

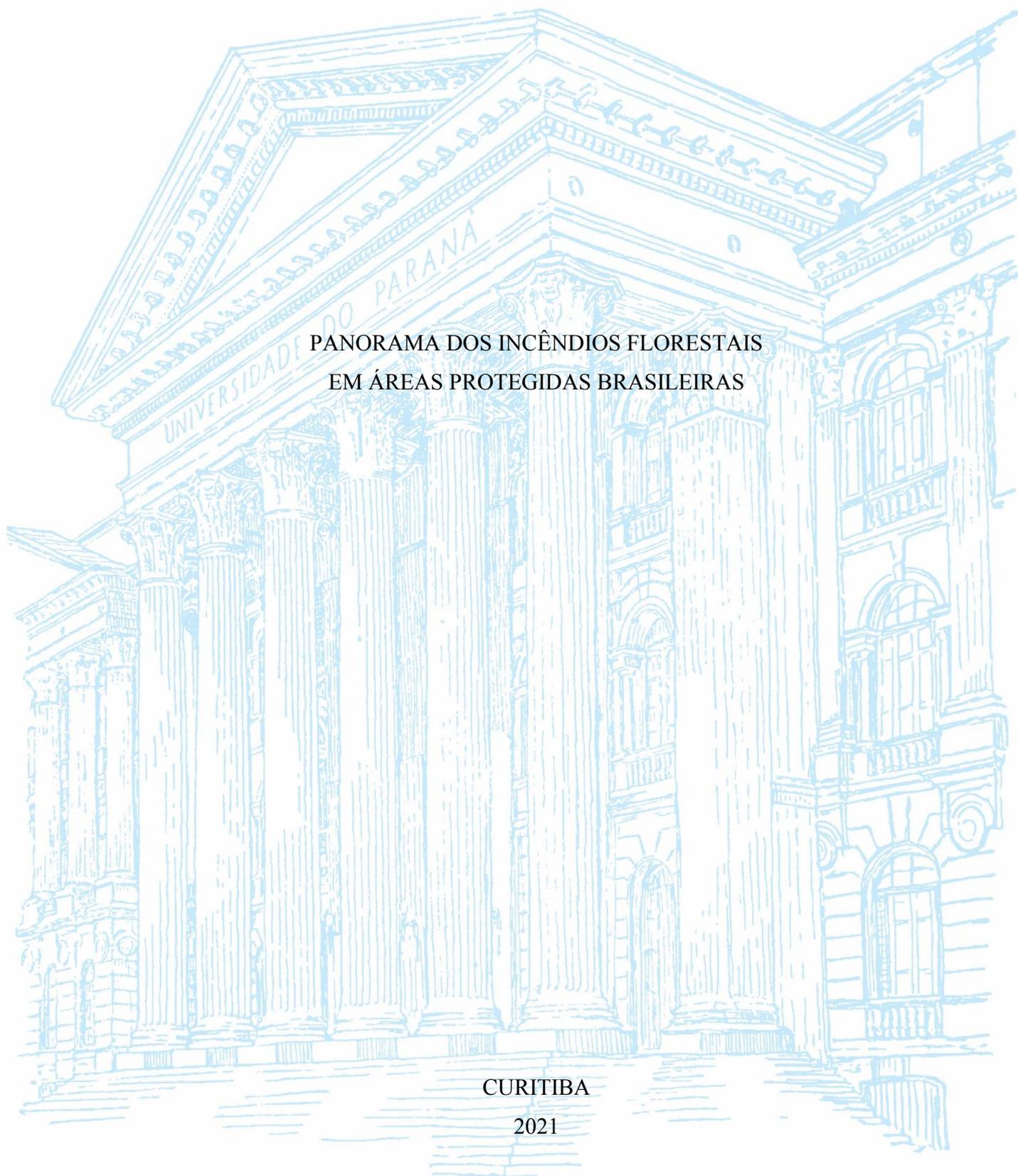
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

FERNANDA MOURA FONSECA LUCAS

PANORAMA DOS INCÊNDIOS FLORESTAIS
EM ÁREAS PROTEGIDAS BRASILEIRAS

CURITIBA

2021



FERNANDA MOURA FONSECA LUCAS

PANORAMA DOS INCÊNDIOS FLORESTAIS
EM ÁREAS PROTEGIDAS BRASILEIRAS

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de mestra em Engenharia Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre França Tetto

Coorientador: Prof. Dr. José Augusto da Silva Santana

CURITIBA

2021

Ficha catalográfica elaborada pela
Biblioteca de Ciências Florestais e da Madeira - UFPR

Lucas, Fernanda Moura Fonseca

Panorama dos incêndios florestais em áreas protegidas brasileiras /
Fernanda Moura Fonseca Lucas. – Curitiba, 2021.
86 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre França Tetto

Coorientador: Prof. Dr. José Augusto da Silva Santana

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de
Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal.
Defesa: Curitiba, 23/03/2021.

Área de concentração: Conservação da Natureza.

1. Incêndios florestais - Brasil. 2. Incêndios florestais - Previsão.
3. Áreas de conservação de recursos naturais - Brasil. 4. Áreas protegidas
- Brasil. 5. Incêndios florestais - Prevenção e controle. 6. Teses. I. Tetto,
Alexandre França. II. Santana, José Augusto da Silva. III. Universidade
Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias. IV. Título.

CDD – 634.9

CDU – 634.0.43(81)



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO ENGENHARIA
FLORESTAL - 40001016015P0

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em ENGENHARIA FLORESTAL da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **FERNANDA MOURA FONSECA LUCAS** intitulada: **PANORAMA DOS INCÊNDIOS FLORESTAIS EM ÁREAS PROTEGIDAS BRASILEIRAS**, sob orientação do Prof. Dr. ALEXANDRE FRANÇA TETTO, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

Curitiba, 23 de março de 2021.

Assinatura Eletrônica

23/03/2021 14:55:19.0

ALEXANDRE FRANÇA TETTO

Presidente da Banca Examinadora (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

23/03/2021 14:58:19.0

ANTONIO CARLOS BATISTA

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

23/03/2021 14:50:22.0

LARISSA WHITE

Avaliador Externo (FACULDADE DE NEGÓCIOS DE SERGIPE)

Avenida Lothário Meissner, 632 - CURITIBA - Paraná - Brasil

CEP 80210-170 - Tel: (41) 3360-4212 - E-mail: pgfloresta@gmail.com

Documento assinado eletronicamente de acordo com o disposto na legislação federal Decreto 8539 de 08 de outubro de 2015.

Gerado e autenticado pelo SIGA-UFPR, com a seguinte identificação única: 84465

Para autenticar este documento/assinatura, acesse

<https://www.prppg.ufpr.br/siga/visitante/autenticacaoassinaturas.jsp> e insira o código 84465

Dedico especialmente aos meus pais e a todos que acreditam que a ciência é o melhor caminho para compreender o universo.

AGRADECIMENTOS

Quando decidi fazer mestrado na UFPR, eu não carregava nada além da vontade de aprender, e prestes a finalizar, percebo que saio mais farta do que poderia imaginar. Isso tudo foi possível, porque antes mesmo de entender que o azul é uma cor primária, meus pais me explicavam que a educação movia o mundo e que eu deveria sempre andar pelo caminho que ela guiasse. Minha mãe concluiu o magistério e mesmo nunca estando em uma sala de aula, foi a melhor professora que eu poderia ter. Já o meu pai, que é um cientista nato, me passou a curiosidade de enxergar possibilidades. A união dos dois me deu o maior de todos os privilégios: ter a família que tenho, como alicerce. Sem dúvidas, esta é a base de todo meu agradecimento.

E cultivando a curiosidade de entender a vida, decidi fazer ciência. Pouco tempo após ingressar no ensino superior fui apresentada a iniciação científica, indicada pelo meu amigo Ageu a quem sou muito grata. Na época, eu não compreendia exatamente o rumo daquela escolha, com um pouco mais de 17 anos de idade e em um laboratório de genética, eu só pensava na possibilidade de unir DNAs para fazer uma planta fluorescente. Obviamente, não consegui. Com o passar dos anos, fui aprendendo que fazer ciência é questão de tempo e com a graduação terminando, decidi que precisava continuar.

Dentre os caminhos, mudar 3330 km ao sul pareceu ser boa oportunidade. Saudade apertava, mas estava bem acompanhada. Dividindo essa jornada comigo, Stephanie minha amiga/irmã, com quem partilho os estudos e sonhos desde o ensino médio. E Kyvia, uma das pessoas mais incríveis que conheço, tenho certeza de que ela é inspiração para muita gente, inclusive para mim. Elas estiveram ao meu lado todos os dias. Foi com quem dividi um apartamento inicialmente vazio, que aos poucos foi tomando a nossa cara; quem me acompanhava nos retornos molhados para casa pós-universidade (Curitiba é assim); quem experimentava os pratos exóticos preparados no fim de semana e quem ouvia os desabafos da rotina sentadas no sofá. Sentirei falta disso tudo, mas agradeço por tê-las comigo.

O acolhimento na UFPR foi ímpar, desde o meu primeiro contato, sentia que seria a melhor escolha que eu poderia fazer. E desse modo, agradeço ao meu orientador Alexandre França Tetto por toda receptividade, sem nunca tirar o sorriso do rosto, e oportunidade de me inserir em uma área nova, com que tive o prazer de participar não só de um, mas de dois laboratórios. Eu não esperava ser agraciada por pessoas tão queridas, com quem compartilhei tantos momentos, desde incertezas na pesquisa, saídas a campo, nossas terapias de grandes conversas no RU, até nossas junções em celebrar a vida não acadêmica. Obrigada Andressa,

Bruna, Babi, Tamara, Tati, Mari, Letícia, Heitor, Igor, Rudolfo, Josamar, Labres, Severo e Allan.

Dizem que o mestrado é corrido e eu não tenho dúvidas, ainda assim, decidi fazer parte da representação discente. Era uma responsabilidade que eu não havia planejado, mas agradeço ao destino por ter mudado os eixos e ter me feito parar lá. Foi uma temporada difícil, mas foi uma experiência única, principalmente por ter me unido a pessoas tão especiais com quem compartilhei, literalmente, os altos e baixos da pós-graduação. Rudson, Francielle e Natália, obrigada por tantas alegrias, por este companheirismo e por lutarmos e defendermos juntos o que almejávamos e que acreditávamos ser o melhor para todos.

Também sou mais do que grata ao meu pedacinho de Nordeste presente no frio curitibano, que entre “oxês” e “vamos fazer um cuscuz?” eu podia sentir a felicidade e o calor de casa. Ivana, Tarcila, Thiago, Cibelle e Manu, muito obrigada por permitir misturar nossos costumes e fazer com que esse ciclo se tornasse mais leve. Grata a Francival e Maick e a todos meus amigos que mesmo distantes, se fizeram presentes durante esta caminhada, Dandara, Jeovana, Luciana, Paulo, Hellen, Iracema, Larissa, Muri, Kat, Túlio e em especial João e Elias, por tantas reuniões online, incentivos a pesquisa e crescimento acadêmico, vocês foram fundamentais.

Por fim, agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná e aos coordenadores Prof. Dr. Marcio Pereira da Rocha e ao Prof. Dr. Antonio Carlos Batista, pela oportunidade de cursar o mestrado, me desenvolver profissionalmente e me unir a tantas culturas em um só lugar; ao querido Prof. Dr. José Augusto, por ter aceitado me coorientar em meio as turbulências de um mestrado em *home office* e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa concedida.

Não poderia fazer um agradecimento convencional em um período atípico como este, descredibilizaria todos os momentos vividos ao encaixar nomes em um formato padrão. Decidi fazer diferente, pois todos aqui citados foram excepcionais e sou imensamente grata por tê-los neste ciclo, que apesar de fora dos padrões, foi cercado de coisas boas.

Muito obrigada por tudo!

*estamos dando utilidade ao amor
alargando os braços das amendoeiras
alargando os braços dos jacarandás
partindo as inúteis linhas de fronteira
e fazendo do mundo
a gigante floresta.*

- Matilde Campilho

RESUMO

O Brasil possui um dos maiores sistemas de Áreas Protegidas (APs) do mundo, as quais cobrem atualmente cerca de 25% de todo território nacional. Estes ambientes são importantes ferramentas para manutenção ecológica e atuam diretamente na conservação dos recursos naturais. No entanto, sua simples criação não garante a sustentabilidade. Isso porque, diariamente as APs são alvos de ameaças externas que comprometem a integridade biológica e afetam diretamente seus objetivos, sendo os incêndios florestais uma das principais atividades conflitantes no país. Com a finalidade de direcionar futuras pesquisas e fornecer subsídios para o planejamento e destinação de recursos relacionados a presença do fogo em APs, este estudo teve como objetivo demonstrar o panorama geral relacionado aos incêndios florestais no Brasil, identificando as principais lacunas científicas e de gestão do fogo. Para tanto, foi realizada uma revisão bibliométrica sobre a temática, com produções presentes na base indexadora do Scopus, sendo obtidas informações das obras publicadas e o estado da arte do tema. Também foi conduzida uma caracterização dos incêndios florestais, ocorrentes de dezembro de 2014 a dezembro de 2019, com base nos Registros de Ocorrência de Incêndios (ROIs) fornecidos pelo Sistema Nacional de Informações sobre o Fogo (SISFOGO), extraindo-se um conjunto de dados como: causa, data, tipo de vegetação atingida, realização de perícia, área afetada, Unidade Federativa (UF) e extensão da área queimada. A utilização destes dados permite visualizar o perfil dos incêndios que ocorrem no Brasil e identificar as principais barreiras na gestão do fogo. Na revisão bibliométrica foi observado interesse internacional e o crescimento da produção científica sobre o tema na última década. Notou-se, ainda, a escassez de estudos, principalmente para as regiões Sul e Nordeste, com ausência de informações específicas para os biomas Caatinga, Pampa e Pantanal e carência de pesquisas de cunhos sociais, preventivos e de combate. Novos estudos deverão ser realizados em outras categorias de APs, de diferentes categorias de Unidades de Conservação (UCs). Tratando-se dos ROIs, foram analisados 3.755 registros de incêndios durante o período avaliado e constatou-se falta de informação e descontinuidade de dados para maioria das UFs, comprometendo a determinação da eficiência de combate. As terras indígenas são áreas mais atendidas em termos de combate aos incêndios florestais e as atividades de “queima para limpeza” são as principais causas, correspondendo a 40,16% das ocorrências. Há sazonalidade na ocorrência de incêndios no Brasil, sendo o segundo semestre o período mais crítico. Foram identificadas lacunas de recursos humanos, financeiros e materiais para a gestão do fogo nestas áreas. Notou-se a necessidade e a importância do alinhamento de esferas para gerar estatísticas confiáveis sobre a presença do fogo nos ecossistemas brasileiros. O interesse internacional em contribuir na investigação sobre o assunto pode ser um importante aliado para o desenvolvimento de novos projetos. Os resultados obtidos nesta pesquisa confirmam a necessidade da urgência de investimentos para tratar de incêndios florestais em APs brasileiras.

Palavras-chave: Ecossistemas brasileiros. Reservas. Vosviewer. Área queimada.

ABSTRACT

Brazil is one of the countries with the largest Protected Areas (PAs) systems in the world, which covers approximately 25% of the national territory. Those environments are important to maintain ecological functions and act directly in the conservation of natural resources. However, the simple creation of PAs is not enough to guarantee sustainability. PAs are target areas for external threats that compromise their biological integrity and affect directly the objectives of its creation, with forest fires being the most quarrelsome activities in the country. The study aims to demonstrate the general perspectives related to forest fires in the country and to provide allowance to planning and destination of resources related to the prevention, by identifying scientific and fire management gaps in Brazil. We utilized a bibliometric review in the topic by accessing studies from the Scopus database, and by using the information provided in those studies regarding the state of the art in the theme. We also conducted a characterization of the forest fires that occurred between December 2014 to December 2019, based on the Fire Occurrence Records (ROIs in Portuguese) provided by the National System of Information about Fires, extracting data sets as cause of the fire, data, the vegetation type that was hit by the fire, criminal expertise analysis, burned area and Federal Unit (UF). By accessing those data, it was possible to visualize the profile of the forest fires in the country and to identify the main barriers in fire management in Brazil. In this bibliometric review, we observed that there was international interest in the topic and an increase in scientific studies in the last decade. We also noticed that studies in the South and Northeast region in Brazil are scarce, with the absence of specific information about the biomes Caatinga, Pampa, and Pantanal, and with lack of research regarding social aspects, prevention, and firefighting. New studies regarding the issue must be performed in other categories of PAs, different from Conservation Unities (UCs). Regarding the ROIs, we analyzed 3,755 records of forest fire in the period and we found evidence that there's a lack of information and discontinuity in the data for the majority of the UFs, which compromises the determination of the efficacy strategies for prevention of those forest fire. Indigenous lands are the ones with the most fire records and they are also addressed more frequently regarding the attendance of fighting programs. The main cause for fire in Brazil is "fire to clean the forested area", corresponding to 40.16% of the registers. There is also seasonality in the occurrence of those forest fires in Brazil, where the second semester is the most critical period. We identified gaps in the human resources, funding, and material to manage the fire in those areas. The need and importance of the alignment of spheres to generate reliable statistics on the presence of fire in Brazilian ecosystems were noted. The international interest might contribute to the investigation of the topic, and can also be an important ally that helps on the development of new projects. The results obtained in this research highlight the urgency of investing in programs to prevent and manage forest arsons in the Brazilian PAs.

Keywords: Brazilian ecosystems. Reserves. Vosviewer. Burnt area.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

FIGURA 1.1 -	NÚMERO DE PUBLICAÇÕES POR ANO, RELACIONADAS AS OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIOS EM ÁREAS PROTEGIDAS BRASILEIRAS.....	33
FIGURA 1.2 -	PRINCIPAIS INSTITUIÇÕES A PUBLICAR ESTUDOS RELACIONADOS AS OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIOS FLORESTAIS EM ÁREAS PROTEGIDAS BRASILEIRAS.....	34
FIGURA 1.3 -	TEIA DE RELAÇÃO ENTRE AS PRINCIPAIS PALAVRAS-CHAVE ASSOCIADAS AS PUBLICAÇÕES SOBRE INCÊNDIOS FLORESTAIS EM ÁREAS PROTEGIDAS BRASILEIRAS.....	35
FIGURA 1.4 -	TEIA DE INTERAÇÃO ENTRE OS PRINCIPAIS AUTORES A PUBLICAR SOBRE INCÊNDIOS FLORESTAIS EM ÁREAS PROTEGIDAS BRASILEIRAS.....	36
FIGURA 1.5 -	PRINCIPAIS PERIÓDICOS A PUBLICAR ESTUDOS RELACIONADOS AS OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIOS FLORESTAIS EM ÁREAS PROTEGIDAS BRASILEIRAS.....	37
FIGURA 1.6 -	BIOMAS REFERENTE A ÁREA DE PESQUISA DOS ESTUDOS RELACIONADOS AS OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIOS FLORESTAIS EM ÁREAS PROTEGIDAS BRASILEIRAS.....	38
FIGURA 1.7 -	QUANTIDADE DE ÁREAS DE ESTUDO POR UNIDADE FEDERATIVA, DAS PESQUISAS CIENTÍFICAS RELACIONADAS AS OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIOS FLORESTAIS EM ÁREAS PROTEGIDAS BRASILEIRAS.....	39

CAPÍTULO 2

FIGURA 2.1 -	REGISTROS DE OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIOS FLORESTAIS BRASILEIROS POR TIPO DE ÁREA, NO PERÍODO DE 2014 – 2019.	52
FIGURA 2.2 -	ESPACIALIZAÇÃO DAS OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIOS FLORESTAIS NO BRASIL, NO PERÍODO DE 2014 – 2019.....	53
FIGURA 2.3 -	TIPO DE VEGETAÇÃO ATINGIDA PELA PASSAGEM DO FOGO POR REGIÃO BRASILEIRA, NO PERÍODO DE 2014 – 2019.....	56
FIGURA 2.4 -	PROVÁVEL CAUSA DOS INCÊNDIOS FLORESTAIS POR REGIÃO BRASILEIRA, NO PERÍODO DE 2014-2019.....	58
FIGURA 2.5 -	OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS FLORESTAIS POR MÊS PARA CADA REGIÃO EM COMPARAÇÃO COM O TOTAL DE INCÊNDIOS NACIONAIS, NO PERÍODO DE 2014 – 2019.....	59

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

TABELA 1.1 - FOCO DOS ESTUDOS RELACIONADOS A OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS FLORESTAIS EM ÁREAS PROTEGIDAS BRASILEIRAS.....	38
TABELA 1.2 - DISTRIBUIÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO POR REGIÃO DE PESQUISAS CIENTÍFICAS RELACIONADOS A OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS FLORESTAIS EM ÁREAS PROTEGIDAS BRASILEIRAS.....	40

CAPÍTULO 2

TABELA 2.1 - CLASSES DE TAMANHO DE ÁREA QUEIMADA POR INCÊNDIOS FLORESTAIS MEDIDAS EM HECTARES.....	51
TABELA 2.2 - DISTRIBUIÇÃO DE OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS FLORESTAIS POR CLASSE DE ÁREA QUEIMADA NAS UNIDADES FEDERATIVAS BRASILEIRAS, NO PERÍODO DE 2014 -2019.....	54
TABELA 2.3 - QUANTIDADE DE ÁREA QUEIMADA EM HECTARES POR CLASSE DE TAMANHO NAS UNIDADES FEDERATIVAS BRASILEIRAS, NO PERÍODO DE 2014 -2019.....	55
TABELA 2.4 - TIPO DE VEGETAÇÃO ATINGIDA PELA PASSAGEM DE INCÊNDIOS FLORESTAIS, NO PERÍODO DE 2014 – 2019.....	56
TABELA 2.5 - PROVÁVEL CAUSA DOS INCÊNDIOS FLORESTAIS BRASILEIROS CATEGORIZADOS DE ACORDO COM A FAO, NO PERÍODO DE 2014 – 2019.....	57

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

AP	– Áreas Protegidas
APP	– Área de Preservação Permanente
FAO	– Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura
IBAMA	– Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
ICMBIO	– Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
INPE	– Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
MIF	– Manejo Integrado do Fogo
PREVFOGO	– Centro Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais
ROI	– Registro de Ocorrência de Incêndio
SISFOGO	– Sistema Nacional de Informação Sobre o Fogo
TI	– Terras Indígenas
UC	– Unidade de Conservação
UF	– Unidade Federativa

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	17
OBJETIVOS	19
OBJETIVO GERAL	19
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
REVISÃO DE LITERATURA	20
ÁREAS NATURAIS PROTEGIDAS BRASILEIRAS.....	20
INCÊNDIOS FLORESTAIS E OS ECOSISTEMAS NACIONAIS	22
A POLÍTICA AMBIENTAL DO BRASIL E O USO DO FOGO	24
1 CAPÍTULO – INCÊNDIOS FLORESTAIS EM ÁREAS PROTEGIDAS: UMA REVISÃO BIBLIOMÉTRICA	28
RESUMO	28
ABSTRACT.....	29
1.1 INTRODUÇÃO	30
1.2 MATERIAL E MÉTODOS	31
1.3 RESULTADOS.....	33
1.4 DISCUSSÃO.....	40
1.5 CONCLUSÃO	45
2 CAPÍTULO – O PERFIL DOS INCÊNDIOS FLORESTAIS BRASILEIROS E A EFICIÊNCIA DE COMABTE	46
RESUMO	46
ABSTRACT.....	47
2.1 INTRODUÇÃO	48
2.2 MATERIAL E MÉTODOS	49
2.3 RESULTADOS.....	51
2.4 DISCUSSÃO	60
2.5 CONCLUSÕES	66
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS	67
REFERÊNCIAS	68

APÊNDICE 1 – CHAVE DE BUSCA	76
APÊNDICE 2 – LISTA DE INSTITUIÇÕES	77
APÊNDICE 3 – PERÍODICOS UTILIZADOS	80
APÊNDICE 4 – LISTA DE AUTORES	82
ANEXO 1 – REGISTRO DE OCORRÊNCIA DE INCÊNDIO	84
ANEXO 2 – EXEMPLO DE ROI E METODOLOGIA UTILIZADA	86

INTRODUÇÃO GERAL

A ocupação de forma desordenada do território fez com que a sociedade e o poder público investissem na criação de políticas ambientais que assegurassem os recursos naturais e o equilíbrio ecológico, como a criação de Áreas Protegidas (APs). As APs são espaços geograficamente definidos com objetivo principal de promover a conservação *in situ* (THOMAS; FOLETO, 2013), sendo considerada a principal ferramenta para garantia da biodiversidade, controle de território e valorização dos recursos naturais (SILVA, 2005; MEDEIROS, 2006), contribuindo para saúde dos ecossistemas e na qualidade de vida das pessoas.

A legislação federal do Brasil reconhece inúmeros territórios como APs, a destacar as Unidades de Conservação (UCs), Terras Indígenas (TIs), territórios quilombolas, reservas da biosfera e Áreas de Proteção Permanente (APPs). Diante desta diversidade, em 2006 foi lançado um Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas (PNAP), com objetivo de orientar ações para estabelecer um sistema ecologicamente representativo e efetivamente manejado, integrando áreas terrestres e marinhas até o ano de 2015. Entretanto, até os dias atuais, o Brasil ainda não possui um sistema que englobe todas as categorias de APs existentes, o que torna as UCs a categoria mais reconhecida, visto que possuem um sistema único (SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação).

Mesmo diante da expansão de coberturas de APs no Brasil ao longo dos anos e da nítida importância destes ambientes para assegurar o equilíbrio ecológico, o conhecimento sobre a biodiversidade existente nelas ainda é escassa. Segundo análise de lacunas de ocorrências de vertebrados, artrópodes e angiospermas e dados filogenéticos realizada por Oliveira *et al.* (2017), foram encontrados menos de 0,01 registros de espécie por km² em 71% das UCs e TIs brasileiras. A depender da matriz em que estão inseridas, as APs ainda lidam com diversos conflitos externos que ameaçam a sua integridade, como a exploração dos recursos florestais e uso indevido do fogo, acarretando incêndios florestais (TORRES *et al.*, 2016).

Por meio da liberação da energia térmica durante a combustão de biomassa vegetal, o fogo afeta organismos e a funcionalidade de ecossistemas, modificando a composição florística, a estrutura da vegetação e provocando alta mortalidade de indivíduos não adaptados à sua passagem. Além de efeitos negativos para conservação da biodiversidade, também facilita a erosão do solo e emissão de gases responsáveis pelo efeito estufa (RODRIGUES *et al.*, 2011;

SOARES; BATISTA; TETTO, 2017). Consequentemente, acabam proporcionando danos socioeconômicos, por meio da perda de bens e fontes de renda (VOSGERAU *et al.*, 2006).

Apesar disto, os regimes naturais de incêndios fornecem uma variedade de serviços ecossistêmicos, embora muitos deles permaneçam despercebidos, como abertura de áreas para pastagem e caça, controle de pragas, estimulação da germinação do banco de sementes e de organismos intolerantes a sombra, podendo assim aumentar a probabilidade de nichos, o que aprimora os processos evolutivos. No entanto não deixa de ser fato, que muitos regimes atuais de fogo antropogênico são suscetíveis a proporcionar incêndios catastróficos (PAUSAS; KEELEY, 2019). Com base nas projeções para 2030, a soma das emissões dos incêndios nos seis biomas brasileiros ultrapassará 5,7 Gt CO₂, com as maiores emissões ocorrendo no Cerrado e Amazônia (SILVA JUNIOR *et al.*, 2020).

Uma grande questão é a falta de estudos sobre os regimes de incêndios no Brasil, que limitam o conhecimento sobre efeitos do fogo. Diante deste contexto, a realização de pesquisas de base para identificação de lacunas em setores variados relacionados a presença do fogo, auxiliam na conservação dos ecossistemas, por meio do apoio ao desenvolvimento de novas pesquisas para áreas prioritárias, desenvolvimento de políticas públicas para gestão efetiva do fogo (ARRUDA *et al.*, 2018) e da criação de programas que assegurem os processos ecológicos.

OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL

Demonstrar o panorama geral e as principais lacunas existentes sobre o cenário que envolve incêndios florestais em áreas protegidas brasileiras, atreladas a produção científica e a gestão destes ambientes.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar ambientes prioritários para o desenvolvimento de novos estudos;
- Identificar áreas de conhecimento que necessitam de maior atenção;
- Determinar as principais causas dos incêndios florestais e período crítico para sua ocorrência;
- Determinar eficiência de combate por unidade federativa.

REVISÃO DE LITERATURA

ÁREAS NATURAIS PROTEGIDAS BRASILEIRAS

Áreas naturais protegidas segundo a *International Union for Conservation of Nature and Natural Resources* (IUCN) configuram-se territórios geográficos, claramente definidos, reconhecidos, destinados e geridos, por meios legais ou outros meios eficazes, com intuito de realizar a proteção da diversidade biológica presente, assim como dos recursos naturais e culturais associados (IUCN, 2008). O Brasil possui o maior sistema de Áreas Protegidas (APs) do mundo (BERNARD; PENNA, 2014), os quais, estes ambientes desenvolvem uma série de benefícios para população, principalmente para os povos que habitam nas áreas de entorno.

As APs promovem o funcionamento de diversos serviços, como serviços de provisão (atividades extrativistas), serviços culturais (valores religiosos, turismo e herança cultural), serviços reguladores (regulação do clima e qualidade da água) e serviços de suporte (formação do solo e produção primária), representando as vezes, a única fonte de renda para populações mais afastadas dos centros urbanos (SCHERL; WILSON; WILD, 2006). O marco legal inicial para criação de APs no Brasil se deu por meio do Decreto Federal nº 23.793/1934, que declarava as florestas como um bem de interesse comum a toda nação, dividindo em quatro classificações, as protetoras, remanescentes, modelo e de rendimento, sendo uma das primeiras políticas a limitar o uso e a exploração de espaços florestais (THOMAS; FOLETO, 2013).

Segundo os mesmos autores, atualmente existem diversas tipologias de APs no país e outras políticas foram criadas para viabilizar a implementação destas áreas, como a Política Nacional do Meio Ambiental em 1981 e a criação do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), em 2000. No ano de 2006 visando reforçar as leis já estabelecidas e a criação de um sistema único de APs, o Decreto Federal nº 5.758 instituiu o Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas (PNAP), reconhecendo estas áreas como instrumentos eficazes para conservação ecológica e sociocultural.

APs apresentam objetivos diversos, visando a manutenção dos processos ecológicos e da biodiversidade, entretanto, a simples criação destes ambientes não garante a sua conservação. No Brasil, as APs podem ser de origem pública apresentando administração e manejo diretamente realizado por órgãos governamentais competentes a depender da esfera que se enquadra (municipal, estadual ou federal) ou ter origem privada, sendo gerida por

proprietários e fiscalizada por órgãos públicos (BRITO, 2010). Além disso, desde 1937 mais de 300 UCs nacionais foram criadas no Brasil (FERREIRA *et al.*, 2020).

Mesmo com a nítida relevância das APs para manutenção e equilíbrio ecológico, estes ambientes apresentam forças que ameaçam diretamente a sua integridade biológica. As principais ameaças em âmbito geral são a fragmentação de habitat, uso irregular na área do entorno e inserção de espécies invasoras, práticas agropecuárias e de caça em seus limites, além dos incêndios florestais (MATOS, 2010). Embora o Brasil apresente extensas APs, faltam recursos humanos para resolver problemas associados a vigilância e gestão, o que consequentemente exige um aumento no orçamento do Ministério do Meio Ambiente (BERNARD; PENNA, 2014).

Cerca de 25% do território brasileiro é atualmente coberto por APs, onde o bioma Amazônia abriga a maior extensão com 49%, seguido do Cerrado com 7,7%, restando menos de 4% nos demais biomas. Em 2010 as APs abrigavam 54% das florestas remanescentes da Amazônia, cobrindo 1,9 milhão km² (OLIVEIRA *et al.*, 2017). No entanto, essa distribuição é desigual, o que proporciona falta de proteção para outras ecorregiões brasileiras, como ocorre na Caatinga (OLIVEIRA; BERNARD, 2017). Diante da constante transformação mundial, o manejo de ecossistemas se torna um desafio para profissionais que tentam encontrar formas racionais de utilização dos recursos naturais (MATOS, 2010). Embora necessárias, a sustentabilidade das APs é comprometida por fatores limitantes como recursos humanos, técnicos e financeiros, além da ausência de informações científicas, havendo também desafios para sua implementação como a falta de estrutura ou de regularização fundiária (FERREIRA *et al.*, 2020; MATOS, 2010)

Somente no estado do Espírito Santo, analisando 16 unidades de conservação notou-se que 56% delas encontram-se abaixo da efetividade do manejo (TEBALDI; FIEDLER; DIAS, 2012). Assim, como ocorre em países subdesenvolvidos, as decisões relacionadas ao manejo das áreas protegidas brasileiras muitas vezes são guiadas por meio de experiências empíricas e não por pesquisas científicas (GIEHL *et al.*, 2017). Portanto, deve ser uma meta do governo, independente da visão política, incentivos ao desenvolvimento de pesquisas e parcerias entre as APs com o setor privado, para garantir que estes ambientes continuem contribuindo para a conservação (FERREIRA *et al.*, 2020).

INCÊNDIOS FLORESTAIS E OS ECOSSISTEMAS NACIONAIS

Os ecossistemas do mundo podem ser divididos em quatro classificações, quando trata-se da atuação dos incêndios florestais e das respostas vegetais: a) ecossistemas independentes do fogo – onde o fogo é desnecessário; b) ecossistemas dependentes do fogo – nestes ambientes o fogo é essencial e as espécies criaram adaptações evolutivas e positivas a sua passagem; c) ecossistemas sensíveis ao fogo – locais em que a passagem do fogo proporciona alta mortalidade de espécies, devido à ausência de características evolutivas condicionadas a resistência; e d) ecossistemas influenciados pelo fogo – ambientes na zona de transição entre ecossistemas dependentes e os sensíveis ou independentes do fogo (MYERS, 2006).

São dominadas por ecossistemas sensíveis ao fogo 36% das ecorregiões do mundo (HARDESTY; MYERS; FULKS, 2005), o que inclui florestas tropicais como Amazônia e Floresta Atlântica. A presença de APs na Amazônia tem sido uma ferramenta importante para conter e reduzir a ocorrência de incêndios. Ainda assim, o bioma concentra a segunda maior taxa de área queimada do país (ALVES; ALVARADO, 2018). A fragmentação de habitats, por meio de abertura do dossel, se tornou uma porta de entrada para o fogo de superfície, prejudicando a regeneração e a dinâmica da floresta (LIESENFELD; VIEIRA; MIRANDA, 2017).

Um estudo conduzido no Acre observou que os incêndios florestais na Amazônia têm aumentado drasticamente e tendem a ser mais intensos e frequentes em virtude dos elementos do clima (SILVA *et al.*, 2018b). O fogo atua como um poderoso distúrbio na Amazônia e ainda são desconhecidos os impactos a nível individual, mas é fato que espécies desprovidas de características adaptadas a sua passagem podem desaparecer (LIESENFELD; VIEIRA; MIRANDA, 2017). Projeções indicam que até 16% das florestas da região sul da Amazônia podem queimar nas próximas décadas, podendo chegar a 6,0 Pg de emissões de CO₂ na década de 2050, em comparação com 2,1 Pg na década de 2000 (BRANDO *et al.*, 2020b).

Em aspectos gerais, na Floresta Atlântica brasileira nota-se um aumento da ocorrência de incêndios associados a conversão de áreas florestais em áreas agrícolas, podendo estes afetar a estrutura de florestas e colocar em risco APs (SANTANA; DELGADO; SCHIAVETTI, 2020). Os incêndios florestais representam uma ameaça para remanescentes da Floresta Atlântica, promovendo mortalidade de espécies e alterando a sua estrutura. Ambientes queimados de Floresta Atlântica, quando comparados com ambientes não queimados,

apresentam menores densidades de árvores, plântulas e lianas, menor profundidade de serapilheira, assim como, menores áreas basais (MENEZES; CAZETTA; DODONOV, 2019).

Anos em que ocorrem o *El Niño* e *La Niña* apresentam aumento significativo no número de focos de calor em áreas de Floresta Atlântica (SANTANA; DELGADO; SCHIAVETTI, 2020) e dentre as fitofisionomias existentes nos domínios atlânticos, as Florestas com Araucárias (FAs) apresentam certa resistência a incêndios. As FAs sempre estiveram associadas a pastagens naturais, locais com frequentes passagens de fogo e essa associação pode ter proporcionado às FAs uma característica evolutiva, selecionando espécies que conferiam maior resistência aos incêndios, uma vez que, muitas vezes o fogo iniciado nas pastagens atingia a floresta (SANTANA *et al.*, 2020a).

Diferentemente da Amazônia e Floresta Atlântica, o Cerrado brasileiro trata-se de um ecossistema dependente do fogo. Nestas áreas, o fogo é essencial e a supressão ou alteração no regime de queima proporciona perda de habitats e espécies (MYERS, 2006). Nos anos de 2002 a 2010 mais de 70% das áreas queimadas concentraram-se no bioma Cerrado, principalmente na transição com a Amazônia, área de intensivo uso da terra e constante mudança da cobertura, conhecido como arco do desmatamento (ALVES; ALVARADO, 2018; ARAÚJO; FERREIRA; ARANTES, 2012). Durante os últimos 50 anos o regime do fogo no bioma foi intensificado, com incêndios mais frequentes e mais concentrados durante o final da estação seca (SCHMIDT; ELOY, 2020).

Embora as savanas apresentem resistência à passagem de incêndios, a mudança no regime de ocorrência do fogo tem tornado a vegetação mais vulnerável e reduzido a sua capacidade de regeneração (SANTANA *et al.*, 2020b). Observa-se em ambientes de savana florestada que a frequência de ocorrência de incêndios pode modificar a composição de espécies e a estrutura da vegetação lenhosa, afetando principalmente indivíduos menores (REIS *et al.*, 2015). Além das variações climáticas, outros fatores que contribuem para as alterações nos regimes de fogo no Cerrado são as ações políticas que colaboram para o desmatamento e supressão de incêndios (SCHMIDT; ELOY, 2020).

Um estudo com banco de sementes do solo de áreas inundáveis do Pantanal coletou amostras imediatamente após queima prescrita e o resultado demonstrou não haver diferenças significativas entre os parâmetros ecológicos em condições pré e pós-fogo (OLIVEIRA; SILVA; CUNHA, 2019). No entanto, somente nos nove primeiros meses de 2020 o Pantanal apresentou mais de 30 mil km² de áreas queimadas, concentrando uma grande parte dos focos

de calor do país, mesmo sendo o menor bioma em extensão nacional (LUCAS; KOVALSYKI; TETTO, 2020).

Os incêndios florestais são fortes distúrbios modeladores da paisagem e podem contribuir significativamente em escala evolutiva para mudanças na composição de determinados ambientes. Mesmo que o Pantanal possua fitofisionomias tolerantes à passagem do fogo e que a ação de regimes de incêndios e inundações sejam motores da paisagem pantaneira (OLIVEIRA; SILVA; CUNHA, 2019), ainda assim, a intensidade de ocorrência de incêndios pode alterar o funcionamento do ecossistema e causar perdas imensuráveis, sendo necessária a realização de estudos para informar estratégias adequadas de manejo (LIBONATI *et al.*, 2020).

Análises multi-proxy, de sedimentos em uma região de Caatinga, apresentam subsídios sobre a ocorrência de incêndios em fases históricas do Holoceno e como a passagem do fogo pode ter contribuído para a dinâmica da vegetação ao longo do tempo (MORAES; OLIVEIRA; BEHLING, 2020). Apesar da escassez de pesquisas sobre o tema para região ecológica, respostas positivas de rebrota foram observadas para algumas espécies vegetais submetidos a cortes, seguidos de queimas com diferentes intensidades em áreas de Caatinga (SAMPAIO; SALCEDO; KAUFFMAN, 1993), indicando a adaptação a distúrbios periódicos.

O bioma Pampa é formado por fragmentos florestais imersos em uma matriz campestre, altamente inflamável durante períodos de estiagem, quando acumula-se material combustível (MARCHESAN *et al.*, 2020). Devido a sua constituição e ao seu histórico evolutivo associado ao fogo, o Pampa é considerado um bioma dependente/influenciado ao fogo (HARDESTY; MYERS; FULKS, 2005). Evidencia-se em suas áreas grande influência antrópica nos regimes de queima, principalmente associados ao uso agrícola (ALVES; ALVARADO, 2018). De modo geral, a função desenvolvida pelo fogo nos diferentes ecossistemas ainda é pouco compreendida pela comunidade científica. Embora existam muitos ecossistemas em que se conhece os benefícios do fogo, ainda é desconhecido o regime ecologicamente apropriado para ser aplicado (MYERS, 2006).

A POLÍTICA AMBIENTAL DO BRASIL E O USO DO FOGO

Associada à percepção de que o fogo apresenta um efeito destrutivo nos ecossistemas, por muitos anos as políticas de “fogo zero” foram adotadas mundialmente. No entanto, o resultado global destas ações foram a ocorrência de grandes incêndios, que proporcionaram

uma série de danos ecossistêmicos e custos econômicos. No Brasil, o histórico da exclusão de fogo foi marcado por diversos decretos (FALLEIRO; SANTANA; BERNI, 2016). Inicialmente o Decreto Federal nº 23.793, de 23 de janeiro de 1934, conhecido como o primeiro Código Florestal brasileiro, evidenciava o uso do fogo como crime florestal, em que:

Art. 83. Constituem crimes florestaes:

- a) fogo posto em florestas do dominio publico, ou da propriedade privada; pena: prisão até tres annos, e multa até 1:000\$000;
- b) fogo posto em productos, ou sub-productos florestaes, ainda não retirados das florestas onde foram obtidos ou elaborados; pena: prisão até dois annos e multa até 5:000\$000;
- c) damno causado aos parques nacionaes, estaduaes ou municipaes, e ás florestas protectoras e remanescentes, ou ás plantações a que se refere o § 2º do art. 13, por meio que não o fogo; pena: detenção até um anno e multa até 2:000\$000 (BRASIL, 1934).

Posteriormente houve a revogação deste decreto, pela lei nº 4.771 de 15 de setembro de 1965, no entanto a supressão do fogo permaneceu vigente, pois conforme expresso em seu art. 27. “*É proibido o uso de fogo nas florestas e demais formas de vegetação*” (BRASIL, 1965). Durante o final do século XX e início do século XXI, o contexto ambiental também foi marcado por programas de “reeducação” ao uso do fogo em comunidades indígenas, alertando sobre os efeitos negativos do uso no ambiente, o que resultou em muitas perdas de práticas tradicionais em comunidades que realizavam um importante serviço ecossistêmicos por meio do manejo do fogo nas savanas (FALLEIRO; SANTANA; BERNI, 2016).

Após 54 anos da criação do primeiro Código Florestal, um novo decreto de nº 97.635, criado em 10 de abril de 1989, passou a explicar a diferença existente entre os termos incêndios florestais e queimas controladas, em que:

Art. 1º Incêndio florestal é fogo sem controle em qualquer forma de vegetação.

§ 1º É proibido o uso do fogo sem controle nas florestas e demais formas de vegetação, bem assim qualquer ato ou omissão que possa ocasionar incêndio florestal.

§ 2º Quando peculiaridades locais ou regionais justificarem, o emprego do fogo, na forma de queima controlada, em práticas agropastoris ou florestais, poderá ser permitido, circunscrevendo as áreas estabelecidas as normas de precaução.

§ 3º Compete ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis estabelecer as condições de uso do fogo, sob a forma de queima controlada (BRASIL, 1989).

Este decreto também sinalizava a criação do Sistema Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais (PREVFOGO), que atribuía ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) a competência de coordenar ações voltadas às atividades de prevenção, controle e combate aos incêndios florestais e queimadas,

o que inclui pesquisas científicas. A princípio dois segmentos foram eleitos como prioritários, sendo eles: unidades de conservação e as áreas de interesse estratégico e/ou econômico. No entanto, apenas na década seguinte foi publicado o decreto nº 2.661/1998, que legalizava a utilização do fogo visando o manejo e a prevenção de incêndios em unidades de conservação:

Art 22. Será permitida a utilização de Queima Controlada, para manejo do ecossistema e prevenção de incêndio, se este método estiver previsto no respectivo Plano de Manejo da unidade de conservação, pública ou privada, e da reserva legal (BRASIL, 1998).

Alguns anos após esta divulgação, as políticas ambientais obtiveram mais um ganho, a criação do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC – Lei 9.985/2000), que reúne normas e procedimentos, para criar, implementar e gerir as unidades de conservação das diferentes esferas sejam elas municipais, estaduais ou federais (BRASIL, 2000). Embora apresente a base normativa para gestão das unidades de conservação, o SNUC não discorre sobre o uso do fogo, o que evidencia novamente uma política de exclusão deste elemento.

No ano seguinte, em 2001, o IBAMA iniciou o programa de brigadas do PREVFOGO, contratados para reduzir os incêndios florestais que atingem as APs. Neste projeto, foram determinadas equipes para atuar na prevenção e combate a incêndios, com intuito de conservar a fauna, a flora e o *pool* genético contido nestes territórios (MORAIS, 2013). Mas, somente com atualização do código florestal no ano de 2012 (Lei 12.651/2012), a política nacional deixou claro as exceções para utilização legal do uso do fogo:

Art. 38. É proibido o uso de fogo na vegetação, exceto nas seguintes situações:
 II - Emprego da queima controlada em Unidades de Conservação, em conformidade com o respectivo plano de manejo e mediante prévia aprovação do órgão gestor da Unidade de Conservação, visando ao manejo conservacionista da vegetação nativa, cujas características ecológicas estejam associadas evolutivamente à ocorrência do fogo;
 § 2o Excetuam-se da proibição constante no caput as práticas de prevenção e combate aos incêndios e as de agricultura de subsistência exercidas pelas populações tradicionais e indígenas (BRASIL, 2012).

A partir desta atualização foi possível incorporar atividades voltadas ao manejo do fogo, com dinâmicas de queimas prescritas. Esse tipo de ação é realizado em países como: Estados Unidos; em áreas da África do Sul, onde atua reduzindo o material combustível no início da estação seca em que atinge elevadas temperaturas (VAN WILGEN; GOVENDER; BIGGS, 2007); Austrália, onde no início da estação de estiagem realizam-se queimas para reduzir a emissão de gases que contribuem para o efeito estufa, havendo redução também da

gravidade dos incêndios que ocorrem no final do período seco (PRICE; RUSSELL-SMITH; WATT, 2012).

No Brasil, em 2014, foi realizado pela primeira vez no país um Programa Piloto de Manejo Integrado do Fogo (MIF) em três unidades de conservação do Cerrado (SCHMIDT *et al.*, 2016). O MIF trata-se da redução das ameaças de incêndios por meio da utilização de um conjunto de métodos em ambientes propensos à sua ocorrência, sejam unidades de conservação, terras públicas ou privadas (MYERS, 2006). Incorpora questões ecológicas, sociais e econômicas, contribuem para redução de áreas queimadas, reduzindo a quantidade de material combustível, além de atuar reduzindo a emissão de gases agravantes do efeito estufa e de problemas de saúde (ALVES; CACHOEIRA, 2017).

Embora incipiente, este programa já foi aplicado na maioria das APs do Cerrado (Unidades de Conservação e Terras indígenas) promovendo o controle precoce de incêndios na estação seca. O programa apresenta finalidades produtivas e conservacionistas, onde se cria um mosaico com diferentes históricos de fogo na vegetação resistente, protegendo assim, a vegetação sensível (SCHMIDT; ELOY, 2020). O ideal é que se realize um levantamento compreendendo os aspectos ecológicos e socioeconômicos da área, para que assim possa se manter os regimes de fogo ecologicamente aceitáveis para o ambiente.

Os resultados obtidos nas áreas onde os MIFs foram realizados no Brasil têm demonstrado que a prática de exclusão do fogo não é a solução para os problemas advindos dos incêndios florestais e queimadas irregulares (ALVES; CACHOEIRA, 2017). Um estudo desenvolvido por Silva *et al.* (2018a) relatam que a implementação do MIF no Parque Nacional da Serra da Canastra demonstrou-se de importante função para gestão da unidade, onde os aceiros negros ajudaram na redução do combustível e estimularam o brotamento, permitindo queima segura da biomassa e a formação de mosaicos vegetacionais desejados.

Entretanto, até os dias atuais o Brasil não possui uma legislação específica que disponha sobre o manejo do fogo ou como lidar com os incêndios florestais, desse modo, cada órgão desempenha as atividades como convém. Em 2018 foi criado o projeto de lei para criação da Política Nacional de Manejo Integrado do Fogo, com intuito de disciplinar e promover o MIF, reduzir a incidência e danos dos incêndios em território nacional e restaurar o papel ecológico e cultural do fogo. Apesar disso, o processo de criação desta política caminha a passos lentos e ainda não recebeu atualizações, este projeto será um marco importante para a gestão do fogo nacional e poderá contribuir com a regulamentação dos brigadistas florestais.

1 CAPÍTULO

INCÊNDIOS FLORESTAIS EM ÁREAS PROTEGIDAS BRASILEIRAS: UMA REVISÃO BIBLIOMÉTRICA

RESUMO

Os incêndios florestais impactam na conservação dos recursos naturais, principalmente de ecossistemas sensíveis à sua passagem e, embora seja clara a necessidade da conservação no Brasil, não há estudos que identifiquem lacunas existentes nas áreas protegidas, quando relacionado à ocorrência do fogo. Diante deste contexto, este estudo teve como objetivo identificar os principais gargalos científicos existentes sobre incêndios florestais em áreas naturais protegidas brasileiras, assim como, verificar o estado da arte que o tema se encontra. Para isso, foi realizada uma revisão bibliométrica, utilizando todas as obras publicadas sobre o tema indexadas na base do Scopus até 2019. Foram extraídas informações cadastrais e de base sobre o conteúdo, como: i) bioma inserido; ii) área protegida estudada; iii) foco do estudo e iv) unidade federativa. Análises de coautoria e palavras-chave foram realizadas por meio do programa VOSviewer. Após triagem das obras, 122 publicações foram categorizadas. A primeira publicação para o tema ocorreu em 1981, constatando-se um aumento na demanda científica ao longo dos anos. Visualizou-se o interesse internacional em desenvolver pesquisas sobre o assunto, com participação de 15% de pesquisadores europeus. As unidades de conservação correspondem a 90,8% das áreas protegidas estudadas. Identificou-se ausência de informações específicas para os biomas Caatinga, Pampa e Pantanal e carência de pesquisas de cunhos sociais, preventivos e de combate. Essas informações indicam a necessidade de incentivos a pesquisas básicas e rápidas para estes ambientes, que possam subsidiar ações de manejo, conservação e que interferem em âmbitos ecológicos, sociais e econômicos.

Palavras-chave: Fogo. Produção científica. Scopus. Unidades de conservação.

**FOREST FIRE IN BRAZILIAN PROTECTED AREAS:
A BIBLIOMETRIC REVIEW**

ABSTRACT

Forest fires affect the conservation of natural resources, especially of ecosystems sensitive to their passage. Although the need for conservation in Brazil, there are no studies that identify the existing gaps in protected areas (PAs) when related to the occurrence of fire. Given this context, this study aimed to identify the main scientific gaps existing on forest fires in Brazilian PAs, as well as to verify the state of the art of the subject. For this, we conducted a bibliometric review using all published works on the subject index in the Scopus database until 2019. We extracted registration and background information about the content, such as: i) biome inserted; ii) protected area studied; iii) focus of the study and iv) Federative Unit. Co-authorship and keyword analyses were performed using the VOSviewer program. After screening the works, 122 publications were categorized. The first publication on the subject occurred in 1981, with an increase in scientific demand over the years. International interest in developing research on the subject was noted, with 15% of European researchers participating. The conservation units corresponded to 90.8% of the PAs studied. The absence of specific information for the Caatinga, Pampa, and Pantanal biomes and the lack of social, preventive, and combat research were identified. This information indicates the need for incentives for basic and rapid research for these environments, which can subsidize management and conservation actions that interfere in ecological, social, and economic spheres.

Keywords: Fire. Scientific production. Scopus. Conservation units.

1.1 INTRODUÇÃO

A fragmentação de habitats, que resulta em mudança microclimática e possibilita maior ocorrência dos incêndios nas florestas brasileiras, evidencia a necessidade de instrumentos que auxiliem na conservação da sua biodiversidade, como a criação de Áreas Protegidas (APs) (SOBRAL-SOUZA *et al.*, 2018). Embora o Brasil tenha estabelecido grande número de APs no final do século passado, a manutenção destas áreas ainda apresentam inúmeros desafios, principalmente relacionados ao desenvolvimento agrário, industrial e de infraestrutura (RYLANDS; BRANDON, 2005), que acabam por proporcionar a ocorrência de incêndios.

Os incêndios florestais impactam na conservação dos recursos naturais, pois afetam diretamente a densidade, composição, produtividade e estrutura dos ecossistemas, principalmente os sensíveis a sua passagem. Segundo relatório elaborado pelo Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais, por meio de uma combinação de incêndios ativos com variáveis climáticas, somente de agosto a outubro de 2020 foram identificadas 117 APs sul-americanas sob categoria de “alerta” e “alerta alto” de incêndios, correspondendo a mais de 300 mil km² (ANDERSON *et al.*, 2020).

Embora seja clara a necessidade da conservação no Brasil, não há estudos que quantifiquem as lacunas existentes nas APs, principalmente, nas unidades de conservação (OLIVEIRA *et al.*, 2017). Destacando-se, assim, a necessidade de conhecer áreas prioritárias para o desenvolvimento de pesquisas científicas relacionadas aos incêndios, que venham subsidiar a tomada de decisão na gestão destes ambientes, orientando na prevenção e reduzindo os efeitos negativos da passagem do fogo (JUÁREZ-OROZCO; SIEBE; FERNÁNDEZ Y FERNÁNDEZ, 2017).

Uma das formas de identificação destas lacunas é por meio da bibliometria, área de pesquisa da biblioteconomia que tem sido ampliada nos últimos anos e que estuda materiais por meio de métodos quantitativos e indicadores bibliométricos. A bibliometria contribui com abordagem sobre a produção científica, examinando as instituições de origem e apresentando o nível das pesquisas de um país, bem como, sua influência mundial (PEREIRA *et al.*, 2019), servindo também como ferramenta para medir os desempenhos de periódicos, universidades e pesquisadores (VAN RAAN, 2014).

Esta área se sustenta na necessidade de conhecer e avaliar a produtividade e a qualidade das pesquisas realizadas para determinados eixos temáticos (RAVELLI *et al.*, 2009),

atuando como ferramenta indispensável para formulação de sínteses sobre determinado tema, reflexões e autoria, possibilitando a aplicação metodológica ao agrupar e associar resultados de um conjunto de autores (PEREIRA *et al.*, 2019; REYNAUD; TODESCAT, 2017). Com a pesquisa bibliométrica, é possível identificar áreas para o desenvolvimento de novos conhecimentos (REYNAUD; TODESCAT, 2017). Outra abordagem interessante é o estado da arte, que permite averiguar o estado atual de conhecimento sobre determinado assunto.

Por meio deste tipo de estudo, diversas lacunas já foram identificadas na conservação da biodiversidade nacional e em suas APs (OLIVEIRA *et al.*, 2017; ARRUDA *et al.*, 2018; FONSECA; VENTICINQUE, 2018), entretanto, ainda são necessários aprimoramentos de estudos que tangem a respeito da utilização do fogo nos ecossistemas. Diante deste contexto, a presente pesquisa teve como objetivo identificar as principais lacunas científicas existentes sobre incêndios florestais em APs brasileiras, por meio da caracterização bibliométrica e identificação do estado da arte que o tema se encontra.

1.2 MATERIAL E MÉTODOS

Para realizar a avaliação bibliométrica sobre incêndios florestais em APs brasileiras, o estudo seguiu a metodologia proposta por Silva *et al.* (2020), realizando-se uma análise das publicações sobre a temática. Os dados utilizados foram obtidos por meio do banco de dados do Scopus, lançado pelo Relx Group. O Scopus é reconhecido como o maior banco de publicações científicas revisadas por pares do mundo (KHUDZARI *et al.*, 2018), sendo considerado mais confiável, embora inclua menos documentos, do que outros sistemas como o Google Scholar. Além disso, possui inúmeras ferramentas e possibilita a coleta de informações métricas que podem ser aplicadas em programas estatísticos (MONTROYA *et al.*, 2018).

Com a finalidade de abranger o maior número de obras sobre o tema, utilizou-se uma combinação de termos que refletem o objeto de estudo e seus sinônimos em português e inglês. É importante destacar que o estudo trata de uma amostragem das publicações existentes sobre o tema e não um censo, visto que nem todas revistas científicas estão indexadas na plataforma utilizada. A busca foi realizada a partir da ocorrência destas palavras nos títulos, resumos e palavras-chave de todas as obras indexadas no Scopus, até o ano de 2019.

Esta pesquisa levou em consideração, unidades de conservação, terras indígenas, territórios quilombolas e reservas (legais e da biosfera) como categorias de APs. A inserção dos termos na base de dados ocorreu da seguinte maneira: TITLE-ABS-KEY (“termos sinônimos

a incêndios florestais”) AND TITLE-ABS-KEY (“tipos de áreas protegidas”) AND TITLE-ABS-KEY (“Brasil e todas as suas unidades federativas”). Por meio da inserção destes códigos de busca na plataforma (Apêndice 1), foi gerada a primeira base de dados.

A primeira base de dados, apresentou um número inicial de publicações que posteriormente foram acessadas e lidas, filtrando-se as que apresentavam a combinação dos três critérios que refletem o foco da presente pesquisa: 1) estudo sobre incêndios florestais ou uso do fogo; 2) conduzido em áreas protegidas e 3) em território brasileiro. A partir das obras selecionadas, realizou-se o *download* das métricas individuais de cada publicação, por meio da exportação de dados da própria plataforma do Scopus.

Assim, foi criada uma rede de interconexão entre os autores de maior nível de influência presente na base de dados investigada, utilizando o programa VOSviewer versão 1.6.15 a partir da análise de *Co-authorship*. Para investigar os termos mais utilizados nas publicações, também foi realizada no programa a análise de *co-occurrence* selecionando a opção *all keywords*, com esta opção é possível observar todos as palavras-chave utilizadas pelos autores em suas respectivas obras, assim como, as indexadas nas plataformas dos periódicos durante as submissões do manuscrito.

Todas as obras que atendiam aos três critérios também foram inseridas em um processo de triagem. Neste processo, extraíram-se os seguintes parâmetros: a) ano de publicação; b) identificação dos autores e instituições de filiação; c) agências de fomento; d) local de publicação; e) tipo de publicação e f) áreas da ciência que o trabalho foi inserido. No intuito de verificar o estado da arte e, conseqüentemente, lacunas desta temática, também foram obtidas informações quanto: g) foco do estudo; h) bioma estudado; i) Unidade Federativa (UF) da área de estudo e j) tipo de área natural protegida.

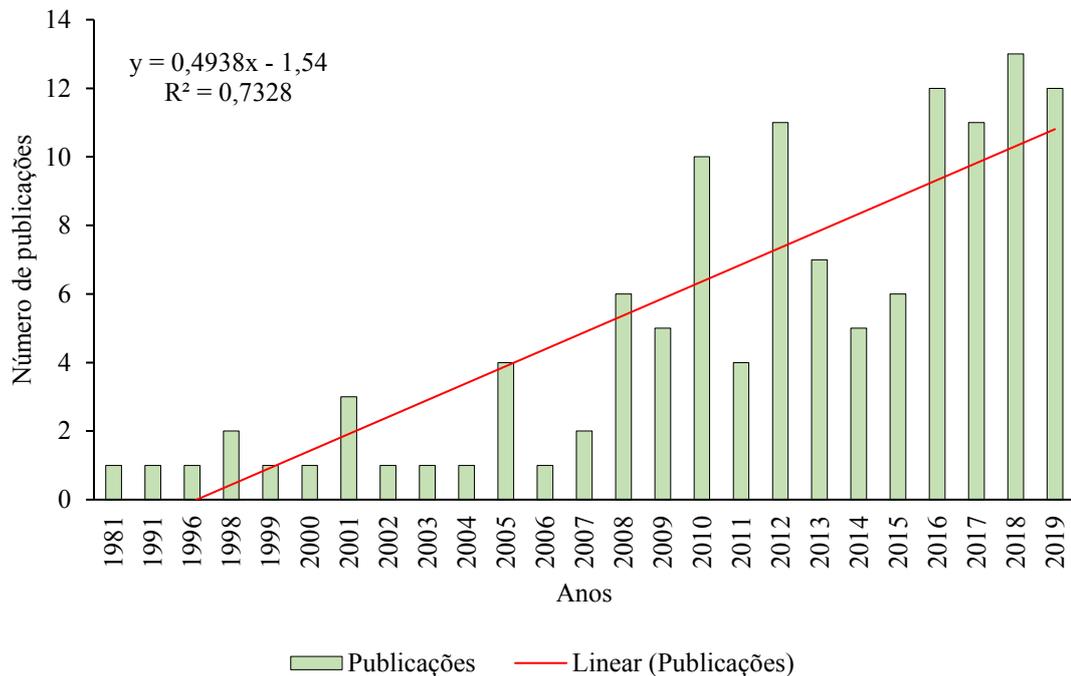
O foco do estudo foi agrupado em sete categorias, podendo um único trabalho apresentar mais de uma vertente, sendo elas: a) Perfil de incêndio – pesquisas relacionadas à focos de calor, registros de ocorrência de incêndio e cicatrizes de incêndios; b) Ecologia do fogo – pesquisas relacionadas ao comportamento do fogo e material combustível; c) Prevenção – pesquisas de zoneamento de risco de incêndios, índices de perigo de incêndio, locações de torres de observação e educação ambiental; d) Combate – pesquisas relacionadas a eficiência de combate e condições de brigadistas; e) Biodiversidade – pesquisas sobre os efeitos do fogo sobre a fauna, flora e dinâmica de ecossistemas; f) Sociais – pesquisas sobre os impactos dos incêndios para sociedade e regaste cultural para técnicas de uso do fogo comunidades tradicionais e g) Políticas do fogo – pesquisas sobre legislações que evoluem o uso do fogo.

Todos os dados foram tabulados usando o Microsoft Excel, onde foram criados gráficos para melhor visualização dos resultados obtidos e para visualização da distribuição no território brasileiro, também foi plotado um mapa quantitativo por meio do *software* Qgis 3.14.

1.3 RESULTADOS

Inicialmente foram obtidas 357 obras e após selecioná-las com base nos critérios de inclusão, foram analisadas 122 publicações. Destas, 94,3% enquadram-se como artigos (pesquisas originais ou de opinião), 4,1% referem-se a manuscritos apresentados em conferências e 1,6% são trabalhos de revisões, sendo esta, uma classificação determinada pelo próprio Scopus. A primeira obra foi publicada em 1981 e, desde então, o número de publicações sobre a temática tornou-se crescente (Figura 1).

FIGURA 1.1 - NÚMERO DE PUBLICAÇÕES POR ANO, RELACIONADAS A OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS EM ÁREAS PROTEGIDAS BRASILEIRAS



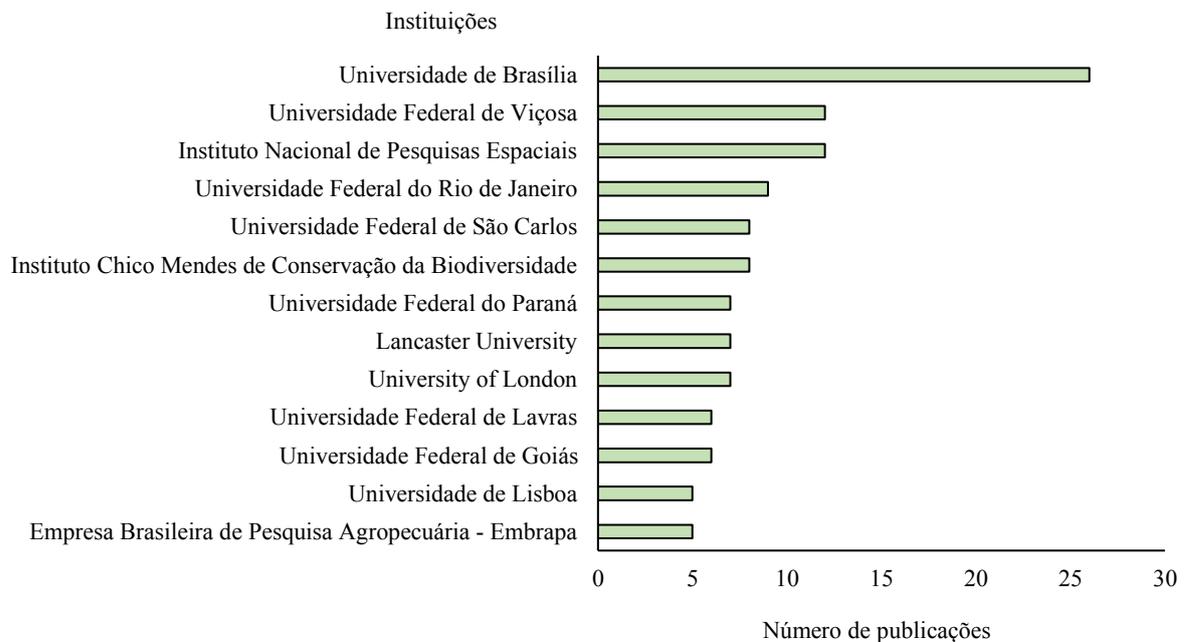
Fonte: A autora (2021).

Foi obtida uma média de 3 obras por ano e observou-se que houve uma maior demanda sobre o tema após o ano 2000, na qual virou assunto de publicações científicas anualmente. Além disso, há concentração de obras publicadas em anos com eventos extremos de incêndios florestais, principalmente associados a períodos de severas secas devido à presença do

fenômeno *El Niño* como 1998, 2005, 2010 e 2016, quando comparado com o ano anterior e o subsequente.

Foram encontradas mais de 100 instituições de filiações (Apêndice 2). Liderada pela Universidade de Brasília (UnB), as outras duas instituições que mais publicam sobre o tema são a Universidade Federal de Viçosa (UFV) e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Estas instituições possuem importantes laboratórios especializados em incêndios florestais, entretanto, a UnB destaca-se das demais principalmente por estar inserida no bioma Cerrado, que apresenta regime natural de ocorrência de fogo.

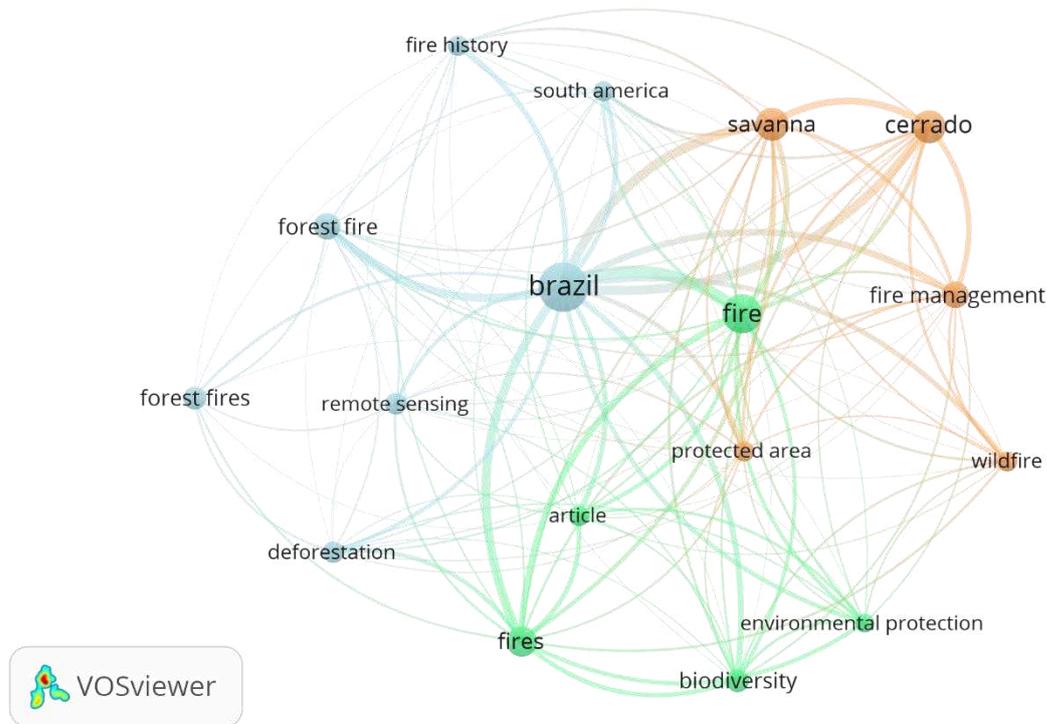
FIGURA 1.2 - PRINCIPAIS INSTITUIÇÕES A PUBLICAR ESTUDOS RELACIONADOS AS OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIOS FLORESTAIS EM ÁREAS PROTEGIDAS BRASILEIRAS



Fonte: A autora (2021).

Das 13 instituições que mais publicaram, três são internacionais. As Universidades de Lancaster e de Londres apresentaram sete publicações cada, seguida pela Universidade de Lisboa, com cinco publicações. Estes números refletem o interesse internacional sobre o tema e indicam importantes possibilidades de convênios e parcerias. Em relação as três principais nacionalidades dos pesquisadores, 70,97% são brasileiros, 7,74% britânicos e 6,45% norte-americanos, destacando-se países europeus, com 15% da produção. Foram encontradas 963 palavras-chave nas 122 obras analisadas e para facilitar a visualização de como termos se estruturam, os principais foram observados por meio de rede de interação (Figura 3).

FIGURA 1.3 – TEIA DE RELAÇÃO ENTRE AS PRINCIPAIS PALAVRAS-CHAVE ASSOCIADAS AS PUBLICAÇÕES SOBRE INCÊNDIOS FLORESTAIS EM ÁREAS PROTEGIDAS BRASILEIRAS



*Número mínimo de ocorrência de um termo = 10. Total de termos na rede = 17. A rede está ponderada pelo número de ocorrências de cada palavra-chave (tamanho do círculo). Os termos são agrupados com base em similaridade (análise de cluster), em que cores diferentes indicam grupos diferentes. Termos mais próximos uns dos outros ocorrem mais frequentemente juntos. Quanto mais linhas, maior a interação entre os termos. Quanto mais espessas as linhas, mais frequente é a conexão dos termos entre si.

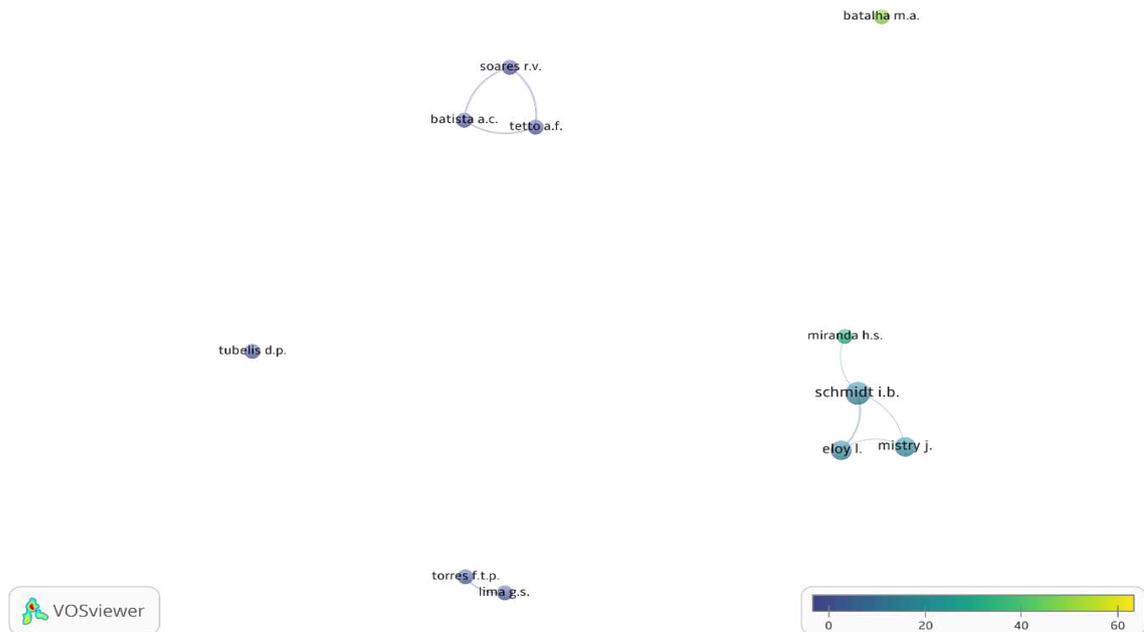
Fonte: A autora (2021).

A rede exibe as 17 principais palavras-chave associadas as obras sobre incêndios florestais em APs brasileiras. Os 5 termos mais frequentes, foram: Brazil com 66 ocorrências (*total link strength*: 231); Fire com 42 ocorrências (*total link strength*: 127); Cerrado com 30 ocorrências (*total link strength*: 98); Savanna com 29 ocorrências (*total link strength*: 109) e Fires com 26 ocorrências (*total link strength*: 118). Apesar do termo Cerrado ter mais ocorrências que os termos Savanna e Fires, estes últimos apresentam índice *total link strength* maior, indicando que são termos de maior força de ligação (linhas mais espessas) com outros termos incluídos na rede.

Tratando-se da autoria, foram encontrados 154 autores (Apêndice 4), na qual apenas 11 estavam presentes em 4 ou mais artigos (Figura 4). Por meio da rede de interação entre os principais autores é possível observar a existência de interação dentro de núcleos de pesquisa.

Schmidt I.B. é autora com maior número de obras, 6 publicações; seguido de Mistry J. e Eloy L. com 5 publicações cada. Apesar de não haver interação com os demais autores, Batalha M. A. apresentou uma média de 47,5 citações por artigo, sendo a maior entre os principais autores.

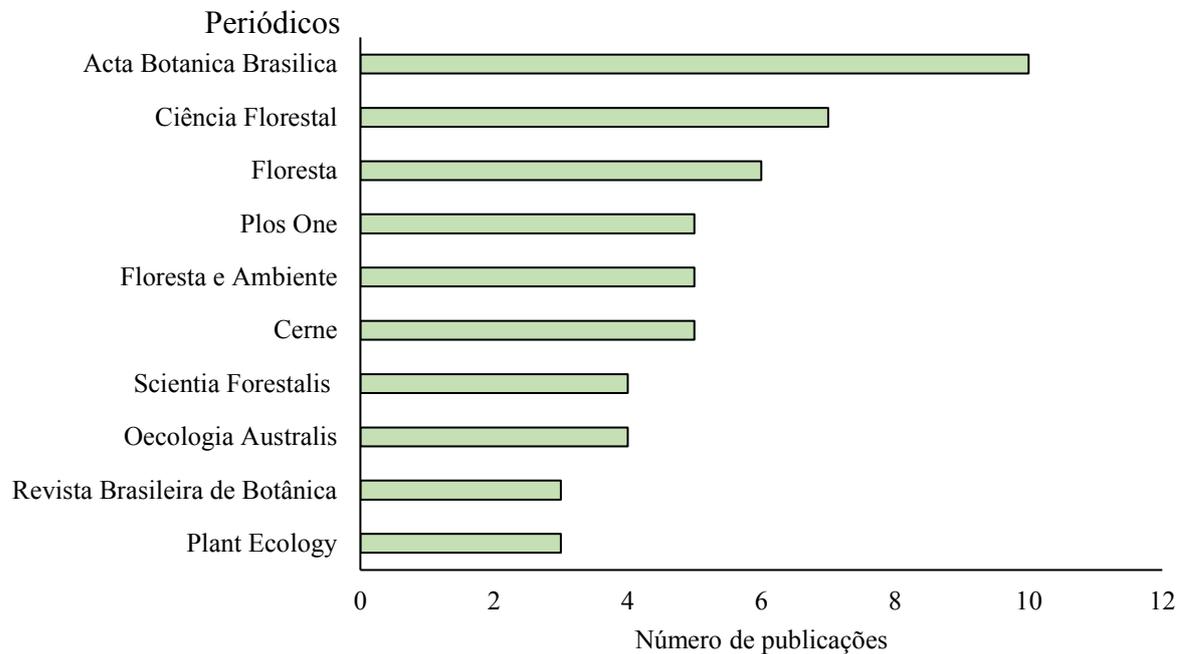
FIGURA 1.4 - TEIA DE INTERAÇÃO ENTRE OS PRINCIPAIS AUTORES A PUBLICAR SOBRE INCÊNDIOS FLORESTAIS EM ÁREAS PROTEGIDAS BRASILEIRAS



*Número mínimo de publicação por autor = 4. Número de clusters de coautoria = 5. Os clusters simbolizam as relações estabelecida entre os autores, quanto maior o número de publicações do autor, maior o círculo. A escala de cores simboliza o número médio de citações por artigo de cada autor.
Fonte: A autora (2021).

O Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) foram as duas fundações que mais contribuíram com a produção científica sobre o tema, correspondendo a 23 e 19%, respectivamente, das produções, de um total de 39 agências de fomento. A respeito dos locais de publicação, foram encontrados mais de 60 periódicos de diferentes países (Apêndice 3), com destaque para as revistas brasileiras da área florestal, que representam as principais divulgadoras científicas do assunto (Figura 5).

FIGURA 1.5 - PRINCIPAIS PERIÓDICOS A PUBLICAR ESTUDOS RELACIONADOS AS OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIOS FLORESTAIS EM ÁREAS PROTEGIDAS BRASILEIRAS

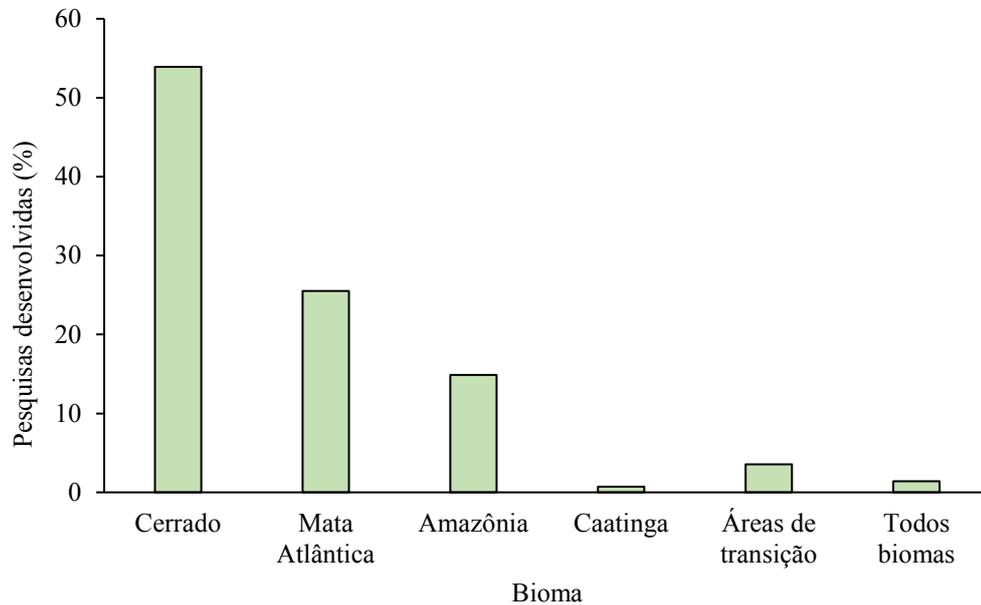


Fonte: A autora (2021).

Observou-se que as UCs correspondem a 90,8% dos ambientes mencionados nas obras como área de estudo, enquanto as terras indígenas correspondem a 6,4% e as terras quilombolas a 0,7%. Os 2,1% restantes trata-se de mosaicos envolvendo os três tipos de áreas protegidas citadas anteriormente. Sendo esta, a primeira lacuna identificada, a carência de desenvolvimento de pesquisas associadas a outras tipologias de APs. O bioma Cerrado foi o mais relatado nas pesquisas, com 53,9%, seguindo da Mata Atlântica, Amazônia e a Caatinga que apresentou uma única pesquisa em seus domínios (Figura 6).

Apesar de serem citados em alguns trabalhos que abordaram a temática em contexto nacional, a segunda lacuna científica observada, corresponde ao desenvolvimento de estudos para o Pampa e Pantanal. Mesmo possuindo relações naturais com ocorrências de incêndios, estes biomas não apresentaram pesquisas específicas para APs existentes dentro de seus limites na base de pesquisa utilizada. Algumas obras (5) relatavam ambientes que possuíam mais de um domínio morfoclimático, sendo classificadas como “Áreas de Transição”, e corresponderam a estudos presentes nas divisas do Cerrado com: Pantanal (2), Amazônia (1), Caatinga (1) e Mata Atlântica (1).

FIGURA 1.6 - BIOMAS REFERENTE A ÁREA DE PESQUISA DOS ESTUDOS RELACIONADOS AS OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIOS FLORESTAIS EM ÁREAS PROTEGIDAS BRASILEIRAS



Fonte: A autora (2021).

O Scopus categoriza os estudos em áreas de concentração da ciência diante do contexto explorado. Para o tema, foram encontradas 15 áreas da ciência, destacando-se 45% das obras em Ciências Agrárias e Biológicas, 24% em Ciência Ambiental e 8,2% nas áreas de Ciências da Terra e Planetárias e Ciências Sociais. As obras também foram classificadas quanto ao foco do estudo, onde 42,76% corresponderam a estudos de biodiversidade (Tabela 1), que abordam os processos ecológicos da fauna e flora, após a passagem do fogo e/ou os mecanismos de adaptabilidade a sua passagem. Havendo destaque também para estudos de perfil de incêndios, correspondendo a 24,14% da produção.

TABELA 1.1 - FOCO DOS ESTUDOS RELACIONADOS AS OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIOS FLORESTAIS EM ÁREAS PROTEGIDAS BRASILEIRAS

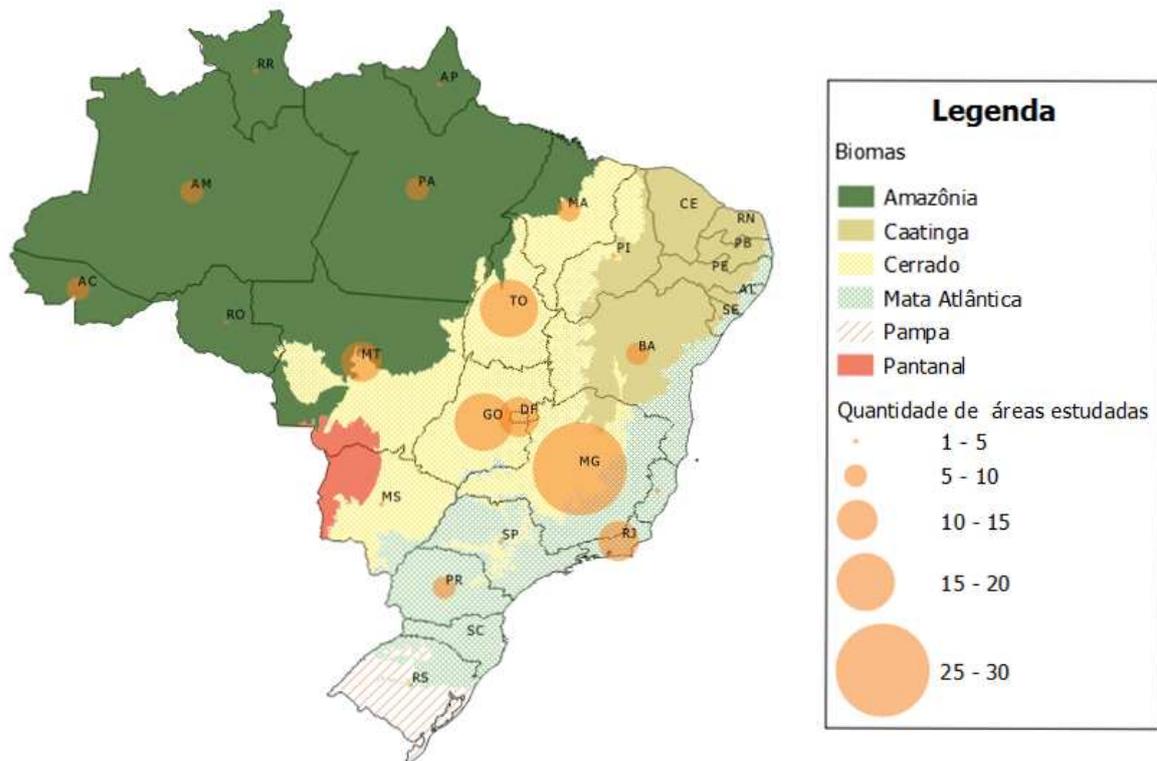
Categoria	N	%
Biodiversidade	62	42,76
Perfil de incêndio	35	24,14
Prevenção	17	11,72
Sociais	10	6,90
Ecologia do fogo	9	6,20
Combate	7	4,83
Políticas do fogo	5	3,45
Total	145	100

N = número de trabalhos.

Fonte: A autora (2021).

Foram encontradas pesquisas desenvolvidas em 21 das 27 UFs brasileiras (Figura 7). APs localizadas próximas as instituições que mais estudam sobre o tema, e com domínio do bioma Cerrado, foram os mais estudados, destacando-se Minas Gerais, apresentando 29 ambientes de estudo inseridas em APs situadas dentro de seus limites. Este número pode ser reflexo das pesquisas desenvolvidas pela Universidade Federal de Viçosa, que é a segunda instituição com maior número de publicações sobre a temática. Em seguida, destacam-se os estados de Goiás e Tocantins, com 18 e 16 ambientes de estudo, respectivamente.

FIGURA 1.7 - QUANTIDADE DE ÁREAS DE ESTUDO POR UNIDADE FEDERATIVA, DAS PESQUISAS CIENTÍFICAS RELACIONADAS AS OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIOS FLORESTAIS EM ÁREAS PROTEGIDAS BRASILEIRAS



Fonte: A autora (2021).

Não foram encontradas publicações com áreas de pesquisa específicas para cinco UFs da região Nordeste, Alagoas, Ceará, Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte; e o estado de Santa Catarina, na região Sul. Estas UFs foram apresentadas em duas publicações a nível nacional, em que não houve distinção direta de um ambiente de estudo. A região Norte, que concentra a maior porção territorial do país contendo os biomas Amazônia e Cerrado apresenta 28,5% dos ambientes de estudo das publicações analisadas (Tabela 2).

TABELA 1.2 - DISTRIBUIÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO POR REGIÃO DE PESQUISAS CIENTÍFICAS RELACIONADAS AS OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIOS FLORESTAIS EM ÁREAS PROTEGIDAS BRASILEIRAS

Região	N	%
Centro-Oeste	47	26,3
Nordeste	22	12,3
Norte	51	28,5
Sudeste	48	26,8
Sul	11	6,1
Total	179	100

N = número de áreas de estudo.

Fonte: A autora (2021).

Apesar disto, não difere do número de ambientes estudados para região Sudeste (26,8%) que se destaca principalmente pelo número de instituições envolvidas com a temática e o Centro-Oeste (26,3%) composto principalmente por fitofisionomias dependentes e/ou influenciadas pelo fogo. Devido ao baixo número de APs estudadas para as regiões Nordeste e Sul, foi identificada mais uma lacuna científica para o tema – lacuna regional.

1.4 DISCUSSÃO

O Brasil é o país que mais publica estudos relacionados aos incêndios em florestas tropicais e esse alto número de publicações é explicado pela sua representativa área florestal, bem como, devido as altas taxas de desmatamento, que contribuem para vulnerabilidade da ocorrência do fogo (JUÁREZ-OROZCO; SIEBE; FERNÁNDEZ Y FERNÁNDEZ, 2017). Embora tenha ocorrido aumento no número de publicação ao longo dos anos, ainda se observa escassez de estudos sobre incêndios florestais em APs, já que se obteve uma média de 3/obras/ano e o país apresenta uma vasta cobertura protegida que são alvos recorrentes da passagem não-natural do fogo.

Foi observada maior produção científica após a virada do século, podendo ser reflexo da junção de diversos fatores. Primeiro, nos anos 2000 foi criado o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), lei que institui critérios e normas para criação, implantação e gestão das UCs, sendo o período de maior criação de APs no país. Segundo, a década de 2000 foi um período de grandes investimentos por parte das agências de fomento à pesquisa, o que consequentemente aumentou o número de alunos em programas de pós-graduação (HELENE; RIBEIRO, 2011) e que elevaram a produção científica do país, somando-se a disponibilidade de recursos que facilitam a execução de diversas atividades de pesquisa.

Anos com *El Niño* apresentam, de modo geral, maiores índices de ocorrência de incêndios na América do Sul (SILVA *et al.*, 2018c) e segundo um levantamento bibliométrico

sobre estudos de incêndios em florestas tropicais, foram observados picos de produção científica em anos com ocorrência do fenômeno em nível forte e moderado. Anos de *El Niño* promovem um período de seca e altas temperaturas em regiões de florestas tropicais, o que tem elevado o interesse do Brasil em estudar os efeitos do fenômeno em decorrência da presença de fogo (JUÁREZ-OROZCO; SIEBE; FERNÁNDEZ Y FERNÁNDEZ, 2017).

A região Sul do Brasil, diferente das outras regiões, é fortemente afetada pela ocorrência do *La Niña* que é o oposto do *El Niño* (HARDIMAN *et al.*, 2019), trata-se do resfriamento do atlântico que proporciona redução da precipitação e umidade relativa do ar, aumentando a pressão atmosférica e a velocidade do vento. Anos de *La Niña* apresentam de 26% a 114% mais focos de incêndios do que anos de *El Niño* para região Sul do país e também apresentaram de 7% a 77% a mais áreas queimadas (ANDRADE *et al.*, 2020).

Dentre os biomas brasileiros, o Cerrado é o mais estudado para o tema. Parte dos ecossistemas savânicos não pode se manter na ausência do fogo sem que suas fitofisionomias e processos ecológicos não se alterem (FIDELIS; PIVELLO, 2011). Isso porque, grande parte das fitofisionomias existentes nestes ecossistemas são classificadas como dependentes do fogo (HARDESTY; MYERS; FULKS, 2005; FIDELIS; PIVELLO, 2011). Os ecossistemas dependentes evoluíram com a presença periódica do fogo, tornando as espécies vegetais presentes adaptadas à sua passagem, podendo elas serem inflamáveis e/ou mantidas por ele (MYERS, 2006).

Observando a incidência temporal, espacial e de tendência de fogo nos biomas e UCs do Brasil, Jesus *et al.* (2020) identificaram que os biomas com maiores focos de calor foram Cerrado e Amazônia, com alta densidade de incidência na zona de transição e na divisa Cerrado-Caatinga. Apesar disso, o segundo bioma mais estudado, conforme os dados encontrados na presente pesquisa, foi a Mata Atlântica, podendo ser explicado devido à elevada quantidade de universidades que pesquisam sobre o tema estarem localizadas em áreas de domínios atlânticos.

A paisagem da Floresta Atlântica brasileira ainda vem sendo altamente impactada pelo homem (WAGNER *et al.*, 2020). A remoção da cobertura vegetal, devido à expansão de áreas agrícolas e pastagens proporcionadas pelo aumento populacional, tem provocado alterações em sua estrutura, como: redução do diâmetro, altura, densidade, área basal, perfil vertical e abertura do dossel (ROCHA-SANTOS *et al.*, 2016; SANTANA; DELGADO; SCHIAVETTI, 2020). Este efeito de borda proporciona uma maior entrada de luminosidade e uma estrutura mais inflamável, principalmente devido o material combustível presente se tornar mais seco, fazendo

assim, com que estas áreas se tornem mais suscetíveis aos incêndios florestais (SANTANA; DELGADO; SCHIAVETTI, 2020).

Outro fator importante, demonstrado em um estudo sobre resiliência florestal global, com base na cobertura de árvores e precipitação, é que áreas da Floresta Atlântica possuem baixa resiliência após a passagem do fogo e uma alta probabilidade de se transformar em savanas (HIROTA *et al.*, 2011). Assim, para mitigar o cenário de degradação, o governo brasileiro criou uma série de estratégias, como a aprovação da lei da Mata Atlântica e a criação de novas APs (SANTOS *et al.*, 2019), o que tem intensificado a realização de estudos, a partir do uso destas áreas como laboratórios a céu aberto.

Apesar de um número inferior de publicações para Amazônia, quando comparado ao Cerrado e Mata Atlântica, observou-se que a maioria das obras sobre o bioma foram publicadas em periódicos internacionais e de grande fator de impacto, o que demonstra o interesse internacional sobre o tema na região. A necessidade de cooperação internacional em pesquisa de incêndio é uma questão antiga e apontada por vários países em relatórios destinados a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação - FAO (FAO, 2007).

A mudança do uso da terra e a consequente alteração do microclima nos remanescentes florestais têm modificado os regimes de fogo na Amazônia, fazendo com que, principalmente, florestas abertas e de transição apresentem incêndios mais frequentes (ALENCAR *et al.*, 2015). Assim, as APs na Amazônia cumprem importante papel na conservação dos recursos naturais, uma vez que ocorrem menos incêndios em seus limites do que em áreas externas (ADENEY; CHRISTENSEN; PIMM, 2009), embora apresente dentre os biomas brasileiros, maior registro de focos em UCs (JESUS *et al.*, 2020).

Apesar de ser observada uma maior produção científica sobre a temática para os últimos anos, ainda há uma escassez, principalmente tratando dos biomas Pampa e Pantanal. Não foram constatados estudos próprios para esses biomas na base indexadora analisada, somente foram citados em pesquisas que envolviam áreas protegidas a nível nacional ou UCs presentes em zonas de transição com o Cerrado. Assim como a Caatinga, que foi objeto de estudo apenas em uma única publicação. Esses resultados reforçam a necessidade de incentivos ao desenvolvimento de pesquisas sobre o assunto, para impulsionar o conhecimento de um tema tão relevante e que pode subsidiar políticas que repercutem no meio social, econômico e ecológico.

Somente no ano de 2020, o Pantanal brasileiro apresentou 40.606 km² queimados (aproximadamente 27% da sua área afetada), conforme visualizado pelos dados

disponibilizados pelo Programa Queimadas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2021). O Pantanal apresenta forte atuação do fogo em suas porções norte e sul principalmente quando associados a períodos de seca, sendo o uso antrópico o maior agente causador, como o uso incorreto do fogo para renovação de pastagens e agricultura extensiva (JESUS *et al.*, 2020; VIGANÓ *et al.*, 2018). De maneira geral, o rápido aumento de incêndios no Brasil em 2020 tem sido impulsionado, entres outros fatores, por políticas governamentais que favorecem a expansão da pecuária e do agronegócio em áreas naturais (FERRANTE *et al.*, 2020).

Mesmo diante desta realidade, não foram encontrados estudos para APs pantaneiras relacionados aos incêndios florestais. Notou-se haver, também, uma baixa quantidade de ambientes protegidos para o bioma, onde 6,4% da área total do Pantanal Sul-mato-grossense está inserido em UCs (BATISTA *et al.*, 2020). O bioma Pampa, localizado na região sul do país, apresentou um aumento do número de focos de calor durante os anos de 2003 a 2017 considerado natural (JESUS *et al.*, 2020), no entanto também não foi encontrada pesquisa direcionada que compreendesse a ação dos incêndios florestais dentro de suas APs.

Foi observada uma lacuna científica em APs das regiões Nordeste e Sul, que apresentaram concentrações baixas de pesquisa. Tratando da região Nordeste, a Caatinga é o principal bioma e as possibilidades de ocorrência de incêndios florestais são constantes em suas APs, mesmo durante períodos chuvosos (SANTOS; SOUTO; SOUTO, 2017). Os incêndios florestais na Caatinga estão principalmente associados à prática de corte e queima para pequenas atividades agrícolas e abertura de pastos (ANTONGIOVANNI *et al.*, 2020), sendo necessário a realização de estudos, visto que os incêndios ocorrem sem mecanismos de controle e não há dimensão das perdas relacionadas.

A ocorrência de grandes incêndios florestais em APs, principalmente nas que apresentam pequenas extensões, são consideradas ameaças significativas na manutenção da biodiversidade e dos processos ecológicos (MEDEIROS; FIEDLER, 2004). Por apresentar diferentes tipologias e serem reconhecidas por um sistema único (SNUC), as UCs são as APs de maior visibilidade e de grande contribuição para o ecoturismo, o que as tornam destaques para o desenvolvimento de pesquisas. Contando também com o fato de que muitos destes ambientes possuem zonas destinadas ao desenvolvimento científico, com apoio e infraestrutura básica, minimizando a interferência antrópica e servindo de laboratório a céu aberto.

A maioria das obras analisadas apresentaram como foco, estudos relacionados a biodiversidade, podendo este resultado ser atribuído a dois grandes fatores. Primeiro,

ecossistemas sensíveis ao fogo, como florestas tropicais, constituem-se principalmente de plantas e animais sem adaptações aos incêndios, sendo também os ambientes mais ameaçados com a sua passagem (HARDESTY; MYERS; FULKS, 2005), tornando-se necessária a compreensão da dinâmica pós-fogo, para realização das intervenções apropriadas. Segundo, em virtude da política de “fogo zero” estudos sobre os efeitos da supressão do fogo em ecossistemas dependentes/influenciados foram necessários para demonstrar o comportamento ecológico negativo em decorrência da ausência do fogo.

O segundo tipo de pesquisa, mais realizada sobre a ocorrência de incêndios em APs brasileiras, foi sobre perfis de incêndios. Traçar o perfil de incêndio possibilita o planejamento de atividades, podendo minimizar os danos oriundos do fogo (TETTO *et al.*, 2015). Este tipo de estudo pode estar associado ao uso de geotecnologias ou ser abordado de forma convencional, por meio dos Registros de Ocorrência de Incêndios (ROIs). O ROI corresponde a um formulário detalhado que reúne informações como: data de ocorrência, localização, causas e áreas atingidas (BONTEMPO *et al.*, 2011). Neste sentido, o uso do sensoriamento remoto, para mapear áreas queimadas, tem demonstrado resultados promissores nas últimas décadas, pois além de traçar o perfil, a partir do estudo das cicatrizes de incêndios, é possível compreender as respostas vegetacionais após sua passagem (MENG; ZHAO, 2017).

Há carência e necessidade de estudos: i) restritamente preventivos, como ações de educação ambiental e de mecanismos que possam auxiliar o monitoramento da área, como instalação de torres de observação; ii) estudos relacionados a atividade de combate, cabendo destacar que identificar a eficiência de combate de uma determinada área contribui na destinação adequada de recursos humanos e materiais (LIMA *et al.*, 2018); e iii) estudos sociais, como o desenvolvimento de pesquisas antropológicas acerca da “gestão intercultural do fogo”, que podem permitir a inclusão de comunidades locais nos processos de tomada de decisão de gestão e desenvolver formas híbridas entre aspectos científicos e conhecimento tradicional em ações de MIF (ELOY *et al.*, 2019).

A presente revisão bibliométrica e identificação do estado da arte caracterizou o perfil das publicações sobre incêndios florestais em áreas protegidas brasileiras e, principalmente, cumpriu com o dever de identificar ambientes e assuntos carentes em informação e que devem receber maior atenção e incentivos para realização de novas pesquisas. Os resultados encontrados permitirão o direcionamento de pesquisadores para temas-chave e auxilia na possibilidade de parcerias e convênios.

1.5 CONCLUSÃO

Apesar do crescimento na produção científica sobre incêndios florestais em APs brasileiras e do nítido interesse internacional no tema, foram observadas 4 categorias de lacunas científicas:

- 1) Lacuna regional – carência de estudos em APs das regiões Nordeste e Sul do país;
- 2) Lacuna morfoclimática – carência de estudos nos biomas Caatinga, Pampa e Pantanal;
- 3) Lacuna categórica – carência de estudos associados a outros tipos de áreas protegidas, diferentes de UCs;
- 4) Lacuna de conteúdo – carência de estudos restritamente preventivos, de combate e de cunhos sociais.

Maiores esforços e incentivos devem ser realizados para execução de novas pesquisas, que preencham as lacunas existentes e contribuam em âmbito social e ecológico no que diz respeito a presença do fogo em ambientes naturais.

2 CAPÍTULO

O PERFIL DOS INCÊNDIOS FLORESTAIS BRASILEIROS E A EFICIÊNCIA DE COMBATE

RESUMO

Os Registros de Ocorrência de Incêndios (ROIs), refletem uma importante contribuição na geração de dados sobre a passagem do fogo nos ecossistemas brasileiros. Após análises, estes dados subsidiam atividades de gestão e manejo de Áreas Protegidas (APs), auxiliando ações de prevenção, combate e destinação de recursos. Diante desta realidade, a presente pesquisa teve como objetivo identificar o perfil de incêndios florestais registrados de dez. de 2014 a dez. de 2019 em APs e outras áreas federais, bem como, a eficiência de combate por Unidade Federativa (UF). O estudo foi conduzido a partir dos ROIs disponibilizados nos dados abertos do Sistema Nacional de Informação sobre o Fogo. Dentre as informações extraídas, têm-se: localidade, data, vegetação atingida, provável causa e tamanho da área. Os incêndios foram ordenados a partir de classes de área queimada, para determinação de eficiência de combate. Observou-se descontinuidade de dados nos ROIs e diversas lacunas de preenchimento. No total, foram encontrados 3.755 registros durante o período avaliado e as áreas mais afetadas foram as terras indígenas. Embora 7,6% dos incêndios pertencessem a classe V (> 200 hectares), estes foram responsáveis por queimar 283.065,1 hectares (92,4% da área total). Foi observada carência quanto a destinação de recursos materiais e financeiros tratando-se da gestão do fogo, além de constatar que a região Centro-Oeste apresenta cenário crítico na eficiência de combate. Os “campos limpos” foram o tipo de vegetação mais atingida pelo fogo e, embora 99,8% dos registros não tenham realizado perícia, as “queimas para limpezas” foram as principais prováveis causas dos incêndios florestais no Brasil. Constata-se a necessidade e a importância do alinhamento das esferas para gerar estatísticas confiáveis sobre a presença do fogo, e a posteriori, melhorar a eficácia nas atividades relacionadas a sua gestão.

Palavras-chave: Áreas queimadas. Unidades de conservação. Brigadas. Silvicultura preventiva.

THE PROFILE OF BRAZILIAN FOREST FIRES AND THE EFFICIENCY OF COMBAT

ABSTRACT

The Fire Occurrence Records (ROIs) reflect an important contribution in generating data on the passage of fire in Brazilian ecosystems. After analysis, these data subsidize activities of management of Protected Areas (PAs), assisting actions of prevention, combat, and allocation of resources. Given this reality, the present research aimed to identify the profile of forest fires recorded from Dec. 2014 to Dec. 2019 in PAs and other federal areas, as well as the efficiency of combat by the Federative Unit (UF). We conducted the study based on the ROIs made available in the open data of the *Sistema Nacional de Informações sobre o Fogo* (SISFOGO). Among the information extracted are location, date, vegetation affected, probable cause and area size. The fires were sorted by burned area class, to determine firefighting efficiency. Discontinuity of data in the ROIs and several filling gaps were observed. In total, we found 3,755 records during the evaluated period and the most affected areas were indigenous lands. Although 7.6% of the fires belonged to class V (> 200 hectares), these were responsible for burning 283,065.1 hectares (92.4% of the total area). A gap of financial and material resources in fire management was observed, and it was noted that the Central-western region presents a critical scenario in terms of firefighting efficiency. The "campos limpos" were the type of vegetation most affected by fire and, although 99.8% of the records did not have investigative expertise, the "cleaning burnings" were the major probable causes of forest fires in Brazil. We observed the need and importance of the alignment of the spheres to generate reliable statistics about the presence of fire, and subsequently improve the effectiveness of activities related to its management.

Keywords: Burnt areas. Conservation units. Brigades. Preventive forestry.

2.1 INTRODUÇÃO

O continente americano apresenta as maiores perdas econômicas proporcionadas por incêndios florestais (DOERR; SANTÍN, 2016). Devido à falta de banco de dados, métodos de contagem e registros das suas evoluções, as estatísticas de incêndios florestais mundiais geralmente relatam áreas queimadas, em vez do número de incêndios, tamanho médio do fogo ou velocidade de propagação (ARTÉS *et al.*, 2019). No Brasil, as causas dos incêndios florestais apresentam poucas estatísticas devido à falta ou dificuldade de obtenção de dados.

Em virtude das constantes ocorrências de incêndios e modificações dos regimes naturais dos ecossistemas dependentes do fogo, implantações de Áreas Protegidas (APs) são importantes instrumentos para conter impactos sob os recursos naturais. Uma forma de mitigar e/ou prevenir a ocorrência de incêndios florestais em APs, está associada à política de gestão ou de lideranças destes ambientes e a forma que estão distribuídos recursos e tecnologias adequadas, assim como, a instrução e preparo de pessoas locais para realização de atividades de prevenção e combate (TEBALDI; FIEDLER; DIAS, 2012).

Uma das estratégias utilizadas para identificar o perfil dos incêndios em APs, é o preenchimento do Registro de Ocorrência de Incêndio (ROI) (BONTEMPO *et al.*, 2011). Os ROIs em APs tornam-se importante ferramenta, tendo em vista que para realizar o planejamento de atividades de prevenção é necessário o conhecimento sobre as causas, frequências e períodos de ocorrências (SOARES; BATISTA; TETTO, 2017). Os ROIs são feitos com base na ocorrência de incêndios, ou seja, por meio do acompanhamento real em campo (FIEDLER; MERLO; MEDEIROS, 2006), sendo possível extrair informações empíricas da perturbação atuante.

A partir do ROI é possível obter informações como área queimada, provável causa, tipo de vegetação atingida, período de ocorrência, dentre outras (TORRES *et al.*, 2016). Esses registros são constantemente atualizados no banco de dados do Sistema Nacional de Informações Sobre o Fogo (SISFOGO), podendo conter informações de APs e outras áreas públicas e particulares. A ausência de ROI ou a falta de informação para tornar o seu preenchimento completo, proporciona inconsistência na criação de planos estratégicos de prevenção e combate (TEBALDI *et al.*, 2013).

Os ROIs apresentam ampla utilização, podendo ser incorporados para desenvolvimento de zoneamento de risco de incêndios (TORRES *et al.*, 2014), validação de índices de perigo de incêndios (MACHADO NETO *et al.*, 2017), contribuindo também na

compreensão da relação de incêndios com fatores climáticos (OLIVEIRA JÚNIOR *et al.*, 2017). Com intuito de auxiliar na tomada de decisão para destinação de recursos e desenvolvimento de atividades preventivas, este estudo teve como objetivo identificar as principais lacunas existentes sobre a ocorrência de incêndios em APs e outras áreas federais brasileiras. Para isso, foi caracterizado o perfil dos incêndios florestais e a eficiência de combate por unidade federativa.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido a partir do Registro de Ocorrência de Incêndios (ROI) disponibilizado nos dados abertos do Sistema Nacional de Informação Sobre o Fogo (SISFOGO). O SISFOGO trata-se de uma ferramenta para gestão dos alertas e registros de incêndios, queimas controladas e dos recursos humanos e materiais do país, criado pelo Centro Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais (PREVFOGO). A plataforma é composta por dados abertos, podendo ser alimentada pelas instituições que atuam no controle de queimadas, prevenção e combate aos incêndios florestais. Para esse estudo, foram considerados todos os registros computados na plataforma, desse modo, alguns combates foram realizados em ambientes distintos a APs.

O material utilizado é formado por informações das ocorrências de incêndios atendidos por brigadistas do PREVFOGO, com dados a partir de dezembro de 2014 até dezembro de 2019, totalizando cinco anos. Os registros, constituem-se de um formulário com informações categorizadas (Anexo 1), disponibilizados na plataforma online em formato *csv*. Cada registro possui um código de identificação e pode apresentar eletronicamente mais de um formulário preenchido por se tratar da combinação de diferentes campos multivalorados (Anexo 2), assim, para evitar que informações fossem superestimadas as categorias foram filtradas e quando necessário, excluiu-se as duplicatas.

Para analisar o perfil dos incêndios que ocorrem em APs brasileiras, foram extraídos do formulário os seguintes dados:

- a) tipo de área – indica a categoria de área (área protegida ou outra área federal) mais afetada pela ocorrência de incêndios e possibilita a organização de atividades de sensibilização;
- b) data da ocorrência – indica o dia de ocorrência e serve para definição do período crítico e de intensificação para realização de atividades preventivas;

- c) vegetação atingida – indica o tipo de vegetação mais suscetível a ocorrência de incêndios, podendo um único registro apresentar mais de um tipo de vegetação;
- d) provável causa – indica o provável agente causador do incêndio e possibilita a concentração de atividades mitigadoras para redução da ocorrência, um único registro pode apresentar mais de um fator causador;
- e) tamanho da área – quantidade de área queimada pelo incêndio, permite avaliar a eficiência de combate;
- f) método de mensuração da área – ferramenta utilizada para medir a área queimada;
- g) unidade federativa (UF) – indica a região afetada e conseqüentemente, viabiliza a destinação de recursos financeiros, humanos ou materiais;
- h) realização de perícia – informa se há investigação por parte da Polícia Científica para determinar o agente causador.

Com a finalidade de ter dados estatísticos compatíveis para comparação entre as diferentes regiões do globo, a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) adotou agrupamentos de causas de incêndios desenvolvido pelo Serviço Florestal dos Estados Unidos (SOARES; BATISTA; TETTO, 2017). Essa classificação engloba as causas em oito classes, sendo estas utilizadas para padronização na presente pesquisa, a saber:

- a) Raios – incêndios causados direta ou indiretamente por descargas elétricas na atmosfera, considerada a única causa natural de ocorrência de incêndios.
- b) Incendiários – incêndios antrópicos provocados intencionalmente;
- c) Queimas para limpeza – incêndios não intencionais originários do uso do fogo para limpeza do terreno, sejam para fins agropecuários ou florestais;
- d) Fumantes – incêndios provocados pela atividade do fumo, por meio do descarte incorreto do fósforo ou pontas de cigarro acesos;
- e) Operações florestais – incêndios oriundos de operários em atividades florestais;
- f) Fogos de recreação – incêndios causados por pessoas em atividades de lazer, como caça ou camping;
- g) Estradas de ferro – incêndios causados direta ou indiretamente pelas atividades ferroviárias;
- h) Diversos – incêndios cujas causas, apesar de conhecidas, são pouco frequentes e não se enquadram em nenhum dos sete grupos anteriores. Os incêndios cuja causas são desconhecidas, não devem ser enquadrados nesta categoria.

Também foi incluída a categoria “Desconhecida” quando a provável causa não foi identificada ou não foi preenchida no formulário. Os incêndios foram ordenados a partir do tamanho de área queimada, seguindo as classes propostas na metodologia de Ramsey e Higgins (1986), usadas internacionalmente (Tabela 1). Esta classificação trata-se de uma forma de estimar a eficiência de combate, uma vez que a presença de um maior número de incêndios nas classes I e II refletem em uma extinção mais rápida, conseqüentemente, um melhor desempenho nas atividades de combate.

TABELA 2.1 - CLASSES DE TAMANHO DE ÁREA QUEIMADA POR INCÊNDIO FLORESTAL
MEDIDA EM HECTARES

Classe de tamanho	Limites de área (ha)
I	Até 0,09
II	0,1 – 4
III	4,1 – 40
IV	40,1 – 200
V	Maior que 200

FONTE: Ramsey e Higgins (1986).

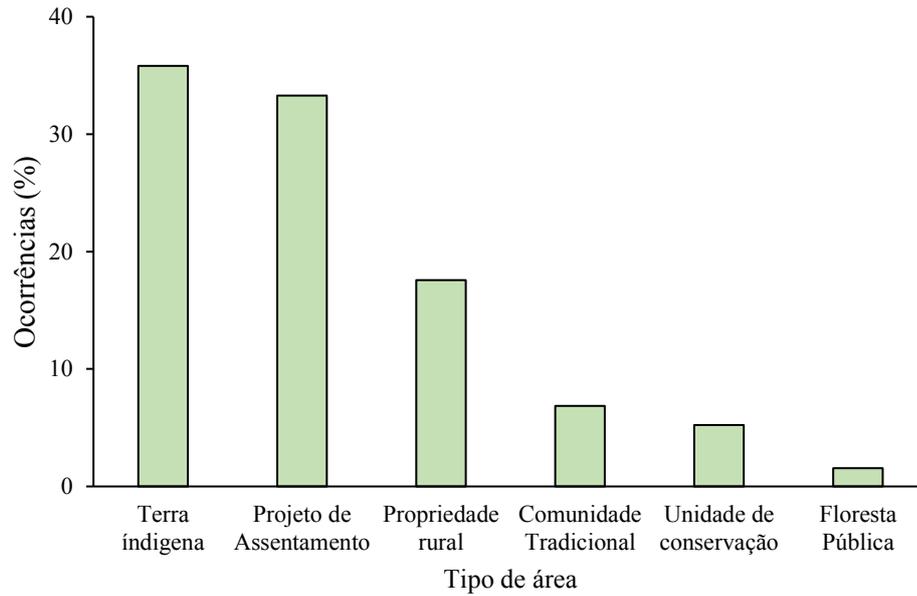
Todos os dados foram tabulados e organizados no Excel. Para melhor visualização dos resultados, foram construídos gráficos e tabelas. O número de ocorrência de incêndios obtido no ROI foi espacializado no mapa do Brasil a partir do *software* QGIS 3.14.

2.3 RESULTADOS

Os relatórios produzidos pelo PREVFOGO refletem carência de realização dos ROIs. Os registros encontram-se defasados, com lacunas em diversas informações. Além disso, os dados abertos disponibilizados pelo IBAMA apresentam ausência da contribuição de sete UFs (Alagoas, Rio Grande do Norte, Rio Grande do Sul, Paraná, Santa Catarina, São Paulo e Sergipe) não havendo representação dos estados da região Sul. Isso porque, apenas o PREVFOGO está contribuindo com o envio dos ROIs para o SISFOGO e não há atuação de suas brigadas em todas as UFs. Além disso, o banco de dados que deveria ter periodicidade de atualização semanal, não apresenta novas atividades há meses.

De acordo com os dados obtidos, foram registrados 3.755 incêndios durante os 5 anos de avaliação. Entretanto, apenas 35,5% dos registros apresentaram o formulário completamente preenchido para todas as informações extraídas nesta pesquisa. Observou-se que os incêndios mais atendidos pelos brigadistas foram em Terras Indígenas (TIs) com 35,8% das ocorrências, seguido pelas áreas de projeto de assentamento com 32,1% das ocorrências (Figura 1).

FIGURA 2.1 - REGISTROS DE OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIOS FLORESTAIS BRASILEIROS POR TIPO DE ÁREA, NO PERÍODO DE 2014 – 2019



Fonte: A autora (2021).

A maior parte dos registros (99,1%), apresentaram identificação de localidade (UF). A região Norte do país relatou 1.727 incêndios florestais durante o período de avaliação, sendo a região de maior ocorrência. Seguido pela região Centro-Oeste com 1.348 incêndios, na qual, o estado do Mato Grosso apresentou o maior número de registros dentre todas as UFs avaliadas, totalizando 693 ocorrências (Figura 2). A região Nordeste apresentou 632 ocorrências, com maior destaque para o estado da Bahia. No entanto, poucos registros foram encontrados para região Sudeste.

TABELA 2.2 - DISTRIBUIÇÃO DE OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS FLORESTAIS POR CLASSE DE ÁREA QUEIMADA NAS UNIDADES FEDERATIVAS BRASILEIRAS, NO PERÍODO DE 2014 -2019

UF	CLASSES DE ÁREA QUEIMADA										Subtotal	NI*	Total
	I		II		III		IV		V				
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%			
DF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	11
GO	1	1,20	13	15,66	29	34,94	17	20,48	23	27,71	83	75	158
MS	6	3,75	34	21,25	52	32,50	34	21,25	34	21,25	160	326	486
MT	0	0	6	7,32	38	46,34	20	24,39	18	21,95	82	611	693
CO	2,15		16,31		36,61		21,85		23,07		325	1.023	1.348
BA	9	4,31	113	54,07	58	27,75	13	6,22	16	7,65	209	67	276
CE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48	48
MA	1	2,22	14	31,11	19	42,22	4	8,90	7	15,55	45	50	95
PB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
PE	0	0	10	47,62	6	28,57	4	19,05	1	4,76	21	12	33
PI	1	0,64	38	24,36	83	53,21	27	17,31	7	4,48	156	23	179
NE	2,55		40,60		38,52		11,14		7,19		431	201	632
AC	0	0	41	54,67	32	42,67	2	2,66	0	0	75	5	80
AM	9	32,14	17	60,71	2	7,14	0	0	0	0	28	27	55
AP	0	0	0	0	1	100	0	0	0	0	1	306	307
PA	13	13	66	66	18	18	2	2	1	1	100	105	205
RO	51	27,71	75	40,76	32	17,40	25	13,59	1	0,54	184	178	362
RR	0	0	146	38,02	186	48,44	44	11,46	8	2,08	384	174	558
TO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	160	160
N	9,45		44,69		35,10		9,46		1,30		772	955	1.727
ES	0	0	5	71,42	1	14,29	1	14,29	0	0	7	0	7
MG	0	0	0	0	0	0	0	0	1	100	1	1	2
RJ	0	0	0	0	1	100	0	0	0	0	1	5	6
SE	0		55,56		22,22		11,11		11,11		9	6	15
NI	-		-		-		-		-		-	33	33
Total	5,91		37,62		36,26		12,61		7,60		1.537	2.219	3.755

*NI = não informado. Para os cálculos de porcentagem, os registros com valores de área não informados foram desconsiderados. **Centro-Oeste (CO)**: Brasília (DF), Goiás (GO), Mato Grosso (MT) e Mato Grosso do Sul (MS); **Nordeste (NE)**: Bahia (BA), Ceará (CE), Maranhão (MA), Paraíba (PB), Pernambuco (PE), Piauí (PI); **Norte (N)**: Acre (AC), Amazonas (AM), Amapá (AP), Pará (PA), Rondônia (RO), Roraima (RR), Tocantins (TO); **Sudeste (SE)**: Espírito Santo (ES), Minas Gerais (MG), Rio de Janeiro (RJ).

FONTE: A autora (2021).

Mesmo sendo relatado os valores de área queimada em somente 24,1% dos ROIs referentes a região Centro-Oeste, as UFs com maiores extensões de áreas queimadas foram Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás, que juntos somaram mais de 160 mil ha (Tabela 3), o que demonstra a ocorrência de incêndios intensos e de maiores extensões na região em comparação as demais. O estado da Bahia que apresentou maior parte dos incêndios concentrados na classe II, ainda obteve mais de 23 mil hectares queimados em 5 anos.

TABELA 2.3 - QUANTIDADE DE ÁREA QUEIMADA EM HECTARES POR CLASSE DE TAMANHO NAS UNIDADES FEDERATIVAS BRASILEIRAS, NO PERÍODO DE 2014 -2019

UF	CLASSES DE ÁREA QUEIMADA					TOTAL
	I	II	III	IV	V	
GO	0,03	31,4	517,2	1.755,8	28.194,3	30.498,73
MS	0,8	61,35	896,5	3.594	57.730	62.282,65
MT	-	13,75	689,3	2.040,3	68.736,6	71.479,95
CO	0,83	106,5	2.103	7.390,1	154.660,9	164.261,3
BA	0,26	201,29	734,72	1.544,2	20.930,2	23.410,67
MA	0,05	35,11	199,86	318,01	76.230	76.783,03
PE	-	10,06	74,47	407,17	2.768	3.259,70
PI	0,03	103,7	1.309,99	2.747	13.388	17.548,72
NE	0,34	350,16	2.319,04	5.016,38	113.316,2	121.002,1
AC	-	71	316	253	-	640
AM	0,41	16,84	9,8	-	-	27,05
PA	0,56	65,9	252,5	125	600	1.043,96
RO	1,81	73,82	612,5	2.419,6	300	3.407,73
RR	-	330	2.697	4.040	13.929	20.996
N	2,78	557,56	3.887,8	6.837,6	14.829	26.114,74
ES	-	7,15	21	71	-	92
MG	-	-	-	-	259	259
RJ	-	-	30	-	-	30
SE	-	7,15	51	71	259	388,15
TOTAL	3,95	463,81	8.360,84	19.315,08	283.065,1	311.766,29

Centro-Oeste (CO): Brasília (DF), Goiás (GO), Mato Grosso (MT) e Mato Grosso do Sul (MS); **Nordeste (NE):** Bahia (BA), Ceará (CE), Maranhão (MA), Paraíba (PB), Pernambuco (PE), Piauí (PI); **Norte (N):** Acre (AC), Amazonas (AM), Amapá (AP), Pará (PA), Rondônia (RO), Roraima (RR), Tocantins (TO); **Sudeste (SE):** Espírito Santo (ES), Minas Gerais (MG), Rio de Janeiro (RJ).

FONTE: A autora (2021).

Fonte: A autora (2021).

Segundo a classificação estabelecida no próprio formulário, o tipo de vegetação mais atingida foram os “campos limpos” (nativos), com 25,9% das ocorrências, seguido pelas “florestas nativas” com 22,6% (Tabela 4). Os campos limpos estão associados a regimes naturais de ocorrência do fogo em ambientes savânicos, podendo ser o motivo que o destaca dos demais. Já as áreas florestais nativas tornam-se alvos potenciais das ações exploratórias, onde os incêndios presentes estão constantemente associados ao desmatamento, o que consequentemente tornam as áreas degradadas a terceira categoria de vegetação mais atingida pela ocorrência de incêndios.

TABELA 2.4 - TIPO DE VEGETAÇÃO ATINGIDA PELA PASSAGEM DE INCÊNDIOS FLORESTAIS, NO PERÍODO DE 2014 – 2019

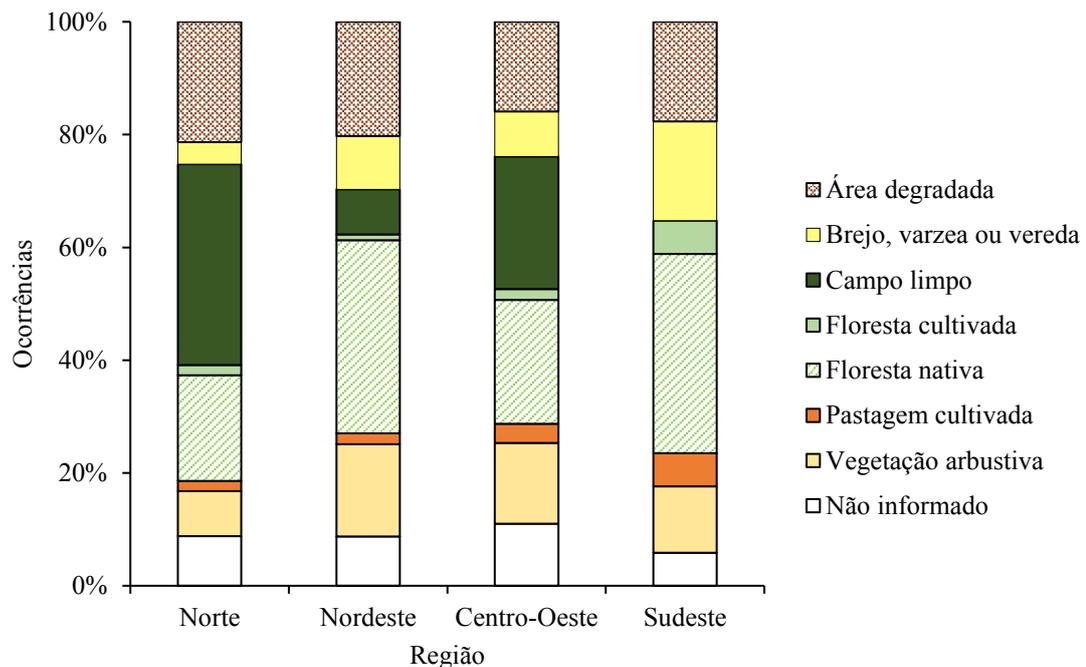
Vegetação	Ocorrências	%
Campo limpo (pastagem nativa)	1.185	25,9
Floresta nativa	1.036	22,6
Área degradada	871	19,0
Vegetação arbustiva	541	11,8
Brejo, várzea ou vereda	459	6,50
Pastagem cultivada	297	2,50
Floresta cultivada	113	1,70
NI	80	10,0
Total	4.582	100

NI = não informado.

Fonte: A autora (2021).

O registro de área queimada mais extensa foi sobre floresta nativa, em que houve a queima de 37.338 ha em uma TI no estado do Maranhão. O tipo de vegetação mais atingida pelo fogo, é representada em proporções diferentes para cada região brasileira (Figura 3). Os campos limpos foram as principais vegetações atingidas pelos incêndios ocorrentes na região Norte e Centro-Oeste, já as florestas nativas foram mais atingidas no Nordeste e Sudeste. Áreas degradadas apresentaram significativas proporções de ocorrências para todas as regiões.

FIGURA 2.3 - TIPO DE VEGETAÇÃO ATINGIDA PELA PASSAGEM DO FOGO POR REGIÃO BRASILEIRA, NO PERÍODO DE 2014 – 2019



Fonte: A autora (2021).

Verificou-se que para 99,8% dos incêndios florestais nacionais não foram realizadas perícias investigativas para determinar o agente causador do fogo, no entanto, a maior parte dos registros (93,3%) constatam uma “provável” causa. Um único incêndio poderia apresentar mais de uma provável causa. O maior destaque foram incêndios ocasionados por ações de vandalismo, somando-se mais de 1000 ocorrências (Tabela 5). Devido à falta de perícia e difícil diagnóstico em áreas mais remotas, aproximadamente 22,2% dos registros apresentam causa indeterminada. Deve-se destacar a diferença da causa “indeterminada” para a causa “Não Informada (NI)”, em que no primeiro caso busca-se saber o agente causador, mas este não é identificado, já o segundo, corresponde aos formulários que não apresentaram essa informação preenchida.

TABELA 2.5 - PROVÁVEL CAUSA DOS INCÊNDIOS FLORESTAIS BRASILEIROS CATEGORIZADOS DE ACORDO COM A FAO, NO PERÍODO DE 2014 - 2019

GRUPO	CAUSA	N	(%)
<i>Raios</i>	Raio	17	0,41
SUBTOTAL		17	0,41
<i>Incendiários</i>	Vandalismo	1.052	25,43
SUBTOTAL		1.052	25,43
	Renovação de pastagem natural	301	7,28
	Limpeza de área para cultivo	539	13,03
	Renovação de pastagem plantada	295	7,13
	Queima de lixo	165	3,99
<i>Queimas para limpeza</i>	Reignição	86	2,08
	Fagulha transportada pelo vento	134	3,24
	Confecção de aceiros	81	1,96
	Queima de restos exploratórios	46	1,11
	Limpeza de área para mineração	11	0,27
	Queima de cana	3	0,07
SUBTOTAL		1.661	40,16
	Caça	124	3,00
<i>Fogos de recreação</i>	Extração de mel	24	0,58
	Fogueira de acampamento	12	0,29
SUBTOTAL		160	3,87
<i>Operações florestais</i>	Fagulha de máquina	13	0,31
	Extração de madeira	14	0,34
SUBTOTAL		27	0,65
	Cabo de alta tensão	20	0,48
	Ritual religioso	8	0,19
<i>Diversos</i>	Queda de balão	3	0,07
	Fogos de artifício	7	0,17
	Pessoa com deficiência	6	0,15
	Licitação órgão ambiental	4	0,10
SUBTOTAL		48	1,16
<i>Desconhecidos</i>	Indeterminado	921	22,26
	NI	251	6,07
TOTAL		4.137	100

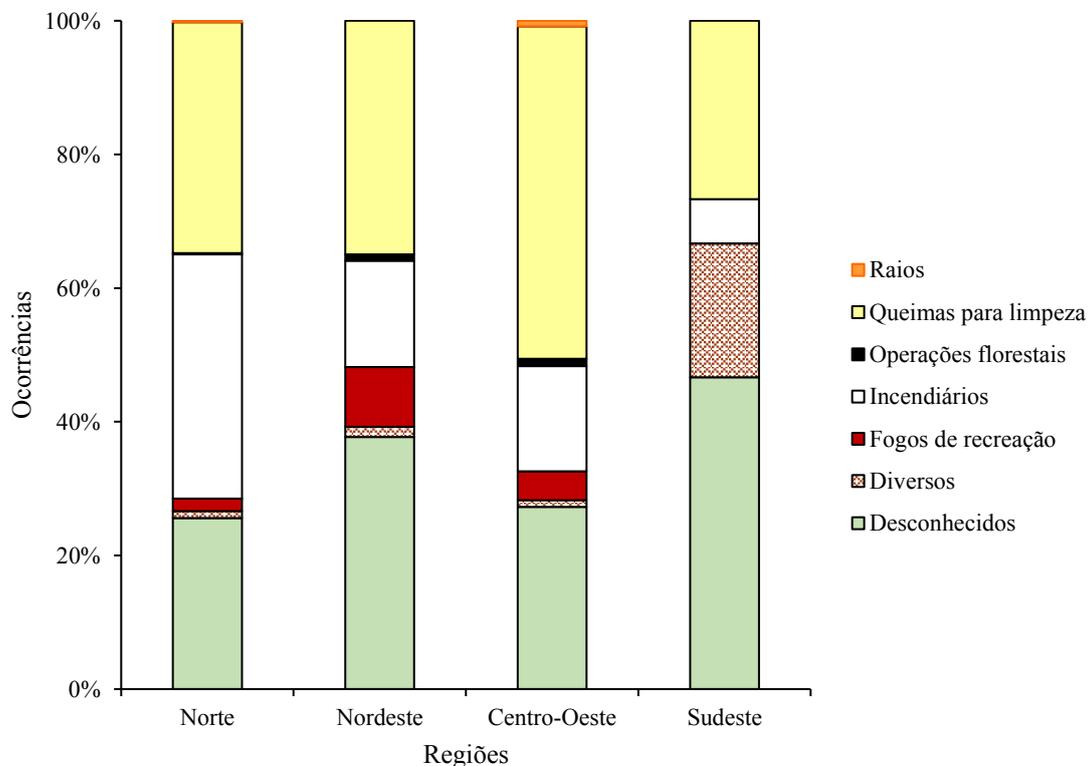
N = total de ocorrências. NI = não informados.

FONTE: A autora (2021).

Tratando-se da classificação por meio dos grupos estabelecidos pela FAO, foram encontrados incêndios para 7 das 8 categorias apresentadas, excluindo-se apenas a ocorrência de incêndios por origens de “estradas ferroviárias”. A categoria “queimas para limpeza” que reúne boa parte de atividades agropecuárias, foi a principal responsável pelos incêndios florestais no Brasil com 40,16% das ocorrências. Os incêndios oriundos de causas naturais (raios) corresponderam a 0,3%, presentes somente nas regiões Norte e Centro-Oeste com 4 e 13 ocorrências, respectivamente (Figura 4).

De modo geral, as “queimas para limpeza” foram frequentes e principais responsáveis pelos incêndios de todas as regiões. O Norte apresentou 705 ocorrências de incêndios oriundos de incendiários, o que corresponde a 36,5% de todos os incêndios registrados para região, seguido por queimas para limpeza com 667 ocorrências (34,6%). O Nordeste apresentou 37,7% dos seus incêndios com causa desconhecida e 34,9% oriundos de queimas para limpeza. O Centro-Oeste que apresenta uma considerável matriz agrícola, teve as queimas para limpeza correspondendo a 49,7% com 749 ocorrências.

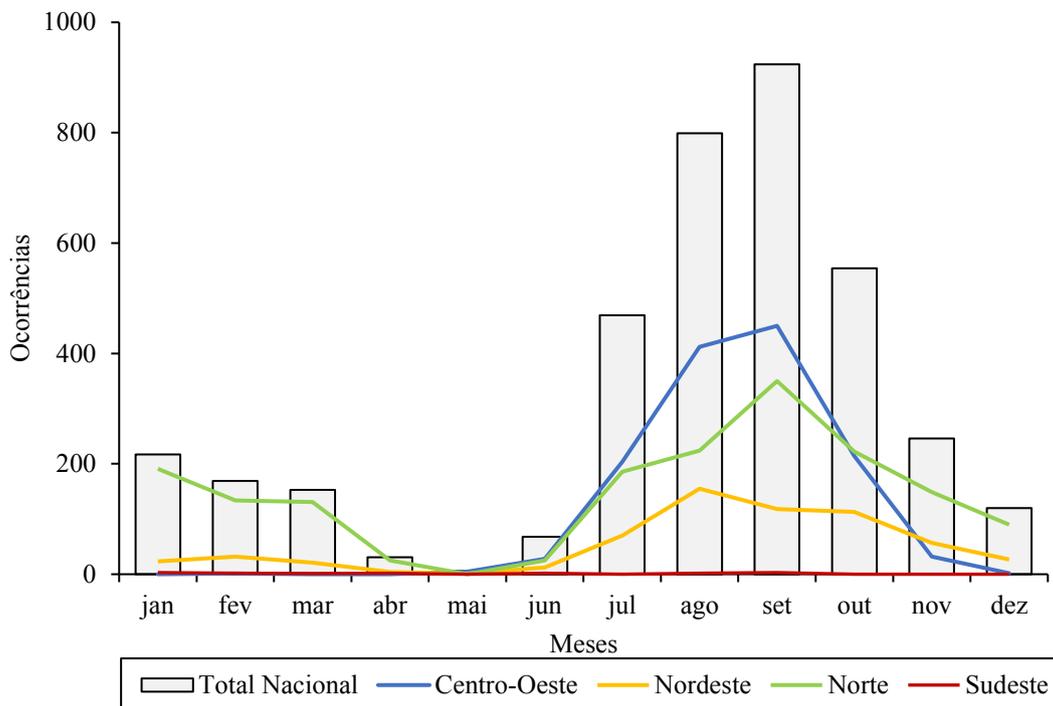
FIGURA 2.4 - PROVÁVEL CAUSA DOS INCÊNDIOS FLORESTAIS POR REGIÃO BRASILEIRA, NO PERÍODO DE 2014-2019



FONTE: A autora (2021).

Os incêndios no Brasil apresentam sazonalidade de ocorrência, sendo observada uma temporada crítica durante os meses de julho a outubro para a maioria das regiões (Figura 5), período em que se deve priorizar as atividades preventivas e alocar recursos para possíveis combates. A média nacional de incêndios atendidos pelas brigadas do PREVFOGO é de 751 ocorrências por ano.

FIGURA 2.5 – OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS FLORESTAIS POR MÊS PARA CADA REGIÃO EM COMPARAÇÃO COM O TOTAL DE INCÊNDIOS NACIONAIS, NO PERÍODO DE 2014 - 2019



FONTE: A autora (2021).

O segundo semestre concentra 82,8% de todos os incêndios observados no período de avaliação, a média nacional máxima ocorreu no mês de setembro, correspondendo a 184,8 ocorrências durante os 5 anos de avaliação, e a mínima no mês de maio com 1,2 ocorrências. A região Nordeste foi a única a apresentar ocorrências em todos os meses do ano. Não foram observados registros de outubro a dezembro na região Sudeste. Os meses de agosto e setembro são os mais críticos para as regiões Centro-Oeste, Nordeste e Norte.

2.4 DISCUSSÃO

Apesar das iniciativas de conservação da floresta e das políticas de manejo integrado do fogo, os incêndios florestais continuam generalizados e a área queimada é talvez o parâmetro mais utilizado mundialmente para se examinar as tendências de incêndios (DOERR; SANTÍN, 2016). Entretanto, observou-se carência desta informação no banco de dados analisado. Além disso, a falta de um sistema que contribua para visualização dos dados coletados pelos ROIs resulta em estatísticas não confiáveis. A plataforma não é lúdica e torna a interpretação totalmente subjetiva por parte do observador. Se por exemplo, uma brigada atende um determinado incêndio que está sob ação em duas categorias de vegetação e duas formas de combate, o ROI eletrônico deste incêndio apresentará “4 formulários” resultante da combinação destes campos multivalorados (Anexo 2).

Esta metodologia adotada pelo IBAMA pode superestimar resultados, o que impossibilita a utilização do ROI para o planejamento de atividades de prevenção e combate. O ROI é um formulário que deve ser preenchido com atenção, em muitos casos, devido a urgência da atividade e o desgaste no combate estes registros nem sempre são preenchidos ou encontram-se com ausência de informações, outro fator limitante, é que muitos dados necessitam de coleta em campo com instrumentos específicos ou mão-de-obra qualificada (BONTEMPO *et al.*, 2011). Diante deste cenário, é possível destacar as seguintes lacunas na gestão dos incêndios florestais do Brasil: 1) lacuna de logística – criação de um sistema que facilite a organização e visualização dos dados; 2) lacuna de recursos materiais – ausência de equipamentos adequados para coleta de dados em campo e 3) lacuna de capacitação – falta de capacitação dos recursos humanos existentes para extração dos dados necessários em campo.

Conforme apresentado em um estudo de Bontempo *et al.* (2011), as áreas pequenas são medidas por meio de GPS e áreas maiores são apenas estimadas. O Brasil possui um sistema nacional de monitoramento remoto de incêndios que poderia contribuir com os ROIs, fornecendo dados digitais com maior facilidade, como altitude, declividade, coordenadas geográficas, no entanto faltam pesquisa que avaliem as limitações e oportunidades de integrar essas fontes de dados (SANTOS *et al.*, 2019). Recomenda-se também a utilização de geotecnologias, para visualização e compreensão da distribuição dos incêndios, podendo assim, auxiliar na tomada de decisões, apoiando diagnósticos e planejamentos (PRUDENTE; ROSA, 2010).

Em muitos casos, as equipes deixam de registrar a ocorrência de incêndios pequenos por considerá-los desprezíveis (BONTEMPO *et al.*, 2011). Conforme os dados obtidos, 43,53% dos incêndios que reportaram valores de área queimada, queimaram até 4 hectares, este resultado pode estar subestimado, uma vez que 59,1% dos incêndios não informaram valores para área queimada. Considerando os valores informados, o cenário encontra-se pior quando comparado ao observado em APs de 1998 a 2002, na qual o maior número de ocorrências eram de até até 0,1 ha (SANTOS; SOARES; BATISTA, 2006).

A maior área queimada registrada durante o período de avaliação foi na Terra Indígena *Arariboia Zutiwa* localizada no estado do Maranhão com mais de 37 mil hectares (estimativa visual). Para muitas comunidades indígenas e tradicionais a presença do fogo passou a ser mais recorrente a partir da década de 2000, estando relacionados a fatores como as mudanças nas condições ambientais, políticas e econômicas (ELOY *et al.*, 2020). Com o crescente reconhecimento das falhas das políticas de “fogo zero” e a relevância das práticas de manejo dos povos locais, o Brasil começou a incorporar atividades de MIF no Cerrado e resgatar o conhecimento tradicional (ELOY *et al.*, 2019). Hoje o PREVFOGO atua com um programa específico para controle de incêndios florestais em TIs e conta com a participação de brigadas indígenas (FALLEIRO; SANTANA; BERNI, 2016).

O tipo de vegetação existente irá influenciar diretamente no comportamento do fogo, entretanto, as informações relacionadas à fauna ou flora atingida no ROI são superficiais, visto a riqueza de tipologias e biodiversidade presentes no Brasil. Para um estudo apurado, seria necessário que todas as áreas fossem mapeadas com uso e cobertura do solo e possuíssem parceria com pesquisadores botânicos e zoólogos (BONTEMPO *et al.*, 2011). Em termos de visão nacional, os campos limpos foram o tipo de vegetação mais afetada pela ocorrência de incêndios no país. Estudos relatam que os campos apresentam maiores taxas de propagação e intensidade do fogo, devido à quantidade de material combustível fino, fazendo com que emitam mais calor e carbono (GOMES *et al.*, 2020; HOFFMANN *et al.*, 2012).

A presença dos campos limpos faz com que incêndios em savanas sejam mais rápidos, intensos de maiores comprimentos em relação às florestas (HOFFMANN *et al.*, 2012), fato que se reflete no Cerrado, bioma que se estende por todas as regiões do país. O Centro-Oeste brasileiro formado predominantemente por Cerrado, mesmo reportando poucos registros com valores de área queimada obteve as maiores extensões de incêndios. Por ser a região que apresenta a maior matriz agrícola do país 49,7% das ocorrências foram provenientes de

“queimas para limpeza” categoria que reúne diversas atividades associadas a agropecuária (LUIS *et al.*, 2020).

A região Norte apresentou o maior número de ROIs, sendo este, considerado um cenário crítico principalmente ao considerar que a região é composta em grande parte pela floresta Amazônica, dotada de vegetação sensível à passagem do fogo (MYERS, 2006). Os incêndios florestais constituem uma das principais ameaças à conservação e desenvolvimento da Amazônia, enfatizando-se a necessidade de políticas eficientes de supressão. A distribuição das brigadas federais de incêndios na Amazônia brasileira é baseada em uma previsão simplificada da ocorrência de incêndios e imprecisões (MORELO *et al.*, 2020), apesar disso, levando em consideração o número de ROIs preenchidos para área queimada, a região apresentou a melhor eficiência em comparação as demais, com 54,4% de 772 incêndios queimando até 4 hectares. No entanto, esta informação pode estar subestimada, levando-se em consideração a dificuldade de mensurar áreas queimadas na floresta amazônica.

As duas classes de vegetação mais atingidas pelo fogo na região Norte são os campos limpos e as áreas degradadas, o primeiro pode estar associado ao Cerrado e as fitofisionomias de campinas amazônicas, já a segunda, deve estar associada ao desmatamento na Amazônia. De acordo com estudo realizado para o bioma, grande quantidade de áreas queimadas estão dentro de áreas desmatadas (LIMA *et al.*, 2012) e no começo do ano de 2019 os 10 municípios com maiores taxas de atividades do fogo na Amazônia também foram aqueles em que a floresta mais desapareceu (ESCOBAR, 2019), sendo notado papel direto dos incêndios nos processos de mudança e uso da cobertura da terra, e o impacto do fogo na vegetação previamente degradada (LIMA *et al.*, 2012).

A atividade de desmatamento na Amazônia também pode ter contribuído para que as duas principais causas de incêndios na região Norte sejam “incendiários” e “queimas para limpeza”. Estes agentes podem estar associados, uma vez que após a floresta ser derrubada, os restos exploratórios ficam secando no solo e depois é ateado fogo para limpeza, podendo ser considerado vandalismo pois muitas das vezes ocorre de maneira ilegal. O INPE já registrou incêndios de grandes proporções meses após áreas serem desmatadas, onde há acúmulo de material orgânico. Diante deste cenário e com a paisagem cada vez mais inflamável, reduzir as fontes de ignição e os efeitos negativos do desmatamento é fundamental para evitar a degradação severa da floresta amazônica (BRANDO *et al.*, 2020a).

A região Sudeste apresentou o menor número de registros computados, mas isso não significa ausência de incêndios, os brigadistas que atuam na região podem ser contratados por

instituição diferente ao IBAMA. Embora o SISFOGO tenha sido criado para receber informações de diferentes instituições que desenvolvem atividades de prevenção e combate a incêndios florestais, apenas o PREVFOGO tem contribuído. Após a criação do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) em 2007, as atividades de brigadas em unidades de conservação que eram à cargo do PREVFOGO, passaram a ser responsabilidade do ICMBio, fazendo com que o PREVFOGO concentrasse esforços em outras áreas federais.

O déficit de informação para o Sudeste também pode ser uma lacuna de recursos humanos, materiais ou financeiros. O estado de Minas Gerais, somente no ano de 2019, apresentou um corte orçamentário de 73,63% em relação a 2018 para as unidades de conservação nacional, sendo considerado o maior corte orçamentário do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) (FERREIRA *et al.*, 2020). Em um estudo com 16 UCs do estado do Espírito Santo (ES), notou-se a falta de alojamento para brigada, além da falta de abordagem de temas relacionados à prevenção de incêndios com os visitantes (TEBALDI; FIEDLER; DIAS, 2012). Para Tebaldi *et al.* (2013), o combate aos incêndios no ES é ineficiente, sendo necessário aprimoramento nas técnicas de detecção.

Incêndios que são rapidamente detectados e extintos indicam eficiência da equipe brigadista existente (BONTEMPO *et al.*, 2011), a região Nordeste apresentou grande parte de seus ROIs dentro das menores classes de área queimada, entretanto, a classe V que correspondia a 7,19% dos 431 incêndios que reportaram valores para região foram responsáveis por queimar mais de 113 mil hectares. A principal causa de incêndios para região Nordeste foram “queimas para limpeza”, sendo provavelmente oriundos de queimas provenientes da agricultura que ocorrem de forma irregular sem a devida autorização (WHITE; WHITE, 2017). Ademais, as APs da Caatinga estão operando com recursos financeiros abaixo dos valores mínimos de outros países semelhantes ao Brasil (OLIVEIRA; BERNARD, 2017), o que pode acarretar em danos ainda maiores tratando-se da ocorrência de incêndios.

As informações de provável causa apresentam contribuição por parte dos moradores locais da região, que muitas vezes fornecem as informações necessárias. Quando realizado perícia e o agente causal é identificado, pode vir a ser autuado segundo a legislação em ordem (BONTEMPO *et al.*, 2011). Conforme observado nesta pesquisa, os incêndios de causas naturais (raios) foram pouco atuantes, sendo observado apenas na região Norte e Centro-Oeste. Incêndios provenientes de raios normalmente são de pequenas extensões, por causa da chuva logo em seguida (FIEDLER; MERLO; MEDEIROS, 2006). De maneira geral em território

nacional, as atividades agrupadas em “queimas para limpeza” correspondem à maior causa de incêndios florestais, sendo responsáveis 40,16% das ocorrências.

Dentro deste grupo, a utilização do fogo para renovação de pastagens é uma das principais atividades conflitante, somando-se a renovação de pastagens plantadas com as pastagens naturais tem-se 596 ocorrências, correspondendo a 14,4% da causa dos incêndios florestais do país. Normalmente, os pastos são queimados no final da estação seca para que o gado possa se alimentar da nova vegetação que rebrota, e é nesta estação que se configura maior acúmulo de biomassa seca, com potencial de fogo de grande intensidade. Deve-se destacar que a técnica não pode ser uma atividade rotineira, pois se trata de prática não sustentável, uma vez que a passagem do fogo deteriora as condições do solo e reduz seu potencial produtivo (JACQUES, 2003). Muitas vezes os fazendeiros deixam o fogo escapar por ações intencionais vinculadas a conflitos de oposição às políticas das APs, que incluem supressão de incêndios (BATISTA *et al.*, 2018).

Os incendiários foram a segunda categoria de causa com maior contribuição para ocorrência de incêndios, esse tipo de causa vem sendo considerada uma preocupação mundial devido à dificuldade de prevenção. No entanto, as atividades de vandalismo não são casos restritos a países subdesenvolvidos, também são identificadas como problema recorrente em países como Portugal (NUNES *et al.*, 2014), Espanha (CHAS-AMIL; TOUZA; PRESTEMON, 2010) e Estados Unidos (PRESTEMON *et al.*, 2013). No Brasil, esta categoria foi o principal causa dos incêndios em APs de 1998 a 2002 (SANTOS; SOARES; BATISTA, 2006), essa atividade proposital é movida por diversos fatores, alguns inexplicáveis. Dentre razões dos incendiários, pode-se citar: vingança, problemas psicológicos, protestos e até mesmo para encobrir crimes.

As brigadas brasileiras não são suficientes para atender todas as APs, desse modo, o governo acaba por priorizar áreas com base no histórico de ocorrência de incêndios, ambientes vulneráveis ou com importantes bacias de água (ELOY *et al.*, 2019). Diversas dificuldades foram relatadas nos ROIs por parte dos brigadistas, destacando as dificuldades de acesso e a falta de recursos materiais. Muitas áreas possuem barreiras naturais que impedem atuação eficiente da equipe, como a presença de declividade, matas fechadas ou áreas de brejo, podendo também serem afetadas pela falta de uma fonte d'água ou ocorrência de ventos fortes.

No entanto, em muitos casos os brigadistas relataram que o combate é prejudicado pela ausência ou pouca quantidade de recursos materiais, como Equipamento de Proteção Individual - EPI (luvas, óculos, balaclava), equipamentos básicos de combate (bomba costal e

abafadores), equipamentos motorizados (motosserra, assopradores e roçadeiras) ou até mesmo, pela falta de combustível para os automóveis. Mais uma vez tornando-se evidente a falta de recursos financeiros e materiais para auxiliar a gestão dos incêndios florestais.

Tratando-se do período crítico, a temporada de incêndios no Brasil se estende durante as estações do inverno e primavera, época que corresponde à fase mais seca para a maior parte do país. Avaliando o perfil de incêndios florestais em APs 1998 a 2002, foi observado que o período de junho a outubro correspondeu a 90,76% das áreas queimadas (SANTOS; SOARES; BATISTA, 2006), já Torres *et al.* (2016) avaliando o perfil de incêndios das APs brasileiras de 2008 a 2012, relataram que 50,32% dos incêndios ocorrem no mês de setembro. Resultados similares foram encontrados nesta pesquisa. Ações de atividades preventivas devem ser realizadas no início do período crítico, para que se possa reduzir as ocorrências e minimizar os danos, destinando também, recursos para possibilitar eficiência de combate.

Os incêndios podem ser reduzidos por meio de atividades de educação ambiental, fiscalização e proibição de acesso público para áreas consideradas de risco (PRUDENTE; ROSA, 2010). A prevenção de incêndios na maioria dos países é direcionada às pessoas - a principal causa dos incêndios - por meio de ações de conscientização, educação e participação em comunidades de interesse (FAO, 2007). Assim, é importante realizar um diagnóstico, para determinar a metodologia que mais se adequa ao perfil local. Conforme uma entrevista realizada após uma distribuição de cartazes na comunidade de entorno do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, em Goiás, constatou-se que nem sempre a população do entorno cumpre o papel de prevenção devido às limitações de escolaridade (FIEDLER; MERLO; MEDEIROS, 2006).

Mesmo possuindo uma das melhores legislações ambientais do mundo, o Brasil ainda apresenta falhas no cumprimento dos objetivos das APs, principalmente, devido à deficiência do sistema de fiscalização, sendo necessário que as leis sejam amplamente conhecidas, para serem efetivamente aplicadas (CAMPOS; FÉLIX; VASCONCELOS, 2011). Além disso, para a obtenção de dados confiáveis é necessário investimento na capacitação de recursos humanos e na aquisição de equipamentos e instrumentos adequados (BONTEMPO *et al.*, 2011), pois limitações como a descontinuidade de dados, não permitem analisar e comparar o desempenho entre APs.

2.5 CONCLUSÕES

- O Brasil possui lacunas na gestão de incêndios florestais que podem estar associadas à falta de recursos humanos, financeiros e materiais; sobretudo, a desorganização dos dados de ocorrência de incêndios, comprometem a confiabilidade de estatísticas para o planejamento adequado de atividades preventivas e de combate;
- O maior número de incêndios atendidos pelo PREVFOGO é em terras indígenas e o principal tipo de vegetação atingida à nível nacional são os campos limpos;
- Não foram realizadas perícias para maioria das ocorrências, mas a principal provável causa dos incêndios florestais são “queimas para limpeza”;
- O país apresenta sazonalidade para ocorrência de incêndios, sendo o segundo semestre o período mais crítico;
- A determinação da eficiência de combate foi comprometida pela ausência de valores de área queimada nos registros. Entretanto, é notório o cenário crítico existente para a região Centro-Oeste, região que deve ser demandada maiores esforços para gestão do fogo.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

APs brasileiras apresentam carência de produção científica, tratando-se de aspectos relacionados aos incêndios florestais, que refletem em diversas lacunas de conhecimento a serem preenchidas em trabalhos futuros. Recomenda-se a criação de uma rede de cooperação entre pesquisadores da área, para o desenvolvimento de novos projetos. Unindo esforços científicos e facilitando o compartilhamento de infraestrutura e materiais, questões e construções conjuntas de planos estratégicos, podem ser mais facilmente respondidas e elaborados, respectivamente.

Constatou-se a falta de fiscalização em APs, brasileiras principalmente por dois motivos: i) incendiários é a 2º principal causa dos incêndios florestais e ii) as florestas brasileiras em sua maioria são sensíveis ao fogo e apresentaram-se como o segundo tipo de vegetação mais afetada pelos incêndios. É notório a necessidade de atividades de educação ambiental e estabelecimento de períodos críticos para realização de atividades de queima, principalmente para as comunidades que circundam estas áreas, que são as mais afetadas pela ocorrência de incêndios. Estas ações devem atender o perfil local, com metodologia direcionada ao público para que as intervenções obtenham sucesso. Deve haver maiores reforços, principalmente, para as brigadas que se encontram em zonas de transição entre o Cerrado e os ecossistemas sensíveis ao fogo, evitando com que as florestas reduzam a sua integralidade biológica por não apresentar condições adaptativas a passagem deste elemento.

Novos estudos caracterizando o perfil dos incêndios florestais, a nível de unidade federativa ou município, devem ser realizados para compreensão das expectativas em menor escala. Mas a descontinuidade dos dados do ROI (SISFOGO) é um empecilho para a visualização precisa dos perfis de incêndios florestais nacionais, sendo necessário o alinhamento das esferas que trabalham na área, para gerar estatísticas confiáveis sobre a presença do fogo nos ecossistemas. Como observado na revisão bibliométrica, há interesse internacional em contribuir na investigação sobre o assunto, podendo ser um importante aliado para o desenvolvimento de novos projetos. Os comentários declarados nos ROIs confirmam a necessidade da urgência de investimentos para tratar de incêndios florestais no país.

REFERÊNCIAS

- ADENEY, J. M.; CHRISTENSEN, N. L.; PIMM, S. L. Reserves protect against deforestation fires in the Amazon. **PLoS ONE**, v. 4, n. 4, p. e5014, 2009.
- ALENCAR, A. A. *et al.* Landscape fragmentation, severe drought, and the new Amazon forest fire regime. **Ecological Applications**, v. 25, n. 6, p. 1493–1505, 2015.
- ALVES, D. B.; ALVARADO, S. T. Variação espaço-temporal da ocorrência do Fogo nos biomas brasileiros com base na análise de protudos de sensoriamento remoto. **Geografia**, v. 44, n. 2, p. 321–345, 2018.
- ALVES, M. G.; CACHOEIRA, J. N. Manejo Integrado do Fogo. **Revista Opiniões**, p. 48–49, 2017.
- ANDERSON, L. O. *et al.* **Fire probability in South American protected areas august to october 2020**. São José dos Campos, SP: SEI/CEMADEN process: 01250.029118/2018-78/5761326, 2020.
- ANDRADE, C. F. *et al.* Fire regime in Southern Brazil driven by atmospheric variation and vegetation cover. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 295, p. 108194, 2020.
- ANTONGIOVANNI, M. *et al.* Chronic anthropogenic disturbance on Caatinga dry forest fragments. **Journal of Applied Ecology**, v. 57, n. 10, p. 1064–2074, 2020.
- ARAÚJO, F. M.; FERREIRA, L. G.; ARANTES, A. E. Distribution patterns of burned areas in the Brazilian biomes: an analysis based on satellite data for the 2002-2010 Period. **Remote Sensing**, v. 4, n. 7, p. 1929–1946, 2012.
- ARRUDA, F. V. *et al.* Trends and gaps of the scientific literature about the effects of fire on Brazilian Cerrado. **Biota Neotropica**, v. 18, n. 1, p. 20170426, 2018.
- ARTÉS, T. *et al.* A global wildfire dataset for the analysis of fire regimes and fire behaviour. **Scientific Data**, v. 6, n. 296, 29 dez. 2019.
- BATISTA, E. K. L. *et al.* An evaluation of contemporary savanna fire regimes in the Canastra National Park, Brazil: outcomes of fire suppression policies. **Journal of Environmental Management**, v. 205, p. 40–49, 2018.
- BATISTA, R. L. M. *et al.* Levantamento e representatividade das unidades de conservação do pantanal sulmatogrossense. **Revista Acta Ambiental Catarinense**, v. 16, n. 1/2, p. 33–45, 2020.
- BERNARD, E.; PENNA, L. A. O. Reclassification of protected areas in Brazil. **Conservation Biology**, v. 28, n. 4, p. 939–950, 2014.
- BONTEMPO, G. C. *et al.* Registro de Ocorrência de Incêndio (ROI): evolução, desafios e recomendações. **Biodiversidade Brasileira**, v. Ano 1, n. 2, p. 247–263, 2011.
- BRANDO, P. *et al.* Amazon wildfires: Scenes from a foreseeable disaster. **Flora**, v. 268, p.

151609, 2020a.

BRANDO, P. M. *et al.* The gathering firestorm in southern Amazonia. **Science Advances**, v. 6, n. 2, p. eaay1632, 2020b.

BRASIL. **Decreto Nº 23.793 de janeiro de 1934.** Institui o Código Florestal. Brasília, DF, 1934.

BRASIL. **Lei Nº 4.771 de 15 de setembro de 1965.** Institui o novo Código Florestal. Brasília, DF, 1965.

BRASIL. **Decreto Nº 97.635 de 10 de abril de 1989.** Regula o artigo 27 do Código Florestal e dispõe sobre a prevenção e combate a incêndio florestal, e dá outras providências. Brasília, DF, 1989.

BRASIL. **Decreto Nº 2.661 de 8 de julho de 1998.** Regulamenta o parágrafo único do art. 27 da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965 (código florestal), mediante o estabelecimento de normas de precaução relativas ao emprego do fogo em práticas agropastoris e florestal. Brasília, DF, 1998.

BRASIL. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000.** Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Ministério do Meio Ambiente. Brasília, DF, 2000.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.** Novo Código Florestal - Proteção da Vegetação Nativa. Brasília, DF, 2012.

BRITO, D. M. C. Áreas legalmente protegidas no Brasil: instrumento de gestão ambiental. **Planeta Amazônia: Revista Internacional de Direito Ambiental e Políticas Públicas**, n. 2, p. 37–57, 2010.

CAMPOS, R. F.; FÉLIX, L. A. G.; VASCONCELOS, F. C. W. Política ambiental brasileira: histórico legal da criação de áreas protegidas. **Revista Geográfica de América Central**, n. II semestre, p. 1–16, 2011.

CHAS-AMIL, M. L.; TOUZA, J.; PRESTEMON, J. P. Spatial distribution of human-caused forest fires in Galicia (NW Spain). **WIT Transactions on Ecology and the Environment**, v. 137, p. 247–258, 2010.

DOERR, S. H.; SANTÍN, C. Global trends in wildfire and its impacts: perceptions versus realities in a changing world. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 371, p. 20150345, 2016.

ELOY, L. *et al.* From fire suppression to fire management: advances and resistances to changes in fire policy in the savannas of Brazil and Venezuela. **Geographical Journal**, v. 185, n. 1, p. 10–22, 2019.

ELOY, L. *et al.* Fire management by traditional communities in Brazil. **Biodiversidade Brasileira**, v. 10, n. 1, p. 29, 2020.

ESCOBAR, H. Amazon fires clearly linked to deforestation, scientists say. **Science**, v. 365, n. 6456, p. 853, 2019.

FALLEIRO, R. M.; SANTANA, M. T.; BERNI, C. R. As contribuições do manejo Integrado do fogo para o controle dos incêndios florestais nas terras indígenas do Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, v. 6, n. 2, p. 88–105, 2016.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. Fire management global assessment. Rome: FAO, (Forest Paper, 151) 2007. 135 p.

FERRANTE, L. *et al.* Brazil's biomes threatened: president Bolsonaro lied to the world. **Ecology & evolution**, n. October, p. 2–6, 2020.

FERREIRA, M. C. *et al.* Collapse of national protected areas in Brazil: the example of Minas Gerais State. **PARKS**, v. 26, n. 2, p. 59–66, 2020.

FIDELIS, A.; PIVELLO, V. Deve-se usar o fogo como instrumento de manejo no Cerrado e Campos Sulinos? **Biodiversidade Brasileira**, v. Ano I, n. 2, p. 12–25, 2011.

FIEDLER, N. C.; MERLO, D. A.; MEDEIROS, M. B. DE. Ocorrência de incêndios florestais no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, Goiás. **Ciência Florestal**, v. 16, n. 2, p.153-161, 2006.

FONSECA, C. A.; VENTICINQUE, E. M. Biodiversity conservation gaps in Brazil: A role for systematic conservation planning. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 16, n. 2, p. 61-67, 2018.

GIEHL, E. L. H. *et al.* Scientific evidence and potential barriers in the management of Brazilian protected areas. **PLoS ONE**, v. 12, n. 1, e0169917, 2017.

GOMES, L. *et al.* Effects and behaviour of experimental fires in grasslands, savannas, and forests of the Brazilian Cerrado. **Forest Ecology and Management**, v. 458, p. 117804, 2020.

HARDESTY, J.; MYERS, R.; FULKS, W. Fire, ecosystems and people: a preliminary assessment of fire as a global conservation issue. **Fire Management**, v. 22, n. 4, p. 78–87, 2005.

HARDIMAN, S. C. *et al.* The impact of strong El Niño and La Niña events on the north atlantic. **Geophysical Research Letters**, v. 46, n. 5, p. 2874–2883, 2019.

HELENE, A. F.; RIBEIRO, P. L. Brazilian scientific production, financial support, established investigators and doctoral graduates. **Scientometrics**, v. 89, n. 2, p. 677–686, 2011.

HIROTA, M. *et al.* Global resilience of tropical forest and savanna to critical transitions. **Science**, v. 334, n. 6053, p. 232–235, 2011.

HOFFMANN, W. A. *et al.* Fuels or microclimate? Understanding the drivers of fire feedbacks at savanna-forest boundaries. **Austral Ecology**, v. 37, n. 6, p. 634–643, 2012.

INPE. **Programa Queimadas - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**. Disponível em:

<<http://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/aqlkm/>>. Acesso em: 1 fev. 2021.

IUCN, I. U. FOR C. OF N. **About - Protected Areas | IUCN**. Disponível em: <<https://www.iucn.org/theme/protected-areas/about>>. Acesso em: 10 nov. 2020.

JACQUES, A. V. A. A queima das pastagens naturais: efeitos sobre o solo e a vegetação. **Ciência Rural**, v. 33, n. 1, p. 177–188, 2003.

JESUS, J. B. DE *et al.* Análise da incidência temporal, espacial e de tendência de fogo nos biomas e unidades de conservação do Brasil. **Ciência Florestal**, v. 30, n. 1, p. 176–191, 2020.

JUÁREZ-OROZCO, S. M.; SIEBE, C.; FERNÁNDEZ Y FERNÁNDEZ, D. Causes and effects of forest fires in tropical rainforests: A bibliometric approach. **Tropical Conservation Science**, v. 10, p. 1–14, 2017.

KHUDZARI, J. MD. *et al.* Bibliometric analysis of global research trends on microbial fuel cells using Scopus database. **Biochemical Engineering Journal**, v. 136, p. 51–60, 2018.

LIBONATI, R. *et al.* Rescue Brazil’s burning Pantanal wetlands. **Nature**, v. 588, n. 7837, p. 217–219, 2020.

LIESENFELD, M. V. A.; VIEIRA, G.; MIRANDA, I. P. DE A. Ecologia do fogo e o impacto na vegetação da Amazônia. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 36, n. 88, p. 505–517, 2017.

LIMA, A. *et al.* Land use and land cover changes determine the spatial relationship between fire and deforestation in the Brazilian Amazon. **Applied Geography**, v. 34, p. 239–246, 1 maio 2012.

LIMA, G. S. *et al.* Avaliação da eficiência de combate aos incêndios florestais em unidades de conservação Brasileiras. **Floresta**, v. 48, n. 1, p. 113–122, 2018.

LUCAS, F. M. F.; KOVALSYKI, B.; TETTO, A. F. Incêndios Florestais: a realidade sobre o fogo que consome o Brasil. **Campo & Negócios - Floresta**, p. 20–25, nov. 2020.

LUIS, É. *et al.* **Dinâmica agrícola no Cerrado: análises e Projeções**. Brasília, DF: Embrapa, 2020, 308p.

MACHADO NETO, A. DE P. *et al.* Avaliação dos focos de calor e da fórmula de Monte Alegre no parque Nacional da Chapada dos Guimarães. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 37, n. 92, p. 535–543, 2017.

MARCHESAN, J. *et al.* Risco de incêndios na estação ecológica do Taim, Rio Grande do Sul. **Nativa**, v. 8, n. 1, p. 112–117, 2020.

MATOS, D. G. G. DE. Áreas naturais protegidas: panorama global e novos desafios. **Revista Eletrônica do Prodepa**, v. 5, n. 2, p. 88–94, 2010.

MEDEIROS, M. B. DE; FIEDLER, N. C. Incêndios florestais no parque nacional da Serra da Canastra: desafios para a conservação da biodiversidade. **Ciência Florestal**, v. 14, n. 2, p. 157–168, 2004.

- MEDEIROS, R. Evolução das tipologias e categorias de áreas protegidas no Brasil. **Ambiente e Sociedade**, v. 9, n. 1, p. 41–64, 2006.
- MENEZES, G. S. C.; CAZETTA, E.; DODONOV, P. Vegetation structure across fire edges in a Neotropical rain forest. **Forest Ecology and Management**, v. 453, p. 117587, 2019.
- MENG, R.; ZHAO, F. Remote sensing of fire effects: A review for recent advances in burned area and burn severity mapping. In: **Remote Sensing of Hydrometeorological Hazards**. Boca Raton, FL. p. 261–281, 2017.
- MONTOYA, F. G. *et al.* A fast method for identifying worldwide scientific collaborations using the Scopus database. **Telematics and Informatics**, v. 35, n. 1, p. 168–185, 1 abr. 2018.
- MORAES, C. A.; OLIVEIRA, M. A. T.; BEHLING, H. Late Holocene climate dynamics and human impact inferred from vegetation and fire history of the Caatinga, in Northeast Brazil. **Review of Palaeobotany and Palynology**, v. 282, p. 10429, 2020.
- MORAIS, J. C. M. Fighting Forest Fires in Brazil. In: **Proceedings of the Fourth International Symposium on Fire Economics, Planning, and Policy: Climate Change and Wildfires**. Gen. Tech. Rep. Albany, CA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, p. 179–190, 2013.
- MORELO, T. F. *et al.* Predicting fires for policy making: improving accuracy of fire brigade allocation in the Brazilian Amazon. **Ecological Economics**, v. 169, p. 10650, 2020.
- MYERS, R. L. **Living with fire - sustaining ecosystems & livelihoods through integrated fire management**. The Nature Conservancy Global Fire Initiative, Tallahassee, FL: 2006, 36p.
- NUNES, A. *et al.* Principais causas dos incêndios florestais em Portugal: variação espacial no período 2001/12. **Territorium**, v. 21, p. 135–146, 2014.
- OLIVEIRA, A. P. C.; BERNARD, E. The financial needs vs. the realities of in situ conservation: an analysis of federal funding for protected areas in Brazil's Caatinga. **Biotropica**, v. 49, n. 5, p. 745–752, 2017.
- OLIVEIRA JÚNIOR, F. J. *et al.* Relação entre o Standardized Precipitation Index (SPI) e os Relatórios de Ocorrência de Incêndios (ROI) no Parque Nacional do Itatiaia. **Floresta e Ambiente**, v. 24, e20160031, 2017.
- OLIVEIRA, P. C.; SILVA, F. H. B.; CUNHA, C. N. DA. Effect of fire on the soil seed bank of neotropical grasslands in the pantanal wetland. **Oecologia Australis**, v. 23, n. 4, p. 904–916, 2019.
- OLIVEIRA, U. *et al.* Biodiversity conservation gaps in the Brazilian protected areas. **Scientific Reports**, v. 7, n. 1, p. 9141, 2017.
- PAUSAS, J. G.; KEELEY, J. E. Wildfires as an ecosystem service. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 17, n. 5, p. 289–295, 2019.

- PEREIRA, R. S. *et al.* Metanálise como instrumento de pesquisa: uma revisão sistemática dos estudos bibliométricos em administração. **Revista de Administração Mackenzie**, v. 20, n. 5, 2019.
- PRESTEMON, J. P. *et al.* **Wildfire Ignitions: A Review of the Science and Recommendations for Empirical Modeling**. Gen. Tech. Rep. SRS-171, Asheville, NC: U.S. Department of Agriculture Forest Service, 2013, 20p.
- PRICE, O. F.; RUSSELL-SMITH, J.; WATT, F. The influence of prescribed fire on the extent of wildfire in savanna landscapes of western Arnhem Land, Australia. **International Journal of Wildland Fire**, v. 21, n. 3, p. 297–305, 2012.
- PRUDENTE, T. D.; ROSA, R. Detecção de incêndios florestais no parque nacional da chapada dos 1 veadeiros e área de entorno. **Caminhos de Geografia**, v. 11, n. 35, p. 209–221, 2010.
- RAMSEY, G. S.; HIGGINS, D. G. **Canadian forest fire statistics**. Information ed. Canadian Forestry Service, Petawawa National Forestry Institute, Chalk River, Ontario, 1986, 148p.
- RAVELLI, A. P. X. *et al.* A produção do conhecimento em enfermagem e envelhecimento: estudo bibliométrico. **Texto & Contexto - Enfermagem**, v. 18, n. 3, p. 506–512, 2009.
- REIS, S. M. *et al.* Post-fire dynamics of the woody vegetation of a savanna forest (Cerradão) in the Cerrado-Amazon transition zone. **Acta Botanica Brasílica**, v. 29, n. 3, p. 408–416, 2015.
- REYNAUD, P. D.; TODESCAT, M. Avaliação de desempenho humano na esfera pública: estado da arte na literatura internacional e nacional. **REGE - Revista de Gestão**, v. 24, n. 1, p. 85–96, 2017.
- ROCHA-SANTOS, L. *et al.* The shrinkage of a forest: Landscape-scale deforestation leading to overall changes in local forest structure. **Biological Conservation**, v. 196, p. 1–9, 2016.
- RODRIGUES, K. *et al.* Impactos pós-fogo na regeneração natural em um fragmento de floresta ombrófila aberta no município de Areia, Paraíba, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 9, n. 3, p. 257–264, 2011.
- RYLANDS, A. B.; BRANDON, K. Brazilian protected areas. **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 612–618, 2005.
- SAMPAIO, E. V. S. B.; SALCEDO, I. H.; KAUFFMAN, J. B. Effect of different fire severities on coppicing of Caatinga vegetation in Serra Talhada, PE, Brazil. **Biotropica**, v. 25, n. 4, p. 252–260, 1993.
- SANTANA, L. D. *et al.* Impact on soil and tree community of a threatened subtropical phytophysiology after a forest fire. **Folia Geobotanica**, v. 55, p. 81–93, 2020a.
- SANTANA, N. C. *et al.* Comparison of post-fire patterns in Brazilian savanna and tropical forest from remote sensing time series. **ISPRS International Journal of Geo-Information**, v. 9, n. 11, p. 659, 2020b.
- SANTANA, R. O.; DELGADO, R. C.; SCHIAVETTI, A. The past, present and future of

vegetation in the Central Atlantic Forest Corridor, Brazil. **Remote Sensing Applications: Society and Environment**, v. 20, p. 100357, 2020.

SANTOS, J. F. C. *et al.* Wildfires as a major challenge for natural regeneration in Atlantic Forest. **Science of the Total Environment**, v. 650, p. 809–821, 2019.

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**, v. 36, n. 1, p. 93-100, 2006.

SANTOS, W. DE S.; SOUTO, P. C.; SOUTO, J. S. Estimativa de risco de incêndios florestais em unidades de conservação no bioma caatinga no estado da Paraíba, Brasil. **Nativa**, v. 5, n. 6, p. 440–445, 2017.

SCHERL, L.; WILSON, A.; WILD, R. **As áreas protegidas podem contribuir para a redução da pobreza? Oportunidades e limitações**. Gland, Suíça e Cambridge, Reino Unido: International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, 2006, 60p.

SCHMIDT, I. B. *et al.* Implementação do programa piloto de manejo integrado do fogo em três unidades de conservação do Cerrado. **Biodiversidade Brasileira**, v. 6, p. 55–70, 2016.

SCHMIDT, I. B.; ELOY, L. Fire regime in the Brazilian savanna: recent changes, policy and management. **Flora: Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants**, v. 268, May, 151613, 2020.

SILVA, A. C. *et al.* Incêndios florestais no Parque Nacional da Serra da Canastra e a implementação de manejo integrado do fogo. **ForScience**, v. 6, n. 2, e00404, 2018a.

SILVA, S. S. *et al.* Dynamics of forest fires in the southwestern Amazon. **Forest Ecology and Management**, v. 424, p. 312–322, 2018b.

SILVA, E. C. G. *et al.* Análise temporal da ocorrência de incêndios florestais nas Américas e Região do Caribe. **Nativa**, v. 6, n. 5, p. 491–497, 2018c.

SILVA JUNIOR, C. A. *et al.* Persistent fire foci in all biomes undermine the Paris Agreement in Brazil. **Scientific Reports**, v. 10, p. 16246, 2020.

SILVA, T. C. *et al.* Non-timber forest products in brazil: a bibliometric and a state of the art review. **Sustainability (Switzerland)**, v. 12, n. 17, p. 7151, 2020.

SOARES, R. V.; BATISTA, A. C.; TETTO, A. F. **Incêndios florestais: controle, efeitos e uso do fogo**. 2 ed. Curitiba, 2017, 255p.

SOBRAL-SOUZA, T. *et al.* Efficiency of protected areas in Amazon and Atlantic Forest conservation: a spatio-temporal view. **Acta Oecologica**, v. 87, p. 1–7, 2018.

TEBALDI, A. L. C. *et al.* Ações de prevenção e combate aos incêndios florestais nas unidades de conservação estaduais do Espírito Santo. **Floresta e Ambiente**, v. 20, n. 4, p. 538–549, 2013.

TEBALDI, A. L. C.; FIEDLER, N. C.; DIAS, H. M. Vulnerability and management of protected areas from the state of Espírito Santo, Brazil. **Floresta e Ambiente**, v. 19, n. 3, p.

267–276, 2012.

TETTO, A. F. *et al.* Incêndios florestais atendidos pela Klabin do Paraná no período de 1965 a 2009. **Cerne**, v. 21, n. 3, p. 345–351, 2015.

THOMAS, B. L.; FOLETO, E. M. A evolução da legislação ambiental no âmbito das áreas protegidas brasileiras. **Revista Eletrônica do Curso de Direito da UFSM**, v. 8, p. 734–745, 2013.

TORRES, F. T. P. *et al.* Mapeamento da suscetibilidade a ocorrências de incêndios em vegetação na área urbana de Ubá-MG. **Revista árvore**, v. 38, n. 5, p. 811–817, 2014.

TORRES, F. T. P. *et al.* Perfil dos incêndios florestais em unidades de conservação brasileiras no período de 2008 a 2012. **Floresta**, v. 46, n. 4, p. 531–541, 2016.

VAN RAAN, A. F. J. Advances in bibliometric analysis: research performance assessment and science mapping. W. Blockmans, L. Engwall, D. Weaire (Eds.), **Bibliometrics: use and abuse in the review of research performance**. Wenner-Gren International Series, Portland Press Ltd., London. p. 17-28, 2014.

VAN WILGEN, B. W.; GOVENDER, N.; BIGGS, H. C. The contribution of fire research to fire management: a critical review of a long-term experiment in the Kruger National Park, South Africa. **International Journal of Wildland Fire**, v. 16, n. 5, p. 519–530, 2007.

VIGANÓ, H. H. DA G. *et al.* Previsão e modelagem das ocorrências de incêndios no Pantanal. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 33, n. 2, p. 306–316, 2018.

VOSGERAU, J. L. *et al.* Avaliação dos registros de incêndios florestais do estado do Paraná no período de 1991 a 2001. **Floresta**, v. 36, n. 1, p. 23–32, 2006.

WAGNER, F. H. *et al.* Mapping Atlantic rainforest degradation and regeneration history with indicator species using convolutional network. **PloS one**, v. 15, n. 2, e0229448, 2020.

WHITE, B. L. A.; WHITE, L. A. S. Queimadas controladas e incêndios florestais no estado de Sergipe, Brasil, entre 1999 e 2015. **Floresta**, v. 46, n. 4, p. 561–570, 2017.

APÊNDICE 1 – CHAVE DE BUSCA

Authors,Title,Link (TITLE-ABS-KEY ("fire distribution" OR wildfires OR "fire in forests" OR "forest fire" OR fire OR fogo OR "incêndios florestais" OR "burned area detection" OR "burned areas" OR "áreas queimadas" OR queimadas) AND TITLE-ABS-KEY ("unidades de conservação" OR "conservation units" OR "unidade de conservação" OR "conservation unit" OR "nature preserve" OR "protected areas" OR "natural protected areas" OR "conservation units" OR "conservations units" OR "unidade de conservação" OR "unidades de conservação" OR parque OR park OR reservas OR reserva OR "área protegida" OR "área natural protegida" OR "environmental protection área" OR "área de proteção ambiental" OR "area de protecao ambiental" OR "area of relevant ecological interest" OR "área de relevante interesse ecológico" OR "area de relevante interesse ecologico" OR "estação ecológica" OR "estacao ecologica" OR "ecological station" OR "floresta nacional" OR "national forest" OR "parque nacional" OR "nacional park" OR "refúgio de vida silvestre" OR "refugio de vida silvestre" OR "wildlife refuge" OR "reserva biológica" OR "reserva biologica" OR "biological reserve" OR "sustainable development reserve" OR "reserva de desenvolvimento sustentável" OR "reserva de desenvolvimento sustentável" OR "extractive reserve" OR "reserva extrativista" OR "reserva particular do patrimônio natural" OR "reserva particular do patrimonio natural" OR "private nature reserve" OR "proteção integral" OR "protecao integral" OR "integral protection" OR "sustainable use" OR "uso sustentável" OR "uso sustentavel" OR quilombolas OR quilumbolas OR "indigenous land" OR "terra indígena" OR "terra indigena") AND TITLE-ABS-KEY (acre OR alagoas OR amapá OR amapa OR amazonas OR bahia OR ceará OR ceara OR "Distrito Federal" OR "Espírito Santo" OR "Espirito Santo" OR goiás OR goias OR maranhão OR maranhao OR "Mato Grosso" OR "Mato Grosso do Sul" OR "Minas Gerais" OR pará OR para OR paraná OR parana OR paraíba OR paraiba OR pernambuco OR piauí OR piaui OR "Rio de Janeiro" OR "Rio Grande do Norte" OR "Rio Grande do sul" OR rondônia OR rondonia OR roraima OR "Santa Catarina" OR "São Paulo" OR "Sao Paulo" OR sergipe OR tocantis OR brasil OR brazil) AND (EXCLUDE (PUBYEAR , 2020))

APÊNDICE 2 – LISTA DE INSTITUIÇÕES

Instituições de pesquisa	Número de publicações envolvidas
Universidade de Brasília	26
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais	12
Universidade Federal de Viçosa	12
Universidade Federal do Rio de Janeiro	9
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade	8
Universidade Federal de São Carlos	8
University of London	7
Lancaster University	7
Universidade Federal do Paraná	7
Universidade Federal de Goiás	6
Universidade Federal de Lavras	6
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária	5
Universidade de Lisboa	5
Universidade de São Paulo - USP	4
Universidade Estadual de Feira de Santana	4
Universidade Federal de Mato Grosso	4
Universidade Federal de Minas Gerais	4
Universidade Federal de Sergipe	4
Université de Montpellier	4
Woods Hole Research Center	4
CNRS Centre National de la Recherche Scientifique	3
Universidade Federal do Espírito Santo	3
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis IBAMA	3
Instituto De Pesquisas Jardim Botânico Do Rio De Janeiro	3
Instituto Federal Sul de Minas	3
Instituto Florestal do Estado de São Paulo	3
Instituto Nacional de Pesquisas Da Amazonia	3
Universidade do Estado de Mato Grosso	3
Universidade Estadual de Campinas	3
Universidade Federal de Uberlândia	3
Universidade Federal do Rio Grande do Sul	3
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro	3
Acteurs Ressources et Territoires dans le Développement	2
Associação das Comunidades Quilombolas dos Rios Novo	2

Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia	2
IRD Institut de Recherche pour le Developpement	2
Open University	2
Universidad de Zaragoza	2
Universidad Simón Bolívar	2
Universidade Estadual Paulista	2
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul	2
Universidade Federal de Ouro Preto	2
Universidade Federal do ABC	2
Universidade Federal do Acre	2
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri	2
Universidade Federal Rural do Semi-Arido	2
University of Cambridge	2
University of East Anglia	2
Analista Ambiental da Veracel Celulose S.A.	1
Assis State Forest	1
C. P. 15	1
Center for International Forestry Research West Java	1
Centro	1
Charles Darwin University	1
Consejo Superior de Investigaciones Científicas	1
CSIC-GV-UV - Centro de Investigaciones sobre Desertificacion CIDE	1
Departamento de Zoneamento Territorial	1
Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit GTZ GmbH	1
Duke University	1
Eastern Goiás State	1
Escola Estadual Dona Francisca Josina	1
Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável	1
Fundação Oswaldo Cruz	1
GTMO	1
Hiparc Geotecnologia Ltda.	1
Indiana University Bloomington	1
Instituto Biotrópicos Praça JK	1
Instituto de Observação da Terra	1
Instituto Estadual de Meio Ambiente - ES	1
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco	1
Instituto Federal do Espírito Santo	1
Max Planck Institute for Chemistry	1

Monsanto do Brasil Ltda	1
Museu Paraense Emilio Goeldi	1
Museum National d'Histoire Naturelle	1
PEQUI	1
Pontificia Universidade Catolica do Parana	1
Pontificia Universidade Catolica do Rio Grande do Sul	1
Prefeitura Municipal de Paraisópolis	1
Remote Sensing Solutions GmbH	1
Rumo Ambiental Consultoria e Serviços Ltda	1
Secretaria de Estado da Educação	1
Smithsonian Tropical Research Institute	1
South Dakota State University	1
Universidade Estadual de Roraima	1
The University of Arizona	1
Universidad Técnica Estatal de Quevedo	1
Universidade de São	1
Universidade Estadual de Santa Cruz	1
Universidade Estadual do Norte Fluminense	1
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia	1
Universidade Federal de Alfenas	1
Universidade Federal de Pernambuco	1
Universidade Federal do Oeste do Pará UFOPA	1
Universidade Federal do Para	1
Universidade Federal Rural de Pernambuco	1
Universidade São Judas Tadeu	1
Universität Freiburg im Breisgau	1
Universität Göttingen	1
University of California	1
University of Hawai'i at Mānoa	1
University of Leeds	1
University of Liverpool	1
University of Stirling	1
University of Witwatersrand	1
USDA Forest Service International Institute of Tropical Forestry	1
Virginia Polytechnic Institute and State University	1

APÊNDICE 3 – PERÍODICOS UTILIZADOS

Periódico	Número de publicações
Acta Botânica Brasílica	10
Ciência Florestal	7
Floresta	6
Cerne	5
Floresta e Ambiente	5
Plos One	5
Oecologia Australis	4
Scientia Forestalis	4
Plant Ecology	3
Revista Brasileira de Botânica	3
Anuário Do Instituto de Geociencias	2
Biodiversity and Conservation	2
Geographical Journal	2
Journal of Applied Ecology	2
Journal of Environmental Management	2
Remote Sensing	2
Revista Árvore	2
Revista Brasileira De Ornitologia	2
Science of The Total Environment	2
Zoologia	2
Ambiente E Sociedade	1
Ambio	1
Anais Da Academia Brasileira De Ciências	1
Atmospheric Environment	1
Austral Ecology	1
Biological Conservation	1
Biota Neotropica	1
Biotropica	1
Brazilian Journal of Biology	1
Desenvolvimento e Meio Ambiente	1
Diversity and Distributions	1
Ecological Economics	1
Ecology	1
Edinburgh Journal of Botany	1
Environmental Earth Sciences	1

Environmental Management	1
Espacios	1
Flora Morphology Distribution Functional Ecology Of Plants	1
Forest Ecology And Management	1
Forests	1
Geociencias Sao Paulo	1
Holocene	1
International Geoscience and Remote Sensing Symposium IGARSS	1
International Journal of Geographical Information Science	1
International Journal of Remote Sensing	1
Journal For Nature Conservation	1
Journal of Biogeography	1
Journal of Peasant Studies	1
Journal of Vegetation Science	1
Landscape Ecology	1
Mammalia	1
Neotropical Biology and Conservation	1
New Forests	1
ORYX	1
Ornitologia Neotropical	1
Philosophical Transactions of The Royal Society B Biological Sciences	1
Plant and Soil	1
Proceedings of SPIE The International Society for Optical Engineering	1
Ra E GA - O Espaço Geográfico Em Análise	1
Remote Sensing of Environment	1
Revista De Biologia Tropical	1
Salamandra	1
Society and Natural Resources	1
Systematics and Biodiversity	1
Tree Physiology	1
Unasylva	1
Vibrant Virtual Brazilian Anthropology	1

APÊNDICE 4 – LISTA DE AUTORES

Autor	Número de Publicações
Schmidt I.B.	6
Eloy L.	5
Mistry J.	5
Batalha M.A.	4
Batista A.C.	4
Lima G.S.	4
Miranda H.S.	4
Soares R.V.	4
Tetto A.F.	4
Torres F.T.P.	4
Tubelis D.P.	4
Acerbi F.W.	3
Barlow J.	3
Conceição A.A.	3
de Carvalho Júnior O.A.	3
Durigan G.	3
Ferreira M.C.	3
Martins S.V.	3
Pereira A.A.	3
Pereira J.A.A.	3
Ribeiro G.A.	3
Ribeiro G.T.	3
White B.L.A.	3
Alencar A.	2
Almeida R.M.	2
Aximoff I.	2
Barros D.A.	2
Berardi A.	2
Bilbao B.A.	2
Borges S.L.	2
Braga J.M.A.	2
Brown I.F.	2
Carmenta R.	2
Costa A.d.G.	2
da Silva Júnior M.R.	2
da Silva A.F.	2
de Camargos V.L.	2
Dias P.A.	2
do Vale V.S.	2
Félix G.d.A.	2
Fiedler N.C.	2

Autor	Número de Publicações
Figueira J.E.C.	2
França H.	2
Gomes R.A.T.	2
Guimarães R.F.	2
Martins C.R.	2
Medeiros M.B.	2
Morelli F.	2
Nunes J.R.S.	2
Pedroni F.	2
Peixoto K.d.S.	2
Pereira A.C.	2
Peres C.A.	2
Prada M.	2
Ribeiro K.T.	2
Ribeiro M.N.	2
Sampaio A.B.	2
Sanchez M.	2
Schiavini I.	2
Scolforo J.R.S.	2
Silva I.A.	2
Silva S.S.d.	2
Silva-Lima L.	2
Adeney J.M.	1
Alvarado S.T.	1
Alvarez C.R.d.S.	1
Alves Pereira J.A.	1
Alves D.B.	1
Amacher G.S.	1
Anderson L.O.	1
Andrade B.O.	1
Andrade R.B.	1
Andrade S.	1
Araújo Filho R.N.	1
Archibald S.	1
Aubertin C.	1

Autor	Número de publicações
Bacani V.M.	1
Barbosa M.R.	1
Barradas A.C.S.	1
Batista E.K.L.	1
Behling H.	1
Benchimol M.	1
Berg C.V.D.	1
Berlinck C.N.	1
Birckolz C.J.	1
Blackburn G.A.	1
Boldrini I.I.	1
Bonilha C.L.	1
Borges J.B.	1
Borges M.A.	1
Borghetti F.	1
Borini Alves D.	1
Bosgiraud M.	1
Bowman M.S.	1
Brando P.	1
Braz M.I.G.	1
Breyer L.M.	1
Brondízio E.S.	1
Bunnefeld L.	1
Buratto M.G.	1
Calil F.N.	1
Camacho D'Andrea G.	1
Carmo F.M.d.S.	1
Carrijo M.G.G.	1
Chlad R.	1
Christensen N.L.	1
Cianciaruso M.V.	1
Cipriani H.N.	1
Cochrane M.A.	1
Coe M.	1
Coimbra C.E.A.	1
Condé T.M.	1
Costa E.P.	1
Coudel E.	1
Da Silva Neves S.M.A.	1

Autor	Número de publicações
Da Silva D.M.	1
Daldegan G.A.	1
Damascena L.S.	1
Dantas A.A.A.	1
Davies G.	1
De Jacorno A.T.A.	1
De Jesus Parada N.	1
De L. Dantas V.	1
De Melo A.C.G.	1
De Sassi C.	1
De Senna Carneiro T.G.	1
De Silva U.S.R.D.	1
De Souza Neves L.F.	1
Delitti W.B.C.	1
Dent D.H.	1
Dias H.M.	1
Dias L.S.d.O.	1
Dias M.M.	1
Diniz I.R.	1
Diniz J.A.F.	1
Dos Reis A.A.	1
Dos Santos R.L.R.	1
Drummond L.d.O.	1
Eugenio F.C.	1
Facure K.G.	1
Fagundes G.M.	1
Fearnside P.M.	1
Felfili J.M.	1
Fernandes M.d.C.	1
Ferreira E.	1
Ferreira G.B.	1
Ferreira M.P.	1
Ferreira P.M.A.	1
Fidelis A.	1
Fieker C.Z.	1
Fonseca G.D.F.M.	1
Fontes Guimaraes R.	1
Franca H.	1
White L.A.S.	1

ANEXO 1 – REGISTRO DE OCORRÊNCIA DE INCÊNDIO



REGISTRO DE OCORRÊNCIA DE INCÊNDIO



MUNICÍPIO: _____
 DISTRITO/BAIRRO: _____ UF: _____ ROI: _____

I - LOCALIZAÇÃO DO INCÊNDIO

Especificação do local: _____		
Áreas Protegidas: <input type="checkbox"/> Terra Indígena <input type="checkbox"/> Unidade de Conservação		
<input type="checkbox"/> Federal	<input type="checkbox"/> Municipal	<input type="checkbox"/> Dentro
<input type="checkbox"/> Estadual	<input type="checkbox"/> RPPN	<input type="checkbox"/> Entorno
Áreas públicas e particulares:		
<input type="checkbox"/> Comunidade Tradicional	<input type="checkbox"/> Floresta Pública	
<input type="checkbox"/> Área Florestal	<input type="checkbox"/> Área Urbana	
<input type="checkbox"/> Propriedade Rural	<input type="checkbox"/> Projeto de Assentamento	
<input type="checkbox"/> Outros: _____		
Início do incêndio: Latitude _____ Longitude _____		
ATENÇÃO: PONTOS DEVEM SER MARCADOS EM SISTEMA DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS E DATUM SAD 69.		

II - DADOS DO COMBATE

Detecção:		
<input type="checkbox"/> Transeunte/visitante	<input type="checkbox"/> Morador do município	<input type="checkbox"/> Durante combate
<input type="checkbox"/> Ponto de observação	<input type="checkbox"/> Monitoramento por satélite	<input type="checkbox"/> Ronda
<input type="checkbox"/> Polícia	<input type="checkbox"/> Funcionário Público	<input type="checkbox"/> Assentado/Proprietário
<input type="checkbox"/> Outro (especificar): _____		
Etapas do combate		Forma de extinção
	dia mês ano horas	
Início do incêndio		<input type="checkbox"/> Combate direto
Detecção		
Primeiro ataque		<input type="checkbox"/> Combate indireto
Controle		
Extinção		<input type="checkbox"/> Extinção natural
Dificuldades no combate (descrever): _____		

III - PROVÁVEIS CAUSAS

Acidente <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Confecção de aço</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Cabo de alta tensão</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Fagulha de máquinas</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Fagulha transportada pelo vento</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Reignição</td></tr> </table>	<input type="checkbox"/>	Confecção de aço	<input type="checkbox"/>	Cabo de alta tensão	<input type="checkbox"/>	Fagulha de máquinas	<input type="checkbox"/>	Fagulha transportada pelo vento	<input type="checkbox"/>	Reignição	Extratativismo <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Caça</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Extração de mel</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Extração de espécie vegetal</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Extração de madeira</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Limpeza de área para mineração</td></tr> </table>	<input type="checkbox"/>	Caça	<input type="checkbox"/>	Extração de mel	<input type="checkbox"/>	Extração de espécie vegetal	<input type="checkbox"/>	Extração de madeira	<input type="checkbox"/>	Limpeza de área para mineração
<input type="checkbox"/>	Confecção de aço																				
<input type="checkbox"/>	Cabo de alta tensão																				
<input type="checkbox"/>	Fagulha de máquinas																				
<input type="checkbox"/>	Fagulha transportada pelo vento																				
<input type="checkbox"/>	Reignição																				
<input type="checkbox"/>	Caça																				
<input type="checkbox"/>	Extração de mel																				
<input type="checkbox"/>	Extração de espécie vegetal																				
<input type="checkbox"/>	Extração de madeira																				
<input type="checkbox"/>	Limpeza de área para mineração																				

Atividade agropecuária		Outras causas	
<input type="checkbox"/>	Limpeza de área para cultivo	<input type="checkbox"/>	Indeterminado
<input type="checkbox"/>	Renovação de pastagem natural	<input type="checkbox"/>	Fogos de artifício
<input type="checkbox"/>	Renovação de pastagem plantada	<input type="checkbox"/>	Fogueira de acampamento
<input type="checkbox"/>	Queima de cana-de-açúcar	<input type="checkbox"/>	Litígio com órgão ambiental
<input type="checkbox"/>	Queima de restos de exploração	<input type="checkbox"/>	Queda de balão
<input type="checkbox"/>	Queima de lixo	<input type="checkbox"/>	Ritual religioso
Causas naturais		<input type="checkbox"/>	Vandalismo
<input type="checkbox"/>	Descarga elétrica de raio	<input type="checkbox"/>	Outros:

IV - PROVÁVEL CAUSADOR OU AGENTE CAUSAL

<input type="checkbox"/>	Indeterminado	<input type="checkbox"/>	Garimpeiro
<input type="checkbox"/>	Descarga elétrica (raio)	<input type="checkbox"/>	Incendiário/Piromaniaco
<input type="checkbox"/>	Descarga elétrica (rede de alta tensão)	<input type="checkbox"/>	Invasor
<input type="checkbox"/>	Assentado	<input type="checkbox"/>	Madeireiro
<input type="checkbox"/>	Baloneiro	<input type="checkbox"/>	Morador do entorno
<input type="checkbox"/>	Brigadista	<input type="checkbox"/>	Motorista/Operador de máquina
<input type="checkbox"/>	Caçador	<input type="checkbox"/>	Pescador
<input type="checkbox"/>	Coletor de mel	<input type="checkbox"/>	Posseiro/Assentado
<input type="checkbox"/>	Criança	<input type="checkbox"/>	Religioso
<input type="checkbox"/>	Empresa florestal	<input type="checkbox"/>	Transeunte/Turista
<input type="checkbox"/>	Extrativista vegetal	<input type="checkbox"/>	Trabalhador rural
<input type="checkbox"/>	Festeiro (uso de fogos de artifício)	<input type="checkbox"/>	Outros:
<input type="checkbox"/>	Funcionário do estado/município		

V - DANOS

Estimativa de área queimada:	Vegetação atingida:	
_____ ha	<input type="checkbox"/>	Mata ou floresta nativa
Animais mortos:	<input type="checkbox"/>	Floresta cultivada
_____	<input type="checkbox"/>	Pastagem nativa ou campo limpo
_____	<input type="checkbox"/>	Pastagem cultivada
Estruturas atingidas:	<input type="checkbox"/>	Área degradada ou capoeira
_____	<input type="checkbox"/>	Vegetação arbustiva
_____	<input type="checkbox"/>	Brejo, várzea ou vereda
	Outras vegetações atingidas:	

OBSERVAÇÕES

Responsável (Nome legível): _____ Data: _____

ANEXO 2 – EXEMPLO DE ROI E METODOLOGIA UTILIZADA

Código de identificação do incêndio

Forma de Extinção do incêndio

Abordagem de combate utilizada

	A	B	C	D	E	O	P	S	T	U	V
1	SEQ. OC.	NÍVEL	TIPO LOCALIDADE	LOCALIDADE	UF	FORMA EXTINÇÃO	PERICIA	TIPO COMBATENTE	QTD CC	ABORDAGEM	OUTRO
11306	15622	Nível 1	TERRA ÍNDIGENA	TENHARIM MARMELOS	AM	Combate direto	NÃO	BRIGADISTA LOCAL	5	Controle	
17403	15622	Nível 1	TERRA ÍNDIGENA	TENHARIM MARMELOS	AM	Combate indireto	NÃO	BRIGADISTA LOCAL	5	Controle	
21419	15622	Nível 1	TERRA ÍNDIGENA	TENHARIM MARMELOS	AM	Combate direto	NÃO	BRIGADISTA LOCAL	5	Extinção	
45107	15622	Nível 1	TERRA ÍNDIGENA	TENHARIM MARMELOS	AM	Combate direto	NÃO	BRIGADISTA LOCAL	5	1º Ataque	
45108	15622	Nível 1	TERRA ÍNDIGENA	TENHARIM MARMELOS	AM	Combate indireto	NÃO	BRIGADISTA LOCAL	5	1º Ataque	
45908	15622	Nível 1	TERRA ÍNDIGENA	TENHARIM MARMELOS	AM	Combate indireto	NÃO	BRIGADISTA LOCAL	5	Extinção	
49120											

1

2

3

4 Para o incêndio “15622” que ocorreu em uma terra indígena no estado do Amazonas, foram realizados 2 métodos de combate e 3 métodos de abordagem.

5 Combinando os 2 métodos de combate com os 3 métodos de abordagem, são gerados “6 formulários eletrônicos” para o mesmo incêndio.

6 Para este estudo, as duplicatas de cada categoria foram excluídas para evitar resultados superestimados.