



Universidade Federal
de São João del-Rei
Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGeog)

ANÁLISE TEMPORAL E ESPACIAL DA OCORRÊNCIA DE QUEIMADAS NO PARQUE NACIONAL DO MAPINGUARI

Débora Aparecida Silva dos Santos

Dissertação de Mestrado do Curso de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de São João del-Rei, orientada pelo Dr. Leonardo Cristian Rocha e coorientada pelo Dr. Gabriel Pereira.

UFSJ
São João del-Rei
2022



Universidade Federal
de São João del-Rei
Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGeog)

ANÁLISE TEMPORAL E ESPACIAL DA OCORRÊNCIA DE QUEIMADAS NO PARQUE NACIONAL DO MAPINGUARI

Débora Aparecida Silva dos Santos

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de São João del-Rei, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Geografia.

Área de concentração: Análise Ambiental e Territorial

Linha de pesquisa: Dinâmica das Paisagens Naturais

Orientador: Leonardo Cristian Rocha

Coorientador: Gabriel Pereira

UFSJ
São João del-Rei
2022



Universidade Federal
de São João del-Rei
Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGeog)

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**ANÁLISE TEMPORAL E ESPACIAL DA OCORRÊNCIA DE QUEIMADAS
NO PARQUE NACIONAL DO MAPINGUARI.**

Autora: Debora Aparecida Silva dos Santos

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Cristian Rocha

A Banca Examinadora composta pelos membros abaixo aprovou esta dissertação:

LEONARDO CRISTIAN
ROCHA:00936801638



Prof. Dr. Leonardo Cristian Rocha – Orientador

Universidade Federal de São João del-Rei - UFSJ
FRANCIELLE DA SILVA
Assinado de forma digital por FRANCIELLE DA
SILVA CARDOZO:00717090965

CARDOSO:00717090965

Dados: 2022.07.25 10:08:15 -03'00'

Profa. Dra. Francielle da Silva Cardozo

Universidade Federal de São João del-Rei - UFSJ

Guilherme Augusto V. Mataveli

Prof. Dr. Guilherme Augusto Verola Mataveli
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE

São João del-Rei

22 de Julho de 2022

DEDICATÓRIA

Por Deus e pelo meu anjo Olívia.

Esta grande conquista,

Dedico...

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus e a Padre Pio que estão sempre ao meu lado me guiando em todos os caminhos. Creio que a fé é o princípio de todas as coisas e sem não poderia chegar tão longe.

À minha mãe Cláudia que sempre foi e é presente na minha vida, que me incentiva sempre a buscar o melhor e que sempre acredita que vou conseguir mesmo com todas as dificuldades, ao meu pai Luís que junto com a minha mãe sempre foi meu alicerce, minha base e meu melhor amigo. Aos meus irmãos Luís Cesar e Luís Fernando que sempre me apoiam e mesmo com toda a distância estão ao meu lado de alguma forma. Às minhas cunhadas Michele e Adriene, agradeço por estarem ao meu lado sempre que preciso.

Ao meu marido e amigo Dalmys que me apoiou desde o princípio do mestrado, o qual não mediu esforços para me ajudar da melhor forma possível.

Aos meus amigos de faculdade Leticia, Thamires, Rafael Lino, Wellington e Rafael Fernandes, pois são meus exemplos, meu apoio e incentivo. Minhas amigas de infância Sheila, Marielle, Silvia, Sany e Rafaela por todos os momentos e risadas de descontração, e principalmente pela amizade e companheirismo. À minha amiga e irmã de coração Rafaela Duarte que esteve ao meu lado durante esses anos de mestrado, me incentivando e fazendo o que fosse possível para me ajudar.

Aos meus amigos de mestrado que passaram pelo meu caminho e contribuíram de forma significativa. Minha amiga Shayenne que me ajudou do início ao fim da minha dissertação sempre me apoiando nas horas mais difíceis, muito obrigada.

À orientação, atenção, paciência, dedicação e ensinamentos de sempre do professor Dr. Gabriel Pereira ao longo da minha formação, além da contribuição integral (presencial e a distância devido o COVID-19) em todas as etapas desde a concepção desta pesquisa. Não seria possível descrever como foi importante do início até chegar aqui. Ao meu orientador Dr. Leonardo Cristian Rocha por aceitar e estar à disposição em todo processo.

Ao Dr. Guilherme Augusto Verola Mataveli, a professora Dra. Francielle da Silva Cardozo e ao Dr. Mucio Figueiredo por terem aceitado participar da banca avaliadora, contribuindo com suas considerações na revisão e correção textual que enriqueceram meu trabalho.

A todos que passaram pelo meu caminho e de alguma forma contribuíram para que esse projeto se concretizasse. Muito obrigada.

A minha pequena, minha Maria Madalena que já me transformou tanto e a qual espero ansiosamente, por passarmos algumas noites em claro para entregar a dissertação a tempo, pelos seus chutes para me lembrar que não estou sozinha nunca e que Deus me deu o maior presente de todos, a mamãe te ama e te aguarda ansiosa. Obrigada.

No fim apesar de não entregar o trabalho na data prevista, nem tudo sair como planejado, creio que Deus preparou o momento certo para que fosse no tempo Dele onde tudo é perfeito.

RESUMO

As práticas de queimadas possuem registros históricos relacionados às necessidades de sobrevivência e aos poucos veio ganhando espaço como ferramenta indispensável no setor agrícola e ocupação do solo, destinado a abertura de novos pastos e cultivos agrícolas. O processo de queima de maneira desenfreada causa danos irreparáveis a biodiversidade em áreas de clima equatorial, entre outros danos como à saúde humana e a contribuição para o aquecimento global. Visando a conservação de biomas e espécies em extinção são criadas Unidades de Conservação (UCs), que pré-estabelecem medidas para a preservação e uso consciente dos recursos naturais, os Parques Nacionais são unidades de conservação que permitem a interação de comunidades com o meio ambiente. Um dos maiores desafios das UCs é o controle total das atividades que ocorrem dentro de seus limites, visto que esse é um fator que inclui diversos órgãos em conjunto, e quando há falhas, ações como desmatamento e queimadas ocorrem sem nenhum tipo de controle. O estudo tem como objetivo realizar uma análise temporal e espacial da ocorrência das queimadas utilizando imagens dos sensores acoplados aos satélites LANDSAT5, LANDSAT7, LANDSAT8, dentro do período de 34 anos, sobre as cicatrizes ocorridas dentro do Parque Nacional do Mapinguari, devido a intensidade da ocorrência de queimadas dentro da floresta Amazônica e a dificuldade de recuperação desse bioma, realizando um comparativo aos diferentes tipos de uso e ocupação do solo, que levam a ocorrência do processo de queima. Os mapas resultantes do processo de vetorização de queimadas no software *SPRING*, juntamente com as ferramentas do *ArcGis* possibilitaram o cruzamento de dados disponibilizados pela plataforma MapBiomas de uso e ocupação do solo. Os resultados mostram um aumento considerado das queimadas desde 1985, sendo observado que mesmo a partir do ano de 2008 da Criação do PNM as queimadas permanecem com altos índices, juntamente desses mapas, o uso e ocupação do solo destinado a abertura de pastagens e novos cultivos, representa significativamente o aumento das queimadas ao longo dos anos. O mapeamento e monitoramento de queimadas permitem a prevenção e o controle em áreas em que a biodiversidade deve ser preservada, por isso o estudo na região Amazônica se faz necessário visto a importância da preservação do seu bioma e a intensificação das taxas de queimadas, juntamente com a dificuldade de seu monitoramento.

Palavras-Chave: Queimadas; Unidades de Conservação; Sensoriamento Remoto.

TEMPORAL AND SPATIAL ANALYSIS OF THE OCCURRENCE OF BURNS IN THE MAPINGUARI NATIONAL PARK

ABSTRACT

Burning practices have historical records related to survival needs and gradually gained space as an indispensable tool in the agricultural sector and land occupation, for the opening of new pastures and agricultural crops. The rampant burning process causes irreparable damage to biodiversity in equatorial climate areas, among other damages such as human health and contribution to global warming. Aiming at the conservation of biomes and endangered species, Conservation Units (UCs) are created, which pre-establish measures for the preservation and conscious use of natural resources, National Parks are conservation units that allow the interaction of communities with the environment. One of the biggest challenges of the UCs is the total control of the activities that occur within their limits, since this is a factor that includes several agencies together, and when there are failures, actions such as deforestation and burning occur without any type of control. The study aims to perform a temporal and spatial analysis of the occurrence of fires using images from sensors coupled to satellites LANDSAT5, LANDSAT7, LANDSAT8, within the period of 34 years, on the scars that occurred within the Mapinguari National Park, due to the intensity of the occurrence of fires within the Amazon forest and the difficulty of recovering this biome, making a comparison to the different types of use and occupation of the soil, that lead to the occurrence of the burning process. The maps resulting from the fire vectorization process in the SPRING software, together with the ArcGis tools, allowed the crossing of data made available by the MapBiomias platform on land use and occupation. The results show a considerable increase in fires since 1985, being observed that even from the year 2008 of the Creation of the PNM the fires remain with high rates, together with these maps, the use and occupation of the land destined to the opening of pastures and new crops, represents significantly the increase in fires over the years. The mapping and monitoring of fires allow the prevention and control in areas where biodiversity must be preserved, so the study in the Amazon region is necessary given the importance of preserving its biome and the intensification of fire rates, together with the difficulty of monitoring.

Key words: Fires; Conservation units; Remote sensing.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 3.1 MODELO CONCEITUAL DAS RESPOSTAS DOS RECURSOS ECOSISTÊMICOS EM RELAÇÃO A SEVERIDADE DO FOGO	30
FIGURA 3.2 EFEITO DAS QUEIMADAS AO CLIMA	31
FIGURA 3.3 UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DE USO SUSTENTÁVEL E PROTEÇÃO INTEGRAL	388
FIGURA 4.1 MAPA DE LOCALIZAÇÃO DOS PARQUE NACIONAL DO MAPINGUARI.....	41
FIGURA 6.1: DADOS DO MAPEAMENTO DE ÁREAS QUEIMADAS NO PARQUE NACIONAL DO MAPINGUARI E SEU ENTORNO NO BUFFER DE 10 KM ² NO PERÍODO DE 1985-1989.....	54
FIGURA 6.2: DADOS DO MAPEAMENTO DE ÁREAS QUEIMADAS NO PARQUE NACIONAL DO MAPINGUARI E SEU ENTORNO NO BUFFER DE 10 KM ² NO PERÍODO DE 1990-1994.....	55
FIGURA 6.3: DADOS DO MAPEAMENTO DE ÁREAS QUEIMADAS NO PARQUE NACIONAL DO MAPINGUARI E SEU ENTORNO NO BUFFER DE 10 KM ² NO PERÍODO DE 1995-1999.....	56
FIGURA 6.4: DO MAPEAMENTO DE ÁREAS QUEIMADAS NO PARQUE NACIONAL DO MAPINGUARI E SEU ENTORNO NO BUFFER DE 10 KM ² NO PERÍODO DE 2000-2004.....	57
FIGURA 6.5: DADOS DO MAPEAMENTO DE ÁREAS QUEIMADAS NO PARQUE NACIONAL DO MAPINGUARI E SEU ENTORNO NO BUFFER DE 10 KM ² NO PERÍODO DE 2005-2009.....	58

FIGURA 6.6: DADOS DO MAPEAMENTO DE ÁREAS QUEIMADAS NO PARQUE NACIONAL DO MAPINGUARI E SEU ENTORNO NO BUFFER DE 10 KM ² NO PERÍODO DE 2010-2014.....	59
FIGURA 6.7: DADOS DO MAPEAMENTO DE ÁREAS QUEIMADAS NO PARQUE NACIONAL DO MAPINGUARI E SEU ENTORNO NO BUFFER DE 10 KM ² NO PERÍODO DE 2015-2019.....	60
FIGURA 6.8: EVOLUÇÃO SEMESTRAL DA ANOMALIA DA TSM/NIÑO 12....	694
FIGURA 6.9: ANOMALIAS DAS PRECIPITAÇÕES ANUAIS DO PARQUE NACIONAL DO MANPIGUARI NOS ANOS DE 2001 A 2019.....	695
FIGURA 6.10: ANOMALIAS DAS PRECIPITAÇÕES ANUAIS DO PNM NOS ANOS DE 2001 A 2019.....	696
FIGURA 6.11: MAPA DE FREQUÊNCIA DAS ÁREAS QUEIMADAS NO PARQUE NACIONAL DO MAPINGUARI E NO SEU ENTORNO BUFFER DE 10 KM ² DE 1985 A 2019.	699
FIGURA 6.12: MAPA DE LOCALIZAÇÃO DO PNM.	71
FIGURA 6.13: MAPA DE USO E COBERTURA DO SOLO DO PNM E SEU ENTORNO <i>BUFFER</i> DE 10KM ² DE 1985 - 1990.....	72
FIGURA 6.14: MAPA DE USO E COBERTURA DO SOLO DO PNM E SEU ENTORNO <i>BUFFER</i> DE 10KM ² DE 1991 - 1996.....	73
FIGURA 6.15: MAPA DE USO E COBERTURA DO SOLO DO PNM E SEU ENTORNO <i>BUFFER</i> DE 10KM ² DE 1997 - 2003.....	74

FIGURA 6.16: MAPA DE USO E COBERTURA DO SOLO DO PNM E SEU ENTORNO *BUFFER* DE 10KM² DE 2004 - 2009..... 75

FIGURA 6.17: MAPA DE USO E COBERTURA DO SOLO DO PNM E SEU ENTORNO *BUFFER* DE 10KM² DE 2010 - 2016..... 76

FIGURA 6.18: MAPA DE USO E COBERTURA DO SOLO DO PNM E SEU ENTORNO *BUFFER* DE 10KM² DE 2016 - 2019..... 77

LISTA DE TABELAS

TABELA 6.1: VALORES DE REFERÊNCIA DA ÁREA DO MAPEAMENTO NO PERÍODO DE 1985-2019 EM KM² 61

TABELA 6.2: PRECIPITAÇÃO ANUAL DO PARQUE NACIONAL DO MAPINGUARI PARA O PERÍODO DE 1985 A 2019 63

TABELA 6.3: PORCENTAGEM DAS ÁREAS QUEIMADAS EM RELAÇÃO A ÁREA TOTAL DO PARQUE NACIONAL DO MAPINGUARI 68

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

PNM	Parque Nacional do Mapinguari
UC	Unidades de Conservação
EE	Earth Explorer
EMPRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EOS	Sistema de Observação Terrestre
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
L5	Landsat 5
L7	Landsat 7
L8	Landsat 8
MODIS	Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer
MSS	Multispectral Scanner System
OLI	Operational Land Imager
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
TM	Thematic Mapper
TIS	Thermal Infrared Sensor
CHIRPS	Climate Hazards Group InfraRed Precipitation

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	18
2 OBJETIVOS	23
2.1. Objetivo Geral	23
2.2. Objetivos Específicos	23
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	24
3.1. Processo das Queimadas	24
3.2. Impactos das Queimadas	27
3.3. Uso do solo e queimadas	32
3.4. Legislação dos Parques	34
3.5. Sensores no Processo da Queima	38
4. ÁREA DE ESTUDO	41
4.1. Parque Nacional do Mapinguari	41
5. MATERIAIS E MÉTODOS	45
5.1. Materiais Utilizados	45
5.1.1 Imagens Landsat	45
5.1.2. Dados de Precipitação – CHIRPS	46
5.1.4 SOFWARES E PROGRAMAS	47
5.2. Metodologia	47
5.2.1 Aquisição das Imagens	47
5.2.2 Tratamento das imagens	49
5.2.4 Validação das áreas queimadas	50
5.2.7 Mapas das áreas queimada	51
5.2.8 Frequência das áreas queimadas	51
5.2.9 MapBiomass	51
6. RESULTADOS	53

6.1. Resultado da análise das áreas mapeadas.....	53
6.2. Resultado dos Dados Convertidos do Uso e Cobertura da Terra em Áreas Queimadas	72
7. CONCLUSÃO.....	79
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81

1 INTRODUÇÃO

As queimadas são objetos de estudos desde tempos remotos, sua intensa causas devastação e diversificadas levam a pesquisas cada vez mais aprofundadas sobre o assunto. Contribuinte do efeito estufa, tem papel significativo na destruição da fauna e flora nativa e na saúde humana sendo assim intitulada um mal global. São diversos os motivos que induzem o processo de queima, desde o preparo do solo destinado para a agricultura, desmatamentos irregulares até causas acidentais. O Parque Nacional do Mapinguari situa-se dentro da floresta Amazônica, região de intensa prática ilegal do uso do solo, de acordo com Manilha (2020) durante os períodos de seca é quando há maior concentração de incêndios ilegais, o que reforça a importância desse estudo.

A região amazônica é de grande importância devido a sua extensa diversidade em fauna e flora. Suas riquezas atraem para si intensa atividade de exploração. A dificuldade de monitoramento muitas vezes permite a ilegalidade e extinção de seus recursos. Há registros de elevado nível de queimadas na região amazônica, tendo como principal motivo atividades agrícolas e cultivos (FUCHS, 2020).

Com os incentivos à agricultura e o aumento significativo de exportações a partir da década de 50, os produtores passam a explorar mais suas terras a fim da obtenção de maiores fontes de renda. Segundo (DA SILVA; BARICELO; VIAN, 2015) a tecnologia empregada em novas máquinas agrícolas, e a melhoria dos insumos trouxeram um aumento significativo na exploração do setor agroindustrial. Essas transformações levaram a exploração de novas terras e aberturas destinadas ao setor agropastoril e plantações diversas, utilizando de práticas primitivas como uso do fogo na maioria dessas ocupações. De acordo com Martins (2017), no processo do uso de queimadas como ferramenta na agricultura, é possível notar uma justificativa de que a prática utilizada pode ser fomentada devido a sua rapidez e baixo custo.

No processo de queima resultante dos desmatamentos há uma grande quantidade de gases liberadas. Esses gases são emitidos pela biomassa que é queimada; além do gás carbono (CO_2), também são liberados gases-traços metano (CH_4), monóxido de carbono (CO) e nitroso de oxigênio (N_2O). As consequências provindas desses gases causam efeitos instantâneos e ao longo prazo, sendo assim contribuintes para a perda da floresta original (FEARNSIDE, 2002). As queimadas são agentes que intensificam o aquecimento global, sendo a principal fonte de gás carbono liberada na atmosfera, entre outros gases resultantes do processo de queima (MÉLO et al., 2010). Ainda de acordo com Carmo et. al. (2010) as queimadas são responsáveis por 60% de partículas poluentes que atingem a atmosfera da floresta amazônica interferindo diretamente na sua composição química.

A queima de biomassa é um dos principais contribuintes para emissão de gases poluentes. Além disso, afetam e destroem diretamente a fauna e a flora, causam alterações no ciclo hidrológico, que conseqüentemente perde a capacidade de infiltração, aumentando o nível de erosões e enchentes (SOUZA, 2008).

De acordo com Hargrave, et al. (2013); Santos et al. (2017) a recorrência de queimadas faz com que essas áreas se tornem mais susceptíveis a impactos climáticos, pois durante as mesmas é reduzido as quantidades de biomassa e o estoque de carbono, contribuindo para significativas alterações climáticas devido a elevação das temperaturas. Ainda justifica (MARENCO, 2018) que devido a intensidade das queimadas na floresta Amazônica, irá desencadear um aumento da temperatura média até o século XXI, o que resultará em grandes desequilíbrios em ecossistemas fundamentais para a vida humana.

Apesar de processos distintos as queimadas e o desmatamento estão diretamente interligados, uma vez que geralmente após o desmatamento recorre-se a prática de queima, para limpeza do local onde houve o desmatamento (GONÇALVES et al., 2012). Apesar dos malefícios causados pelas queimadas, as medidas de prevenção e contenção de incêndios devem

ser ainda consideradas incompletas, visto que não extinguem por completo essa prática (ARBEX et al., 2004).

As queimadas na Amazônia possuem índices de crescimento exponencial e estão diretamente ligadas ao desmatamento, sendo este um antecedente para que as queimadas ocorram, os quais afetam diretamente e indiretamente na saúde humana (Carmo et al., 2010).

Intitula-se como maior agente causador de queimadas o homem, sendo que destina esse processo para fins agropecuários, como, abertura de pastos, recuperação de áreas para novas plantações, queima de pântanos, monocultura, entre outros. De acordo com Souza (2008), essas queimadas são resultantes de uma população cada vez mais agressiva e expansiva, que utiliza dessa técnica para manejo do solo.

Outro fator causador de queimadas, são os raios. Porém estes, está diretamente ligado a causas naturais meteorológicas, uma vez que esse fator também pode ser contribuinte para recuperação e conservação do ecossistema em biomas distintos, onde a prática permite a recuperação dos solos e a germinação de novas sementes (WHITLOCK, 2004)

A floresta Amazônia possui o maior bioma brasileiro, e influencia o mundo todo devido à grande diversidade de ecossistemas. Seu extenso território coberto por florestas e matas fechadas dificultam as atividades de proteção, sendo considerada alvo de exploração (MASULLO, 2018). Portanto o estudo dentro do Parque Nacional do Mapinguari se torna importante, para entender e analisar as queimadas realizadas dentro de sua área e como se dá o uso do solo.

De acordo com a UCB (2013), o Parque Nacional do Mapinguari foi criado no ano de 2008, com uma extensão de 1.744.852,00ha na região Amazônica e apesar de sua grande mata fechada ainda sofre com exploração de suas riquezas, desmatamentos, queimadas, extração mineral, atividades que ocorrem de forma ilegal e com deficiência na fiscalização.

As Unidades de Conservação (UCs) são determinadas a fim de se controlar, manter e preservar áreas de grande interesse, onde é notável a riqueza de fauna e flora que devem ser mantidas fora do alcance dos danos causados pelo homem. Assim os incêndios ocorridos nessas áreas devem ser minimizados com base no monitoramento constante e prevenção de acidentes dentro da mesma (IBRAM, 2016). Afirma-se que o número de UCs vem crescendo nas últimas décadas, sendo considerada a única forma capaz de proteger a biodiversidade que existe no território brasileiro (DEAN, 1996).

Apesar de todos os pontos positivos que são evidenciados pelas UCs, persistem dúvidas, pois ao que se sabe mesmo sendo intituladas "Conservadas" as áreas sofrem com a ação do homem. Morelli et al. (2009) afirma que mesmo as áreas denominadas protegidas enfrentam ações antrópicas, o que leva a crer que ser uma Unidade de Conservação (UC) não irá impedir a ocorrência de queimadas ou outros processos de degradação, visto que, para que a prevenção ocorra totalmente, são necessários um grupo de fatores (conscientização, estudos prévios, metodologias, reeducação) e agentes envolvidos (agentes governamentais, órgãos de proteção) que trabalhem em conjunto, visando o monitoramento e prevenção contra esses elementos danosos.

Os recursos de sensoriamento remoto e geoprocessamento auxiliam no planejamento e controle ambiental. As ferramentas que esses recursos oferecem facilitam o estudo das diferentes informações como uso do solo, influência do relevo, do clima e da hidrografia. Por se tratar de uma ferramenta de baixo custo tecnológico e de fácil acesso, cada vez mais vem sendo indispensáveis o emprego destas técnicas para esses estudos (WEISS, 2013). De acordo com Granemann e Carneiro (2009) o uso do sensoriamento tem grande contribuição para detecção de diversos fatores como focos de queimadas, desmatamentos, erosões, utilizando do estudo das diferentes respostas espectrais obtidas de cada produto analisado. Para o estudo em questão utiliza-se de respostas espectrais oriundas da composição de bandas, permitindo a vetorização das queimadas ocorridas dentro do PNM.

As imagens dos satélites permitem ser trabalhadas em escala global e regional, sendo que para a primeira os estudos aprofundam o monitoramento das queimadas em vastas regiões, já a segunda é mais comumente usada para alertar e prevenir autoridades e populações que se encontram em locais com focos de queima (PHULPIN, 2002). A análise das queimadas não só traz a importante averiguação da sua ocorrência, mas também as alterações ambientais, climáticas e ecológicas causadas (GRANEMANN E CARNEIRO, 2009)

O trabalho em questão busca realizar uma análise temporal e espacial das cicatrizes de queimadas ocorridas no Parque Nacional do Mapinguari, situado na região amazônica, dentro do período que compreende os anos de 1985 a 2019, voltando-se para consistência do parque, análise da frequência de queimadas, interferência do clima e regime de chuvas.

Em síntese, a dissertação estrutura-se em cinco sessões, apresentadas a seguir: a primeira sessão é constituída de uma revisão bibliográfica, enfatizando o referencial teórico que deu suporte à pesquisa. A segunda sessão apresenta os objetivos que levaram a abordagem de cada tema. A terceira apresenta a metodologia adotada para a análise da dissertação, bem como a área de estudo. A quarta sessão apresenta os resultados da análise. E por fim a quinta sessão que compreende a conclusão do trabalho realizado.

2 OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

O presente trabalho tem como principal objetivo realizar uma análise temporal e espacial das cicatrizes ocorridas no Parque Nacional do Mapinguari, dentro do período de 1985 a 2019.

2.2. Objetivos Específicos

- Realizar o processamento das imagens provenientes dos sensores dos satélites LANDSAT 5, LANDSAT7 e LANDSAT 8, utilizando das respostas espectrais da composição RGB, para detecção das cicatrizes de queimadas no período de 1985 a 2019.
- Mostrar a frequência das queimadas ocorridas dentro do período estudado, evidenciando os anos de maior ocorrência.
- Evidenciar a ocorrência de queimadas após a criação do Parque Nacional do Mapinguari, o qual foi criado como medida de proteção.
- Realizar análises de acordo com uso do solo disponibilizado pelos mapas gerados a partir do MapBiomass com o mapeamento das cicatrizes das queimadas.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Processo das Queimadas

O processo de queima pode ser entendido até mesmo por uma cultura que se estende de gerações em gerações, uma vez que esse recurso tem registros históricos que confirmam seu uso, a facilidade e o custo interferem diretamente no excesso de ocorrências dessa atividade. De acordo com Ryan (2012), a busca por território e por alternativas de subsistência são fatores que levaram ao aumento do uso do fogo.

O processo do fogo é definido como uma reação química que propaga luz e calor devido ao processo de combustão que ocorre a partir dos diferentes materiais, como, combustível, oxigênio, calor e reação em cadeia (OLIVEIRA, 2017). As queimadas são definidas como um processo de queima de biomassa, que tem início a partir de ações humanas planejadas ou não. Durante o processo inicial a queimada produz água e dióxido de carbono, em seguida são liberados outros componentes químicos. Esses gases são também transportados na atmosfera e também levados através do ar (FREITAS, 2014).

Freitas (2014) descreve que o processo de queimada se desenvolve em quatro estágios, sendo eles: ignição, chamas, brasa e extinção. O estágio de ignição é o início da queima de biomassa. Este estágio é influenciado pelo material que é queimado e por fatores climáticos. O segundo estágio também é determinado como combustão de chamas; neste processo os elementos de alto peso molecular são transformados para peso molecular de menor peso, e por fim em elementos de natureza gasosa, como gás carbono, monóxido de carbono e água.

Independentemente de como se leva o processo da queimada, diferentes são os fatores que desencadeiam a sua intensidade. As formas de combustão podem ser distintas de acordo com a constituição da biomassa, como galhos, folhas ou troncos. Madeiras mais robustas levam mais tempo devido a massa e calor

internos, diferente de galhos finos que levam pouco tempo para serem consumidos pelo fogo. Pode-se assim afirmar que o fogo inicial depende principalmente da alimentação inicial para poder se propagar (SERRA JUNIOR; CARVALHO JUNIOR, 1998).

Diferente do estágio das chamas, no estágio da combustão de brasas os elementos químicos liberados são bem variados, enquanto na fase de chamas são em maiores quantidades. A passagem do estágio de chamas para brasa depende de uma série de fatores que influenciam diretamente no comportamento do fogo. Primeiramente o tipo de biomassa que se queima e a quantidade de água que a mesma carrega, e os fatores como vento, umidade e temperatura irão reger o progresso da queimada (SILVA, 2010).

De acordo com Longo (2013), a última fase e de grande importância é intitulada pela extinção do fogo. O nome já remete ao fim da queimada, esse processo se dá por diferentes fatores, dentre eles a quantidade de biomassa, onde menor for a quantidade mais rápida será a extinção do fogo. Outros influenciadores também são os ventos, a temperatura do ar e chuvas, ainda não menos importantes há também ações antrópicas que levam a extinção do fogo, utilizando técnicas de abafamento, isolamento e processos químicos.

De acordo com o IBAMA (2016), as queimadas podem ser determinadas como controladas e não controladas. As queimadas definidas como controladas devem ser voltadas para produtos agropecuários, científicos e até mesmo para fins florestais, devendo ser respeitado a delimitação da área que deve ser realizada antes do processo de queima. Segundo Cabral, Moras Filho e Borges (2013), a legislação que administra os atos de queima vem aumentando a liberação para realização de queimadas, um dos maiores problemas dessa evolução seria a falta de controle, sendo insuficiente no quesito de fiscalização, levando a falta de controle dos impactos ao meio ambiente. De acordo com Santos (2019) é de grande importância o MIF (Manejo Integrado do Fogo) em áreas como Cerrado,

onde o mesmo permite a prática sob a forma do uso consciente, agregando medidas de combate e contenção.

Afirma-se que as queimadas controladas apresentam pontos positivos em distintos biomas, pois se realizadas de acordo com seus limites pré-definidos e respeitando o clima e solo a ser queimado, obtém-se bons resultados. É sabido que alguns ecossistemas necessitam do fogo, tornando-se assim relativos os prejuízos ocasionados à fauna e flora, onde há populações que até crescem em áreas pós queimadas (GONÇALVES, 2005). De acordo com Copertino et. al 2019 a floresta amazônica apresenta diversos tipos de florestas, sendo variados para adaptações ao clima, as florestas altas e densas são aptas ao fogo, porém a intensa exploração do homem e as queimadas cada vez mais frequentes, alteram o equilíbrio do solo e da vegetação, uma vez que não são preparados para intensidade com que ocorrem.

As queimadas não controladas também podem ser definidas como incêndios florestais e ocorrem devido a causas acidentais e propositais, uma vez que até mesmo queimadas controladas podem chegar ao descontrole. Quando se perde o controle do fogo não é possível saber a dimensão dos prejuízos que ele poderá causar enquanto as chamas percorrerem, sendo necessário um conjunto de elementos para definir o impacto final (IBAMA, 2009), Redin et al. 2011, destaca que os incêndios são incontrolláveis, não sendo possível o manejo para controle do mesmo nem direção das chamas, pois as mesmas crescem livremente de acordo com os recursos e efeitos climáticos.

As causas que levam à ocorrência das queimadas são conhecidas como antrópicas (uma das causas que mais se destaca), naturais e acidentais. As ações antrópicas são atividades que os homens desempenham como renovação de pastagem, extrativismo mineral, queima para cultivo, caça e extração de mel. Já as causas naturais são ocasionadas por raios que caem em vegetações secas, por fim as causas acidentais podem estar associadas à ações antrópicas

como vandalismo, queima de lixo, queimadas de beira de estrada, entre outros (DIAS, 2008).

Ainda, de acordo com Dias (2008), a falta de informação sobre os riscos e danos causados pelo mal uso do fogo é a causa principal de incêndios florestais incontroláveis, e o fato do fogo ser considerado um ato cultural destinado para a limpeza, seja para fins pastoris ou para outras áreas, leva aos desastres e impactos ocorridos na fauna e flora aumentarem cada vez mais, uma vez considerado um mal necessário.

Fearnside (2002) afirma que durante a queimada forma-se o carbono, que pode durar por longo prazo no solo, isso ocorre devido ao carvão mineral formado, permitindo que o carbono não retorne à atmosfera. Resultante da forma desenfreada com que os agricultores utilizam as queimadas, a mesma pode alterar significativamente o estoque de carbono em forma de carvão, uma vez que as queimadas utilizadas para fins agropecuárias são refeitas em determinados períodos modificando as quantidades de carbono em forma de carvão armazenadas no solo.

3.2. Impactos das Queimadas

Ainda de acordo com White e White (2016), independente se são consideradas queimadas controladas ou incêndios, são visivelmente uma constante ameaça à fauna e a flora, e um principal contribuinte do efeito estufa. Por ser uma prática de baixo custo seu uso se torna cada vez mais frequente, visto que é considerável sua eficácia para os fins aplicados.

Dentre as mais diversas finalidades, salienta-se que o uso do processo de queima destinada a procedimento agrícolas se destaca. No interesse de abertura de áreas para plantações ou pastagens, as queimadas são destinadas a desmatar, como consequência leva-se a perda do *habitat* natural de diversas

espécies nativas. Ainda como maior agravante transforma a biomassa rica em nutrientes em cinzas, afetando a qualidade do oxigênio, comprometendo espécies não só animais e vegetais, mas também humana (MESQUITA, 2008).

Destaca-se o comprometimento da saúde humana oriunda dessa ação antrópica, pois a mesma é dependente de vários fatores, exógenos, endógenos e comportamentais, os quais estão interligados. Sendo assim é possível comprometer de forma direta e indireta a saúde e a qualidade de vida (RIBEIRO; ASSUNÇÃO. 2002). Estudos apontam que as consequências da poluição atmosférica causadas por queimadas têm sido marcadas como estudos de grande relevância em relação a preocupação com a saúde humana, por terem sido observadas um crescimento de doenças respiratórias e cardiovasculares (IGNOTTI et al. 2007).

De acordo com Redin et al. (2011), o processo de queima pode causar significantes alterações nas características químicas, físicas e biológicas do meio ambiente. Segundo Rheinheimer et al., (2003) essa atividade pode causar mudanças definitivas ao solo, como no estoque de nutrientes e água para as plantas, mesmo sendo aceito que algumas espécies necessitam do fogo para produzir, considerando as queimadas um benefício em modo particular.

Porém, Cassol et al., (2004) contesta e ressalta o grande impacto químico causado ao solo pelas queimadas, destacando a diminuição ou aumento da capacidade de infiltração ou evapotranspiração, perda de nutrientes, aumento do pH, matéria orgânica e gás carbono, levando assim ao aumento da susceptibilidade aos diversos processos de erosão.

Uma das principais causas das alterações físicas do solo é o manejo do fogo de forma inadequada e desenfreada para práticas agrícolas (STONE; SILVEIRA, 2001). Segundo Knicker (2007) o calor excessivo aumenta a temperatura do solo, diminui a taxa de infiltração gerando assim a deficiência de segurar raízes, tornando extintas vegetações naturais.

Segundo Neary, Kevin e DeBano et al., (2005), além dos impactos causados ao solo, o fogo também é considerado um agente causador de pontos negativos ao ciclo hidrológico, e apesar dos diversos componentes desse ciclo não é possível relatar individualmente os impactos, e sim no conjunto como todo. Dentre os impactos se destaca a diminuição visível da camada de serrapilheira, trazendo como consequência verões curtos e tempestades de chuva, resultando em solos mais fracos, permitindo infiltração de organismos poluentes.

A **Figura 3.1** mostra a resposta dos recursos do ecossistema em relação à severidade do fogo. Quando em determinado local se utiliza o fogo, seja ele de origem antrópica ou natural, diversos são os fatores que fazem o processo se alastrar, como ventos, combustível da queima e matéria queimada. Independente da finalidade o procedimento afeta a água e o solo, a primeira em sua quantidade e qualidade, e a segunda as características químicas, físicas e biológicas, e como consequência atinge a fauna e a flora. Ainda há outros inúmeros recursos naturais que sofrem com essa ação resultando da mesma forma.

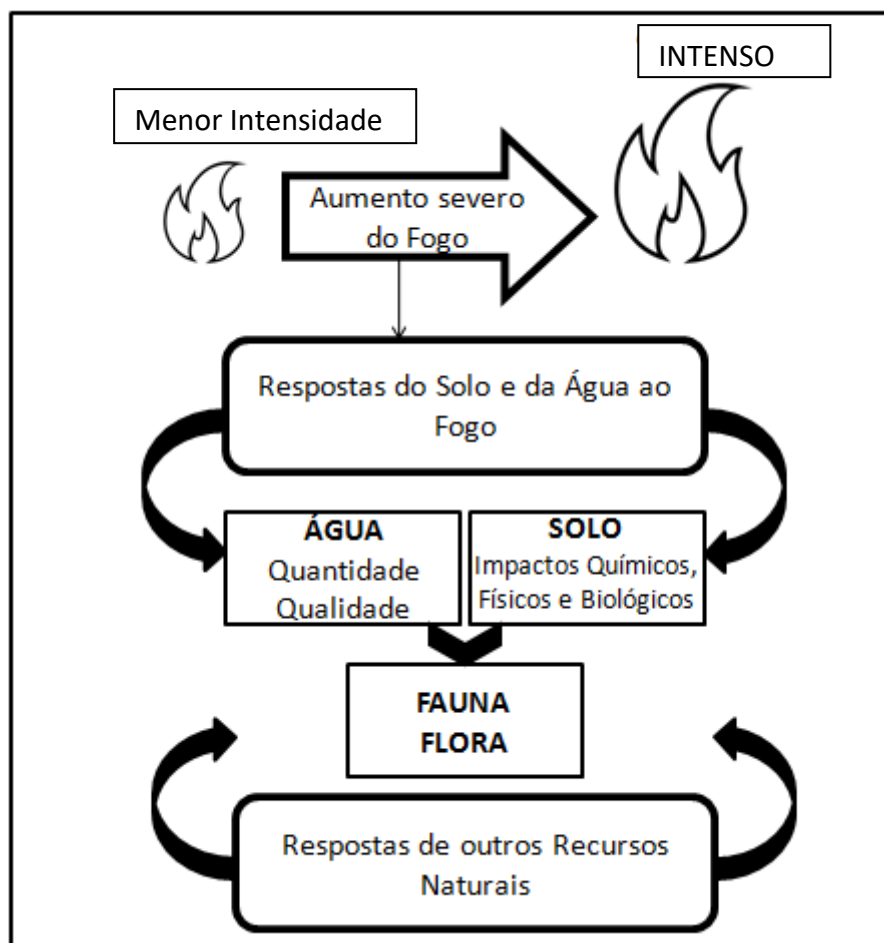


Figura 3.1 Modelo conceitual das respostas dos recursos ecossistêmicos em relação a severidade do fogo

Fonte: Adaptado de DeBano, Neary e Ffolliott (1998)

Além dos impactos ao solo, à água e à saúde humana, deve-se ressaltar os efeitos causados à atmosfera, que conseqüentemente acarreta em outros demais pontos negativos. De acordo com Dias (2009), os gases liberados durante o processo de queima prejudicam severamente a qualidade do ar, além do mais os mesmos alteram o volume de CO₂ e O₃ da troposfera.

A ocorrência do aumento das partículas de aerossóis oriundas das queimadas facilita a destruição da camada de ozônio, contribuindo para o aumento do efeito estufa, que de acordo com Lobato et al. (2009), é o processo que ocorre entre a radiação vinda do sol e recebida pelos objetos terrestres, a qual é convertida e transmitida para atmosfera. A queima de florestas naturais e nativas reflete

consideravelmente no clima, ventos e regime de chuvas, sendo o principal responsável e gerador de catástrofes e danos irreversíveis quando o controle da queimada é perdido (ARTAXO et al. 2008).

A **Figura 3.2** descreve o efeito das queimadas e as mudanças ocasionadas devido a quantidade de gases liberados na atmosfera. Durante as queimadas há uma grande liberação de gases contribuintes para o efeito estufa, que conseqüentemente gera o Aquecimento Global, provocando mudanças significativas como chuvas intensas, secas demais e estações alteradas.

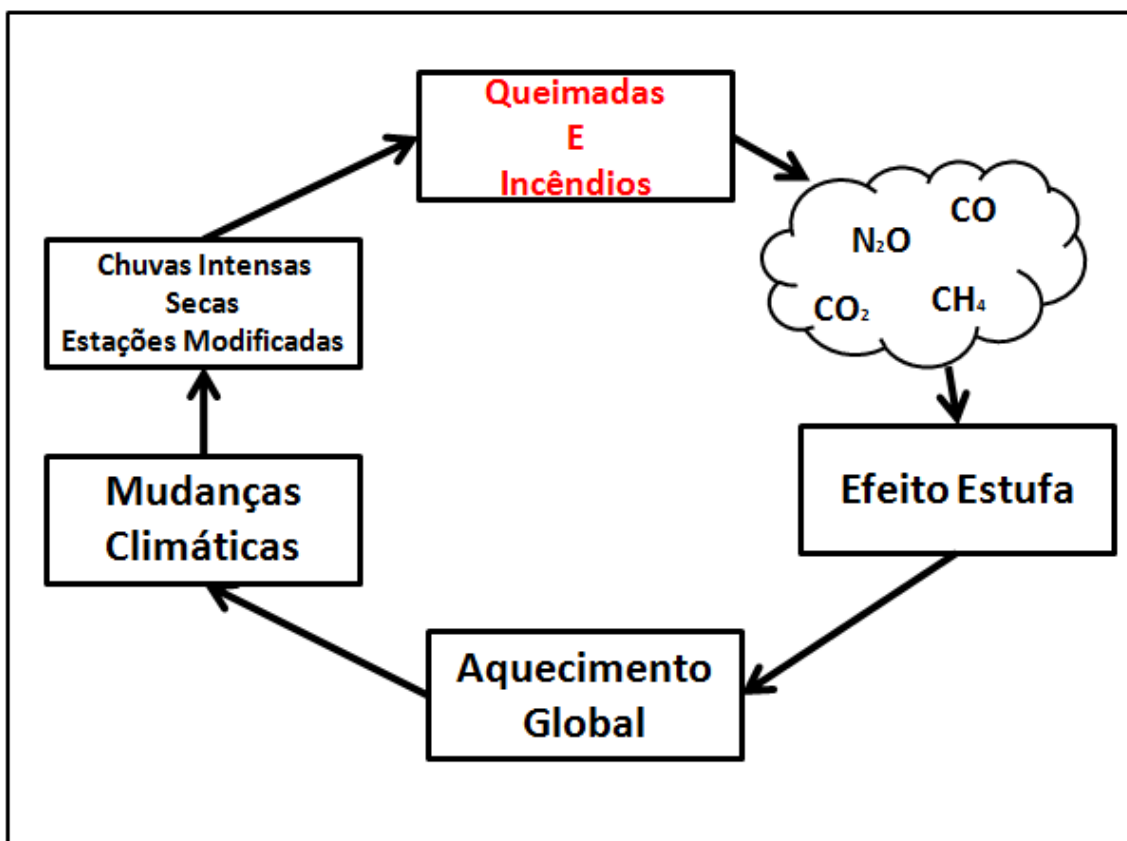


Figura 3.2 Efeito das queimadas ao clima.
Fonte: Adaptado de Dias (2015).

Os impactos ocasionados pelas queimadas que são realizadas após derrubadas de árvores trazem prejuízos imensuráveis para o ecossistema, reduzindo o número de espécies pela extinção do seu habitat natural, devastando vegetações e desintegrando o processo natural realizado por esses organismos.

A fumaça liberada da queima altera a temperatura da superfície terrestre e causa uma série de doenças respiratórias, sendo assim os impactos resultantes da queima afeta não só em nível local como também em nível global (MESQUITA, 2008).

3.3. Uso do solo e queimadas

É notável que a intensificação das práticas agrícolas no uso e ocupação do solo vem sendo explorados cada vez mais. Os registros históricos comprovam que as atividades agrícolas existem desde décadas passadas, contudo vêm ganhando força nos últimos tempos devido ao aumento das exportações e evolução da mecanização no campo (JÚNIOR, 2008). Ao fim do século XIX, marcados pela colonização europeia os quais buscavam a ocupação e o domínio de novas terras fizeram com que povos nativos buscassem novas terras e novos meio de sobrevivência (MAZOIER, 2001).

A constituição da evolução da agricultura permitiu a identificação de diferentes tipos de agricultura em territórios distintos antes mesmo da colonização, e salienta-se fortemente a participação de indígenas que sempre usavam de práticas agropastoris para a sobrevivência. As necessidades resultantes da colonização, como a busca por novas terras, de fontes de renda e cultivos diversificados, fizeram com que muitos povos usassem as queimadas para abertura de áreas não só para travessias, mas também para a realização de ocupações para moradia (ODERICH; MIGUEL, 2017).

Seidler e Fritz (2016) consolida que esse processo de evolução não ocorreu isoladamente no Brasil, ou seja, deve ser visto como um fenômeno mundial. A agricultura contemporânea ganha força a partir dos subsídios de inovação do campo, quanto maior o desenvolvimento, propiciando a evolução de máquinas que vão sendo utilizadas para o melhor aproveitamento em menor espaço de tempo. Maior será a evolução do plantio, o que irá contribuir com o aumento significativo da degradação do meio ambiente, devido as práticas utilizadas.

No Brasil a agricultura teve diferentes modificações ao longo do tempo. Essa prática passou a ser cada vez mais incentivada, assim a necessidade tornou-se a fonte de renda. Essas modificações passaram por divisões à medida que a evolução acontecia, sendo elas agricultura intensiva ou itinerante, desempenhada por agricultores de pequeno porte e com poucas soluções modernas, a agricultura extensiva desenvolvida com maquinário moderno voltada para exportações e, por último, a agricultura familiar que veio crescendo nos últimos tempos, porém se destacando na intensidade do uso do fogo (OLIVEIRA et al. 2004).

Conceição e Conceição (2014) afirmam que a agricultura no Brasil passou por grandes transformações entre 1960 a 1980, aumentando significativamente as taxas de crescimento, e neste período um dos maiores influenciadores para esse destaque foram a mão de obra e a produtividade. O crédito agrícola proporcionou investimentos e implementos mais modernos, proporcionando também um aumento de importações tanto de maquinários como também na área química de insumos.

De acordo com Balsan (2006) o progresso da agricultura trouxe alguns pontos negativos para o meio ambiente, como degradações cada vez mais frequentes dentre as quais cita-se: a extinção das florestas levando a perda da fauna nativa, a erosão dos solos, uma alteração significativa no clima, poluição de recursos hídricos e queimadas intensas. Máquinas cada vez mais modernas possibilitando a abertura de áreas, desmatando e intensificando os processos de queima estão diretamente relacionadas (PINTO et al., 2017).

Le Torneau (2010) afirma que para realização das atividades como plantações, pastagens, abertura de novas áreas e outras finalidades do uso do solo existem técnicas alternativas que possibilitam a exploração do solo, no entanto o uso do fogo é ainda o mais usual por motivos culturais, de deficiência em fiscalização e leis moderadas para essa prática, além da dispensabilidade de mão de obra qualificada.

Mesmo com a necessidade do processo de queima para recuperação rápida do solo para a agricultura, a mesma traz danos quase irreparáveis para a mesma, uma vez que pela intensidade que se usa o fogo para esse fim ganha-se tempo, mas perde-se qualidade e propriedades características dos solos, uma vez que o solo queimado fica exposto ao calor intenso e às chuvas, impossibilitando ou minimizando o número de cultivos (ZANINI; SBRISIA, 2013).

Com a degradação do solo, o mesmo torna se infértil para determinados cultivos, o que leva a busca por solos de melhor qualidade e novos plantios, sendo assim ocorre a necessidade da abertura de novas áreas, remetendo ao uso do desmatamento e conseqüentemente a prática das queimadas destinadas a agricultura, e esse fato é muito evidente em locais onde o uso da agricultura é atividade predominante (CARDOSO, 2003).

Santos et al. (2017) afirma que as práticas destinadas à agricultura são as que têm maior destaque no uso do solo, e sua principal consequência são queimadas utilizadas como ferramenta indispensável para preparo do solo, onde os agricultores consideram a prática como ponto positivo para a extinção de plantas daninhas e insetos danificadores de plantações. Utilizada como uma prática controlada, os agricultores aplicam técnicas para manter o fogo sobre controle e evitar incêndios.

3.4. Legislação dos Parques

Uma alternativa de preservação da biodiversidade é a criação de parques, que têm como compromisso defender e manter a biodiversidade de sua área. Os Parques pertencem à categoria UCs, que devem planejar e elaborar medidas preventivas para evitar acidentes que coloquem em risco a fauna, flora, espécies em extinção, vegetações nativas, etc. Os Parques podem ser criados em âmbito nacional, estadual ou federal, e chamam a atenção pela preservação e beleza, sendo objeto de conservação, pesquisas e visitas. Ainda, possuem grandes

aspectos relevantes que os transformam em atrações turísticas, as quais permitem um contato único com a natureza (BRASIL, 1998).

Ainda de acordo com Brasil (1998), as UCs são a única forma de proteger a biodiversidade, sendo que mesmo com estas Unidades ainda há inúmeros registros de degradação. As UCs podem ser divididas em duas categorias, as de uso indireto que não permitem nenhuma forma de exploração ou uso dos recursos naturais e a categoria de uso direto, que são permitidas formas de aproveitamento e exploração, desde que seguida uma série de especificações e limite pré-definidos.

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (2008), as UCs são áreas com diversas características naturais, que permitem a interação das suas comunidades com o aproveitamento dos recursos que lhes são oferecidos, de forma que a utilização dos mesmos não comprometa a preservação da biodiversidade. Além da criação em âmbito federal, estadual e nacional, as mesmas são distribuídas em categorias distintas, como estação ecológica, parque estadual, monumento natural, refúgio da vida silvestre, área de proteção ambiental, reserva de desenvolvimento ambiental, reserva particular do patrimônio natural, área de relevante interesse ecológico, floresta estadual e reserva da fauna. As quais devem ser adequadas ao tipo de necessidade a ser preservada, ao qual a área deve ser protegida, sendo isso, responsabilidade do órgão gestor.

As UCs são um método que tem pontos positivos na prevenção de impactos negativos, tendo bons resultados e ganhando força ao longo do tempo. No Brasil estima-se um percentual mínimo de 10% em relação à área protegida destinada a proteção integral. No que se diz respeito ao relacionamento entre UCs e comunidades ao entorno das mesmas, é necessário que haja uma total relação de intervenções, pois há uma crescente necessidade de ensinar a importância das UCs (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2011).

A Lei 9.985 de 2000, estabelece a criação das Unidades de Conservação com limite previamente definidos, que dispõe de biodiversidade rica, águas sob jurisdição e proteção integral são de responsabilidade mútua, de uma forma mais assídua da administração local, a qual deve garantir a preservação da natureza e seu aproveitamento sem comprometimento de seus elementos. Sendo imprescindível o conhecimento da biodiversidade, a proteção intensa, a conservação das áreas, a utilização de medidas que garantam o equilíbrio do ambiente, a cobrança do respeito às áreas de uso direto e indireto, o planejamento e metas para que a fauna e a flora possam se reproduzir, impossibilitando assim a extinção de espécies.

Os Parques pertencentes à UCs deveriam ser protegidos, mantendo a preservação da sua diversidade, de sua beleza única, sendo objeto de estudos e pesquisas, o que ocorre em parte, afinal há dados que mostram que essas áreas sofrem com ações antrópicas (NEVES et al., 2017). Contudo, Machado (2012) alega que essas áreas são formas de minimizar essas ações coordenadas e constantes, que tem como principal agente o homem, e como maior fator a agricultura.

A ideia de criação de parque foi sugerida na década de 1872, porém foi apenas em 1930 que surgiram os primeiros parques brasileiros (PÁDUA, 2002). Os Parques surgiram no intuito da criação e preocupação com o meio ambiente, inclusive de uma grande pressão internacional e as diferentes formas de se posicionar nesse quesito dos órgãos administradores (BARROS, 2000).

De acordo com o Decreto nº 23.793 de 1934, as florestas estão classificadas como protetoras, remanescentes, modelo e de rendimento. Os Parques estaduais, federais e estaduais se enquadram na classificação remanescente e de florestas modelos àquele que possuem patrimônio ambiental e características históricas. As trilhas que levam aos parques deverão respeitar e de hipótese alguma comprometer o aspecto natural.

No artigo 9, inciso 1º alerta que deve ser extinta qualquer ação que cause danos à fauna e flora dentro dos limites do parque, sendo que todo e qualquer dano deverá ser punido com multas de acordo com a lei, seguindo os valores do artigo 98. Segundo Drummond, Franco e Oliveira (2010), os órgãos governamentais deveriam manter a preservação dos parques devido ao grande interesse em questão, porém os mesmos alegam que essa responsabilidade deveria partir da iniciativa privada, pois o governo não dispunha de recursos suficientes para isso.

Para Manetta et al. (2015), mesmo que os órgãos governamentais se obstinem da conservação dos parques, é de total responsabilidade deles a fiscalização para com os órgãos definidos para preservação, levando em consideração que se cumpram suas propostas, principalmente a criação de ações contra atos prejudiciais aos parques como desmatamentos, queimadas, caçadas, entre outras formas de práticas que coloquem em risco a biodiversidade preservada.

A **Figura 3.3** apresenta todas as Unidades de Conservação dentro do território brasileiro, nota-se que há maior concentração de UCs no norte do Brasil, sendo 145 Unidades de Conservação Federal localizadas na Amazônia Legal e mais 184 estaduais, onde relata-se a maior parte de queimadas e desmatamentos destinados à exploração. Tornando-se assim áreas de grande interesse voltadas para pesquisas e estudos aprofundados.

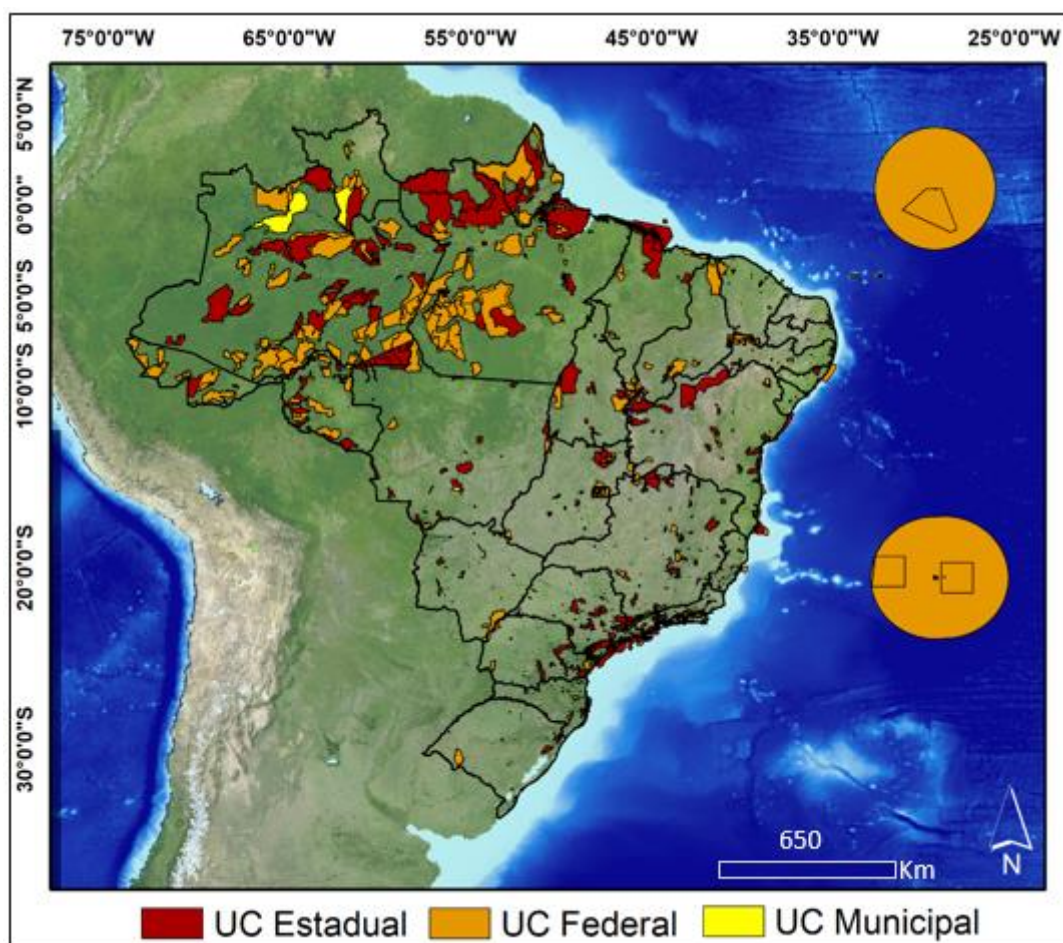


Figura 3.3 Unidades de Conservação de Uso Sustentável e Proteção Integral
Fonte: Elaboração Própria

3.5. Sensores no Processo da Queima

De acordo com Buffon (2011), em tempos primitivos não se imaginaria obter imagens de qualquer lugar do planeta sem estar em contato com a mesma, muito menos a possibilidade de identificação de aspectos naturais ou o reconhecimento de ações antrópicas ou condições da natureza. A utilização de imagens obtidas do sensoriamento remoto têm sido grande contribuinte para a detecção e prevenção de queimadas, devido a facilidade de identificação que a técnica permite em áreas extensas (FREITAS et al. 2014).

As queimadas deixam quatro tipos de sinais espectrais que podem ser analisados nas imagens de sensoriamento remoto, sendo eles, a alteração da reflectância provinda das chamas as quais podem ser chamadas de calor e luz,

os aerossóis, os resíduos sólidos e alteração da estrutura vegetal que também é conhecida como cicatriz da queimada. As cicatrizes deixadas pelas queimadas apresentam sinais espectrais que levam mais tempo para desaparecer, se tornando assim grande aliada para detecção de impactos ao meio ambiente (PEREIRA, 2007).

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) é responsável por analisar os focos de queimadas que ocorrem no território brasileiro, o qual utiliza para isso o sensor MODIS, operado pelos satélites Terra e Aqua, o AVHRR, que opera no NOAA 12 e 16 e GOES 12, os quais fornecem imagens que são processadas pelo INPE e dele extraídos os dados necessários para a identificação dos focos. Para maior acurácia na análise dos dados o INPE confeccionou um algoritmo capaz de diferenciar focos de queimadas iguais, diminuindo assim a probabilidade de serem notados mais de uma vez em uma mesma imagem (ARTAXO et al. 2008).

O satélite LANDSAT é utilizado para obtenção do total de áreas queimadas ou desmatadas, no segundo a utilização pode ser provinda da queima de biomassa, considerando que os dados obtidos desses sensores são de grande confiabilidade e os mesmos permitem estudos tardios e análises temporais de danos ocorridos. Sendo assim é possível afirmar que essas ações estão ligadas diretamente ao uso do solo destinado a ações agropastoris (SERRA JUNIOR; CARVALHO JUNIOR, 1998).

Para estudos científicos considera-se que para a identificação do fogo são necessários estudos distintos, voltados para análise dos focos de calor e para monitoramento de queimadas ocorridas em forma de cicatriz. As duas necessitam de técnicas diferenciadas para a análise com maior precisão, e o uso de sensoriamento remoto para detecção dos focos e cicatrizes são indispensáveis para estudos em áreas distantes e de difícil acesso, permitindo o estudo temporal das regiões (PEREIRA et al. 2012).

Segundo Rivera Lombardi (2001), para o estudo de focos de calor os sensores que operam na região termal detectam a temperatura que é liberada a partir da reação de combustão, que é quando a queimada ainda está ativa e a banda utilizada é do infravermelho. Já na análise de áreas queimadas, utiliza-se como observação as cicatrizes, para tanto usa-se as bandas do visível e infravermelho em uma composição que permite a distinção das cicatrizes em relação aos outros alvos.

4. ÁREA DE ESTUDO

A Figura 4.1 apresenta o mapa da área em estudo, a letra (A) indica o Parque Nacional do Mapinguari.

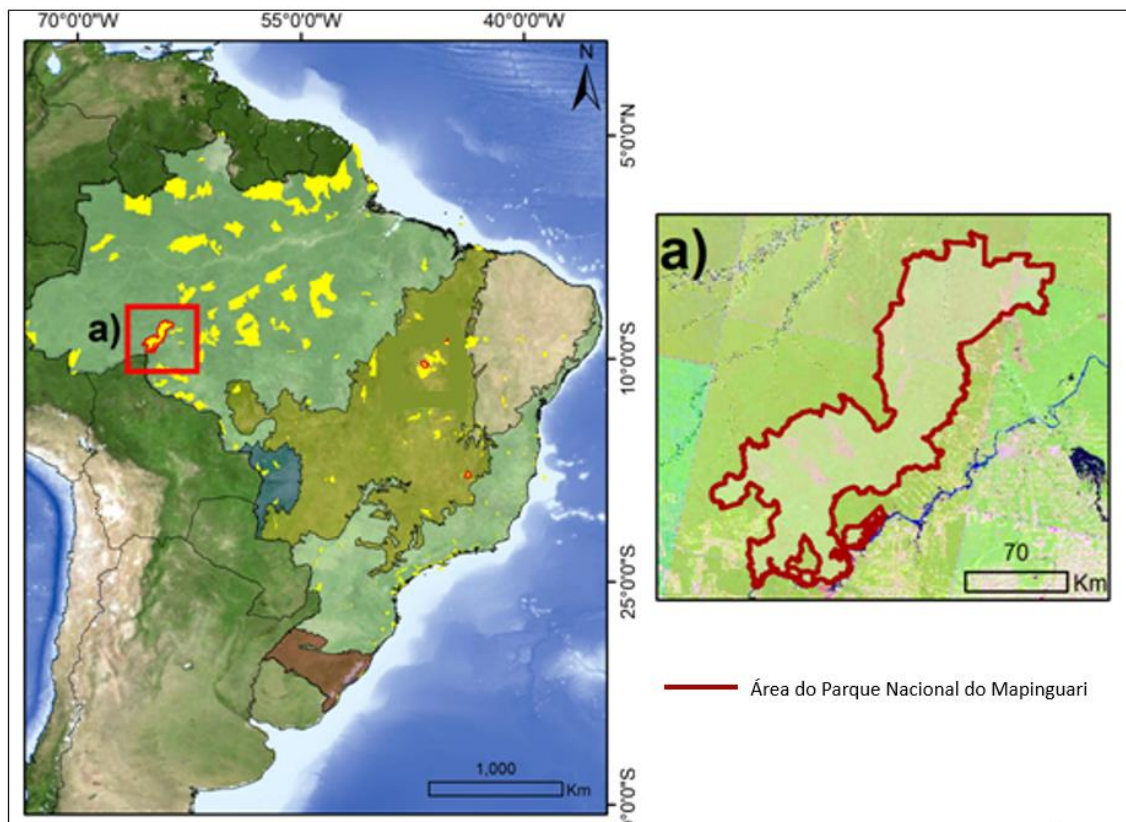


Figura 4.1 Mapa de Localização do Parque Nacional do Mapinguari
Fonte: Elaboração Própria

4.1. Parque Nacional do Mapinguari

O parque em análise possui uma área 1.796.914 há (hectares), localiza-se no noroeste da região Amazônica. Sua criação teve como objetivo estabelecer uma barreira para conter o desmatamento da região em direção a região sul, para sua melhor administração, objetivando também a preservação de recursos naturais e desenvolvimento sustentável (PORTELA, 2020).

A UC se localiza ao sul do Estado do Amazonas, tem como municípios Camutama e Lábrea. Ao norte no município de Porto Velho se encontra ao longo

de importantes eixos viários ao norte do Brasil, a leste da BR-319, que liga as cidades de Manaus, no Amazonas e Porto Velho, em Rondônia. Na parte meridional, o parque tem limites próximos à BR-364, que liga os Estados de Rondônia e Acre, enquanto que ao norte, o parque está próximo a BR-230 ou Transamazônica, que conecta a cidade de Humaitá à Lábrea, no Amazonas. A fim de se tornar uma barreira de contenção para minimizar e extinguir o desmatamento, devido a ocupações ilegais na fronteira dos estados Amazonas e Rondônia (PORTELA, 2020).

De acordo com a portaria nº 215 de 03/03/2010 da FUNAI existem restrições para utilização da área em que o parque faz sobreposição com a Flona de Balata-Tufari, assim objetivando o desenvolvimento de estudos para criar uma terra indígena isolada. Este polígono possui uma área de 453.000 há, e desses 92% está sobreposta ao Parna Matinguari.

O plano de manejo da Unidade de Conservação foi aprovado em 2018, definindo-se estratégias para melhor alcance, o plano leva em consideração uma metodologia futurística de como o Parque deva estar no futuro, juntamente com as atribuições e objetivos levando em conta a UC, deixa claro que o Parque Nacional do Matinguari seja uma referência como área de conservação da biodiversidade do bioma amazônico (ICMBIO, 2018).

Ainda com ICMBio (2018) foram realizadas análises levando em consideração a visão de Unidade de conservação, baseadas em um modelo, pelo qual são traçadas estratégias determinando os objetivos que devem ser alcançados, os mesmos serão responsáveis pelas ações a serem seguidas, as quais estão descritas Programas de Gestão, sendo: i) Programa de Proteção; ii) Programa de Gestão, Administrativo e Fortalecimento Institucional; iii) Programa de Educação Ambiental; iv) Programa de Integração com o Entorno; e v) Programa do Conhecimento – Pesquisa e Monitoramento.

Portela (2020) afirma que no ano de 2016 o Parque Nacional do Matinguari se tornou integrante do Programa de áreas Protegidas da Amazônia, que constitui

fonte de recursos para planos orçamentários. Também como fonte orçamentaria foi disponibilizado um valor de 16 milhões de reais para compensar ambientalmente as instalações de hidrelétricas no rio Madeira.

Não só as hidrelétricas, mas a retirada de madeira ilegal faz com que o parque sofra uma pressão, portanto para minimizar essas ameaças o Parque foi inserido dentro do período de 2018 a 2019 na Operação de Fiscalização e Integração, que tinha como objetivo fiscalizar constantemente essas áreas de extrema pressão.

De acordo com a Lei 12678, o Parque Nacional do Mapinguari (PNM) foi criado em 5 de junho de 2008 e situa-se no estado do Amazonas, nos municípios de Canutama e Lábrea. O PEM foi determinado com o objetivo de proteger a biodiversidade e a preservação das paisagens naturais, além de minimizar o desmate de árvores nativas devido a qualidade de suas madeiras, objeto de intensa exploração nessa região. Ainda de acordo com o decreto só são permitidos transição de embarcações nos Rios Açuã e Mucuim pertencentes ao interior do parque. Toda e qualquer propriedade privada deve ser desapropriada.

O PNM apresenta bioma Amazônico e sua cobertura vegetal é composta pela floresta ombrófila aberta, além de apresentar áreas de campos naturais e também de tensões ecológicas. Devido à grande riqueza em espécies e a quantidade em extinção, o PNM gera cuidados específicos para sua conservação (Ministério do Meio Ambiente, 2010).

Ainda de acordo com o MMA (2011) o parque apresenta os solos neossolos plinticos e os podzólicos Vermelho-amarelo nas áreas da sequência sedimentar cenozóica indiferenciada; nas planícies inundáveis estão presentes os neossolos flúvicos e os gleissolos; nos campos com areia ocorrem os Neossolos quartzarênicos e planossolos.

A UC do PNM apresenta extensas características para visitação, porém se faz necessário uma série de fatores que estabeleçam essa relação, portanto o órgão

responsável deve manter a boa administração do parque, facilitando a interação de ambos (comunidade e natureza), sem prejudicar a conservação da fauna e flora (POLLETO; ALEIXO, 2005).

5. MATERIAIS E MÉTODOS

5.1. Materiais Utilizados

5.1.1 Imagens Landsat

Foram utilizadas imagens dos sensores dos satélites LANDSAT 5 (L5), LANDSAT 7 (L7) e LANDSAT 8 (L8) para que fossem realizados o mapeamento das cicatrizes dentro do período de 1985 a 2019. Como justificativa a escolha deste satélite, foi levado em consideração a média resolução espacial que permite a análise precisa, acoplada ao custo das imagens (gratuito).

O LANDSAT 5 foi lançado em 1984 e opera em órbita equatorial a 705 km de altitude com os sensores Multispectral Scanner System (MSS) e Thematic Mapper (TM). Os sensores a bordo do LANDSAT 5 recobrem a superfície terrestre com uma área de abrangência de 185x185 km, possui resolução espacial de 30 metros e 7 bandas espectrais. Para que o satélite obtenha a imagem da mesma área, o mesmo leva um período de 16 dias. As 7 bandas do satélite são denominadas, B1, B2, B3, B4, B5, B6 e B7 (OLIVEIRA, 2016).

De acordo com SOUZA (2010), a resolução espacial da banda 6 é de 80 metros, já as demais bandas possuem resolução de 30 metros, cada banda representa uma faixa do espectro eletromagnético. A banda 1 compreende a faixa do azul, a banda 2 do verde, a banda 3 do vermelho, as demais bandas compreendem a faixa do infravermelho, as quais possuem devidas características destinadas a diversos fins.

De acordo com o INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), o satélite LANDSAT 7, foi lançado em 1999, possuindo a bordo o sensor ETM+ (Enhanced Thematic Mapper Plus), que permitiam o recobrimento de uma área de 183x183 km. Tendo no total 16 dias para revista do mesmo local, disponibilizando 8 bandas, sendo a banda 6, com resolução espectral de 60m. E resolução espectral de 8 bits. Porém o satélite apresentou defeitos nas suas imagens em 2003, que impossibilitavam o uso para quaisquer fins, sendo assim considerado inutilizável.

O LANDSAT 8, lançado em 2013, possui a bordo os sensores Operational Land Imager (OLI) e Thermal Infrared Sensor (TIRS), a uma distância de 705 km de altitude, possui 185km de largura na faixa imageada, e um período de revista de 16 dias. O LANDSAT 8 apresenta três tamanhos de resolução espacial, nas bandas 1 a 7 e 9 de 30 metros, na banda 8 (B8), resolução de 15 metros e nas bandas 10 e 11, 100 metros. Os sensores são destinados para fins específicos como: Acompanhamento do uso agrícola das terras; Apoio ao monitoramento de áreas de preservação; Desmatamentos; Monitoramento da cobertura vegetal; Queimadas (BRITO et al., 2018).

Para um melhor detalhamento da pesquisa foram usadas as cenas que recobrem todo o PNM, as quais foram permitidas a obtenção partir do catálogo de imagens do EARTH EXPLORER, o PNM compreende as cenas 232/65, 232/66, 233/65, 233/66, 233/67.

Para cada cena, foram utilizadas imagens do ano todo, sendo que para cada cena foram em média de cinco a oito imagens, no período de janeiro a dezembro. Levando em consideração, imagens de melhor visibilidade.

5.1.2. Dados de Precipitação – CHIRPS

O produto oriundo do CHIRPS foi lançado em 1981 por meio de uma parceria conjunta entre a USGS e a EROS. O CHIRPS estima as variações de precipitação no espaço e no tempo oferecendo dados confiáveis, atualizados e mais completos para o acompanhamento do regime hidrológico (FUNK, 2015).

Os dados coletados pelo satélite CHIRPS compreendem uma vasta área, que abrange as latitudes situadas entre 50° N e 50° S. Os dados são disponibilizados nos formatos *NetCDF*, *GeoTiff* e *Esri BIL*. As unidades são em milímetros (mm) por período de tempo, por exemplo, mm por dia, mm por pentada (chuva acumulada a cada cinco dias), mm por mês.

A resolução espacial é de $0,05^\circ \times 0,05^\circ$ (~5 km). O CHIRPS utiliza o produto TMPA 3B42 do satélite *Tropical Rainfall Measuring Mission* (TRMM) para ajustar as estimativas de precipitação por meio dos dados de nuvens (*cold cloud duration* – CCD), além disso, o produto incorpora dados de precipitação de satélites geoestacionários quase-globais do CPC e do Sistema Nacional de Previsão Climática versão 2 (CFSv2) e observações de precipitação in situ (FUNK, 2015; BAYISSA et al., 2017).

Após a aquisição de todos os dados, estes foram inseridos no aplicativo GrADS, que é uma plataforma interativa empregada para facilitar o acesso, manipulação e visualização de dados climatológicos, proporcionando a análise das anomalias climáticas e elaboração de diversos dados sobre a precipitação para os anos de 1985 a 2019.

5.1.4 SOFWARES E PROGRAMAS

SPRING 5.5.1

O software SPRING 5.5.1 foi utilizado para criação do Banco de Dados utilizado em todo trabalho, composição das bandas espectrais, tratamento das imagens e mapeamento das áreas queimadas.

ARCGIS 10.5

No ArcGIS VERSÃO 10.5, foi realizado a sobreposição das cenas de cobertura do Parque Nacional do Mapinguari, e como produto final foram confeccionados os mapas utilizados na análise dos resultados.

5.2. Metodologia

5.2.1 Aquisição das Imagens

Como já visto para cada parque há cenas distintas, as quais podem ser adquiridas na interface online *Earth Explorer* (EE) desenvolvida pela *United States Geological Survey (USGS) da NASA*, que dispões de dados de pesquisas

e satélites, a qual disponibiliza seus produtos para usuários cadastrados, permitindo o download dos mesmos para uso pessoal das imagens que já são apresentadas com distorções corrigidas.

Foi determinado previamente que seriam trabalhadas as imagens que compreendessem o mês de julho a outubro, sendo caracterizadas por serem estações seca, período de maior incidência de queimadas. A imagem que fosse considerada "melhor" seria realizado o download, para essa escolha utilizou dois critérios:

- Preferencialmente ser dos meses (julho a outubro) que apresentam maiores taxas de queimadas, não sendo descartadas as imagens de meses anteriores e posteriores a esses;
- Não apresentar grande quantidade de nuvens que fossem prejudiciais ao detalhamento da área mapeada.

O quesito mais abrangente na escolha foi a ausência de nuvens, isto porque durante o mapeamento as mesmas não permitiriam a precisão do trabalho, visto que a sombra que as nuvens projetam na imagem podem ser confundidas a queimadas e serem um empecilho no mapeamento vetorial, impossibilitando o conhecimento da área verdadeira.

Sendo assim foram realizadas interpretações prévias de cada imagem antes de sua aquisição, verificando se a ocorrência de nuvens permitiria a interpretação total ou parcial da imagem. A data da escolha das imagens também foi selecionada seguindo um critério, as quais deviam estar em um período próximo para que quando a interpretação fosse parcial a anterior pudesse ser usada com grande redundância.

As imagens foram adquiridas por ano, sendo que dos anos de 1985 a 2011 foram utilizadas imagens do LANDSAT 5 e a partir de 2013 do LANDSAT 8, foram adquiridas todas as cenas de cada ano seguindo os critérios já comentados,

cada imagem dispõe de um arquivo em formato *.rar* o qual deve ser descompactado para que os arquivos de interesse possam ser utilizados.

Devido ao encerramento da vida útil do Landsat 5 no ano de 2011 aliado ao fato de que o sexto satélite da série não ter obtido sucesso em seu lançamento, não foi possível então realizar o mapeamento das áreas queimadas do ano de 2012. Uma solução foi a de utilizar o Resourcesat – 1, no entanto, a quantidade de nuvens presentes nas imagens disponíveis impossibilitou a execução de um mapeamento acurado para área em questão.

Os arquivos dos anos 1985 a 2011 são do satélite L5, portanto quando extraídos foi gerado um arquivo, o qual continha sete bandas espectrais (B1, B2, B3, B4, B5, B6 e B7) oriundas do sensor TM. Enquanto os arquivos gerados após a extração dos anos de 2013 a 2019 continham 12 bandas (B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8, B9, B10, B11 e B12) do sensor OLI.

5.2.2 Tratamento das imagens

As imagens dos satélites estão sendo tratadas no *software* SPRING versão 5.1.1, que de acordo com Santos, Peluzio e Saito (2010) pode ser definido como um sistema de informações geográficas que permite o processamento de imagens, a análise espacial, modelagem e criação de banco de dados para posterior consultas, disponível gratuitamente no portal do INPE.

O primeiro passo e tão importante quanto os demais foi a criação do Banco de Dados no SPRING versão 5.1.1, o qual foi denominado de PREVFOGO, posteriormente foram criados projetos denominados Mapinguari.

Após a criação do Banco de Dados e projetos, foram importadas as imagens utilizadas para a composição das bandas. Após a importação foi realizada a composição das bandas, feita a partir do sistema de cores RGB (Red, Green, Blue), a banda B3 (B) na faixa do azul, B4 (G) na faixa do verde e B5 (R) na faixa do vermelho formando assim a composição total da cena analisada, para o L8 a composição é realizada diferente sendo, B4 (B), B5 (G) e B6 (R). Após a

composição sabe-se que provavelmente as áreas em tonalidades escuras devem ser queimadas, assim aplica-se zoom nesta área e realiza o contraste. O contraste permite que os alvos tomem cor características, as cicatrizes das queimadas ganham tonalidades de roxo sendo facilmente identificadas.

Por fim foi realizado o mapeamento das cicatrizes das queimadas. A partir da identificação das cicatrizes foi realizada a seleção das áreas manualmente atribuindo cada área a categoria temática. Esse procedimento foi realizado para todas as cenas separadamente. E por fim para cada ano a área total, utilizando a ferramenta para criação de mosaico, juntando todas as queimadas das cenas do ano já mapeadas.

5.2.4 Validação das áreas queimadas

Para validação das áreas queimadas se faz necessário a utilização de um índice para que a mesma possa ser considerada. O índice KAPPA é determinado como um índice de grande sensibilidade na ocorrência de erros de omissão e inclusão, sua vantagem é que utiliza todos os dados da matriz erro (MOREIRA, 2001).

Utilizando o ArcGis foi gerado a matriz confusão utilizando como referência um conjunto de dados fidedignos ao produto de validação, e assim aplicado índice kappa conforme os valores aceitos pelo software, a técnica consiste simplesmente em uma tabela onde as colunas representam a verdade, as linhas a classificação e a diagonal principal os acertos da classificação (MARINHO; FASBENDER; KOK, 2012). Ao final são estipuladas classificações redundantes, confusas e verdadeiras. A Equação 5.1 representa a determinação do índice Kappa.

$$K = \frac{p_0 - p_e}{1 - p_e}$$

onde,

p_0 é a taxa de aceitação relativa e p_e é a taxa hipotética de aceitação.

5.2.7 Mapas das áreas queimada

Para confecção dos mapas, utilizou-se o software ArcGis versão 10.5, que possibilita a junção das cenas tratadas no SPRING para formar um mapa único da região em estudo, que relaciona diretamente ao mosaico da área final realizado no SPRING, com a junção das suas respectivas imagens sintéticas obtida após o contraste, simultaneamente com o arquivo shape da área.

Os mapas foram tratados e produzidos de acordo com a melhor forma de representação, para que fosse realizada sua interpretação juntamente com os dados tabelares provindos do Software SPRING.

Cada ano está representado por um único mapa que possui a junção de toda a área do Parque Nacional do Mapinguari, sendo discriminado em vermelho as áreas queimadas durante todo o ano em análise.

5.2.8 Frequência das áreas queimadas

Na determinação da frequência da ocorrência de queimadas foram utilizados os softwares QGIS, Terra View e ArcMap.

A junção dessas etapas possibilitou a determinação da frequência das áreas queimadas sendo possível realizar uma análise mais acurada juntamente aos produtos adquiridos do MapBiomias.

5.2.9 MapBiomias

Os produtos advindos do MapBiomias, associados a área de estudo, juntamente com o software ArcMap permitem o conhecimento do uso do solo e suas características, as quais compreendem os anos de queimadas. O projeto MapBiomias é oriundo da junção do Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SEEG) e do Observatório do Clima (OC) com uma rede colaborativa interinstitucional de co-criadores (ONGs, universidades e empresas de tecnologia) em cada bioma brasileiro e temas como (pastagem, agricultura, zona costeira, área urbana).

A legenda é estabelecida pelo projeto MapBiomias em cores distintas, as quais representam como aquela área é utilizada, justificando assim a incidência de queimada. São definidas pelo tipo do uso do solo, ressaltando-se que na área em estudo não houve mudanças no decorrer dos anos.

6. RESULTADOS

6.1. Resultado da análise das áreas mapeadas

Após todas as etapas descritas no item 5, os mapas foram confeccionados para melhor descrição dos resultados obtidos. Os mapas mostram as cicatrizes das queimadas mapeadas anualmente após a composição de todas as cenas que recobrem o Parque Nacional do Mapinguari. Proporcionando a análise do número de cicatrizes e sua evolução ao longo dos anos.

As figuras abaixo **6.1**, **6.2**, **6.3**, **6.4**, **6.5**, **6.6** e **6.7** mostram a sequência dos 34 anos analisados de (1985 a 2019). O **gráfico 6.1** indica a área queimada de cada ano em km² permitindo uma análise dimensional em proporção a área mapeada.

Devido à grande extensão do Parque e suas características particulares, as áreas queimadas são consideráveis, levando-se também em conta a falta de possibilidade do mapeamento em determinadas épocas devido à grande presença de nuvens recobrando as cenas, podendo ser deixadas de fora do mapeamento áreas que estariam sendo queimadas.

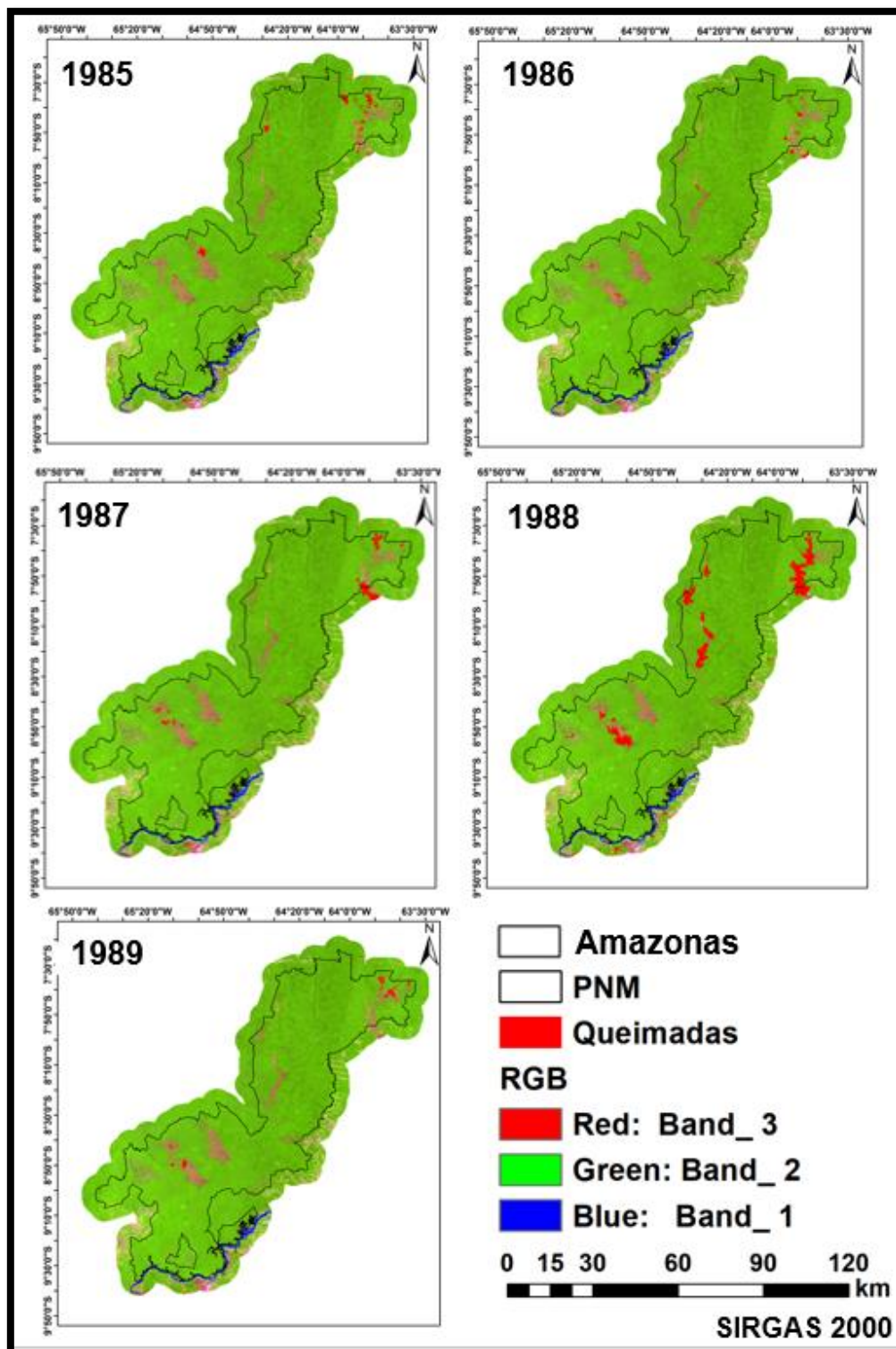


Figura 6.1: Dados do mapeamento de áreas queimadas no Parque Nacional do Mapinguari e seu entorno no Buffer de 10 km² no período de 1985-1989.

Fonte: Elaboração Própria.

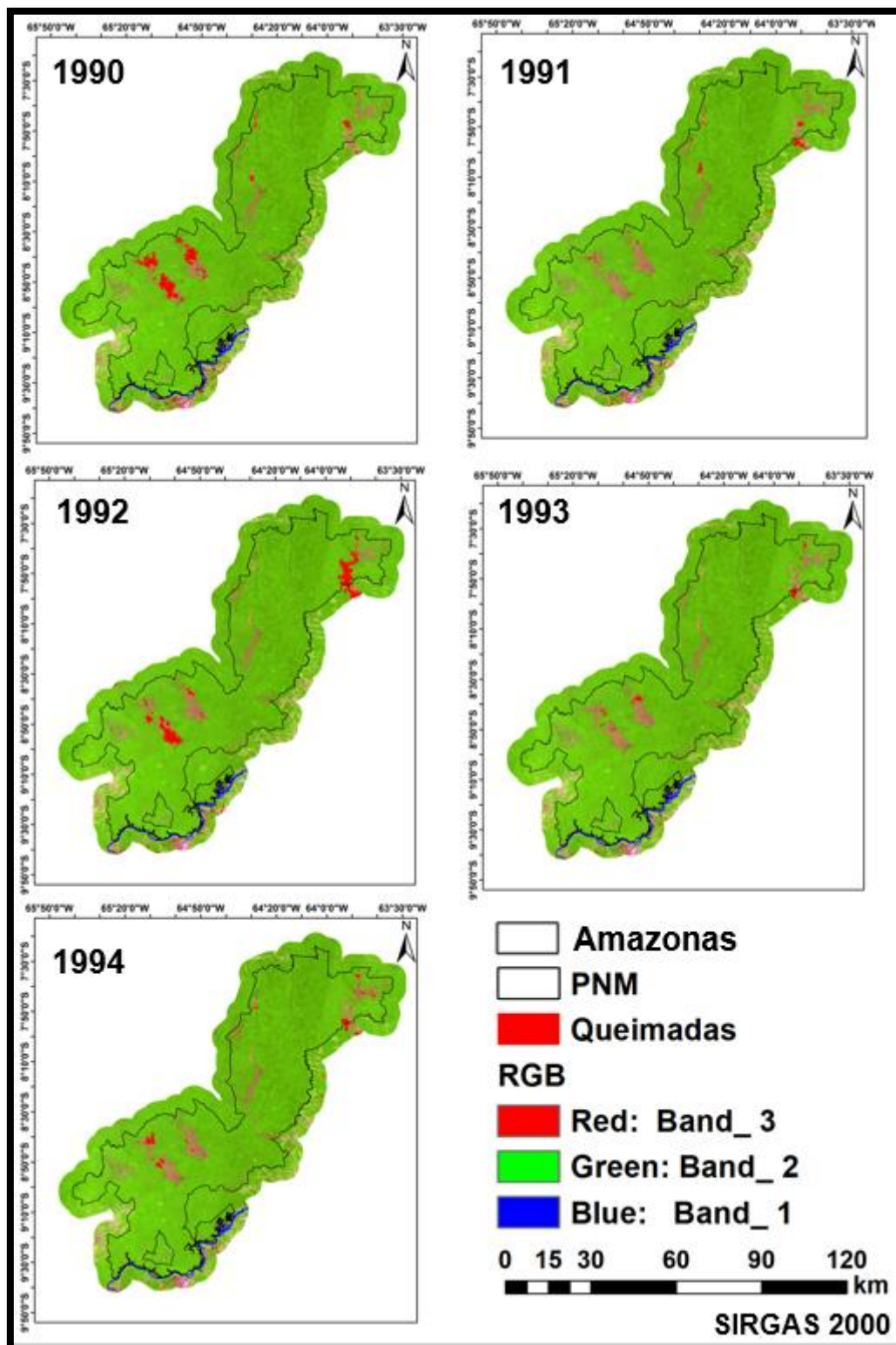


Figura 6.2: Dados do mapeamento de áreas queimadas no Parque Nacional do Matinguari e seu entorno no Buffer de 10 km² no período de 1990-1994.

Fonte: Elaboração Própria.

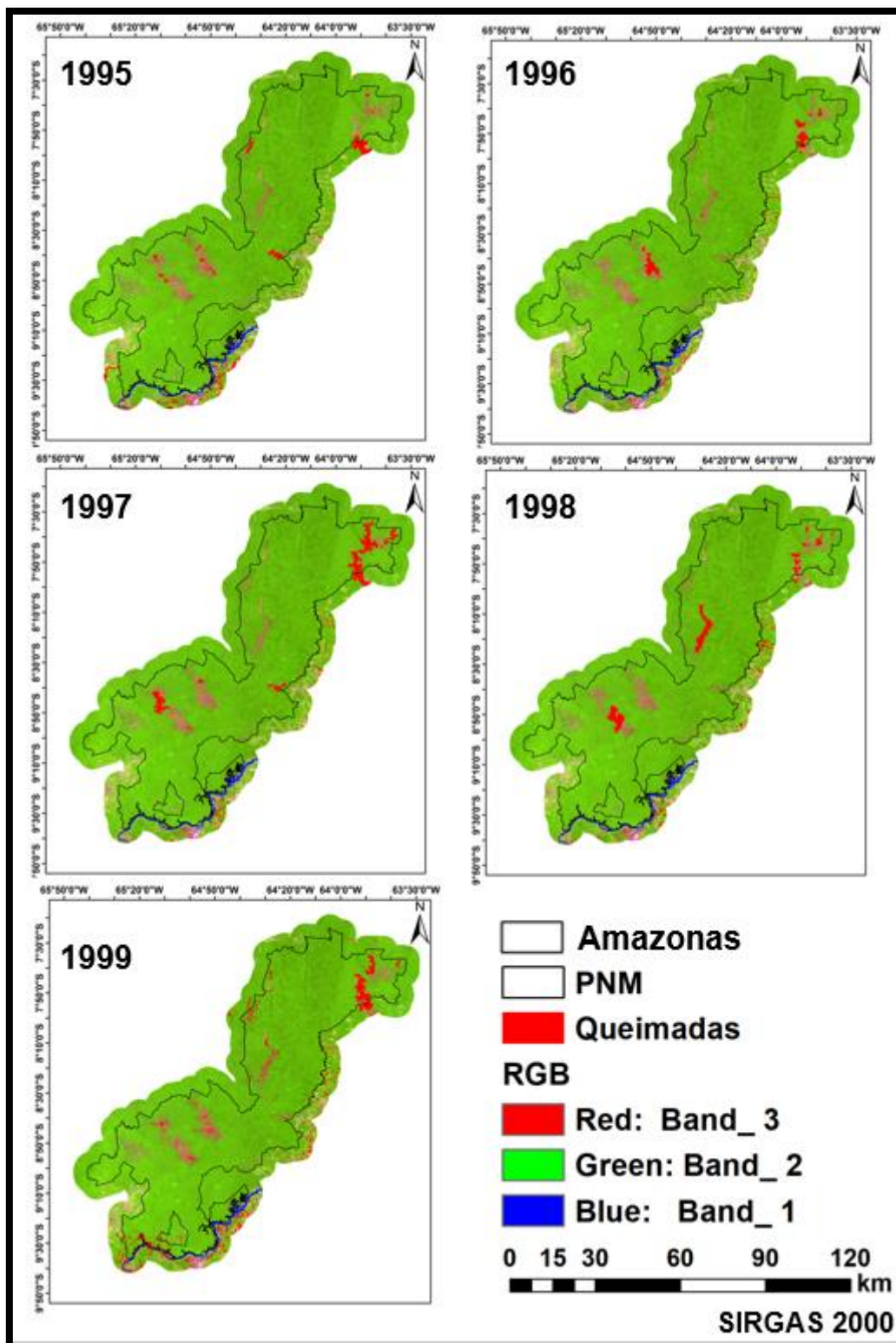


Figura 6.3: Dados do mapeamento de áreas queimadas no Parque Nacional do Matinguari e seu entorno no Buffer de 10 km² no período de 1995-1999.

Fonte: Elaboração Própria.

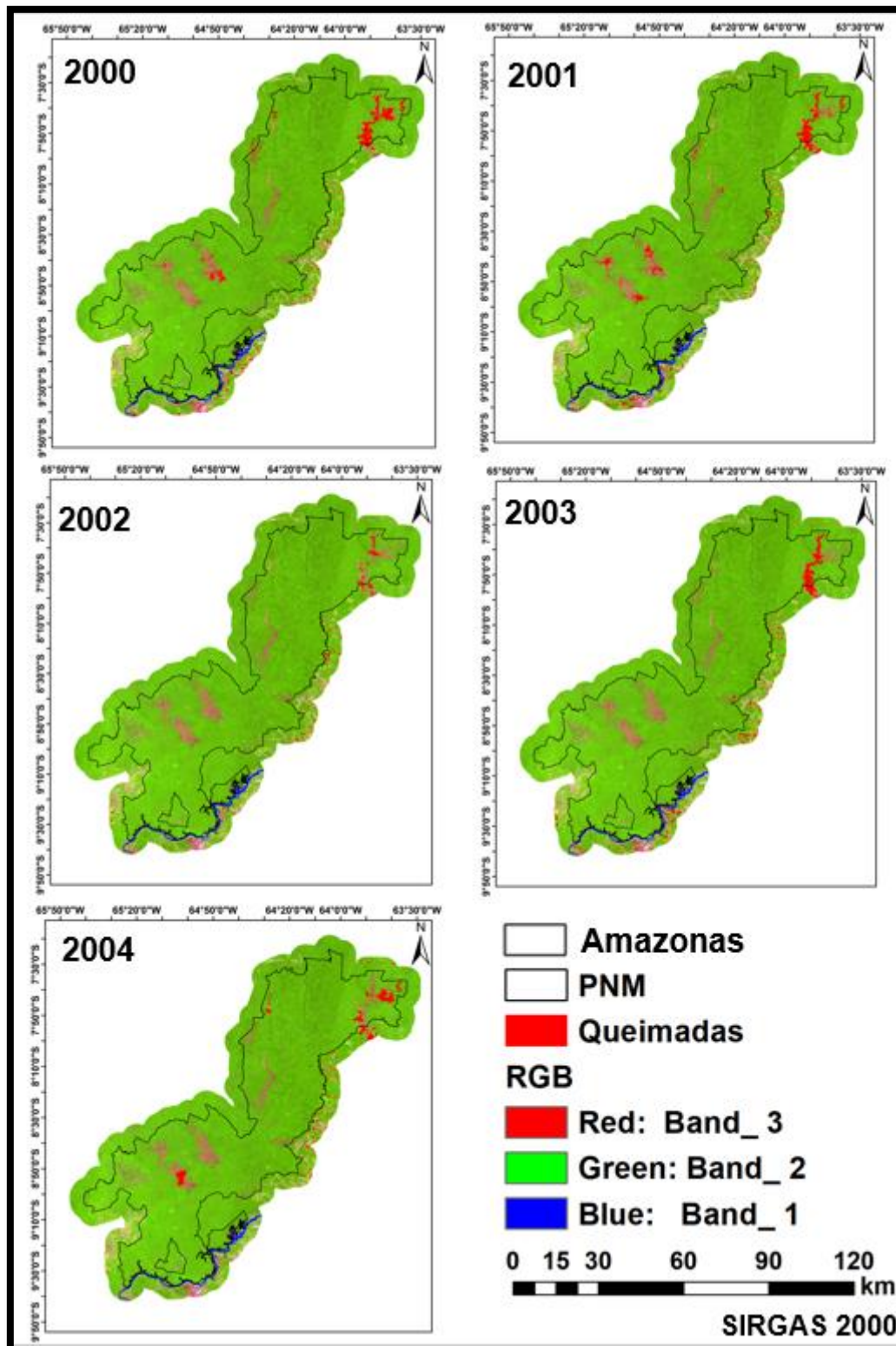


Figura 6.4: Dados do mapeamento de áreas queimadas no Parque Nacional do Mapinguari e seu entorno no Buffer de 10 km² no período de 2000-2004.

Fonte: Elaboração Própria.

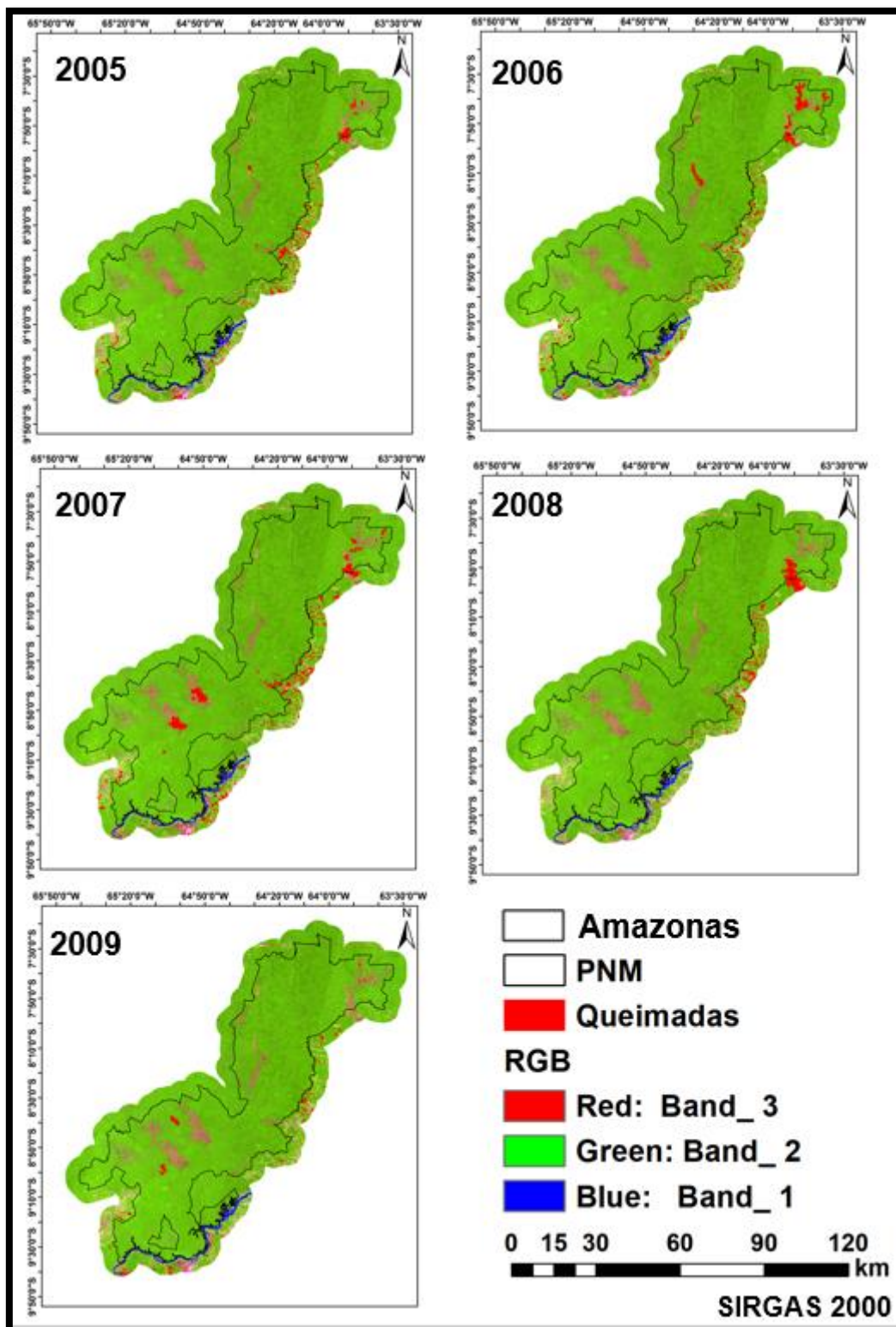


Figura 6.5: Dados do mapeamento de áreas queimadas no Parque Nacional do Matinguari e seu entorno no Buffer de 10 km² no período de 2005-2009.

Fonte: Elaboração Própria.

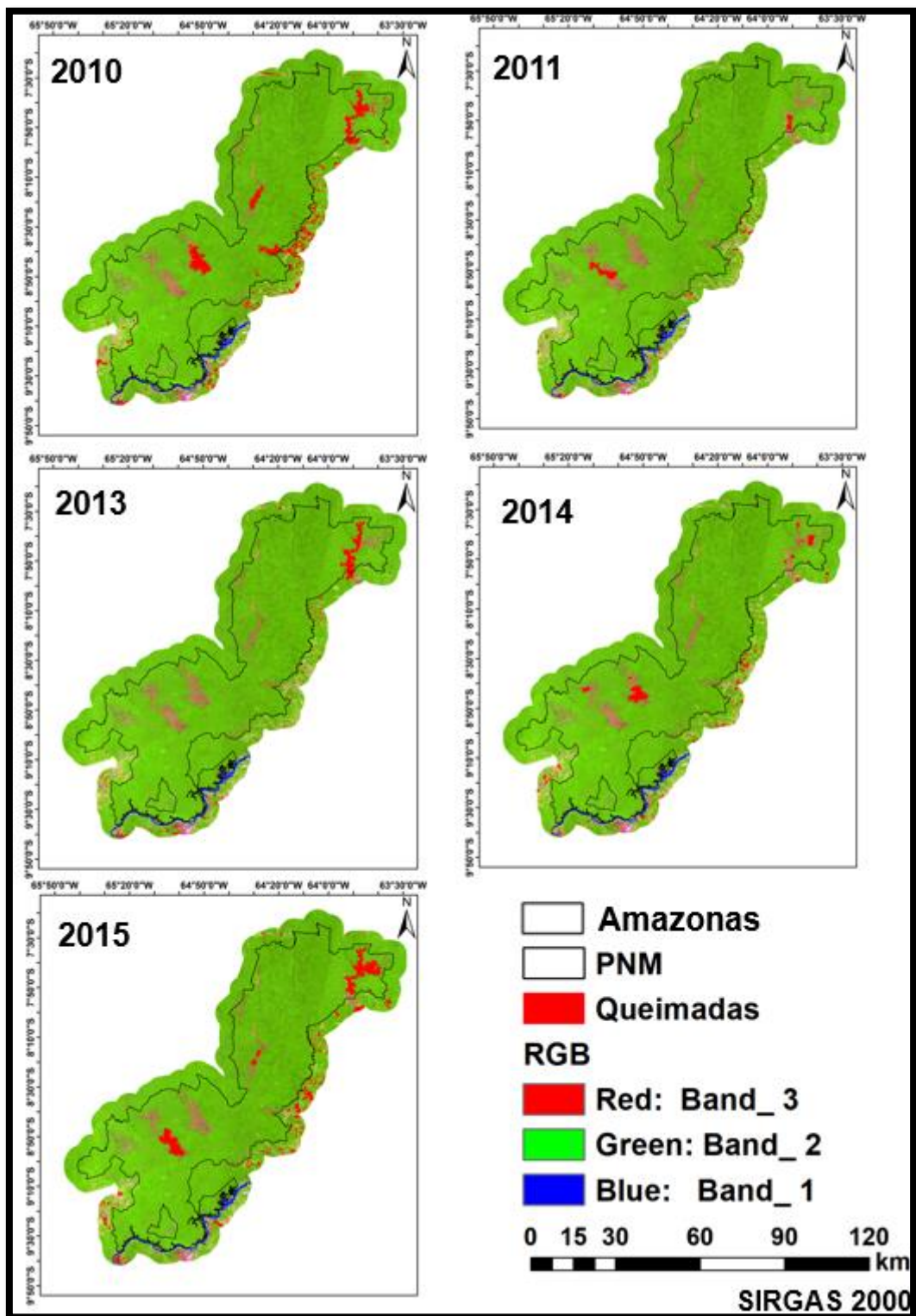


Figura 6.6: Dados do mapeamento de áreas queimadas no Parque Nacional do Matinguari e seu entorno no Buffer de 10 km² no período de 2010-2015.

Fonte: Elaboração Própria.

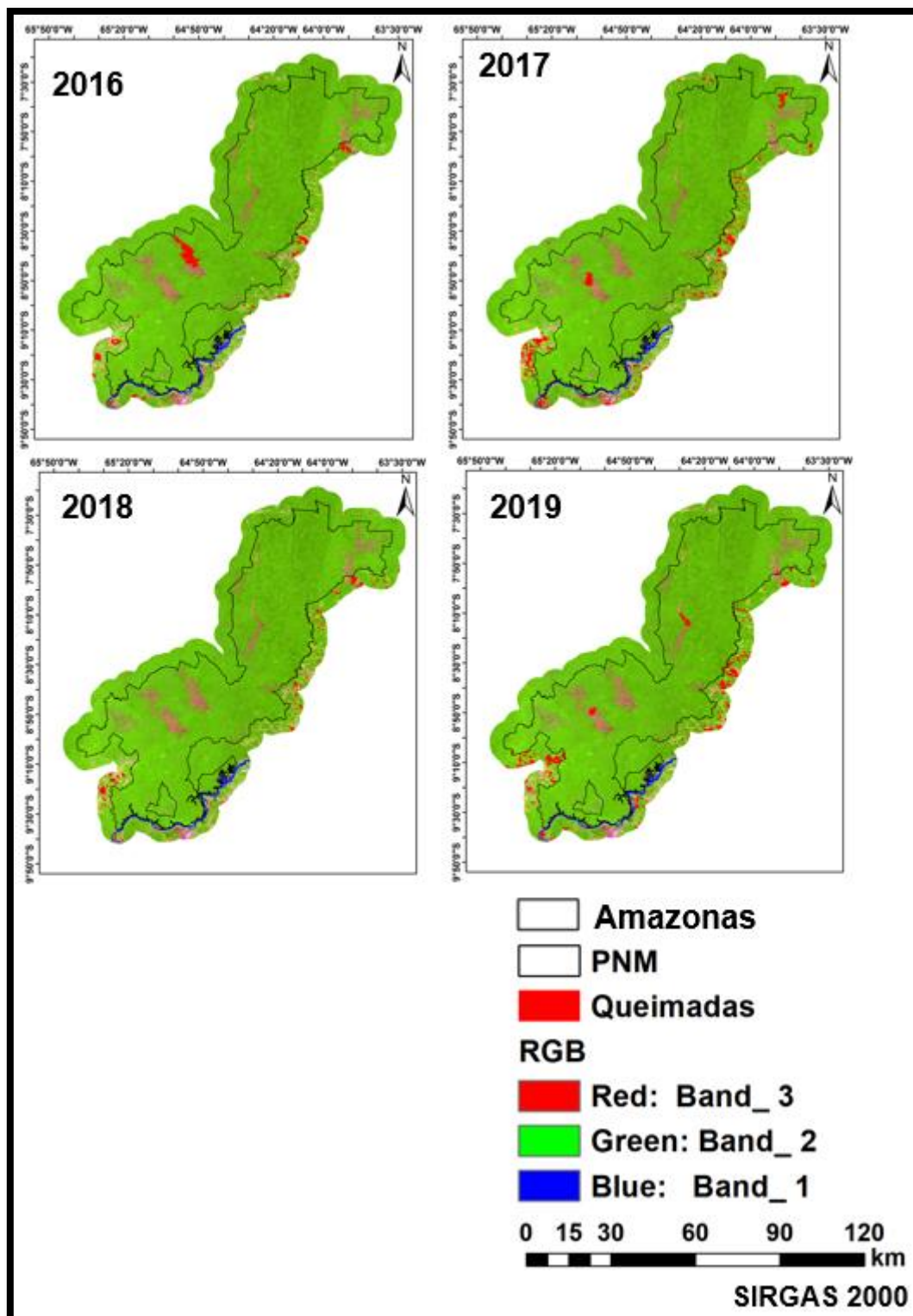


Figura 6.7: Dados do mapeamento de áreas queimadas no Parque Nacional do Matinguari e seu entorno no Buffer de 10 km² no período de 2016-2019.

Fonte: Elaboração Própria.

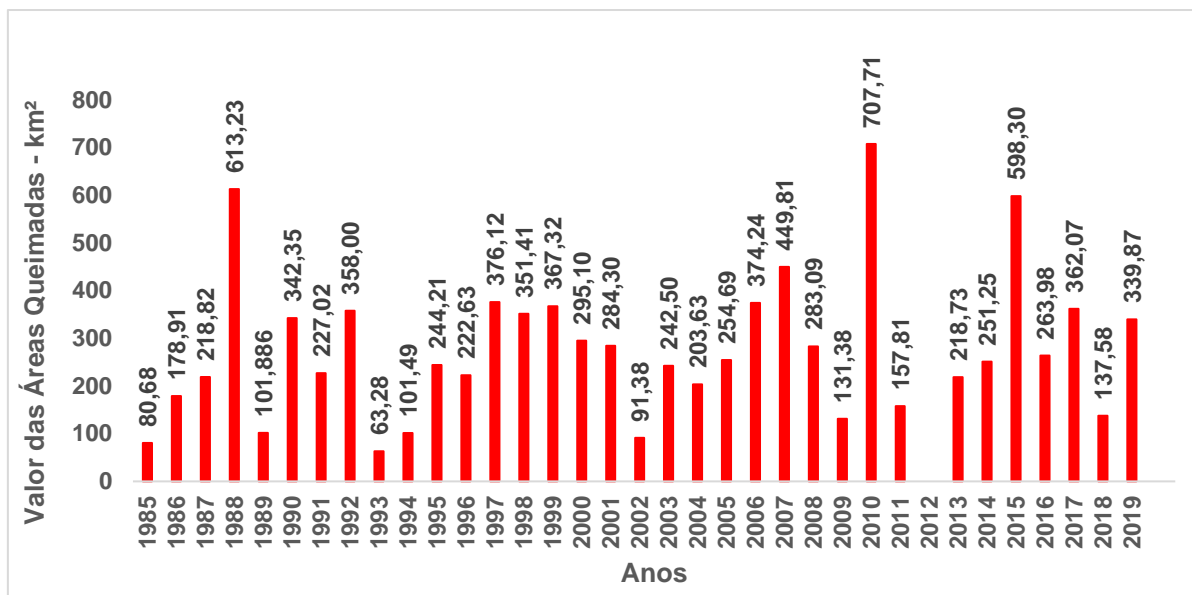


Gráfico 6.1: Valores de referência da área do mapeamento no período de 1985- 2019 em Km² (Total = 9494,78 km²)

No ano de 1985 foram queimados 80,68 km², já no ano de 1986 o Parque queimou 178,91 km² tendo um aumento no número de queimadas. Para 1987 as queimadas continuaram com um aumento tendo como total de 218,82 km².

O ano de 1988 teve um aumento expressivo em relação aos anos anteriores mapeados, pois representa a maior quantidade de áreas total de um ano, em relação ao ano anterior teve uma área aproximadamente três vezes maior. Sendo este ano o que representa maior número de queimadas mapeadas antes da área ser constituída como Unidade de Conservação.

Mesmo que o ano de 1989 tenha tido uma baixa em relação aos anos de 1986, 1987 e 1988, é possível perceber que ainda sim é maior que o ano de 1985. Em 1990 o crescimento é notável em relação aos outros sendo de 342,35 km², representando quase o dobro do ano de 1986.

Os anos de 1991 tem um pequeno decréscimo do valor, porém volta estabelecer um alto valor no ano de 1992, com valor expressivamente maior em relação aos outros anos, exceto a 1988.

Nos anos compreendidos de 1993 a 2007 as taxas de queimadas possuem valores significativos, tendo apenas os anos de 1993,1997 e 2002 com baixas nas queimadas mapeadas. Tendo 2007 como ano de maior taxa dentro desse período.

A partir do ano de 2008 a área passa a ser constituída como Unidade de Conservação, estabelecido Parque Nacional do Mapinguari, no mesmo ano o valor tem um decréscimo sendo menor em relação ao ano de 2007, porém não é significativo em comparação com os demais anos com valores similares.

O ano de 2010 apresenta um valor de 707,71 km² que é considerado o maior valor dentre todos os anos mapeados, e expressivamente maior em relação aos anos após a criação do Parque. Após o ano de 2010, as áreas queimadas tem uma diminuição, sobressaindo o ano de 2015 com uma área de 598,31 km² de queimadas.

Uma análise criteriosa juntamente com diversos fatores levados em consideração, tende a mostrar o aumento do número de queimadas em relação ao primeiro ano analisado. É notável que em alguns anos essas áreas queimadas apresentam um valor menor aos demais anos, porém pode ser destacado que a cada baixa há um aumento no ano seguinte.

Os dados de precipitação mensal extraídos do CHIRPS possibilitaram avaliar a dinâmica de precipitação do Parque, de janeiro de 1985 a dezembro de 2019. Através desses dados, obteve-se a climatologia anual da precipitação incidente na região e a representação de seu comportamento, através de um gráfico de como mostra o gráfico 6.2.

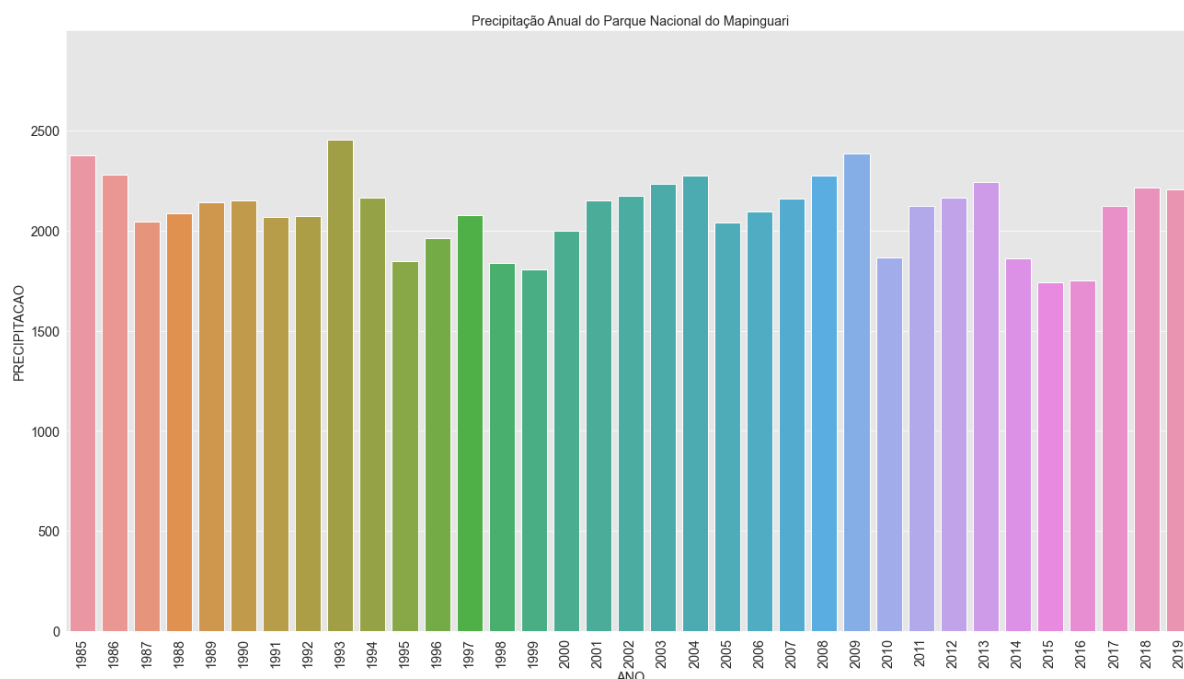


Gráfico 6.2: Precipitação anual do Parque Nacional do Matinguari para o período de 1985 a 2019

O valor médio da precipitação que atingiu o PNM durante 34 anos analisados foi de 2.125 mm, e como é possível perceber, os anos 2015 e 2016 foram os anos de menor precipitação de todo o período, isto é, 121% abaixo da média total para o período. Os anos que seguiram com menor índice pluviométrico foram na década de 1990, nos anos 1995, 1998 e 1999 com a média de 1.837 mm correspondendo a 86% abaixo da média de todo o período. Os anos de déficit de precipitação pode estar associado ao fenômeno de La Niña, conforme pode ser verificado na figura abaixo:

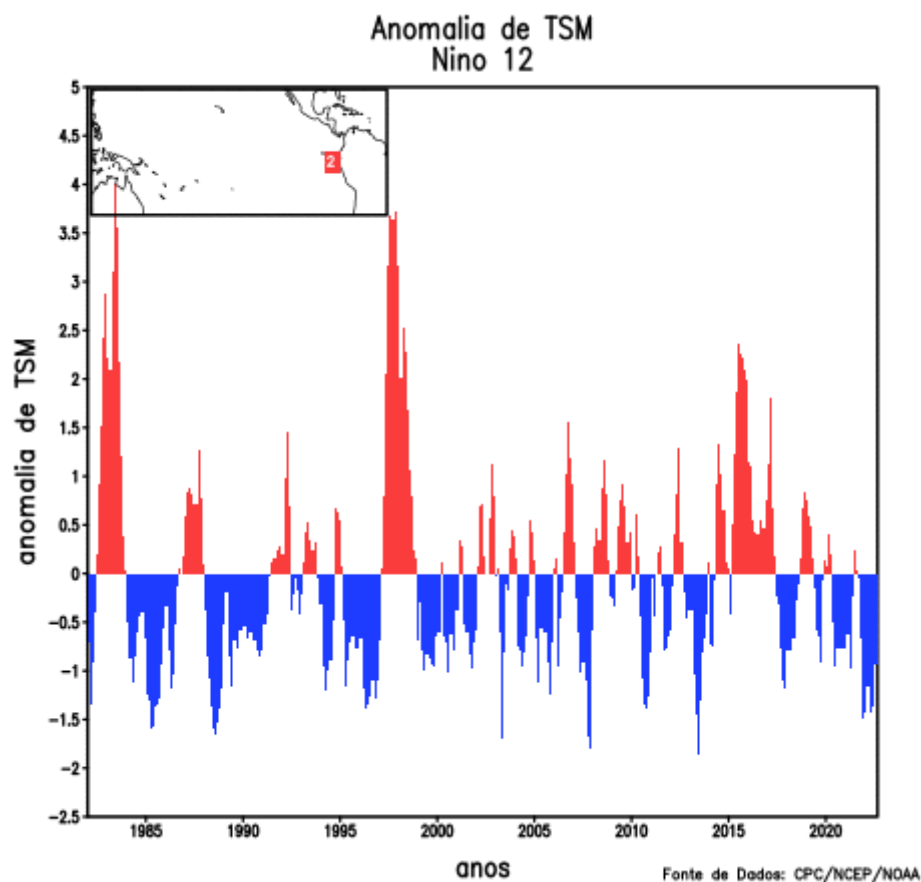


Figura 6.8. Evolução semestral da anomalia da TSM/Niño 12

Fonte: CPTEC/NCEP/NOAA

O fenômeno da La Niña acontece em períodos que variam entre 2 e 7 anos e possui duração de cerca de um ano, o La Niña e de acordo com as avaliações das características de tempo e clima, de eventos de La Niña demonstraram uma maior variabilidade, enquanto os eventos de El Niño apresentam um padrão mais consistente. Entre os principais efeitos de episódios do La Niña observados sobre o Brasil são tendência de chuvas abundantes no norte e leste da Amazônia (MARENGO e OLIVEIRA 1998). Considerando que o parque se situa na região oeste da Amazônia, sugere que esta área distal das áreas com os maiores índices pluviométricos do leste do bioma, sendo marcada pelos baixos índices pluviométricos, podendo contribuir para com as ocorrências das maiores queimadas.

A **Figura 6.9** mostra a variabilidade espacial e temporal da precipitação no período estudado. Observou-se uma homogeneidade na distribuição espacial da precipitação em quase toda a região. Isto é, no período compreendido entre 1985 a 2000, nestes quinze anos de análise é possível perceber que os maiores índices de pluviosidade se concentraram a nordeste do PNM e os menores na região a sudoeste deste. No ano de 1988, nota-se uma inversão deste padrão, e exatamente neste ano, o parque teve um percentual de destaque queimado, isto é, 3,41% da sua área.

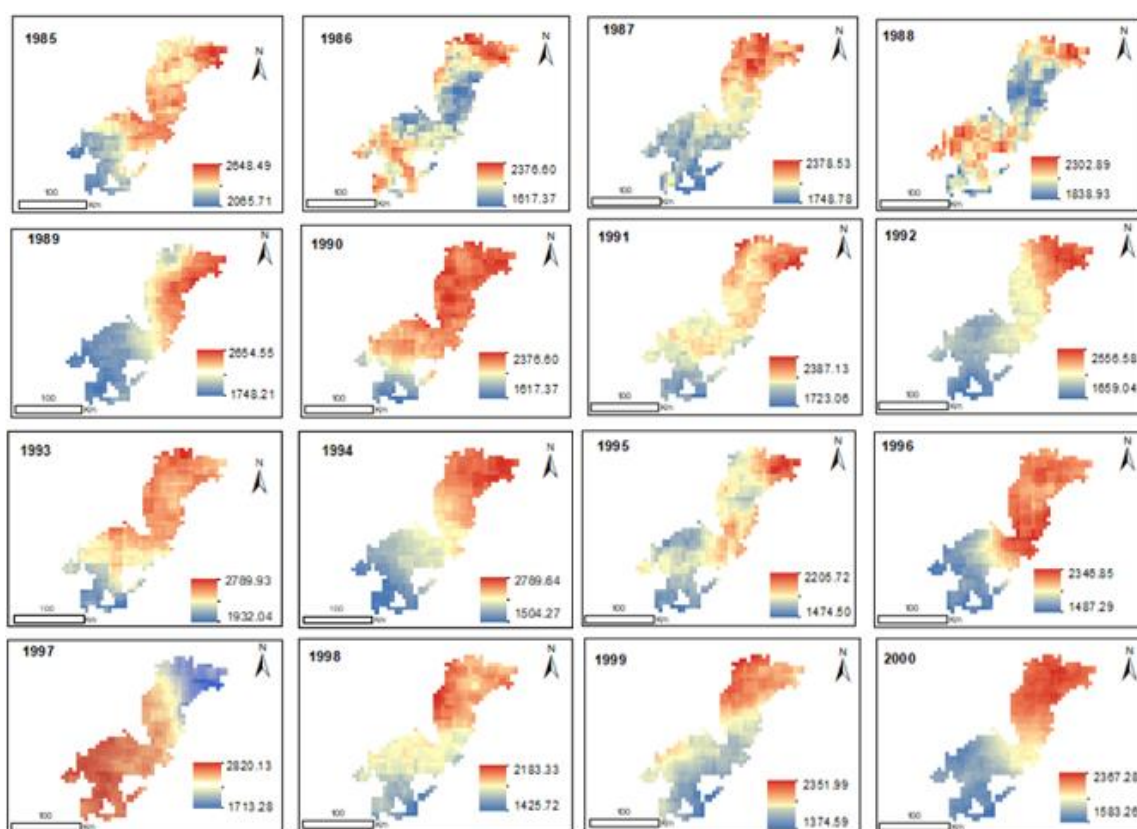


Figura 6.9. Anomalias das precipitações anuais do PNM nos anos de 1985 a 2000.
Fonte: Elaboração Própria.

No período de 2001 a 2016, conforme Figura 6.10, é possível perceber certa homogeneidade até o ano de 2008, quando ocorre uma inversão desta espacialidade, isto é, os maiores índices concentraram-se na área sudoeste do parque, enquanto os menores índices situaram-se a nordeste deste. A partir de 2015 até 2017, nota-se a retomada ao padrão encontrado nos 22 anos iniciais.

Neste período, é importante destacar o ano de 2010, pois, foi o ano que apresentou maior índice de queimada, seguindo de 1988. E ao analisarmos os dois anos que mais queimaram em relação a taxa de precipitação máxima e mínima do ano, ambos se assemelham bastante, isto é, são 1838,93 mm e 2302,89 mm para o ano de 1988 e 1831,92 mm e 2039,88 mm para o ano de 2010 respectivamente. Além, disso, a espacialização da anomalia negativa localiza-se na mesma área, indicando que nesta região mais central e ocidental do parque, sobre uma situação de estresse hídrico é mais propensa ao fogo, atingindo áreas maiores.

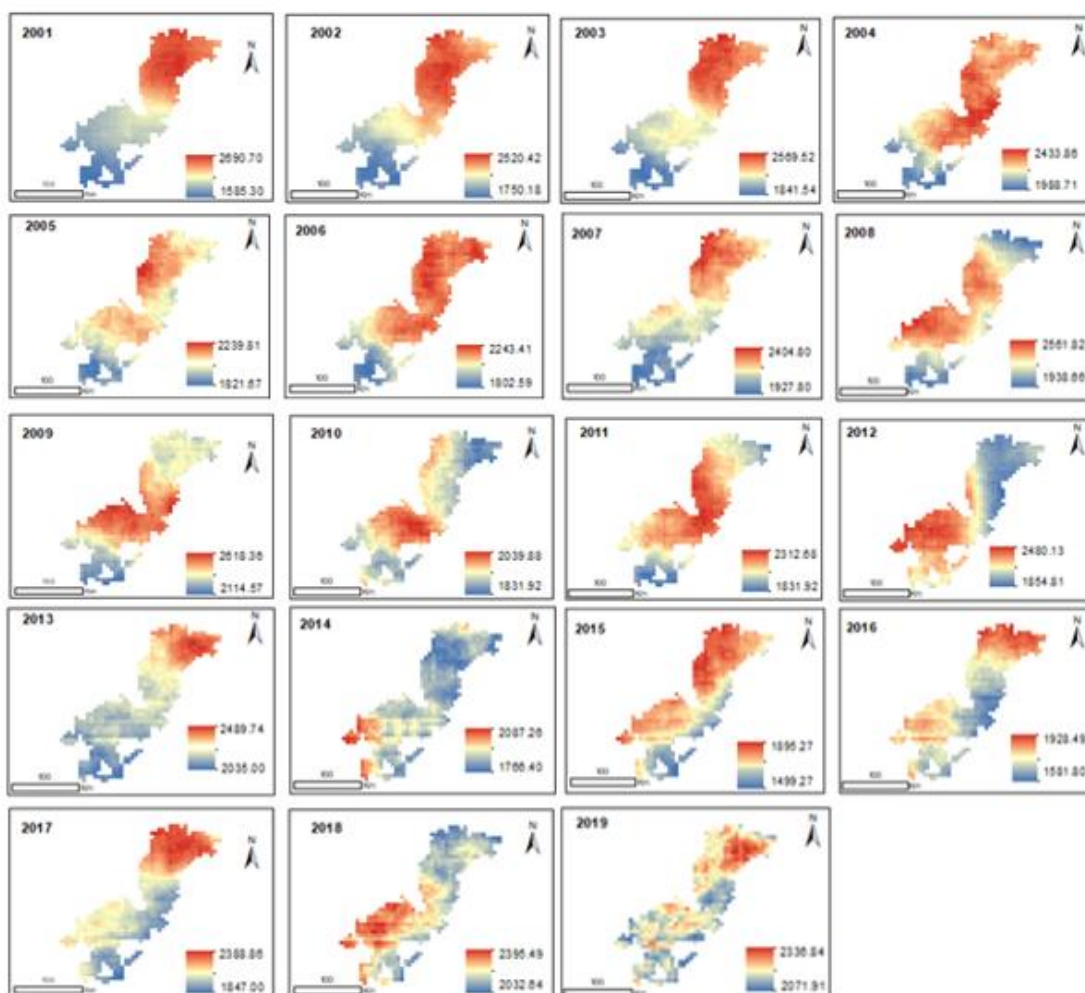


Figura 6.10. Anomalias das precipitações anuais do PNN nos anos de 2001 a 2019. Fonte: Elaboração Própria.

Nos anos de 2001 a 2007, conforme **Figura 6.10**, as anomalias de maior volume de chuva concentram-se na região nordeste do parque e inverte nos anos subsequentes localizando-se mais ao centro e ocidental deste. Neste período, as queimadas não foram tão significativas como as dos anos posteriores correspondendo com 23% da área queimada, conforme pode ser verificado no gráfico 6.2 que vai trazer dados sobre Porcentagem das áreas queimadas em relação a área total do parque Nacional do Mapinguari.

No ano de 2008 até o ano de 2014, as maiores precipitações deslocam-se para a área a sudeste do parque, e foi neste período, no ano de 2010, que o parque teve a maior área queimada. Tal fato sugere que nos anos anteriores, o estresse hídrico nessa região do parque favoreceu a formação de queimadas de maior extensão exatamente nessa área, conforme mostra a **Figura 6.6**. sobre o mapeamento de áreas queimadas no Parque Nacional do Mapinguari e seu entorno.

Salienta-se que antes das queimadas de grandes extensões ocorrerem é importante verificar as condições que antecederam aquele ano, pois, a ação do fogo sobre a vegetação pode variar de acordo com as condições ambientais no momento da queima, isto é, com o tipo de solo da área, frequência da queima e quantidade de combustível disponível, que determina a intensidade e a duração da queima (Batmanian, 1983; Rodrigues, 1999). Portanto, sugere que as anomalias negativas de precipitação nesta área mais central e sudeste do parque contribuiu para a maior intensidade da queimada no ano de 2010.

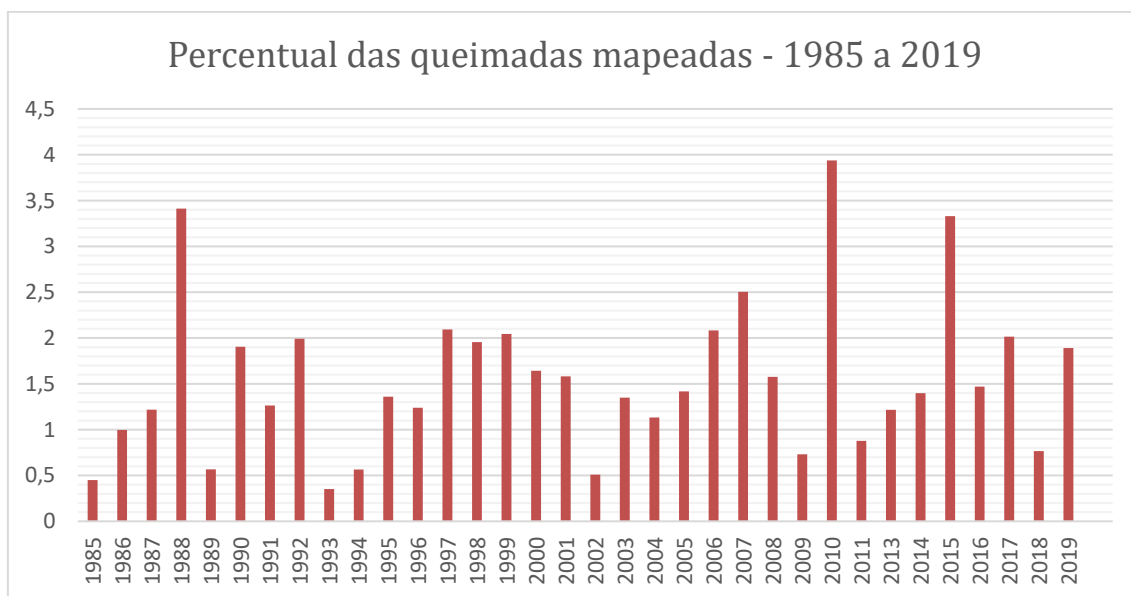


Gráfico 6.3: Porcentagem das áreas queimadas em relação a área total do parque Nacional do Mapeguari.

Em relação a área total do parque analisados, as queimadas mapeadas podem ser consideradas de pequena proporção vista a grande extensão da área de estudo, tem se os anos de 1988 (3,41%), 2007 (2,50%), 2010 (3,94%) e 2015 (3,33%), considerados de maior taxa de incidência. Os demais anos tiveram uma ocorrência entre (1,0% a 2,3% da área total), ressalta se ainda que os de acordo com as cicatrizes mapeadas.

Nota-se um decréscimo nos anos de 1985 (0,44%), 1989 (0,57%), 1993 (0,35%), 1994 (0,56%), 2002 (0,51%), 2009 (0,73%) e 2018 (0,77%). Estes anos tiveram observações em suas cenas obtidas devido a grande quantidade de nuvens, o que impossibilitou o mapeamento de áreas de ocorrência de queimadas, sendo, portanto, analisados de forma com que as cicatrizes fossem mapeadas apenas onde não fosse observada o alto índice de nuvens, o que deixou as imagens com maiores dificuldades de análise.

Através da sobreposição dos mapeamentos anuais das áreas queimadas foi possível elaborar o mapa da frequência de área queimada da região de estudo (Figura 6.9) permitindo, dessa forma, avaliar quantitativamente a frequência com

que uma mesma área sofresse queimada durante o período analisado (1984-2019). Por meio da análise deste mapa, torna-se possível a identificação da variabilidade das áreas propensas a queimadas no PNM atingidas pelas queimadas.

Após a análise anual de cada imagem, destaca-se a **Figura 6.11** que apresenta a frequência acumulada das áreas queimadas dentro do período analisado (1985 a 2019), apresentando escalas de cores que variam do branco (área com um total de 0 vezes queimadas durante os anos), tons de verde, tons de amarelo e tons de vermelho (área atingida por queimadas inúmeras vezes ao longo dos anos). Ao todo para a área em estudo foram determinadas 28 classes, as quais definem as áreas que mais sofreram a ocorrência de queimadas.

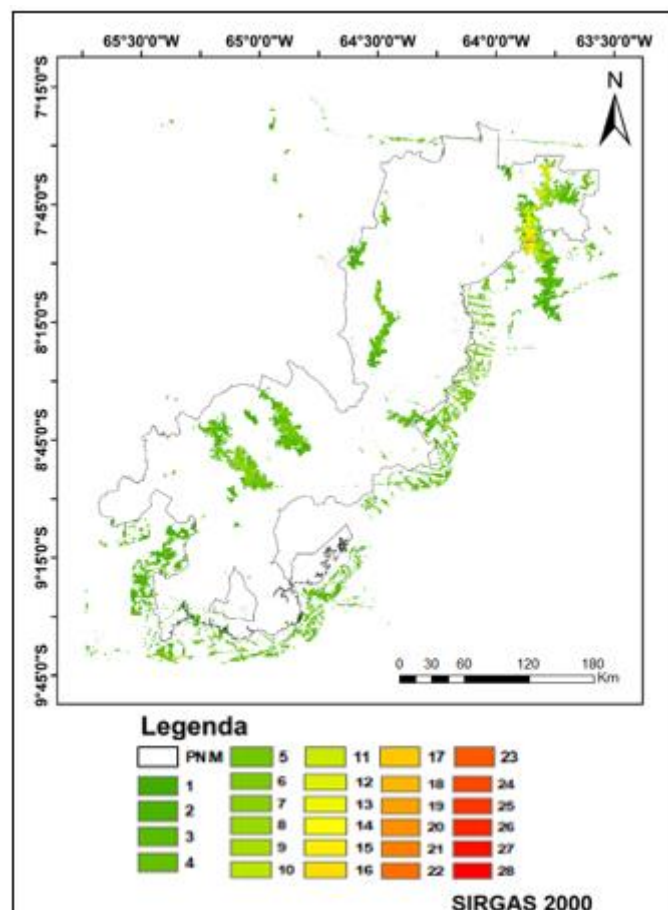


Figura 6.11: Mapa de Frequência das áreas queimadas no Parque Nacional do Matinguari e no seu entorno buffer de 10 km² de 1985 a 2019. Fonte: Elaboração Própria.

A **figura 6.11** apresenta o mapa de frequência do tamanho das áreas queimadas para o ano de 2012. Verifica-se que nesse ano aproximadamente 15% das áreas queimadas possuíam tamanho de até 8 hectares, 45% das áreas tinham tamanho de até 64 hectares, 35% das áreas queimadas possuíam tamanho entre 128 e 512 hectares e apenas 20% das áreas queimadas correspondem às grandes cicatrizes, acima de 1028 hectares.

É possível afirmar que as áreas com maiores recorrência de queimadas e que variam da cor amarela para a cor alaranjada a vermelha estão situadas no interior e entorno do Parque, podendo ser observadas em todos os anos dentro do período estudado.

Em um trabalho realizado pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), sobre a delimitação e localização da unidade de conservação (figura 6.12) é possível verificar por meio do mapeamento realizado pelo órgão que as regiões que possuem maiores recorrências de áreas queimadas estão localizadas nas porções leste e nordeste do parque, área de divisa estadual com Rondônia, nesta parte destaca-se a presença de rodovias federais e que possuem extensas áreas já convertidas para agricultura e pastagem. Além dos impactos ambientais, as queimadas promovem diversos impactos sociais, tais como, como o fechamento de rodovias e aeroportos e aumento na incidência de problemas respiratórios na população (SMITH et al., 2014).

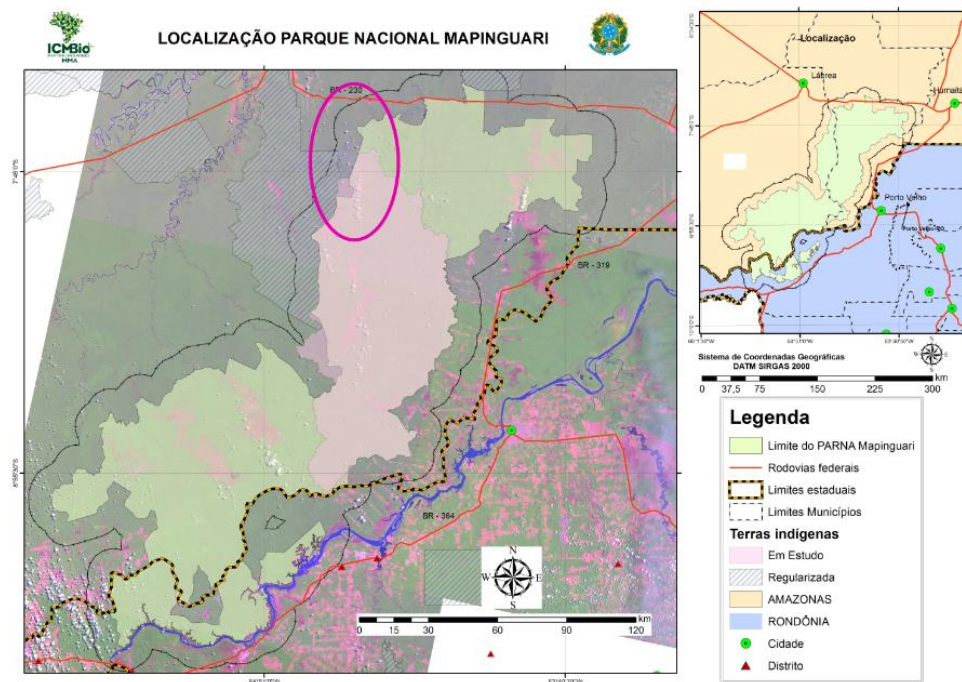


Figura 6.12: Mapa de Localização do Parque Nacional do Mapinguari
Fonte: ICMBio (2018)

Por ser uma área de estudo dentro da floresta Amazônica sugere que a frequência (Figura 6.12) que aparece na cor branca dentro do mapa, seja a área de que não houve nenhuma incidência de queimadas, isto em decorrência de que essas áreas são formadas por grandes adensamentos de florestas, dificultando e impossibilitando o uso e ocupação do solo.

Ao contrário dos incêndios florestais na Europa ou nos Estados Unidos, o fogo não ocorre naturalmente na floresta úmida e tropical da Amazônia. Assim, as áreas queimadas em menor intensidade cujos polígonos são menores em relação as demais, pode estar associado aos pequenos agricultores derrubam e queimam as árvores para limpar o terreno. Os polígonos que destacam queimadas maiores podem ser concordados ao uso dos solos para pastagem, agropecuária, extrativismo vegetal e mineral, abertura de solos para agricultura, dentre outros usos que utilizam do fogo de forma agressiva e irregular.

6.2. Resultado dos Dados Convertidos do Uso e Cobertura da Terra em Áreas Queimadas

Os dados obtidos do mapeamento disponibilizados pela ferramenta do MapBiomas permitem analisar o uso e cobertura do solo ao longo do tempo, permitem o conhecimento das mudanças das paisagens e sua utilização que compreende os anos de 1985 a 2019 e podem ser visualizados nas figuras, **6.13**, **6.14**, **6.15**, **6.16**, **6.17**, **6.18**.

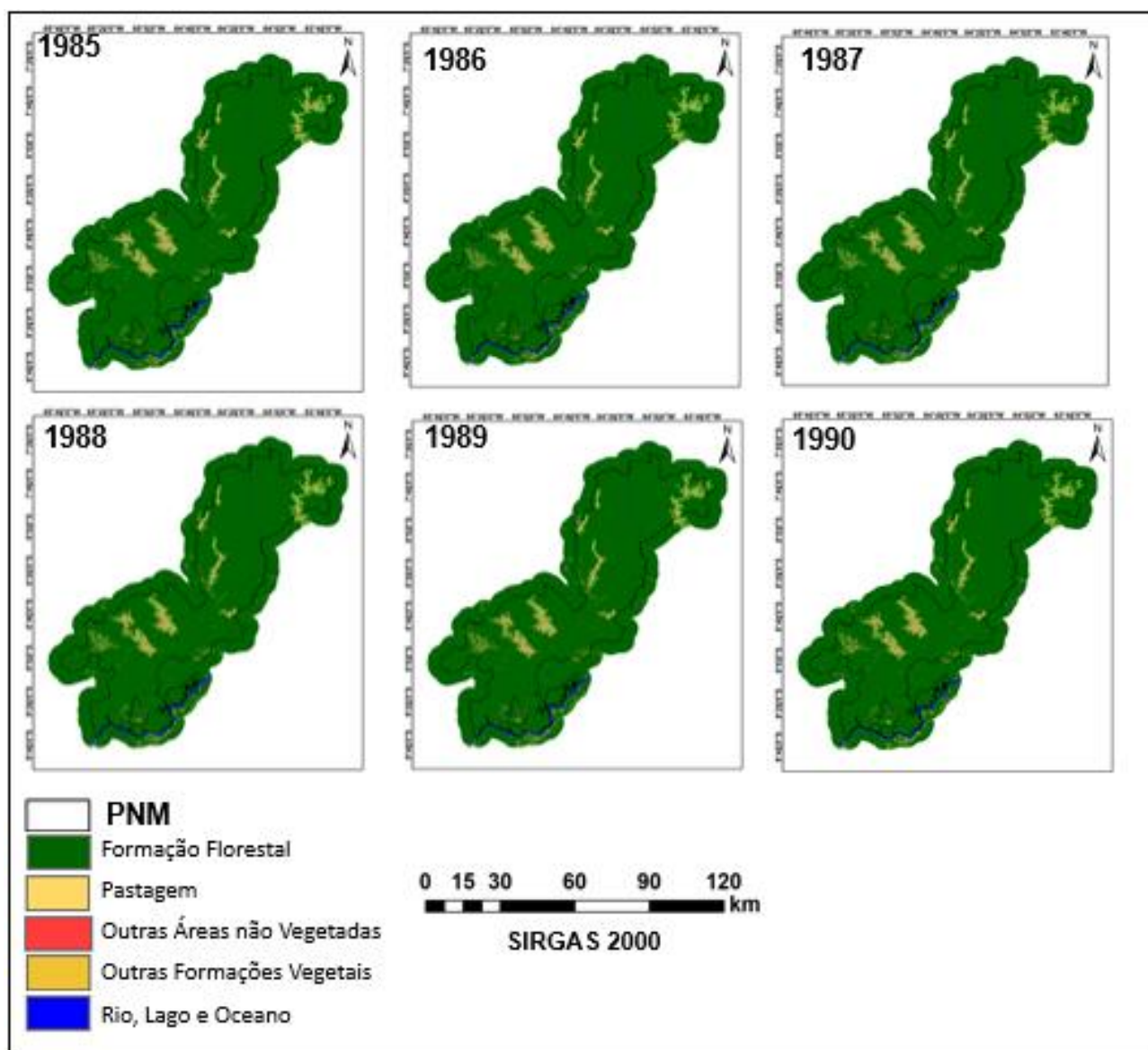


Figura 6.13: Mapa de Uso e Cobertura do solo do PNM e seu entorno *Buffer* de 10km² de 1985 - 1990. Fonte: Elaboração própria.

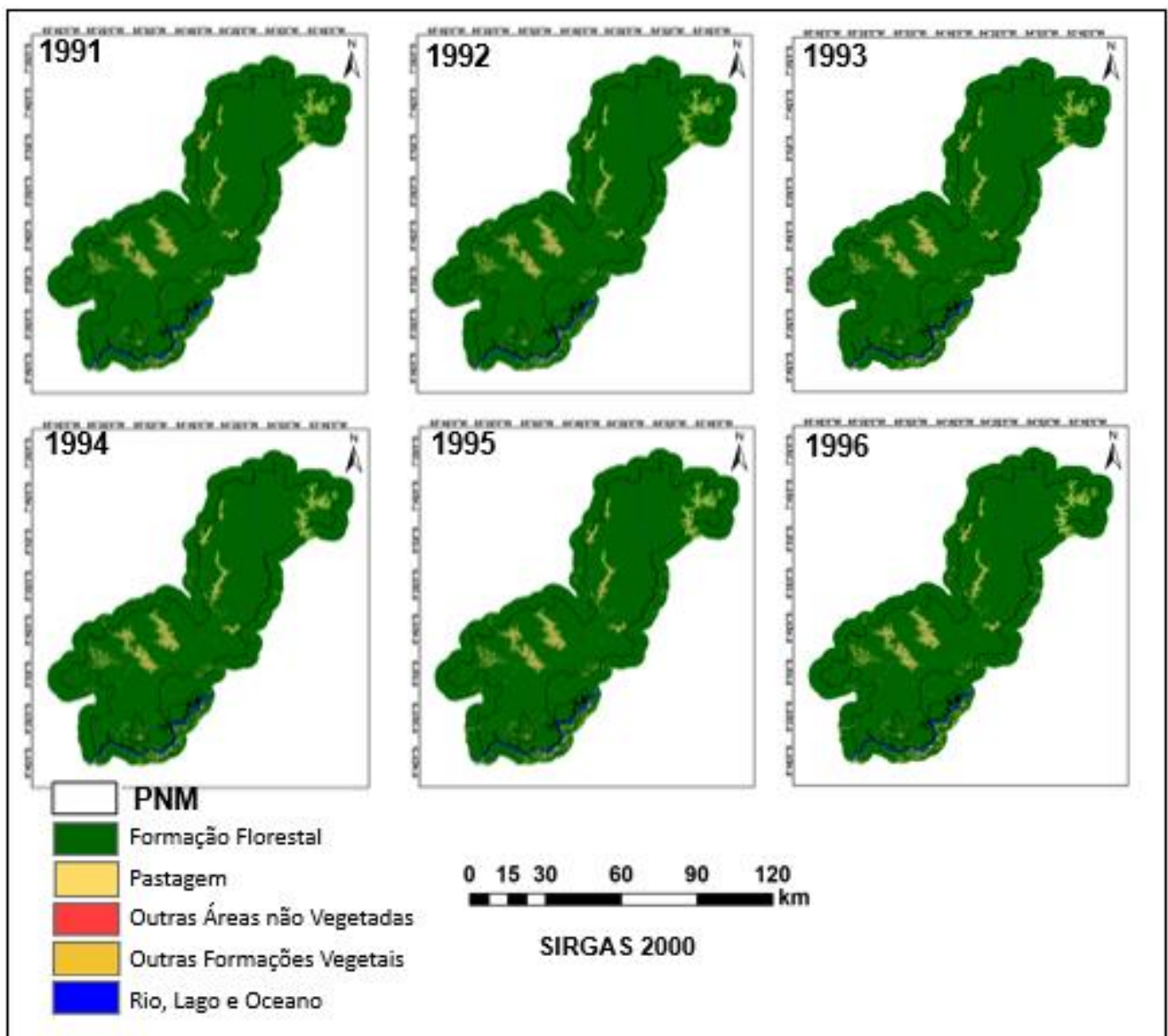


Figura 6.14: Mapa de Uso e Cobertura do solo do PNM e seu entorno *Buffer* de 10km² de 1991 - 1996. Fonte: Elaboração própria.

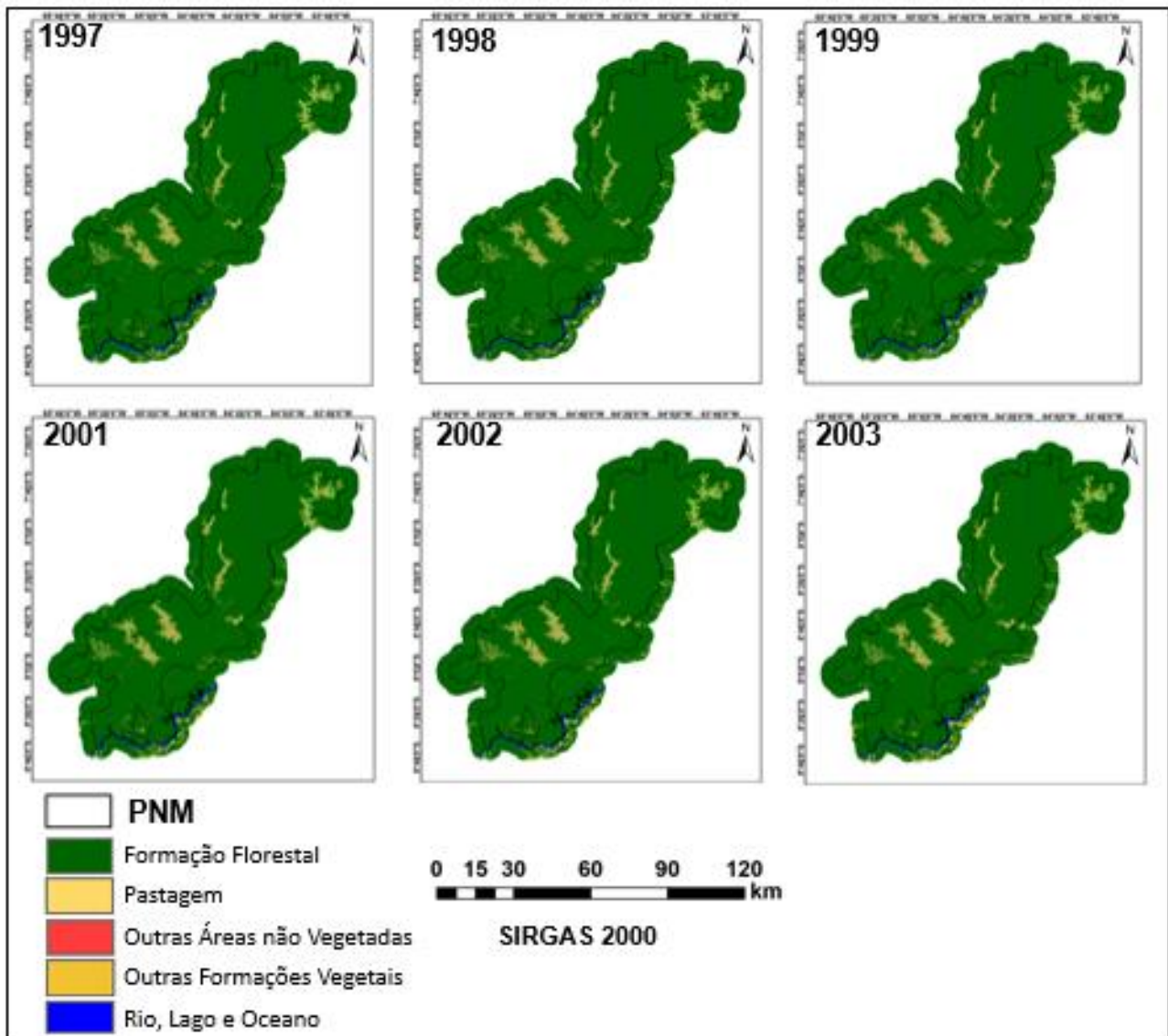


Figura 6.15: Mapa de Uso e Cobertura do solo do PNM e seu entorno *Buffer* de 10km² de 1997 - 2003. Fonte: Elaboração própria.

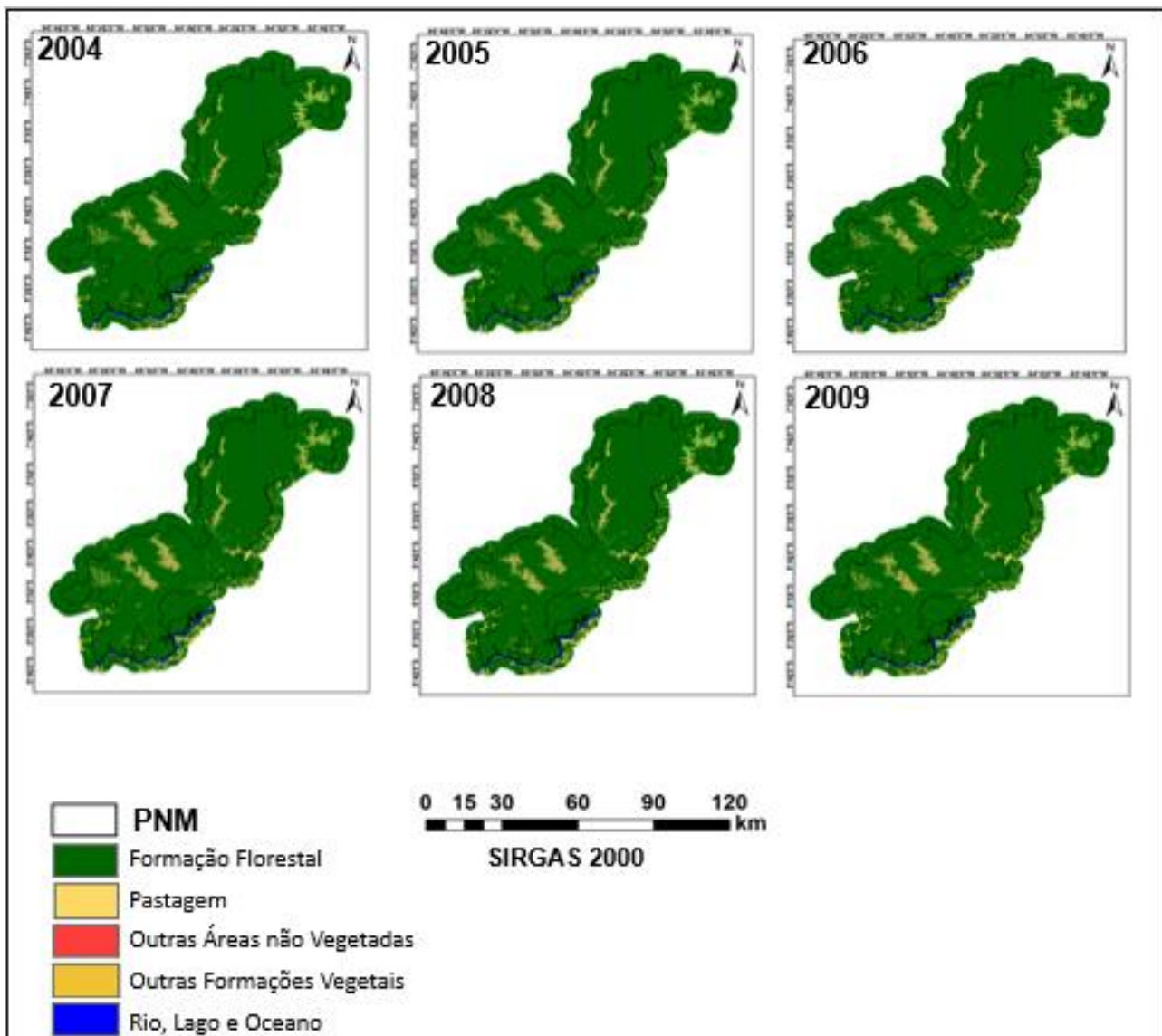


Figura 6.16: Mapa de Uso e Cobertura do solo do PNM e seu entorno *Buffer* de 10km² de 2004 - 2009. Fonte: Elaboração própria.

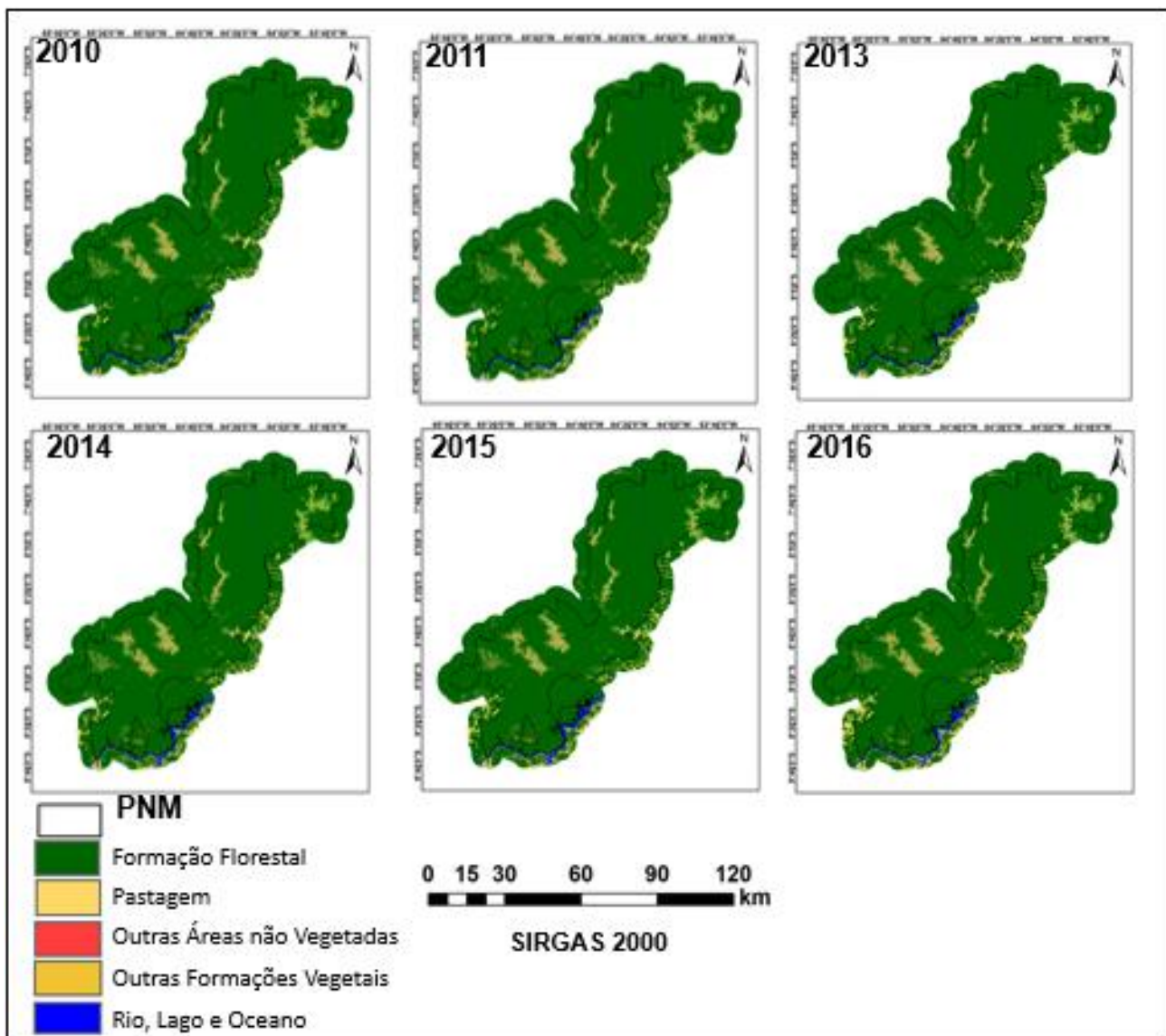


Figura 6.17: Mapa de Uso e Cobertura do solo do PNM e seu entorno *Buffer* de 10km² de 2010 - 2016. Fonte: Elaboração própria.

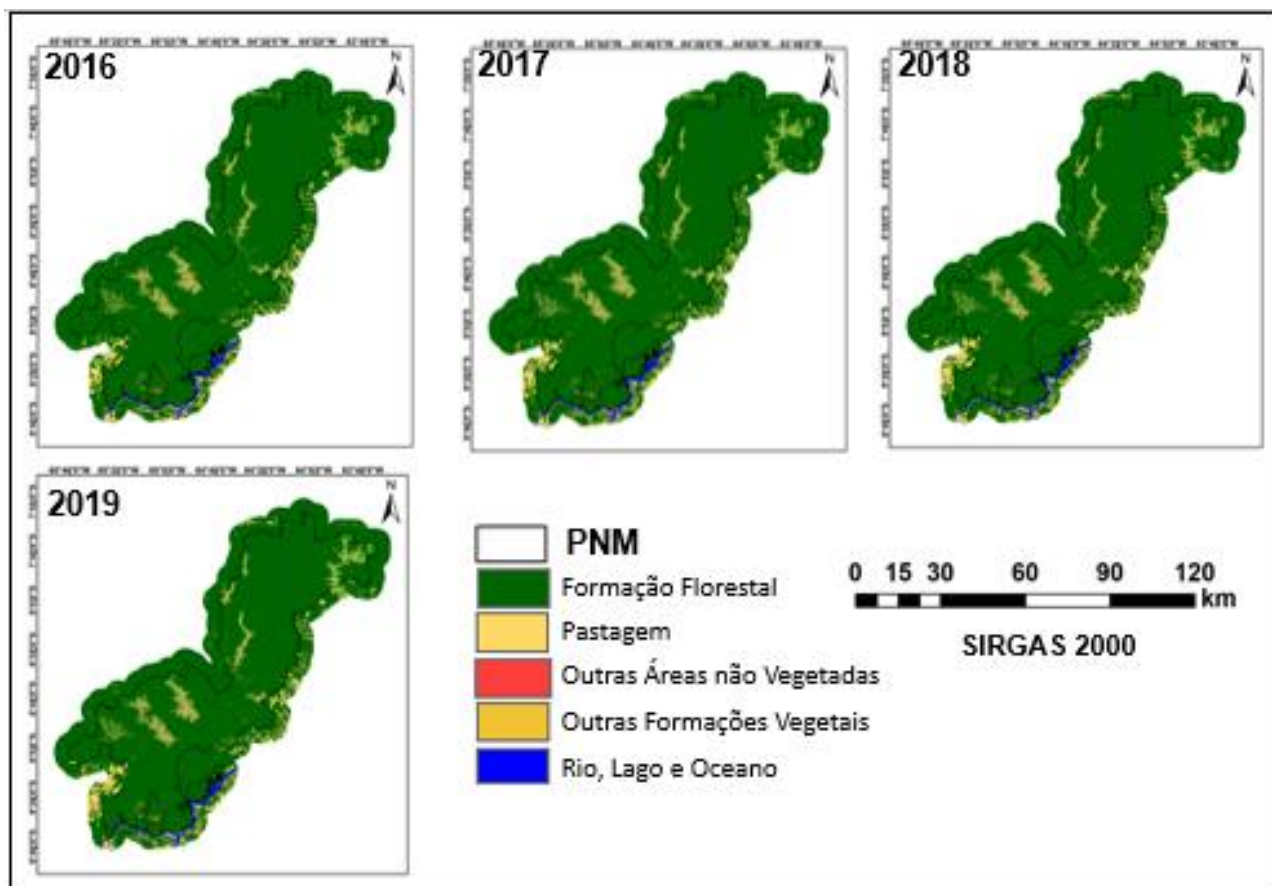


Figura 6.18: Mapa de Uso e Cobertura do solo do PNM e seu entorno *Buffer* de 10km² de 2016 - 2019. Fonte: Elaboração própria.

As legendas apresentadas nos mapas acima permitem a identificação do uso e cobertura do solo, que compreendem os anos 1985 a 2019. Após a análise dos mapas acima é possível afirmar que apesar das classes se manterem constantes ao longo do tempo, as mesmas possuem um aumento significativo de expansão ao longo dos anos, com destaque para: formação campestre; pastagem; cana; mosaico de agricultura e pastagem e; mineração.

O uso do solo destinado a pastagem e agriculturas são os mais expressivos, sobretudo ao comparar 1985 com 2019, fato que justifica a intensidade de queimadas nessas áreas no decorrer nos anos, visto que essa prática permite a utilização do solo de maneira rápida e barata, e também com os aumentos na exportação de animais de corte levando a abertura de pastos cada vez mais frequentes em áreas de grande diversidade.

Outro ponto importante permite afirmar que houve expansão da agricultura principalmente sob a classe de formação de florestas, onde foi possível analisar diversas cicatrizes e após cada ano uma abertura mais considerável. As áreas para formação de campos são onde as queimadas estão prevalecendo e recorrem todos os anos, de acordo com o mapeamento realizado muitas vezes acontecem mais de uma vez ao longo de um ano.

A dimensão das queimadas ocorre mais significativamente dentro do Parque, o que não se pode deixar de destacar o alto índice de ocorrências fora do mesmo, porém vale lembrar que as queimadas não tiveram um decréscimo após a criação do Parque como unidade de conservação, ao contrário apesar das leis e normas de proteção o fogo ainda se manteve constante em diversas áreas, repetindo a sua intensidade ou aumentando em determinados locais destinados a agricultura e formação de campo.

É importante destacar, que o desmatamento na Amazônia atinge sobretudo as populações tradicionais, em especial os povos indígenas que vivem nessas florestas há milhares de anos, e que desenvolveram sistemas sustentáveis de utilização de recursos, são frequentemente ameaçadas e deslocadas por ele.

7. CONCLUSÃO

A região Amazônica devido a sua grande extensão, a qual dificulta o monitoramento constante dessa região, suas reservas extrativistas e sua biodiversidade atrai para si um grande interesse respaldado na irregularidade, de acordo com Cunha (2006) essas áreas também se destacam por apresentarem solo fértil e bioma diversificado, além de terras com valores bem mais baixos que em outros estados do território.

Os Parques de acordo com o descrito e assegurado por suas legislações tem como objetivo garantir a proteção da área de grande interesse e biodiversidade, porém ao realizar o mapeamento das cicatrizes das áreas queimadas pode ser visto que as mesmas não tiveram diminuição significativa após o estabelecimento do Parque Nacional do Mapinguari.

É válido afirmar que o regime de chuvas e o clima equatorial, com nuvens intensas ao longo dos meses, desfavorece o monitoramento das queimadas pois não permite uma análise das imagens em períodos recobertos por nuvens, dificultando o mapeamento de áreas queimadas, fazendo com que o valor tenha uma baixa mesmo com alto valor de queimadas.

Apesar de antiga a prática do fogo é considerada de baixo custo e rápida, tendo como principal objetivo a abertura de solos, aliada ao desmatamento ilegal vem crescendo significativamente mesmo em áreas monitoradas como foi relatado no mapeamento realizado.

Para tanto considera-se que o Parque Nacional do Mapinguari apresenta déficit em relação ao seu monitoramento, podendo ser justificado pela grande extensão do território do Parque, a falta de comprometimento em fiscalização, os reais valores em investimentos e uma sociedade cada vez mais em busca de lucros. O aumento da ilegalidade traz consigo o avanço da perda da biodiversidade em

áreas como o território Amazônico em que o princípio básico deveria ser a proteção da biodiversidade e riquezas, sem medir esforços.

É possível afirmar que o regime de chuvas desfavoreça o mapeamento diminuindo a precisão em meses de pouca visibilidade das imagens via satélite, porém ainda sim pode se ressaltar a sua demasiada importância em áreas de difícil acesso como a área em estudo.

Outro fator que permitiu uma melhor análise das áreas foi a utilização da ferramenta MapBiomas juntamente com as áreas totais de cada ano mapeado, que permitiu realizar a associação do fogo com determinado uso do solo. Desta forma, foi possível evidenciar como as áreas destinadas a pastagem, agricultura e formações de campos crescem a cada período de tempo, o que faz com que nas mesmas usem a prática do fogo para aproveitamento rápido e eficaz da área a ser utilizada seja para a pastagem ou plantio. Destaca-se que as queimadas ocorrem em áreas não tão extensas, uma vez que a umidade da floresta não favorece as queimadas de grandes extensões.

Sendo assim conclui-se que o Parque Nacional do Mapinguari, sendo uma unidade de proteção integral, apresenta elevadas taxas de queimadas mesmo tendo um regime de chuvas intenso que dificulta o uso de imagens com nuvens, deve se ainda mostrar a importância do Sensoriamento Remoto na análise dessas áreas de grande interesse, pois se queima deve se rever as condições de proteção realizadas pelas constituições do Parque. Pois os efeitos causados ao longo do tempo respaldam não só em uma determinada área, mas também em todo território Brasileiro, visto a quantidade de gases liberados no processo de queima, levando a uma diminuição gradativa e à extinção de fauna e flora de grande importância.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anderson, J. H., Weber, K. T., Gokhale, B., Chen, F.. Intercalibration and Evaluation of ResourceSat-1 and Landsat- 5 NDVI. **Canadian Journal of Remote Sensing**, 37(2): 213-219, 10.5589/m11-032, 2011.

ANDRADE, R. G.; VICTORIA, D. de C.; NOGUEIRA, S. F.; MASSAGLI, G. O.; AGNESE, M. L. Estimativa do albedo e do saldo de radiação à superfície utilizando imagem MODIS - Aqua na Bacia do Rio Ji-Paraná, RO. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2010. 20 p.

ARAUJO, L. S. de; GREGO, C. R.; BOLFE, E. L.; OSHIRO, O. T. A dinâmica florestal no pólo agropecuário do nordeste paulista. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2011. 21 p.

ARTAXO, Paulo et al. Química atmosférica na Amazônia: A floresta e as emissões de queimadas controlando a composição da atmosfera amazônica. **Acta Amazonica**, São Paulo, v. 35, n. 2, p.185-196, 2008.

AUMOND, Juarez Jose; FORTES, Edson; LOCH, Carlos. Uso Do Sensoriamento Remoto Para Análise Do Impacto Ambiental Resultante Da Atividade Cerâmica No Vale Do Rio Tijucas. **Geosul**, São Carlos, v. 1, n. 11, p.74-88, jan./jun. 1991.

BALSAN, Rosane. Impactos Decorrentes Da Modernização Da Agricultura Brasileira. Campo-território: **Revista de Geografia Agrária**, Rio Grande, v. 1, n. 2, p.123-151, ago. 2006.

BATMANIAN, G. J. Efeitos do fogo sobre a produção primária e a acumulação de nutrientes do estrato rasteiro de um cerrado. 1983. 78 f. **Dissertação (Mestrado em Ecologia)** - Universidade de Brasília, Brasília, 1983

BARROS, Lídia Almeida. Vocabulário das unidades de conservação do Brasil. São Paulo: **Arte & Ciência**; Marília: Unimar, 2000.

BAYISSA, Y.; TADESSE, T.; DEMISSE, G.; SHIFERAW, A. Evaluation of satellite-based rainfall estimates and application to monitor meteorological drought for the upper blue Nile basin, Ethiopia. **Remote Sens.**, v. 9, p. 9 – 669, 2017.

Berra, E. F. et al. Comparação da reflectância espectral e do IVDN dos sensores LISS-III/RESOURCESAT-1 e TM/LANDSAT 5 em povoamento florestal. *Revista Brasileira de Cartografia*, v. 1, n. 66/2, p. 393-406, 2014.

Brasil. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. Primeiro relatório nacional para a Convenção sobre Diversidade Biológica: Brasil. Brasília, 1998. 283 p.

_____. Decreto Federal nº 23.793 de janeiro de 1934. Decreta o código florestal. Brasília, DF, 1934. Disponível em <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 07/08/2019.

_____. Lei Federal nº 12.678, de 18 de junho de 2012. Dispõe sobre alterações nos limites dos Parques Nacionais da Amazônia, dos Campos Amazônicos e Mapinguari, das Florestas Nacionais de Itaituba I, Itaituba II e do Crepori e da Área de Proteção Ambiental do Tapajós; altera a Lei nº 12.249, de 11 de junho de 2010; e dá outras providências.. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 18 de junho de 2012.

_____. Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII, da Constituição Federal e Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 18 de jul.de 2000.

BRITO, S. S. B.; CUNHA, A. P. M. A.; CUNNINGHAM, C. C.; ALVALÁ, R. C.; MARENGO, J. A.; CARVALHO, M. A. Frequency, duration and severity of drought in the semiarid northeast Brazil region. *International Journal of Climatology*, v. 38, n. 2, p. 517–529, fev. 2018.

BUFFON, P.; FARINA, F. C.; SILVA, T. S.; AYUP-ZOUAIN, R. N. Aplicação de técnicas de geoprocessamento na delimitação e avaliação da qualidade ambiental das Áreas de Preservação Permanente (APPs) no entorno do Campus do Vale da UFRGS. In: XV **Simpósio Brasileiro De Sensoriamento Remoto** – SBSR. 2011. Curitiba, PR. Anais. Curitiba, 2011. P.4640.

CABRAL, Ana Luísa Alves; MORAS FILHO, Luiz Otávio; BORGES, Luís Antônio Coimbra. Uso Do Fogo Na Agricultura: Legislação, Impactos Ambientais E Realidade Na Amazônia. Fórum Ambiental da Alta Paulista, São Paulo, v. 9, n. 5, p.159-172, mar. 2013.

CARDOSO, E. L. et al. Efeitos da queima na dinâmica da biomassa aérea de um campo nativo no Pantanal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 6, p. 747-752, jun. 2003.

CASSOL, E. A. et al. Erosividade das chuvas em Taquari, RS, determinada pelo índice EI30, no período de 1963 a 1999. In: Reunião Brasileira De Manejo E Conservação De Solo E Água, 15., 2004, Santa Maria. Anais. Santa Maria: SBCS, 2004.

CONCEIÇÃO, Júnia Cristina Peres R. da; CONCEIÇÃO, Pedro Henrique Zuchi da. Agricultura: Evolução E Importância Para A Balança Comercial Brasileira. Rio de Janeiro: Ipea, 2014. 36 p.

CUNHA, J. M. P.. Dinâmica migratória e o processo de ocupação do Centro Oeste brasileiro: o caso de Mato Grosso. *Revista Brasileira de Estudos de População*, São Paulo, v.23, n.1, p.87-107, 2006.

DEAN, Warren. A ferro e fogo: a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira. 1. ed. São Paulo: Cia. das Letras, 2004. 484 p. [1ª impressão 1996].

DEBANO, Leonard F.; NEARY, Daniel G.; FFOLLIOTT, Peter F.. Fire's Effects on Ecosystems. Canada: John Wiley & Sons, Inc, 1998. 352 p.

Dias, Genebaldo Freire. Queimadas e incêndios florestais: cenários e desafios: subsídios para a educação ambiental / Genebaldo Freire Dias. – Brasília: MMA, Ibama, 2008. 32 p.

DIAS, G. F. Queimadas e Incêndios Florestais, Cenários e Desafios: subsídios para educação ambiental. Brasília :MMA/IBAMA, 2009. 28p

DIAS, Genebaldo Freire. Fogo No Clima. 3. ed. Brasília: Ibama, 2015. 62 p.

FEARNSIDE, P. (2002). Fogo e emissão de gases de efeito estufa dos ecossistemas florestais da Amazônia brasileira . *Estudos Avançados*, 16(44), 99-123.

DRUMMOND, J. A.; FRANCO, J. L. de A., OLIVEIRA D. Análise sobre a história e a situação das unidades de conservação no Brasil. *Conservação da Biodiversidade Legislação e Políticas Públicas*, p. 341-385. 2010.

FREITAS, Saulo R. et al.Emissões de queimadas em ecossistemas da América do Sul.*Estud. av.*,São Paulo, v.19, n.53,Apr.2014 .

FUCHS, V. B. Expansão de fronteira impulsionada pela China na Amazônia: quatro eixos de pressão causados pela crescente demanda pelo comércio de soja. *Civitas-Revista de Ciências Sociais*, v. 20, n. 1, p. 16-31, 2020.

FUNK, C.; PETERSON, P.; LANDSFELD, M.; PEDREROS, D.; VERDIN, J.; SHUKLA, S.; HUSAK, G.; ROWLAND, J.; HARRISON, L.; HOELL, A.; MICHAELSEN, J.: The climate hazards infrared precipitation with stations – a new environmental record for monitoring extremes, *Scientific Data*, 2, 150066, doi:10.1038/sdata.2015.66, 2015. Disponível em: pubs.usgs.gov/ds/832/. Acesso em 25 de Setembro de 2022.

GONÇALVES, Juscelino dos Santos. A Prática Da Queimada No Saber Tradicional e Na Concepção Científica De Risco : Estudo Sobre O Uso Do Fogo Por pequenos Produtores Rurais Do Norte Do Estado De Minas Gerais. 2005. 159 f. Tese (Doutorado) - Curso de Extensão Rural, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

HARGRAVE, J.; KIS-KATOS, K. Economic causes of deforestation in the Brazilian Amazon: A panel data analysis for the 2000s. *Environmental and Resource Economics*, 54, p. 471-494. 2013.

IBAMA. Roteiro Metodológico para a Elaboração de Plano Operativo de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais. Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis Centro Nacional de Informação Ambiental – Cnia, 2009. 33 p.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Incêndios Florestais e Queimadas controladas. Brasília: IBAMA, 2013.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Brasília: IBAMA, 2016.

IBRAM, Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Distrito Federal Brasília Ambiental. Relatório De Área Queimada Nos Parques E Unidades De Conservação Do Distrito Federal No Ano De 2015. Brasília: Ibram, 2016. 146 p.

ICMBio. Plano de Manejo do Parque Nacional Mapinguari – Planejamento. Vol. II, 2018, Brasília – DF. Disponível em http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-planos-demanejo/plano_manejo_parna_mapinguari_volume_II_Planejamento.pdf. Acesso em 25 de maio de 2022.

PEDROSO JÚNIOR, Nelson Novaes et al. A agricultura de corte e queima: um sistema em transformação. **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi Cienc. Hum.**, Belém, n. 2, p.153-174, ago. 2008.

RODRIGUES, C. A. G. Efeitos do fogo e da presença animal sobre a biomassa aérea e radicular, nutrientes do solo, composição florística, fenologia e dinâmica de um campo de capim-carona (*Elyonurus muticus* (Spreng.) O. Ktze.) no Pantanal (sub-região da Nhecolândia). 1999. 285 f. **Tese (Doutorado em Biologia Vegetal)** - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1999

IGNOTTI, Eliane et al. Efeitos das queimadas na Amazônia: método de seleção dos municípios segundo indicadores de saúde. *Rev. bras. epidemiol.* São Paulo, v. 10, n. 4, Dec. 2007.

KNICKER, H. How does fire affect the nature and stability of soil organic nitrogen and carbon? A review. *Biogeochemistry*, Dordrecht, v. 85, n. 11, p. 91-118, mar. 2007.

LATORRE, Marcelo Lopes et al. SENSOR MODIS: CARACTERÍSTICAS GERAIS E APLICAÇÕES. **Espaço & Geografia**, São Paulo, v. 6, n. 1, p.91-121, 2003.

LE TOURNEAU, F.M.; BURSZTYN, M. Assentamentos rurais na Amazônia: contradições entre a política agrária e a política ambiental. *Ambient. soc.*, Campinas. v. 13, n. 01, p. 111 - 130, 2010 .

LONGO, K. M.; FREITAS, S. R.; ANDREAE, M. O.; SETZER, A.; PRINS, E.; ARTAXO, P. The coupled aerosol and tracer transport model to the Brazilian developments on the regional

atmospheric modeling system (catt-brams)-part 2: model sensitivity to the biomass burning inventories. *Atmospheric Chemistry and Physics*, v. 10, n. 13, p. 5785–5795, 2010.

Longo K, Freitas S, Setzer A, Prins E, Artaxo P, Andreae M. The Coupled Aerosol Tracer Transport model to the Brazilian developments on the Regional Atmospheric Modeling System (CATT- BRAMS). Part 2: Model sensitivity to the biomass burning inventories. *Atmospheric Chemistry and Physics Discussions*. In press, June/2013.

MACHADO, C.A. Destamentos e Queimadas na Região Norte do Estado do Tocantins. *Caminhos de Geografia*, v. 13, n. 43, p. 2017-229, out. 2012.

MARENGO, J. A.; OLIVEIRA, G. S. Impactos do fenômeno La Nina no tempo e clima do Brasil: desenvolvimento e intensificação do La Nina 1998/99. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 10., 1998, Brasília. Anais... 1998. CD-ROM. (INPE-11087-PRE/6543). Disponível em: <<http://urlib.net/ibi/cptec.inpe.br/walmeida/2004/06.30.08.07>>.

MARINHO, E.; FASBENDER, D.; KOK, R. D. Spatial assessment of categorical maps aproposed framework. In: *Proceedings of the 4th GEOBIA*. Rio de Janeiro: [s.n.], 2012.

MAZOYER, M.; ROUDART, L. História das Agriculturas do mundo: do neolítico à crise contemporânea. Lisboa: Instituto Piaget, 2001.

Medeiros, R.; Young; C.E.F.; Pavese, H. B. & Araújo, F. F. S. 2011. Contribuição das unidades de conservação brasileiras para a economia nacional: Sumário Executivo. Brasília: UNEP-WCMC, 44p.

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*, Viçosa, v. 26, n. 3, p.401-418, out. 2010.

MESQUITA, A. G. G. Impactos das queimadas sobre o ambiente e a biodiversidade acreana. *Revista Ramal de Ideias*. Rio Branco. v.1, n.1, 14 p. 2008.

MMA (Ministério do Meio Ambiente), 2008. Portaria no 6 de 23 de setembro de 2008. **Diário oficial da união**, Seção 1, 185, 24/09/2008: 77-83.

MMA(Ministério Do Meio Ambiente). Plano de ação para prevenção e controle do desmatamento e das queimadas: cerrado. Brasília: MMA, 2011. 200 p.

MMA (Ministério do Meio Ambiente). Quarto relatório nacional para a Convenção sobre Diversidade Biológica: Brasil. MMA, Brasília. 2011.

Moreira, Maurício Alves, Fundamentos de Sensoriamento Remoto. São José dos Campos - SP: INPE, 2001.

MORELLI, Fabiano; SETZER, Alberto; JESUS, Silvia Cristina de. Focos De Queimadas Nas Unidades De Conservação E Terras Indígenas Do Pantanal, 2000-2008. Anais 2º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Corumbá, v. 34, n. , p.681-695, dez. 2009.

Muller, R. R. et al.. Plano de manejo da APA do Jalapão. Palmas – TO. Instituto da Natureza do Tocantins (NATURATINS) 205p.2003.

National Aeronautics and Space Administration (NASA a). LDCM. Disponível em: . Acesso em: 14 de ago. 2019.

National Aeronautics and Space Administration (NASA b). LDCM. Disponível em: . Acesso em: 17 de ago. 2012.

Neary, Daniel G.; Ryan, Kevin C.; DeBano, Leonard F., eds. 2005. (revised 2008). Wildland fire in ecosystems: effects of fire on soils and water. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-42-vol.4. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 250 p.

NEVES, Laís Fernandes de Souza et al. DINÂMICA DE FOGO NO PARQUE ESTADUAL DO ARAGUAIA, ZONA DE TRANSIÇÃO AMAZÔNIA-CERRADO. **R. Ra'e Ga**, Curitiba, v. 44,, p.85-103, ago. 2017

Nogueira, C., Ferreira, M. N., Reco der, R. S., Carmignotto, A. P. C., Valdujo, P. H., Lima, F. C. T., Gregorin , R., Silveira , L. F. & Rodrigues , M. T. 2011. Vertebrados da Estação Ecológica Serra Geral do Tocantins: faunística, biodiversidade e conservação no Cerrado brasileiro. *Biota Neotrop.*, v.11, n. 01, jan. 2011.

ODERICH, Edmundo Hoppe; MIGUEL, Lovois de Andrade. História e situação da agricultura e do desenvolvimento rural em quatro municípios do noroeste do Rio Grande do Sul. *Colóquio – Revista do Desenvolvimento Regional - Faccat, Taquara-rs*, v. 14, n. 1, p.115-132, jan/jun. 2017.

OLIVEIRA, D. dos S. de; BATISTA, A. C.; Soares, R. V.; GRODZKI, L.; VOSGERAU, J. Zoneamento de risco de incêndios florestais para o estado do paraná. **FLORESTA** 34 (2), Mai/Ago, 2004, 217221, Curitiba, Pr.

OLIVEIRA, R. R. When the shifting agriculture is gone: functionality of Atlantic Coastal Forest in abandoned farming sites. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas*, v.3, n.2, 2006.

Oliveira, P. H. F., P. Artaxo, C. Pires, S. De Lucca, A. Procopio, B. Holben, J. Schafer, L. F. Cardoso, S. C. Wofsy, and H. R. Rocha (2007), The effects of biomass burning aerosols and clouds on the CO₂ flux in Amazonia, *Tellus*, 59B, 338-349, doi:10.1111/j.1600-0889.2007.00270.x.

OLIVEIRA, Valter et al. PREP-CHEM-SRC A preprocessor of trace gas and aerosol emission fields for regional and global atmospheric chemistry models. **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**: INPE, 17 p., mar/ 2016.

OLIVEIRA, Hector Lopes de. **PROCESSO DE PREVENÇÃO, CONTROLE E COMBATE A INCÊNDIOS FLORESTAIS NO ESTADO DE MATO GROSSO**. 2017. 28 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Mato Grosso Faculdade de Engenharia Florestal Departamento de Engenharia Florestal, Cuiabá – Mt, 2017.

PÁDUA, J. A. Um sopro de destruição: pensamento político e crítica ambiental no Brasil escravista (1786-1888). Rio de Janeiro: J. Zahar Ed., 2002.

PEREIRA, A. A.; PEREIRA, L. C.; VALADARES, R. Monitoramento dos incêndios florestais no estado de Minas Gerais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., 2007, Florianópolis. Anais... Florianópolis: INPE, 2007. p. 4535-4540.

PEREIRA, Allan Arantes et al. Validação de focos de calor utilizados no monitoramento orbital de queimadas por meio de imagens TM. **Cerne**, Lavras, v. 2, n. 18, p.335-343, jun. 2012.

PHULPIN, T.; LAVENU, F.; BELLAN, M.F.; MOUGENOT, B.; BLASCO, F. Using SPOT-4 HRVIR and VEGETATION sensor to assess impact of tropical forest fires Roraima, Brazil. *International Journal of Remote Sensing*, Volume 23, Number 10, 20 May 2002, pp.1943-1966(24).

PINTO, João Felipe Sobrinho Kneipp Cerqueira et al. Dinâmica Do Uso E Cobertura Do Solo Em Áreas Queimadas De Municípios Na Amazônia Brasileira. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - Inpe, Santos, v. 1, n. 0, p.1353-1360, maio 2017.

POLETTO, Fabíola; ALEIXO, Alexandre. Implicações biogeográficas de novos registros ornitológicos em um enclave de vegetação de campina no sudoeste da Amazônia brasileira. **Rev. Bras. Zool.**, Curitiba, v. 4, n. 22, p.1196-1200, dez. 2005.

REDIN, Marciel et al. Impactos Da Queima Sobre Atributos Químicos, Físicos E Biológicos Do Solo. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 21, n. 2, p.381-392, jun. 2011.

RIBEIRO, Helena; ASSUNÇÃO, João Vicente de. Efeitos das queimadas na saúde humana. *SciELO*, São Paulo, v. 16, n. 44, p.125-148, abr. 2002.

RIVERA-LOMBARDI, R. J. . Identificação de Áreas Vulneráveis à Ocorrência de Incêndios Florestais, Provocados por Atividades Antrópicas, Utilizando Diferentes Métodos de Inferência Espacial.. In: X Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2001, Foz do Iguaçu. Anais do X Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2001. p. 963-965.

RHEINHEIMER, D. S. et al. Modificações nos atributos químicos de solo sob campo nativo submetido à queima. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 33, n. 1, p. 49-55, jan./fev. 2003.

Ryan, Kevin C.; Jones, Ann Trinkle; Koerner, Cassandra L.; Lee, Kristine M., tech. eds. 2012. *Wildland fire in ecosystems: effects of fire on cultural resources and archaeology*. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-42-vol. 3. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 224 p.

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, PR, v. 36, n. 1, p. 93-100, jan./abr. 2006

SANTOS, Alexandre Rosa dos; PELUZIO, Telma Machado de Oliveira; SAITO, Nathália Suemi. **SPRING 5.1.2: Aplicações Práticas**. Alegre: Copyright, 2010. 155 p.

SANTOS, Thiago Oliveira dos et al. OS IMPACTOS DO DESMATAMENTO E QUEIMADAS DE ORIGEM ANTRÓPICA SOBRE O CLIMA DA AMAZÔNIA BRASILEIRA: UM ESTUDO DE REVISÃO. **Rev. Geogr. Acadêmica**, v. 11, n. 2, p.157-181, jul. 2017.

SEIDLER, Eluane Parizotto; FRITZ FILHO, Luiz Fernando. A Evolução Da Agricultura E O Impacto Gerado Pelos Processos De Inovação: Um Estudo De Caso No Município De Coxilha - RS. *Economia e Desenvolvimento*, Santa Maria, v. 28, n. 1, p.388-409, 01-06/2016.

SEPLAN, Secretaria do Planejamento e Meio Ambiente –. **PLANO DE MANEJO DO PARQUE ESTADUAL DO JALAPÃO – PEJ**. Palmas: Instituto Natureza do Tocantins – Naturatins, 2003. 99 p.

SERRA JUNIOR, Aginaldo Martins; CARVALHO JUNIOR, João Andrade de. Uma Análise Simples Do Avanço Do Processo De Desmatamento E Queimada Na Amazônia Através De Imagens LANDSAT TM. *Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto: INPE*, Santos, v. 1, n. 1, p.1525-1536, set. 1998.

Silva, Ageo Mário Candido da *Quantificação dos efeitos na saúde da exposição à queima de biomassa: uma contribuição ao entendimento dos efeitos da exposição ao material particulado (PM2.5) em grupos populacionais sensíveis na Amazônia Legal*. / Ageo Mário Candido da Silva. Rio de Janeiro : s.n., 2010. 113 f.

SOUZA, Leonardo Salema Nogueira de. Análise de Impactos das queimadas sobre a Saúde Humana: Um estudo de caso do Município de Rio Branco-Acre. 2008. 129 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Saúde Pública e Meio Ambiente, INPE, Rio de Janeiro, 2008.

Souza, R.C.M ; U. M. Freitas e J. C. P. Garrido, "SPRING: Integrating Remote Sensing and GIS with Object-Oriented Data Modelling." Computers and Graphics, v.15, n.6, p.13-22, 2010.

STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M. Efeitos do sistema de preparo e da rotação de culturas na porosidade e densidade do solo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 25, n. 2, p. 395-401, mar./abr. 2001.

VIEIRA FILHO, José Eustáquio Ribeiro. **Transformação histórica e padrões tecnológicos da agricultura brasileira**. In: BUAINAIN, Antônio Márcio; et al. (Ed.). O mundo rural no Brasil do século 21: a formação de um novo padrão agrário e agrícola. p. 395 –452. Brasília, DF: Embrapa, 2014.

WEISS, Carlos Vinicius da Cruz. Mapeamento do uso e ocupação do solo utilizando imagens de satélite do sensor TM/Landsat 5 no litoral sul do Rio Grande do Sul, Brasil. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Foz do Iguaçu, 13 abr. 2013.

WHITE, Benjamin Leonardo Alves; WHITE, Larissa Alves Secundo. Queimadas Controladas E Incêndios Florestais No Estado De Sergipe, Brasil, Entre 1999 E 2015. Floresta, Curitiba, v. 46, n. 4, p.561-570, out. /dez. 2016.

ZANINI, G. D.; SBRISSIA, A. F. Fogo em pastagens: estratégia de manejo?. Revista de Ciências Agroveterinárias, v. 12, n. 01, 2013.

"E:\\Bds_ArcGis\\Focos_Maranhao\\NDVI"