



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
INSTITUTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ECOLOGIA APLICADA À GESTÃO
AMBIENTAL**

Nina Couto Bahia

**Recomendações Gerais para Manejo Integrado do Fogo em
Unidades de Conservação com Mata Atlântica na Bahia**

Salvador, Bahia

Setembro/2023



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
INSTITUTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ECOLOGIA APLICADA À GESTÃO
AMBIENTAL**

Nina Couto Bahia

**Recomendações Gerais para Manejo do Fogo em Unidades de
Conservação com Mata Atlântica na Bahia**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia do Instituto de Biologia da Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ecologia Aplicada à Gestão Ambiental.

Orientador: Dr. Pavel Dodonov

Co-Orientador: Ms. Gustavo Souza Cruz Menezes

Salvador, Bahia

Setembro/2023

Dados internacionais de catalogação-na-publicação
(SIBI/UFBA/Biblioteca Universitária Reitor Macedo Costa)

Bahia, Nina Couto.

Recomendações gerais para manejo do fogo em unidades de conservação com Mata Atlântica na Bahia / Nina Couto Bahia. - 2023.

84 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Pavel Dodonov.

Coorientador: Me. Gustavo Souza Cruz Menezes.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal da Bahia, Instituto de Biologia, Salvador, 2023.

1. Ecologia das florestas tropicais. 2. Fogo e ecologia. 3. Incêndios florestais. 4. Queimadas - Aspectos ambientais. 5. Mata Atlântica - Condições ambientais. 6. Florestas tropicais. 7. Gestão ambiental. 8. Cienciometria. I. Dodonov, Pavel. II. Universidade Federal da Bahia. Instituto de Biologia. III. Título.

CDD - 577.3

CDU - 502.75

FOLHA DE APROVAÇÃO

Nina Couto Bahia
Recomendações gerais para manejo do fogo em unidades de conservação
de Mata Atlântica na Bahia

Programa de Pós-Graduação em Ecologia
Universidade Federal da Bahia

Membros da banca examinadora

Prof. Dr. Pavel Dodonov (Orientador)
(Instituto de Biologia, Universidade Federal da Bahia)

Profa. Dra. Juliana Hipólito de Sousa
(Instituto de Biologia, Universidade Federal da Bahia)

Prof. Dr. Gabriel Barros Gonçalves de Souza
(Universidade Salvador - UNIFACS)

“Se eu soubesse que o mundo terminaria amanhã, hoje ainda plantaria uma árvore.”
Martin Luther King

AGRADECIMENTOS

Mais uma etapa concluída! A finalização deste Trabalho de Conclusão de Curso marca o término de uma jornada de aprendizado e dedicação, que não teria sido tão gratificante sem o apoio e contribuição de várias pessoas e instituições. Gostaria de expressar minha sincera gratidão a todos aqueles que participaram desse ciclo.

Primeiramente, quero agradecer ao meu orientador Pavel, pelos inúmeros empurrões ao longo do caminho e todo incentivo. Por toda paciência e pela disposição de não somente ensinar, mas também de aprendermos juntos.

À Dr. Karen Harper por ter me recebido em Halifax e na Saint Mary's University, por ter participado da elaboração de um artigo e pelas indicações de melhores lugares para tomar chocolate quente.

Ao meu coorientador, Gustavo, por trazer sempre sugestões apropriadas e ter se comprometido com uma coorientação mesmo em meio a uma agenda lotada de trabalho.

Aos professores do Mestrado Profissional, por transmitirem tanto conhecimento e deixarem o ambiente de trabalho o mais leve, na medida do possível. À Elaine e Tayane, que estiveram junto comigo ao longo desses dois anos em cada aula, disciplina, trabalho em grupo, apresentação e noites sem dormir.

Aos meus pais, Denise e Orlando, que sempre me incentivam, por todo apoio e por vibrarem a cada conquista. Aos meus irmãos e amigos, agradeço por toda motivação e por me lembrarem constantemente da minha capacidade e à Tia Márcia que me incentivou em um momento crucial.

À Universidade Federal da Bahia, pela educação de excelência e por proporcionar as ferramentas e o ambiente propício para a realização da minha formação. Sou grata pela oportunidade de aprender e crescer aqui. Ao programa do governo canadense, Emerging Leaders of Americas, pela bolsa de seis meses para o mestrado sanduíche, na qual me proporcionou uma experiência incrível e um grande crescimento pessoal e profissional.

Obrigada a todos!

TEXTO DE DIVULGAÇÃO

As florestas tropicais, incluindo a Mata Atlântica, sofrem muita influência da ação humana devido a queimadas, desmatamento e aquecimento global e, dessa forma, acabam sendo imensamente devastadas. A Mata Atlântica, que possui grande extensão, hoje está reduzida a 8% da sua área original e por isso precisa de medidas estratégicas que auxiliem na sua conservação e preservação. Como incêndios são uma das principais ameaças, é interessante que seja feito um aprofundamento no tema do manejo integrado do fogo e isso inclui entender como o fogo afeta diferentes ecossistemas, desde sua relação com vegetação, clima e demais fatores bióticos até a sua relação com as comunidades humanas.

O primeiro capítulo deste trabalho busca trazer um panorama do estado da arte sobre como a ecologia do fogo é abordada nos maiores países da América do Sul e do Norte, Brasil e Canadá, respectivamente, através de uma revisão bibliométrica em plataformas de pesquisa de artigos. Mostramos aqui como se distribuem os estudos que já foram realizados por temática e tipo de estudo. O número de publicações aumentou ao longo do tempo em ambos os países. No Brasil, os temas de maior destaque foram “política e gestão” e estudos de diferentes tipos foram bem distribuídos nos biomas Cerrado e Amazônia. No Canadá, os estudos relacionados às mudanças climáticas apareceram com maior frequência, sendo observados para todos os biomas. Propomos algumas recomendações para futuras pesquisas sobre manejo do fogo no Brasil, especialmente a Mata Atlântica, como o estímulo a pesquisas por agências financiadoras, iniciativas individuais de pesquisadores, investigação sobre a gestão tradicional do fogo e a coprodução com os diferentes atores envolvidos nesta temática, fornecendo informações importantes sobre as melhores abordagens para a gestão integrada do fogo nos diferentes ecossistemas.

Já o segundo capítulo traz recomendações para o manejo do fogo em locais onde há ocorrência da Mata Atlântica baseadas nessa revisão e em demais estudos que abordam o bioma. Essas recomendações estão relacionadas a prevenção e recuperação do ecossistema, envolvendo regeneração da floresta, recuperação do solo através de dispersão de sementes, plantio de mudas, aceiros, uso de índices de previsão e educação ambiental.

É esperado que o produto gerado seja utilizado como material de apoio na gestão e manejo das unidades de conservação com ecossistema de Mata Atlântica, sempre integrando o conhecimento científico nessa gestão e envolvendo os aspectos sociais e econômicos pertinentes. Assim, as tomadas de decisão poderão ser melhor embasadas e conseqüentemente mais proveitosas para o meio ambiente e para sociedade e que contribuam para minimizar os efeitos dos incêndios.

RESUMO

Muitos ecossistemas ao redor do mundo são afetados por incêndios florestais, que representam uma grande ameaça para a saúde humana e afetam o clima global. A importância e os impactos dos incêndios florestais variam entre os ecossistemas, que podem ser dependentes do fogo, se beneficiando dos incêndios para a manutenção de sua biodiversidade e processos ecológicos, ou sensíveis ao fogo. No Brasil, diferentes biomas respondem de formas distintas à presença do fogo e alguns, como a Floresta Amazônica e a Mata Atlântica, podem ser mais vulneráveis que outros. Por isso, estratégias que podem fazer sentido em biomas dependentes do fogo não são adequadas para biomas sensíveis ao fogo. A Mata Atlântica é um ecossistema sensível ao fogo e assim como a maioria das espécies de florestas tropicais, ela não tolera a queima, a qual pode resultar em perda de biodiversidade e em impactos sobre processos e serviços ecossistêmicos. Por outro lado, o fogo é amplamente reconhecido como uma ferramenta econômica para o manejo da terra, se for bem utilizado. Mesmo assim, durante muito tempo, as políticas de combate e supressão de incêndios florestais impostas pelos governos em muitos países ignoravam as perspectivas e interesses de grupos sociais como povos indígenas e agricultores locais, resultando em conflitos. No entanto, o cenário do manejo do fogo começou a se transformar e esse elemento passou a ser uma estratégia de prevenção ou combate de incêndios catastróficos. Assim, o manejo integrado do fogo ganha destaque por ser uma estratégia de manejo florestal adaptativa, transdisciplinar e que se baseia em reduzir os prejuízos causados pelo fogo e aumentar seus benefícios. Como a quantidade de pesquisas realizadas sobre esse assunto difere entre países, o primeiro capítulo deste trabalho teve como objetivo identificar como a pesquisa sobre o manejo do fogo se compara entre o Brasil e o Canadá. Isso foi feito comparando o número de publicações sobre o manejo do fogo ao longo do tempo, analisando os tipos de estudos e dos principais temas dos estudos e comparando a pesquisa sobre o manejo do fogo entre os diferentes biomas encontrados em nossos países de estudo, através de uma análise bibliométrica. O número de publicações aumentou ao longo do tempo em ambos os países. No Brasil, os temas mais proeminentes foram "política e manejo", enquanto no Canadá, estudos relacionados às mudanças climáticas apareceram com mais frequência. Estudos de diferentes tipos foram bem distribuídos nos biomas do Cerrado e Amazônia. Assim, propomos algumas recomendações para pesquisas futuras sobre o manejo do fogo no Brasil, como dar mais atenção aos biomas que foram sub-representados em nossa revisão, especialmente a Mata Atlântica; estimular tais pesquisas por meio de agências de financiamento, além de iniciativas individuais de pesquisadores; e a pesquisa sobre manejo tradicional do fogo e coprodução com os diferentes interessados envolvidos com esse tema pode fornecer insights importantes sobre as melhores abordagens para o manejo integrado do fogo nos diferentes ecossistemas. No segundo capítulo, nós buscamos fornecer um embasamento teórico e recomendações para manejo do fogo em áreas protegidas com Mata Atlântica, com foco no estado da Bahia. Áreas protegidas são importantes para estratégia de conservação da vegetação e proteção da área, mas apesar de existirem instrumentos legais para embasar sua criação, é preciso de planos e estratégias que envolvam os

diferentes agentes socioambientais e a comunidade do entorno. No entanto, no que diz respeito a propriedades privadas, não existe uma estratégia geral de gestão de incêndios. Assim, sugerimos ações embasadas pela literatura científica envolvendo estratégias de prevenção e restauração para serem aplicadas em Unidades de Conservação com Mata Atlântica.

Palavras-chave: cienciometria, fogo, incêndio florestal, florestas tropicais.

ABSTRACT

Many ecosystems around the world are affected by forest fires, which pose a major threat to human health and affect the global climate. The importance and impacts of forest fires vary between ecosystems, which can be dependent on fire, benefiting from fires to maintain their biodiversity and ecological processes, or sensitive to fire. In Brazil, different biomes respond differently to fire occurrence and some, such as the Amazon and Atlantic Forests, may be more vulnerable than others. Therefore, strategies that may make sense in fire-dependent biomes are not suitable for fire-sensitive biomes. The Atlantic Forest is a fire-sensitive ecosystem and like most species of tropical forests, it does not tolerate burning, which can lead to biodiversity loss and impair ecosystem processes and services. On the other hand, fire is widely recognized as an economical tool for land management. Even so, forest fire fighting and suppression policies imposed by governments in many countries ignored the perspectives and interests of social groups such as indigenous peoples and local farmers, resulting in conflicts. However, more recently the scenario of fire management began to change and this element became a strategy for preventing or fighting catastrophic fires. Thus, integrated fire management stands out as an adaptive, transdisciplinary forest management strategy based on reducing the damage caused by fire and increasing its benefits. As the amount of research carried out on this subject differs between countries, our study aimed to identify how research on fire management compares between Brazil and Canada. For this, we compared the number of publications on fire management over time, analyzing the types of studies and the main themes of the studies and comparing the research on fire management among the different biomes found in our study countries, through a bibliometric analysis. The number of publications increased over time in both countries. In Brazil, the most prominent theme was "policy and management", whereas in Canada studies related to climate change appeared more frequently. Studies of different types were well distributed in the Cerrado and Amazon biomes. Therefore, we propose some recommendations for future research on fire management in Brazil, such as giving more attention to biomes that were underrepresented in our review, especially the Atlantic Forest; encourage such research through funding agencies as well as individual researcher initiatives; and research on traditional fire management and co-production with different stakeholders involved in this topic, as this can provide important insights into the best approaches for integrated fire management in different ecosystems. In the second chapter, we aimed to provide a theoretical basis and recommendations for fire management in protected areas with Atlantic Forest, focusing on the state of Bahia. Protected areas are important for the vegetation conservation strategy and protection of the area, but although there are legal instruments to support their creation, plans and strategies are needed that involve the different stakeholders and the surrounding community. However, when it comes to private properties there is no general fire management strategy. We therefore suggest actions based on the scientific literature to be applied in and involving prevention and restoration in protected areas with Atlantic Forest.

Keywords: fire, scientometrics, tropical forests, wildfire.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Descrição das categorias usadas para classificar o tema de cada artigo

Tabela 2 - Descrição das categorias usadas para classificar o tipo de pesquisa realizada em cada artigo

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Diagrama de fluxo, baseado no protocolo PRISMA 2020 (adaptado de Page et al., 2020), mostrando o número de estudos mantidos nas diferentes etapas da revisão.

Figura 2 - Número cumulativo de artigos no Brasil e no Canadá, no total e por bioma.

Figura 3 - Número de artigos no Brasil e no Canadá por assunto de pesquisa.

Figura 4 - Número de artigos no Brasil e no Canadá para diferentes tipos de pesquisa.

ÍNDICE

FOLHA DE APROVAÇÃO	I
AGRADECIMENTOS	IV
TEXTO DE DIVULGAÇÃO	VI
RESUMO	VII
ABSTRACT	IX
LISTA DE TABELAS	XI
LISTA DE FIGURAS	XII
ÍNDICE	XIII
1 CAPÍTULO 1 - FIRE MANAGEMENT IN BRAZIL AND CANADA – A LITERATURE REVIEW	15
1.1 ABSTRACT	15
1.2 INTRODUCTION.....	16
1.3 MATERIAL AND METHODS	18
1.4 RESULTS.....	22
1.5 DISCUSSION	27
1.6 ACKNOWLEDGMENTS	30
1.7 REFERÊNCIAS.....	30
2 CAPÍTULO 2 - RECOMENDAÇÕES PARA MANEJO INTEGRADO DO FOGO EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO COM MATA ATLÂNTICA NA BAHIA	35
2.1 RESUMO	35
2.2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	36
2.2.1 O que é o Manejo integrado do fogo ?	36
2.2.2 Manejo do fogo em diferentes sistemas.....	37
2.2.3 Uso do fogo por comunidades tradicionais.....	39
2.2.4 Impactos do fogo na Mata Atlântica e relação com perda e fragmentação de habitat.....	40
2.2.5 Manejo do fogo em unidades de conservação	43
2.2.6 Relação com mudanças climáticas.....	45
2.3 RECOMENDAÇÕES PARA MANEJO INTEGRADO DO FOGO NA MATA ATLÂNTICA.....	47
2.3.1 Manejo Integrado do Fogo.....	47
2.3.2 Estratégias de restauração.....	47
2.3.3 Controle de <i>Pteridium</i> sp.....	50
2.3.4 Previsão de incêndios.....	51
2.3.5 Ações em e com a comunidade	53
CONCLUSÃO	54
2.4 REFERÊNCIAS.....	54

3 MATERIAL SUPLEMENTAR.....	65
3.1 LISTA DE PUBLICAÇÕES SOBRE MANEJO DO FOGO NO BRASIL.....	65
3.2 LISTA DE PUBLICAÇÕES SOBRE MANEJO DO FOGO NO CANADÁ ...	73

1 CAPÍTULO 1 - FIRE MANAGEMENT IN BRAZIL AND CANADA – A LITERATURE REVIEW

Nina Couto Bahia¹, Karen A. Harper², Pavel Dodonov¹

¹ Spatial Ecology Lab, Institute of Biology, Federal University of Bahia, Salvador, BA, Brazil

² Saint Mary's University, Halifax, NS, Canada

Artigo a ser submetido, após correções, à Perspectives in Ecology and Conservation

1.1 ABSTRACT

Many ecosystems around the world are affected by wildfires, which represent a major threat to human health and affect global climate. The importance and impacts of wildfires vary among ecosystems. Fire-dependent ecosystems benefit from fires for maintenance of their biodiversity and ecological processes, whereas the opposite occurs in fire-sensitive ecosystems. Regarding the use of fire by people, it is well known as an inexpensive tool for land management. In recent years, forest management strategies that are adaptive, community-inclusive, transdisciplinary, and integrated have gained prominence. One such strategy is integrated fire management. Given the various ecological and social impacts and benefits of fire and the complexities of its management, research on fire management is essential for improved decision-making. Still, the amount of research performed on this subject differs greatly among countries. Our study therefore aimed to compare the research on fire management between Brazil and Canada, the largest countries of South and North America, which both have fire-dependent and fire-sensitive systems, as reported in the scientific literature by (i) comparing the number of publications on fire management over time, (ii) analyzing studies types and main themes of the studies, and (iii) comparing research on fire management between the different biomes found in our study countries. For this, we conducted a bibliometric analysis, showing that the number of publications has increased over time in both countries, especially after the year 2000. In Brazil, the most prominent themes were “policy and management”, followed by “fire occurrence and behavior” and “fire impacts”. Studies of different types were well distributed in the Cerrado and Amazon biomes. In Canada, studies related to climate change appeared more frequently, being observed for all biomes. Field studies were less common in Canada, where modelling studies were more well represented. In conclusion, we propose some recommendations for future research on fire management in Brazil, such as more attention being given to the biomes that were underrepresented in our review, especially the Atlantic Forest; stimulation of such research by funding agencies in addition to individual initiatives from researchers; and research on traditional fire management and coproduction with the different stakeholders involved with this theme may provide important insights into the best approaches for integrated fire management in the different ecosystems.

Keywords: Wildfire, Integrated Fire Management, Rainforest, Fire-sensitive.

1.2 INTRODUCTION

Many ecosystems around the world are affected by wildfires, including large-scale fires that can be called megafires (Pivello, 2021). In addition to affecting biodiversity, fires represent a major threat to human health (Liu et al., 2017; Johnston et al., 2012) and affect global climate (Stocker, 2021). Fire is caused by the combination of three elements: oxygen, which is always available in the forest and other vegetated areas; heat from ignition sources, that can occur naturally after a prolonged dry season but is most often caused by lightning or by human activities; and fuel, that can be litter (including fine woody debris and dead leaves), under-growth vegetation, grasses, and tree canopies (Wibowo, 1996). Thus, wildfires can be caused either naturally, mostly by lightning, or anthropogenically, through prescribed burning for land clearing for agricultural uses of forests, as well as through accidents or criminal intent (Marlon et al., 2008; Earl & Simmonds, 2017).

According to Weber & Flannigan (1997), fire regimes have six components: frequency, size, severity, type (crown, surface, or ground fires), seasonality, and intensity. Some of these components, such as fire size, severity, type and intensity, refer to individual fires, whereas others, including frequency and seasonality, refer to the totality of fires occurring in a region during a period. Two easily confused components are fire intensity and fire severity. Keeley (2009) defines fire intensity as the energy released in the fire front and represents the energy output from fire and fire severity as the depth of burn and ecological negative impacts that the fire has on the ecosystem. Fire severity is positively related to fire intensity and duration. All these fire components are highly dependent on weather and climate, so changes in climate may cause a rapid response in fire regimes (Flannigan et al. 2009a).

The importance and impacts of wildfires vary among ecosystems. For instance, fire-dependent ecosystems such as cerrado, pampa and pantanal in Brazil benefit from fires for maintenance of their biodiversity and ecological processes, whereas the opposite occurs in tropical forests, considered to be fire-sensitive ecosystems (Pivello, 2021). Thus, grasslands and savannas coevolved with fire and are considered fire-dependent from an ecological perspective. In contrast, fire-sensitive ecosystems such as rainforests rarely experience fires due to unfavorable climatic conditions or a lack of fuel (Pivello, 2021) so their species have not been subjected to recurring fires requiring physiological and structural survival adaptations (Berlinck, 2020).

Even in fire-dependent biomes such as the boreal forests, the frequency and intensity of wildfires are increasing due to climate change (Overpeck et al., 1990, Flannigan et al., 2009b), and forest fires can have serious socioeconomic impacts (Butry et al., 2001). The occurrence of fires in ecosystems like rainforest is currently much higher than expected, considering that this kind of ecosystem is not supposed to burn naturally (Cochrane 2003, Pivello et al. 2021). Thus, even though fire is a natural

process in several ecosystems worldwide, it can have strong negative impacts in ecosystems whose species are not adapted to it, and even in fire-prone environments changes to the fire regime can have important consequences (Durigan 2020). The characteristics of individual fires and the components of fire regimes can determine their impacts in both fire-dependent and fire-sensitive ecosystems. This is especially important considering that natural fire regimes have been modified by human activities, often towards higher frequency and extent as well as altered seasonality (Marlon et al., 2008; Cochrane 2003). Such altered fire regimes usually have negative effects, not only on biodiversity but also on ecosystem processes and services for human populations.

Regarding its use by people, fire is well known as an inexpensive tool for land management, such as land clearing for farming and forestry. The process of managing fires involves a range of technical, communication, and institutional measures aimed at conserving, utilizing, and restoring forest ecosystems that are prone to fire (Castillo 2003; Jardel 2010). This process takes into account fire regimes and cultural uses of fire, and aims to prevent and mitigate the ecological and social impacts of wildfires (Mbow et al., 2000; Bilbao et al., 2010; Williams et al., 2012). In recent years, forest management strategies that are adaptive, community-inclusive, transdisciplinary, and integrated have gained prominence (Jardel 2010; Williams et al. 2012). One such strategy is integrated fire management - a promising approach that considers ecological, cultural, socioeconomic, and technical aspects of fire to minimize damage and maximize benefits to the natural environment and local people (Rego et al., 2010). This stands in contrast to the fire-fighting and suppression policies that have been imposed by central governments in many countries during the 20th century. These policies often ignored the perspectives and interests of social groups such as indigenous peoples and local farmers, resulting in conflicts at various levels (Gottesfeld 1994; Kull 2002; Mathews, 2003; Rodríguez 2006; Bilbao et al. 2010), and also ignored the natural fire regimes of fire-dependent ecosystems (Durigan, 2020).

Given the various ecological and social impacts and benefits of fire and the complexities of its management, research on fire management is essential for improved decision-making. The amount of research performed on this subject differs greatly among countries, with some countries, such as USA and Australia, dominating this field, but with less research performed elsewhere (Neger & Rosas-Paz, 2022). The literature on fire management in South America is less abundant than in some other regions (Prichard et al., 2017), leading to the need for a synthesis that quantifies existing work on fire management in different countries and directs future research priorities on fire management. In addition, there are likely to be qualitative differences in the type of fire management research. An assessment of such differences may aid in directing future research and may show how different aspects of fire management research performed in different countries may be complementary.

Our aim in this review was to compare the largest countries of North and South America, Canada and Brazil respectively, which both have fire-dependent and fire-sensitive systems, which are among the top ten countries in terms of fire research (Neger & Rosas-Paz 2022), but differ in terms of development and geographical region. In Canadian forests, fire is a key ecological process that has

shaped the extensive boreal forest; fire regimes in this region are critical to the existence of primary boreal tree species such as pine, spruce, and aspen (Stocks, 2002). Conversely, temperate forests in Canada may be much less adapted to fires (Kitzberger et al., 2016). Brazilian biomes also differ in their response and vulnerability to fire; wildfires can be extremely harmful to sensitive ecosystems such as rainforests but are important for maintaining the structure and composition of savanna and grassland environments (Berlinck, 2020; Pivello et al., 2021).

Our study aimed to identify how research on fire management compares between these Canada and Brazil as reported in the scientific literature by (i) comparing the number of publications on fire management over time, (ii) analyzing types and themes of the studies, and (iii) comparing research on fire management between different biomes. We conducted a bibliometric analysis, to obtain a history of publications and an overview of current trends. We expected that 1) the number of publications from Canada would be higher than in Brazil, 2) the number of publications regarding boreal forest and savanna would be higher than for other ecosystems, and 3) there would be only a few studies on fire management in tropical and temperate (i.e., non-fire-prone) forests.

1.3 MATERIAL AND METHODS

Bibliometrics is a tool that allows for the observation of the state of science and technology considering the production of scientific literature as a whole, for example by assessing the production of a country in relation to the world, and of individual scientists in relation to their own communities. Bibliometric and scientometric studies can assist in both evaluating the current state of science and making decisions and managing research (Macias-Chapula, 1998).

We used this approach to assess the number of studies about fire management in Brazil and Canada. We based the research steps on the PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) protocol, a set of guidelines on how to prepare and present a systematic review in a clear and transparent manner (Page et al. 2020). PRISMA includes a flowchart that illustrates the process of selecting studies included in the systematic review, from the initial search to the final inclusion of studies. Additionally, the PRISMA guidelines provide a set of items to be included in the complete description of the review, from the search strategy used to the analysis of data. Page et al. (2020) recommend that authors of systematic reviews follow PRISMA guidelines to ensure that reviews are conducted in a transparent and high-quality manner, allowing for replication and validation of results.

For our literature review on research on fire management in Brazil and Canada, we performed two searches in the Web of Science, Geobase and SciELO databases on March 7th 2023: 1) for articles with the words (“fire management”) AND (“Canad*”) in their title, abstract, or keywords, and 2) for articles with the words (“fire management”) AND (“Bra?il*”), in their title, abstract, or keywords. We

did not define a data range for the publications. We selected these databases after exploratory searches in databases that also included: American Research Premier, Science Direct, and Wiley Online.

After obtaining all the papers in these different databases, we excluded the duplicated papers and manually screened the articles for the inclusion of fire management in their objectives or results. Thus, we selected studies that met both the following previously established inclusion criteria: 1) studies that dealt with fire management, occurrence, impacts and/or prevention in natural environments; 2) studies performed in Brazil or Canada or multinational studies that included Brazil and/or Canada. We performed this screening in two rounds, first examining the titles and abstracts and afterwards examining the papers in more detail. The final selection of studies assessed drivers and/ or impacts of wildfire, related fire to climate change, presented models for fire detection or prediction, or discussed fire management policies.

We categorized papers according to their subjects into seven categories (restoration and natural regeneration, policy and management, fire impacts, fire occurrence and behavior, traditional management and knowledge, climate change, publications about fire – see table 1 for details) and to the type of study into five categories (remote sensing and mapping; sociological and economical, field studies, review and opinion, modelling and prediction – see table 2 for details). We also assessed which biomes were addressed in each paper. Brazilian biomes were classified according to IBGE (2004) into Cerrado, Atlantic Rainforest, Amazon, Caatinga, Pantanal and Pampa. Three of these biomes (Cerrado, Pantanal and Pampa) are classified as fire-dependent, two (Atlantic Rainforest and Amazon Rainforest) as fire-sensitive, and one (Caatinga) as fire-independent (Pivello et al. 2021). Canadian biomes were classified in boreal forest, tundra, grassland, temperate forest, and British Columbia (BC) & montane forests, according to Rowe's classification (Rowe, 1972) but grouping all the BC' forests types into a single category. For both countries, we classified the studies that dealt with several biomes without focusing on either one (such as national or global estimates of fire occurrence) as "multiple". We used tables and plots to assess the temporal trends in publication in both countries, for the total number of studies and number of studies per biomes, and also compared how the study subjects and types varied between the countries and between biomes.

Table 1. Description of the categories use to classify the subject of each paper.

Category	Description
Restoration and natural regeneration	Studies that evaluated natural regeneration or restoration techniques
Policy and management	Studies that evaluated public policies or management practices (including effectiveness of protected areas)
Fire impacts	Studies that evaluated the impacts of fire on fauna and/or flora
Fire occurrence and behavior	Studies that evaluated or modeled fire extent, fire behavior, fuel distribution and/or where/when fire occurs
Traditional management and knowledge	Studies that focused on traditional communities in some way
Climate change	Studies that assessed the relation of fire with climate change
Others	Studies that evaluate what has been produced on fire management or fire ecology

Table 2. Description of the categories use to classify the type of research performed in each paper.

CATEGORY	DESCRIPTION
Remote sensing and mapping	Studies in which the focus was on mapping (for example mapping fire occurrence and extent), using remote sensing or other sources of data
Sociological and economic	Studies with sociological methods, including interviews and meetings, or economic evaluations
Ecological field studies	Field research, on biotic or abiotic factors
Review and opinion	Review or opinion papers, including “white papers”
Modelling and prediction	Studies that applied, developed, or calibrated predictive algorithms for occurrence, behavior, or risk of fire

1.4 RESULTS

Our literature search resulted in 212 articles on fire management in Brazil, (9 from Scielo, 86 from Geobase and 117 from Web of Science), and 394 articles in Canada (19 from Scielo, 167 from Geobase and 208 from Web of Science). After excluding duplicates and combining the databases, we obtained 300 publications on fire management in Canada and 153 on fire management in Brazil. After screening the papers by title and abstract based on the selection criteria, we retained 173 papers for Canada and 111 for Brazil (Figure 1). Some papers were excluded because they were performed in others countries or were not related to fire management. These studies were probably detected in the literature search because they used the Fire Weather Index, which is a tool developed in Canada that has been applied to fire studies in other countries. After a second round of screening, our final database included 163 publications for Canada and 108 for Brazil. The selected manuscripts are shown in this dissertation's appendix.

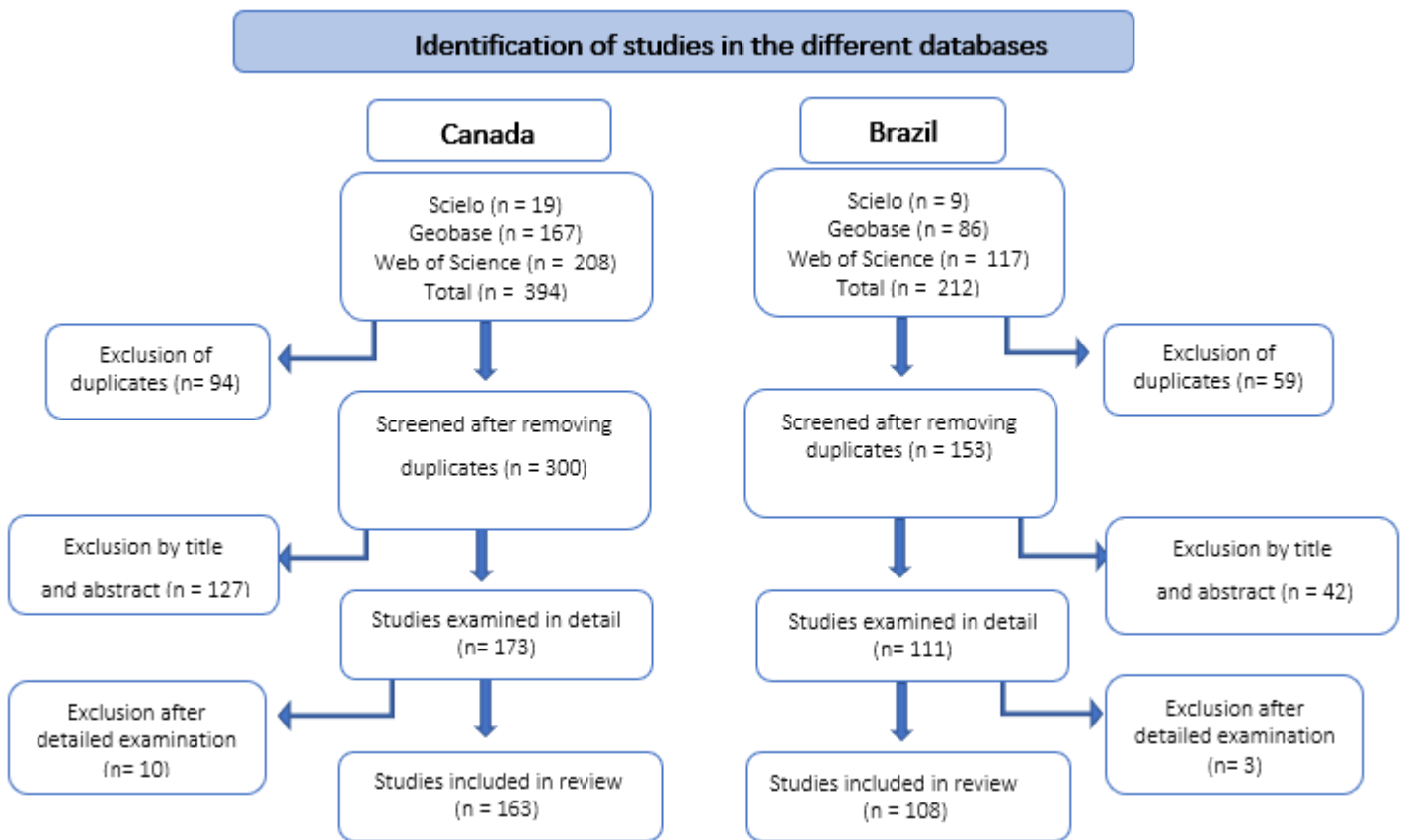


Figure 1. Flow diagram, based on the PRISMA 2020 protocol (adapted from Page et al., 2020), showing the number of studies retained in the different stages of the review.

The number of publications from Brazil has increased over time, exceeding 100 articles in 2020 (Figure 2); this increase was faster after 2015. Cerrado was the biome with the largest number of papers, followed by the Amazon biome. The number of studies from other systems such as the Atlantic forest, pantanal, and caatinga did not increase and had only a few papers each. In Canada, the number of papers also increased with time, roughly at the same rate since about the year 2000. The biome with the highest number of publications in Canada was the boreal forest, with over 100 articles, followed by BC forests and temperate forests (Figure 2).

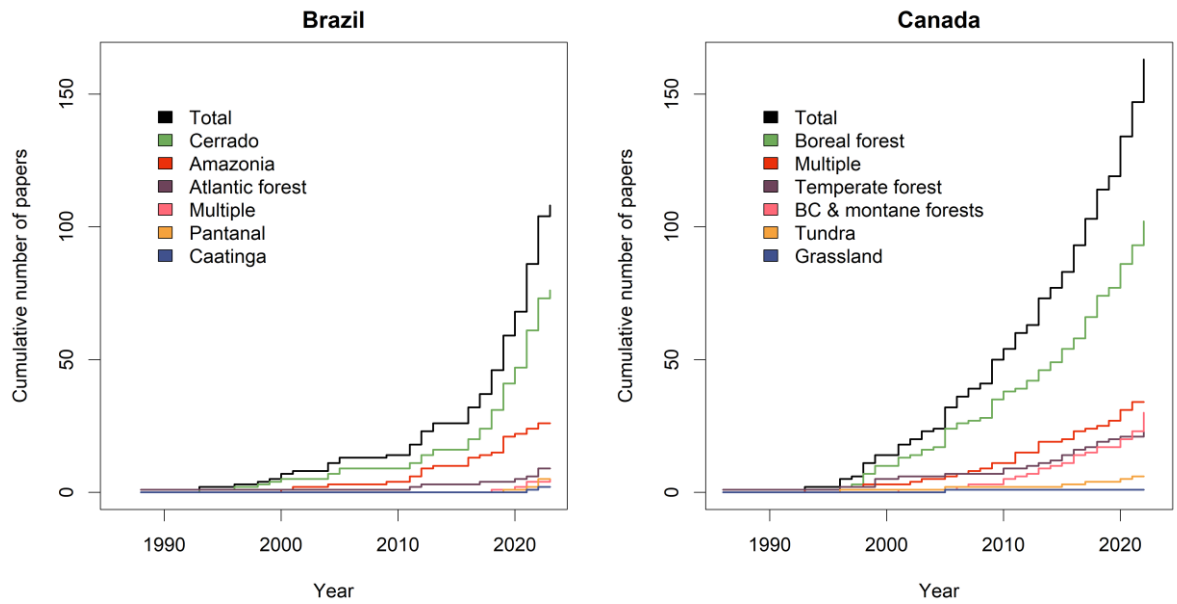


Figure 2. Cumulative number of papers in Brazil and Canada, in total and per biome.

In Brazil, the most prominent theme was “policy and management”, with 38,9% of the publications, followed by “fire occurrence and behavior” (29,6%) and “fire impacts” (13,9%) . This ranking was equivalent to the Cerrado, the biome with the highest number of studies in the country, and also for the Amazon. These categories were also relevant for the other biomes, contrasting with the category of traditional knowledge, which did not appear in the Atlantic Forest, Caatinga, or Pantanal systems (Figure 3). Studies linking wildfires to climate change were scarce in Brazil (1,9%). Conversely, in Canada studies related to climate change appeared more frequently (12,3%), being observed for all biomes. The categories "fire occurrence and behavior" (49,1%) and "policy and management"(30,7%) were the most common. The category of traditional knowledge only appeared in BC & montane forests. Regarding study type, in Brazil the five types of studies were well distributed overall and in the main biomes (Cerrado and Amazon) (Figure 4). Conversely, field studies were less common in Canada (6,7%), whereas modelling studies were more well represented (36,2%) (Figure 4).

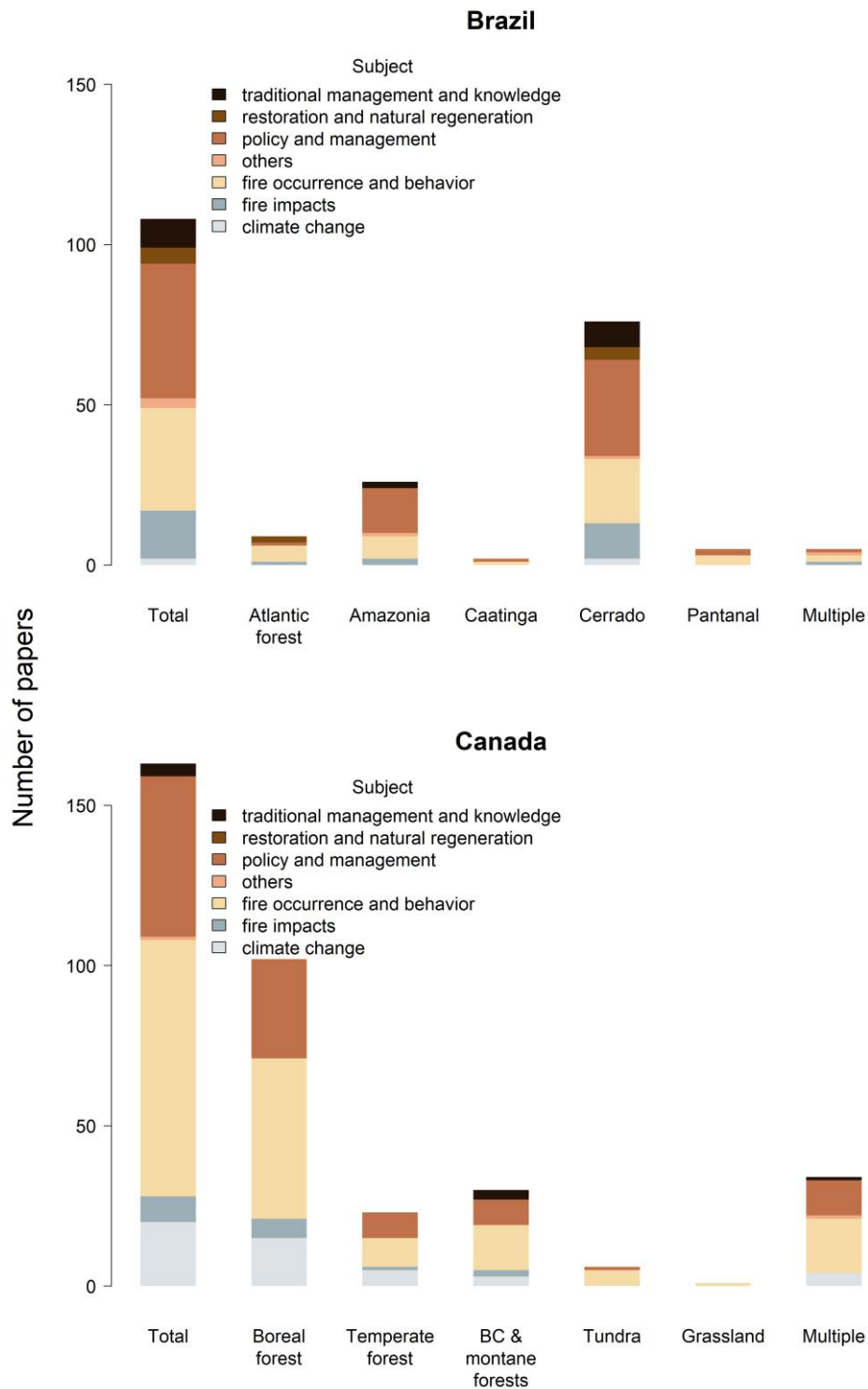


Figure 3. Number of papers in Brazil and Canada per subject of research.

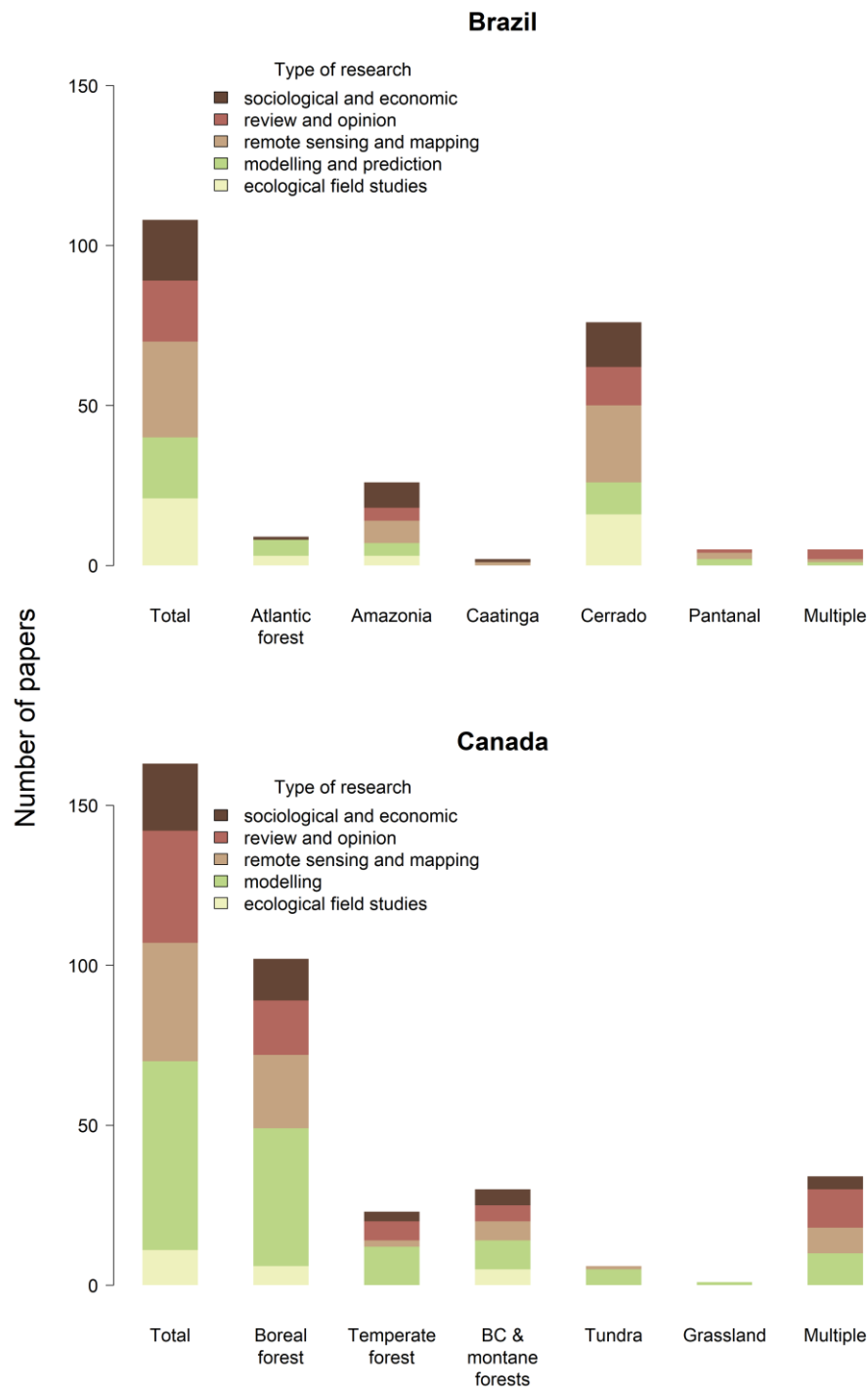


Figure 4 . Number of papers in Brazil and Canada for different types of research.

1.5 DISCUSSION

We detected a much larger number of studies related to fire management in Canada than in Brazil, indicating that scientific research on fire management is more robust in Canada. Whereas in Canada the number of publications increased at a more or less constant rate, in Brazil this increase was faster during the last decade. The larger number of studies in Canada is likely due to the importance given to fire management in this country. In addition to having vast expanses of fire-prone boreal forests, wildfires in Canada present a risk to homeowners at urban-forest interfaces (Tymstra et al. 2020) and damage forests used for timber production (Rijal et al. 2018). These factors, allied to the overall stronger economy and higher investments in science, may explain the higher number of studies on fire management. Another interesting result was regarding the discrepancy in the number of studies for the different biomes. The number of publications has grown mostly for fire-prone biomes such as the cerrado and boreal forest where fire occurrence is higher and requires attention in terms of fire management, and for the fire-sensitive Amazon forest, where wildfires are almost exclusively of anthropic origin and have severe consequences for vegetation structure, biodiversity, and ecosystem processes and services (Cochrane, 2003; Pivello *et al.*, 2021). Other biomes such as the pantanal and caatinga in Brazil and temperate forests and tundra in Canada have been studied less frequently, and we did not find studies on the pampas (grasslands of southern Brazil) biome.

In Brazil, the number of publications, especially those related to the Cerrado biome, has increased with time, especially during the last decade. Similarly to the boreal forest, the Cerrado is a fire-dependent biome; however, the average fire frequency in the Cerrado is much higher (Pereira Júnior et al., 2014; de Groot et al., 2013). In addition, the best forms of fire management in the Cerrado are under debate, with a recent shift from attempts of excluding all fires (a “zero-fire policy”) to integrated fire management and an emphasis on maintaining natural fire regimes (Durigan, 2020). In fact, previous research has already shown that complete fire exclusion in the Cerrado often leads to catastrophic fires due to accumulation of biomass that serves as fuel (Ramos-Neto & Pivello, 2000). Fire suppression in the Cerrado has also disrupted traditional fire management and can lead to increased ignitions due to conflicts or roads (Schmidt and Eloy, 2020). In our review, several studies discuss or mention integrated fire management for the Cerrado (e.g. Costa et al. 2012; Franke et al., 2018; Oliveira et al., 2021; Marques et al., 2022), where the first fire management program had been launched in 2014 (Schmidt et al., 2018). Thus, integrated fire management appears to be an important theme and a strategy with great potential for fire management in the Cerrado. We also detected some studies mentioning integrated fire management for as other Brazilian biomes, including the Amazon Forest (Oliveira et al., 2019; Oliveira et al., 2021; Santos et al., 2021) and the Pantanal (Garcia et al., 2021; Martins et al., 2022) (but not for the caatinga or the Atlantic Forest). Interestingly, we only found the expression “integrated fire management” in one paper for Canada (Wang et al., 2022).

As expected, the most studied Brazilian biome was the Cerrado – a fire-dependent biome. However, the Amazon – a fire-sensitive system – was the second most studied one. This was likely due to its global significance and higher-than-expected fire occurrence, with fires often being used for land clearing and the expansion of the agricultural frontier. Severe droughts caused by the El Niño Southern Oscillation can also facilitate wildfires, with important consequences to the vegetation and fauna of these forests (Barlow and Peres, 2004). However, studies on fire in the Atlantic Forest, a non-fire-prone system, are still scarce even though wildfires also commonly occur in these areas and may strongly alter the vegetation and ecological processes (Menezes et al., 2019; Rocha et al., 2022). Even though the Amazon Forest often receives much more attention for the media and researchers, the Atlantic Forest, in addition to having been severely fragmented, retaining only ~12% of its original area (Ribeiro et al., 2009), is considered a global biodiversity hotspot (Myers et al., 2000). Even so, we found only nine studies related to fire management for the Atlantic Forest, as opposed to the 26 found for the Amazon. In addition, a recent call for proposal from the Brazilian National Council for Research (CNPq) (“Chamada CNPq/Prevfogo-Ibama N° 33/2018 – Pesquisas em ecologia, monitoramento e manejo integrado do fogo”) for studies on fire management, launched in August 2018, was restricted to proposals for the Amazon, Cerrado, and Pantanal – thus excluding the other Brazilian biomes.

In Brazil, the most prominent themes were “policy and management”, followed by “fire occurrence and behavior”, and “fire impact”, The category of climate change receives little attention, unlike Canada, where climate change was a more prominent subject. We believe that this smaller emphasis on climate change in Brazil might be due to two main reasons. First, we hypothesize that interest in climate change is overall more recent in Brazil, and this is reflected in studies related to fire management. In addition, although climate and extreme climate events may play a role in Brazilian wildfires, fires caused directly by human activities, either for management of agricultural areas, for forest removal, for slash-and-burn agriculture, as well as criminal and accidental fires, are likely to be more important (Barlow & Peres 2004; Diele-Viegas et al., 2022). Inappropriate fire suppression has also been a cause of concern in Brazilian fire-dependent systems (Durigan, 2020).

Studies on policy and management were common in both countries, which shows the importance given to appropriate fire management by researchers. However, there were few studies that we categorized as related to traditional management and traditional knowledge. Interestingly, such studies were more common in Brazil, for which we classified into this category eight studies, namely seven for the Cerrado (Borges et al. 2016, Ferreira et al. 2022, Welch et al. 2013, 2021, 2022, Mistry et al. 2005, Melo and Saito 2013) and one for the Amazon (Maezumi et al. 2018). Conversely, we classified only four Canadian studies into this category, three of them (Nikolakis et al. 2020, 2022, Copes et al. 2021) related to British Columbia and montane forests and one (Christianson 2015) considering multiple systems in a review. Even considering possible detection or classification errors in our study, this indicates that research on traditional fire management is not well distributed and mostly restricted to a

few biomes. Thus, we recommend that more attention is given to traditional knowledge and traditional fire management practices to plan for more effective integrated fire management.

Regarding the different types of research, the different types of research were well distributed among in both countries, but we observed a larger proportion of studies related to modelling and prediction in the Canadian literature. This appears to reflect a greater emphasis in predicting fire occurrence, possibly due to the economic losses often associated with wildfires (Rijal et al. 2018). Importantly, several Canadian studies made reference in their title and/or abstract to the Fire Weather Index, an index. The Fire Weather Index (FWI) System helps anticipate wildfire risks and behavior and consists of six components that assess fire conditions such as fuel moisture in different forest fuel types and fire behavior. It considers temperature, relative humidity, wind speed, precipitation, drought conditions, fuel availability, vegetation characteristics and topography (Van Wagner, 1982). Some Brazilian studies also proposed and/or testes indices for fire risk (e.g. Wendling et al. 2012, Delgado et al. 2022), in part based on the Monte Alegre Formula (FMA). The FMA is an empirical mathematical model based on relative air humidity and the pluviometric index (Alvares et al. 2014) and it was created in 1972 using fire occurrence and meteorological data of the central part of the state of Paraná after a huge fire accident, and has since been used by most forest institutions and companies in Brazil to predict fire danger (Soares, 1972). Still, it appears from our review that fire prediction in Brazil is much less developed, and we recommend further research in this field. This research may be aided by the publicly available databases on fire foci and burnt area, such as the BDQueimadas (BDQueimadas – INPE, 2017) of the Brazilian National Institute of Space Research and the mapping of fire scars made by the MapBiomas project (Projeto MapBiomas, 2023).

In conclusion, we propose some recommendations for future research on fire management in Brazil. First, we recommend that more attention is given to the biomes that were underrepresented in our review, especially the Atlantic Forest (a fire-sensitive biome with little research on fire management) and pantanal (a biome a large part of which is fire-dependent, with hyper seasonal wetlands and savannas). In addition to individual initiatives from researchers, we recommend stimulation of such research by funding agencies. We believe that Brazilian researchers could benefit from the Canadian experience in fire prediction in modelling by adjusting or developing indices for fire risk specifically for Brazilian biomes, as well as in fire suppression by assessing the effectiveness of different fire control strategies and Canadian researchers could improve their research related to traditional knowledge research. Finally, research on traditional fire management and coproduction with the different stakeholders involved with this theme may provide important insights into the best approaches for integrated fire management in the different ecosystems.

1.6 ACKNOWLEDGMENTS

We thank the Emerging Leaders of Americas Program (ELAP) for the scholarship provided to the first author; Nicole Carter, the librarian at Saint Mary's University for aid with the databases and keywords; and Dr. Caroline Franklin for the insightful discussions.

1.7 REFERÊNCIAS

Alvares, Clayton Alcarde, Italo Ramos Cegatta, Lucas Augusto Abra Vieira, Rafaela de Freitas Pavani, Eduardo Moré Mattos, Paulo Cesar Sentelhas, José Luiz Stape, and Ronaldo Viana Soares. 2014. “Perigo de Incêndio Florestal: Aplicação Da Fórmula de Monte Alegre E Avaliação Do Histórico Para Piracicaba, Sp.” *Scientia Forestalis, Piracicaba* 42 (104): 511–22.

Barlow, J., & Peres, C. A. (2004). Ecological responses to El Niño–induced surface fires in central Brazilian Amazonia: management implications for flammable tropical forests. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 359(1443), 367-380.

Bergeron, Y., & Flannigan, M. D. (1995). Predicting the effects of climate change on fire frequency in the southeastern Canadian boreal forest. In *Boreal Forests and Global Change: Peer-reviewed manuscripts selected from the International Boreal Forest Research Association Conference, held in Saskatoon, Saskatchewan, Canada, September 25–30, 1994* (pp. 437-444). Springer Netherlands.

Berlinck, C. N., & Batista, E. K. (2020). Good fire, bad fire: It depends on who burns. *Flora*, 268, 151610.

Bilbao, B. A., Leal, A. V., and Méndez, A. L. (2010). Indigenous use of fire and forest loss in Canaima National Park, Venezuela. Assessment of and tools for alternative strategies of fire management in Pemón indigenous lands. *Human Ecology* 38: 663–673.

Borges, S. L., Eloy, L., Schmidt, I. B., Barradas, A. C. S., & SANTOS, I. A. D. (2016). Fire management in veredas (palm swamps): new perspectives on traditional farming systems in Jalapão, Brazil. *Ambiente & Sociedade*, 19, 269-294.

Brasil. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Dados pontuais de focos de calor. Programa de Monitoramento de Focos. 2017. Disponível em: <<http://sigma.cptec.inpe.br/queimadas/>>. Acesso em: 29 jul. 2023.

Butry, D. T., Mercer, E. D., Prestemon, J. P., Pye, J. M., & Holmes, T. P. (2001). What is the price of catastrophic wildfire?. *Journal of Forestry*, 99(11), 9-17.

Carroll, M. S., Cohn, P. J., Paveglione, T. B., Drader, D. R., and Jakes, P. J. (2010). Fire burners to firefighters: The Nez Perce and fire. *Journal of Forestry* 108(2): 71–76.

- Castillo, A. (2003). Comunicación para el manejo de ecosistemas. *Tópicos en Educación Ambiental* 3(9): 58–71.
- Cochrane, M. A. (2003). Fire science for rainforests. *Nature*, 421(6926), 913-919.
- da Costa, M. B. T., Silva, C. A., Broadbent, E. N., Leite, R. V., Mohan, M., Liesenberg, V., ... & Klauberg, C. (2021). Beyond trees: Mapping total aboveground biomass density in the Brazilian savanna using high-density UAV-lidar data. *Forest Ecology and Management*, 491, 119155.
- de Groot, W. J., Cantin, A. S., Flannigan, M. D., Soja, A. J., Gowman, L. M., & Newbery, A. (2013). A comparison of Canadian and Russian boreal forest fire regimes. *Forest Ecology and Management*, 294, 23-34.
- Durigan, G. (2020). Zero-fire: Not possible nor desirable in the Cerrado of Brazil. *Flora*, 268, 151612.
- Earl, N., & Simmonds, I. (2018). Spatial and temporal variability and trends in 2001–2016 global fire activity. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 123(5), 2524-2536.
- Fache, E., and Moizo, B. (2015). Do burning practices contribute to caring for country? Contemporary uses of fire for conservation purposes in indigenous Australia. *Journal of Ethnobiology* 35(1): 163–182.
- Ferreira, M. J., Levis, C., Chaves, L., Clement, C. R., & Soldati, G. T. (2022). Indigenous and traditional management creates and maintains the diversity of ecosystems of south american tropical savannas. *Frontiers in Environmental Science*, 10, 809404.
- Flannigan, M. D., Krawchuk, M. A., de Groot, W. J., Wotton, B. M., & Gowman, L. M. (2009). Implications of changing climate for global wildland fire. *International Journal of Wildland Fire*, 18(5), 483-507.
- Flannigan, M., Stocks, B., Turetsky, M., & Wotton, M. (2009). Impacts of climate change on fire activity and fire management in the circumboreal forest. *Global change biology*, 15(3), 549-560.
- Franke, J., Barradas, A. C. S., Borges, M. A., Costa, M. M., Dias, P. A., Hoffmann, A. A., ... & Siegert, F. (2018). Fuel load mapping in the Brazilian Cerrado in support of integrated fire management. *Remote Sensing of Environment*, 217, 221-232.
- Gottesfeld, L. M. J. (1994). Aboriginal burning for vegetation management in Northwest British Columbia. *Human Ecology* 22(2): 171–188.
- IBGE, S. (2004). Mapa de biomas do Brasil.
- Jardel, E. (2010). Planificación del manejo del fuego. In Universidad de Guadalajara, Fundación Manantlán Para la Biodiversidad de Occidente AC, Consejo civil Mexicano Para la Silvicultura Sostenible AC, Conservación de la Naturaleza AC, Mexico, Fondo Mexicano para la.
- Johnston, F. H., S. B. Henderson, Y. Chen, J. T. Randerson, M. Marlier, R. S. DeFries, P. Kinney, D. M. J. S. Bowman, and M. Brauer (2012), Estimated global mortality attributable to smoke from landscape fires, *Environ. Health Perspect.*, 120, 695–701, doi:10.1289/ehp.1104422.

Keeley, J. E. (2009). Fire intensity, fire severity and burn severity: a brief review and suggested usage. *International journal of wildland fire*, 18(1), 116-126.

Kitzberger, T., Perry, G. L. W., Paritsis, J., Gowda, J. H., Tepley, A. J., Holz, A., & Veblen, T. T. (2016). Fire-vegetation feedbacks and alternative states: common mechanisms of temperate forest vulnerability to fire in southern South America and New Zealand. *New Zealand Journal of Botany*, 54(2), 247-272.

Kull, C. (2002). Madagascar aflame: Landscape burning as peasant protest, resistance, or a resource management tool? *Political Geography* 21: 927-953

Liu, J. C., Pereira, G., Uhl, S. A., Bravo, M. A., & Bell, M. L. (2017). A systematic review of the physical health impacts from non-occupational exposure to wildfire smoke. *Environmental Research*, 159, 435-445.

Lucas, F. M. F., Araujo, E. C. G., Fiedler, N. C., da Silva Santana, J. A., & Tetto, A. F. (2023). Scientific gaps on forest fires in Brazilian protected areas. *Forest Ecology and Management*, 529, 120739.

Maass, M., Jardel, E., Martínez-Yrizar, A., Calderón, L., Herrera, J., Castillo, A., Euán-Ávila, J., and Equihua, M. (2010). Las áreas naturales protegidas y la investigación ecológica de largo plazo en Mexico. *Ecosistemas* 19(2): 69-83.

Macias-Chapula, C. A. (1998). O papel da informetria e da cienciomertria e sua perspectiva nacional e internacional. *Ciência da informação*, 27, nd-nd.

Marlon, J. R., Bartlein, P. J., Carcaillet, C., Gavin, D. G., Harrison, S. P., Higuera, P. E., ... & Prentice, I. C. (2008). Climate and human influences on global biomass burning over the past two millennia. *Nature geoscience*, 1(10), 697-702.

Martínez-Torres, H. L., Pérez-Salicrup, D. R., Castillo, A., & Ramírez, M. I. (2018). Fire management in a natural protected area: What do key local actors say?. *Human ecology*, 46, 515-528.

Marques, N., Miranda, F., Gomes, L., Lenti, F., Costa, L., & Bustamante, M. (2022). Fire effects on riparian vegetation recovery and nutrient fluxes in Brazilian Cerrado. *Austral Ecology*, 47(6), 1168-1183.

Mathews, A. S. (2003). Suppressing fire and memory: Environmental degradation and political restoration in the sierra Juárez of Oaxaca 1887-2001. *Environmental History* 8(1): 77-108.

Mbow, C., Nielsen, T. T., and Rasmussen, K. (2000). Savanna fires in east-Central Senegal: Distribution patterns, resources management and perceptions. *Human Ecology* 28(4): 561-583

Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Da Fonseca, G. A., & Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403(6772), 853-858.

Mistry, J., Berardi, A., Andrade, V., Krahô, T., Krahô, P., & Leonardos, O. (2005). Indigenous fire management in the cerrado of Brazil: the case of the Krahô of Tocantíns. *Human ecology*, 33, 365-386.

de Melo, M. M., & Saito, C. H. (2013). The practice of burning savannas for hunting by the Xavante Indians based on the stars and constellations. *Society & Natural Resources*, 26(4), 478-487.

Neger, C., & Rosas-Paz, L. D. (2022). A characterization of fire-management research: a bibliometric review of global networks and themes. *Fire*, 5(4), 89.

Oliveira, A. S., Soares-Filho, B. S., Oliveira, U., Van der Hoff, R., Carvalho-Ribeiro, S. M., Oliveira, A. R., ... & Rajão, R. G. (2021). Costs and effectiveness of public and private fire management programs in the Brazilian Amazon and Cerrado. *Forest Policy and Economics*, 127, 102447.

Overpeck, J. T., Rind, D., & Goldberg, R. (1990). Climate-induced changes in forest disturbance and vegetation. *Nature*, 343(6253), 51-53.

Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ* 2021;372:n71. doi: 10.1136/bmj.n71

Pereira Junior, A. C., Oliveira, S. L., Pereira, J. M., & Turkman, M. A. A. (2014). Modelling fire frequency in a Cerrado savanna protected area. *PloS one*, 9(7), e102380.

Pivello, V. R., Vieira, I., Christianini, A. V., Ribeiro, D. B., da Silva Menezes, L., Berlinck, C. N., ... & Overbeck, G. E. (2021). Understanding Brazil's catastrophic fires: Causes, consequences and policy needed to prevent future tragedies. *Perspectives in Ecology and Conservation*, 19(3), 233-255.

Prichard, S.J., Stevens-Rumann, C.S., Hessburg, P.F., 2017. Tamm review: shifting global fire regimes: lessons from reburns and research needs. *For. Ecol. Manage.* 396, 217–233

Projeto MapBiomias – Coleção [7.1] da Série Anual de Mapas de Uso e Cobertura da Terra do Brasil, acessado em [01/08/2023] através do link: [<http://mapbiomas.org>]

Rego, F., Rigolot, E., Fernandes, P., Montiel, C., & Silva, J. S. (2010). Towards integrated fire management.

Ribeiro, M. C., Metzger, J. P., Martensen, A. C., Ponzoni, F. J., & Hirota, M. M. (2009). The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biological conservation*, 142(6), 1141-1153.

Rijal, B., Raulier, F., Martell, D. L., & Gauthier, S. (2018). The economic impact of fire management on timber production in the boreal forest region of Quebec, Canada. *International Journal of Wildland Fire*, 27(12), 831-844.

Rodríguez, I. (2006). Pemon perspectives of fire management in Canaima National Park, southeastern Venezuela. *Human Ecology* 35: 331–343

Rowe, J.S. 1972. *Forest Regions of Canada*. 1972. Fisheries and Environment Canada, Canadian Forest Service, Headquarters, Ottawa. 172 p.

Soares, Ronaldo Viana. 1972. “Determinação de Um índice de Perigo de Incêndio Para a Região Centro Paranaense, Brasil. Turrialba, Costa Rica, Catie/Iica,. 72 P.” PhD thesis, Tese de Mestrado.

- Stephens, S. L., and Ruth, L. W. (2005). Federal forest-fire policy in the United States. *Ecological Applications* 15(2): 532–542.
- Stocker, M., Ladstädter, F., & Steiner, A. K. (2021). Observing the climate impact of large wildfires on stratospheric temperature. *Scientific reports*, 11(1), 22994.
- Stocks, B. J., Mason, J. A., Todd, J. B., Bosch, E. M., Wotton, B. M., Amiro, B. D., ... & Skinner, W. R. (2002). Large forest fires in Canada, 1959–1997. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 107(D1), FFR-5.
- Tymstra, C., Stocks, B. J., Cai, X., & Flannigan, M. D. (2020). Wildfire management in Canada: Review, challenges and opportunities. *Progress in Disaster Science*, 5, 100045.
- Van Wagner CE (1982) Conversion of Williams severity rating for use with the Fire Weather Index. Canadian Department of Fisheries and Forestry, Petawawa Forest Experiment Station, Information Report PS-X-21. (Petawawa, ON)
- Viegas, L. M. D., Sales, L., Hipólito, J., Amorim, C., de Pereira, E. J., Ferreira, P., ... & Vale, M. M. (2022). We're building it up to burn it down: fire occurrence and fire-related climatic patterns in Brazilian biomes. *PeerJ*, 10, e14276.
- Weber, M. G., and M. D. Flannigan, Canadian boreal forest ecosystem structure and function in a changing climate: impact on fire regimes, *Environ. Rev.*, 5, 145–166, 1997.
- Welch, J. R., Brondízio, E. S., Hetrick, S. S., & Coimbra Jr, C. E. (2013). Indigenous burning as conservation practice: Neotropical savanna recovery amid agribusiness deforestation in Central Brazil. *PloS one*, 8(12), e81226.
- Welch, J. R., & Coimbra Jr, C. E. (2021). Indigenous fire ecologies, restoration, and territorial sovereignty in the Brazilian Cerrado: The case of two Xavante reserves. *Land Use Policy*, 104, 104055.
- Welch, J. R., Brondizio, E. S., & Coimbra Jr, C. E. (2022). Remote spatial analysis lacking ethnographic grounding mischaracterizes sustainability of Indigenous burning regime. *Biota Neotropica*, 22, e20211220.
- Wibowo, A., Suharti, M., Sagala, A. P. S., Hibani, H., & Van Noordwijk, M. (1996). Fire management on Imperata grasslands as part of agroforestry development in Indonesia. *Agroforestry Systems*, 36, 203-217.
- Williams, D. R., Jakes, P. J., Burns, S., Cheng, A. S., Nelson, K. C., Sturtevant, V., ... & Souter, S. G. (2012). Community wildfire protection planning: The importance of framing, scale, and building sustainable capacity. *Journal of Forestry*, 110(8), 415-420.

2 CAPÍTULO 2 - RECOMENDAÇÕES PARA MANEJO INTEGRADO DO FOGO EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO COM MATA ATLÂNTICA NA BAHIA

Nina Couto Bahia¹, Gustavo Souza Cruz Menezes², Pavel Dodonov¹

¹Laboratório de Ecologia Espacial, Universidade Federal da Bahia

²Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

Este capítulo é um material auxiliar informativo destinado aos gestores de áreas protegidas de Mata Atlântica, com uma introdução geral ao tema e recomendações de ações de manejo.

2.1 RESUMO

Em um cenário anterior, as políticas de combate e supressão de incêndios florestais impostas pelos governos em muitos países ignoraram as perspectivas e interesses de grupos sociais como povos indígenas e agricultores locais, resultando em conflitos em vários níveis. No entanto, o cenário do manejo do fogo começou a se transformar e esse elemento passou a ser incluído como uma estratégia de prevenção ou combate de incêndios catastróficos. O Manejo Integrado do Fogo visa reduzir os prejuízos causados pelo fogo e aumentar seus benefícios e se manifesta como uma abordagem mais colaborativa e multidisciplinar, que necessita planejamento e um sistema operacional que leve em consideração avaliações ecológicas, aspectos sociais, econômicos e culturais, sendo essencial identificar atores locais e compreender suas perspectivas em relação à gestão de incêndios. No Brasil, diferentes biomas e ecossistemas respondem de formas diferentes à presença do fogo e alguns, como a Floresta Amazônica e a Mata Atlântica, podem ser mais vulneráveis que outros e por isso, estratégias que podem fazer sentido em biomas dependentes do fogo não são adequadas para biomas sensíveis ao fogo. A Mata atlântica é um ecossistema sensível ao fogo e assim como a maioria das espécies de florestas tropicais, ela não tolera a queima, de modo que incêndios provocam sérios impactos sobre a biodiversidade e sobre processos e serviços ecossistêmicos. Incêndios neste sistema são relacionados, entre outros fatores, a diferenças no uso e cobertura da terra e a mudanças climáticas. Áreas protegidas são importantes para estratégia de conservação da vegetação, para proteção da área e há evidências de que existem menos queimadas dentro de UCs de florestas tropicais úmidas do que fora delas. Existem instrumentos legais para embasar a criação e manutenção das UC's mas no entanto, é preciso de planos e estratégias, que idealmente devem envolver os diferentes *stakeholders*, incluindo a comunidade do entorno, como o Plano de Manejo Integrado do Fogo. No que diz respeito a propriedades privadas, não existe uma estratégia geral de gestão de incêndios. Aqui sugerimos ações embasadas pela literatura científica para serem aplicadas em Unidades de Conservação com Mata Atlântica, envolvendo estratégias de prevenção e recuperação.

Palavras-chave: Incêndios, Manejo, Mudança climática, Restauração

2.2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Iniciamos este capítulo com informações gerais sobre Manejo Integrado do Fogo e Ecologia do Fogo, visando fornecer com isso uma introdução geral sobre o assunto.

2.2.1 O que é o Manejo integrado do fogo ?

Durante o século XX, as políticas de combate e supressão de incêndios florestais impostas pelos governos centrais em muitos países ignoraram as perspectivas e interesses de grupos sociais como povos indígenas e agricultores locais, resultando em conflitos em vários níveis (Gottesfeld 1994; Kull 2002; Mathews, 2003; Mistry et al. 2005; Rodríguez 2006; Bilbao et al. 2010; Rodríguez-Trejo 2015; Christianson, 2015; Fache e Moizo 2015; Eid e Haller 2018), além de concentrarem seus esforços em supressão de fogo, de modo com que ele estivesse ausente no ecossistema. No Cerrado, por exemplo, muito se falou em proibição de fogo em áreas protegidas, o que teve como efeito colateral o aumento de combustível e a ocorrência de incêndios, inclusive incêndios catastróficos (Ramos-Neto e Pivello, 2000; Pivello, 2011)

A partir dos anos 2000, o cenário do manejo do fogo começou a se transformar, uma vez que a política do “fogo zero” se mostrou uma estratégia ineficiente. Encarar o fogo como vilão pode ser prejudicial a longo prazo pois ecossistemas que dependem do fogo, tais como o Cerrado brasileiro, podem ser afetados e modificados, sendo essa modificação indesejada do ponto de vista de conservação da biodiversidade (Abreu et al., 2017; Costa et al., 2020; Durigan, 2020). Desde então, o fogo passou a ser incluído como uma estratégia de prevenção ou combate de incêndios catastróficos utilizando, por exemplo, a queima prescrita, que consiste na queima controlada baseada em um planejamento cuidadoso, considerando as estações do ano e condições climáticas, tipo da vegetação, combustível e ciclos de vida dos animais. No entanto, estratégias como essa podem ser ideais para sistemas dependentes do fogo, mas não para sistemas sensíveis como a Mata Atlântica brasileira, o que será explicado mais à frente.

A partir da aceitação dos incêndios naturais e desmistificação da política Fogo Zero (Durigan 2020), o manejo do fogo começou a evoluir, as queimas prescritas começaram a ser feitas e áreas protegidas federais começaram a adotar a estratégia ‘Manejo Integrado do Fogo’, que surgiu como uma abordagem mais colaborativa que envolve as comunidades locais na gestão de ecossistemas florestais propensos a incêndios (Mbow et al. 2000; Bilbao et al. 2010; Williams et al. 2012; McCaffrey et al. 2013; Monzón-Alvarado et al. 2014; Diaz et al. 2015; McLennan and Eburn 2015).

Conceitualmente falando, o Manejo Integrado do Fogo visa reduzir os prejuízos causados pelo fogo e aumentar seus benefícios. De acordo com Rego et al., (2010), o Manejo Integrado do Fogo é uma

abordagem promissora que considera aspectos ecológicos, culturais, socioeconômicos e técnicos de um incêndio para minimizar danos e maximizar benefícios para o meio ambiente natural e as comunidades locais.

Para alcançar esse objetivo do manejo integrado é necessário planejamento e um sistema operacional que leve em consideração avaliações ecológicas, aspectos sociais, econômicos e culturais, combinando a prevenção com as técnicas de supressão (Schmidt, 2018). Além de controlar o combustível e diminuir o risco de incêndios florestais, essa estratégia permite a integração das práticas tradicionais de gestão de incêndios das comunidades locais ou, pelo menos, estabelece um quadro para encontrar soluções conjuntas em caso de conflitos.

O processo de manejo do fogo envolve uma série de medidas técnicas, de comunicação e institucionais destinadas a conservar, utilizar e restaurar ecossistemas florestais propensos a incêndios (Castillo 2003; Jardel 2010). Esse processo leva em consideração os regimes de fogo e os usos culturais do fogo e tem como objetivo prevenir e mitigar os impactos ecológicos e sociais dos incêndios florestais (Jardel 2010). A gestão de incêndios (ou manejo do fogo) também deve ser integrada às estratégias mais amplas de gestão de ecossistemas (Agee 1993; Christensen et al.1996; Maass et al.2010). Nos últimos anos, as estratégias de gestão florestal adaptativa, inclusiva realizada junto com a comunidade, de forma transdisciplinar e integrada, têm ganhado destaque (Jardel 2010; Williams et al.2012; McCaffrey et al.2013; Bosomworth et al. 2015; Diaz et al. 2015).

Atualmente, um dos principais desafios do Manejo Integrado do Fogo como política pública é garantir que as perspectivas, conhecimentos, interesses e responsabilidades das comunidades locais sejam incorporados, evitando a imposição de ideias que possam não estar alinhadas com as crenças dos atores locais (Carroll et al. 2010; Fache e Moizo 2015; Eid e Haller 2018). Portanto, é essencial identificar atores locais e compreender suas perspectivas em relação à gestão de incêndios.

2.2.2 Manejo do fogo em diferentes sistemas

Os ecossistemas do planeta podem ser classificados como dependentes do fogo, independentes do fogo ou sensíveis ao fogo quando tratamos das suas relações com esse elemento (Hardesty *et al.* 2005, Pivello et al. 2021). No geral, em sistemas que não dependem do fogo, o fogo ocorre apenas raramente, devido a condições climáticas ou a falta de biomassa para sustentar um incêndio. Assim, estes sistemas são danificados pelo fogo, que pode interromper processos ecológicos, levar à morte de muitos indivíduos e mesmo eliminar algumas espécies, as quais não evoluíram junto com o fogo (Pivello 2011). Já os ecossistemas dependentes do fogo evoluíram na presença de incêndios regulares ou ocasionais, e assim dependem do fogo para a manutenção de processos ecológicos. As espécies que ocorrem nestes sistemas

são adaptadas ao fogo, várias delas são inflamáveis, e podem necessitar do fogo para sua manutenção. Assim, nestes ambientes, os incêndios são naturalmente recorrentes (Pivello 2011). No Brasil, diferentes biomas e ecossistemas respondem de formas diferentes à presença do fogo e alguns, como a Floresta Amazônica e a Mata Atlântica, podem ser mais vulneráveis que outros.

Pantanal, Pampa e Cerrado são considerados sistemas dependentes do fogo, já que ele é parte da dinâmica natural do sistema, podendo ser necessário para manutenção dos processos ecológicos (Pivello et al. 2021). Em ecossistemas de savana no geral, o fogo tem uma função importante (Bowman et al., 2009) e atuou na formação da estrutura e biodiversidade, de acordo com evidências ecológicas (Miranda et al., 2009) e filogenéticas (Simon e Pennington, 2012).

Apesar das queimadas nestes sistemas serem naturais e comuns, o intervalo de tempo entre elas tem diminuído, podendo afetar as espécies que não estão adaptadas às novas intensidades e frequências (Bowman et al., 2011) e, portanto, estratégias de manejo se fazem necessárias. Para biomas dependentes de fogo, evitar todos os incêndios não leva a uma conservação eficiente (Schmidt, 2018), podendo inclusive promover a ocorrência de incêndios catastróficos devido ao acúmulo de biomassa (Ramos-Neto e Pivello, 2000). Assim, estratégias de conservação como o Manejo Integrado do Fogo podem ser mais interessantes para estes sistemas. Tais estratégias são complexas e precisam de um certo entendimento sobre a ecologia do fogo.

Em regiões com período de seca, os riscos são mais altos e, portanto, se faz necessária a elaboração direcionada de políticas que minimizem a ação do fogo (Lentini et al. 2003). Assim, existem ferramentas eficazes para o conhecimento das áreas mais suscetíveis, possibilitando a geração de investimentos em medidas preventivas quanto aos riscos de incêndios florestais e em pontos específicos de maior risco como mapas de risco de incêndios florestais (Batista, 2000; Ribeiro et al., 2012). No entanto, segundo Ribeiro et al. (2008), a maioria dos municípios brasileiros está despreparada por ausência de programas ambientais efetivos e que realmente se encaixem em seu perfil, dificultando, assim, a aplicação dessas e de demais estratégias, tais como a elaboração de planos de prevenção de incêndios florestais e batalhão de bombeiros e brigadas de combate aos incêndios florestais – grupos estes que também são de grande utilidade para campanhas de prevenção e combate ao fogo.

A partir disso, é importante entendermos que a depender dos parâmetros de ocorrência do fogo como intensidade, localidade, entre outros ele pode ser tanto prejudicial quanto benéfico (Myers, 2006) mas que para trazer benefícios, é necessário planejamento adequado e bem conduzido (Soares, 1985).

Na revisão apresentada no capítulo anterior, foram detectados alguns estudos mencionando o manejo integrado do fogo para diferentes biomas brasileiros, incluindo a Floresta Amazônica (Oliveira et al. 2019; Oliveira et al. 2021; Santos et al. 2021) e o Pantanal (Garcia et al. 2021; Martins et al. 2022), mas não para a Caatinga ou a Mata Atlântica.

COMPONENTES DO FOGO

Frequência: afeta os ecossistemas ao interromper ou encerrar o ciclo de vida dos indivíduos. Se os incêndios ocorrerem com maior ou menor regularidade, a pressão de seleção favorecerá os organismos que melhor aproveitarem a recorrência em um determinado intervalo. Pode ser medida pelo intervalo de retorno do fogo – o tempo entre incêndios dentro de uma determinada área.

Extensão: O tamanho do incêndio determina a irregularidade da paisagem e influencia a dispersão dos propágulos nas bordas do distúrbio.

Severidade: é uma descrição da profundidade da queima nas camadas orgânicas superficiais do solo ou do impacto do incêndio sobre alguma característica biológica. Incêndios de maior severidade provocam por exemplo maior mortalidade de plantas e podem impactar as raízes subterrâneas das plantas e os tecidos reprodutivos, assim como o banco de sementes do solo e as populações microbianas.

Intensidade: diz respeito a aspectos físicos do incêndio, podendo ser entendida como a quantidade de energia liberada em um determinado intervalo de tempo. Muitas vezes é fortemente correlacionada com o intervalo de incêndio através do carregamento de combustível, responde rapidamente ao clima local e ao clima regional. A intensidade, dentro dos limites de uma única queima, pode variar muito dependendo do tipo de combustível e carga, topografia, influências microclimáticas e características da perturbação anterior.

Tipo: refere-se a incêndios de copa versus incêndios de superfície ou de solo, e são amplamente dependentes da intensidade do fogo. O tipo de fogo, assim como a intensidade, pode variar em toda a área da queimada, dando origem a um mosaico de comunidades de plantas pós-fogo que podem ser iniciadas por incêndios de copa, incêndios superficiais ou uma combinação destes.

Sazonalidade: A estação do ano em que ocorre o fogo é um dos determinantes das trajetórias sucessionais nas quais os ecossistemas se iniciam após o fogo. A época do ano pode afetar a intensidade do fogo através de diferenças nos teores de umidade do combustível na superfície e na copa. O estado fenológico sazonal das plantas queimadas determinará as características da resposta reprodutiva vegetativa ou de sementes e terá um efeito pronunciado na estrutura dos ecossistemas e paisagens pós-fogo.

Para saber mais, consulte Weber & Flannigan (1997).

2.2.3 Uso do fogo por comunidades tradicionais

Há milhares de anos, povos indígenas brasileiros têm utilizado o fogo na maioria dos ecossistemas (Peixoto et al., 1999; Pivello, 2006; Power et al., 2016; Maezumi et al., 2018), incluindo as florestas tropicais amazônicas, que são sensíveis ao fogo. Entre as práticas utilizadas por habitantes pré-colombianos estão as queimadas frequentes de baixa intensidade, utilizadas nas práticas agrícolas e enriquecimento florestal com espécies comestíveis desde cerca de 4500 anos atrás (Maezumi et al., 2018). As práticas de manejo também incluíam a abertura de clareiras na cobertura florestal intacta e o desbaste da vegetação para selecionar espécies úteis (Levis et al., 2018), alterando a estrutura, composição e inflamabilidade da floresta.

Em países como a Guiana, Venezuela e Brasil, povos indígenas promovem o uso do fogo de maneira controlada, em que a queima da biomassa ajuda na semeadura pois promove melhora do pH, qualidade do solo e ciclagem de nutrientes (Bilbao et al, 2010, Huffman, 2013; Mistry et al, 2005; Rodríguez et al, 2011). Na Mata Atlântica, os registros desse tipo de prática datam de entre 7000 e 12000 anos atrás (Dean, 1996).

No entanto, a colaboração dos povos indígenas e comunidades tradicionais na política de manejo do fogo em seus próprios territórios tem sido bastante limitada, e seu uso de fogo tem sido perseguido como uma ameaça para a conservação da biodiversidade, embora se saiba que essas comunidades têm um amplo entendimento e práticas que alcançam vários objetivos quando se trata de manejo do fogo (Ross et al. 2016; Russel-Smith et al. 2013; Trauernicht et al, 2015). Visando a proteção biológica, diversidade cultural e podendo também mitigar os impactos da mudança climática, indígenas queimam a área em condições mais frias e úmidas, como no início da estação seca nas savanas africanas, australianas e sul americanas ou no outono e primavera em regiões temperadas (Russell-Smith et al. 1997; Bilbao et al. 2010).

As práticas indígenas são, portanto, importantes na política de manejo do fogo e a exclusão dessas comunidades no processo de tomada de decisão tem gerado conflitos históricos. Inclusive, de acordo com a revisão feita (Capítulo 1), estudos sobre práticas tradicionais de manejo do fogo são escassas para a Mata Atlântica. Deste modo, além da necessidade de incorporação de conhecimentos tradicionais nos planos de manejo do fogo, recomendamos a realização de estudos sobre estas práticas, assim como a incorporação das comunidades no desenvolvimento dos planos.

Devemos salientar, no entanto, que atualmente, além dos povos indígenas, há também outras comunidades originárias, tais como quilombolas, que podem ter estreitas relações com a Mata Atlântica. Assim, recomendamos que sejam também estudadas as suas práticas de manejo e os impactos (potenciais e observados) destas práticas. Finalmente, é importante diferenciar entre comunidades tradicionais e pequenos proprietários rurais que não pertencem a estas comunidades, já que as abordagens, e até mesmo a legislação aplicada, podem ser diferentes.

2.2.4 Impactos do fogo na Mata Atlântica e relação com perda e fragmentação de hábitat

Em contraste com ecossistemas dependentes do fogo mencionados acima, a floresta amazônica e a Mata atlântica são ecossistemas sensíveis ao fogo e assim como a maioria das espécies de florestas tropicais, ela não tolera a queima, tendo suas árvores mortas após alguns incêndios repetidos (Borhidi 1988, Cochrane et al. 1999, Nepstad et al. 2001). Mesmo em locais com pouca perturbação prévia, incêndios em florestas tropicais úmidas podem ter sérios impactos sobre a vegetação e a fauna (Barlow & Peres,

2004). Mesmo assim, incêndios têm sido frequentes nestes ambientes (Cochrane 2003), podendo inclusive promover um processo de “savanização”, com alterações importantes na estrutura e composição da vegetação e entrada de gramíneas invasoras (Silvério et al. 2015). Na Mata Atlântica, impactos de incêndios incluem mudanças drásticas na estrutura da vegetação (Menezes et al. 2019) e na chuva de sementes (Rocha et al. 2022), assim como mudanças menos severas no microclima (Dodonov et al. 2019).

Florestas tropicais sofrem muitas pressões antrópicas pelas queimadas e desmatamentos, assim como pelo aquecimento global e mudança climática, que trazem impactos significativos para esse ecossistema. Como bioma brasileiro representante da floresta tropical, a Mata Atlântica possui grande extensão, que hoje está reduzida a 8% da sua área original (Ribeiro et al. 2009; Rezende et al. 2018). Por abrigar grande riqueza biológica, é considerada um hotspot mundial e é classificada como prioridade para ações de conservação (Myers et al. 2000). Os distúrbios pelo fogo em florestas tropicais têm crescido e atingem várias regiões ao redor do planeta (Cochrane, 2003). Os incêndios são uma das principais ameaças à biodiversidade nesses ecossistemas, principalmente porque florestas tropicais evoluíram em um cenário sem fogo, e, portanto, as espécies ali abrigadas não possuem adaptações que lhes permitem sobreviver em eventos de incêndios. Assim, essas espécies acabam sendo sensíveis aos efeitos do fogo e sofrem altas taxas de mortalidade, favorecendo o aparecimento de espécies superdominantes (ou seja, espécies que, mesmo que sejam nativas, proliferam de forma intensa e inesperada, causando impactos negativos sobre o ecossistema – Pivello et al., 2018) e afetando a estrutura e composição das florestas (Matos et al., 2005).

Dentre os impactos de incêndios na mata atlântica há uma interação com a perda e fragmentação de hábitat, que é uma das questões de conservação mais importantes para a biodiversidade. Sabemos que a fragmentação de hábitat, perda de hábitat, efeito de borda e incêndios estão intimamente relacionados e quando esses fatores agem de forma sinérgica, os processos de perda de biodiversidade podem ser mais acelerados do que se tivessem agindo separadamente. Assim, é importante sabermos também como estas ameaças agem e identificarmos os riscos de conservação, para que possamos propor estratégias de manejo mais eficientes (Driscoll, 2021). Por exemplo, em áreas fragmentadas o impacto de incêndios pode ser ainda maior, considerando as possibilidades do fogo e da perda e fragmentação de hábitat agirem de forma sinérgica.

Assim, ainda segundo Driscoll et al. (2021), mesmo que em algum cenário o fogo não gere perda e/ou fragmentação de hábitat e a perda e fragmentação de hábitat não resulte em mais incêndios, esses fatores juntos podem agir de forma sinérgica, afetando a riqueza de espécies, sua abundância e risco de extinção. Ademais, o aumento de fragmentação e do efeito de borda aumentam o acesso humano e suas ignições associadas, ocasionando mais incêndios. Assim, Cochrane (2001) mostra que a fragmentação de hábitat aumenta o risco de incêndios, uma vez que está envolvido em um ciclo de *feedback* positivo, na qual a

perda de hábitat junto com fragmentação, processos que por sua vez são causados por desmatamento, aumentam o efeito de borda, a flamabilidade e consequentemente os incêndios florestais. Em linhas gerais, fragmentos florestais são frequentemente de fácil acesso para pessoas e estão expostos aos efeitos de borda e incêndios. De acordo com Harper et. al. (2005), o efeito de borda pode ser definido como o efeito de processos bióticos e abióticos na borda que resultam em diferenças na estrutura, função e composição perto da borda em comparação com o sistema de qualquer lado da borda (mas mais distante dela). Existem evidências de que incêndios podem ocorrer com maior frequência próximo às bordas dos fragmentos (Armenteras et al. 2013). Isso é especialmente relevante para a Mata Atlântica, um ecossistema altamente fragmentado no qual grande parte da vegetação remanescente está a distâncias pequenas das bordas dos remanescentes (Ribeiro et al. 2009).

Vários autores explicam o fenômeno do *feedback* (retroalimentação) positivo que acontece quando incêndios atingem uma floresta tropical, tal como a Mata Atlântica, e geram bordas entre floresta queimada e floresta não queimada. O mecanismo do feedback pode ser entendido como a forma pelo qual o fogo influencia a fragmentação e a fragmentação influencia o fogo (Driscoll, 2021). Dessa forma, o fogo muda a estrutura e composição da floresta e promove diferenças severas entre áreas queimadas e não queimadas (Menezes et al. 2019).

A diferença de características de áreas queimadas e não queimadas pode intensificar o efeito de borda, já que as bordas estão submetidas a diferentes condições abióticas (Harper et al. 2005). Esse efeito indireto do fogo, pode ocasionar impactos negativos nos fragmentos remanescentes, como mudanças de comportamentos de espécies da fauna e composição vegetal, favorecendo por exemplo, o domínio por samambaias superdominantes do gênero *Pteridium*, representada na Mata Atlântica primariamente pela espécie *Pteridium arachnoideum* (Menezes et al. 2019) (também chamada de *P. aquilinum* var. *arachnoideum* e *P. esculentum* var. *arachnoideum*). Além disso, bordas criadas pelo fogo podem gerar diferentes comportamentos para um possível incêndio, por fornecerem diferentes níveis de flamabilidade, fazendo com que elas ajam como barreiras para esse fogo ou deixando que ele se espalhe mais (Parkins et al., 2018).

Diante do exposto e considerando que a eficiência do uso do fogo depende da relação entre o fogo e a sua causa e entre o fogo e os processos ecológicos que são afetados (Gomes & Miranda, 2018). Portanto, mapear e entender as diferenças na cobertura e uso da terra ao longo do tempo é um componente essencial da tomada de decisões em setores como gestão de recursos, planejamento urbano e gestão de incêndios florestais, bem como no rastreamento dos impactos das mudanças climáticas.

E AÇÕES COM FOGO FUNCIONAM NA MATA ATLÂNTICA?

Como a Mata Atlântica tem características diferentes de outros sistemas como cerrado, florestas temperadas e florestas boreais, estratégias que fazem sentido nestes ambientes, como queimadas prescritas, podem não fazer sentido na Mata Atlântica. Como sabemos, enquanto o fogo pode manter a estrutura e composição dos ambientes de savana, pode ser extremamente prejudicial para ecossistemas sensíveis como as florestas tropicais, cujas espécies são extremamente sensíveis a incêndio, já que não foram submetidas a incêndios recorrentes que exigiram adaptações fisiológicas e estruturais para sobrevivência. No entanto, após uma extensa revisão de literatura, tentamos no presente trabalho propor formas de adaptar estratégias já usadas em manejo de fogo em outros biomas.

Apesar de em alguns casos, políticas terem sido capazes de reduzir o uso do fogo (como em plantações de cana de açúcar na região Sudeste) e existirem tecnologias alternativas, é preciso suporte para implementá-las e acesso ao mercado de produtores locais para alterarem o manejo da terra. Dessa forma, o uso do fogo continua sendo mais barato e é a alternativa mais viável para pequenos proprietários que dependem da atividade de subsistência. O fogo é utilizado no manejo de ambientes agrícolas e pastoris por ser mais viável economicamente e já estar inserido na cultura humana há milhares de anos (Miranda, 2007).

Assim, uma estratégia geral clara para lidar com o uso do fogo em propriedades privadas, permitindo seu uso controlado quando for globalmente benéfico e evitando-o onde os efeitos negativos predominam, ainda precisa ser desenvolvida para esse ecossistema.

2.2.5 Manejo do fogo em unidades de conservação

Áreas protegidas são uma importante estratégia de conservação da vegetação, da fauna e processos ecológicos, visto que o ecossistema enfrenta muitas ameaças, e ainda que possuam diferentes graus de proteção, essas áreas ainda garantem maior controle em relação às intervenções humanas nesses territórios (Mansuy et al., 2019).

No contexto brasileiro, a Lei 9.985, de 18 de julho de 2000 (Brasil, 2000) criou o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), sendo um marco na legislação ambiental que definiu Unidades de Conservação (UCs) em áreas de Proteção Integral e de Uso sustentável, e atualmente as UCs ainda são

classificadas dessa maneira. As UCs de Proteção Integral são responsáveis por manter os ecossistemas livres de alterações causadas por interferência humana, admitido apenas o uso indireto dos seus atributos naturais; já nas de Uso Sustentável é admitida a exploração do ambiente de maneira a garantir a perenidade dos recursos ambientais renováveis e dos processos ecológicos, mantendo a biodiversidade e os demais atributos ecológicos, de forma socialmente justa e economicamente viável. A criação destas áreas de proteção foi muito benéfica, já que, dentro de áreas protegidas, a vegetação é quatro vezes mais resguardada contra a supressão do que áreas sem nenhuma proteção formal (Gonçalves-Souza et al., 2021).

Houve também projetos como a criação do projeto de Corredores Ecológicos pelo Ministério do Meio Ambiente e secretarias do meio ambiente da Bahia e do Espírito Santo a partir de 2002. O objetivo era diminuir a fragmentação da Mata Atlântica e aumentar a conectividade das paisagens por meio da interligação entre áreas protegidas e outros espaços com diferentes usos, visto que havia uma crescente fragmentação e taxas de queimadas cada vez maiores, principalmente no sul da Bahia (MMA, 2015). Esse projeto além de fortalecer a infraestrutura e gestão de outras unidades já existentes nas áreas de interesse e auxiliar na promoção de melhorias no setor de fiscalização, prevenção e combate a incêndios, também apoiou a realização de estudos para a criação de novas Unidades de Conservação.

Apesar do aparente sucesso dessas diferentes ações implementadas e da redução da quantidade de focos de fogo no período de 2006 a 2010, é importante enfatizar que ainda é necessária a implementação de mais ações em prol do manejo do fogo nas áreas de Mata Atlântica da Bahia, já que 97% das paisagens avaliadas por Patrocínio (2022) – abrangendo toda a Mata Atlântica costeira da Bahia - tiveram focos de fogo ao menos uma vez entre 1985 e 2020 e houve mais focos de incêndio em paisagens com mais pastagens. A ocorrência de fogo nesse bioma está muito acima do que poderia ser considerado como ideal, tendo em vista que o fogo na Mata Atlântica não é um fenômeno natural e causa grandes impactos na biodiversidade, uma vez que, as espécies não estão adaptadas a essas condições.

Em 2005 o Ministério Público da Bahia criou o Núcleo Mata Atlântica (Numa), uma ação com foco principal na conservação dos remanescentes de Mata Atlântica do estado e com objetivo de ampliar a fronteira institucional de atuação com intervenção na tutela jurídica de forma crítica, educativa, preventiva e sócio participativa junto aos órgãos e entidades ambientais, seja na capacitação dos promotores de justiça, seja no fortalecimento da relação institucional entre o órgão e os representantes da sociedade civil e do Poder Executivo (Honorato, 2010).

No mesmo ano de criação dos Corredores ecológicos, foi publicado o Decreto nº 8.394 de 13 de dezembro de 2002 (Brasil, 2002) aprovando o Plano de Ações Interagências para Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais do Estado da Bahia, operacionalizando a atuação dos diversos setores envolvidos para o manejo do fogo para o estado. Outros instrumentos como a Lei da Mata Atlântica, Lei nº 11.428 de 22 de dezembro de 2006, (Brasil, 2006, art. 2) e o Decreto nº 6.660, de 21 de novembro

de 2008 (Brasil, 2008) são essenciais para proteção da Mata Atlântica. Ambos regulamentam a utilização e proteção da vegetação natural da Mata Atlântica e tem servido para embasar a sociedade em relação a cobranças referentes aos licenciamentos ambientais.

No entanto, a gestão deficiente dos recursos naturais devido a insuficiência de Unidades de Conservação (UC) representativas e adequadamente dimensionadas para atender as necessidades de hábitat de algumas espécies, a ausência de planejamento e gestão territorial no desenvolvimento dos municípios e expansão desenfreada de infraestrutura urbana em áreas de preservação permanente e a exploração ilegal de recursos, são fatores de impacto ambiental negativos à manutenção das espécies (Theulen, 2004; Floriani et al. (2007; Câmara, 2004; Machado (2006). Sendo assim, apesar das Unidades de Conservação serem importantes para proteção da área (e há evidências de ter menos queimadas dentro de áreas protegidas de florestas tropicais úmidas do que fora delas - Armenteras et al., 2013) e existirem instrumentos legais para embasar a criação e manutenção das UCs, ainda assim é preciso ter planos e estratégias para prevenção e manejo do fogo dentro delas, que idealmente devem envolver os diferentes *stakeholders* e a comunidade do entorno, como o Plano de Manejo Integrado do Fogo elaborado pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. O projeto de lei Projeto de Lei nº 1818/2022 (atualmente em apreciação no Senado), que institui a Política Nacional de Manejo do Fogo, prevê a regulamentação do uso do fogo como prática para prevenção e combate a incêndios em áreas naturais, assim como o uso do fogo por populações tradicionais, como quilombolas, indígenas e agricultores familiares.

2.2.6 Relação com mudanças climáticas

As consequências do aquecimento global para os ambientes naturais estão entre as grandes preocupações da atualidade. O aumento da temperatura já é observado e como resultado há um aumento na ocorrência e severidade de incêndios florestais (Flannigan et al., 2013). A mudança climática tem efeitos diretos e indiretos em fatores que contribuem para a atividade de incêndios florestais, como condições climáticas, disponibilidade de combustível e fontes de ignição (Abatzoglou, 2016). Em conjunto com outras influências antropogênicas nos regimes de incêndio através de supressão de incêndios e ignições antrópicas, a mudança climática está impulsionando um aumento e intensificação da atividade de incêndios globalmente (Flannigan 2013). As mudanças climáticas tendem a modificar as condições dos ambientes, podendo torná-los mais secos. Com maiores quantidades de biomassa combustível, e com temperaturas mais altas, as condições se tornam ainda mais favoráveis para a ocorrência de fogo (Herawati & Santoso, 2011), que, por sua vez, precisa de fatores como disponibilidade de material combustível, uma fonte de ignição e condições propícias do clima para sua

ocorrência (Dwyer et al., 2000). Segundo Clark, Ward & Mahowald, em cenários de mudança climática e em condições favoráveis, incêndios naturais são mais prováveis de ocorrer. A mudança climática também se relaciona fortemente com o fenômeno El Niño, havendo assim mais um fator que provocam e intensifica secas e, conseqüentemente, aumenta drasticamente a frequência e dispersão de incêndios em florestas tropicais úmidas (Barlows & Carlos, 2004; Meggers, 1994).

Sendo assim, fica claro que a ocorrência, extensão e intensidade de incêndios florestais podem ser afetados por mudanças na variabilidade do clima e no aquecimento climático (Legmann 2009). No entanto, não só as mudanças climáticas promovem a ocorrência de incêndios, mas ambos estão intrinsecamente conectados, já que também os incêndios florestais influenciam o sistema climático ao alterar o albedo da superfície e liberar gases-traço, como dióxido de carbono, além de aerossóis (Stocker 2021). Apesar do potencial dos grandes incêndios florestais de causarem mudanças de temperatura na estratosfera ser pouco discutido (Stocker, 2021) e ainda haver muitas incertezas sobre o impacto de incêndios nas mudanças climáticas (Keywood 2012), há diversos estudos que mostram que em um cenário de aquecimento global, incêndios ocorrerão mais frequentemente e que a mudança climática aumenta a intensidade e frequência dos incêndios (Albertson et al., 2010, Balling et al., 1992, Flannigan and Wagner, 1991, Keeton et al., 2007, Malevsky-Malevich et al., 2008, Flannigan, 2013).

A mudança climática, por sua vez, não é afetada somente por incêndios, mas também por atividades antrópicas (que também afetam características biológicas em vários ecossistemas), por exemplo através de práticas como desmatamento e corte e queima em florestas para transformar a área em pastagem (Ferreira et al., 2020). Como consequência, mudanças no uso da terra promovem mudanças nos ecossistemas florestais, ameaçando a biodiversidade e funcionamento das comunidades nativas e serviços ecossistêmicos. Assim, monitorar o uso da terra e a agricultura é importante não só para monitorar a exploração dos recursos naturais, mas também para embasar também o planejamento de manejo (Ituen, 2021).

Em alguns países, a exemplo do Canadá, há diversos estudos sobre os possíveis impactos da mudança climática na atividade de incêndios (Flannigan and Van Wagner 1991; Stocks 1993; Wotton and Flannigan 1993; Bergeron and Flannigan 1995; Flannigan et al. 1998, 2000; Stocks et al. 1998), tendo em vista que a atividade de incêndios está fortemente ligada às condições climáticas e o fogo desempenha um papel muito importante no ciclo de vida das florestas daquele país. No entanto, em outros lugares, incluindo a Mata Atlântica brasileira, ainda há poucos estudos sobre o tema (um exemplo de estudo importante é o de Diele-Viegas et al. 2022), fazendo com que seja necessário concentrar esforços para suprir essa deficiência.

2.3 RECOMENDAÇÕES PARA MANEJO INTEGRADO DO FOGO NA MATA ATLÂNTICA

Finalizamos este trabalho com recomendações gerais para manejo do fogo em UCs com Mata Atlântica, com base no exposto acima e na literatura científica sobre o tema.

No que diz respeito a propriedades privadas, não existe uma estratégia geral de gestão de incêndios. Estes, por sua vez, são empregados para distintos propósitos como para limpar terrenos visando a futura atividade agrícola, conhecidos como incêndios de desmatamento, para administrar sistemas agrícolas ou de pastagem, ou como parte de práticas de corte e queima frequentemente adotadas por agricultores de subsistência. Embora o uso do fogo possa ser permitido por lei para fins agrícolas mediante autorização, uma parcela significativa dos incêndios atuais ocorre de forma ilegal, especialmente quando relacionada ao desmatamento e à supressão da vegetação nativa (Pivello, 2021).

Além disso, na revisão realizada no capítulo 1 deste trabalho, fica evidenciada a disparidade entre estudos que abordam o ecossistema de Mata Atlântica para outros biomas como o cerrado ou floresta amazônica. A pouca disponibilidade de informação científica sobre efeitos de incêndios no bioma de interesse dificulta tomada de decisões e acesso a informação mais robusta para elaboração de possíveis planos de manejo ou ações de contingência.

2.3.1 Manejo Integrado do Fogo

Diante de todo o exposto até aqui, ponderando que o fogo como um elemento natural, retirando-o da posição de vilão que apenas nos traz malefícios, consideremos então o manejo integrado do fogo no sentido literal do seu conceito: “minimizar os malefícios e ampliar seus benefícios”, montando um protocolo de estratégias que sejam adequadas para a Mata Atlântica. Dessa forma, o primeiro passo é excluir do manejo qualquer ação envolvendo queima prescrita em áreas de floresta, que é uma técnica utilizada em biomas como cerrado por exemplo. Usufruir dessa estratégia na Mata Atlântica pode deixar o bioma permanentemente degradado.

2.3.2 Estratégias de restauração

Levando em consideração uma síntese de resultados a partir de literatura (incluindo literatura cinza) focada na Mata Atlântica do estado da Bahia, podemos propor recomendações de manejo que poderiam ser eficientes para manutenção da floresta após eventos de fogo.

De acordo com Rocha et al. (2022), foram observadas diferenças na riqueza, abundância e dispersão de sementes entre a floresta não queimada e as áreas queimadas, em uma unidade de conservação com Mata Atlântica no Sul da Bahia. O tamanho, riqueza, abundância e largura de sementes foram maiores em áreas não queimadas do que em áreas queimadas, além de que a chuva de sementes após o distúrbio foi dominada por sementes pequenas e zoocóricas, o que pode prejudicar ou retardar os processos de restauração de plantas. A diminuição da diversidade de sementes é particularmente preocupante porque as árvores são o principal componente da diversidade e essa diminuição da chuva de sementes pode indicar que ações ativas de restauração podem ser necessárias para a recuperação das áreas queimadas da Mata Atlântica. Assim, recomendamos a chuva de sementes manual nas áreas queimadas, com sementes de árvores que já são presentes em áreas não queimadas próximas.

Além disso, recomendamos o estabelecimento de poleiros artificiais e a manutenção das árvores mortas em pé remanescentes na área queimada, para favorecer a dispersão de sementes pela avifauna. Estes poleiros podem ser simples estacas de madeira ou varas de bambu amarradas entre si para as aves pousarem, pois dessa forma a dispersão de sementes zoocóricas iria aumentar e proporcionar novos núcleos de sementes que auxiliariam no processo de restauração das comunidades (Tres et al., 2007). Isso é justificado porque, de acordo com Oliveira (2021), há mais sementes debaixo de árvores, inclusive árvores mortas em pé, do que em áreas distantes de árvores dentro de uma mesma área queimada. Assim, as árvores mortas em pé parecem atuar como poleiros para aves dispersoras, e sua manutenção, além da incorporação de poleiros artificiais, pode facilitar a regeneração, diminuindo os impactos do incêndio sobre o número de sementes e de espécies vegetais sendo dispersas para a área queimada. O trabalho de Almeida et al. (2016) também mostra que em áreas de pasto e agricultura de mata atlântica o uso de poleiros artificiais favoreceu a dispersão de sementes por aves, favorecendo a riqueza e abundância tanto para áreas de pastagem como áreas de agricultura. Nesse mesmo trabalho, as sementes de árvores foram as mais bem sucedidas, sendo um resultado também interessante para as próximas medidas nesse capítulo.

Já em relação a serrapilheira, sua produção anual total foi significativamente maior na área não queimada do que na área queimada e na borda e esse resultado foi similar a outros estudos. Esse padrão é esperado devido à complexidade da vegetação nas florestas tropicais que afeta diretamente a produção da serrapilheira. Sendo assim, frente a um evento de fogo que muda a composição da vegetação, a serrapilheira também será alterada. A alteração nesse fator pode afetar a recuperação da área queimada e causar diminuição da produção primária, afetando a ciclagem de nutrientes (Rocha, et al. *submetido* e dados ainda não publicados).

Assim, o transporte de serrapilheira, que também é onde se encontra parte do banco de sementes, da área não queimada para queimada também é uma estratégia que poderia aumentar a diversidade de sementes e ajudar na regeneração da floresta (Amatangelo et al., 2008; Ruprecht e Szabó, 2012). Isso é

indicado porque a quantidade de serrapilheira na área queimada difere entre áreas queimadas e não queimadas adjacentes, assim como a comunidade de invertebrados de serrapilheira (Rocha et al. *submetido* e dados ainda não publicados). O transporte de serrapilheira, além de transportar sementes, deveria receber atenção especial porque a área queimada perde parte dos nutrientes para a atmosfera por volatilização e combustão. Assim, este material pode ser importante para transferir e regular nutrientes do solo e proporcionar manutenção da umidade (Cornwell et al. 2008).

Medidas como essas, juntamente com o plantio de mudas ou reflorestamento, seriam benéficos e a fase de regeneração é importante não apenas para manter a composição da paisagem original, mas também para prevenir futuros eventos de incêndios. Guedes et al. (2020) e de Assis Barros et al. (2021) identificaram que paisagens com menor quantidade de vegetação são mais vulneráveis ao fogo e em fragmentos de vegetação maiores, a vegetação do interior tende a estar mais protegida dos efeitos de borda, menos exposta à intervenção humana e mais propensa a regeneração natural (Laurance & Yensen, 1991; dos Santos et al., 2019). De acordo com dos Santos et al. (2019), a região da Mata Atlântica do Rio de Janeiro vem apresentando altos níveis de regeneração da vegetação, com valores 5x maiores do que os valores de desmatamento. Essa regeneração natural está acontecendo principalmente próximo a locais com outros fragmentos de vegetação, distantes de rodovias e centros urbanos. Similarmente, Souza et al. (2020) detectaram aumento na cobertura florestal para a Mata Atlântica. Assim, entendemos que estratégias de manejo direto são importantes para alavancar a regeneração natural da floresta e medidas simples podem contribuir com o aumento da cobertura vegetal.

Como uma observação adicional, a regeneração natural ocorre com menos frequência em áreas de maior declividade por serem menos úmidas e mais expostas ao sol (Santos et al., 2019). Nas áreas de declividade é mais difícil de se combater ao fogo (Bianca Caitano, comunicação pessoal), de modo que é necessário que todas essas estratégias de regeneração sejam ativamente aplicadas em terrenos desse tipo.

A série de etapas para regeneração do ecossistema poderiam seguir a seguinte ordem: transporte de serrapilheira para que tornar o solo o ambiente mais apropriado; plantio e estabelecimento de plântulas, pois elas tem mais sucesso em sobrevivência do que sementes; e por fim, a chuva de sementes, para que elas consigam se estabelecer em um ambiente mais propício, com nutrientes e sombra. É importante também que sejam feitos experimentos *in situ* para avaliar a efetividade destas estratégias antes da sua aplicação em larga escala.

HEMLOCKS CANADENSES

No Canadá, os *hemlocks* possuem um tipo de praga que leva a vegetação a mortalidade. Uma vez que a cobertura vegetal seja reduzida, o ecossistema fica propenso a pegar fogo e para evitar que isso aconteça, é feito o manejo dos hemlocks ainda vivos com a aplicação de pesticida e investimento de esforços numa etapa de prevenção e manejo, evitando assim um desastre ambiental. Esse manejo é realizado muitas vezes por estudantes e o plano de manejo é confeccionado pelos biólogos e autoridades responsáveis, com base em literatura científica e aliados a órgãos/insituições ambientais. Além disso, atualmente os planos de manejo envolvem pilares nao somente ambientais, mas também econômicos e sociais. (Matt Smith, comunicação pessoal) Isso quer dizer que tanto o manejo direto na vegetação como o investimento na etapa de prevenção são eficazes.

2.3.3 Controle de *Pteridium* sp.

O *Pteridium* sp. é uma espécie bastante comum em áreas queimadas – por exemplo, no trabalho de Menezes et al. (2019), para a altura e cobertura de *Pteridium arachnoideum* as medidas foram maiores nas áreas queimadas, enquanto a altura e cobertura de herbáceas e de árvores jovens apresentaram uma tendencia contrária, tendo valores maiores nas áreas não queimadas. Além disso, esta é uma espécie muito inflamável, e assim há risco aumentado de queimadas nele. Portanto, sugerimos implantar aceiros na borda entre áreas dominadas por *Pteridium* sp. e a floresta não queimada, primariamente quando o crescimento é mais lento, ou seja, na estação seca, considerando o crescimento rápido de *Pteridium* sp. nas estações chuvosas (Xavier et al. 2019); bem como manutenção periódica desses aceiros, já que o *Pteridium* sp. cresce rápido e é dominante nesse ambiente.

Revolver o solo numa faixa próxima a borda afim de tirar o rizoma dessas plantas para retardar sua reocupação é também uma medida importante, já que o simples corte da vegetação, mesmo que seja realizado três vezes por ano, não mostrou ter efeitos sobre os rizomas subterrâneos desta espécie (apesar de reduzir a biomassa aérea), especialmente se não houver uma regeneração efetiva da vegetação nativa, de modo que o corte por si só não é suficiente para elimina-lo completamente (Xavier et al. 2023). O desenvolvimento de pesquisas relacionadas ao *Pteridium* sp. pode também ser interessante pois o manejo dessa planta é uma lacuna nessa área e outra formas de contenção seriam pertinentes. No geral, aceiros seriam indicados em áreas de maior risco de incêndios e áreas de maior necessidade de preservação, entre florestas e áreas ou invadidas ou de uso antrópico. Mesmo que o aceiro não impeça a propagação do fogo necessariamente, ainda assim seria capaz de facilitar o combate. O reflorestamento de árvores vindas de viveiros já preparadas para aclimatação seria ideal para fornecer

sombra e dificultar o crescimento do *Pteridium* sp. nas áreas queimadas após um incêndio, já que a mortalidade de rametas de *Pteridium* sp. é maior em áreas mais sombreadas (Xavier et al. 2019).

O SAMAMBAIÃO É INVASOR

O gênero *Pteridium*, popularmente chamada de Samambaião, é uma planta invasora (ou superdominante) amplamente distribuída pelo mundo (Martins et al. 1995). Atualmente é frequentemente dominante em fragmentos de Mata Atlântica sujeitos a repetidos impactos humanos (Marrs e Watt, 2006) e tem uma alta produtividade e dominância (Silva Matos et al., 2014).

Esta espécie possui longos rizomas subterrâneos (e portanto protegidos do fogo) que armazenam carboidratos e também um grande número de botões dormentes (Marrs et al., 1998). Os atributos nocivos do *Pteridium* sp. são amplamente conhecidos e incluem flamabilidade e grande acúmulo de serapilheira. Além disso, esta espécie afeta o estabelecimento de outras espécies de plantas através da libertação de componentes alelopáticos e limita a abundância e a riqueza das árvores nativas (Hartig e Beck, 2003; Miatto et al., 2011; Jatoba et al., 2016; Xavier et al., 2016). Pode ser considerada uma típica espécie pioneira inflamável agressiva, ocorrendo em locais queimados ou desmatados.

Dessa forma, o *Pteridium* sp. representa um grande problema relacionado às queimadas na Mata Atlântica porque não só aumenta a flamabilidade da floresta, mas porque também dificulta a regeneração natural. Portanto, é importante que sejam aplicadas estratégias que retardem o estabelecimento e desenvolvimento das espécies desse gênero

2.3.4 Previsão de incêndios

Para previsão de incêndios, podem ser utilizados índices de risco de fogo. O *Fire Weather Index* (FWI) foi desenvolvido no Canadá e é amplamente utilizado em diversos países (ver box abaixo). Os resultados do FWI são determinados com base em observações diárias das condições meteorológicas propícias a incêndios em estações meteorológicas em toda a área de gestão de incêndios de um órgão e são utilizados para auxiliar os gestores de incêndios a estimar a ocorrência esperada de incêndios, a propagação potencial dos incêndios e sua intensidade. O Sistema FWI acompanha a umidade em três camadas de combustíveis distintas. O teor de umidade da camada de material superficial é caracterizado pelo Índice de Teor de Umidade de Combustível Fino (FFMC) e é importante para determinar a sustentabilidade e a intensidade da propagação de incêndios superficiais (Forestry Canada Fire Danger Group 1992; Lawson e Armitage 1997; Beverly e Wotton 2007). No entanto, uma dificuldade do uso

do FWI para mata atlântica pode residir no fato de que ele usa o combustível como uma das variáveis, o que pode ser muito mais difícil de quantificar no ecossistema em questão.

ESTUDOS EM OUTROS PAÍSES QUE USARAM O FWI

- Cane, D., Ciccarelli, N., Gottero, F., Francesetti, A., Pelfini, F., & Pelosini, R. (2008). Fire Weather Index application in north-western Italy. *Advances in Science and Research*, 2(1), 77-80.
- Carvalho, A. C., Carvalho, A., Martins, H., Marques, C., Rocha, A., Borrego, C., ... & Miranda, A. I. (2011). Fire weather risk assessment under climate change using a dynamical downscaling approach. *Environmental Modelling & Software*, 26(9), 1123-1133.
- Castellnou, M., Guiomar, N., Rego, F., & Fernandes, P. M. (2018). Fire growth patterns in the 2017 mega fire episode of October 15, central Portugal. *Advances in forest fire research*, 447-453.
- Castro, F. X., Tudela, A., & Sebastià, M. T. (2003). Modeling moisture content in shrubs to predict fire risk in Catalonia (Spain). *Agricultural and Forest Meteorology*, 116(1-2), 49-59.
- Ertugrul, M., Varol, T., Ozel, H. B., Cetin, M., & Sevik, H. (2021). Influence of climatic factor of changes in forest fire danger and fire season length in Turkey. *Environmental monitoring and assessment*, 193, 1-17.
- Fernandes, P. M. (2019). Variation in the Canadian fire weather index thresholds for increasingly larger fires in Portugal. *Forests*, 10(10), 838.
- Gao, D. M., Yin, X. F., & Liu, Y. F. (2015). Prediction of forest fire using wireless sensor network. *Journal of Tropical Forest Science*, 342-350.
- Gowan, T. A., & Horel, J. D. (2020). Evaluation of IMERG-E precipitation estimates for fire weather applications in Alaska. *Weather and Forecasting*, 35(5), 1831-1843.
- Groot, W. J. D., Field, R. D., Brady, M. A., Roswintarti, O., & Mohamad, M. (2007). Development of the Indonesian and Malaysian fire danger rating systems. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 12, 165-180.
- Kerr, G. H., DeGaetano, A. T., Stoof, C. R., & Ward, D. (2018). Climate change effects on wildland fire risk in the Northeastern and Great Lakes states predicted by a downscaled multi-model ensemble. *Theoretical and applied climatology*, 131, 625-639.
- Papakosta, P., & Straub, D. (2016). Probabilistic prediction of daily fire occurrence in the Mediterranean with readily available spatio-temporal data. *iForest-Biogeosciences and Forestry*, 10(1), 32.
- Rodrigues, M., Trigo, R. M., Vega-García, C., & Cardil, A. (2020). Identifying large fire weather typologies in the Iberian Peninsula. *Agricultural and Forest Meteorology*, 280, 107789.
- Šturm, T., Fernandes, P. M., & Šumrada, R. (2012). The Canadian fire weather index system and wildfire activity in the Karst forest management area, Slovenia. *European Journal of Forest Research*, 131, 829-834.
- Tian, X. R., Shu, L. F., Zhao, F. J., Wang, M. Y., & McRae, D. J. (2011). Future impacts of climate change on forest fire danger in northeastern China. *Journal of Forestry Research*, 22(3), 437-446.

A Fórmula de Monte Alegre (FMA) é um modelo matemático empírico baseado na umidade relativa do ar e no índice pluviométrico (Alvares et al. 2014) e foi criado em 1972 usando dados de ocorrência de incêndios e meteorológicos da parte central do estado do Paraná após um grande acidente de incêndio, e desde então tem sido utilizado pela maioria das instituições e empresas florestais no Brasil para prever o risco de incêndios (Soares, 1972). Esse é o índice mais utilizado no Brasil e apresenta sucesso quando utilizado em áreas similares à em que foi desenvolvido (Wendling et al., 2012).

Recomendamos também a elaboração de mapas de risco de incêndio, assim como feito por Cipriani et al. (2011) em um remanescente de Mata Atlântica em Minas Gerais. Estes autores usaram um índice estrutural de risco de incêndio e técnicas de geoprocessamento para classificar as áreas em risco baixo, moderado, alto, muito alto e extremo. Os autores concluíram que o mapa baseado no SFI pode ser um valioso subsídio para a elaboração do plano de prevenção de incêndio de pequenas unidades de conservação com poucos dados relativos ao clima e ao histórico de ocorrência de incêndio disponíveis.

Além dos índices de previsão, o monitoramento é feito nas Unidades de Conservação através do uso do Banco de Dados de Queimadas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais/INPE e os dados são processados e enviados para as unidades de conservação federais (INPE, 2020). Esse monitoramento é auxiliado pelo sensoriamento remoto, uma ferramenta que pode ser amplamente utilizada com o uso do sensor MODIS. Então também encorajamos o uso desse sensor para elaboração de Mapas de acúmulo de material combustível. Esse material é determinante na ocorrência de incêndios, na sua intensidade e na sua propagação e portanto sua identificação é importante para o planejamento das atividades de manejo integrado do fogo, em especial para a identificação de áreas prioritárias para a realização desse manejo (Barradas, 2017; Franke et al., 2018). Ou seja, monitorar a cobertura vegetal pode identificar áreas com maior risco de incêndios e auxiliar na tomada de decisões durante o combate a incêndios. Borges et al. (2021) explica sobre o uso de imagens de satélite na identificação dessas áreas com combustível.

OUTROS ESTUDOS COM ÍNDICES DE RISCO NO BRASIL

Cipriani, H. N., Pereira, J. A. A., Silva, R. A., Freitas, S. G. D., & Oliveira, L. T. D. (2011). Fire risk map for the Serra de São Domingos Municipal park, Poços de caldas, MG. *Cerne*, 17, 77-83.

de Sousa, J. A. P., do Nascimento Lopes, E. R., Duarte, M. L., Ewbank, H., & Lourenço, R. W. (2022). Forest fire risk indicator (FFRI) based on geoprocessing and multicriteria analysis. *Natural Hazards*, 114(2), 2311-2330.

Delgado, R. C., Wanderley, H. S., Pereira, M. G., Almeida, A. Q. D., Carvalho, D. C. D., Lindemann, D. D. S., ... & Santos, O. A. Q. D. (2022). Assessment of a New Fire Risk Index for the Atlantic Forest, Brazil. *Forests*, 13(11), 1844.

2.3.5 Ações em e com a comunidade

Finalmente, recomendamos também programas de educação ambiental com foco no funcionamento do fogo na Mata Atlântica e seus impactos, envolvendo oficinas e atividades com as comunidades e proprietários, preparação e divulgação de material didático como cartilhas, e trilhas. Algumas unidades de conservação possuem comunidades humanas dentro de seus limites, incluindo de diferentes níveis culturais e econômico, que podem atuar de forma negativa, direta ou indiretamente, sobre os

remanescentes de vegetação. É comum essas pessoas fazerem coivaras para limpar a área e geralmente as queimadas acabam saindo de controle (Bianca Caitano, comunicação pessoal). Assim, a Educação Ambiental pode ser um excelente instrumento para a conservação de ecossistemas (Pedrini, 2006), já que “emerge como instrumento significativo na tomada de consciência ambiental, promovendo reflexões sobre as relações entre o ser humano e o meio ambiente” (Bedim, 2009, p.1 Apud Mette et al, 2010). e “deve orientar-se para a comunidade, procurando incentivar o indivíduo a participar ativamente da resolução de problemas no contexto de sua realidade”. (Reigota, 1994, p. 12 Apud Mette et al, 2010). Os trabalhos com a comunidade devem envolver etapas de mapeamento dessas comunidades; diagnóstico de quem são elas, como se relacionam com as atividades de manejo e uso da terra e quais são as suas necessidades; e propor ações específicas para elas.

Ademais, caso seja imprescindível para o proprietário fazer o uso do fogo em sua propriedade, que seja obrigado a fazer com o suporte de um gestor e com autorização do órgão ambiental competente para queima controlada como previsto no art. 38 do Código Florestal - lei 12.651/12 , buscando minimizar riscos de queimadas saírem do controle, principalmente porque incêndios por ignições humanas tendem a ser mais intensos do que aqueles causados por ignições naturais (Da Silva Junior et al., 2020).

Por fim, recomendamos a realização de estudos sobre a percepção das pessoas sobre essas áreas e a relação delas com o fogo, para possibilitar que sejam propostas medidas que reduzam focos de incêndio acidentais ou criminosos.

CONCLUSÃO

A Mata Atlântica é um ecossistema ameaçado e que requer esforços para sua conservação. Sendo incêndios uma das suas principais ameaças, é necessário que estratégias para essa questão sejam pensadas e aplicadas de forma mais assertiva. A aplicação de possíveis técnicas deve ser feita com base em estudos e pesquisas específicas para a região, considerando as características locais e os objetivos pretendidos. Além disso, é importante envolver as comunidades locais no processo de manejo do fogo, de forma a garantir o sucesso das ações e a manutenção da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos e sempre considerando estratégias diversas, multidisciplinares e participativas. Este manual contribui para o planejamento do Manejo Integrado do Fogo por trazer possíveis aplicações que integram aspectos ambientes e sociais, baseadas no conhecimento científico, visando também auxiliar proprietários e comunidades associadas que podem utilizar estratégias alternativas.

2.4 REFERÊNCIAS

- Abatzoglou, J. T., & Williams, A. P. (2016). Impact of anthropogenic climate change on wildfire across western US forests. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(42), 11770-11775.
- Abreu, R. C., Hoffmann, W. A., Vasconcelos, H. L., Pilon, N. A., Rossatto, D. R., & Durigan, G. (2017). The biodiversity cost of carbon sequestration in tropical savanna. *Science advances*, 3(8), e1701284.
- Agee J. K. (1993). Fire ecology of the Pacific northwest forest. Island press. Washington, D.C. p 493.
- Albertson, K., Aylen, J., Cavan, G., & McMorrow, J. (2010). Climate change and the future occurrence of moorland wildfires in the Peak District of the UK. *Climate Research*, 45, 105-118.
- Amatangelo, K.L., Dukes, J.S., Field, C.B., 2008. Responses of a California annual grassland to litter manipulation. *J. Veg. Sci.* 19, 605–612.
- Armenteras, D., González, T. M., & Retana, J. (2013). Forest fragmentation and edge influence on fire occurrence and intensity under different management types in Amazon forests. *Biological conservation*, 159, 73- 79.
- Balling Jr, R. C., Meyer, G. A., & Wells, S. G. (1992). Climate change in Yellowstone National Park: is the drought-related risk of wildfires increasing?. *Climatic change*, 22(1), 35-45.
- Batista, A. C. Mapas de risco: uma alternativa para o planejamento de controle de incêndios florestais. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 30, n. 1/2, p. 45-54, jun./dez. 2000.
- Barlow B; Peres C. A. (2004) Ecological responses to El Niño-induced surface fires in central Brazilian Amazonia: Management implications for flammable tropical forests. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 359: 367-380.
- Barradas ACS. 2017. A Gestão do fogo na Estação Ecológica Serra Geral do Tocantins, Brasil. Dissertação (Mestrado Profissional em Biodiversidade em Unidades de Conservação). Escola Nacional de Botânica/Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 135p.
- Bilbao, B.A.; Leal, A.V.; Méndez, C.L. Indigenous Use of Fire and Forest Loss in Canaima National Park, Venezuela. Assessment of and Tools for Alternative Strategies of Fire Management in Pemón Indigenous Lands. *Hum. Ecol.* 2010, 38, 663–673.
- Borges, K. M. R., Orozco Filho, J. C., de Oliveira Coan, G. P., & Vasconcelos, T. M. M. (2021). Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Como Subsídio Ao Manejo Do Fogo e Ao Combate Aos Incêndios Florestais Em Unidades de Conservação Federais. *Biodiversidade Brasileira*, 11(2), 168-178.
- Borhidi, A. 1988. Vegetation dynamics of the savannization process on Cuba. *Vegetatio* 77: 177–183. doi: [10.1007/BF00045763](https://doi.org/10.1007/BF00045763)

Bosomworth, K., Handmer, J., and Thornton, R. (2015). The role of social science in the governance and management of Wildland fire. *International Journal of Wildland Fire* 24: 151–152. <https://doi.org/10.1071/WF15030>.

Bowman, D. M., Balch, J. K., Artaxo, P., Bond, W. J., Carlson, J. M., Cochrane, M. A., ... & Pyne, S. J. (2009). Fire in the Earth system. *science*, 324(5926), 481-484.

Bowman, D. M., Balch, J., Artaxo, P., Bond, W. J., Cochrane, M. A., D'antonio, C. M., ... & Swetnam, T. W. (2011). The human dimension of fire regimes on Earth. *Journal of biogeography*, 38(12), 2223-2236.

BRASIL. Decreto nº. 6.660, de 21 de novembro de 2008. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/decreto/d6660.htm > Acesso em: 18/04/2022.

Brasil. Decreto nº. 8394, de 13 de dezembro de 2002. Aprova o Plano de Ações Interagências para Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais do Estado da Bahia e dá outras providências. Disponível em: <<https://governoba.jusbrasil.com.br/legislacao/78076/decreto-8394-02>> Acesso em: 20/08/2023.

Brasil. Lei nº. 11.428, de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. Disponível em:<http://www.bioatlantica.org.br/Lei%2011428_06%20Lei%20da%20Mata%20Atlantica.pdf> Acesso em: 18/04/2022.

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. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm>. Acesso em: 22/0/2023.

Cipriani, H. N., Pereira, J. A. A., Silva, R. A., Freitas, S. G. D., & Oliveira, L. T. D. (2011). Zoneamento de risco de incêndios para o parque municipal da Serra de São Domingos, Poços de Caldas, MG. *CERNE*, 17, 77-83.

Cochrane, M.A., A. Alencar, M. Schulze, C. Souza Jr., D.C. Nepstad, P. Lefebvre, and E. Davidson. 1999. Positive feedbacks in the fire dynamic of closed canopy tropical forests. *Science* 284: 1832–1835.

Cochrane, M. A. (2001). Synergistic interactions between habitat fragmentation and fire in evergreen tropical forests. *Conservation Biology*, 15(6), 1515-1521.

Cochrane, M.A., 2003. Fire science for rainforests. *Nature* 421, 913–919.

Carroll, M. S., Cohn, P. J., Paveglio, T. B., Drader, D. R., and Jakes, P. J. (2010). Fire burners to firefighters: The Nez Perce and fire. *Journal of Forestry* 108(2): 71–76.

Castillo, A. (2003). Comunicación para el manejo de ecosistemas. *Tópicos en Educación Ambiental* 3(9): 58–71.

- Christensen, N. L., Bartuska, A. M., Brown, J. H., Carpenter, S., D'Antonio, C., Francis, R., Franklin, J. F., MacMahon, J. A., Noss, R. F., Parsons, D. J., Peterson, C. H., Turner, M. G., and Woodmansee, R. G. (1996). The report of the ecological Society of America Committee on the scientific basis for ecosystem management. *Ecological Applications* 6(3): 665–691. <https://doi.org/10.2307/2269460>.
- Christianson, A. (2014). Social science research on Indigenous wildfire management in the 21st century and future research needs. *International Journal of Wildland Fire*, 24(2), 190-200.
- Clark, S. K., Ward, D. S., & Mahowald, N. M. (2017). Parameterization-based uncertainty in future lightning flash density. *Geophysical Research Letters*, 44(6), 2893-2901.
- Cornwell WK, Cornlissen JHC, Amatangelo K, Dorrepaal E, Eviner VT, Godoy O, et al. Plant species traits are the predominant control on litter decomposition rates within biomes worldwide. *Ecol Lett*. 2008;11:1065–71
- Costa et al., 2020 B.M. Costa, D.L. Pantoja, H.C. Sousa, T.A. de Queiroz, G.R. Colli. Long-term, fire-induced changes in habitat structure and microclimate affect Cerrado lizard communities *Biodivers. Conserv.*, 29 (2020), pp. 1659-1681, 10.1007/s10531-019-01892-8
- Da Silva Junior CA, Teodoro PE, Delgado RC, Teodoro LPR, Lima M, De Andréa Pantaleão A, Baio FHR, De Azevedo GB, De Oliveira Sousa AzevedoGT, Capristo-Silva GF, Arvor D, Facco CU. 2020. Persistent fire foci in all biomes undermine the Paris Agreement in Brazil. *Scientific Reports* 10:16246 DOI 10.1038/s41598-020-72571-w.
- de Almeida, A., Marques, M. C., de Fátima Ceccon-Valente, M., Vicente-Silva, J., & Mikich, S. B. (2016). Limited effectiveness of artificial bird perches for the establishment of seedlings and the restoration of Brazil's Atlantic Forest. *Journal for Nature Conservation*, 34, 24-32.
- De Assis Barros, L., Mendonça, B. A. F. de, Sothe, C., Fernandes Filho, E. I., & Elkin, C. Fire in the Atlantic Rainforest: an analysis of 20 years of fire foci distribution and their social-ecological drivers. *Geocarto International*, 0(0), 1–25, 2021.
- de Gusmão Pedrini, A. (2006). A educação ambiental com a biodiversidade no Brasil: um ensaio. *Ambiente & Educação*, 11(1), 63-74.
- Dean, W. (1996). A ferro e fogo: a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira. In *A ferro e fogo: a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira* (pp. 484-484).
- Diaz, J. M., Steelman, T., and Nowell, B. (2015). Local ecological knowledge and fire management: What does the public understand? *Journal of Forestry* 113: 1–8. <https://doi.org/10.5849/jof.14-026>.
- Diele-Viegas, L. M., Sales, L., Hipólito, J., Amorim, C., Pereira, E. J., Ferreira, P., Folta, C., Ferrante, L., Fearnside, P., Malhado, A. C. M., Rocha, C. F. D., & Vale, M. M. (2022) We're building it up to burn it down: Fire occurrence and fire-related climatic patterns in Brazilian biomes. *PeerJ*, 10, e14276.
- Dodonov, P., Menezes, G. S. C., Caitano, B., Cazetta, E., & Mielke, M. S. (2019). Air and soil temperature across fire-created edges in a Neotropical rainforest. *Agricultural and Forest Meteorology*, 276, 107606.

- Dos Santos, J. F., Gleriani, J. M., Velloso, S. G., de Souza, G., Amaral, C., Torres, F., Medeiros, N., & Reis, M. Wildfires as a major challenge for natural regeneration in Atlantic Forest. *Science of the Total Environment*, 650, 809–821, 2019.
- Driscoll, D. A., Armenteras, D., Bennett, A. F., Brotons, L., Clarke, M. F., Doherty, T. S., ... & Wevill, T. (2021). How fire interacts with habitat loss and fragmentation. *Biological Reviews*, 96(3), 976-998.
- Doerr, S. H. & Santín, C. Global trends in wildfire and its impacts: Perceptions versus realities in a changing world. *Philos. Trans. R. Soc. B* 371, 20150345 (2016).
- Durigan, G. (2020) Zero-fire: Not possible nor desirable in the Cerrado of Brazil. *Flora* 268: 151612.
- Dwyer, E., Grégoire, J. M., & Pereira, J. M. (2000). Climate and vegetation as driving factors in global fire activity. In *Biomass burning and its inter-relationships with the climate system* (pp. 171-191). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Eid, R., & Haller, T. (2018). Burning forests, rising power: Towards a constitutionality process in Mount Carmel Biosphere Reserve. *Human Ecology*, 46(1), 41-50.
- Fache, E., and Moizo, B. (2015). Do burning practices contribute to caring for country? Contemporary uses of fire for conservation purposes in indigenous Australia. *Journal of Ethnobiology* 35(1): 163–182.
- Ferreira, E., Kalliola, R., & Ruokolainen, K. (2020). Bamboo, climate change and forest use: A critical combination for southwestern Amazonian forests?. *Ambio*, 49(8), 1353-1363.
- Flannigan, M. D., & Wagner, C. V. (1991). Climate change and wildfire in Canada. *Canadian Journal of Forest Research*, 21(1), 66-72.
- Flannigan, M., Cantin, A. S., De Groot, W. J., Wotton, M., Newbery, A., & Gowman, L. M. (2013). Global wildland fire season severity in the 21st century. *Forest Ecology and Management*, 294, 54-61.
- Flannigan, M., Stocks, B., Turetsky, M., & Wotton, M. (2009). Impacts of climate change on fire activity and fire management in the circumboreal forest. *Global change biology*, 15(3), 549-560.
- Franke J et al. Fuel load mapping in the Brazilian Cerrado in support of integrated fire management. *Remote sensing of environment*, 217: 221-232, 2018
- Gomes, L., Miranda, H. S., & da Cunha Bustamante, M. M. (2018). How can we advance the knowledge on the behavior and effects of fire in the Cerrado biome?. *Forest Ecology and Management*, 417, 281-290.
- Gonçalves-Souza, D., Vilela, B., Phalan, B., & Dobrovolski, R. (2021). The role of protected areas in maintaining natural vegetation in Brazil. *Science Advances*, 7(38), eabh2932.
- Gottesfeld, L. M. J. (1994). Aboriginal burning for vegetation management in northwest British Columbia. *Human Ecology*, 22, 171-188.

Guedes, B. J., Massi, K. G., Evers, C., & Nielsen-pincus, M. Forest Ecology and Management Vulnerability of small forest patches to fire in the Paraíba do Sul River Valley, southeast Brazil: Implications for restoration of the Atlantic Forest biome. *Forest Ecology and Management*, 465, 118095, 2020.

Harper, K. A., Macdonald, S. E., Burton, P. J., Chen, J., Brosofske, K. D., Saunders, S. C., ... & Esseen, P. A. (2005). Edge influence on forest structure and composition in fragmented landscapes. *Conservation biology*, 19(3), 768-782.

Hardesty, J., Myers, R., & Fulks, W. (2005, January). Fire, ecosystems, and people: a preliminary assessment of fire as a global conservation issue. In *The George Wright Forum* (Vol. 22, No. 4, pp. 78-87). George Wright Society.

Herawati, H., & Santoso, H. (2011). Tropical forest susceptibility to and risk of fire under changing climate: A review of fire nature, policy and institutions in Indonesia. *Forest Policy and Economics*, 13(4), 227-233.

Hartig, K., Beck, E., 2003. The bracken fern (*Pteridium arachnoideum* (Kaulf.) Maxon) dilemma in the Andes of Southern Ecuador. *Ecotropica* 3, 11.

Honorato, S. C.; Lima, I. M. S. O.; Faria, D. M. de. O Ministério Público e as Unidades de Conservação. *Natureza & Conservação*, v. 8. n. 1, p. 1-5, 2010.

Huffman, M.R. The many elements of traditional fire knowledge: Synthesis, classification, and aids to cross-cultural problem solving in fire dependent systems around the world. *Ecol. Soc.* **2013**, 18.

Inpe (Instituto nacional de Pesquisas Espaciais). Banco de Dados de queimadas. <<http://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/bdqueimadas>>. Acesso em: 25/06/2020

Ituen, I., & Hu, B. (2021). An Automatic and Operational Method for Land Cover Change Detection Using Spatiotemporal Analysis of MODIS Data: A Northern Ontario (Canada) Case Study. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 10(5), 325.

Jardel, E. (2010). Planificación del manejo del fuego. In Universidad de Guadalajara, Fundación Manantlán Para la Biodiversidad de Occidente AC, Consejo civil Mexicano Para la Silvicultura Sostenible AC, Conservación de la Naturaleza AC, Mexico, Fondo Mexicano para la.

Jatoba, L. J., Varela, R. M., Molinillo, J. M. G., Din, Z. U., Gualtieri, S. C. J., Rodrigues-Filho, E., & Macías, F. A., 2016. Allelopathy of bracken fern (*Pteridium arachnoideum*): New evidence from green fronds, litter, and soil. *PLOS One*, 11(8), e0161670.

Keeton, W.S., et al., 2007. Climate variability, climate change, and western wildfire with implications for the urban-wildland interface. In: Howarth, R. (Ed.), *Advances in the Economics of Environmental Resources*. Emerald Group Publishing, Bingley, West Yorkshire, England, <http://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1016/S1569-3740%2806%2906013-5>.

- Keywood, M. et al. Fire in the air: Biomass burning impacts in a changing climate. *Crit. Rev. Environ. Sci. Technol.* 43(1), 40–83 (2012).
- Kull, C. A. (2002). Madagascar's burning issue: the persistent conflict over fire. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, 44(3), 8-19.
- Langmann, B., Duncan, B., Textor, C., Trentmann, J. & van der Werf, G. R. Vegetation fire emissions and their impact on air pollution and climate. *Atmos. Environ.* 43, 107–116 (2009)
- Laurance, W. F., Yensen, E. Predicting the impacts of edge effects in fragmented habitats. *Biological Conservation* 55, 77-92, 1991.
- Lentini, M. et al. **Fatos florestais da Amazônia 2003** Belém: Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia, 2003. 110 p.
- Levis, C., Flores, B. M., Moreira, P. A., Luize, B. G., Alves, R. P., Franco-Moraes, J., ... & Clement, C. R. (2018). How people domesticated Amazonian forests. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 5, 171.
- Maass, M., Jardel, E., Martínez-Yrizar, A., Calderón, L., Herrera, J., Castillo, A., Euán-Ávila, J., and Equihua, M. (2010). Las áreas naturales protegidas y la investigación ecológica de largo plazo en Mexico. *Ecosistemas* 19(2): 69–83.
- Maezumi, S. Y., Robinson, M., De Souza, J., Urrego, D. H., Schaan, D., Alves, D., & Iriarte, J. (2018). New insights from pre-Columbian land use and fire management in Amazonian dark earth forests. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 6, 111.
- Mansuy, N., Miller, C., Parisien, M. A., Parks, S. A., Batllori, E., & Moritz, M. A. (2019). Contrasting human influences and macro-environmental factors on fire activity inside and outside protected areas of North America. *Environmental Research Letters*, 14(6), 064007.
- Mathews, A. S. (2003). Suppressing fire and memory: environmental degradation and political restoration in the Sierra Juarez of Oaxaca, 1887–2001. *Environmental History*, 8(1), 77-108.
- Malevsky-Malevich, S. P., Molkentin, E. K., Nadyozhina, E. D., & Shklyarevich, O. B. (2008). An assessment of potential change in wildfire activity in the Russian boreal forest zone induced by climate warming during the twenty-first century. *Climatic Change*, 86, 463-474.
- Matos, D. M. S., Fonseca, G. D., & Lima, L. S. (2005). Differences on post-fire regeneration of the pioneer trees *Cecropia glazioui* and *Trema micrantha* in a lowland Brazilian Atlantic Forest. *Revista de Biología Tropical*, 53(1-2), 1-4.
- Marrs, R.H., Watt, A.S., 2006. Biological Flora of the British Isles: *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn. *J. Ecol.* 94, 1272–1321. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2006.01177.x>.
- Marrs, R.H., Johnson, S.W., Le Duc, M.G., 1998b. Control of bracken and restoration of heathland. VII. The response of bracken rhizomes to 18 years of continued bracken control or 6 years of control followed by recovery. *J. Appl. Ecol.* 35, 748–757. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2664.1998.355346.x>.

Mbow, C., Nielsen, T. T., and Rasmussen, K. (2000). Savanna fires in east-Central Senegal: Distribution patterns, resources management and perceptions. *Human Ecology* 28(4): 561–583

McCaffrey, S., Toman, E., Stidham, M., and Shindler, B. (2013). Social science research related to wildfire management: An overview of recent findings and future research needs. *International Journal of Wildland Fire* 22: 15–24. <https://doi.org/10.1071/WF11115>.

McLennan, B., and Eburn, M. (2015). Exposing hidden-value tradeoffs: Sharing wildfire management responsibility between government and citizens. *International Journal of Wildland Fire* 24: 162–169. <https://doi.org/10.1071/WF12201>.

Meggens, B. J. (1994). Archeological evidence for the impact of mega-Niño events on Amazonia during the past two millennia. *Climatic change*, 28(4), 321-338.

Menezes, G. S. C., Cazetta, E., & Dodonov, P. (2019). Vegetation structure across fire edges in a Neotropical rain forest. *Forest Ecology and Management*, 453, 117587.

Mette, G., Silva, J. C. D., & Tomio, D. (2010). Trilhas interpretativas na mata atlântica: uma proposta para educação ambiental na escola. *REMEA-Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*, 25.

Miatto, R.C., Silva, I.A., Silva-Matos, D.M., Marrs, R.H., 2011. Woody vegetation structure of Brazilian Cerrado invaded by *Pteridium arachnoideum* (Kaulf.) Maxon (Dennstaedtiaceae). *Flora – Morphol. Distrib. Function. Ecol. Plants* 206, 757–762. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2010.12.001>

Mistry, J., Berardi, A., Andrade, V., Krahô, T., Krahô, P., & Leonardos, O. (2005). Indigenous fire management in the cerrado of Brazil: the case of the Krahô of Tocantíns. *Human ecology*, 33, 365–386.

Miranda HS, Sato MN, Neto WN, Aires FS. 2009. Fires in the cerrado, the Brazilian savanna. In: Cochrane M. (ed.) *Tropical Fire ecology: climate change. land use and ecosystem dynamics*. Berlin Heidelberg, Springer. p. 427-450.

Miranda, E. E. Quando o Amazonas corria para o Pacífico Petrópolis: Vozes, 2007. 253 p.

MMA - Ministério do Meio Ambiente, 2015. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/publicacoes/areas-protetidas/category/50-corredoresecologicos.html>>. Acesso em: 21/08/2023.

Monzón-Alvarado, C., Waylen, P., and Keys, E. (2014). Fire management and climate variability: Challenges in designing environmental regulations. *Land Use Policy* 39: 12–21. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2014.03.003>

Myers, R. L. (2006). Living with fire: Sustaining ecosystems and livelihoods through integrated fire management, The Nature Conservancy, Arlington, VA, USA, p. 28.

Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Da Fonseca, G. A., & Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403(6772), 853-858.

- Nepstad, D., G. Carvalho, A.C. Barros, A. Alencar, J.P. Capobianco, J. Bishop, P. Moutinho, P. Lefebvre, U.L. Silva Jr., and E. Prins. 2001. Road paving, fire regime feedbacks, and the future of Amazon forests. *Forest Ecology and Management* 154: 395–407. doi: [10.1016/S0378-1127\(01\)00511-4](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(01)00511-4)
- Parkins, K., York, A., & Di Stefano, J. (2018). Edge effects in fire-prone landscapes: Ecological importance and implications for fauna. *Ecology and Evolution*, 8(11), 5937-5948.
- Patrocínio LR 2022 A influência de características da paisagem na dinâmica de incêndios florestais na Mata Atlântica costeira da Bahia. Relatório Técnico – Trabalho de Conclusão de Curso do Mestrado Profissional em Ecologia Aplicada à Gestão Ambiental. Orientado por P. Dodonov e co-orientado por J. S. Santos. Disponível em < <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/36411>>.
- J.L.S. Peixoto, M.A.O. Bezerra, S.W.G. Isquierdo. Padrão de assentamento das populações indígenas pré-históricas do Pantanal Sul-Mato-Grossense. Simpósio Sobre Recursos Naturais e Sócio-econômicos Do Pantanal: Manejo e Conservação, 2, EMBRAPA-SPI, Corumbá, Corumbá (1999), pp. 431-436
- Pinto, L. P., Bedê, L., Paese, A., Fonseca, M., Paglia, A., & Lamas, I. (2006). Mata Atlântica Brasileira: os desafios para conservação da biodiversidade de um hotspot mundial. *Biologia da conservação: essências. São Carlos: RiMa*, 91-118.
- Pivello, V. R. (2011). The use of fire in the Cerrado and Amazonian rainforests of Brazil: past and present. *Fire ecology*, 7, 24-39.
- Pivello, V. R., Vieira, M. V., Grombone-Guaratini, M. T., & Silva-Matos, D. M. (2018) Thinking about super-dominant populations of native species – Examples from Brazil. *Perspectives in Ecology and Conservation*, 16, 74-82.
- Pivello, V. R.; Viera, I.; Christianini, A. V.; Ribeiro, D. B.; Menezes, L. S.; Berlinck, C. N.; Melo, F. P. L.; Marengo, J. A.; Tornquist, C. G.; Tomas, W. M.; Overbeck, G. E. (2021) Understanding Brazil's catastrophic fires: Causes, consequences and policy needed to prevent future tragedies. *Perspectives in Ecology and Conservation* 19: 233-255.
- Power, M. J., Whitney, B. S., Mayle, F. E., Neves, D. M., De Boer, E. J., & Maclean, K. S. (2016). Fire, climate and vegetation linkages in the Bolivian Chiquitano seasonally dry tropical forest. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 371(1696), 20150165.
- Ramos-Neto, M. B., & Pivello, V. R. (2000). Lightning fires in a Brazilian savanna national park: rethinking management strategies. *Environmental management*, 26, 675-684.
- Rego, F., Rigolot, E., Fernandes, P., Montiel, C., & Silva, J. S. (2010). Towards integrated fire management.
- Rezende, C. L., Scarano, F. R., Assad, E. D., Joly, C. A., Metzger, J. P., Strassburg, B. B. N., ... & Mittermeier, R. A. (2018). From hotspot to hopespot: An opportunity for the Brazilian Atlantic Forest. *Perspectives in ecology and conservation*, 16(4), 208-214.

- Ribeiro, M. C., Metzger, J. P., Martensen, A. C., Ponzoni, F. J., & Hirota, M. M. (2009). The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biological conservation*, 142(6), 1141-1153.
- Ribeiro, L., Soares, R. V., & Beppler, M. (2012). Mapeamento do risco de incêndios florestais no município de Novo Mundo, Mato Grosso, Brasil. *Cerne*, 18, 117-126.
- Ribeiro, L. et al. Percepção e uso do fogo por produtores rurais do município de Novo Mundo, Amazônia Mato-grossense, Brasil. In: SIMPÓSIO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS, 5., 2008, Brasília. **Anais...** Brasília, 2008. p. 9.
- Rocha, J. I. S., Menezes, G. S. C., Cazetta, E., Dodonov, P., & Talora, D. C. (2022) Seed rain across fire-created edges in a neotropical rainforest. *Plant Ecology*, 223, 247-261.
- Rodríguez, I. (2006). Pemon perspectives of fire management in Canaima National Park, southeastern Venezuela. *Human Ecology* 35: 331–343
- Rodríguez, I.; La Rose, A.P.; Sharpe, C.J. A study of the use of fire by Amerindian communities in South Rupununi, Guyana, with recommendations for sustainable land management. In *Study Prepared for the South Central and South Rupununi District Toshias Councils*; South Central Peoples Development Association (SCPDA), Forest Peoples Programme: Norwich, UK, 2011
- Rodríguez-Trejo, D. A. (2015). Incendios de vegetación: Su ecología, manejo e historia. Volumen 2. Biblioteca básica de agricultura. PRINTING ARTS MEXICO S. de R.L. de C.V. Guadalajara, Jal, Mexico, pp. 893–1705.
- Roos, C.I.; Scott, A.C.; Belcher, C.M.; Chaloner, W.G.; Ayles, J.; Bliege Bird, R.; Coughlan, M.R.; Johnson, B.R.; Johnston, F.H.; McMorrow, J.; et al. Living on a flammable planet: Interdisciplinary, cross-scalar and varied cultural lessons, prospects and challenges. *Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci.* **2016**, 371, 20150469.
- Ruprecht, E., Szabó, A., 2012. Grass litter is a natural seed trap in long-term undisturbed grassland. *J. Veg. Sci.* 23, 495–504.
- Russell-Smith, J.; Monagle, C.; Jacobsohn, M.; Beatty, R.; Bilbao, B.A.; Millán, A.; Vessuri, H.; Sánchez-Rose, I. Can savanna burning projects deliver measurable greenhouse emissions reductions and sustainable livelihood opportunities in fire-prone settings? *Clim. Chang.* **2013**, 140, 47–61.
- Schmidt, I. B., Moura, L. C., Ferreira, M. C., Eloy, L., Sampaio, A. B., Dias, P. A., & Berlinck, C. N. (2018). Fire management in the Brazilian savanna: First steps and the way forward. *Journal of applied ecology*, 55(5), 2094- 2101.
- Silva Matos, D.M., Xavier, R.O., Tiberio, F.C.S., Marrs, R.H., 2014. A comparative study of resource allocation in *Pteridium* in different Brazilian ecosystems and its relationship with European studies. *Braz. J. Biol.* 74, 156–165. [https://doi.org/ 10.1590/1519-6984.22012](https://doi.org/10.1590/1519-6984.22012).
- Silvério D. V.; Brando P. M.; Balch J. K.; Putz F. E.; Neptstad D. C.; Oliveira-Santos C.; Bustamante M. M. C. (2013) Testing the amazon savannization hypothesis: Fire effects on invasion of a neotropical forest by native cerrado and exotic pasture grasses. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 36: 20120427.

Simon, M. F., & Pennington, T. (2012). Evidence for adaptation to fire regimes in the tropical savannas of the Brazilian Cerrado. *International Journal of Plant Sciences*, 173(6), 711-723.

Soares, R. V. **Incêndios florestais: controle e uso do fogo**. Curitiba: FUPEF, 1985. 213 p.

Stocker, M., Ladstädter, F., & Steiner, A. K. (2021). Observing the climate impact of large wildfires on stratospheric temperature. *Scientific reports*, 11(1), 22994.

Trauernicht, C.; Brook, B.W.; Murphy, B.P.; Williamson, G.J.; Bowman, D.M.J.S. Local and global pyrogeographic evidence that Indigenous fire management creates pyrodiversity. *Ecol. Evol.* **2015**, 5, 1908–1918.

Tres, D. R., Sant'Anna, C. S., Basso, S., Langa, R., Júnior, U. R., & Reis, A. (2007). Banco e chuva de sementes como indicadores para a restauração ecológica de matas ciliares. *Revista Brasileira de Biociências*, 5(S1), 309-311.

Wendling, W. T., Soares, R. V., Batista, A. C., & Tetto, A. F. (2012). Danger degrees adjustment for the Monte Alegre Formula (FMA). *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 158, 199-209.

Williams, D. R., Jakes, P. J., Burns, S., Cheng, A. S., Nelson, K. C., Sturtevant, V., ... & Souter, S. G. (2012). Community wildfire protection planning: The importance of framing, scale, and building sustainable capacity. *Journal of Forestry*, 110(8), 415-420.

Xavier, R.O., Alday, J.G., Marrs, R.H., Matos, D.M.S., 2016. The role of *Pteridium arachnoideum* (Kaulf) on the seed bank of the endangered Brazilian Cerrado. *Braz. J. Biol.* 76, 256–267. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.21814>.

Xavier, R.O., Dodonov, P., Silva Matos, D.M., 2019. Growth and mortality patterns of the Neotropical bracken (*Pteridium arachnoideum*) and their response to shading in a savanna–riparian forest transition. *Flora* 452, 36–43. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2019.02.005>.

Xavier, R. O., Melo, U. M., Pivello, V. R., Marrs, R. H., Castro, P. G. A., Nascimento, J. L., & Silva-Matos, D. M. (2023) Combining mechanical controle and tree planting to restore montane Atlantic forests dominated by the Neotropical bracken (*Pteridium arachnoideum*). *Forest Ecology and Management*, 529, 120657.

3 MATERIAL SUPLEMENTAR

3.1 LISTA DE PUBLICAÇÕES SOBRE MANEJO DO FOGO NO BRASIL

Autor	Ano	Periódico	Título
Voeks RA, Vinha SG	1988	Yearbook. Conference Of Latin Americanist Geographers	Fire management of the piassava fiber palm (<i>Attalea funifera</i>) in eastern Brazil
Riggan PJ, Brass JA, Lockwood RN	1993	Photogrammetric Engineering And Remote Sensing	Assessing fire emissions from tropical savanna and forests of central Brazil
Pivello VR, Norton, GA	1996	Journal Of Applied Ecology	FIRETOOL: An expert system for the use of prescribed fires in Brazilian savannas
Mistry J	1998	Journal Of Environmental Management	Decision-making for fire use among farmers in savannas: an exploratory study in the Distrito Federal, central Brazil
Silveira, L, Rodrigues, FHG, Jacoma, ATD, Diniz, JAF	1999	Oryx	Impact of wildfires on the megafauna of Emas National Park, central Brazil
Ramos-Neto, MB, Pivello, VR	2000	Environmental Management	Lightning fires in a Brazilian Savanna National Park: Rethinking management strategies
Sorrensen CL	2000	Forest Ecology And Management	Linking smallholder land use and fire activity: Examining biomass burning in the Brazilian Lower Amazon
Nepstad D, Carvalho G, Barros AC, Alencar A, Capobianco JP, Bishop J, Moutinho P, Lefebvre P, Silva Jr UL, Prins E	2001	Forest Ecology And Management	Road paving, fire regime feedbacks, and the future of Amazon forests
Barlow J, Peres CA.	2004	Philosophical Transactions Of The Royal Society Of London. Series B: Biological Sciences	Ecological responses to El Nino-induced surface fires in central Brazilian Amazonia: Management implications for flammable tropical forests
Medeiros MB, Fiedler NC	2004	Ciência Florestal	Incêndios florestais no parque nacional da serra da canastra: desafios para a conservação da biodiversidade
Prada, M, Marinho, J	2004	Austral Ecology	Effects of fire on the abundance of xenarthrans in Mato Grosso, Brazil
Mistry, J, Berardi, A	2005	Biotropica	Assessing fire potential in a Brazilian savanna nature reserve
Mistry, J, Berardi, A, Andrade, V, Kraho, T, Kraho, P, Leonardos, O	2005	Human Ecology	Indigenous fire management in the cerrado of Brazil: The case of the Kraho of Tocantins
Sorrensen C	2009	Land Use Policy	Potential hazards of land policy: Conservation, rural development and fire use in the Brazilian Amazon
Carmenta, R, Parry, L, Blackburn, A, Vermeylen, S, Barlow, J	2011	Ecology And Society	Understanding Human-Fire Interactions in Tropical Forest Regions: a Case for Interdisciplinary Research across the Natural and Social Sciences.

Autor	Ano	Periódico	Título
Cipriani HN, Pereira JA, Silva RA, Freitas SG, Oliveira LT	2011	Cerne	Fire risk map for the Serra de Sao Domingos municipal park, Pocos de Caldas, MG
Geiger EL, Gotsch SG, Damasco G, Haridasan M, Franco AC, Hoffmann WA	2011	Science	Distinct roles of savanna and forest tree species in regeneration under fire suppression in a Brazilian savanna
Pivello, VR	2011	Fire Ecology	The use of fire in the cerrado and Amazonian rainforests of Brazil: Past and present
Barlow, J, Parry, L, Gardner, TA, Ferreira, J, Aragao, LEOC, Carmenta, R, Berenguer, E, Vieira, ICG, Souza, C, Cochrane, MA	2012	Biological Conservation	The critical importance of considering fire in REDD+ programs
de Magalhães SR, Lima GS, Ribeiro GA	2012	Cerne	Avaliation of forest fire occurrence in the Serra da Canastra National Park - Minas Gerais, Brazil
Ribeiro L, Soares RV, Beppler M	2012	Cerne	Mapping of forest fire risk in Novo Mundo County, Mato Grosso State, Brazil
Ten Hoeve, JE, Remer, LA, Correia, AL, Jacobson, MZ	2012	Environmental Research Letters	Recent shift from forest to savanna burning in the Amazon Basin observed by satellite
Wendling WT, Soares RV, Batista AC, Tetto AF	2012	Wit Transactions On Ecology And The Environment	Danger degrees adjustment for the monte alegre formula (FMA)
Carmenta R, Vermeylen S, Parry L, Barlow J	2013	Human Ecology	Shifting Cultivation and Fire Policy: Insights from the Brazilian Amazon
de Melo, MM, Saito, CH	2013	Society & Natural Resources	The Practice of Burning Savannas for Hunting by the Xavante Indians Based on the Stars and Constellations
Welch, JR, Brondizio, ES, Hetrick, SS, Coimbra, CEA	2013	Plos One	Indigenous Burning as Conservation Practice: Neotropical Savanna Recovery amid Agribusiness Deforestation in Central Brazil
Borges SL, Eloy L, Schmidt IB, Barradas AC, SANTOS IA	2016	Ambiente & Sociedade	FIRE MANAGEMENT IN VEREDAS (PALM SWAMPS): NEW PERSPECTIVES ON TRADITIONAL FARMING SYSTEMS IN JALAPÃO, BRAZIL
Carmenta, R, Blackburn, GA, Davies, G, de Sassi, C, Lima, A, Parry, L, Tych, W, Barlow J	2016	Plos One	Does the Establishment of Sustainable Use Reserves Affect Fire Management in the Humid Tropics?
Durigan G, Ratter JA	2016	Journal Of Applied Ecology	The need for a consistent fire policy for Cerrado conservation
Fonseca MG, Aragao LEOC, Lima A, Shimabukuro YE, Arai E, Anderson LO	2016	International Journal Of Wildland Fire	Modelling fire probability in the Brazilian Amazon using the maximum entropy method
Mistry J, Bilbao BA, Berardi A	2016	Philosophical Transactions Of The Royal Society B-Biological Sciences	Community owned solutions for fire management in tropical ecosystems: case studies from Indigenous communities of South America

Autor	Ano	Periódico	Título
Santopuoli G, Marchetti M, Giongo M	2016	Land Use Policy	Supporting policy decision makers in the establishment of forest plantations, using SWOT analysis and AHPs analysis. A case study in Tocantins (Brazil)
Alvarado ST, Fornazari T, Costola A, Morellato LPC, Silva TSF	2017	Ecological Indicators	Drivers of fire occurrence in a mountainous Brazilian cerrado savanna: Tracking long-term fire regimes using remote sensing
Araujo FDC, Tng DYP, Apgaua DMG, Coelho PA, Pereira DGS, Santos RM	2017	Forest Ecology And Management	Post-fire plant regeneration across a closed forest-savanna vegetation transition
Rissi MN, Baeza MJ, Gorgone-Barbosa E, Zupo T, Fidelis A	2017	International Journal Of Wildland Fire	Does season affect fire behaviour in the Cerrado?
Roy DP, Kumar SS	2017	International Journal Of Digital Earth	Multi-year MODIS active fire type classification over the Brazilian Tropical Moist Forest Biome
Schmidt IB, Fidelis A, Miranda HS, Tickin T	2017	Brazilian Journal Of Botany	How do the wets burn? Fire behavior and intensity in wet grasslands in the Brazilian savanna
Alvarado ST, Silva TSF, Archibald S	2018	Journal Of Environmental Management	Management impacts on fire occurrence: A comparison of fire regimes of African and South American tropical savannas in different protected areas
Batista EKL, Russell-Smith J, Figueira JEC	2018	Advances In Forest Fire Research 2018	Past fire practices and new steps towards an effective fire management approach in the Brazilian savannas
Batista EKL, Russell-Smith J, Franca H, Figueira JEC	2018	Journal Of Environmental Management	An evaluation of contemporary savanna fire regimes in the Canastra National Park, Brazil: Outcomes of fire suppression policies
de Arruda FV, de Sousa DG, Teresa FB, do Prado VHM, da Cunha HF, Izzo, TJ	2018	Biota Neotropica	Trends and gaps of the scientific literature about the effects of fire on Brazilian Cerrado
Fidelis A, Alvarado ST, Barradas ACS, Pivello VR	2018	Fire-Switzerland	The Year 2017: Megafires and Management in the Cerrado
Franke J, Barradas ACS, Borges MA, Costa MM, Dias PA, Hoffmann AA, Orozco JC, Melchiori AE, Siegert F	2018	Remote Sensing Of Environment	Fuel load mapping in the Brazilian Cerrado in support of integrated fire management
Maezumi SY, Robinson M, de Souza J, Urrego DH, Schaan D, Alves D, Iriarte J	2018	Frontiers In Ecology And Evolution	New Insights From Pre-Columbian Land Use and Fire Management in Amazonian Dark Earth Forests
Rabin SS, Ward DS, Malyshev SL, Magi BI, Shevliakova E, Pacala SW	2018	Geoscientific Model Development	A fire model with distinct crop, pasture, and non-agricultural burning: Use of new data and a model-fitting algorithm for FINAL.1
Schmidt IB, Moura LC, Ferreira MC, Eloy L, Sampaio AB, Dias PA, Berlinck CN	2018	Journal Of Applied Ecology	Fire management in the Brazilian savanna: First steps and the way forward

Autor	Ano	Periódico	Título
Bilbao B, Mistry J, Millan A, Berardi A	2019	Fire-Switzerland	Sharing Multiple Perspectives on Burning: Towards a Participatory and Intercultural Fire Management Policy in Venezuela, Brazil, and Guyana
Cammelli F, Coudel E, de Freitas Navegantes Alves L.	2019	Human Ecology	Smallholders Perceptions of Fire in the Brazilian Amazon: Exploring Implications for Governance Arrangements
Carmenta R, Coudel E, Steward AM	2019	Geographical Journal	Forbidden fire: Does criminalising fire hinder conservation efforts in swidden landscapes of the Brazilian Amazon?
de Oliveira AS, Rajao RG, Soares BS, Oliveira U, Santos LRS, Assuncao AC, van der Hoff R, Rodrigues HO, Ribeiro SMC, Merry F, de Lima LS	2019	Geographical Journal	Economic losses to sustainable timber production by fire in the Brazilian Amazon
Eloy L, Bilbao BA, Mistry J, Schmidt IB	2019	Geographical Journal	From fire suppression to fire management: Advances and resistances to changes in fire policy in the savannas of Brazil and Venezuela
Eloy L, Hecht S, Steward A, Mistry J	2019	Geographical Journal	Firing up: Policy, politics and polemics under new and old burning regimes
Eloy L, Schmidt IB, Borges SL, Ferreira MC, dos Santos TA	2019	Ambio	Seasonal fire management by traditional cattle ranchers prevents the spread of wildfire in the Brazilian Cerrado
Fagundes GM	2019	Vibrant: Virtual Brazilian Anthropology	Fire normativities: environmental conservation and quilombola forms of life in the Brazilian savanna
Mariano V, Rebolo IF, Christianini AV	2019	Biotropica	Fire-sensitive species dominate seed rain after fire suppression: Implications for plant community diversity and woody encroachment in the Cerrado
Mistry J, Schmidt IB, Eloy L, Bilbao B	2019	Ambio	New perspectives in fire management in South American savannas: The importance of intercultural governance
Mota PH, da Rocha SJ, de Castro NL, Marcatti GE, de Jesus França LC, Schettini BL, Villanova PH, dos Santos HT, dos Santos AR	2019	Land Use Policy	Forest fire hazard zoning in Mato Grosso State, Brazil
Moura LC, Scariot AO, Schmidt IB, Beatty R, Russell-Smith J	2019	Journal Of Environmental Management	The legacy of colonial fire management policies on traditional livelihoods and ecological sustainability in savannas: Impacts, consequences, new directions
Santana, NC	2019	Fire-Switzerland	Fire Recurrence and Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) Dynamics in Brazilian Savanna
Arruda FV, Izzo TJ, Teresa FB, Camarota F	2020	Ecological Indicators	Different burning intensities affect cavity utilization patterns by arboreal ants in a tropical savanna canopy

Autor	Ano	Periódico	Título
Beal-Neves M, Chiarani E, Ferreira PMA, Fontana CS	2020	Scientific Reports	The role of fire disturbance on habitat structure and bird communities in South Brazilian Highland Grasslands
Durigan G	2020	Flora	Zero-fire: Not possible nor desirable in the Cerrado of Brazil
Durigan G, Pilon NAL, Abreu RCR, Hoffmann WA, Martins M, Fiorillo BF, Antunes AZ, Carmignotto AP, Maravalhas JB, Vieira J, Vasconcelos HL	2020	Frontiers In Forests And Global Change	No Net Loss of Species Diversity After Prescribed Fires in the Brazilian Savanna
Gomes L, Miranda HS, Soares B, Rodrigues L, Oliveira U, Bustamante MMC	2020	Frontiers In Forests And Global Change	Responses of Plant Biomass in the Brazilian Savanna to Frequent Fires
Hoffmann TB, Dutra AC, Shimabukuro YE, Arai E, Cassol HLG, Neto CD, Duarte V	2020	Igarss 2020 - 2020 Ieee International Geoscience And Remote Sensing Symposium	FIRE OCCURRENCE IN THE BRAZILIAN SAVANNA CONSERVATION UNITS AND THEIR BUFFER ZONES
Li P, Xiao C, Feng Z, Li W, Zhang X	2020	Global Change Biology	Occurrence frequencies and regional variations in Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS) global active fires
Morello, T, Falcao, L	2020	Human Ecology	The Fire Management Dilemma in the Brazilian Amazon: Synthesizing Pathways of Causality across Five Case Studies in the State of Para
Schmidt, IB, Eloy, L	2020	Flora	Fire regime in the Brazilian Savanna: Recent changes, policy and management
Arruda, VLS, Piontekowski, VJ, Alencar, A, Pereira, RS, Matricardi, EAT	2021	Remote Sensing Applications-Society And Environment	An alternative approach for mapping burn scars using Landsat imagery, Google Earth Engine, and Deep Learning in the Brazilian Savanna
Berlinck, CN, Lima, LHA, de Carvalho, EAR	2021	Biota Neotropica	Historical survey of research related to fire management and fauna conservation in the world and in Brazil
Conciani, DE, dos Santos, LP, Silva, TSF, Durigan, G, Alvarado, ST	2021	Journal For Nature Conservation	Human-climate interactions shape fire regimes in the Cerrado of Sao Paulo state, Brazil
Costa, YT, Thomaza, EL	2021	Current Opinion In Environmental Science & Health	Management, sustainability and research perspective of prescribed fires in tropical parks
da Costa MBT, Silva CA, Broadbent EN, Leite RV, Mohan M, Liesenberg V, Stoddart J, do Amaral CH, de Almeida DRA, da Silva AL, Goya LRRY, Cordeiro VA, Rex F, Hirsch A, Marcatti GE, Cardil A, de Mendonca BAF, Hamamura C, Dalla Corte AP, Matricardi EAT, Hudak AT, Zambrano AMA, Valbuena R, de Faria BL, Silva CHL, Aragao L, Ferreira ME, Liang JJ, Carvalho SDCE, Klauberg C	2021	Forest Ecology And Management	Beyond trees: Mapping total aboveground biomass density in the Brazilian savanna using high-density UAV-lidar data

Autor	Ano	Periódico	Título
da Silveira-Junior WJ, de Souza CR, Mariano RF, Moura CCS, Rodrigues CC, Fontes MAL	2021	Biodiversity And Conservation	Conservation conflicts and their drivers in different protected area management groups: a case study in Brazil
de Andrade ASR, Ramos RM, Sano EE, Libonati R, Santos FLM, Rodrigues JA, Giongo M, da Franca RR, Laranja RED	2021	Sustainability	Implementation of fire policies in Brazil: An assessment of fire dynamics in Brazilian savanna
dos Santos AC, Montenegro SD, Ferreira MC, Barradas ACS, Schmidt IB	2021	Journal Of Environmental Management	Managing fires in a changing world: Fuel and weather determine fire behavior and safety in the neotropical savannas
Feng X Merow C Liu Z Park DS Roehrdanz PR Maitner B Newman EA Boyle BL Lien A Burger JR Pires MM	2021	Nature	How deregulation, drought and increasing fire impact Amazonian biodiversity
Flores BM, Dechoum MD, Schmidt IB, Hirota M, Abrahao A, Verona L, Pecoral LLF, Cure MB, Giles AL, Costa PD, Pamplona MB, Mazzochini GG, Groenendijk P, Minski GL, Wolfsdorf G, Sampaio AB, Piccolo F, Melo L, de Lima RF, Oliveira RS	2021	Journal Of Applied Ecology	Tropical riparian forests in danger from large savanna wildfires
Garcia LC, Szabo JK, Roque FD, Pereira ADM, da Cunha CN, Damasceno GA, Morato RG, Tomas WM, Libonati R, Ribeiro DB	2021	Journal Of Environmental Management	Record-breaking wildfires in the world's largest continuous tropical wetland: Integrative fire management is urgently needed for both biodiversity and humans
Guidoni-Martins KG, Maracahipes L, Melo AS, Cianciaruso MV	2021	Flora	Annual fires reduce local species richness but do not homogenize the composition of savanna woody species
Oliveira AS, Soares BS, Oliveira U, Van der Hoff R, Carvalho-Ribeiro SM, Oliveira AR, Scheepers LC, Vargas BA, Rajao RG	2021	Forest Policy And Economics	Costs and effectiveness of public and private fire management programs in the Brazilian Amazon and Cerrado
Oliveira U, Soares B, Costa WLD, Gomes L, Bustamante M, Miranda H	2021	Forest Ecology And Management	Modeling fuel loads dynamics and fire spread probability in the Brazilian Cerrado
Pivello VR, Vieira I, Christianini AV, Ribeiro DB, Menezes LD, Berlinck CN, Melo FPL, Marengo JA, Tornquist CG, Tomas WM, Overbeck GE	2021	Perspectives In Ecology And Conservation	Understanding Brazil's catastrophic fires: Causes, consequences and policy needed to prevent future tragedies
Santos FLM, Nogueira J, De Souza RAF, Falleiro RM, Schmidt IB, Libonati R	2021	Fire-Switzerland	Prescribed Burning Reduces Large, High-Intensity Wildfires and Emissions in the Brazilian Savanna

Autor	Ano	Periódico	Título
Silva PS, Nogueira J, Rodrigues JA, Santos FLM, Pereira JMC, DaCamara CC, Daldegan GA, Pereira AA, Peres LF, Schmidt IB, Libonati R	2021	Journal Of Environmental Management	Putting fire on the map of Brazilian savanna ecoregions
Welch JR, Coimbra CEA	2021	Land Use Policy	Indigenous fire ecologies, restoration, and territorial sovereignty in the Brazilian Cerrado: The case of two Xavante reserves
Anjos AG, Alvarado ST, Sole M, Benchimol M	2022	Journal For Nature Conservation	Patch and landscape features drive fire regime in a Brazilian flammable ecosystem
Antar GM, Pivello VR, Gerolamo CS, Nogueira A, Sano PT	2022	Journal Of Tropical Ecology	Herb-subshrub diversity in open savanna sites with distinct fire regimes in the Jalapao region, Brazil
Correa DB, Alcantara E, Libonati R, Massi KG, Park E	2022	Science Of The Total Environment	Increased burned area in the Pantanal over the past two decades
da Veiga RM, Nikolakis W	2022	Society & Natural Resources	Fire Management and Carbon Programs: A Systematic Literature Review and Case Study Analysis
de Sousa JA, do Nascimento Lopes ER, Duarte ML, Ewbank H, Lourenço RW	2022	Natural Hazards	Forest fire risk indicator (FFRI) based on geoprocessing and multicriteria analysis
Delgado RC, Wanderley HS, Pereira MG, Almeida AQ, Carvalho DC, Lindemann DD, Zonta E, Menezes SJ, Santos GL, Santana RO, Souza RS	2022	Forests	Assessment of a New Fire Risk Index for the Atlantic Forest, Brazil
Ferreira MJ, Levis C, Chaves L, Clement CR, Soldati GT	2022	Frontiers In Environmental Science	Indigenous and Traditional Management Creates and Maintains the Diversity of Ecosystems of South American Tropical Savannas
Leite RV, Silva CA, Broadbent EN, do Amaral CH, Liesenberg V, de Almeida DRA, Mohan M, Godinho S, Cardil A, Hamamura C, de Faria BL, Brancalion PHS, Hirsch A, Marcatti GE, Dalla Corte AP, Zambrano AMA, da Costa MBT, Matricardi EAT, da Silva AL, Goya LRRY, Valbuena R, de Mendonca BAF, Silva CHL, Aragao LEOC, Garcia M, Liang JJ, Merrick T, Hudak AT, Xiao JF, Hancock S, Duncason L, Ferreira MP, Valle D, Saatchi S, Klauberg C	2022	Remote Sensing Of Environment	Large scale multi-layer fuel load characterization in tropical savanna using GEDI spaceborne lidar data
Marques N, Miranda F, Gomes L, Lenti F, Costa L, Bustamante M	2022	Austral Ecology	Fire effects on riparian vegetation recovery and nutrient fluxes in Brazilian Cerrado

Autor	Ano	Periódico	Título
Martins PI, Belem LBC, Szabo JK, Libonati R, Garcia LC	2022	Ecological Engineering	Prioritising areas for wildfire prevention and post-fire restoration in the Brazilian Pantanal
Miranda JD, da Silva RG, Juvanhol RS	2022	Ecological Engineering	Forest fire action on vegetation from the perspective of trend analysis in future climate change scenarios for a Brazilian savanna region
Morello TF	2022	Land Use Policy	Subsidization of mechanized tillage as an alternative to fire-based land preparation by smallholders: An economic appraisal of the case of southwestern Brazilian Amazon
Nascente JC, Ferreira ME, Nunes GM	2022	Remote Sensing	Integrated Fire Management as a Renewing Agent of Native Vegetation and Inhibitor of Invasive Plants in Vereda Habitats: Diagnosis by Remotely Piloted Aircraft Systems
Oliveira MR, Ferreira BHS, Souza EB, Lopes AA, Bolzan FP, Roque FO, Pott A, Pereira AMM, Garcia LC, Damasceno GA, Costa A, Rocha M, Xavier S, Ferraz RA, Ribeiro DB	2022	Journal Of Applied Ecology	Indigenous brigades change the spatial patterns of wildfires, and the influence of climate on fire regimes
Pletsch MAJS, Korting TS, Morita FC, Silva-Junior CHL, Anderson LO, Aragao LEOC	2022	Remote Sensing	Near Real-Time Fire Detection and Monitoring in the MATOPIBA Region, Brazil
Singh M, Huang ZH	2022	Sustainability	Analysis of Forest Fire Dynamics, Distribution and Main Drivers in the Atlantic Forest
Welch JR, Brondizio ES, Coimbra CEA	2022	Biota Neotropica	Remote spatial analysis lacking ethnographic grounding mischaracterizes sustainability of Indigenous burning regime
Zupo T, Gorgone-Barbosa E, Rissi MN, Daibes LF	2022	Austral Ecology	Experimental burns in an open savanna: Greater fuel loads result in hotter fires
de Carvalho IS, Alvarado ST, Silva TS, de Oliveira Cordeiro CL, Fidelis A, Saraiva RV	2023	Journal For Nature Conservation	How does the fire regime change after creating a protected area in the Brazilian Cerrado?
Lucas FMF, Araujo ECG, Fiedler NC, Santana JAD, Tetto AF	2023	Forest Ecology And Management	Scientific gaps on forest fires in Brazilian protected areas
Reis NL, Beiroz W, Penaflor MFGV, Louzada J	2023	Entomologia Experimentalis Et Applicata	Fire ash residues do not affect ecological functions of <i>Phanaeus palaeno</i> in Cerrado grassland
Rubi JNS, de Carvalho PHP, Gondim PRL	2023	Engineering Applications Of Artificial Intelligence	Application of machine learning models in the behavioral study of forest fires in the Brazilian Federal District region

3.2 LISTA DE PUBLICAÇÕES SOBRE MANEJO DO FOGO NO CANADÁ

Autor	Ano	Periódico	Título
Heard S, Henry JD	1986	Park News	The state of Prince Albert National Park: a critique of contemporary management practices.
Stocks, BJ	1993	Forestry Chronicle	Global warming and forest fires in Canada
Epp H, Lanoville R	1996	Geocarto International	Satellite data and geographic information systems for fire and resource management in the Canadian Arctic
Hirsch KG; Martell DL	1996	International Journal Of Wildland Fire	A review of initial attack fire crew productivity and effectiveness
McRae DJ	1996	Environmental Monitoring And Assessment	Use of Forest Ecosystem Classification systems in fire management
Li ZQ; Cihlar J; Moreau L; Huang FT; Lee B	1997	Journal Of Geophysical Research-Atmospheres	Monitoring fire activities in the boreal ecosystem
Flannigan MD; Wotton BM; Ziga S	1998	International Journal Of Wildland Fire	A study on the interpolation of fire danger using radar precipitation estimates
Hirsch KG; Corey PN; Martell DL	1998	Forest Science	Using expert judgment to model initial attack fire crew effectiveness
Simard AJ	1998	The Forestry Chronicle	Does Canada need a national wildland fire strategy?
Stocks BJ; Fosberg MA; Lynham TJ; Mearns L; Wotton BM; Yang Q; Jin JZ; Lawrence K; Hartley GR; Mason JA; McKenney DW	1998	Climatic Change	Climate change and forest fire potential in Russian and Canadian boreal forests
Weber MG; Stocks BJ	1998	Ambio	Forest fires and sustainability in the boreal forests of Canada
Martell DL	1999	International Journal Of Wildland Fire	A Markov chain model of day to day changes in the Canadian forest Fire Weather Index
Martell DL; Kourtz PH; Tithecott A; Ward PC	1999	Proceedings Of Symposium On Fire Economics, Planning And Policy: Bottom Lines	The development and implementation of forest fire management decision support systems in Ontario, Canada
McAlpine RS; Hirsch KG	1999	Forestry Chronicle	An overview of LEOPARDS: The level of protection analysis system
Hirsch K; Kafka V; Tymstra C; McAlpine R; Hawkes B; Stegehuis H; Quintilio S; Gauthier S; Peck K	2001	Forestry Chronicle	Fire-smart forest management: A pragmatic approach to sustainable forest management in fire-dominated ecosystems
Miyanishi K; Johnson EA	2001	Canadian Journal Of Forest Research	Comment - A re-examination of the effects of fire suppression in the boreal forest
Pew KL; Larsen CPS	2001	Forest Ecology And Management	GIS analysis of spatial and temporal patterns of human-caused wildfires in the temperate rain forest of Vancouver Island, Canada

Autor	Ano	Periódico	Título
Wybo JL, Delaitre S, Therrien-Eyquem MC	2001	Journal Of Contingencies And Crisis Management	Formalisation and use of experience in forest fires management
Fraser RH; Fernandes R; Latifovic R	2002	Igarss 2002: Ieee International Geoscience And Remote Sensing Symposium And 24th Canadian Symposium On Remote Sensing, Vols I-Vi, Proceedings: Remote Sensing: Integrating Our View Of The Planet	Multi-temporal burned area mapping using logistic regression analysis and change metrics
Lee BS; Alexander ME; Hawkes BC; Lynham TJ; Stocks BJ; Englefield P	2002	Computers And Electronics In Agriculture	Information systems in support of wildland fire management decision making in Canada
Cruz MG; Alexander ME; Wakimoto RH	2003	Forestry Chronicle	Assessing the probability of crown fire initiation based on fire danger indices
Ichoku C, Kaufman YJ, Giglio L, Li Z, Fraser RH, Jin JZ, Park WM	2003	International Journal Of Remote Sensing	Comparative analysis of daytime fire detection algorithms using AVHRR data for the 1995 fire season in Canada: Perspective for MODIS
Wotton BM; Martell DL; Logan KA	2003	Climatic Change	Climate change and people-caused forest fire occurrence in Ontario
Stocks BJ; Alexander ME; Lanoville RA	2004	Canadian Journal Of Forest Research	Overview of the International Crown Fire Modelling Experiment (ICFME)
Acuña MA, Palma CD, Weintraub A, Martell DL, Cui W	2005	United States Department Of Agriculture Forest Service General Technical Report Pnw	Integrated timber harvest and fire management planning
Cumming SG	2005	Canadian Journal Of Forest Research	Effective fire suppression in boreal forests
Flannigan MD; Logan KA; Amiro BD; Skinner WR; Stocks BJ	2005	Climatic Change	Future area burned in Canada
Le Goff H; Leduc A; Bergeron Y; Flannigan M	2005	Forestry Chronicle	The adaptive capacity of forest management to changing fire regimes in the boreal forest of Quebec
Li C; Barclay H; Liu JW; Campbell D	2005	Forest Ecology And Management	Simulation of historical and current fire regimes in central Saskatchewan
McGee TK	2005	Global Environmental Change Part B: Environmental Hazards	Completion of recommended WUI fire mitigation measures within urban households in Edmonton, Canada
Wotton BM; Martell DL	2005	Canadian Journal Of Forest Research-Revue Canadienne De Recherche Forestiere	A lightning fire occurrence model for Ontario
Wotton BM; Stocks BJ; Martell DL	2005	International Journal Of Wildland Fire	An index for tracking sheltered forest floor moisture within the Canadian Forest Fire Weather Index System

Autor	Ano	Periódico	Título
Alexander ME; Cruz MG	2006	Canadian Journal Of Forest Research	Evaluating a model for predicting active crown fire rate of spread using wildfire observations
Nadeau LB; Englefield P	2006	Environmental Monitoring And Assessment	Fine-resolution mapping of wildfire fuel types for Canada: Fuzzy logic modeling for an Alberta pilot area
Ohlson DW; Berry TM; Gray RW; Blackwell BA; Hawkes BC	2006	Forest Policy And Economics	Multi-attribute evaluation of landscape-level fuel management to reduce wildfire risk
Taylor SW; Alexander ME	2006	International Journal Of Wildland Fire	Science, technology, and human factors in fire danger rating: the Canadian experience
Mcgee TK	2007	Landscape And Urban Planning	Urban residents' approval of management measures to mitigate wildland-urban interface fire risks in Edmonton, Canada
Neupane A; Boxall PC; McFarlane BL; Pelletier RT	2007	Journal Of Environmental Management	Using expert judgments to understand spatial patterns of forest-based camping: A values-at-risk application
Pyne SJ	2007	Environmental History	Burning border
Suffling R; Grant A; Feick R	2008	Forest Ecology And Management	Modeling prescribed burns to serve as regional firebreaks to allow wildfire activity in protected areas
Woodard PM	2008	The Forestry Chronicle	Minimum requirements for wildfire investigations
Anderson KR; Englefield P; Little JM; Reuter G	2009	International Journal Of Wildland Fire	An approach to operational forest fire growth predictions for Canada
Beverly JL; Herd EPK; Conner JCR	2009	Forest Ecology And Management	Modeling fire susceptibility in west central Alberta, Canada
Faulkner H, Mcfarlane BL, Mcgee TK	2009	Environmental Hazards	Comparison of homeowner response to wildfire risk among towns with and without wildfire management
Flannigan M; Stocks B; Turetsky M; Wotton M	2009	Global Change Biology	Impacts of climate change on fire activity and fire management in the circumboreal forest
Girardin MP; Wotton BM	2009	Journal Of Applied Meteorology And Climatology	Summer moisture and wildfire risks across Canada
Jiang YY; Zhuang QL; Flannigan MD; Little JM	2009	International Journal Of Wildland Fire	Characterization of wildfire regimes in Canadian boreal terrestrial ecosystems
Krawchuk MA; Cumming SG; Flannigan MD	2009	Climatic Change	Predicted changes in fire weather suggest increases in lightning fire initiation and future area burned in the mixedwood boreal forest
Parro K; Koster K; Jogiste K; Vodde F	2009	Baltic Forestry	Vegetation Dynamics in a Fire Damaged Forest Area: the Response of Major Ground Vegetation Species
Wotton BM	2009	Environmental And Ecological Statistics	Interpreting and using outputs from the Canadian Forest Fire Danger Rating System in research applications

Autor	Ano	Periódico	Título
Metsaranta JM; Kurz WA; Neilson ET; Stinson G	2010	Tellus Series B-Chemical And Physical Meteorology	Implications of future disturbance regimes on the carbon balance of Canada's managed forest (2010-2100)
Podur J; Wotton M	2010	Ecological Modelling	Will climate change overwhelm fire management capacity?
Tutsch M; Haider W; Beardmore B; Lertzman K; Cooper AB; Walker RC	2010	Canadian Journal Of Forest Research	Estimating the consequences of wildfire for wildfire risk assessment, a case study in the southern Gulf Islands, British Columbia, Canada
Wotton BM; Nock CA; Flannigan MD	2010	International Journal Of Wildland Fire	Forest fire occurrence and climate change in Canada
Beverly JL; Bothwell P	2011	Natural Hazards	Wildfire evacuations in Canada 1980-2007
Harris LM, McGee TK, McFarlane BL	2011	Journal Of Environmental Planning And Management	Implementation of wildfire risk management by local governments in Alberta, Canada
Kasischke ES; Loboda T; Giglio L; French NHF; Hoy EE; de Jong B; Riano D	2011	Journal Of Geophysical Research-Biogeosciences	Quantifying burned area for North American forests: Implications for direct reduction of carbon stocks
Mori AS	2011	Ecosphere	Climatic variability regulates the occurrence and extent of large fires in the subalpine forests of the Canadian Rockies
White CA; Perrakis DDB; Kafka VG; Ennis T	2011	Fire Ecology	Burning at the edge: Integrating biophysical and eco-cultural fire processes in Canada's parks and protected areas
Zinck RD, Pascual M, Grimm V	2011	The American Naturalist	Understanding shifts in wildfire regimes as emergent threshold phenomena
Dragotescu I, Kneeshaw D	2012	Silva Fennica	A comparison of residual forest following fires and harvesting in boreal forests in Quebec, Canada
Jiang YY; Zhuang QL; Mandallaz D	2012	Environmental Modeling & Assessment	Modeling Large Fire Frequency and Burned Area in Canadian Terrestrial Ecosystems with Poisson Models
Magnussen S; Taylor SW	2012	International Journal Of Wildland Fire	Inter- and intra-annual profiles of fire regimes in the managed forests of Canada and implications for resource sharing
Almstedt A; Reed MG	2013	Forestry Chronicle	Introducing a framework for good and adaptive governance: An application to fire management planning in Canada's boreal forest
Boulanger Y; Gauthier S; Gray DR; Le Goff H; Lefort P; Morissette J	2013	Ecological Applications	Fire regime zonation under current and future climate over eastern Canada
de Groot WJ; Flannigan MD; Cantin AS	2013	Forest Ecology And Management	Climate change impacts on future boreal fire regimes

Autor	Ano	Periódico	Título
Fifer N; Orr SK	2013	Policy Studies Journal	The Influence of Problem Definitions on Environmental Policy Change: A Comparative Study of the Yellowstone Wildfires
Gould JS; Patriquin MN; Wang S; McFarlane BL; Wotton BM	2013	Forestry	Economic evaluation of research to improve the Canadian forest fire danger rating system
Keane RE	2013	International Journal Of Wildland Fire	Describing wildland surface fuel loading for fire management: a review of approaches, methods and systems
Mori AS; Johnson EA	2013	Forest Ecology And Management	Assessing possible shifts in wildfire regimes under a changing climate in mountainous landscapes
Parisien MA, Walker GR, Little JM, Simpson BN, Wang X, Perrakis DD	2013	Natural Hazards	Considerations for modeling burn probability across landscapes with steep environmental gradients: An example from the Columbia Mountains, Canada
Terrier A, Girardin MP, Périé C, Legendre P, Bergeron Y	2013	Ecological Applications	Potential changes in forest composition could reduce impacts of climate change on boreal wildfires
Wang ZL; Ma RJ; Li SD	2013	Environmental And Ecological Statistics	Assessing area-specific relative risks from large forest fire size in Canada
Albert-Green A, John Braun W, Martell DL, Woolford DG	2014	Environmetrics	Visualization tools for assessing the Markov property: Sojourn times in the forest fire weather index in Ontario
Christianson A; Mcgee TK; L'Hirondelle L	2014	Society & Natural Resources	The Influence of Culture on Wildfire Mitigation at Peavine Metis Settlement, Alberta, Canada
Perrakis DDB; Lanoville RA; Taylor SW; Hicks D	2014	Fire Ecology	Modeling wildfire spread in mountain pine beetle-affected forest stands, British Columbia, Canada
Wang X, Parisien MA, Flannigan MD, Parks SA	2014	Global Change Biology	The potential and realized spread of wildfires across Canada
Abella SR; Springer JD	2015	Forest Ecology And Management	Effects of tree cutting and fire on understory vegetation in mixed conifer forests
Christianson A	2015	International Journal Of Wildland Fire	Social science research on Indigenous wildfire management in the 21st century and future research needs
Girardin MP, Terrier A	2015	Climatic Change	Mitigating risks of future wildfires by management of the forest composition: an analysis of the offsetting potential through boreal Canada
Morin AA; Albert-Green A; Woolford DG; Martell DL	2015	International Journal Of Wildland Fire	The use of survival analysis methods to model the control time of forest fires in Ontario, Canada

Autor	Ano	Periódico	Título
Price OF; Pausas JG; Govender N; Flannigan M; Fernandes PM; Brooks ML; Bird RB	2015	International Journal Of Wildland Fire	Global patterns in fire leverage: the response of annual area burnt to previous fire
Wang XL; Thompson DK; Marshall GA; Tymstra C; Carr R; Flannigan MD	2015	Climatic Change	Increasing frequency of extreme fire weather in Canada with climate change
Bernier PY, Gauthier S, Jean PO, Manka F, Boulanger Y, Beaudoin A, Guindon L	2016	Forests	Mapping local effects of forest properties on fire risk across Canada
Chavardes RD; Daniels LD	2016	International Journal Of Wildland Fire	Altered mixed-severity fire regime has homogenised montane forests of Jasper National Park
Flannigan MD; Wotton BM; Marshall GA; de Groot WJ; Johnston J; Jurko N; Cantin AS	2016	Climatic Change	Fuel moisture sensitivity to temperature and precipitation: climate change implications
Hope ES; McKenney DW; Pedlar JH; Stocks BJ; Gauthier S	2016	Plos One	Wildfire Suppression Costs for Canada under a Changing Climate
Lehsten V, de Groot W, Sallaba F	2016	Forest Ecology And Management	Fuel fragmentation and fire size distributions in managed and unmanaged boreal forests in the province of Saskatchewan, Canada
Parisien MA, Miller C, Parks SA, DeLancey ER, Robinne FN, Flannigan MD	2016	Environmental Research Letters	The spatially varying influence of humans on fire probability in North America
Rogeau MP; Parisien MA; Flannigan MD	2016	Forest Science	Fire History Sampling Strategy of Fire Intervals Associated with Mixed- to Full-Severity Fires in Southern Alberta, Canada
San-Miguel I; Andison DW; Coops NC; Rickbeil GJM	2016	International Journal Of Wildland Fire	Predicting post-fire canopy mortality in the boreal forest from dNBR derived from time series of Landsat data
Stevens-Rumann CS, Prichard SJ, Strand EK, Morgan P	2016	Canadian Journal Of Forest Research	Prior wildfires influence burn severity of subsequent large fires
Stocks BJ; Martell DL	2016	Forestry Chronicle	Forest fire management expenditures in Canada: 1970-2013
Beverly JL	2017	International Journal Of Wildland Fire	Time since prior wildfire affects subsequent fire containment in black spruce
Boucher J; Beaudoin A; Hebert C; Guindon L; Bauce E	2017	International Journal Of Wildland Fire	Assessing the potential of the differenced Normalized Burn Ratio (dNBR) for estimating burn severity in eastern Canadian boreal forests
Camp PE; Krawchuk MA	2017	International Journal Of Wildland Fire	Spatially varying constraints of human-caused fire occurrence in British Columbia, Canada

Autor	Ano	Periódico	Título
Hanes CC; Jain P; Flannigan MD; Fortin V; Roy G	2017	International Journal Of Wildland Fire	Evaluation of the Canadian Precipitation Analysis (CaPA) to improve forest fire danger rating
Jain P; Flannigan MD	2017	Canadian Journal Of Forest Research	Comparison of methods for spatial interpolation of fire weather in Alberta, Canada
James PMA; Robert LE; Wotton BM; Martell DL; Fleming RA	2017	Ecological Applications	Lagged cumulative spruce budworm defoliation affects the risk of fire ignition in Ontario, Canada
Pickell PD; Coops NC; Ferster CJ; Bater CW; Blouin KD; Flannigan MD; Zhang JK	2017	Scientific Reports	An early warning system to forecast the close of the spring burning window from satellite- observed greenness
Wang X, Wotton BM, Cantin AS, Parisien MA, Anderson K, Moore B, Flannigan MD	2017	Ecological Processes	cffdrs: an R package for the Canadian Forest Fire Danger Rating System
Wang XL; Parisien MA; Taylor SW; Candau JN; Stralberg D; Marshall GA; Little JM; Flannigan MD	2017	Environmental Research Letters	Projected changes in daily fire spread across Canada over the next century
Wotton BM; Flannigan MD; Marshall GA	2017	Environmental Research Letters	Potential climate change impacts on fire intensity and key wildfire suppression thresholds in Canada
Bowman D; Daniels L; Johnston F; Williamson G; Jolly W; Magzamen S; Rappold A; Brauer M; Henderson S	2018	Fire-Switzerland	Can Air Quality Management Drive Sustainable Fuels Management at the Temperate Wildland-Urban Interface?
Campos-Ruiz R; Parisien MA; Flannigan MD	2018	Forests	Temporal Patterns of Wildfire Activity in Areas of Contrasting Human Influence in the Canadian Boreal Forest
Chavardès RD, Daniels LD, Gedalof ZE, Andison DW	2018	Dendrochronologia	Human influences superseded climate to disrupt the 20th century fire regime in Jasper National Park, Canada
Eales J; Haddaway NR; Bernes C; Cooke SJ; Jonsson BG; Kouki J; Petrokofsky G; Taylor JJ	2018	Environmental Evidence	What is the effect of prescribed burning in temperate and boreal forest on biodiversity, beyond pyrophilous and saproxylic species? A systematic review
Elmes MC; Thompson DK; Sherwood JH; Price JS	2018	Natural Hazards And Earth System Sciences	Hydrometeorological conditions preceding wildfire, and the subsequent burning of a fen watershed in Fort McMurray, Alberta, Canada
Johnston JM; Johnston LM; Wooster MJ; Brookes A; McFayden C; Cantin AS	2018	Fire-Switzerland	Satellite Detection Limitations of Sub-Canopy Smouldering Wildfires in the North American Boreal Forest
Johnston L; Flannigan M	2018	Advances In Forest Fire Research 2018	Mapping Canadian Interface Areas

Autor	Ano	Periódico	Título
Rijal B	2018	International Journal Of Wildland Fire	Quantile regression: an alternative approach to modelling forest area burned by individual fires
Rijal B; Raulier F; Martell DL; Gauthier S	2018	International Journal Of Wildland Fire	The economic impact of fire management on timber production in the boreal forest region of Quebec, Canada
Tremblay PO; Duchesne T; Cumming SG	2018	Plos One	Survival analysis and classification methods for forest fire size
Watt GA; Fleming RA; Smith SM; Fortin MJ	2018	Forests	Spruce Budworm (<i>Choristoneura fumiferana</i> Clem.) Defoliation Promotes Vertical Fuel Continuity in Ontario's Boreal Mixedwood Forest
Beverly JL; McLoughlin N	2019	Forest Ecology And Management	Burn probability simulation and subsequent wildland fire activity in Alberta, Canada Implications for risk assessment and strategic planning
Cardil A; Lorente M; Boucher D; Boucher J; Gauthier S	2019	Canadian Journal Of Forest Research	Factors influencing fire suppression success in the province of Quebec (Canada)
Mansuy N; Miller C; Parisien MA; Parks SA; Batllori E; Moritz MA	2019	Environmental Research Letters	Contrasting human influences and macro-environmental factors on fire activity inside and outside protected areas of North America
Sherry J; Neale T; McGee TK; Sharpe M	2019	Journal Of Environmental Management	Rethinking the maps: A case study of knowledge incorporation in Canadian wildfire risk management and planning
Sutherland CR	2019	Environment And Planning E-Nature And Space	Encountering the burn: Prescribed burns as contact zones
Beverly JL; Leverkus SER; Cameron H; Schroeder D	2020	Fire-Switzerland	Stand-Level Fuel Reduction Treatments and Fire Behaviour in Canadian Boreal Conifer Forests
Boychuk D; McFayden CB; Evens J; Shields J; Stacey A; Woolford DG; Wotton M; Johnston D; Leonard D; McLarty D	2020	Fire-Switzerland	Assembling and Customizing Multiple Fire Weather Forecasts for Burn Probability and Other Fire Management Applications in Ontario, Canada
Chen D; Loboda TV; Hall JV	2020	Isprs Journal Of Photogrammetry And Remote Sensing	A systematic evaluation of influence of image selection process on remote sensing-based burn severity indices in North American boreal forest and tundra ecosystems
Coogan SCP; Cai XL; Jain P; Flannigan MD	2020	International Journal Of Wildland Fire	Seasonality and trends in human- and lightning-caused wildfires \geq 2ha in Canada, 1959-2018
Erni S, Wang X, Taylor S, Boulanger Y, Swystun T, Flannigan M, Parisien MA	2020	Canadian Journal Of Forest Research	Developing a two-level fire regime zonation system for Canada

Autor	Ano	Periódico	Título
Hall RJ; Skakun RS; Metsaranta JM; Landry R; Fraser R; Raymond D; Gartrell M; Decker V; Little J	2020	International Journal Of Wildland Fire	Generating annual estimates of forest fire disturbance in Canada: the National Burned Area Composite
Hanes C; Wotton M; Woolford DG; Martell DL; Flannigan M	2020	Fire-Switzerland	Preceding Fall Drought Conditions and Overwinter Precipitation Effects on Spring Wildland Fire Activity in Canada
Johnston JM; Jackson N; McFayden C; Phong LN; Lawrence B; Davignon D; Wooster MJ; van Mierlo H; Thompson DK; Cantin AS; Johnston D; Johnston LM; Sloane M; Ramos R; Lynham TJ	2020	Sensors	Development of the User Requirements for the Canadian WildFireSat Satellite Mission
Nadeem K; Taylor SW; Woolford DG; Dean CB	2020	International Journal Of Wildland Fire	Mesoscale spatiotemporal predictive models of daily human- and lightning-caused wildland fire occurrence in British Columbia
Nikolakis W; Roberts E; Hotte N; Ross RM	2020	International Journal Of Wildland Fire	Goal setting and Indigenous fire management: a holistic perspective
Parisien MA; Barber QE; Hirsch KG; Stockdale CA; Erni S; Wang X; Arseneault D; Parks SA	2020	Nature Communications	Fire deficit increases wildfire risk for many communities in the Canadian boreal forest
San-Miguel I; Coops NC; Chavardes RD; Andison DW; Pickell PD	2020	Ecosphere	What controls fire spatial patterns? Predictability of fire characteristics in the Canadian boreal plains ecozone
Taylor SW	2020	Frontiers In Environmental Science	Atmospheric Cascades Shape Wildfire Activity and Fire Management Decision Spaces Across Scales - A Conceptual Framework for Fire Prediction
Watt GA; Stocks BJ; Fleming RA; Smith SM	2020	Canadian Journal Of Forest Research	Stand breakdown and surface fuel accumulation due to spruce budworm (<i>Choristoneura fumiferana</i>) defoliation in the boreal mixedwood forest of central Canada
Zahara A	2020	Engaging Science Technology And Society	Breathing Fire into Landscapes that Burn: Wildfire Management in a Time of Alterlife
Beverly JL; McLoughlin N; Chapman E	2021	Landscape Ecology	A simple metric of landscape fire exposure
Coogan SCP; Daniels LD; Den Boychuk; Burton PJ; Flannigan MD; Gauthier S; Kafka V; Park JS; Wotton BM	2021	Canadian Journal Of Forest Research	Fifty years of wildland fire science in Canada
Copes-Gerbitz K, Hagerman S, Daniels L	2021	Ecology And Society	Situating Indigenous knowledge for resilience in fire-dependent social-ecological systems

Autor	Ano	Periódico	Título
Boyчук D; McFayden CB; Woolford DG; Wotton M; Stacey A; Evens J; Hanes CC; Wheatley M	2021	Fire-Switzerland	Considerations for Categorizing and Visualizing Numerical Information: A Case Study of Fire Occurrence Prediction Models in the Province of Ontario, Canada
Ituen I; Hu BX	2021	Isprs International Journal Of Geo-Information	An Automatic and Operational Method for Land Cover Change Detection Using Spatiotemporal Analysis of MODIS Data: A Northern Ontario (Canada) Case Study
Jain P; Flannigan M	2021	Journal Of Climate	The Relationship between the Polar Jet Stream and Extreme Wildfire Events in North America
Phelps N; Woolford DG	2021	International Journal Of Wildland Fire	Comparing calibrated statistical and machine learning methods for wildland fire occurrence prediction: a case study of human-caused fires in Lac La Biche, Alberta, Canada
Phelps N; Woolford DG	2021	International Journal Of Wildland Fire	Guidelines for effective evaluation and comparison of wildland fire occurrence prediction models
Scholten RC; Jandt R; Miller EA; Rogers BM; Veraverbeke S	2021	Nature	Overwintering fires in boreal forests
Skakun R; Whitman E; Little JM; Parisien MA	2021	Environmental Research Letters	Area burned adjustments to historical wildland fires in Canada
Wang X, Swystun T, Oliver J, Flannigan MD	2021	Environmental Research Letters	One extreme fire weather event determines the extent and frequency of wildland fires
Woolford DG; Martell DL; McFayden CB; Evens J; Stacey A; Wotton BM; Boyчук D	2021	Canadian Journal Of Forest Research	The development and implementation of a human-caused wildland fire occurrence prediction system for the province of Ontario, Canada
Yemshanov D; Liu N; Thompson DK; Parisien MA; Barber QE; Koch FH; Reimer J	2021	Plos One	Detecting critical nodes in forest landscape networks to reduce wildfire spread
Bennett L; Wilson B; Selland S; Qian L; Wood M; Zhao H; Boisvert J	2022	International Journal Of Remote Sensing	Image to attribute model for trees (ITAM-T): individual tree detection and classification in Alberta boreal forest for wildland fire fuel characterization
Dawe DA; Parisien MA; Boulanger Y; Boucher J; Beauchemin A; Arseneault D	2022	Ecological Applications	Short- and long-term wildfire threat when adapting infrastructure for wildlife conservation in the boreal forest
de Groot WJ; Hanes CC; Wang YH	2022	International Journal Of Wildland Fire	Crown fuel consumption in Canadian boreal forest fires
Foster AC, Shuman JK, Rogers BM, Walker XJ, Mack MC, Bourgeau-Chavez LL, Veraverbeke S, Goetz SJ	2022	Environmental Research Letters	Bottom-up drivers of future fire regimes in western boreal North America

Autor	Ano	Periódico	Título
Baron JN, Gergel SE, Hessburg PF, Daniels LD	2022	Landscape Ecology	A century of transformation: fire regime transitions from 1919 to 2019 in southeastern British Columbia, Canada
Lee SC, Knox SH, McKendry I, Black TA	2022	Atmospheric Chemistry And Physics	Biogeochemical and biophysical responses to episodes of wildfire smoke from natural ecosystems in southwestern British Columbia, Canada
McFayden CB; George C; Johnston LM; Wotton M; Johnston D; Sloane M; Johnston JM	2022	International Journal Of Wildland Fire	A case-study of wildland fire management knowledge exchange: the barriers and facilitators in the development and integration of the Canadian Forest Fire Danger Rating System in Ontario, Canada
Nekrich A	2022	Journal Of Wildlife And Biodiversity	Key factors determining scales of burned areas in state Victoria (Australia) and province Alberta (Canada) during 1980-2019
Nikolakis W; Roberts E	2022	Risk Hazards & Crisis In Public Policy	Wildfire governance in a changing world: Insights for policy learning and policy transfer
Nikolakis W; Welham C; Greene G	2022	Frontiers In Forests And Global Change	Diffusion of indigenous fire management and carbon-credit programs: Opportunities and challenges for "scaling-up" to temperate ecosystems
Saenz-Ceja JE; Mendoza ME	2022	Physical Geography	Latitudinal gradient of fire return interval in conifer forests of western North America
Taylor SW; Nadeem K	2022	International Journal Of Wildland Fire	Predicting daily initial attack aircraft targets in British Columbia
Wang W, Wu W, Guo F, Wang G	2022	International Journal Of Geoheritage And Parks	Fire regime and management in Canada's protected areas
Wang WW; Wang XL; Wu WL; Guo FT; Park JN; Wang GY	2022	Geophysical Research Letters	Burn Severity in Canada's Mountain National Parks: Patterns, Drivers, and Predictions
Wheatley M; Wotton BM; Woolford DG; Martell DL; Johnston JM	2022	International Journal Of Wildland Fire	Modelling initial attack success on forest fires suppressed by air attack in the province of Ontario, Canada
Whitman E; Parks SA; Holsinger LM; Parisien MA	2022	Environmental Research Letters	Climate-induced fire regime amplification in Alberta, Canada