fogo na Amazônia Oriental: uma análise de dados

O Centro de Endemismo Belém (CEB), embora seja o menor de todas as regiões biogeográficas da Amazônia internacional, é aquele que mais tem sofrido com pressões antropogênicas, sobretudo a partir do final do século XX (DIAS et al., 2023). Nesse sentido, a perda de coberturas vegetais nativas face aos processos predatórios de uso da terra, mormente com o uso de técnicas de desmatamentos e queimadas, tem sido a tônica da conversão dessa parcela do bioma Amazônia em um conjunto de antropomas (DIAS, 2023). Na perspectiva de entender a dinâmica da conversão de ambientes naturais para ambientes humanizados e com finalidades econômicas.

Todavia, é possível analisar a figura (5), abaixo, na qual se refere aos quantitativos anuais de focos de calor no estado do Maranhão. É notório que no ano de 2000 os focos de calor eram de 4.496 focos de calor no Maranhão e com o passar dos anos esses focos de calor foram aumentando, observa-se esse aumento a partir do ano de 2001 em que esse aumento foi quase o dobro do ano passado e no ano de 2003 foi o que mais registrou focos de calor com 11.837.

Figura 5 - Gráfico do quantitativo anual de focos de calor no CEB, nos estados do Maranhão e Pará.



Fonte: Elaborado pela autora, (2024).

Entretanto, esse gráfico também se refere aos quantitativos anuais de focos de calor do estado do Pará, compreendesse que diferentemente do Maranhão; o estado do Pará no ano de 2000 foi registrada uma grande quantidade de focos de calor com 5.481, na qual é perceptível que esse quantitativo começa a elevar a partir do ano de 2001 com 7.539; os maiores registros foram nos anos de 2003 e 2004 durante as duas décadas, também é perceptível que a partir do ano de 2019 a uma diminuição do quantitativo de focos de calor no estado do Pará com 4.749; pode-se notar que em 2020 o quantitativo já começa a elevar novamente com 6.170.

A figura (6), abaixo, refere-se aos quantitativos anuais de focos de calor no estado do Tocantins que, diferente do Maranhão e do Pará, teve o menor índice quantitativo de focos de calor no ano de 2000 com 58 focos de calor registrados. Além disso no ano de 2001 com 306, teve um grande aumento de focos de calor no Estado que compõem o CEB, comparado às outras áreas que compõem o CEB, o Tocantins durante as duas décadas de 2000 a 2020 registrou na maioria dos anos menores índices de focos de calor, isso se deve ao fato de possui somente 2% de área no CEB e só teve grandes elevações de focos de calor nos anos de 2001; 2002; 2005 e 2007.

Figura 6 – Gráfico de Focos de calor no estado do Tocantins.

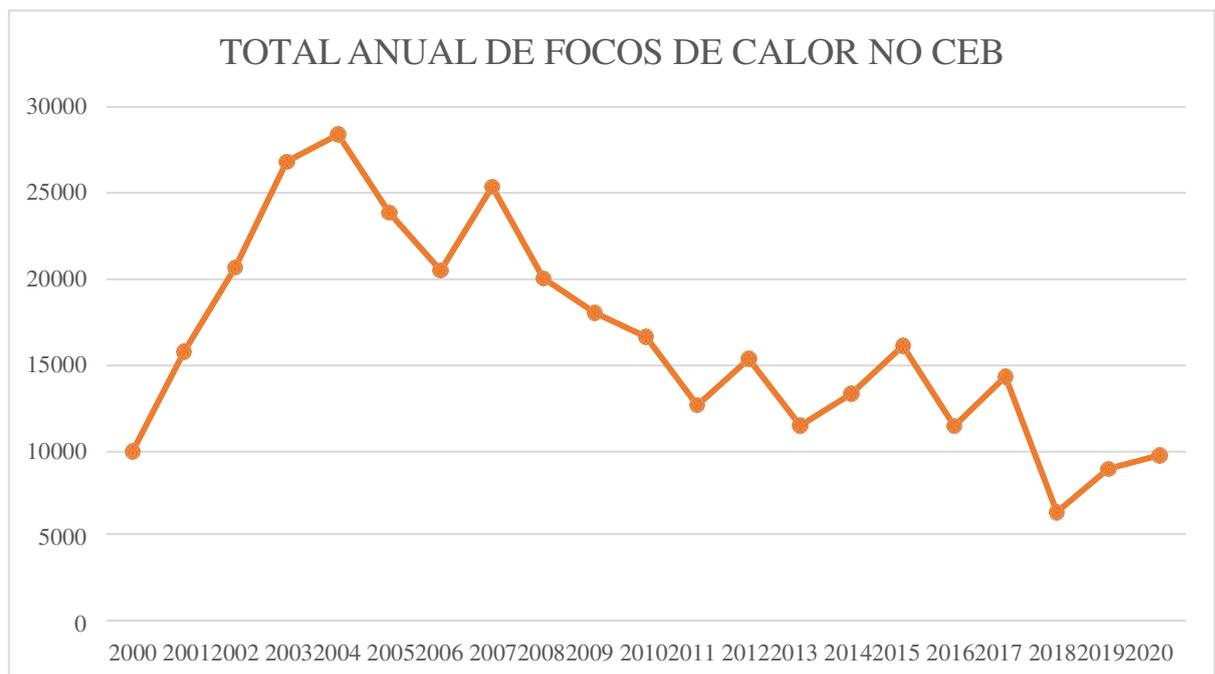


Fonte: Elaborada pela autora, (2024).

Na figura (7), abaixo, refere-se aos focos anuais de calor de todo o Centro de Endemismo Belém (CEB), em que compreendesse que desde de o ano de 2000, os quantitativos

de foco de calor foram significativos com 10.035 em todo território que compõem o Centro de Endemismo Belém (CEB), os quantitativos de focos de calor foram aumentando, na qual é possível notar que os números de focos de calor não diminuíram muito ao longo dos anos de 2001 a 2008 e teve um aumento bem perceptível a partir do ano de 2002 com 20.673 e o ano que teve o maior elevação foi o de 2004 com 28.386. Outrossim, o Centro de Endemismo Belém durante as duas décadas que vai do ano de 2000 a 2020 tem um total de quantitativos de focos de calor de 346.619.

Figura 7 – Gráfico do total anual de focos de calor no CEB.



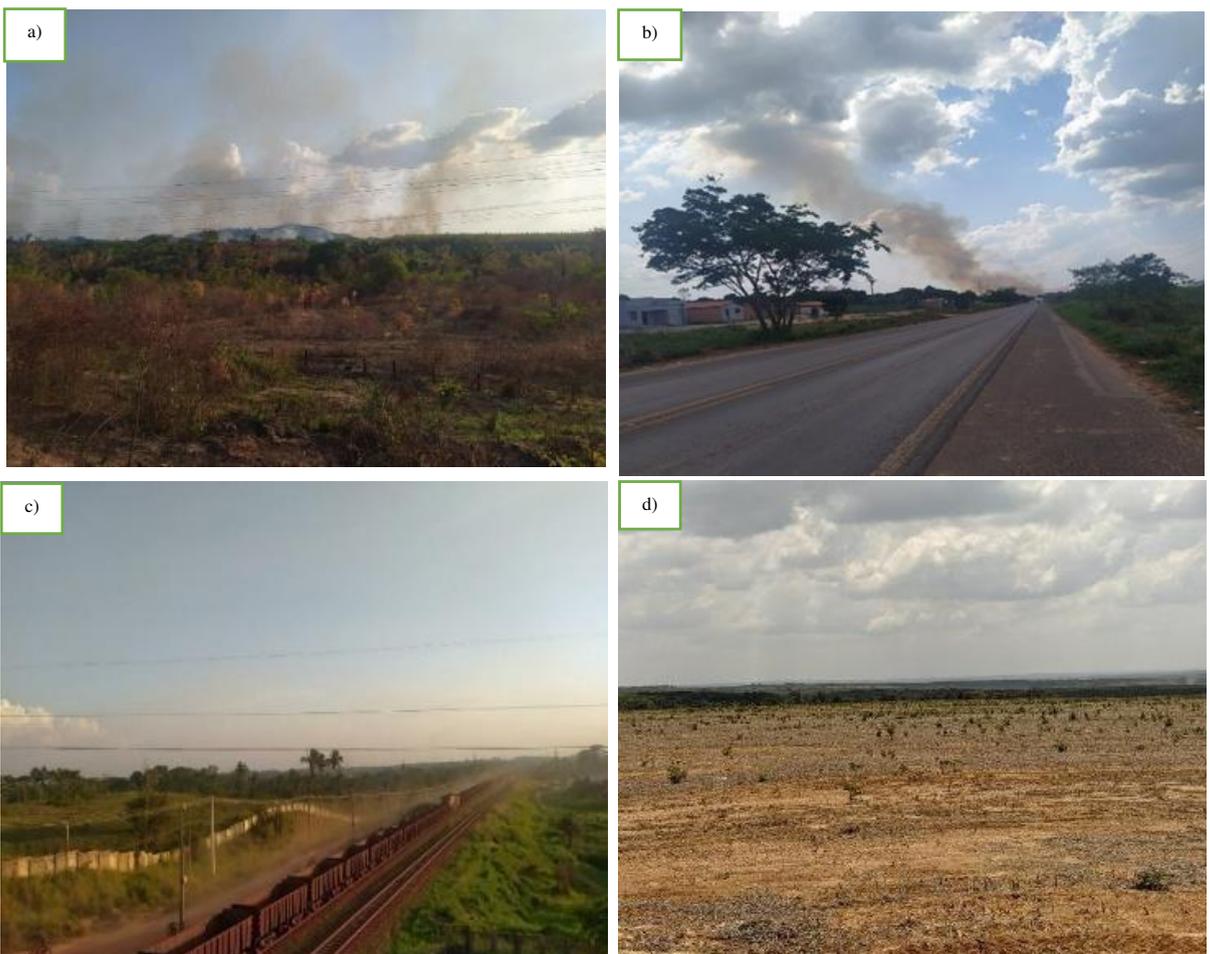
Fonte: Elaborada pela autora, (2024).

Na figura (8) pode-se observar o campo realizado no Centro de Endemismo Belém, na qual demonstra a realidade das pressões de uso dessa biorregião em que ocorre queimadas em várias localidades desta região, comprova a existência de ferrovias e estradas, a ocupação por indivíduos nessa biorregião e o desmatamento para a plantação de grãos.

- a) Identifica-se focos de queimadas na vegetação na parte que corresponde ao estado do Maranhão na área do Centro de Endemismo Belém (CEB), essa queimada pode ocasionar um grande prejuízo para a floresta pois o fogo se alastrando e com um clima propício a queimada pode ficar descontrolada e ser fatal para o Centros de Endemismo, pois com isso, geram grandes incêndios na qual devasta o bioma da Amazônia colocando animais e a vegetação em extinção ou ameaçada de extinção.

- b) Percebe-se vários focos de calor em que a causa pode estar ligada a plantação de grãos pois os agricultores queimam determinada floresta para garantir limpeza desse território e conseqüentemente para preparação para o plantio de grãos no estado do Maranhão, na parte que corresponde ao Centro de Endemismo Belém (CEB).
- c) Nessa figura é possível observar a ferrovia Norte Sul, em que é uma construção feita para o benefício de indivíduos e até mesmo para economia na qual colabora para a retirada do bioma nessas áreas do Centro de Endemismo Belém (CEB), deixando o cada vez mais em perigo.
- d) Observa-se nesta figura uma área em preparação para o plantio no estado do Pará na área que corresponde ao Centro de Endemismo Belém (CEB), esse plantio possivelmente são de grãos na qual não possui mais vestígios de mata nativa nesta área.

Figura 8 – Centro de Endemismo Belém.



Fonte: Registros da pesquisa, (2023).

4.2 Distribuição Cartográfica dos focos de calor no Centro de Endemismo Belém: uma análise a partir de duas décadas de registros

Os mapas a seguir são de duas décadas de focos de calor no Centro de Endemismo Belém, na qual é possível analisar a intensidades de queimadas nas áreas que compõem o CEB, tendo em análise, de acordo com a legenda os níveis de concentração de queimadas, ou seja, é possível analisar em quais áreas estão havendo queimadas com grandes intensidade e com baixas intensidade. Os mapas possuem uma legenda em que auxilia as intensidades de queimadas, ou seja, em quais lugares está tendo concentração de focos de calor sendo elas nos níveis: muito baixa, baixa, média, alta e muito alta.

Na figura (9), abaixo, observa-se um mosaico de mapas que vai do ano de 2000 a 2010 de focos ativos de calor no Centro de Endemismo Belém (CEB), na qual, foi elaborado mapas a partir dos dados de queimadas do site do “BDqueimadas” que é do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), para a construção do mapa no Qgis 3.16. No mapa do ano de 2000 concentrações de focos tem seu quantitativo anual de 10.035, e possui uma legenda em que auxilia as intensidades de queimadas, ou seja, em quais lugares está tendo concentração de focos de calor sendo elas nos níveis: muito baixa, baixa, média, alta e muito alta.

Os focos de calor concentrados próximos às Unidades de Conservação (UCs) e as Terras Indígenas (TIs), são pelo fato de haver queimadas próximas nas quais os fatores são as criações de pastagens próximas e a ocupação de indivíduos na qual limpam o terreno com fogo, além disso, é possível observar que próximos a UCs os focos de calor próximo são médios e altos deixando as UCs em perigo e já nas TIs pode-se observar que acontece da mesma forma se encontrando nos níveis segundo a legenda em muito baixa e baixa.

No entanto, isso só demonstra que apesar de ter áreas como as UCs e TIs que são áreas que ajudam a proteger o bioma; evitam a degradação e a perda total do bioma, ainda existe muitos perigos ao redor como é o caso das queimadas e do desmatamento ilegal. Dos três Estados que compõem o CEB, o que obteve um quantitativo maior de focos de calor foi o Pará com 5.481 focos de calor na qual é perceptível no mapa esses focos com muito alta concentração na cor vermelha na posição Noroeste do mapa

Já a parte que corresponde ao Maranhão também teve um quantitativo de 4.496 ficando logo atrás do Pará, com os níveis alta na cor laranja avermelhado e muito alta na cor vermelha nas posições do mapa Nordeste e Sudeste. Observou-se que o Tocantins que é o outro Estado que compõem o CEB foi o que teve uma baixa, concentração de focos de calor com um quantitativo de 58, isso deve-se ao fato de possuir somente 2% da área do CEB.

O mapa do ano de 2001, consta concentrações de focos de calor que tem seu quantitativo total do ano de 2001 de 15.814. Dos três Estados que compõem o CEB, o que obteve um quantitativo maior de focos de calor foi o Maranhão com 7.969, na qual é perceptível no mapa esses focos com, muito alta concentração na cor vermelha na posição Sudeste do mapa.

Na parte que corresponde ao estado do Pará não ficou muito atrás em relação às queimadas, pois ao analisar os quantitativos do Maranhão e do Pará quase ficam com o mesmo valor no ano de 2001. O Pará obteve o seu quantitativo de 7.539 é perceptível no mapa nas cores vermelha e laranja avermelhado na qual indicam uma grande concentração de focos de calor na posição Sudoeste do mapa e por fim, o Tocantins na qual teve um aumento significativo comparado ao ano de 2000; na qual seu quantitativo no de 2001 foi de 306 e estar encaixado de acordo com a legenda no nível médio.

O mapa do ano de 2002 de focos de calor, na qual tem seu quantitativo total de 20.673. O estado que obteve um quantitativo maior de focos de calor nesse ano foi Pará com 10.399, na qual é pode-se observar no mapa esses focos com muito alta concentração na cor vermelha na posição Sudoeste do mapa. No entanto, o Maranhão fica logo atrás com um quantitativo de 9.998 encaixados nos níveis de alta e muito alta na posição do mapa Nordeste e Sudeste, na qual comparada com o ano de 2001 teve um grande aumento de queimadas.

O lado do CEB que corresponde ao estado do Pará saiu em disparada no ano de 2002 e por fim o Tocantins teve uma pequena baixa em comparação ao ano de 2001 ficando com o quantitativo no ano de 2002 de 276 focos de calor e assim se encaixando de acordo com a legenda do mapa na média.

O mapa do ano de 2003 de focos de calor, teve seu quantitativo total de 26.820 e uma legenda em que auxilia as intensidades de queimadas, ou seja, em quais lugares está tendo concentração de focos de calor sendo elas nos níveis: muito baixa, baixa, média, alta e muito alta. O quantitativo maior de focos de calor nesse ano foi na parte que corresponde ao estado do Pará com 14.797, na qual é visível no mapa a concentração dos focos de calor em níveis de alta, e muito alta na posição do mapa Noroeste.

No entanto, o Maranhão fica logo atrás com um quantitativo de 11.837 encaixados também nos níveis de alta e muito alta na parte Sudeste com suas respectivas cores no mapa e o Tocantins com o quantitativo de focos de calor de 186, na qual foi inferior ao do ano de 2002 e estar encaixado de acordo com a legenda no nível baixa concentração de focos de calor e os dos estados do Pará e Maranhão foram superiores ao do ano passado.

O mapa no ano de 2004 de focos de calor, teve seu quantitativo total de 28.386, na qual o que obteve um quantitativo maior de focos de calor nesse ano foi a área que corresponde

ao estado do Pará com 16.937, é perceptível no mapa a concentração dos focos de calor em níveis de alta, e muito alta em suas respectivas cores no mapa na parte Noroeste. No entanto, o Maranhão fica logo atrás com um quantitativo de 11.314 encaixados de acordo com a legenda do mapa nos níveis de alta e muito alta com suas respectivas cores, na parte Sudeste do mapa e o Tocantins com o quantitativo de focos de calor de 135 no ano de 2004, na qual foi inferior ao do ano de 2003 e os dos estados do Pará e Maranhão foram superiores ao do ano 2003.

No ano de 2005 as concentrações de focos de calor, tem seu quantitativo total de 23.854. O maior índice de focos de calor foi na parte que corresponde ao estado do Pará com o quantitativo de 13.061. Com isso, é perceptível no mapa de acordo com a legenda tanto no Pará quanto no Maranhão tem alta e muito alta concentração de focos de calor nas seguintes posições: Noroeste e Sudeste do mapa. Na parte do CEB que corresponde ao estado do Tocantins tem o quantitativo de 289, na qual teve relativamente um aumento da concentração dos focos de calor e que de acordo com a legenda possui um nível de baixa concentração de focos de calor.

O mapa do ano de 2006 de focos de calor, teve seu quantitativo total de 20.506, na qual esse total foi inferior ao do ano de 2005. O quantitativo maior de focos de calor nesse ano foi na área que corresponde ao Pará com 12.619, na qual é perceptível no mapa a concentração dos focos de calor nos níveis de alta, e muito alta de acordo com a legenda do mapa e suas respectivas cores na posição Noroeste do CEB. No entanto, o Maranhão fica logo atrás com um quantitativo de 7.806, que também é analisado no mapa de acordo com a legenda, nos níveis de alta e muito alta com suas respectivas cores na posição Sudeste do mapa.

A parte que corresponde ao estado de Tocantins com o quantitativo de focos de calor de 81 no ano de 2006 em que de acordo com a legenda estar encaixado no nível de muito baixa concentração de focos de calor, na qual foi inferior ao do ano de 2005 e os dos estados do Pará e Maranhão os quantitativos de focos de calor foram inferiores ao do ano 2005.

O mapa do ano de 2007 de focos de calor, teve seu quantitativo total de 25.378, na qual esse total foi superior ao do ano de 2006. O índice maior de focos de calor neste ano foi o Pará com 13.174, na qual observa-se no mapa a concentração dos focos de calor nos níveis de alta, e muito alta de acordo com a legenda do mapa e suas respectivas cores na posição Noroeste do CEB. Além disso, o Maranhão fica logo atrás com um quantitativo de 11.984 que também é analisado no mapa de acordo com a legenda, nos níveis de alta e muito alta com suas respectivas cores na posição Sudeste do mapa e o Tocantins com o quantitativo de focos de calor que foi de 220 no ano de 2007, em que estar encaixado nos níveis de baixa e média de acordo com a legenda, na qual o quantitativo dessa área foi superior ao do ano de 2006.

No mapa de 2008 de focos de calor, o seu quantitativo total foi de 20.062, esse total foi inferior ao total do ano de 2007. O que teve um quantitativo maior de focos de calor nesse ano foi o Pará com 12.216 em que é visível no mapa a concentração dos focos de calor nos níveis de alta, e muito alta de acordo com a legenda do mapa e suas respectivas cores na posição Noroeste do CEB.

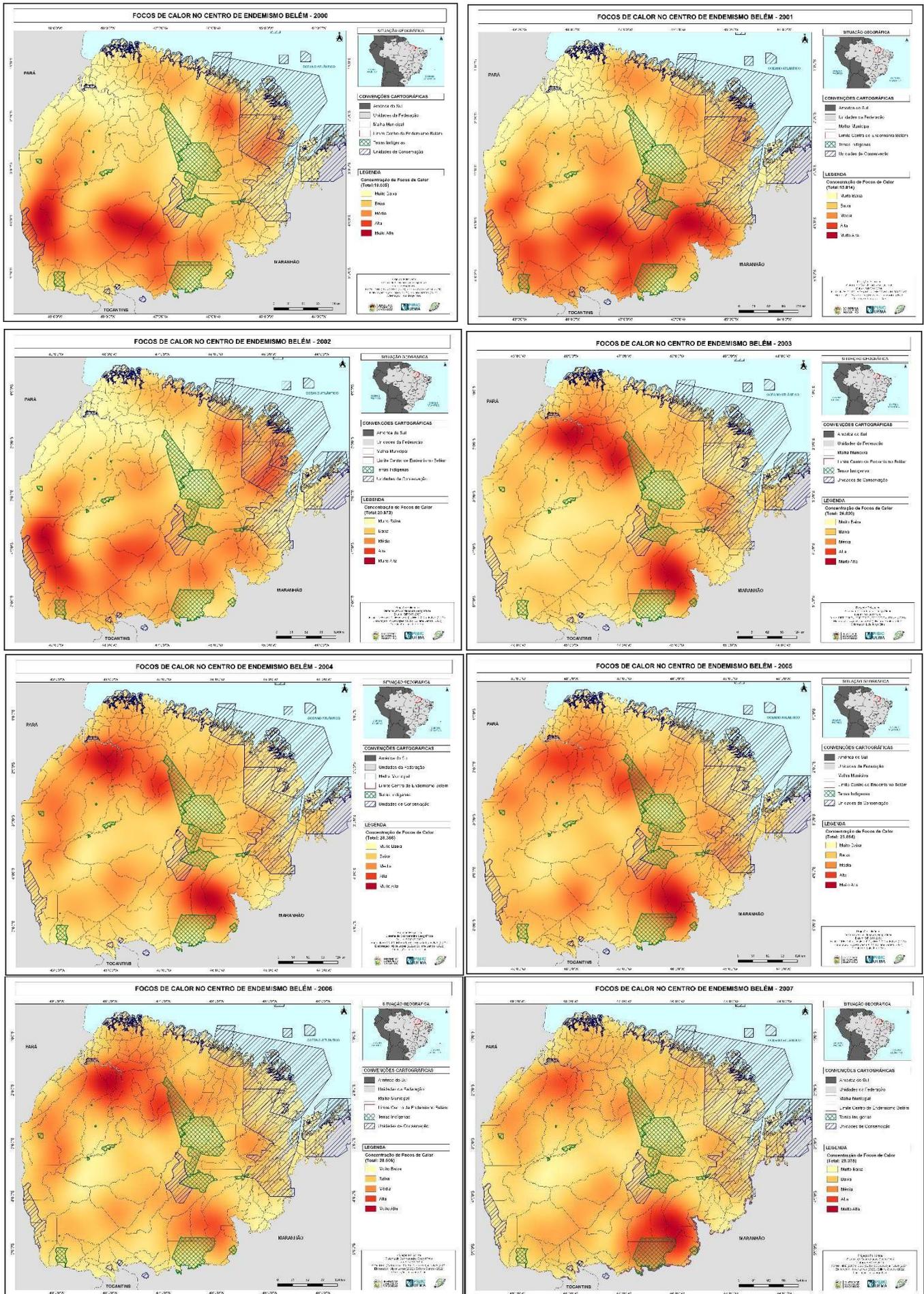
No entanto, o Maranhão fica logo atrás com um quantitativo de 7.717, que também é analisado no mapa de acordo com a legenda, pode-se concluir que está encaixado nos níveis de alta e média com suas respectivas cores, na posição Sudeste do mapa e o Tocantins com o quantitativo de focos de calor de 129 no ano de 2008, na qual foi inferior ao do ano de 2007 e está encaixado segundo a legenda nos níveis muito baixa e baixa.

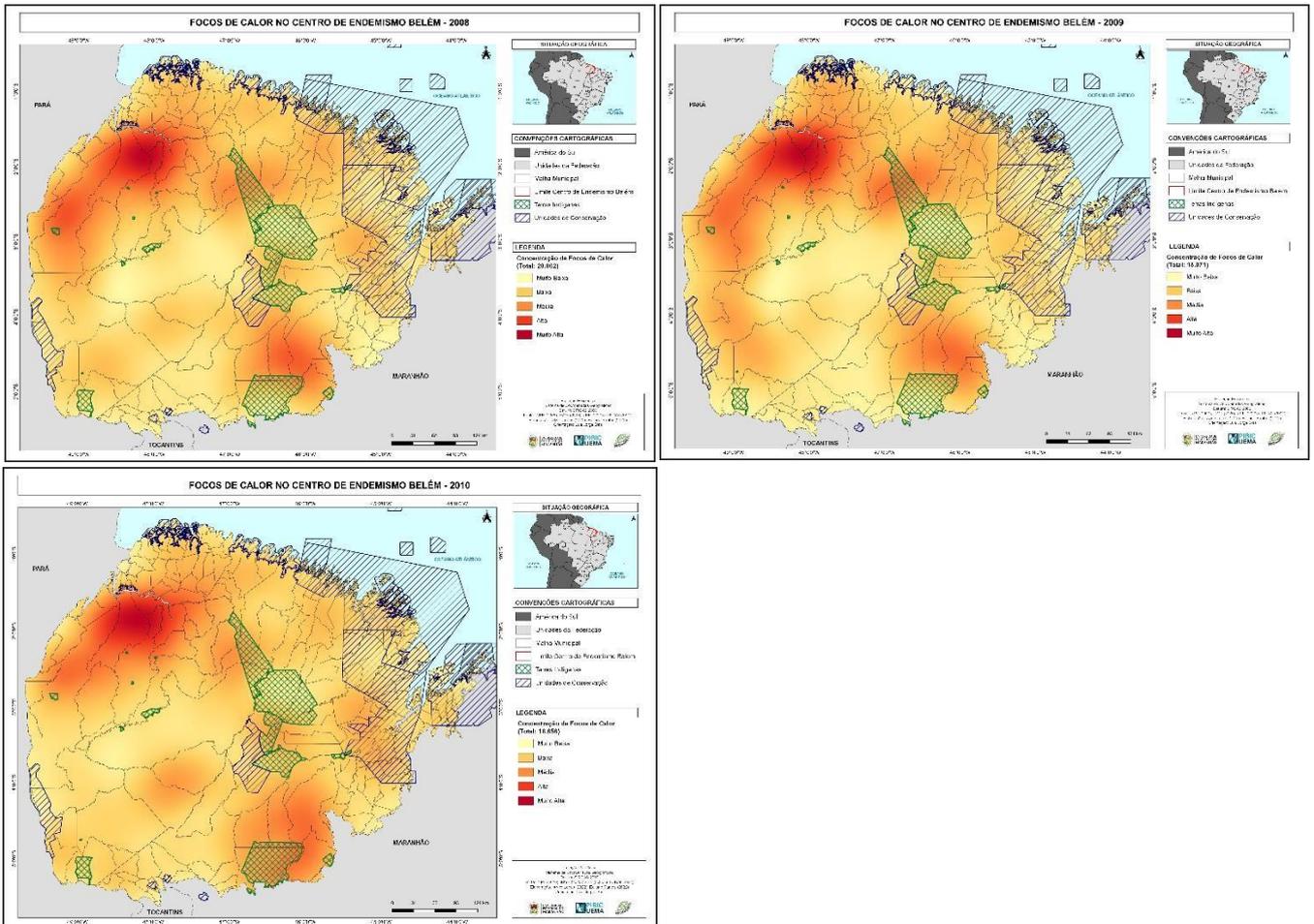
No ano de 2009, os focos de calor, teve seu quantitativo total de 18.071, esse total foi inferior ao total do ano de 2008. Dos três Estados que compõem o CEB, o quantitativo maior de focos de calor neste ano foi o Pará, com 11.437. A parte que corresponde ao estado do Maranhão fica logo atrás com um quantitativo de 6.538 focos de calor, na qual, é analisado no mapa de acordo com a legenda e pode-se concluir que está encaixado nos níveis de alta e média com suas respectivas cores, na posição Sudeste do mapa e o Tocantins com o quantitativo de focos de calor de 96, no ano de 2009, na qual foi inferior ao ano de 2008 e está encaixado nos níveis muito baixa e baixa de acordo com a legenda.

No ano de 2010 o CEB, teve seu quantitativo total de 16.656, na qual esse total foi inferior ao total do ano de 2009. O maior índice de focos de calor neste ano foi na área que corresponde ao estado do Pará com 9.394, é visível no mapa a concentração dos focos de calor nos níveis de média, alta, e muito alta, na posição Noroeste do mapa.

Entretanto, o Maranhão fica logo atrás com um quantitativo de 7.078 focos de calor, na qual, de acordo com a legenda está encaixado nos níveis de alta e média, na posição Sudeste do mapa e o Tocantins com o quantitativo de focos de calor de 184, no ano de 2010, que foi superior ao do ano de 2009 e está encaixado nos níveis baixa e média de acordo com a legenda.

Figura 9 - Mosaico de mapas de focos de calor do ano de 2000 a 2010.





Fonte: Elaborada pela autora, (2024).

Ao analisar os mapas de focos de calor do Centro de Endemismo Belém dos anos de 2000 a 2010 pode-se concluir que as queimadas persistem em sua maioria com um índice significativo nos primeiros anos ao Sudeste e ao Sudoeste do CEB com concentrações muito alta. Logo, percebe-se que a partir do ano de 2003 essa concentração muito alta de focos de calor se manifestou, também, ao Noroeste do CEB na qual isso indica que as ações antrópicas se intensificaram a partir do ano de 2003 ao Noroeste do CEB, e essa pressão se manteve constante ao longo dos anos.

A figura (10), abaixo, é um mosaico de mapas de focos de calor no Centro de Endemismo Belém (CEB) na qual correspondem aos anos de 2011 a 2020. Apresenta a distribuição dos focos de calor para a localidade do Centro de Endemismo Belém (CEB). Para o ano de 2011, observa-se uma maior incidência de focos de calor na região Noroeste do mapa que a parte que corresponde ao estado do Pará com concentrações alta e muito alta 7.656 diferentemente das apresentadas nos demais estados como a posição sudeste do mapa que é a

parte correspondente ao estado do Maranhão e extremo norte do mapa que corresponde ao estado do Tocantins que apresentam concentrações que variam de muito baixa a média.

Ademais, é possível constatar ainda que as áreas identificadas a exemplo do Pará com ocorrência de focos de calor com concentrações médias próximas às Terras Indígenas, bem como no sentido Noroeste do mapa, na qual observa-se que nesse ponto compreende-se que existem a ocorrências de focos de calor em níveis alto a muito alto em áreas próximas de pastagens e derivados provenientes de atividades humanas.

Na posição Norte do mapa, na área integrada por Terras Indígenas verifica-se que as incidências desses focos são médias. Entretanto, no Maranhão tem-se a presença de focos de calor nos níveis baixa e média localizados perto de Unidades de Conservação e Terras Indígenas. De forma contratante, as áreas identificadas no estado do Tocantins com risco muito baixa indicaram que não houveram o uso intensivo do fogo nessas localidades.

Posteriormente no ano de 2012 conforme, abaixo, nota-se uma concentração de focos de calor no estado do Pará 8.706 ao Noroeste do mapa, com níveis que variam de média a muito alta enquanto que na região Sudeste do mapa que corresponde a parte do estado do Maranhão e no extremo Sul do mapa que corresponde a uma parte do estado do Tocantins apresentam incidências de média a baixa.

Contudo, no estado do Pará, constata-se que ainda continua manifestando índices de focos de calor em concentrações de alta e muito alta nas áreas que se desenvolvem atividades oriundas de pastagens e derivados como ocorreu no ano de 2011 para essa mesma área analisada. Diante disso, compreende-se que a intensificação da atividade humana nesse ponto acarretou modificações duradouras.

Logo, no estado do Maranhão, os focos se intensificaram próximos das Terras Indígenas como também nas Unidades de Conservação. Diferentemente do que mostra no mapa em relação a parte que corresponde ao estado do Tocantins que indica que nessa região que apresenta as Unidades de Conservação continuam com concentrações de focos baixa diferentemente dos demais Estados que compõem o CEB – Pará e Maranhão.

Já no ano de 2013 de acordo com a figura, abaixo, é possível analisar que os focos de calor presente no estado do Pará 7.151 continuam apresentando concentrações no Noroeste do mapa com alta e muito alta apesar da diminuição do quantitativo desses focos para o Estado em relação ao ano de 2012 teve 8.706 focos de calor. Porém, houve incidência de focos na região Sudeste do mapa com presença muito baixa dos focos perto das TIs como também das UCs. Todavia, no Norte do mapa próximas às TIs observam-se que os índices desses focos são

médios. Em contrapartida, o quantitativo de focos para a parte que corresponde ao estado do Maranhão foi de 4.306 com diminuição notável em comparação com o ano de 2012.

Diante disso, ao Noroeste do mapa identifica-se que as TIs apresentam concentrações baixas de focos em suas respectivas áreas. Além das UCs presentes no Nordeste do mapa apresentando também as mesmas concentrações. Ao passo que, o estado do Tocantins indicou redução em seus números de incidência de focos de calor no ano de 2013 totalizando 67. No qual, identifica-se que as áreas compostas por Unidades de Conservação não foram acometidas com condições muito alta de focos, permanecendo, assim, com existência de focos de calor baixa dos mesmos.

Adiante no ano de 2014, na figura abaixo, observa-se que o estado do Pará o quantitativo de focos de calor foi de 7.721, o princípio de incidência de focos de calor para a área Noroeste do mapa continua com concentrações que variam de alta a muito alta ao passo que ao analisar compreende-se que nessa área que apresentam o quantitativo maior desses focos, podem ser resultado de ações antrópicas provenientes de queimadas como forma de desenvolver atividades sejam elas de pastagens, agricultura familiar ou outras ações. Mediante isso, nos limites das Terras Indígenas na região Sudoeste do mapa nota-se que a concentração dos focos foi média.

No Sudeste do mapa, o Maranhão também apresentou alteração diferentemente do que foi observado no ano de 2013 para a mesma região apresentando assim concentrações que variam de alta a muito alta perto dos limites das Terras Indígenas. Sendo o quantitativo total para o estado do Maranhão de 5.537 diferentemente do ano de 2013 que foi de 4.306. Ainda conforme análise, o estado do Tocantins houve um aumento do seu quantitativo total de focos de calor para o estado com 115, apesar de ainda apresentar baixa incidência de registros dos focos de calor, o quantitativo foi diferente do que foi registrado no total do ano anterior que foi de 67.

Em 2015 a ocorrência dos focos de calor para os Estados que compõem o CEB conforme a figura abaixo, em que a parte do CEB que corresponde ao estado do Pará indica que a sua totalidade de focos para o ano de 2015 foi na soma de 8.742 diferentemente das apresentadas pelos demais estados que compõem o CEB, Maranhão e Tocantins 7.301 e 98.

Na parte Noroeste do mapa, que é parte do Pará, compreende-se que os índices do quantitativo de focos de calor com variação de alta para muito alta conforme o ano anterior para a mesma área do estado não obteve alteração para índices moderados. Além disso, pode-se compreender que ainda há o desenvolvimento de atividades antropizadas que podem modificar o aspecto dessa região.

Diante disso, nota-se que especialmente essa área é afetada continuamente pela incidência e ações dos focos de calor. Contudo, na mesma região que fica a Sudoeste e Oeste do mapa. Outro ponto analisado é em relação ao Norte do mapa, nos limites das Terras Indígenas na qual pode-se constatar uma alta ocorrência de focos que variam de média a alta.

Posterior a isso, na região Sudeste do mapa que corresponde a uma parte do Maranhão, nota-se que o predomínio dos focos nessa região varia de média e alta respectivamente. Ademais, na parte Nordeste do mapa, apresentam as UCs verifica-se a presença desses focos nos aspectos moderados variando de muito baixa a baixa. Contudo, na parte que corresponde ao estado do Tocantins compreende-se a ocorrência de concentrações de focos em níveis menores sendo eles muito baixa e baixa de modo contrário do que ocorre nos demais Estados do CEB.

Já em 2016 de acordo com a figura abaixo, em relação ao estado do Pará analisa-se que o seu quantitativo de focos de calor para a região foi de 6.653, seguido pelo Maranhão que totalizou 4.767 e o Tocantins que ficou com 91 no quantitativo total para a sua região. Ainda pode-se observar que a soma total para esses três Estados que compõem o CEB foram de 11.611. A partir disso, nota-se que no estado do Pará, mais precisamente ao Noroeste do mapa, ocorre uma grande incidência de focos de calor, podendo estar ligada às atividades produzidas pelo homem.

Diante disso nesse ponto ocorre uma afluência maior fazendo com que os níveis estejam alta, a muito alta nesse ponto e também conforme mostrado no mapa perto das TIs têm concentrações de focos correspondente a baixa e média respectivamente. Entretanto, no Sudoeste do mapa, entende-se que os focos estão divididos em níveis menores que variam de muito baixa a baixa nas zonas que são compostas por TIs e UCs.

Na área que abrange o Maranhão, especificamente a região Sudeste do mapa verifica-se que a ocorrência de focos de calor nessa localidade está com pontos de variação média e alta, ocorrendo os mesmos níveis dessa área analisada no ano anterior de 2015 com concentrações que variavam de média a alta. Entretanto, na parte Nordeste do mapa observa-se que a incidência de focos está apresentando um quantitativo de média nesta área integrada por UCs.

Para o estado do Tocantins neste ano, constata-se que houve uma pequena diminuição da sua estimativa total de focos diferentemente da ocorrida no ano anterior, logo no ponto analisado observa-se que a incidência de focos de calor se mantém com concentrações muito baixa a baixa ao longo da região, como também das Unidades de Conservação.

No mapa do ano de 2017 identifica-se na figura abaixo, o número de focos de calor para a localidade do CEB, analisando de início o estado do Pará como a área com maior risco e incidência desses focos (classe alta e muito alta) na qual aparecem na região Noroeste do mapa sob a forma de manchas isoladas que variam de alta, muito alta. Além disso, perto dos limites das Terras Indígenas observa-se que esses indícios de focos de calor são altos, podendo ocasionar de fato consequências para o habitat dos mesmos.

Porém, na região Sudoeste do mapa, nota-se que o risco de focos de calor é muito baixa, a baixa. Já na parte Norte do mapa percebe-se que as manchas apresentam de formas médias. Partindo de outro ponto, na parte que corresponde ao estado do Maranhão, no sentido Sudeste do mapa tem-se a presença de Terras Indígenas conforme já foi analisado nos anos anteriores e que especialmente nessa área para o ano de 2017 esta parte está concentrada de forma média em relação aos seus níveis de focos de calor para o Estado.

Ademais, no Nordeste seria os índices de muito baixa a baixa perto das TIs e em parte das UCs. Paralelo a isso, no limite do estado do Tocantins analisa-se que conforme os anos a região ainda apresenta os níveis muito baixa a baixa o que de fato é importante para a diminuição dos registros de focos de calor nesta região, ainda mais perto das Unidades de Conservação presente, sendo assim o seu total de focos durante o ano foi de 131 apesar do aumento se comparado ao ano anterior que foi de 91, seguido do estado do Pará com 8.441 e o Maranhão com 5.804.

No mapa de 2018 identificado na figura abaixo, o estado do Pará ainda apresenta grandes indícios de focos de calor na respectiva área ao Noroeste do mapa, apresentando assim manchas em tons avermelhados mais escuros com classes que variam de alta para muito alta, atingindo assim, as Terras Indígenas que se encontram presente nessa localidade. Outro ponto analisado é ao Sudoeste do mapa que ainda apresenta classes com níveis de variância de muito baixa para baixa perto de UCs e TIs. Já no Norte do mapa, tem-se a incidência baixa desses focos também perto das Terras Indígenas presentes nesse ponto.

Em contrapartida, no Maranhão observa-se conforme análise do mapa que os focos de calor na região Sudeste do Maranhão atuam de forma mediana. Entretanto, no Nordeste do mapa tem-se a sua concentração de modo muito baixa e baixa em áreas compostas por UCs. O estado do Tocantins, no entanto, apresenta suas classes o quantitativo de focos de calor de 50, classificando assim em muito baixa a baixa de modo contrário ao quantitativo que abrange os outros Estados do CEB. Tal modo, entende-se que o quantitativo de focos de calor para os estados do Pará 4.087 e Maranhão 2.372 de maneira total abrangendo os três Estados para o

ano de 2018 foi de 6.509 se relacionado ao ano anterior foi menor o índice de focos de calor que foi de 14.376.

Em 2019, na figura abaixo, o estado do Pará na área que corresponde ao CEB o número total de focos de calor foi de 4.749, enquanto que para o Maranhão ficou de 4.210, seguido do Tocantins com 66. Analisando isso, o quantitativo de focos de calor localizado ao Noroeste da área analisada observa-se que a concentração deles se intensifica em alta a muito alta onde suas manchas podem ser visualizadas em tons avermelhados perto das Terras Indígenas. Por outro lado, ao Sudoeste do mapa, esses focos se encontram em tons neutros, ou seja, muito baixa a baixa também perto das Terras Indígenas e Unidades de Conservação.

No sentido Norte aparecem em formas baixas a médias. Partindo de outro ponto, nota-se o aumento da concentração desses focos tanto para a região Sudeste como Nordeste e Noroeste com manchas presentes que variam de alta para muito alta no qual pode-se levar a considerar que seja em decorrência de atividades exercidas em determinadas áreas da região.

Adiante, no Tocantins verifica-se que perto dos limites das Unidades de Conservação os quantitativos de focos de calor, segundo a sua classe é de baixa a muito baixa. Entende-se, portanto, que para o ano de 2019 as incidências e riscos de focos de calor foram mais concentrados nos estados do Pará e Maranhão.

Finalmente em 2020 conforme a figura abaixo, o estado do Pará assim como nos anos anteriores continuou apresentando grande concentração de focos de calor na região Noroeste do mapa abrangendo também as Terras Indígenas. Ainda na parte Noroeste é possível observar que os focos de calor atuam de forma constante nesse ponto, apresentando assim, classes que variam de alta para muito alta. Sendo assim, pode-se levar a considerar que as áreas que apresentam maior ocorrência e riscos de focos de calor são aquelas que são antropizadas, ou seja, as suas características originais foram alteradas para diversos fins.

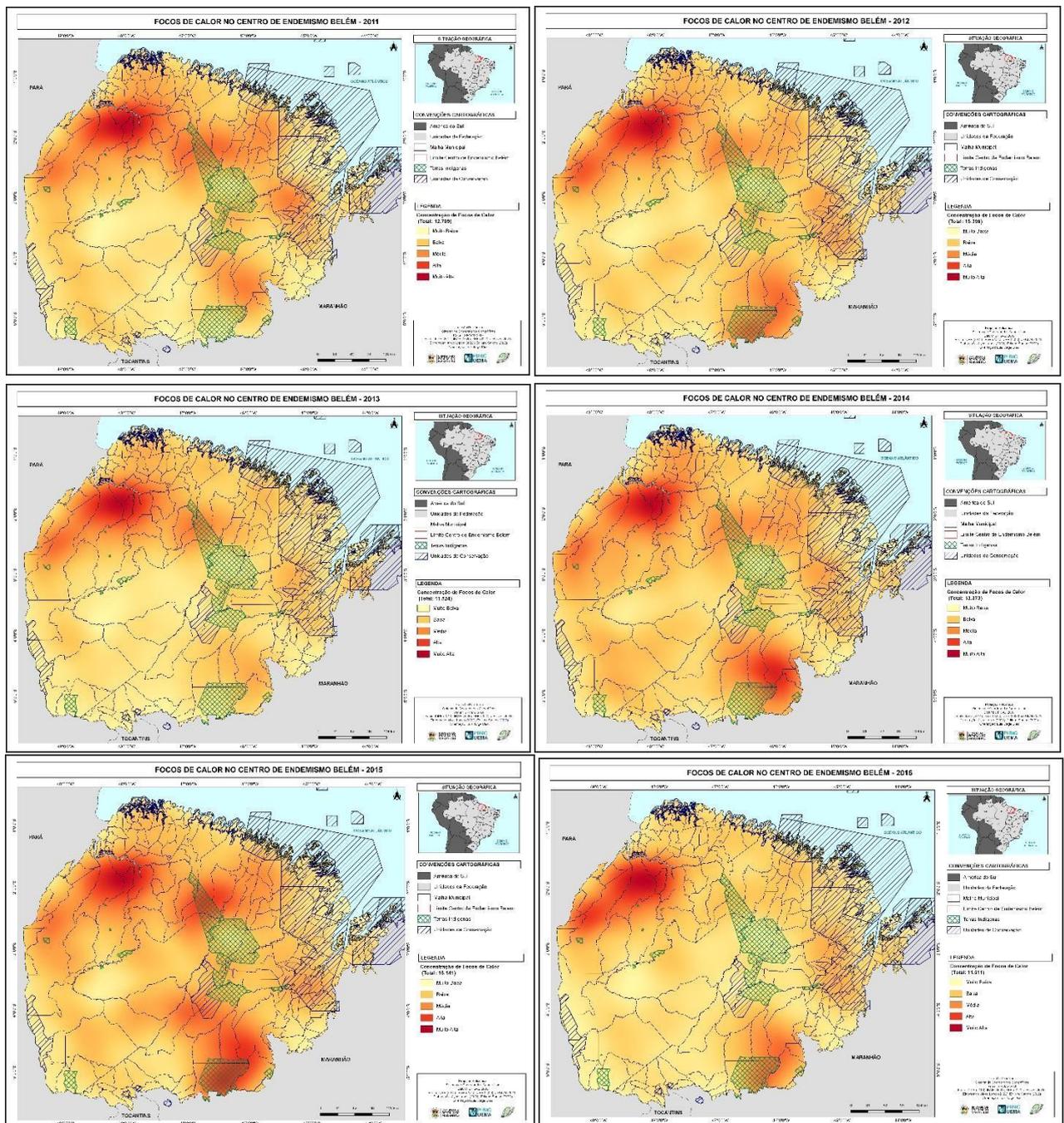
De fato, mediante análise é possível observar no mapa que nesse ponto tem se a presença maior de indícios de focos de calor no mapa. Partindo de outro ponto, nota-se que ao Norte do mapa perto das TIs os focos se apresentam de muito baixa a baixa. Já no Sudoeste consta também as mesmas classes muito baixa a baixa. Paralelo a isso, no estado do Maranhão percebe-se a distribuição dos focos diferentemente do que foi visto no ano anterior em que os pontos estavam mais concentrados em determinadas áreas.

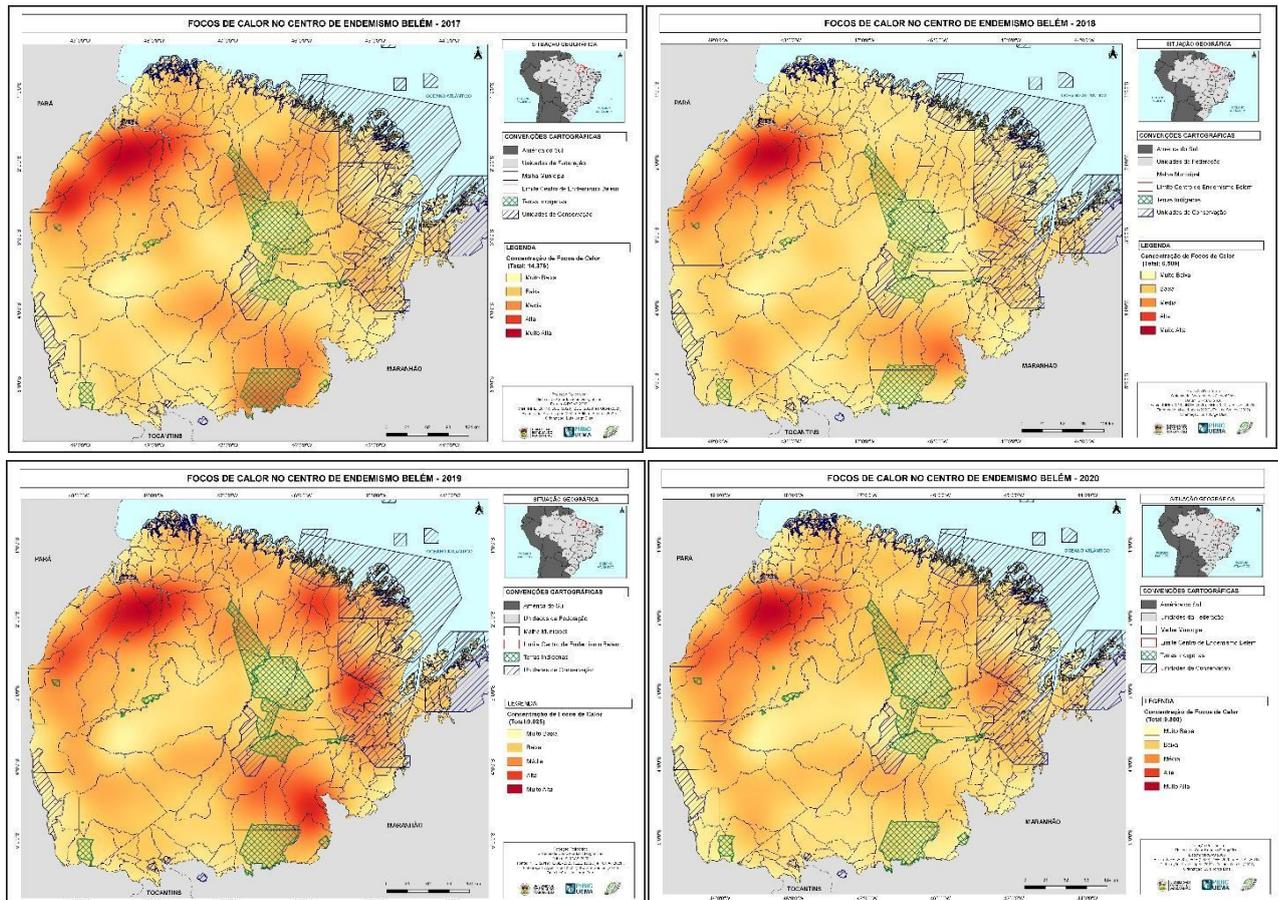
Logo, no Nordeste do mapa, perto das UCs é possível visualizar que os focos de calor se encontram em muito baixa a média. Bem como, na parte Sudeste que são classificadas como muito baixa a baixa. De forma contrária, ao analisar o estado do Tocantins verifica-se

que foi o único Estado do CEB que não apresentou em suas classes o quantitativo de alta para muita alta, apesar de se manter inconstante em seu quantitativo de focos de calor para mais ou para menos em relação a um ano ou outro.

Porém o mesmo seguiu a sua margem de incidência de focos em sua área para muito baixa ou baixa. Por fim, nota-se que o quantitativo de focos de calor para o ano de 2020 de forma individual para os Estados que integram o Centro de Endemismo Belém / CEB – Pará, Maranhão e Tocantins foram de 6.170, 3.544 e 86 respectivamente, no entanto já para a estimativa total do número de concentração de focos de calor para CEB foi de 9.800 para o ano de 2020.

Figura 10 – Mosaico de mapas de focos de calor do ano de 2011 a 2020.





Fonte: Elaborada pela autora, (2024).

Ao analisar os mapas de focos de calor do ano de 2000 a 2020, foi possível analisar que as concentrações de focos de calor muito alta persistem ao longo dos anos ao Sudeste, Sudoeste e ao Noroeste do Centro de Endemismo Belém (CEB), na qual é visível as pressões das queimadas ao redor das Terras Indígenas (TIs) e Unidades de Conservação (UCs) em que são causadas pelas ações de agentes sociais e intensificadas por fenômenos naturais.

Compreendesse que já existe leis que são aplicadas como o art.41 da Lei 9.605/98 que diz o seguinte; provocar incêndio em mata ou em floresta tem pena ou a reclusão, de dois a quatro anos e multa e o novo Código Ambiental, que é a Lei 12.651, de 25 de maio de 2012, em que estabelece normas gerais a proteção da vegetação nativa na qual inclui áreas de Reserva Legal e de uso Restrito, de Preservação permanentes e exploração florestal.

4.3 Estratégias de mitigação de danos ao ambiente do Centro de Endemismo Belém (CEB).

A biorregião do Centro de Endemismo Belém (CEB) se encontra em constante ameaça de significativos índices de queimadas, como as concentrações muito altas de focos de calor durante os anos de 2000 a 2020 geralmente nas posições: Sudeste, Sudoeste e ao Noroeste do CEB, em que foram demonstrados nesta pesquisa alta e média concentração de focos de calor em quase todo o território. É por isso, que é conveniente que haja uma proposta de estratégias de mitigação de danos ao ambiente do CEB na qual possam reduzir ou aliviar os efeitos das queimadas nesta biorregião que tem uma grande importância biogeográfica.

Logo, será imprescindível o uso da educação ambiental, em que existe uma lei vigente no Brasil, que consequentemente serve para a área do Centro de Endemismo Belém, que é a Lei Nº 9.795, de 27 de abril de 1999, para um maior entendimento, na qual deixa claro que:

Art.1º Entendem-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade. (BRASIL, 1999).

No entanto, como pressuposto na Lei, tudo se inicia pela fase de educação ambiental pois é nesse momento que se constroem competências que dão importância para a conservação do ambiente em que vivemos e isso de fato tem uma grande relevância na sociedade pois quando cuidamos do ambiente consequentemente zelamos a qualidade de vida e a sustentabilidade de todos.

As consequências do não uso da educação ambiental e de não ter estratégias de mitigação levam a vários problemas ambientais como: o desmatamento; queimadas; ocupação desordenada; poluição; o avanço da fronteira agrícola; a perda de habitat e outros, na qual se intensificam ao longo dos anos. Esses problemas não são recentes e causam a degradação do bioma Amazônico e consequentemente do Centro de Endemismo Belém que se localiza dentro desse bioma.

Existe alguns desafios para o combate das queimadas e dos desmatamento no Centro de Endemismo Belém, como por exemplo a resistência da utilização de uso arcaico de práticas de manejo de uso do solo, falta de uma maior divulgação de alternativas de práticas mais sustentáveis na qual possa ser utilizada no manejo de uso do solo e um maior engajamento

tanto das esferas estaduais que envolvem o CEB como também a República Federativa do Brasil. Além disso, pode-se observar o quadro (1) abaixo, na qual se trata de algumas propostas de mitigação para o ambiente do Centro de Endemismo Belém na qual podem ser subsidiadas por políticas públicas em que possam prover a minimização dos impactos ocasionados pelas queimadas.

Quadro 1 – Propostas de mitigação para o CEB.

MITIGAÇÃO	DESCRIÇÃO	DESVANTAGENS
Sistemas agroflorestais e pastagem ecológica, sistema silvipastoril Voisin.	O sistema agroflorestal consiste em cultivos de plantas arbóreas e agrícolas em uma mesma parcela de maneira integrada. Já o manejo de pastagem especificamente o sistema silvipastoril Voisin, trata-se da criação de gados em ambientes que combinam espécies arbóreas e forrageiras.	Não tem desvantagens, foi uma das alternativas que teve mais apoio do governo brasileiro.
Prática de corte sem queima, trituração da capoeira.	A trituração da capoeira favorece na fertilização e adubação do solo.	As desvantagens dessa prática é que requer muita mão de obra e existe uma indisponibilização dessa mão de obra.
Prática de corte sem queima, uso de leguminosas.	As leguminosas são espécies de crescimento rápido em que tem o intuito de conter o crescimento da vegetação secundária. Alguns tipos de vegetação leguminosas, são: banana; mucuna-preta; mamona e feijão forrageiro	A desvantagem da utilização desta técnica é a impossibilidade de gerar receita em seu primeiro ano de cultivo e indisponibilização de mão de obra
Educação Ambiental	Tem como responsabilidade formar indivíduos em um modelo de desenvolvimento sustentável e melhorar a condição de vida da população.	Não tem desvantagens, só necessita de investimentos do governo para a educação ambiental da população sendo por meio de: escolas públicas, privadas, mini cursos, palestras, internet e outros meios de comunicação.

Fonte: Adaptado de MORELLO *et. al.* (2017) e CABRERA (2014).

No entanto, é de grande importância aplicar algumas dessas propostas de mitigação ao Centro de Endemismo Belém, especificamente nas áreas que sofrem essa grande pressão e que conseqüentemente é intensificada pelas ações antropogênicas. Ademais, algumas áreas do

CEB, na qual, contém uma contínua alta concentração de focos de calor que é ao Noroeste, Sudeste e ao Sudoeste. Portanto, é de imprescindível necessidade a colaboração das esferas estaduais, municipais, federal, e dos habitantes dessa biorregião, para que haja uma minimização das queimadas, aliviando a perda da biodiversidade local que é de imensurável valor biogeográfico.

5. CONCLUSÃO

Pode-se afirmar que as duas décadas de focos ativos de calor no Centro de Endemismo Belém (CEB) apresenta vastos dados de queimadas na biorregião, como se observou nas figuras de gráficos, mapas e nas fotos tiradas em campo na qual foi exposto neste trabalho, pode-se perceber que existe inúmeros fatores que causam essa degradação ambiental, fazendo com que haja grandes problemas ao meio ambiente e direcionando para outras questões como o efeito estufa.

Entretanto, um dos grandes problemas é a extração de madeira que tira a cobertura vegetal da terra favorecendo com que o Centro de Endemismo Belém (CEB), fique propício para queimadas. No entanto, observou-se que as construções de cidades; estradas, ferrovias e a agricultura, também favoreceram a queimada e o desmatamento e a perda de habitat natural proporcionando a degradação do Centro de Endemismo Belém.

Na pesquisa de campo, foi feita uma viagem em alguns municípios do estado do Maranhão e do Pará, uns desses municípios foram: Araras que fica próximo de Santa Luzia do Tide – MA; Buriticupu – MA; Nova Vida/Bom Jesus das Selvas – MA; São Francisco do Brejão – MA; Imperatriz – MA; Abel Figueiredo - PA e Jacundá - PA. Compreendesse, nessa pesquisa de campo, um pouco da dinâmica dos territórios, na qual, pode-se observar em algumas dessas áreas a perda de habitat por acomodações de indivíduos e o crescimento dessas acomodações na qual levou a criação de rodovias, estradas, ferrovias como o cruzamento linha da ferrovia Norte-Sul, perca da mata nativa, prática da agricultura e manejo de pastagem.

Consequente a isso, observou-se a retirada da vegetação em vários lugares em que resultou nas intensificações de voçorocas, além disso, foi possível notar vários focos de queimadas durante a viagem de campo em que a maioria desses focos de queimadas são causadas por agricultores pois estão preparando o terreno para o plantio de grãos.

Todavia, observou-se por pesquisas bibliográficas que o fenômeno climático como o *El Niño* colabora para que o clima fique mais seco, na qual deixa favorável para o aumento de incidências de incêndios, além disso, foi possível analisar dados por meio do INPE sobre os focos ativos de calor. As observações feitas, do Centro de Endemismo Belém (CEB), não é uma realidade incomum com os outros sete Centros de Endemismo existente na Amazônia, a acerca de suas áreas endêmicas que na maioria são desmatadas, queimadas e destruídas para que haja acomodações de indivíduos, consequente a isso acontece degradação do bioma da Amazonas e põem espécies em risco de extinção.

Porém o Centro de Endemismo Belém é o que está em maior ameaça pois é o mais antigo em ocupação humana e apesar dos monitoramentos que são feitos pelo INPE e as duas leis que são : art.41. da lei 9.605/98 e lei 12.651, de 25 de maio de 2012, na qual preponderam o Brasil e são utilizadas para uma possível resolução dos eventos que afetam essa área de imenso valor biogeográfico em que ainda não foi possível controlar totalmente a perda que o bioma sofreu e ainda vem sofrendo com as queimadas e outros perigos causados por meios naturais e antropogênicas. Logo, o Centro de Endemismo Belém (CEB) requer uma atenção maior do governo, um melhor monitoramento dessa área e a conscientização de todos que habitam nessa biorregião, para que tenham a conscientização de preservar essa área de grande valor biogeográfico e por fim que tenham consciência do que as práticas de queimadas e desmatamentos causam ao bioma.

Outrossim, para uma maior prevenção das queimadas, é necessário:

- Evitar o descarte de cigarros ou materiais que estejam em chamas.
- Reduzir o desmatamento
- É preciso haver uma conscientização para todos os indivíduos, principalmente para agricultores que ainda utilizam de suas práticas arcaicas de fazerem queimadas para preparação dos terrenos para os plantios.
- Um monitoramento maior na Amazônia e nas áreas de endemismo como o CEB e outras para evitar queimadas e incêndios e ter uma atenção redobrada quando o clima ficar mais seco e a temperatura subir, fica propício para que haja mais queimadas
- Obedeça às Leis de Crimes Ambientais (Lei nº 9.605/1998)

Provocar queimadas em qualquer tipo de situação é crime e existem leis que regem em torno, a queimada com todos os seus efeitos, causa doenças para os indivíduos como infecções do sistema respiratório, asma, bronquite, alergia na pele e ocasiona a degradação do bioma fazendo com o que daqui a alguns anos, não exista mais o bioma da Amazônia no Centro de Endemismo Belém.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, A. et al. Uso do fogo na Amazônia: Estudos de caso ao longo do arco de desmatamento. **World Bank, unpublished report**, 1997.

AMAZÔNIA. **Focos de queimadas na Amazônia em junho foram os maiores para o mês nos últimos 13 anos, diz Inpe**. G1. Disponível em: <<https://g1.globo.com/natureza/noticia/2020/07/01/focos-de-queimadas-na-amazonia-em-junho-foram-os-maiores-para-o-mes-desde-2007-diz-inpe.ghtml>>. Acesso em: 31 jul. 2023.

ARAGÃO, Luiz Eduardo OC et al. Spatial patterns and fire response of recent Amazonian droughts. **Geophysical Research Letters**, v. 34, n. 7, 2007.

ARAÚJO, EP de; LOPES, Jucivan R.; CARVALHO FILHO, Raimundo. Aspectos socioeconômicos e de evolução do desmatamento na Amazônia maranhense. **Amazônia maranhense: diversidade e conservação. Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém**, p. 35-46, 2011.

BDQueimadas - Programa Queimadas – INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). Inpe.br. Disponível em: <<https://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/bdqueimadas>>. Acesso em: 31 jul. 2023.

BECKER, B. K.. **Amazônia: geopolítica na virada do III Milênio**. Rio de Janeiro: Garamond, 2007a. 169 p.

BONTEMPO, Gínia César et al. Registro de Ocorrência de Incêndio (ROI): evolução, desafios e recomendações. **Biodiversidade Brasileira**, v. 1, n. 2, p. 247-263, 2011.

BOWMAN, Maria S.; AMACHER, Gregory S.; MERRY, Frank D. Uso e prevenção do fogo pelas famílias tradicionais na Amazônia brasileira. **Economia Ecológica**, v. 67, n. 1, pág. 117-130, 2008.

BRASIL. **Lei nº 9.605 de 12 de fevereiro de 1998**. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Brasília: Presidência da República, [1998]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19605.htm. Acesso em: 31 jul. 2023.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Brasília: Presidência da República, [2012]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm. Acesso em: 20 dez. 2023.

BRASIL. **Lei Nº 9.795, de 27 de abril de 1999**. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Brasília: Presidência da República, [1999]. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19795.htm>. Acesso em: 01 fev. 2024.

BRAZ, L. C.; PEREIRA, J. L. G.; FERREIRA, L. V.; THALÊS, M. C. A situação das áreas de endemismo da Amazônia com relação ao desmatamento e às áreas protegidas. **Boletim de Geografia**, Maringá. V. 34, n. 3, (p. 45-62), maio, 2017.

CABRERA, Lilian Graciele Couto. A Educação Ambiental como ferramenta de mitigação dos problemas ambientais de Maringá-PR. 2014.

CARVALHO, C. J. B. **Padrões de endemismos e a conservação da biodiversidade**. Megadiversidade, V 5, N. 1-2, (P. 77-86), dezembro, 2009.

CARVALHO, R.S. (2017). Análise Temporal da Cobertura Vegetal do Perímetro Urbano de Marabá/PA de 2006 a 2016. In: **XVI Simpurb -Simpósio Nacional de Geografia Urbana**, Vitória, 3790-3809.

CELENTANO, Danielle *et. al.* Desmatamento, degradação e violência no " Mosaico Gurupi" - A região mais ameaçada da Amazônia. **Estudos Avançados**, v. 32, p. 315-339, 2018.

CORDEIRO, Leonardo Corrêa *et. al.* Análise temporal da ocorrência de focos de calor e uso e cobertura do solo no município de Marabá, Pará, Brasil. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 1, p. e49011125198-e49011125198, 2022.

CORRÊA, Camila Ribeiro; ALENCAR, Rômulo Carlos Carneiro. Focos de queimadas em unidades de conservação. **Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto-SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil**, v. 13, 2013.

COSTA, Eugênio P. et al. Incêndios florestais no entorno de unidades de conservação-estudo de caso na Estação Ecológica de Águas emendadas, Distrito Federal. **Ciência Florestal**, v. 19, p. 195-206, 2009.

COUTINHO, Leopoldo Magno. Fire in the ecology of the Brazilian cerrado. In: **Fire in the tropical biota: ecosystem processes and global challenges**. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1990. p. 82-105.

CUNHA, A. M. C.; LIMA, C. A.; DIETZSCH, L. Levantamento de áreas de maior risco de incêndios através de dados NOAA12. Estudo de caso: Reserva Biológica do Guaporé. **Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto [online]**, p. 4439-4446, 2007.

DA SILVA DIAS, Luiz Jorge Bezerra *et. al.* Evolução da dinâmica das pressões antropogênicas sobre paisagens naturais do centro de endemismo belém, amazônia oriental.

DA SILVA, Márcio Bernardino. Áreas de endemismo: as espécies vivem em qualquer lugar, onde podem ou onde historicamente evoluíram. **Revista da Biologia**, v. 7, p. 12-17, 2011.

DE. **IBGE atualiza limites de municípios no mapa da Amazônia Legal | Agência de Notícias**. Agência de Notícias - IBGE. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/30958-ibge-atualiza-limites-de-municipios-no-mapa-da-amazonia-legal>>. Acesso em: 18 fev. 2024.

DE ALMEIDA, Arlete Silva; VIEIRA, Ima Célia Guimarães. Centro de endemismo Belém: status da vegetação remanescente e desafios para a conservação da biodiversidade e restauração ecológica. **Revista de Estudos Universitários-REU**, v. 36, n. 3, 2010.

DE ARAÚJO FÉLIX, Gleidson et al. Avaliação da eficiência de combate aos incêndios florestais em unidades de conservação brasileiras. **Floresta**, v. 48, n. 1, p. 113-122, 2018.

DIEGUES, A. **A dinâmica social do desmatamento na Amazônia: populações e modos de vida em Rondônia e Sudeste do Pará**. NUPAUB São Paulo: 1993.

DOMINGUES, Mariana Soares; BERMANN, Célio. O arco de desflorestamento na Amazônia: da pecuária à soja. **Ambiente & sociedade**, v. 15, p. 1-22, 2012.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA [homepage on the internet]. **Principais focos e fontes de queimadas no Brasil e suas causas**. Disponível em: <<http://www.preveqmd.cnpm.embrapa.br/focos.htm>>. Acesso em: 22 de julho de 2023.

FEARNSIDE, Philip M. Fogo e emissão de gases de efeito estufa dos ecossistemas florestais da Amazônia brasileira. **Estudos Avançados**, v. 16, p. 99-123, 2002.

FERREIRA, Daniel Assumpção Costa et al. O uso dos focos de calor imageados pelo satélite NOAA-AVHRR para identificação das áreas em processo de desflorestamento. **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, v. 12, p. 2145-2142, 2005.

FONSECA-MORELLO, Thiago *et. al.* Queimadas e incêndios florestais na amazônia brasileira: porque as políticas públicas têm efeito limitado? 1. **Ambiente & sociedade**, v. 20, p. 19-38, 2017.

GASCÓN, Ruth Salazar; FERREIRA, Cassia de Castro Martins. Focos de queimadas na Gran Sabana, Parque Nacional Canaima, Venezuela, uma análise desde 2003 até 2010. **Geosaberes: Revista de Estudos Geoeducacionais**, v. 6, n. 3, p. 181-189, 2015.

GERUDE, Rafael Gomes. Focos de queimadas em áreas protegidas do Maranhão entre 2008 e 2012. **Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto-SBSR. Foz do Iguaçu-PR**, 2013.

GERWING, Jeffrey; VIDAL, Edson. Degradação de florestas pela exploração madeireira e fogo na Amazônia. **Série Amazônia**, v. 20, p. 26, 2002.

GONÇALVES, Karen dos Santos; CASTRO, Hermano Albuquerque de; HACON, Sandra de Souza. As queimadas na região amazônica e o adoecimento respiratório. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 1523-1532, 2012.

Gragnani, J. Amazônia: Como El Niño ajudou a devastar 2,5 bilhões de árvores e cipós em meio a seca e incêndios. **Portal de Notícias da Globo - G1**, 26 jul, 2021. Disponível em: <<https://g1.globo.com/natureza/noticia/2021/07/26/amazonia-como-el-nino-ajudou-a-devastar-25-bilhoes-de-arvores-e-cipos-em-meio-a-seca-e-incendios.ghtml>>. Acesso em: 31 jul. 2023.

HOMMA, Alfredo Kingo Oyama et al. Madeira na Amazônia: extração, manejo ou reflorestamento?. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, v. 7, n. 13, p. 147-161, 2011.

JESUS, S. C.; SETZER, A. W.; MORELLI, F. Validação de focos de queimadas no Cerrado em imagens TM/Landsat-5. In: XV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO – SBSR. **Anais...** Curitiba, PR: Inpe, 2011

JESUS, Janisson Batista de et al. Análise da incidência temporal, espacial e de tendência de fogo nos biomas e unidades de conservação do Brasil. **Ciência Florestal**, v. 30, p. 176-191, 2020.

KAUFMAN, Y. J. et al. Remote sensing of biomass burning in the Amazon. **Remote Sensing Reviews**, v. 10, n. 1-3, p. 51-90, 1994.

KLINK, C. A.; MACEDO, R. H.; MUELLER, C. C. De grão em grão o Cerrado perde espaço. **WWF-Brasil & PRO_CER, Brasília**, 1995.

LOPES, J. A. V.; DIAS, L. J. B.; BEZERRA, B. R. R.; LIMA, B. R. L.; MOREIRA, C. S.; BISPO, T. A. M. Fronteiras econômicas e transformações territoriais: formatação de espaços e suas dinâmicas sociopolíticas no Estado do Maranhão. In: BURNETT, C.F.L.; LOPES, J.A.V.; DIAS, L.J.B. (orgs.). **Território, política e economia do Maranhão: quatro séculos de ocupação territorial produtiva sob um novo e desafiador processo de desenvolvimento**. São Luís: EDUEMA, 2017. p. 37-99.

Margulis, S. **Causas do desmatamento da Amazônia Brasileira**. Brasília: Banco Mundial. 2003.

MEDEIROS, Marcelo Brilhante de; FIEDLER, Nilton Cezar. Incêndios florestais no Parque Nacional da Serra da Canastra: desafios para a conservação da biodiversidade. **Ciência Florestal**, v. 14, p. 157-168, 2004.

MÉLO, Anailton Sales et al. Suscetibilidade do ambiente a ocorrências de queimadas sob condições climáticas atuais e de futuro aquecimento global. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 26, p. 401-418, 2011.

MORTON, D. C. et al. Agricultural intensification increases deforestation fire activity in Amazonia. **Global Change Biology**, v. 14, n. 10, p. 2262-2275, 2008.

NHONGO, Eufrásio João Sozinho; FONTANA, Denise Cybis; GUASSELLI, Laurindo Antônio. Padrões espaciais mensais de focos de calor a partir de estimativa de densidade de kernel, na reserva do niassa-moçambique. 2019.

PICOLI, F. **O capital e a devastação na Amazônia**. São Paulo: Expressão Popular, 2006. 255 p.

QUADROS, Camila; NARVAES, Igor; SOUZA, Arlesson. Análise e conceituação dos padrões de degradação florestal em imagens landsat8/sensor oli e irs2/sensor awifs, no estado do pará, na Amazônia legal brasileira. 2015.

Queimada na Amazônia tem impacto mais severo na seca, aponta estudo. Natureza. Disponível em: <<https://g1.globo.com/natureza/noticia/2014/04/queimada-na-amazonia-tem-impacto-mais-severo-na-seca-aponta-estudo.html>>. Acesso em: 31 jul. 2023.

RIBEIRO, Helena; ASSUNÇÃO, João Vicente de. Efeitos das queimadas na saúde humana. **Estudos avançados**, v. 16, p. 125-148, 2002.

RIO TERRA. Conservação da biodiversidade na Amazônia. III Seminário Perspectivas Florestais para a Conservação da Amazônia, Porto Velho, 2014. Disponível em: <https://rioterterra.org/wp-content/uploads/2011/07/Leandro-Valle-Seminario-perspectivas-florestais.pdf>. Acesso em: 31 jul. 2023.

ROCHA, M. I. S.; NASCIMENTO, Diego Tarley Ferreira. Distribuição espaço-temporal das queimadas no bioma Cerrado (1999/2018) e sua ocorrência conforme os diferentes tipos de cobertura e uso do solo. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 14, n. 3, p. 1220-1235, 2021.

SANTOS, J. F.; SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. Perfil dos incêndios florestais no Brasil em áreas protegidas no período de 1998 a 2002. **Floresta**, Curitiba, v. 36, n.1, p. 93-100, 2006.

SETZER, Alberto; MORELLI, Fabiano; RIVERA-LOMBARDI, Roberto. Estimativa quinzenal de áreas queimadas. 2007.

SILVA, J. M. C.. Áreas de endemismo, corredores de biodiversidade e a conservação da Amazônia. In: PERES, C.A.; BARLOW, J.; GARDNER, T. A.; VIEIRA, I.C.G. (orgs.). **Conservação da biodiversidade em áreas antropizadas no Brasil**. Curitiba: Ed. UFPR, 2013. p. 505-513.

SILVA, JMC da; RYLANDS, A. B.; FONSECA, GAB da. O destino das áreas de endemismo da Amazônia. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 124-131, 2005.

Tecnologias ajudam a evitar uso do fogo na agricultura - Portal Embrapa. Embrapa.br. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/18132512/tecnologias--ajudam-a-evitar-uso-do-fogo-na-agricultura#:~:text=Outra%20alternativa%20para%20uma%20agricultura,equipado%20com%20triturador%20de%20capoeira.>>. Acesso em: 23 fev. 2024.

TORRES, Fillipe Tamiozzo Pereira et al. Mapeamento do risco de incêndios florestais utilizando técnicas de geoprocessamento. **Floresta e Ambiente**, v. 24, 2017.

TORRES, Fillipe Tamiozzo Pereira et al. Perfil dos incêndios florestais em unidades de conservação brasileiras no período de 2008 a 2012. **Floresta**, v. 46, n. 4, p. 531-542, 2017.

TOMZHINSKI, Gustavo Wanderley Tomzhinski; COURA, Pedro Henrique Ferreira; DO COUTO FERNANDES, Manoel. Avaliação da detecção de focos de calor por sensoriamento remoto para o Parque Nacional do Itatiaia. **Biodiversidade Brasileira**, v. 1, n. 2, p. 201-2011, 2011.