

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
ENGENHARIA DE AGRIMENSURA

REBECA SILVA BORGES

**ANÁLISE DOS FOCOS DE INCÊNDIO NA AMAZÔNIA: ESTUDO DE CASO NO
MUNICÍPIO DE APUÍ - AMAZONAS**

RIO LARGO – ALAGOAS
2020

REBECA SILVA BORGES

**ANÁLISE DOS FOCOS DE INCÊNDIO NA AMAZÔNIA: ESTUDO DE CASO NO
MUNICÍPIO DE APUÍ - AMAZONAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação de Engenharia de Agrimensura da Universidade Federal de Alagoas, como requisito para obtenção do Título em Bacharel em Engenharia de Agrimensura.

Orientadora: Prof^a. Ma. Wedja de Oliveira Silva.

RIO LARGO – ALAGOAS

2020

Catálogo na Fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Campus de Engenharias e Ciências Agrárias
Bibliotecário Responsável: Erisson Rodrigues de Santana

B732a Borges, Rebeca Silva.
 Análise dos focos de incêndio na Amazônia: estudo de caso no município de Apuí – Amazonas. / Rebeca Silva Borges. – 2020.

 56f.: il.

 Orientadora: Profª. Msc. Wedja de Oliveira Silva.

 Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Agrimensura) – Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo, 2020.

 Inclui bibliografia.

 1. Sensoriamento Remoto. 2. Queimadas. 3. Amazônia. I. Título.

CDU: 528.8(811.3)

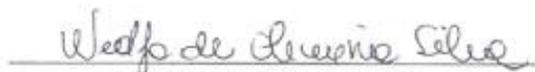
REBECA SILVA BORGES

ANÁLISE DOS FOCOS DE INCÊNDIO NA AMAZÔNIA: ESTUDO DE CASO NO
MUNICÍPIO DE APUÍ - AMAZONAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Graduação de Engenharia de
Agrimensura da Universidade Federal de Alagoas,
como requisito para obtenção do Título em
Bacharel em Engenharia de Agrimensura.

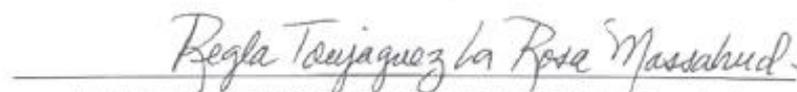
Trabalho de conclusão de curso aprovado em 20 de fevereiro de 2020.

Banca Examinadora:



Profª. Ma. Wedja de Oliveira Silva.

(Orientadora)



Membro interno: Profª Drª. Regla Toujaguez la Rosa Massahud



Membro externo: Ma. Aline Neves Silva

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço Àquele que é prioridade em minha breve existência, Àquele que renova minhas forças e que torna tudo possível, ao meu querido, amado e bom Deus.

Agradeço aos meus avós, vó Gil e vô Mário por terem entendido que a educação é a base para uma vida próspera, sendo capaz de transformar o mundo. Se eu tenho o que tenho, se eu sou o que sou foi porque Deus me fez neta deles.

Agradeço à minha tia Dõe, aos meus tios, irmãos e primos por todo incentivo e apoio ao longo da minha caminhada.

Agradeço ao meu esposo Matheus, por estar comigo todos os dias, compartilhando nossa vida, sendo meu incentivador, a fim de que eu alcance todos os meus sonhos - que se tornaram dele também; sem isso, sem ele, nada estaria completo, ele é definitivamente, o amor da minha vida.

Agradeço aos meus colegas de curso, aos amigos que fiz na esfera acadêmica e que tornaram o cotidiano de aulas, provas e trabalhos mais suave, já sinto saudade dos nossos almoços no Restaurante Universitário.

Agradeço aos meus amigos por serem torcida em meus dias de sol e conforto nos dias de chuva, sendo extensão do significado de família.

Agradeço aos meus professores, com destaque para aqueles que entenderam a seriedade da profissão e a exerceram com maestria. Em especial agradeço à minha orientadora maravilhosa Wedja, que apesar de eu não ter tido a honra de ser ensinada em outras disciplinas, me ajudou a alcançar o êxito no fim da minha graduação; não me conhecia, mas prontamente me aceitou, foi paciente, amiga e professora exemplar, me inspirou a alçar vôos mais altos e a dar o meu melhor em cada página que aqui decorro.

Gratidão é o que faz meu coração pulsar ao visualizar o quão abençoada sou por ter tanto ao longo dos meus dias e estar digitando estas letras, pode ter certeza, é felicidade exalada.

“Ponha a sua vida nas mãos do Senhor, confie Nele, e Ele o ajudará.” (Salmos 37.5)

RESUMO

Incêndios florestais geram impactos sociais e ambientais nos locais onde ocorrem. As florestas brasileiras, especialmente nos meses mais secos do ano, estão mais suscetíveis a este fenômeno. Assim, este trabalho busca elucidar padrões geográficos e sazonais no contexto de focos de incêndios em todo o território brasileiro em seus 6 biomas naturais. Os dados utilizados nesta pesquisa foram coletados no banco de queimadas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e do órgão americano para Administração Nacional Aeronáutica e Espacial (NASA). Com essas informações, por meio do Sensoriamento Remoto, são aplicadas as técnicas mais comuns em análise de dados, desde o tratamento e limpeza dos dados, e da concepção de hipóteses até a visualização de gráficos e mapas. A pesquisa tem como foco o bioma amazônico e a região política da Amazônia Legal, dada a recente repercussão em volta do tema na grande mídia nacional e internacional.

Palavras chave: Sensoriamento Remoto, Queimadas, Amazônia

ABSTRACT

Rainforest generate social and environmental impacts in the places where they occur. Brazilian forests, especially in the driest months of the year, are more susceptible to this phenomenon. Therefore, this coursework seeks to elucidate geographic and seasonal patterns in the context of outbreaks of fires throughout the Brazilian territory in its 6 natural biomes. The data used in this research was collected from the burning database of the National Institute for Space Research (INPE) and from the American agency for National Aeronautical and Space Administration (NASA). With this information, through Remote Sensing, the most common techniques in data analysis are applied, from the treatment and cleaning of data, and from the conception of hypotheses to the visualization of graphics and maps. The research focuses on the Amazon biome and the political region of the Legal Amazon, due to the recent repercussions around the topic in the main national and international media.

Keyword: Remote Sensing, Burning, Amazon

LISTA DE ILUSTRAÇÃO

Figura 1: Focos de Incêndios no Brasil entre os anos de 2015 e 2019.	15
Figura 2: Focos de Incêndios nos Estados Brasileiros no ano de 2015.	17
Figure 3: Focos de Incêndios nos Estados Brasileiros no ano de 2016.	18
Figure 4: Focos de Incêndios por Estado no ano de 2017.	19
Figura 5: Focos de Incêndios nos Estados Brasileiros no ano de 2018.	19
Figura 7: Focos de Incêndios nos Biomas Brasileiros nos anos de 2015 a 2019.	16
Figura 8: Áreas de Desmatamento na Amazônia Legal entre os anos de 2015 e 2019	24
Figura 9: Distribuição dos Focos de Incêndios na Amazônia Legal entre os anos de 2015 e 2019.	25
Quadro 01: Relação entre Focos de Incêndios e Áreas de Desmatamento entre os anos 2015 e 2019.....	27
Figura 10: Os 10 municípios da Amazônia com maior número de focos de incêndio em 2019 e áreas de desmatamento entre o período de janeiro a julho de 2019.....	28
Figura11: Número de focos de incêndios acumulados para o período de janeiro a 14 de agosto para os anos de 2016 a 2019 em seis estados amazônicos.....	29
Quadro 02: Satélites de Referência Utilizados pelo INPE.	30
Quadro 03: Sensor AVHRR presente nos satélites NOAA-15 a NOAA-19.....	31
Figura 12: Mapa de Localização do Município de Apuí – Amazonas.	33
Figura 13: Queimadas em Apuí em Agosto de 2019.....	41
Figura 14: Fluxograma metodológico.....	35
Figure 15: Focos de Incêndios em Apuí nos Meses de Julho a Agosto de 2015.....	Erro!
Indicador não definido.	
Figure 16: Focos de Incêndios em Apuí nos Meses de Julho a Agosto de 2016.....	37
Figura 17: Focos de Incêndio em Apuí nos Meses de Julho a Agosto de 2017.	38
Figura 18: Focos de Incêndios em Apuí nos Meses de Julho a Agosto de 2018.....	39
Figura 19: Focos de Incêndios em Apuí nos Meses de Julho a Agosto de 2019.....	40
Figura 20: Áreas em km ² de Desmatamento nos Anos de 2015 a 2019 nos municípios mais Propensos a Focos de Incêndios na Amazônia Legal.....	Erro! Indicador não definido.
Figura 21: Áreas de Desmatamento em km ² no Município de Apuí (2015 a 2019).....	Erro!
Indicador não definido.	
Figure 22: Índices de Precipitação (mm) no Município de Apuí entre os Anos de 2015 a 2019.	Erro! Indicador não definido.
Quadro 04: Dados de desmatamento <i>versus</i> precipitação <i>versus</i> focos de incêndios do município de Apuí para os anos de 2015 a 2019.	Erro! Indicador não definido.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DETER – Sistema de Detecção do Desmatamento na Amazônia Legal em Tempo Real

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

EUA – Estados Unidos da América

IBF – Instituto Brasileiro de Florestas

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas

IPAM – Instituto do Patrimônio da Amazônia

IPCC – Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

MMA – Ministério do Meio Ambiente

NASA – Agência Espacial Americana

NOAA – National Oceanic Atmospheric Administration

ODS – Objetivos do Desenvolvimento Sustentável

ONU – Organizações das Nações Unidas

PRODES – Projeto de Estimativa do Desflorestamento da Amazônia

QGIS – Quantum Gis

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
1.1Objetivos	11
1.1.1Objetivo Geral	11
1.1.2 Objetivo Específico	11
2. REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1 Focos de Incêndios no Mundo	12
2.2Focos de Incêndios no Brasil	14
2.2.1 Focos de Incêndios nos Biomas Brasileiros	17
2.2.2 Focos de Incêndios nos Estados Brasileiros	16
2.3Amazônia	21
2.3.1 Arco do Desmatamento (ou Desflorestamento) na Amazônia Legal	22
2.3.2 Focos de Incêndios na Amazônia Legal	25
2.3.3 Relação entre Desmatamento e Focos de Incêndios	26
2.3.4 Relação entre Precipitação e Focos de Incêndios	28
2.4 Sensoriamento Remoto	29
2.4.1 NOAA.....	30
3. MATERIAIS E MÉTODOS	33
3.1 Área de estudo.....	33
3.2 Materiais	34
3.3 Métodos	35
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	37
4.1 Resultados	37
4.2 Discussões.....	Erro! Indicador não definido.
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	46
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48

1. INTRODUÇÃO

Conforme Bezerra *et al.* (2014), a necessidade de modelagens de parâmetros (hídricos, edáficos e vegetativos) da superfície e da atmosfera, aumenta com as mudanças climáticas e a presença de ação antrópica, voltada ao uso e ocupação do solo. Segundo Ladeia *et al.* (2018) o Sensoriamento Remoto (SR) tem assumido grande importância no monitoramento de diversos fenômenos meteorológicos e ambientais oferecendo suporte nas previsões de tempo e melhor entendimento das mudanças climáticas. Como consequência, tem-se tornado ferramenta poderosa para a obtenção de informações necessárias ao manejo, gerenciamento e gestão de recursos naturais.

O conhecimento prévio acerca do uso e ocupação do solo vem atingindo proporções em escalas progressivas, uma vez que há, em diversos casos, o interesse na preservação do meio ambiente. Através desses estudos, é possível analisar remotamente, por meio de imagens orbitais, uma gama de elementos que estão na superfície terrestre, os quais compõem as paisagens, caracterizando visivelmente a área em estudo. Segundo Santos *et al.* (2016), atualmente a utilização de geotecnologias como o SR e o Processamento Digital de Imagem (PDI), tem auxiliado no mapeamento de grandes áreas e permitido um maior conhecimento da superfície terrestre. Essas geotecnologias também têm minimizado os custos com o mapeamento e com o tempo na elaboração de produtos cartográficos, onde esses processos podem ser realizados em poucas horas.

Dentre as vantagens proporcionadas pelo uso de imagens de satélite na análise das alterações sofridas no espaço habitado, destacam-se: o baixo custo, a facilidade, as atualizações fornecidas pelos sistemas e a redução na elaboração de produtos cartográficos.

O conhecimento sobre a condição do uso e cobertura da terra é uma informação essencial para uma variedade de necessidades sociais, que vão desde a gestão de recursos naturais, estudos ambientais, planejamento urbano, e desenvolvimento sustentável (ZELL *et al.*, 2012). A ciência sobre o uso da terra e a mudança da cobertura do solo, é uma das principais forças detectoras da mudança ambiental global, sendo fundamental para o debate sobre o desenvolvimento sustentável (HEGAZY *et al.*, 2015).

Neste sentido, a Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU), aborda 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) e 169 metas, que visam erradicar a pobreza e promover vida digna para todos, dentro dos limites do planeta. A respeito desses objetivos podemos citar o ODS13 e o ODS15, que tratam, respectivamente, a ação contra a mudança global do clima: Tomar medidas urgentes para combater a mudança climática e seus impactos; e a vida terrestre: Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade.

A Agenda 2030 e os ODS afirmam que para pôr o mundo em um caminho sustentável é urgentemente necessário tomar medidas ousadas e transformadoras. Por meio da análise dos focos de incêndio na região amazônica pode-se entender os motivos para a incidência destas causas, almejando que o Estado possa interferir com políticas capazes de sanar ou diminuir tal efeito, sendo de suma importância para informar a sociedade quanto aos seus riscos e prevenções, especialmente em áreas que já são protegidas, ou próximas a elas, devido a importância de sua preservação.

Portanto, o presente trabalho pretende avaliar os focos de calor e queimadas no Município de Apuí, estado do Amazonas, entre o período de 2015a 2019, através de dados fornecidos pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, que disponibilizam informações de imagens de satélite, as quais podem ser associadas ao Sistema de Informações Geográficas (SIG), possibilitando o processamento dos dados e geração de mapas e gráficos com os resultados que refletem as características do solo no período em questão.

Apuí (AM) foi escolhido como foco do presente estudo em virtude das grandes áreas de preservação inseridas dentro de seus limites municipais *versus* o Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (2019) ter informado em sua Nota Técnica que a região estava como líder no ranking de maior número de focos de incêndio em 2019 e maior área desmatada entre o período de janeiro a julho de 2019. Segundo Carrero (2019), o município de Apuí, localizado no Sul do Estado do Amazonas, às margens da Rodovia Transamazônica (BR-230), é uma frente de expansão agropecuária na Amazônia, ocupando a nona posição dos municípios mais desmatados anualmente, desde 2013.

Visto isso, no tópico a seguir será apresentado o objetivo geral, assim como os objetivos específicos deste trabalho.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

ANALISAR os focos de incêndio na Amazônia, tendo como estudo de caso o município de Apuí.

1.1.2 Objetivos Específicos

1. IDENTIFICAR as prováveis causas para as fontes de calor;
2. FAZER uma análise entre o período de 2015 a 2019;
3. VERIFICAR os picos de queimadas no município de Apuí;
4. GERAR os mapas dos focos de incêndio;
5. PROPOR alternativas para sanar as queimadas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Sensoriamento Remoto para Incêndios Florestais

O incêndio florestal é considerado um desastre natural climatológico na Codificação Brasileira de Desastres (Cobrade), de acordo com a Instrução normativa n.1 (BRASIL, 2012). Com frequência há confusão entre os termos incêndio florestal e queimada, este de uso popular e que se refere a qualquer tipo de queima da vegetação, incluindo renovação de dos pastos, queima de resíduos de culturas agrícolas e novos desmatamentos (SETZER et. al., 2007). De acordo com Silva (1998 apud Custódio, 2006), as queimadas são a aplicação controlada de fogo na vegetação natural ou plantada, sob determinadas condições ambientais que permitam ao fogo manter-se confinado em uma determinada área e ao mesmo tempo produzir uma intensidade de calor e velocidade de espalhamento desejáveis aos objetivos de manejo.

Segundo Kazmierczak (2011), as queimadas não são consideradas desastres naturais, diferenciando-se dos incêndios florestais por ser uma prática bastante antiga dos agricultores, destinada principalmente à limpeza do terreno para o cultivo de plantações ou a formação de pastos. Quando fogem do controle, podem causar incêndios em áreas florestais.

2.2 Focos de Incêndios no Mundo

De acordo com dados da NASA traduzidos no texto de Hernández (2014), entre 2001 e 2011, 70% do total dos incêndios no mundo localizam-se no continente Africano, no entanto, é noutros continentes que os mesmos são mais estudados.

Segundo Garcia (2018), o risco dos grandes incêndios está primariamente associado às características do local de ignição e falta de clarividência das medidas tomadas para a prevenção dos mesmos, mas também se relaciona diretamente com as condições meteorológicas adversas para o mesmo se propagar. Os incêndios em Portugal são um fenômeno cada vez mais descontrolado que teve o seu pico no ano de 2017. Não só Portugal é afetado pelo fogo descontrolado. Também na Europa se registram muitas ocorrências principalmente nos países do Sul (Espanha, Itália e

Grécia), assim como na Austrália, América do Sul e mesmo EUA, onde além das perdas naturais, os incêndios também acarretam perdas humanas e materiais.

A Austrália e a Califórnia (EUA), à semelhança de Portugal, são áreas com bastantes ignições e incêndios de grandes dimensões que, na história já provocaram muitas consequências e danos irreparáveis. É no Estado norte americano da Califórnia onde se assistem aos maiores incêndios que ocorrem em todo o país. As condições climáticas existentes neste estado são, de certa forma, favoráveis às ignições incendiárias do ponto de vista da fraca precipitação na estação seca, assim como a baixa umidade, ventos fortes e altas temperaturas são fatores que costumam contribuir para a propagação das chamas. Ainda como fator para a ignição e propagação do fogo, considera-se que cada vez mais existem árvores vulneráveis ao fogo, isto devido a doenças nas árvores e mais propriamente ao besouro de casca (GARCIA, 2018).

Um dos impactos das mudanças climáticas são os eventos climáticos extremos. A metade sul da Austrália experimentou um dos períodos mais secos de sua história, de janeiro a agosto de 2019. A seca, combinada a um inverno com recordes de calor, proporcionou o cenário ideal para que o fogo se alastrasse pela vegetação. Ou seja, o que vemos agora são alguns dos efeitos práticos das mudanças climáticas do mundo. As mudanças climáticas na Austrália significam que os incêndios florestais começam mais cedo, duram mais e são mais extremos (GREENPEACE, 2020).

Há uma mudança na dinâmica dos incêndios florestais pelo mundo. Na Suécia, a quantidade de terra queimada em incêndios de janeiro a agosto no ano de 2019 foi mais de doze vezes maior que a média dos últimos dez anos. Foi relatado que os incêndios estavam queimando até o Círculo Ártico, uma área particularmente sensível ao impacto da mudança climática. Eventos similares foram sentidos no Reino Unido, que teve quase seis vezes mais terra queimada do que o normal de janeiro a agosto (VERZONI, 2019).

Gaither *et al.*(2011), propõem um estudo de caso sobre como riscos de incêndios florestais e a vulnerabilidade social se relacionam no sudeste dos Estados Unidos. Os autores mostram que as áreas mais pobres na região analisada estão mais suscetíveis a ocorrências e desastres causados por incêndios florestais. Já Holmes *et al.*(2008), propõe uma análise estatística sobre grandes incêndios florestais nos Estados Unidos, focando nos aspectos econômicos para combatê-los

e no gerenciamento de riscos e recursos. Considerando que eventos extremos de incêndios florestais podem levar a mudanças súbitas e massivas de ecossistemas naturais e na economia local, é proposta uma análise sobre a probabilidade de haver alguma mudança em virtude de catástrofes. Segundo Lourenço (2018), na América do Norte, países como os Estados Unidos e o Canadá, a maior causa de incêndios florestais é dada como natural, ocasionado por raios. O Canadá, por exemplo, tem 85% dos seus incêndios ocasionados por relâmpagos.

Nosso bioma mais famoso – e mais extenso – ocupa quase metade do território do país e não é à toa que chama atenção: abriga uma variedade impressionante de seres vivos – riqueza que se estende além das terras brasileiras para ocupar também partes de países vizinhos (Peru, Colômbia, Venezuela, Equador, Bolívia, Guiana, Suriname e Guiana Francesa) (EMBRAPA, 2019).

Segundo Verzoni(2019), em outubro de 2019 o Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática (IPCC) publicou extenso relatório sobre o impacto do aquecimento global nos próximos anos. [...] O relatório indica que o risco global vai continuar alto mesmo que os objetivos de mudanças climáticas mais ambiciosos sejam atingidos. "Os impactos projetados nas florestas enquanto muda o clima inclui aumentos na intensidade das tempestades, incêndios e epidemias", diz o relatório, "potencialmente levando à morte de florestas. Condições mais quentes e secas facilitam de modo particular os incêndios, secas e problemas com insetos, enquanto condições mais quentes e úmidas aumentam os distúrbios por vento e patogênicos."

2.2 Focos de Incêndios no Brasil

De acordo com Miranda (2002), o fogo é uma tecnologia do Período Neolítico, amplamente utilizada na agricultura brasileira, apesar dos inconvenientes agrônômicos, ambientais e de saúde pública. As queimadas ocorrem em todo território nacional, sendo utilizadas tanto em formas primitivas de agricultura, praticadas por indígenas e caboclos, como em sistemas de produção altamente intensificados, como os da cana-de-açúcar e do algodão, sempre no sentido de eliminarem resíduos, pragas ou ainda de renovarem pastagens.

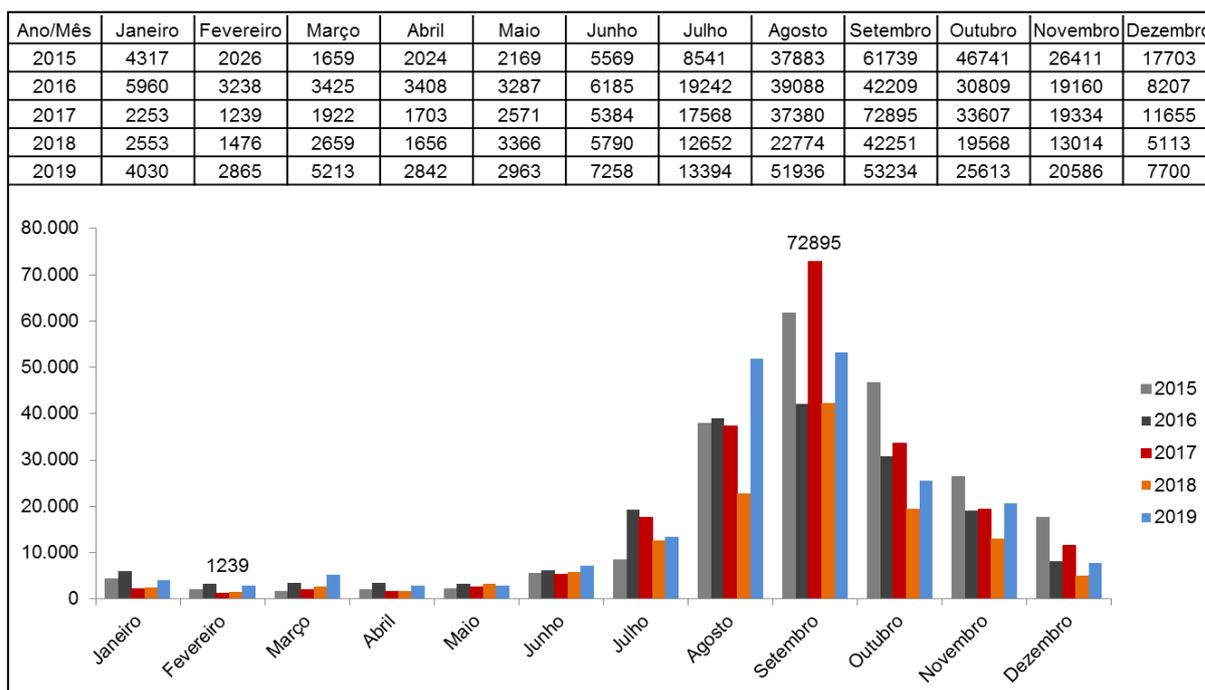
O uso do fogo como uma técnica de preparo dos terrenos visando à agricultura é cominada equivocadamente aos povos tribais de floresta (LEONEL, 2000). Considerado um agente físico importante que pode levar a perturbações dos

ecossistemas e ao mesmo tempo é um fenômeno natural e uma criação do homem. Há na Amazônia, fogo de ação humana e também fogo de combustão espontânea que ocorre nos períodos de seca, incluindo sinais de fogo e carvão que datam de milhares de anos (HECHT, 1989). A exemplo dos estudos feitos por Morán (1990), que comprovam causas naturais para queimadas na região do rio Negro. Para Thomaz *et al.* (2014) seu uso pode levar a alterações nas propriedades físicas, químicas e biológicas abaixo da superfície do solo.

Os incêndios florestais são causados por processos antrópicos e naturais. As ações antrópicas iniciam-se pelo uso do fogo como ferramenta para atingir as mais variadas finalidades como ampliação das fronteiras de ocupação, convertimento da floresta em lavouras e pastagens, domínio de pragas e expurgação de terreno (CUNHA *et al.*, 2007). No Brasil as queimadas são eixos propulsores muito utilizados na agricultura, tanto na sua forma primitiva, como em sistemas de produção intensivos, atuando no sentido de eliminarem resíduos, pragas ou ainda de renovação de pastos (MIRANDA, 2002). O Brasil, portanto, lidera o ranking dos países da América do Sul com índices mais elevados de queimadas.

A figura 1 apresenta os focos de incêndio no Brasil, em números de ocorrência, entre os anos de 2015 e 2019.

Figura 1: Focos de Incêndios no Brasil entre os anos de 2015 e 2019.



Elaboração: Autora. Fonte: INPE.

A imagem apresenta que a maior incidência de focos de calor no Brasil foi no mês de setembro do ano de 2017, justificado pelo período seco e com índices altos de práticas ilegais.

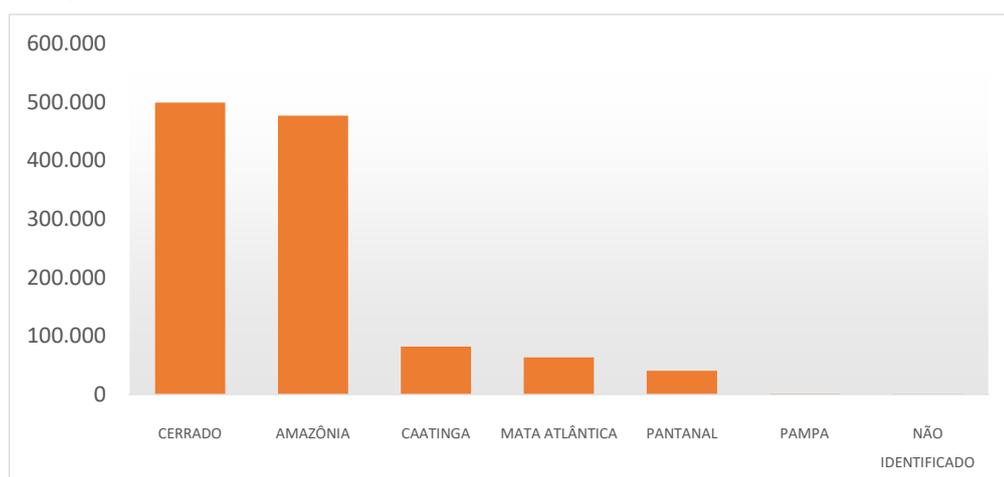
2.2.2 Focos de Incêndios nos Biomas Brasileiros

Bioma é um conjunto de vida vegetal e animal, constituído pelo agrupamento de tipos de vegetação que são próximos e que podem ser identificados em nível regional, com condições de geologia e clima semelhantes e que, historicamente, sofreram os mesmos processos de formação da paisagem, resultando em uma diversidade de flora e fauna própria. (IBGE, 2020).

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (MMA), o Brasil é formado por seis biomas de características distintas: Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal. Cada um desses ambientes abriga diferentes tipos de vegetação e de fauna (MMA, 2019).

A figura 7 ilustra os focos de incêndios nos biomas brasileiros no período entre 2015 e 2019.

Figura 7: Focos de Incêndios nos Biomas Brasileiros nos anos de 2015 a 2019.



Elaboração: Autora. Fonte: INPE.

Conforme apresentado na figura anterior, as informações disponibilizadas na plataforma do INPE mostram que entre 2015 e 2019 houve maior número de focos de incêndios no bioma cerrado, totalizando 499.520 focos, seguido do bioma

amazônico com 476.928, Caatinga 82.033, Mata Atlântica 63.487, Pantanal 40.341, Pampa 1.111 e 4 focos não identificados.

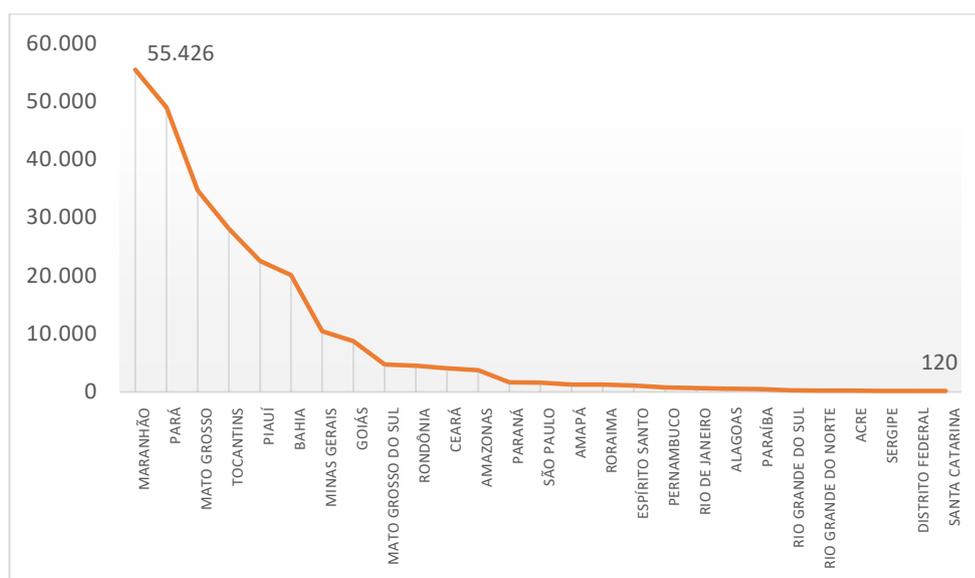
2.2.1 Focos de Incêndios nos Estados Brasileiros

Thomaz *et al.* (2014) afirmam que uma área considerada foco de calor é aquela cuja temperatura está acima de 47 °C e que geralmente são detectados por satélites de referência, constituindo parte importante do sistema de monitoramento de incêndios florestais.

Nesse cenário, o Brasil desponta como líder entre os países da América do Sul em queimadas, demonstrando maior concentração de focos de calor nas regiões Centro-Oeste, Norte e Nordeste. A Amazônia brasileira exibe um histórico de desmatamento desde a década de 1970, com o início da ocupação da região que incentivou um processo migratório e um conseqüente adensamento urbano (INPE, 2017).

A figura 2 apresenta os focos de incêndio, por estados brasileiros, para o ano de 2015.

Figura 2: Focos de Incêndios nos Estados Brasileiros no ano de 2015.

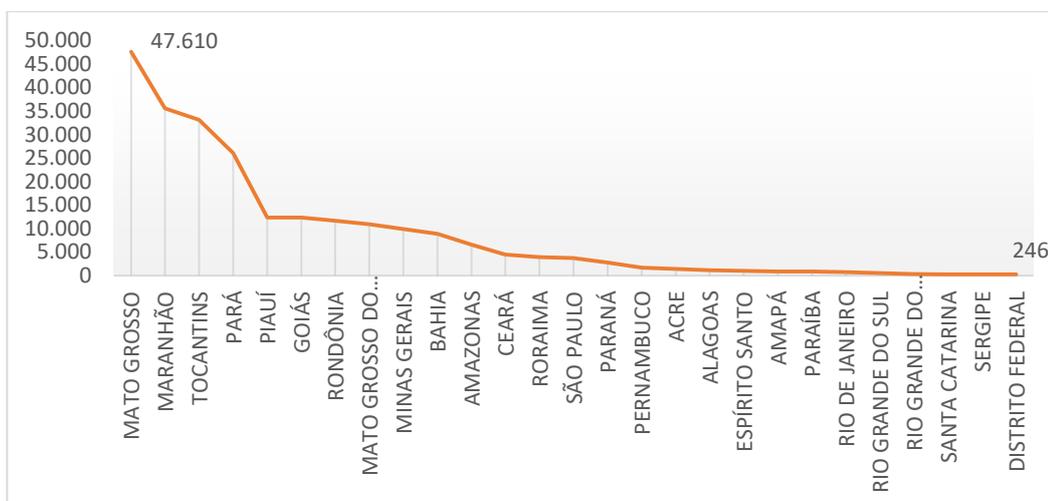


Elaboração: Autora. Fonte: INPE.

Segundo informações obtidas no banco de dados do INPE, no ano de 2015 houve um total de 255.862 focos de incêndios, apresentando seu ponto máximo no estado do Maranhão com 55.426 focos e seu mínimo no estado de Santa Catarina com 120 focos.

Os focos de incêndio para os estados brasileiros no ano de 2016 seguem apresentados na figura 3.

Figure 3: Focos de Incêndios nos Estados Brasileiros no ano de 2016.

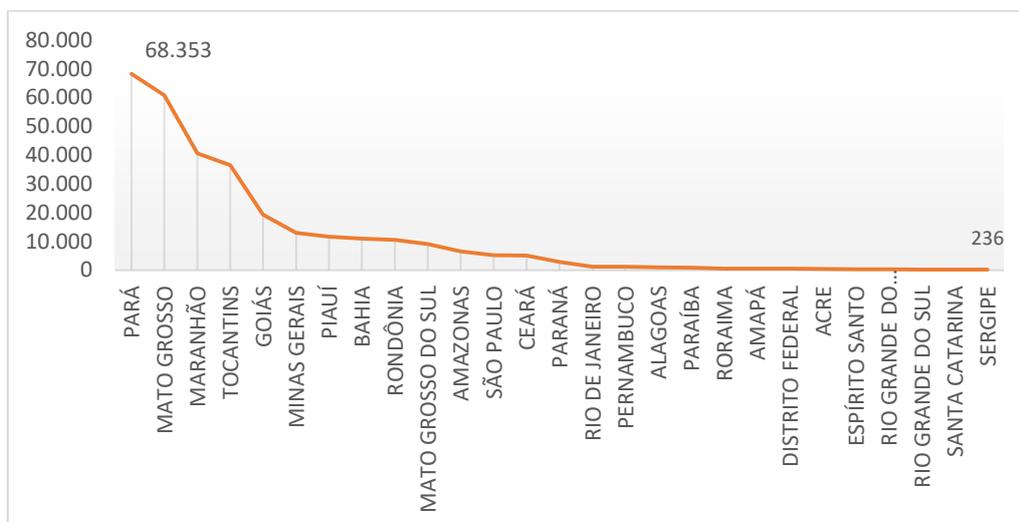


Elaboração: Autora. Fonte: INPE.

O ano de 2016 apresentou um total de 239.449 focos de incêndios, tendo seu ponto máximo no estado do Mato Grosso com 47.610 focos e seu mínimo no Distrito Federal com 246 focos, conforme os dados apresentados no banco de dados do INPE.

A figura 4 mostra os focos de incêndio no Brasil, por estados, para o ano de 2017.

Figure 4: Focos de Incêndios por Estado no ano de 2017.

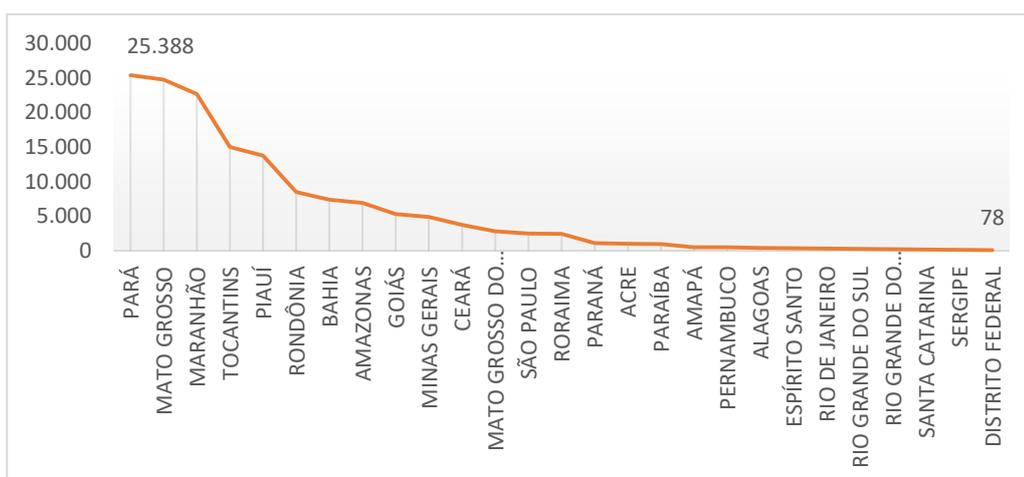


Elaboração: Autora. Fonte: INPE.

Conforme apresenta a figura 4, o ano de 2017 houve um total de 309.340 focos de incêndios, apresentando seu ponto máximo no estado do Pará com 68.353 focos e seu mínimo no estado de Sergipe com 236 focos, de acordo com as informações da base de dados do INPE.

Na figura 5 podemos analisar os focos de incêndio no Brasil, por estados, referentes o ano de 2018.

Figura 5: Focos de Incêndios nos Estados Brasileiros no ano de 2018.

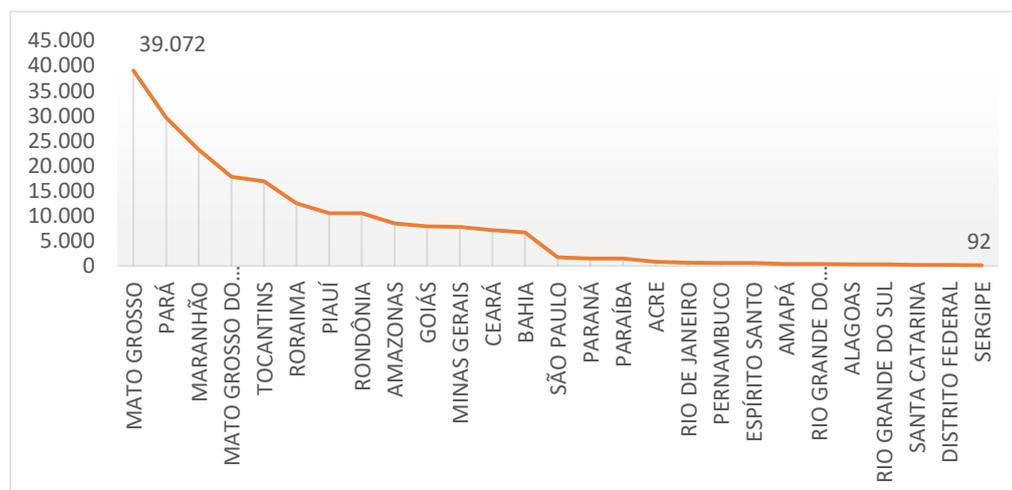


Elaboração: Autora. Fonte: INPE.

A figura 5 ilustra os dados do INPE para o ano de 2018, onde houve um total de 151.889 focos de incêndios, apresentando seu ponto máximo no estado do Pará com 25.388 focos e seu mínimo no Distrito Federal com 78 focos.

Os focos de incêndios no Brasil em 2019, de acordo com seus estados, podem ser verificados conforme a figura 6.

Figure 6: Focos de Incêndios nos Estados Brasileiros em 2019.



Elaboração: Autora. Fonte: INPE.

O ano de 2019, o qual despertou um alerta nacional a respeito dos focos de incêndio, houve um total de 206.884 focos no Brasil, apresentando seu ponto máximo no estado do Mato Grosso com 39.072 focos e seu mínimo no estado de Sergipe com 92 focos.

Baseado nesses dados, extraídos do banco de dados do INPE, observamos que o ano que apresentou maior número de focos de incêndio no Brasil, no período entre 2015 e 2019, foi o ano de 2017.

2.3 Amazônia

A Amazônia é o maior bioma do Brasil: Possui uma superfície aproximada de 5 217 423 km², correspondente a cerca de 61% do território brasileiro (IBGE, 2014) crescem 2.500 espécies de árvores (ou um-terço de toda a madeira tropical do mundo) e 30 mil espécies de plantas (das 100 mil da América do Sul) (MMA, 2019). Nele estão localizados os estados do Pará, Amazonas, Amapá, Acre, Rondônia e Roraima e algumas partes do Maranhão, Tocantins e Mato Grosso. Também inclui terras de países próximos ao Brasil, como as Guianas, Suriname, Venezuela, Equador, Peru e Bolívia (CONAB, 2018).

O Instituto Brasileiro de Florestas (IBF) afirma que Amazônia é formada por distintos ecossistemas como florestas densas de terra firme, florestas estacionais, florestas de igapó, campos alagados, várzeas, savanas, refúgios montanhosos e formações pioneiras. Mesmo sendo o nosso bioma mais preservado, cerca de 16% de sua área já foi devastada, o que equivale a duas vezes e meia a área do estado de São Paulo (IBF, 2020).

Para planejar e promover o desenvolvimento, a região amazônica é dividida em Amazônia Legal, Amazônia Internacional, e ainda como Região Norte.

Santos (2016) elenca a diferença entre cada uma dessas classificações:

- Amazônia Legal - Também chamada de Amazônia Brasileira, foi instituída pela lei nº 1.806/1953, durante o Governo Vargas. A partir de então, os estados do Mato Grosso, Tocantins (na época Goiás) e metade do Maranhão (até o meridiano de 44º) foram incorporados à região, não necessariamente nesta ocasião, mas a legislação permitiu que posteriormente isso fosse feito. Com a definição, o governo pretendia levar desenvolvimento à região.
- Amazônia Internacional - Engloba nove países: Brasil, Bolívia, Peru, Equador, Colômbia, Venezuela, Guiana, Guiana Francesa e Suriname. Isso equivale a 7 milhões de quilômetros quadrados da América do Sul. Mais de 60% dessa área está no Brasil. “Na Amazônia, em termos de biogeografia temos cerrados, campos, terra firme, alagados, cidades, metrópoles, vilas, pequenas comunidades e nove idiomas”, garante Sousa.
- Região Norte - Maior macrorregião do País, é onde está localizada grande parte da Amazônia Brasileira. Possui 3.869.639,9 quilômetros quadrados, ou seja, mais de 45% do território brasileiro e compreende os estados do Amazonas, Pará, Acre, Rondônia, Roraima, Amapá e Tocantins.

2.3.1 Arco do Desmatamento (ou Desflorestamento) na Amazônia Legal

Entende-se por Arco do Desmatamento a região onde a fronteira agrícola avança em direção à floresta e também onde se encontram os maiores índices de desmatamento da Amazônia. São 500 mil km² de terras que vão do leste e sul do Pará em direção oeste, passando por Mato Grosso, Rondônia e Acre (IPAM, 2015).

Estudos realizados por Nepstad, Moreira, Alencar (1999) indicaram que três quartos do desmatamento entre 1978 e 1994 ocorreram dentro de uma faixa de 100 km de largura ao longo das rodovias BR 010 (Belém - Brasília), BR 364 (Cuiabá - Porto Velho) e PA 150, assinalando a densidade demográfica como um fator motriz ao desmatamento.

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente, as estimativas situam a região amazônica como a maior reserva de madeira tropical do mundo. Seus recursos naturais – que, além da madeira, incluem enormes estoques de borracha, castanha, peixe e minérios, por exemplo – representam uma abundante fonte de riqueza natural. A região abriga também grande riqueza cultural, incluindo o conhecimento tradicional sobre os usos e a forma de explorar esses recursos naturais sem esgotá-los nem destruir o habitat natural. A floresta vive a partir de seu próprio material orgânico, e seu delicado equilíbrio é extremamente sensível a quaisquer interferências. Os danos causados pela ação antrópica são muitas vezes irreversíveis. Ademais, a riqueza natural da Amazônia se contrapõe dramaticamente aos baixos índices socioeconômicos da região, de baixa densidade demográfica e crescente urbanização. Desta forma, o uso dos recursos florestais é estratégico para o desenvolvimento da região (MMA, 2019).

Conforme Sales *et. al.* (2019), a queimada da cobertura vegetal para uso da terra é amplamente utilizada na Amazônia, como parte de um processo cultural implícito de expansão ocupacional de novas áreas para o desenvolvimento de atividades agropecuárias (corte raso) ou como técnica agrícola utilizada no manejo agropastoril (limpeza da área). Essa ação do fogo nas atividades antrópicas está associada aos períodos de estiagem, ocasionando incêndios florestais (fogo fora de controle em qualquer tipo de vegetação), representando importante fatia dos danos ambientais, econômicos e para a saúde humana. De acordo com Motta *et al.* (2002), o fogo libera fumaça, provocando doenças respiratórias e emitindo gases para a atmosfera que contribuem com o aquecimento global.

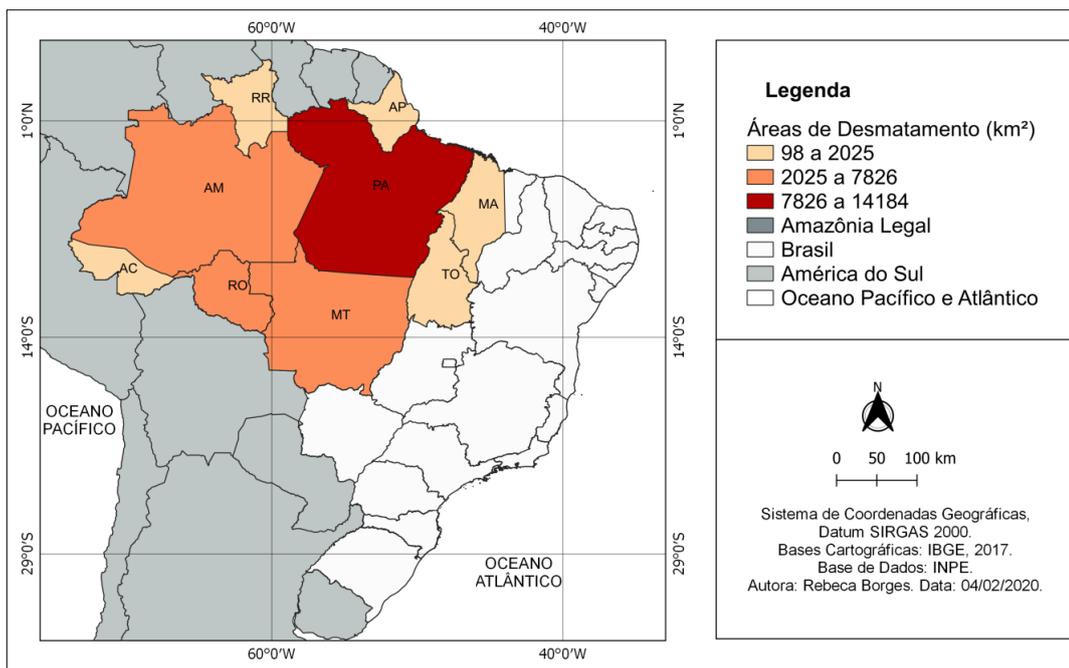
Segundo Nepstad *et al.* (1999), antes de 1998, os incêndios na Amazônia eram particularmente restritos às áreas utilizadas para agricultura ou pecuária. A partir de 1980, pesquisadores começaram a observar o risco de o fogo alastrar-se para florestas exploradas. Ao entrar na década de 90, essas florestas começaram a queimar em larga escala, mas sem que isso representasse forte ameaça às florestas intactas. A seca de 1998, seguida de uma série de outras ocorridas na década, sinalizou para uma penetração efetiva de incêndios nos ecossistemas florestais intactos ao longo de grande parte da região, o que, possivelmente, caracteriza o início de um processo de perpetuação desses tipos de incêndios, uma vez que florestas tropicais estão sendo substituídas por vegetação mais propensa ao fogo. De acordo com Batista (2004), a pressão que essas áreas florestais sofrem tem aumentado, consideravelmente, o número de incêndios e a extensão das áreas queimadas. Conforme Sales (2019), esse cenário torna-se preocupante à medida que os efeitos atingem a biodiversidade, a paisagem, a ciclagem de nutrientes (solo, água e ar), as instalações agrícolas, os cultivos e a saúde humana, em perspectivas impactantes e de conteúdo mitigatório profundo.

Com a queda do desmatamento entre 2005 e 2012, os incêndios florestais arrefeceram. A retomada do desmate nos últimos anos, contudo, trouxe as chamas de volta e esfumou o cotidiano da população no campo e nas cidades. A relação entre desmatamento e fogo mostra-se particularmente forte no ano de 2019, segundo Silvério (2019). Pessoas nas cidades da Amazônia, e mesmo fora dela, passaram a respirar um ar mais poluído do que o encontrado em conglomerados urbanos como São Paulo. Os prejuízos para a saúde podem ser potencialmente catastróficos (ALVES *et al.*, 2015).

Os dados mapeados pelo INPE informam que entre os anos de 2015 e 2019, a Amazônia Legal obteve 38.345 km² de área desmatada onde o estado do Pará apresentou maior índice de desmatamento com 14.184 km².

A figura 8 mostra um mapa que ilustra essas informações.

Figura 8: Áreas de Desmatamento na Amazônia Legal entre os anos de 2015 e 2019.



Elaboração: Autora. Fonte: INPE.

Através da figura 8, percebe-se que ao longo dos 5 anos passados, a maior incidência de focos de calor no Brasil foi no mês de setembro do ano de 2017, justificado pelo período seco e com índices altos de práticas ilegais.

Os dados do INPE (figura 8) apresentam que no ano de 2015 houve um total de 6.207 km² de área desmatada na Amazônia Legal, sendo o Estado do Pará o mais afetado com 2.153 km², em contrapartida, temos o Amapá com 25 km², sendo o estado com menor área desmatada. Já em 2016, a Amazônia Legal teve uma área de desmatamento de 7.893 km² e o Estado do Pará, com 2.992 km² desflorestado foi o estado com maior área desflorestada, enquanto o Amapá atingiu 17 km², sendo o estado com menor área desflorestada.

No ano de 2017 a área total desmatada foi 6.947 km² na Amazônia Legal, destaca-se o estado do Pará com maior área de desmatamento (2.433 km²) e o estado do Amapá com menor área desmatada (17 km²). Referente ao ano de 2018 é possível constatar que no montante de 7.536 km² de áreas desmatadas, o Pará com 2.744 km² e o Amapá com 24 km² foram os estados com maior e menor índice de desmatamento. Para o ano de 2019, de acordo com as informações disponibilizadas pelo INPE, nota-se que o estado do Pará, com 3.862 km² de área desflorestada, é o estado pertencente à Amazônia Legal que mais sofreu com o desmatamento,

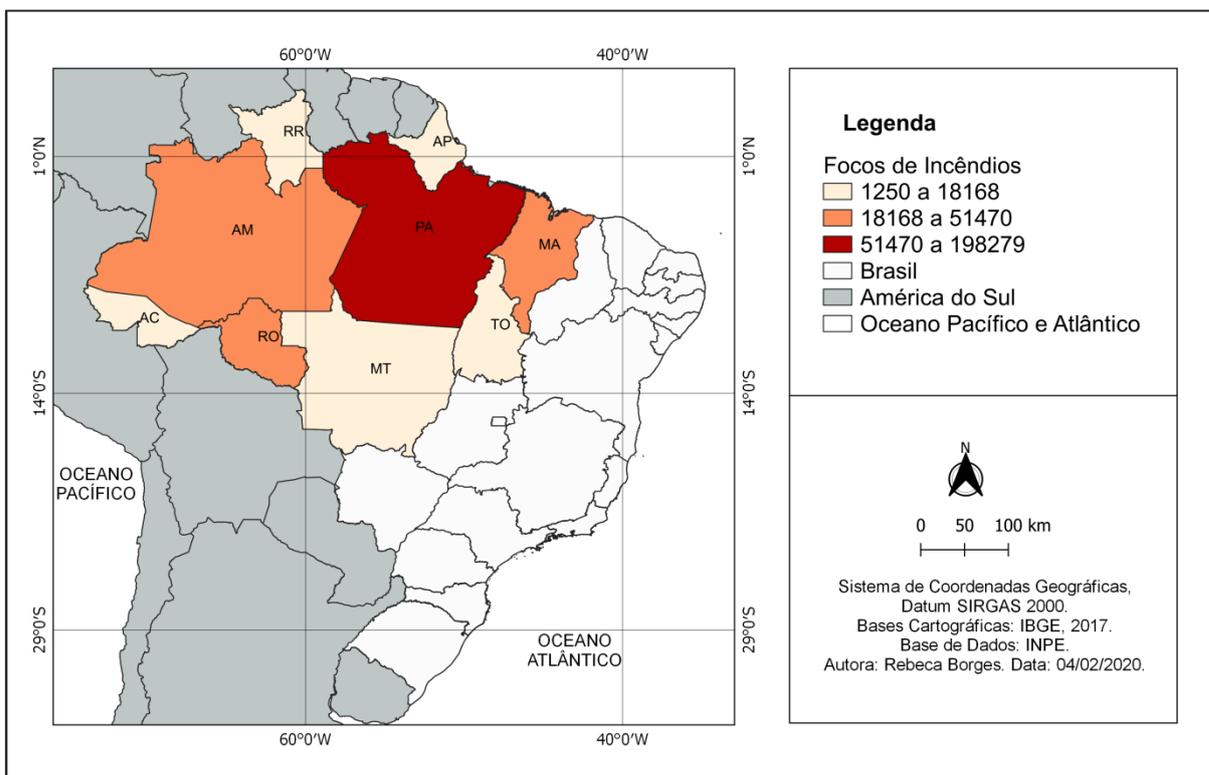
enquanto o estado do Amapá atingiu 8 km² de área desflorestada, sendo assim, o de menor área desmatada no ano de 2019.

2.3.2 Focos de Incêndios na Amazônia Legal

As queimadas constituem a base técnica de uma tessitura de relações sociais que geram ocupação, renda e segurança alimentar para uma multiplicidade de indivíduos. Entre eles há não apenas os produtores agropecuários, diretamente responsáveis pelas queimadas, mas também atravessadores da produção agropecuária, fornecedores de insumos e equipamentos, prestadores de serviços de transporte e o consumidor final da produção (FONSECA-MORELO *et al*, 2017).

Na figura 9, podemos ter acesso aos focos de incêndios na Amazônia Legal compreendido entre os anos 2015 e 2019.

Figura 9: Distribuição dos Focos de Incêndios na Amazônia Legal entre os anos de 2015 e 2019.



Elaboração: Autora. Fonte: INPE.

Ao verificar os dados extraídos do INPE no ano de 2015, percebe-se por meio da Figura 9 que o estado com maior número de focos foi o Pará com 48.913 e o menor foi o Acre, com 192 de um valor total de 99.718 focos. Para o ano de 2016, com 86.397 focos de incêndios registrados pelo INPE, o estado do Pará atingiu 26.046 focos de incêndios (maior estado) e o estado do Tocantins 852 focos de incêndios (menor estado).

No ano de 2017 houve o total de 130.532 focos, os estados do Pará e Acre obtiveram os maiores e menores focos de incêndios respectivamente, o primeiro com 68.351 e o outro com 535. Já em 2018, de um total de 66.778 focos de incêndios, com 25.387, o estado do Pará foi diagnosticado com o que obteve maior taxa e com 508 focos, o estado do Amapá apresentou menores incidências. O ano de 2019 contabilizou 93.503 focos, sendo 29.582 no estado do Pará com maior contagem e 381 no estado do Tocantins com menor contagem

Nos períodos compreendidos entre 2015 e 2019 (figura 9), foram contabilizados 476.928 focos, tendo o estado do Pará com 198.279 focos e o estado do Amapá com 3.617, como o estado com menores focos registrados.

2.3.3 Relação entre Desmatamento e Focos de Incêndios

Segundo o Instituto Brasileiro de Florestas (2019) o desmatamento, as queimadas, a garimpagem, o agro pastoreio e a biopirataria representam os principais problemas ambientais enfrentados pelo bioma amazônico. O conjunto formado por essas ações devastadoras é responsável por graves mudanças climáticas em todo o planeta, como o aquecimento global. Amazônia é considerada um grande “resfriador” atmosférico e como maior abrigo da biodiversidade do mundo.

O fogo é um elemento comum na paisagem rural brasileira. Usado para limpar áreas recém-desmatadas e outros tipos de terreno, como pasto, frequentemente escapa ao controle e queima o que não deveria queimar. Na Amazônia não é diferente. Sua incidência na região está diretamente relacionada à ação humana e as chamas costumam seguir o rastro do desmatamento: quanto mais derrubada, maior o número de focos de calor (IPAM, 2019).

Associadas a uma taxa ascendente de desmatamento, as secas podem levar a incêndios florestais de grandes proporções, com consequências negativas para a

população, entre elas o aumento de incidência de doenças respiratórias, a ameaça a plantios e infraestrutura e a redução na resiliência da floresta, que fica mais suscetível a novas queimadas e a danos causados por tempestades e patógenos (Brando et al., 2019). As perdas econômicas resultantes dos incêndios florestais podem chegar a valores dramáticos. Os incêndios de 1998, por exemplo, causaram prejuízos que totalizaram mais de US\$ 9 bilhões (MENDONÇA et al., 2004). Somente o SUS teve de desembolsar US\$ 11 milhões para o tratamento de problemas respiratórios da população amazônica (IPAM, 2019).

O quadro 01 estabelece a relação entre os focos de incêndios e as áreas desmatadas nesses mesmos estados nos mesmo período de tempo.

Quadro 01: Relação entre Focos de Incêndios e Áreas de Desmatamento entre os anos 2015 e 2019.

ESTADO	FOCOS	ÁREA (km ²)
PARÁ	198.279	14.184
MATO GROSSO	115.877	7.826
MARANHÃO	51.470	1.200
RONDÔNIA	45.709	6.210
AMAZONAS	32.223	5.308
RORAIMA	20.697	1.302
TOCANTINS	5.132	192
ACRE	3.924	2.025
AMAPÁ	3.617	98

Elaboração: Autora. Fonte: INPE.

De acordo com o quadro anterior, contendo informações do banco de dados do INPE, os estados com maiores taxas de focos de incêndios são também os que detêm maiores áreas desmatadas. Desta forma, a correlação é comprovada.

Com base no banco de dados do INPE, o IPAM (2019), verificou que os dez municípios amazônicos que mais registraram focos de incêndios foram também os que tiveram maiores taxas de desmatamento (figura 10). Estes municípios são responsáveis por 37% dos focos de calor em 2019 e por 43% do desmatamento registrado até o mês de julho. Esta concentração de incêndios florestais em áreas recém-desmatadas e com estiagem branda representa um forte indicativo do caráter intencional dos incêndios: limpeza de áreas recém-desmatadas.

Figura 10: Os 10 municípios da Amazônia com maior número de focos de incêndio em 2019 e áreas de desmatamento entre o período de janeiro a julho de 2019

Município	Estado	Focos de incêndio	Desmatamento entre janeiro e julho de 2019 (km ²)
Apuí	AM	1754	151,0
Altamira	PA	1630	297,3
Porto Velho	RO	1570	183,5
Caracaraí	RR	1379	16,0
São Félix do Xingu	PA	1202	218,9
Novo Progresso	PA	1170	67,8
Lábrea	AM	1170	197,4
Colniza	MT	869	82,4
Novo Aripuanã	AM	665	122,3
Itaituba	PA	611	67,8

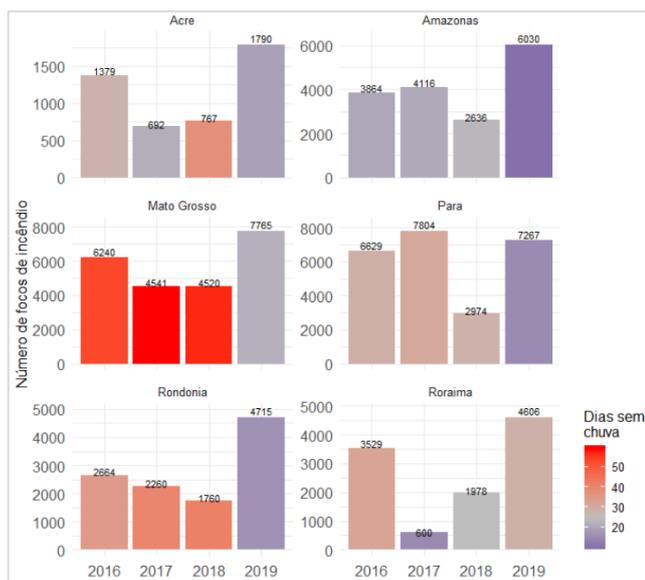
Fonte: IPAM.

2.3.4 Relação entre Precipitação e Focos de Incêndios

Nas últimas duas décadas, as secas extremas na Amazônia têm se tornado mais frequentes (BRANDO *et al.*, 2019). Secas mais intensas e prolongadas reduzem a umidade no chão da floresta e criam condições para as chamas se alastrarem com facilidade, aumentando a chance de grandes incêndios florestais (NEPSTAD *et al.*, 1999). Nos anos de 2007 e 2010, por exemplo, quando a estação seca no sul da Amazônia foi mais intensa que o normal, grandes áreas de florestas queimaram, causando alta mortalidade de árvores (BRANDO *et al.*, 2014). Mesmo em anos com menores taxas de desmatamento, como ocorreu nos últimos anos, a intensidade da estação seca determinou a ocorrência de fogo (ARAGÃO *et al.*, 2018).

É possível constatar as observações citadas acima observando os dados apresentados na Figura 11, que relaciona os índices de precipitação ao longo dos anos de 2016 e 2019, indicando a estação seca como também responsável pelo aumento no número de focos de incêndios.

Figura11: Número de focos de incêndios acumulados para o período de janeiro a 14 de agosto para os anos de 2016 a 2019 em seis estados amazônicos.



Fonte: IPAM.

As diferenças nas cores dentro do mesmo estado indicam o número cumulativo de dias com precipitação menor que 1mm. Dados de Mato Grosso incluem somente informações para a porção do bioma Amazônia.

2.4 Sensoriamento Remoto

O sensoriamento remoto é a arte e a ciência de obter informação sobre um objeto, área ou fenômeno sem a necessidade de ter contato físico direto com o mesmo o objeto (JENSEN,2009).

Segundo o enfoque científico abordado por Lillesand (1995), sensoriamento remoto significa observar a superfície e a atmosfera da Terra por meio de sensores localizados muito acima do solo. Tais sensores podem captar tanto o espectro visível, mas também a radiação em outros comprimentos de onda, como o infravermelho, ultravioleta, e as micro-ondas.

Os dados do sensoriamento remoto podem ser usados para estimar variáveis geofísicas e biofísicas. Algumas das aplicações mais utilizadas para os dados de sensoriamento remoto são a modelagem de processos naturais (mudanças climáticas, eutrofização, desertificação, desastres naturais, etc) ou causados pelo

homem (desflorestamento, poluição, expansão urbana, deslizamentos, etc) (MORAES, 1999).

No Quadro 02 podem-se observar as principais características de alguns satélites, a exemplo dos existentes no banco de queimadas do INPE.

Quadro 02: Satélites de Referência Utilizados pelo INPE.

SATÉLITES	LANÇAMENTO	SENSORES	RESOLUÇÃO ESPACIAL	PERÍODO TEMPORAL	USO
TERRA	18/12/1999	MODIS ASTER CERES MISR MOPITT	250 m 500m e 1000m	16 dias	Estudos sobre a dinâmica atmosférica global e suas interações com a superfície terrestre e oceano.
AQUA	04/05/2002	AIRS AMSU-A EOS HSB MODIS CERES	500m e 1000m	1 a 2 dias	Monitoramento de vários tipos de fenômenos físicos referentes à circulação da energia e da água na Terra
GOES 13 GOES 16	24/05/2006 19/11/2016	GOES I-M	1,4 km e 8km	diário	Dados meteorológicos
METEOSAT	15/06/1988	MVIR	2,5km e 5 km	30min	Meteorologia – Previsão do Tempo

Elaboração: Autora. Fonte: EMBRAPA.

Os sistemas sensores têm função específica para cada objetivo de estudo, cabendo ao pesquisador definir qual será utilizado para o seu trabalho.

2.4.1 Satélite NOAA

A série de satélites NOAA é controlada pela *National Oceanic Atmospheric Administration* e desenvolvida em cooperação com a Agência Espacial Americana (NASA). Integra, em conjunto com o satélite europeu MetOp, o sistema POES (*Polar Operational Environmental Satellite*). A história do NOAA iniciou-se em 1960 com os satélites da série TIROS que foram implementados pelo U.S. Defense e pela NASA, para atuarem na área de meteorologia (EMBRAPA, 2013)

Segundo a EMBRAPA (2013), a série realizou o lançamento de mais de uma dezena de satélites e diversos instrumentos operacionais (sondas e imageadores). O sistema opera com, aproximadamente 835 km de altitude. Atualmente a série

possui seis satélites operacionais: NOAA-15, NOAA-16, NOAA-17, NOAA-18, NOAA-19 e NOAA – 20.

O sistema atual obtém imagens multiespectrais da superfície terrestre (captadas pelo sensor AVHRR-3) e também adquire dados numéricos coletados por meio de sondas (obtidas pelo sensor ATOVS). Os dados gerados pelos satélites NOAA são utilizados, sobretudo, em modelos climáticos e de previsão do tempo atmosférico. No entanto, servem de material para vários projetos que envolvem o sistema Terra x Oceano X Atmosfera e podem apoiar diversos tipos de monitoramentos, como por exemplo, detecção de focos de queimadas (Quadro 03) (EMBRAPA, 2013).

Quadro 03: Sensor AVHRR presente nos satélites NOAA-15 a NOAA-19.

Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Área Imageada
AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) ** somente para o AVHRR3	1 (Vermelho)	0,58 - 0,68 μm	1,1 km	diária (AM e PM)	2.400 km
	2 (Infravermelho próximo)	0,72 - 1,10 μm			
	3 (Infravermelho médio)	3,55 - 3,93 μm			
	3B (Infravermelho médio)**	3,55 - 3,93 μm			
	4 (Infravermelho termal)	10,30 - 11,30 μm			
5 (Infravermelho termal)	11,30 - 12,50 μm				

Fonte: Embrapa.

É importante considerar o tamanho do elemento de resolução espacial da imagem, o "píxel". Por exemplo, para os sensores AVHRR (satélites NOAA-18 e 19) e MODIS (satélites AQUA e TERRA) o píxel nominal tem 1 km x 1 km ou mais, e uma queimada de algumas dezenas de m² será identificada como tendo pelo menos 1 km². Nas imagens dos satélites geoestacionários, onde o píxel tem 2km x 2km, esta pequena queimada passará a ser indicada por uma área de 4 km² ou mais. Portanto, um foco de queima, que aqui é a mesma coisa que um píxel de queima, pode indicar tanto uma pequena queimada assim como várias pequenas queimadas ou uma muito grande no seu interior. (INPE, 2019)

Conforme o INPE (2019), cada satélite de órbita polar produz pelo menos dois conjuntos de imagens por dia, e os geoestacionários geram quatro imagens por hora, sendo que no total o INPE processa automaticamente mais de 200 imagens por dia especificamente para detectar focos de queima da vegetação. Espera-se ainda incluir a recepção das imagens dos satélites chineses polares Fenyun. As recepções

são feitas nas estações de Cachoeira Paulista, SP (próximo à divisa com o RJ) e de Cuiabá, MT.

Para os satélites de órbita polar (NOAAs a 800 km acima da superfície, e TERRA e AQUA a 710 km), trabalhos de validação de campo indicam que uma frente de fogo com cerca de 30 m de extensão por 1 m de largura, ou maior, será detectada. Para os geoestacionários, a 36 mil km de distância, a frente precisa ter o dobro de tamanho para ser localizada. Os satélites mais recentes, NPP-SUOMI e NOAA-20, com seu sensor VIIRS de resolução espacial 375 m, conseguem detectar áreas de alguns m² queimando no período noturno, desde que a temperatura seja superior a 300 graus C (INPE,2019).

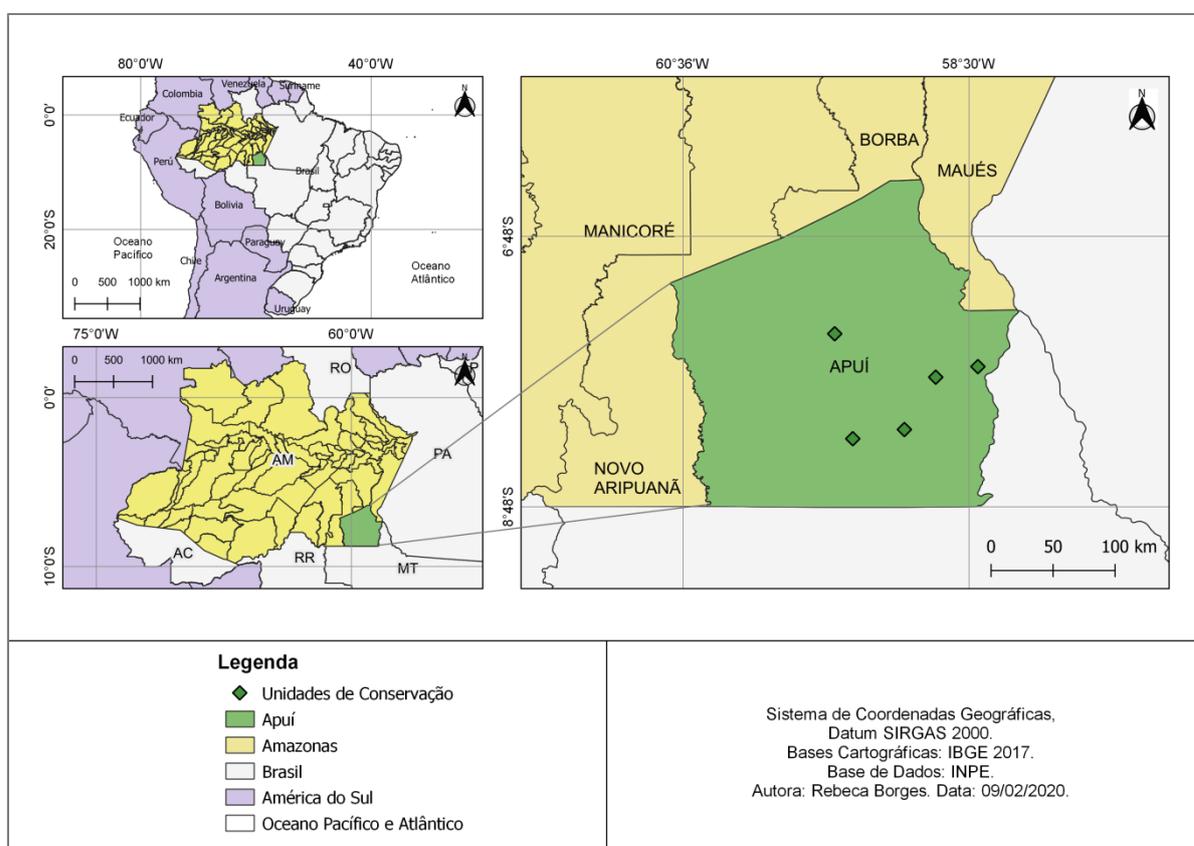
Cada satélite da série NOAA proporciona uma cobertura de um mesmo ponto da Terra a cada doze horas, intervalo de observação encurtado em função da passagem diária dos diferentes satélites da família (EMBRAPA, 2013).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

A área de estudo é delimitada pelo município de Apuí, no estado do Amazonas. A Figura 12 apresenta um mapa de localização da área.

Figura 12: Mapa de Localização do Município de Apuí – Amazonas.



Fonte: Autora.

Apuí é um município brasileiro no interior do estado do Amazonas, Região Norte do país. Pertencente à região Sul do Amazonas e Microrregião do Madeira, localiza-se a sul de Manaus, capital do estado, distando cerca de 408 quilômetros. Ocupa uma área de 54.240,556 km². Sua população é estimada em 21.973 habitantes, sendo assim, o trigésimo oitavo município mais populoso do estado do Amazonas. Destaca-se entre os municípios do Amazonas devido ao seu grande potencial agropecuário (IBGE).

O município de Apuí, localizado no Sul do Estado do Amazonas, as margens da Rodovia Transamazônica (BR-230), é uma frente de expansão agropecuária na Amazônia, ocupando a nona posição dos municípios mais desmatados anualmente, desde 2013. Sua colonização começou em 1982, com a criação do Projeto de Assentamento (PA) Rio Juma, que abriga a maioria da população rural, da área em uso, e conseqüentemente, das queimadas e incêndios que ocorrem atualmente (CARRERO, 2019).

Apuí também tem em seu território áreas pertencentes ao Mosaico do Apuí que de acordo com World Wildlife Fund Brasil (2006), compõe o Parque Estadual do Sucurundi (Apuí, Amazonas), Parque Estadual de Guariba (Novo Aripuanã, Amazonas), Reserva de Desenvolvimento Sustentável Bararati (Apuí, Amazonas), Reserva Extrativista do Guariba (Novo Aripuanã, Amazonas), Floresta Estadual do Aripuanã (Aripuanã, Mato Grosso), Floresta Estadual de Manicoré (Manicoré, Amazonas) e Reserva de Desenvolvimento Sustentável de Aripuanã (Aripuanã, Mato Grosso). Faz parte do plano de formação do Corredor Ecológico da Amazônia Meridional. Responsável pela conexão de importantes áreas de proteção ambiental na porção sul da região, como os objetivos de: conservar a biodiversidade local, conter o avanço do arco do desflorestamento e a expansão da fronteira agrícola.

3.2 Materiais

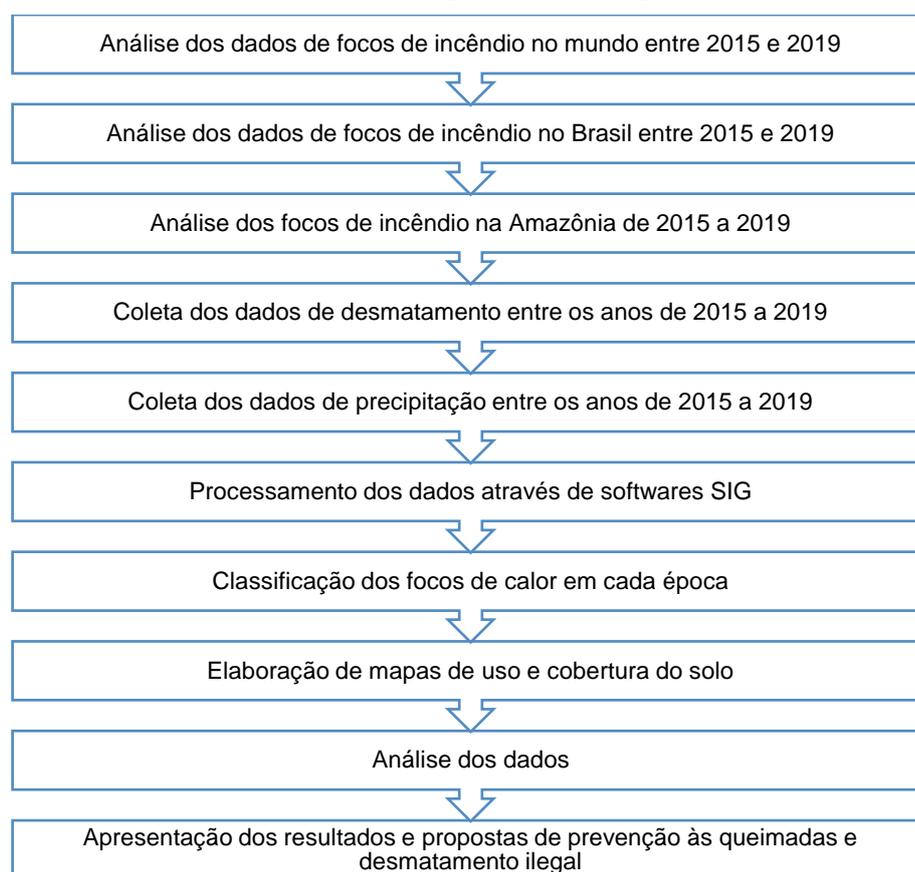
Para o desenvolvimento desta pesquisa foram utilizados os seguintes materiais:

- Dados do banco de queimadas e do desmatamento (Terra Brasilis) – INPE;
<http://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/>,
<http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/>
- Dados do Satélite NOAA;
- *Shapfiles* do IBGE;
<https://portaldemapas.ibge.gov.br/portal.php#homepage> *Software*
- *Microsoft Excel 2010*;
- *Software* de processamento de dados *QGIS for Desktop* versão 3.4.15;
- Notebook ASUS S550CA-BRA-CJ11H Intel Core 3 i7, memória 8GB e armazenamento de 500 GB.

3.3 Métodos

A metodologia utilizada segue apresentada no fluxograma (Figura 14).

Figura 14: Fluxograma metodológico.



Inicialmente, foram adquiridas na base de dados do IBGE os *shapfiles* com os limites da América do Sul, das Unidades da Federação, dos Estados da Amazônia Legal e do estado do Amazonas. Posteriormente, através do banco de dados do INPE, os dados dos focos de incêndios no mundo, no Brasil, nos estados brasileiros, nos biomas brasileiros e na Amazônia durante os anos de 2015 a 2019 foram descarregados, para tal, selecionou-se como satélite de referência o NOAA-15 NOITE, NOAA-15 MANHÃ, NOAA-18 TARDE, NOAA-18 MANHÃ, NOAA-19 TARDE, NOAA-19 MANHÃ. Em seguida, os dados foram manipulados no Excel e posteriormente incorporados ao *Software Qgis*, onde foi possível realizar os mapas referentes à distribuição gradual das informações. Logo após foram importados no

Sistema PRODES - INPE áreas em km² de desmatamento para os períodos entre 2015 e 2019 bem como seus índices de precipitação.

Feito isso, foram baixados os focos de incêndios no município de Apuí selecionando como satélite de referência o NOAA-15 NOITE, NOAA-15 MANHÃ, NOAA-18 TARDE, NOAA-18 MANHÃ, NOAA-19 TARDE, NOAA-19 MANHÃ. e tendo como filtro o bioma amazônico para os meses de julho a agosto nos anos de 2015, 2016, 2017, 2018 e 2019. Seguidamente, os dados passaram por organização informacional e estrutural para que pudessem ser acoplados ao *Software Qgis* onde foram feitos os mapas para os respectivos anos. Depois o banco do PRODES (INPE) foi acessado para o acesso às quantificações das áreas de desmatamento e índices de precipitação tangentes ao município de Apuí, estado do Amazonas, de acordo com os cinco anos (2015 a 2019). Logo após foram gerados dados em formato de tabela e mapas para as devidas análises e propostas de prevenção às queimadas e o desmatamento ilegal.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

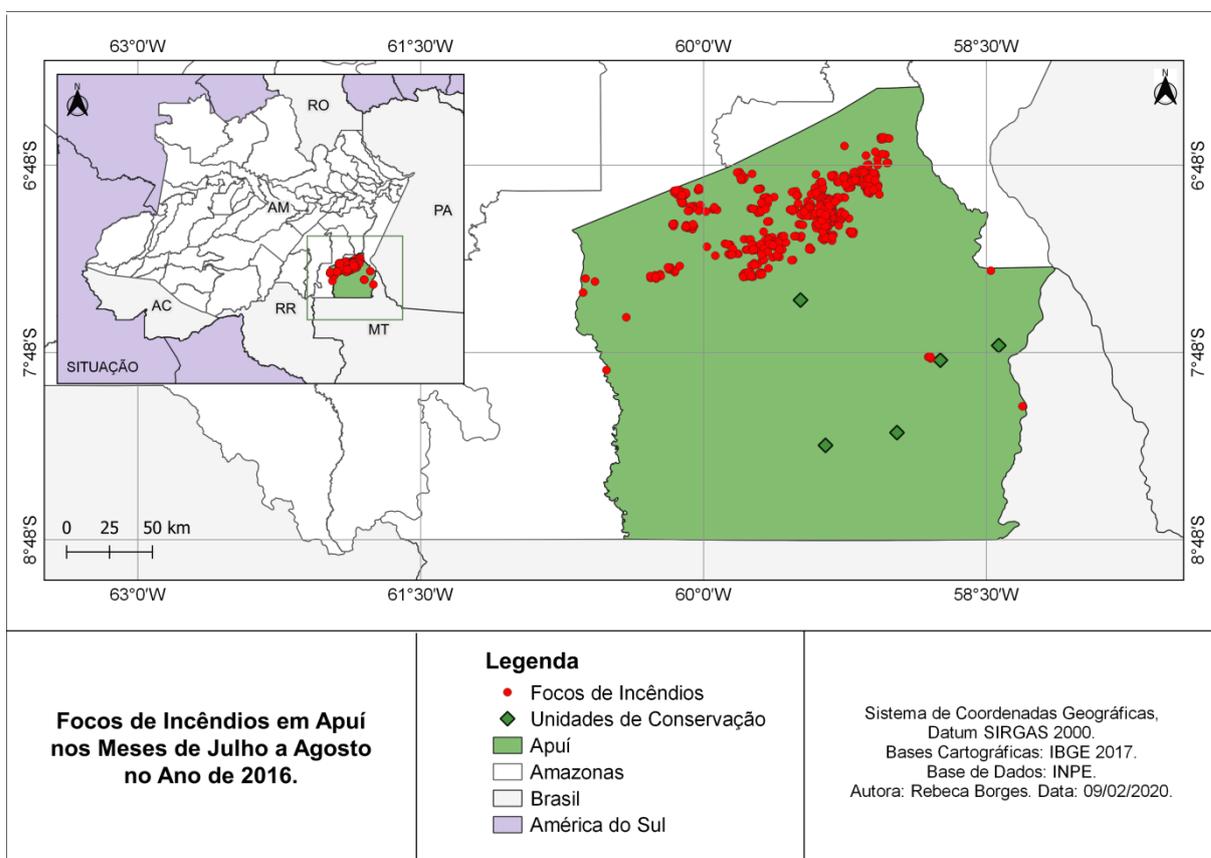
Neste tópico serão apresentados os resultados obtidos com as análises dos dados de focos de incêndio extraídos do banco de dados do INPE, tendo como foco o município de Apuí, assim com as discussões sobre essas análises.

4.1 Resultados

O ano de 2015 apresentou um montante de 607 focos, tomando como base os meses de julho e agosto. Portanto, houve o correspondente a 74,94% dos focos calculados para o ano em análise. Nenhum dos focos dentro dos limites das unidades de conservação.

O mapa apresentado na Figura 16 mostra os dados para o ano de 2016.

Figure 16: Focos de Incêndios em Apuí nos Meses de Julho a Agosto de 2016.

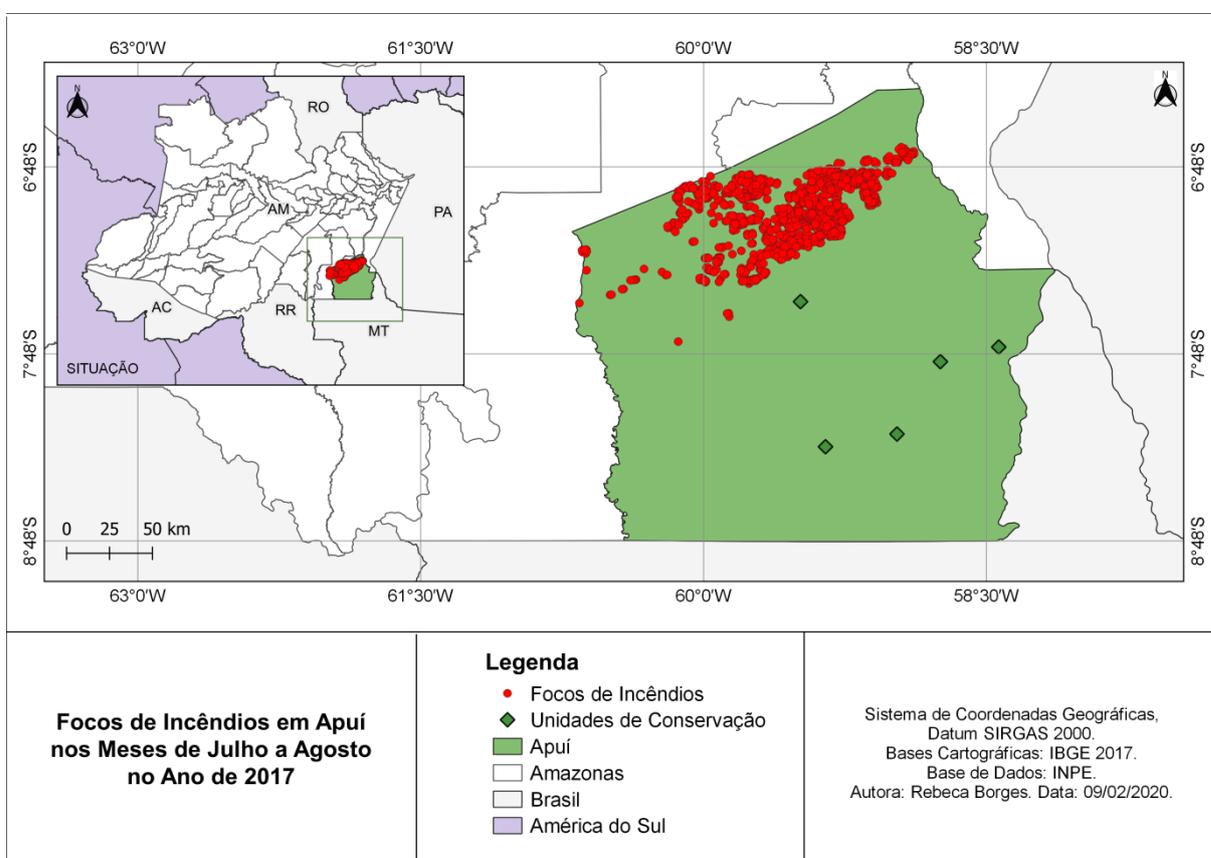


Fonte: Autora.

Nos meses de julho a agosto de 2016 houve a incidência de 641 focos de calor, indicando 67% dos focos observados no ano de 2016 para o mesmo município. Como podemos observar no mapa de 2016, alguns focos estavam próximos às unidades de conservação representando um total de 12 focos.

Na figura 17 podemos visualizar os focos de incêndios em Apuí para o ano de 2017.

Figura17: Focos de Incêndio em Apuí nos Meses de Julho a Agosto de 2017.

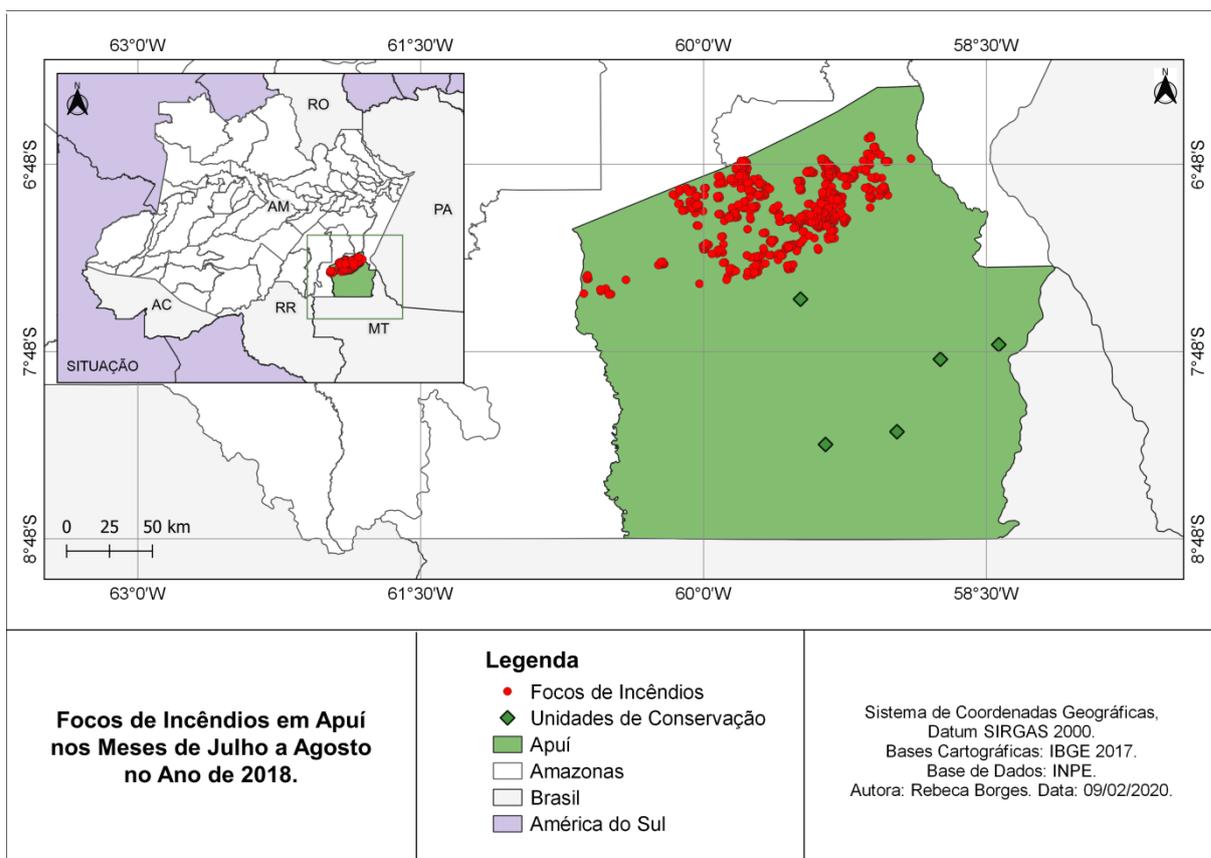


Fonte: Autora.

Constata-se que para o ano de 2017, entre os meses de julho e agosto, foram identificados 1.542 focos, sendo estes correspondentes ao percentual de 90% para o ano em questão. Para essa época não foi identificado nenhum foco na cercania das unidades de conservação.

Para os meses de julho a agosto de 2018, a figura 18 representa seus focos de incêndios.

Figura 18: Focos de Incêndios em Apuí nos Meses de Julho a Agosto de 2018.

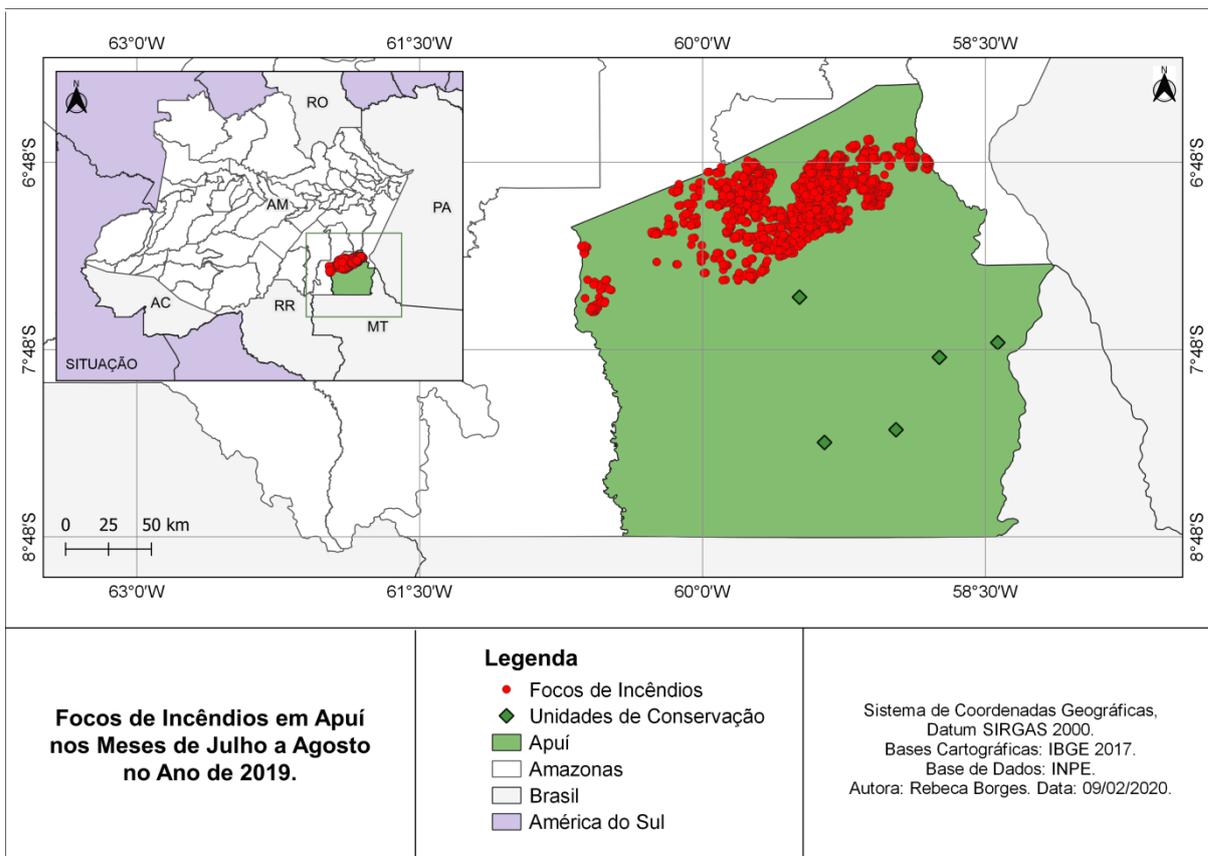


Fonte: Autora.

No ano de 2018, entre os meses de julho e agosto, foram identificados 677 focos de calor no município de Apuí, estando com 66,5% dos focos calculados para o período estudado (2018). Não foi identificado nenhum foco nas unidades de conservação.

A figura 19 demonstra os índices de focos de calor na região do município de Apuí - AM para o ano de 2019.

Figura 19: Focos de Incêndios em Apuí nos Meses de Julho a Agosto de 2019.



Fonte: Autora

Apuí apresentou 2.189 focos de calor no ano de 2019, entre os meses de julho e agosto, o que significa 98% de todos os focos para o ano de 2019. Nesse ano houve o aumento de 223% dos focos de incêndios se comparado ao ano anterior (2018).

Baseado nas informações extraídas do banco de dados do INPE foi possível detectar o ano que apresentou maior número de focos de incêndio em Apuí, sendo esse o ano de 2017, isso tendo como base os meses de julho e agosto.

Vale ressaltar que, a nível mundial, o ano de 2017 apresentou números recordes de focos de calor em relação ao período analisado nessa pesquisa, que compreendeu os anos entre 2015 e 2019.

Com isso foi comprovado que o ano de 2016 foi o que apresentou menor índice mundial de focos, e 2017 o maior.

E para o município de Apuí, pertencente ao estado do Amazonas, o ano com maior índice de focos, no período que compreende julho e agosto foi 2019. O ano de 2015 segue apresentado como menor índice de incidência.

4.2 Discussões

Um sobrevoo feito pela reportagem do portal de notícias da Globo em 29 de agosto, flagrou várias áreas desmatadas recentemente e pelo menos 15 incêndios ativos no sul do Amazonas. Apuí, a 1 (um) mil quilômetros de Manaus, é o município com mais concentração de queimadas, segundo dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Segundo Boni (2019), flagrou-se pelo menos sete focos com poucos quilômetros de distância um do outro (Figura 13).

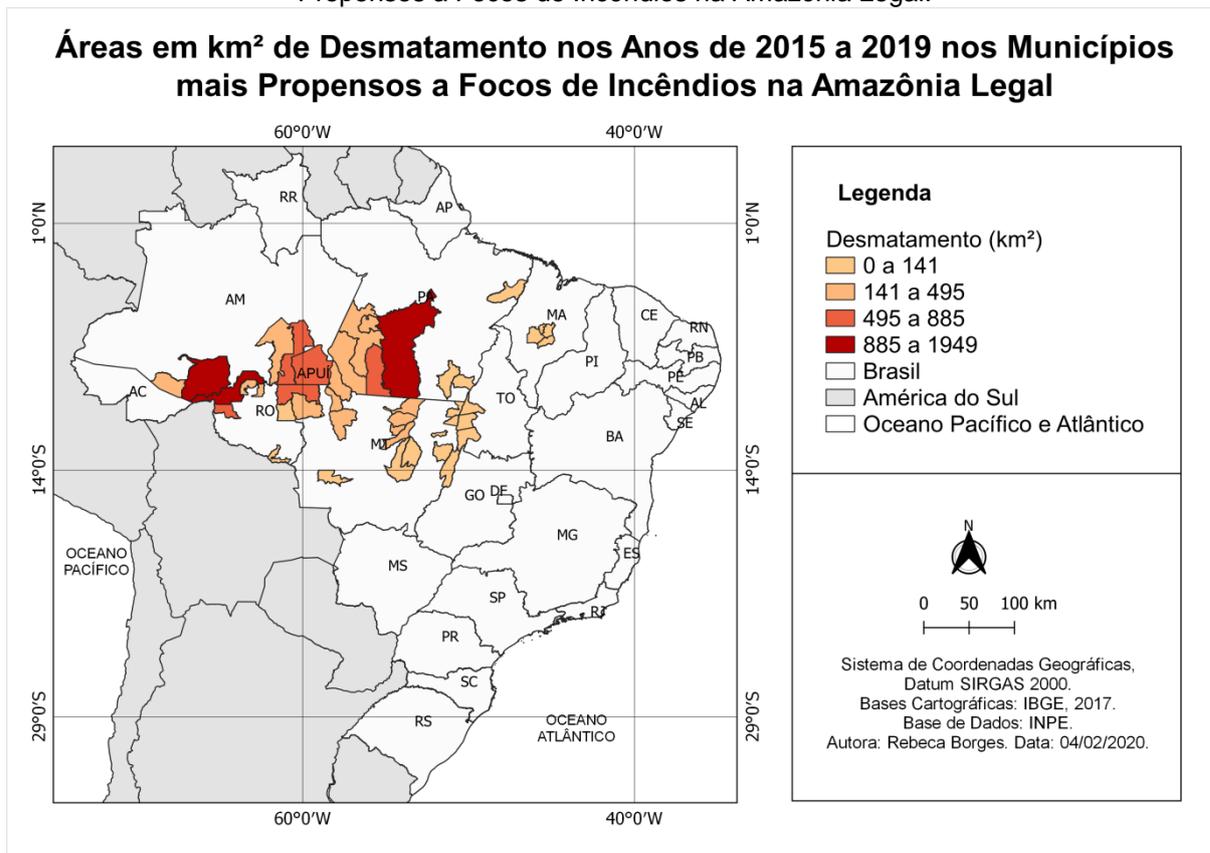
Figura 13: Queimadas em Apuí em Agosto de 2019



Fonte: Portal de Notícias da Globo

Um dos fatores que influenciam o surgimento dos focos de calor são as práticas ilegais de desmatamento. Dito isso, no intuito de entender o comportamento dos focos de incêndio no município de Apuí, foi analisada a distribuição espacial do desmatamento na região amazônica para os anos que compreendem o período de 2015 a 2019 (Figura 20).

Figura 20: Áreas em km² de Desmatamento nos Anos de 2015 a 2019 nos municípios mais Propensos a Focos de Incêndios na Amazônia Legal.

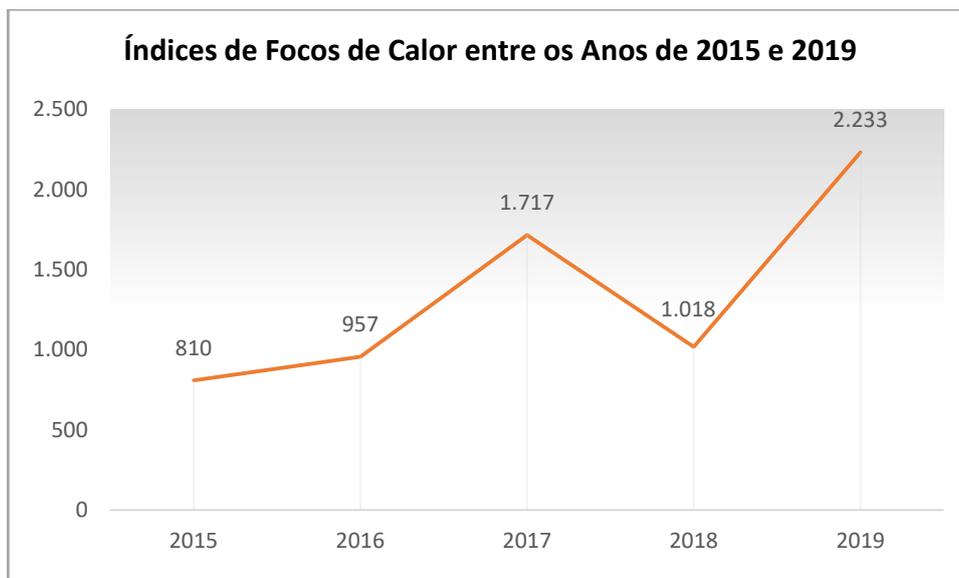


Fonte: Autora.

Dentre os municípios que mais apresentaram focos de incêndios na Amazônia Legal entre os anos de 2015 a 2019, assume a primeira posição o município de Altamira (Pará), com 1948,7 km² de desmatamento. O município de Apuí segue em quinta posição, com 884,89 km² de área desmatada.

A figura 21 Apresenta os índices de focos de calor nos anos de 2015 a 2019.

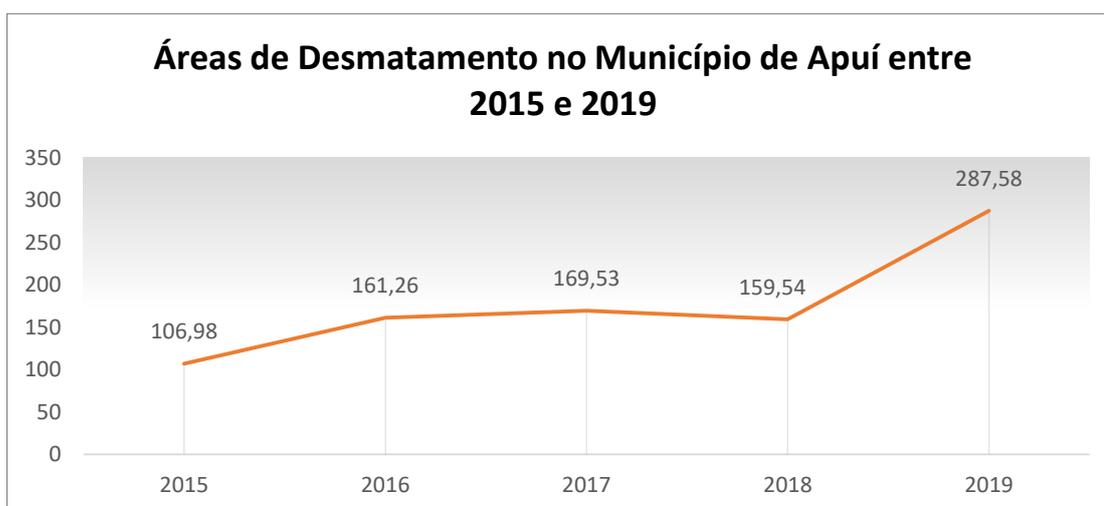
Figura 21: Índices de Focos de Calor entre os Anos de 2015 a 2019.



Fonte: Autora.

Pode-se observar por meio da Figura 21 que no município de Apuí, nos anos compreendidos entre 2015 e 2019, o que apresentou menor índice de focos de calor foi 2015 com 810 focos e o que indicou maior foi em 2019, com 2.233

A Figura 22 demonstra o quantitativo, por ano, das áreas de desmatamento relativo ao município de Apuí.

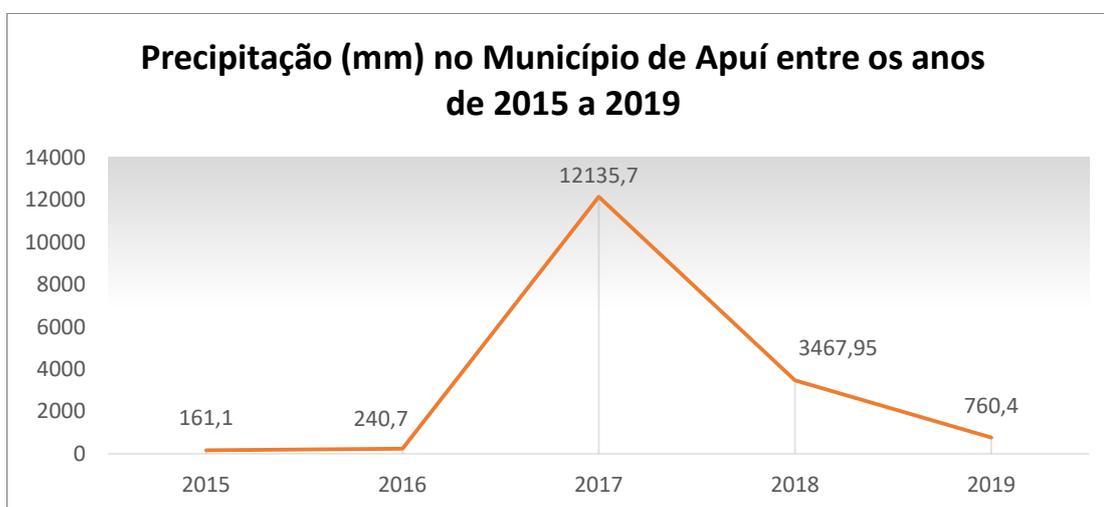
Figura 22: Áreas de Desmatamento em km² no Município de Apuí (2015 a 2019).

Fonte: Autora

Ao analisar as áreas de desmatamento no município de Apuí, verifica-se que o ano onde houve maior área desmatada foi em 2019, apresentando a dimensão de 287,58 km². O menor desmatamento ocorreu em 2015, com 106,98 km².

Áreas desmatadas tornam os focos de incêndios mais propensos a ocorrerem, mas outro fator a ser observado são os dados de precipitação. A Figura 23 apresenta os dados de precipitação para o Município de Apuí no período que compreende os anos de 2015 a 2019.

Figure 23: índices de Precipitação (mm) no Município de Apuí entre os Anos de 2015 a 2019.



Fonte: Autora.

Conforme podemos observar na imagem anterior, os níveis de precipitação para os meses de julho e agosto, no período entre 2015 a 2019, o ano com o menor índice de precipitação é 2015, tendo 161,1 mm. Já o ano que apresentou maior índice, com 12.135,7 mm, foi 2017.

Visto essas informações, fizemos um quadro comparativo (Quadro 04), relacionando todos os dados analisados para o município de Apuí, para os meses de julho e agosto, dentro do período que compreende os anos de 2015 a 2019.

Quadro 04: Dados de desmatamento *versus* precipitação *versus* focos de incêndios do município de Apuí para os anos de 2015 a 2019.

ANO	DESMATAMENTO (km ²)	PRECIPITAÇÃO (mm)	FOCOS DE INCÊNDIO
2015	106,98	161,1	810
2016	161,26	240,7	957
2017	169,53	12.135,7	1717
2018	159,54	3.467,95	1018
2019	287,58	760,4	2233

Fonte: Autora.

Observa-se a relação dos elementos em questão (foco de incêndio *versus* precipitação *versus* desmatamento), com os números apresentados ano a ano (2015 a 2019), e verificar a relação dos dados com o aumento ou diminuição dos índices de focos. Não necessariamente estará sempre diretamente relacionado, mas na maioria dos casos pode-se observar que sim.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Mediante as análises realizadas no município de Apuí, verificou-se o aumento expressivo de áreas de desmatamento e conseqüentemente de focos de incêndios, prerrogativa para as queimadas e todos os desastres que dela são derivados.

Diante deste cenário, a alternativa principal é a fiscalização das práticas ilegais tendo em vista algumas alternativas pontuais, como os incentivos às Licenças de Operações e também a agilidade na concessão da mesma, uma vez que ela visa promover a aprovação ou não das atividades em determinadas localidades e seus embargos burocráticos por vezes impedem uma dinâmica ágil. A execução do Cadastro Ambiental Rural também é uma medida assertiva para diminuir os danos causados no meio ambiente, pois mediante os dados apresentados no presente trabalho, os índices de focos de calor são menores nas áreas de Unidade de Conservação chegando ao índice nulo.

Como o cenário do agronegócio está progressivamente em processo de modernização diante dos aparatos tecnológicos, é importante realizar a substituição do exercício retrógrado da queima do solo para renovação de pastagem pelo maquinário com a mesma finalidade; sabendo dos altos custos que isso gerará para o setor, é possível se pensar em subsídios do Governo em forma de empréstimos a esta classe de trabalhadores. É de suma importância, também, o incentivo às práticas rurais e/ou agrícolas com baixa emissão de carbono, minimizando, assim, os danos causados na pureza do ar, pois o mesmo, indo diretamente pra camada de ozônio, contribui para o efeito estufa e conseqüentemente o aquecimento global, ao passo que também é inalado pela população, gerando aumento substancial de doenças respiratórias.

Através destas ações, também se é intensificado o combate às derrubadas ilegais da floresta, sendo necessário também incentivar pesquisas que visem a detecção dos focos de incêndios e o monitoramento dos alertas de queimadas via plataforma DETER – INPE, além de reconhecer historicamente as áreas com maior suscetibilidade para queimadas e agir frente a essas mudanças bruscas de temperaturas.

Com a aliança entre a população e o Governo, torna-se viável a consciência de uso dos recursos naturais a fim de garantir a sustentabilidade, seja com estudos avançados e leis efetivas, seja com pequenas atitudes preventivas diárias, dentre as

quais podemos citar a coleta seletiva e o consumo responsável dos recursos naturais, promovendo a existência dos produtos que a natureza nos fornece tanto para a geração atual como para com as gerações futuras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES N.O.; BRITO, J.; Caumo, S.; ARANA, A.; HACON, S.S.; ARTAXO, P.; HILLAMO, R.; TELNIF, K.; MEDEIROS, S.R.B.; VASCONCELLOS, P.C. Biomassburning in the Amazon region: Aerosol source apportionment and associated health risk assessment. **Atmospheric Environment**: Elsevier, v.120,mar. 2015 p.277-285. Disponível em: <<https://hal.uca.fr/hal-01836109/document>>. Acessado em: 31/01/2020.

ARAGÃO, L.E.O.C.; ANDERSON, L.O.; FONSECA, M.G.; Rosan, T.M.; VEDOVATO, L.B.; WAGNER, F.H.; SILVA, C.V.J.; SILVA, C.H.L.; ARAI, E.; AGUIAR, A.P.; BARLOW, J.; BERENQUER, E.; DEETER, M.N.; DOMINGES, L.G.; GATTI, L.; GLOOR, M.; MALHI, Y.; MARENGO, J.A.; MILLER, J.B.; PHILLIPS, O.L.; SAATCHI, S. 21st Century drought-related fires count eract the decline of Amazon deforestation carbon emissions. **Nature Communications**, v. 9, article number: 536, 2018. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/s41467-017-02771-y>>. Acessado em: 09/02/2020.

BATISTA, A. C. Detecção de incêndios florestais por satélites. Curitiba, 2004. 5f. Artigo. **Universidade Federal do Paraná**, Curitiba – PR. 2004. Disponível em: <http://queimadas.cptec.inpe.br/~rqueimadas/material3os/2004_Batista_Deteccao_Floresta_DE3os.pdf>. Acesso em: 31/01/2020.

BEZERRA, J.; MOURA, G.; SILVA, B.; LOPES, P. e SILVA, E. Os Parâmetros biofísicos obtidos por sensoriamento remoto em região semiárida do estado do Rio Grande do Norte, Brasil. **Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia Agrícola)**. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.18, n.1, p.73–84, Paraíba, 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v18n1/v18n1a10.pdf>>. Acessado em: 14/01/2020.

BONI, J. Sobrevoos flagram novos desmatamentos e mais de 15 queimadas no sul do Amazonas. **G1- Globo Notícias**, São Paulo, 29 de ago. de 2019. Amazonas. Disponível em: <<https://g1.globo.com/am/amazonas/noticia/2019/08/29/g1-flagra-novas-areas-desmatadas-e-mais-de-15-queimadas-no-sul-do-amazonas.ghtml>>. Acessado em: 12/12/2019.

BRANDO, P.M.; Paolucci, L.; Ummenhofer, C.C.; Ordway, E.M.; Hartmann, H.; Cattau, M.E., Rattis, L.; Medjibe, V.; Coe, M.C.; Balch, J. Abrupt increases in Amazonian tree mortality due to drought–fire interactions. In: **US National Library of Medicine National Institutes of Health, US**. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24733937>>. Acessado em: 01/02/2020.

BRANDO, P.M.; Paolucci, L.; Ummenhofer, C.C.; Ordway, E.M.; Hartmann, H.; Cattau, M.E., Rattis, L.; Medjibe, V.; Coe, M.C.; Balch, J. Droughts, wildfires, and Forest carbon cycling: a pantropical synthesis. In: **Annual Review of Earth and Planetary Sciences**, v. 47:1, p. 555-581, 2019. Disponível em:<<https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev-earth-082517-010235>>. Acessado em: 01/02/2020.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. **Instrução Normativa nº 1, de 24 de agosto de 2012**. Estabelece procedimentos e critérios para a decretação de situação de emergência ou estado de calamidade pública pelos Municípios, Estados e pelo Distrito Federal, e para o reconhecimento federal das situações de anormalidade decretadas pelos entes federativos e dá outras providências. Diário Oficial da União, n.169. seção 1, p.30, 30 ago. 2012. Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=30&data=30/08/2012>>. Acessado em: 23/02/2020.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Bioma Amazônia**. Brasília, 2019. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/biomas/amaz%C3%B4nia>>. Acessado em: 28/11/2019.

_____. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Biomass**. Brasília, 2019. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/biomas.html>>. Acessado em: 28/11/2019.

CARRERO, G. C. Instituto de Conservação e Desenvolvimento Sustentável da Amazônia (IDESAM). Dinâmica de desmatamento e a quantificação de focos de calor entre classes de cobertura vegetal e categorias fundiárias em Apuí: subsídios para tomada de ação. **Relatório**. Amazonas: 2019. Disponível em: <https://idesam.org/wp-content/uploads/2019/10/Relat%C3%B3rio-Intelig%C3%Aancia-Estrat%C3%A9gica_Alian%C3%A7a-Apu%C3%AD.pdf>. Acessado em: 07/02/2020.

CONAB -. Companhia Nacional de Abastecimento. **Relatório**. Brasília: 2018. Disponível em: <<file:///C:/Users/computador/Downloads/CacauZ-ZAnaliseZMensalZ-ZSetembroZ2018.pdf>>. Acessado em: 07/02/2020.

CUNHA, A. M. C.; LIMA, C. A.; DIETZSCH, L. Levantamento de áreas de maior risco de incêndios através de dados NOAA12. Estudo de caso: Reserva Biológica do Guaporé. In: **Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto [online]**; 2007; Florianópolis, Brasil. São José dos Campos: INPE;2007. p. 4439-4446. Disponível em: <http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/6381/4328>. Acessado em 03/02/2019.

CUSTÓDIO, M. M. **Incêndios Florestais no Brasil**. Conferência apresentada junto ao Grupo de Estudos de Incêndios Florestais da Universidade de Valladolid em outubro de 2006. Disponível em: <HTTP://www.wstig.ipbeja.pt/~ac_direito/12_ProfaMaraluce.pdf>. Acessado em 23/02/2020.

EMBRAPA. **Monitoramento por satélite**. Satélites de Monitoramento. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2013. Disponível em: <<http://www.sat.cnpem.embrapa.br>>. Acessado em: 14 Fev. 2020.

EMBRAPA. **Bioma Amazônia**. 2019. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/contando-ciencia/bioma-amazonia>>. Acessado em: 01/02/2020.

FONSECA-MORELLO, T.; RAMOS, R.; STEIL, L.; PARRY, L.; BARLOW, J.; MARKUSSON, N.; FERREIRA, A. Queimadas e incêndios florestais na amazônia brasileira: porque as políticas públicas têm efeito limitado? **Revista Brasileira Ambiente e Sociedade**, v. 20, n 4, p. 20, São Paulo, 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1414-753X2017000400019&script=sci_arttext&tlng=pt>. Acessado em: 28/01/2020.

GAITHER, C. J. et al. Wildland fire risk and social vulnerability in the southeastern United States: An exploratory spatial data analysis approach. **Forest Policy and Economics: Elsevier**, v. 13, n. 1, p. 24–36, 2011. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/223176540_Wildland_Fire_Risk_and_Social_Vulnerability_in_the_Southeastern_United_States_An_Exploratory_Spatial_Data_Analysis_Approach>. Acessado em: 02/02/2019.

GARCIA, S. As Consequências geohumanas dos incêndios de outubro de 2017 na região centro de Portugal. Coimbra-Portugal, 2018. 105f. **Dissertação (Geografia Humana, Planejamento e Territórios Saudáveis)**. Universidade de Coimbra, Coimbra Portugal, 2018. Disponível em: <https://estudogeral.sib.uc.pt/bitstream/10316/82436/1/SergioGarcia_versaofinal.pdf>. Acessado em: 30/01/2020.

GREENPEACE BRASIL. Incêndios na Austrália: tragédia incontrolável. **Agência Envolverde Jornalismo**. São Paulo, 07 de jan. de 2020. Disponível em: <<https://envolverde.cartacapital.com.br/incendios-na-australia-tragedia-incontrolavel/>> Acesso em: 30/01/2020.

HECHT, S. **The fate of the forest. Developers, destroyers and defenders of the Amazon**. Nova Iorque, Verso, 1989.

HEGAZY, I. R.; KALOOP, M. R. Monitoring urban growth and land use change detection with GIS and remote sensing techniques in Daqahlia governorate Egypt. **International Journal of Sustainable Built Environment**: v. 4, n. 1, p. 117-124, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ijbsbe.2015.02.005>>. Acessado em: 31/01/2020.

HERNÁNDEZ, J. Stop incêndios. El riesgo de perderlo todo. **El Mundo de Mapfre** n. 84 Segundo Trimestre pp. 14-17. Disponível em: <<https://www.elmundodemapfre.com/revista84/informes-incendio-revista84.html>>

HOLMES, T. P.; HUGGETT, R. J.; WESTERLING, A. L. Statistical analysis of large wildfires. In: **The Economics of Forest Disturbances**. [S.l.]: Springer, 2008. p. 59–77.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Portal do Monitoramento de Queimadas e Incêndios**. Disponível em: <<http://www.inpe.br/queimadas>>.

IBF - INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORESTAS. **Bioma Amazônico**. Londrina, 2020. Disponível em: <<https://www.ibflorestas.org.br/bioma-amazonico>>. Acessado em: 04/02/2020.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Amazônia Legal**. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/vegetacao/15819-amazonia-legal.html?=&t=o-que-e>>. Acessado em: 04/02/2020

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Bioma**. 2020. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/vegetacao/15819-amazonia-legal.html?=&t=o-que-e>>. Acessado em: 04/02/2020

INPE- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Dados pontuais de focos ativos de calor – Sistema de Detecção de Desmatamento em Tempo Real – DETER. 2017**. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/deter>>. Acessado em: 10/02/2020

IPAM - INSTITUTO DO PATRIMÔNIO DA AMAZÔNIA. Amazônia em Chamas. **Relatório**. Brasília, 2019. Disponível em: <<https://ipam.org.br/bibliotecas/nota-tecnica-amazonia-em-chamas/>>. Acessado em: 27/11/2019.

IPAM- INSTITUTO DO PATRIMÔNIO DA AMAZÔNIA. **Arco do Desmatamento**. Brasília, 2019. Disponível em: <<https://ipam.org.br/glossario/arco-do-desmatamento/>>. Acessado em: 27/11/2019.

JENSEN, J.R. **Sensoriamento remoto do ambiente: Uma perspectiva em recursos terrestres**. Parêntese, São José dos Campos, 598 p. 2009.

KAZMIERCZAK, M.L. Análise da distribuição espacial das queimadas no Brasil no período de 2000 a 2009. In: **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, 15., 30 de abril a 5 de maio de 2011, Curitiba. 2011.

LADEIA, C. A., FERRAZ, D. G., SOUZA, D. S. Análise multitemporal de uso e ocupação do solo para o município de Mortugaba – BA. In: **Semana de Engenharia Florestal da Bahia**, 4, 2018, Vitória da Conquista. **Anais**. Bahia: 2018. Disponível em: <<http://www2.uesb.br/eventos/seeflor/wp-content/uploads/2018/03/Trabalho-59.pdf>>. Acessado em: 20/01/2020.

LEONEL, Mauro. **O uso do fogo: o manejo indígena e a piromania da monocultura**. Estudos Avançados: v. 14, n. 40, p. 231-250, 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142000000300019>. Acessado em: 02/02/2020.

LILLESAND, K. R. W. Remote Sensing and Image Interpretation. **Geological Magazine**, v. 132, n. 2, p. 248–249, 1 mar. 1995.

LO, C. P.; CHOI, J. A hybrid approach to urban land use/cover mapping using Landsat 7 Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+) images. **International Journal of Remote**

Sensing, v. 25, n. 14, p. 2687-2700, 2004. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/01431160310001618428>>. Acessado em: 31/01/2020.

LOURENÇO, L. Incêndios florestais em Portugal continental fora do “período crítico”, estudados numa tese que fornece importantes contributos para o seu conhecimento. **Territorium**, Coimbra, n. 25, n. 1, p. 151- 154, 2018. Disponível em: <<https://impactum-journals.uc.pt/territorium/article/view/4839>>. Data: 02/02/2020.
Magazine, v. 132, n. 2, p. 248–249, 1 mar. 1995.

MENDONÇA, M.J.C; DIAZ, M.C.V; NEPSTAD D.; MOTTA, S.; ALENCAR, A.; GOMES, J.C.; ORTIZ, R.A. The economic cost of the use of fire in the Amazon. **Ecological Economics**, v.49, 89-105, 2004. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/223454444_The_economic_cost_of_the_use_of_fire_in_the_Amazon>. Acessado em: 31/02/2020.

MIRANDA, J. R.; Aplicações do monitoramento por satélite no controle de queimadas. In: **Encontro Nacional sobre Educação Ambiental na Agricultura**, 4, 2002. Campinas, São Paulo: EMBRAPA/CNPQ, 2002. p. 26. Disponível em: <Encontro Nacional sobre Educação Ambiental na Agricultura>. Acessado em: 04/02/2020.

MORAES, R. M. DE. **Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto**. 1999. Disponível em: <<http://www.de.ufpb.br/~ronei/procimagem/>> Acessado em: 20/07/2020.

MORÁN, E. F. **A ecologia humana das populações da Amazônia**. Petrópolis, Vozes, 1990. 367p. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0341816214001921>> Acesso em: 01/12/2019.

MOTTA, R. S., M. J. C. MENDONÇA, D. C. NESPSTAD, M. C. VERA DIAZ, A. ALENCAR, J. C. GOMES & R. A. ORTIZ. O custo econômico do fogo na Amazônia. **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada** (Texto para discussão, 912), Rio de Janeiro, 2002. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td_0912.pdf>. Acessado em: 01/02/2020.

NEPSTAD, D. C.; MOREIRA, A. G; ALENCAR, A. A. 1999. A floresta em chamas: origens, impactos e prevenção de fogo na Amazônia: 1-202. **Programa Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais do Brasil**, Brasília. Disponível em: <<http://www.terrabrasil.org.br/ecotecadigital/pdf/floresta-em-chamas-origens-impactos-e-prevencao-do-fogo-na-amazonia.pdf>>. Acessado em: 01/02/2020.

SALES, G. M.; PEREIRA, J. L. G.; THALÊS, M. C.; Chapuis, R. P; ALMEIDA, A. S. de. Emprego dos focos de calor na avaliação das áreas queimadas e em incêndios florestais em Paragominas, Pará, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**. Ciências Naturais 14(1): 55-77. Disponível em: <[http://editora.museu-goeldi.br/bn/artigos/cnv14n1_2019/emprego\(sales\).pdf](http://editora.museu-goeldi.br/bn/artigos/cnv14n1_2019/emprego(sales).pdf)>. Acessado em: 05/02/2020.

SANTOS, I. Entenda a diferença entre Amazônia Legal, Internacional e Região Norte. **Portal da Amazônia**. Manaus, 30 de ago. de 2016. Notícias. Disponível em: <<http://portalamazonia.com/noticias/entenda-a-diferenca-entre-amazonia-legal-internacional-e-regiao-norte>>. Acessado em: 05/02/2020.

SANTOS, L. L.; RIBEIRO, V. de O.; SILVA, J. L. A Aplicação de geotecnologias gratuitas e livres na delimitação e análise do uso e cobertura do solo na da Bacia Hidrográfica do córrego Laranja Doce. In: **Simpósio de Geotecnologias no Pantanal**, 6, 2016, Cuiabá. Anais... Mato Grosso: EMBRAPA, 2017. p.941-945. Disponível em: <<https://www.geopantanal.cnptia.embrapa.br/2016/cd/pdf/p100.pdf>>. Acessado em: 20/01/2020.

SETZER, A.; MORELLI, F.; LOMBARDI, R. Estimativa quinzenal de áreas queimadas nas imagens MODIS do INPE. In: RUDORFF, B. F. T. SHIMABUKURO, Y. E.; CEBALLOS, J. C. (Ed.). **O sensor MODIS e suas aplicações ambientais no Brasil**. São José dos Campos: Bookimage, 2007. ISBN 85-8739329-4. P. 403-417.

SILVÉRIO, D.; SILVA, S.; ALENCAR, A.; MOUTINHO, P. Instituto do Patrimônio do Amazonas. **Relatório**. Brasília, ago. 2019. Disponível em: <https://ipam.org.br/wp-content/uploads/2019/08/NT-Fogo-Amazo%CC%82nia-2019-1_2.pdf>. Acessado em: 20/01/2020.

THOMAZ, E. L.; ANTONELI, V.; DOERR, S. H. **Effects of fire on the physicochemical properties of soil in a slash-andburn agriculture**. *Catena*, v. 122, p. 209-215, 2014. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0341816214001921>>. Acessado em: 31/01/2020.

Transformando nosso mundo: A agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável. **Organização das Nações Unidas**. Rio de Janeiro, 13 de out. de 2015. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>>. Acessado em: 11/02/2020.

VERZONI, A. Incêndios florestais pelo Mundo. NFPA – **Journal Latino Americano**. Dez. de 2019. Disponível em: <<https://www.nfpajla.org/pt/colunas/noticias/1396-incendios-forestales-alrededor-del-mundo>>. Acessado em: 31/01/2020.

ZELL, E., HUFF, A. K., CARPENTER, A. T., FRIEDL, L. A. A user-driven approach to determining critical earth observation priorities for societal benefit. **IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing**, 5(6), 1594-1602, 2012. Disponível em: DOI: 10.1109/JSTARS.2012.2199467>. Acessado em: 31/01/2020.