



Avaliação da eficácia das ações integradas de prevenção e controle de incêndios florestais no Sinclinal Moeda

Ravi Fernandes Mariano^{1*}

 <https://orcid.org/0000-0002-9467-7615>

* Contato principal

Luiz Gustavo Nunes Vieira da Silva¹

Manuela Pereira Martins Ramos¹

Mariana Lucchesi Rios Mira¹

Maria Dalce Ricas¹

Francisco Mourão Vasconcelos¹

¹ Associação Mineira de Defesa do Ambiente/AMDA, Belo Horizonte/MG, Brasil. <ravi.mariano@amda.org.br, luizgustavo@amda.org.br, manuela@amda.org.br, mariana@amda.org.br, dalce@amda.org.br, fmovasconcelos@yahoo.com.br>.

Recebido em 24/04/2024 – Aceito em 22/04/2025

Como citar:

Mariano RF, Silva LGNV, Ramos MPM, Mira MLR, Ricas MD, Vasconcelos FM. Avaliação da eficácia das ações integradas de prevenção e controle de incêndios florestais no Sinclinal Moeda. Biodivers. Bras. [Internet]. 2025; 15(3): 1-14. doi: 10.37002/biodiversidadebrasileira.v15i3.2603

Palavras-chave: Proteção florestal; antropização; gestão ambiental.

RESUMO – Os incêndios florestais têm sido citados como uma das maiores ameaças aos ecossistemas naturais do planeta. Em Minas Gerais, os incêndios florestais são geralmente causados por ações antrópicas, atingindo anualmente grande parte de seu território, afetando a manutenção dos serviços ecossistêmicos. Na região Centro-Sul de Minas Gerais, está localizado o Sinclinal Moeda, área prioritária para a conservação da biodiversidade e importante por seus serviços ecossistêmicos. Sendo assim, é importante entender como os incêndios florestais ocorrem nessa área, e como podem ser geridos. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o histórico de incêndios florestais no Sinclinal Moeda, envolvendo o período compreendido entre 1985 a 2022. Ademais, buscou-se nesse trabalho fazer a correlação entre as mudanças no cenário de incêndios florestais com o aprimoramento das ações de prevenção e de combate. Dessa forma, a partir de dados da Coleção 2 do MapBiomass Fogo, foram obtidos a área total atingida pelos incêndios florestais, o número dos incêndios, o comprimento da linha de fogo e a frequência desses incêndios. Os resultados apontaram diminuição da área total anualmente queimada por incêndios florestais, assim como do número de ocorrências, do comprimento da linha de fogo e frequência desses incêndios no Sinclinal Moeda, no período avaliado. Essa diminuição

ocorreu após o ano de 2011, indicando associação com a implantação de brigadas de prevenção e controle de incêndios, além de uma série de ações e melhorias na infraestrutura de prevenção e de combate aos incêndios na região.

Evaluation of the effectiveness of integrated actions for the prevention and control of forest fires in the Sinclinal Moeda

Keywords: Forest protection; anthropisation; environmental management.

ABSTRACT – Forest fires have been cited as one of the biggest threats to the planet's natural ecosystems. In Minas Gerais, forest fires are generally caused by human actions, reaching annually a large part of its territory, affecting the maintenance of ecosystem services. In the Centre-South region of Minas Gerais, is situated the Sinclinal Moeda, a priority area for biodiversity conservation and important for its ecosystem services. Therefore, it is important to understand how forest fires occur in this area and how they can be managed. Thus, the aim of this study was to evaluate the forest fires in the Sinclinal Moeda, covering the period from 1985 to 2022. In addition, this work sought to correlate changes in the forest fire scenario with improvements in prevention and combat actions. Using data from MapBiomas Fire Collection 2, we obtained the total area affected by forest fires, the number of fires, the length of the fire line and the frequency of these fires. The results showed a decrease in the total burnt area annually by forest fires, as well as the number of occurrences, the length of the fire line and the frequency of these fires in the Sinclinal Moeda during the period evaluated. This decrease occurred after 2011, indicating an association with the implementation of fire prevention and control brigades, as well as a series of actions and improvements to the fire prevention and firefighting infrastructure in the region.

Evaluación de la eficacia de las acciones integradas de prevención y control de incendios forestales en el Sinclinal Moeda

Palabras clave: Protección forestal; antropización; gestión medioambiental.

RESUMEN – Los incendios forestales han sido citados como una de las mayores amenazas a los ecosistemas naturales del planeta. En Minas Gerais los incendios forestales generalmente son provocados por acciones humanas, afectando anualmente gran parte de su territorio, afectando el mantenimiento de los servicios ecosistémicos. En la región Centro Sur de Minas Gerais, se encuentra el Sinclinal Moeda, un área prioritaria para la conservación de la biodiversidad e importante por sus servicios ecosistémicos. Por lo tanto, es importante entender cómo se producen los incendios forestales en esta zona y cómo se pueden gestionar. El objetivo de este estudio fue, por tanto, evaluar los incendios forestales en el Sinclinal Moeda, abarcando el periodo comprendido entre 1985 y 2022. Además, este trabajo buscó correlacionar los cambios en el escenario de los incendios forestales con las mejoras en las acciones de prevención y combate. A partir de los datos de Colección 2 de MapBiomas Fogo, se obtuvo la superficie total afectada por incendios forestales, el número de incendios, la longitud de la línea de fuego y la frecuencia de los mismos. Los resultados mostraron una disminución de la superficie total quemada anualmente por los incendios forestales, así como el número de ocurrencias, la longitud de la línea de fuego y la frecuencia de estos incendios en el Sinclinal Moeda durante el período evaluado. Esta disminución se produjo después de 2011, lo que indica una asociación con la implementación de brigadas de prevención y control de incendios, así como una serie de acciones y mejoras en la infraestructura de prevención y extinción de incendios en la región.

Introdução

Os incêndios florestais correspondem a propagação de fogo descontrolado incidente sobre qualquer tipo de vegetação, muitas vezes com sérios impactos sobre os ecossistemas naturais [1]. Anualmente, os incêndios atingem extensas áreas do território nacional, destruindo a cobertura vegetal nativa e áreas cobertas por agropecuária, com enormes prejuízos financeiros e impactos relevantes à biodiversidade e aos mananciais de água [2]. São considerados hoje uma das causas mais importantes no processo de destruição da vegetação natural no Brasil e são responsáveis por parte significativa da emissão de gases de efeito estufa lançados na atmosfera [3][2]. Dessa forma, os incêndios em vegetação contribuem para o agravamento da crise climática no planeta. No Brasil, grande parte dos incêndios que atingem a vegetação em áreas rurais tem sua origem na prática de queimadas associadas à agropecuária, em especial para a formação e renovação de pastagens [4].

Em Minas Gerais, os incêndios florestais representam também uma das principais ameaças à cobertura vegetal nativa no estado. Todos os anos, extensas áreas são atingidas, especialmente nas regiões Centro, Nordeste e Noroeste do estado, onde a estação seca é mais severa. Entre os anos de 2001 e 2020, mais de 20% do território mineiro foi atingido por incêndios, com uma média anual de área queimada de 634 mil hectares nesse período [5].

Os incêndios florestais ocorrem com frequência em áreas campestres das regiões serranas do território mineiro, onde a prática das queimadas foi consolidada, ao longo de gerações, como instrumento de manejo de pastagens nativas envolvendo, especialmente, campos naturais e vegetações savânicas [6]. O emprego do fogo para esse fim e para a limpeza do solo na implantação de áreas agrícolas e de novas pastagens resulta, com frequência, em grandes incêndios florestais, atingindo remanescentes de vegetação importantes para a manutenção de serviços ecossistêmicos no estado [7]. Esse é o caso da Serra do Espinhaço, que corta o território mineiro, de sua porção Centro-Sul ao extremo norte, adentrando pelo estado da Bahia [10]. A importância geomorfológica e biológica do Espinhaço levou a UNESCO a declarar, no ano de 2005, trecho do segmento mineiro da Serra como Reserva da Biosfera.

Os incêndios que ocorrem na Serra do Espinhaço avançam com frequência por sobre áreas importantes para a conservação da biodiversidade. Esse é o caso do Sinclinal Moeda (SM), situado na porção oeste do Quadrilátero Ferrífero que, por sua vez, está inserido na porção sul da Serra do Espinhaço. O SM, além de abrigar mosaicos de diversas tipologias vegetais com altas taxas de endemismos, possui mananciais importantes para o abastecimento de água da Região Metropolitana de Belo Horizonte [11].

No caso específico do SM, os impactos do fogo sobre as matas galeria merecem destaque, uma vez que essas são fundamentais para a manutenção da biodiversidade [12] e dos recursos hídricos [11]. Vários grupos faunísticos utilizam as matas úmidas que se estendem pelos fundos de vale, as quais funcionam como refúgios e corredores ecológicos [12]. Nas últimas décadas, o Parque Estadual da Serra do Rola Moça perdeu 40% de suas formações florestais [13], as quais foram substituídas por vegetações mais abertas devido, principalmente, a incêndios florestais. Isso contribui para a fragmentação florestal e para a redução populacional de espécies da fauna, havendo maior risco de extinção local.

Apesar do longo histórico de impactos provocados pelos incêndios florestais, o desenvolvimento de esforços visando a prevenção e combate aos incêndios é relativamente recente no Brasil. As primeiras iniciativas nesse sentido remontam o final da década de 1980, com a criação, em 1988, da Comissão de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais (Conacif), no âmbito do Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF). No ano seguinte, o Governo Federal sancionou o Decreto Federal 97.635/1989 [14], criando o Sistema Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais (Prevfogo). Em 1998, esse decreto foi revogado, sendo o assunto então tratado no artigo 27 do então Código Florestal Brasileiro (Lei 4.771/65) [15]. Em 2012, com a publicação da Lei 12.651/2012 [16], que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa em território nacional, são estabelecidos os planos de contingência para o combate aos incêndios florestais, além de outras diretrizes para a prevenção e combate aos incêndios florestais.

Em Minas Gerais, os incêndios florestais começaram a ganhar maior importância na estrutura do Governo do estado em 2005, com a publicação do Decreto nº 44.043/2005 [17], que criou o Previncêndio

(Programa de Prevenção e Combate a Incêndios Florestais), denominado Força Tarefa Previncêndio (FTP). Posteriormente, houve a ampliação da estrutura governamental do Previncêndio e a criação do Bemad (Batalhão de Emergências Ambientais e Resposta a Desastres), estrutura inserida no âmbito do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais. Além da atuação dos governos federal e estadual, com o intuito de aumentar os esforços de prevenção e controle de incêndios florestais, a sociedade civil organizada de Minas Gerais, em parceria com o setor público e privado, iniciou a operação de brigadas voluntárias, com atuação principalmente em áreas de maior relevância ecológica situadas no segmento sul da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH).

Nesse contexto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar as mudanças no cenário de incêndios florestais com o aprimoramento das ações de prevenção e de combate, através de esforço integrado, envolvendo setor público, empresas e sociedade civil organizada. Para isso foi avaliado o histórico de incêndios florestais no Sinclinal Moeda, no período de 1985 a 2022, no tocante à variação temporal (i) da área total queimada; (ii) do número de incêndios florestais; (iii) do comprimento da linha queimada; e (iv) da frequência de incêndios florestais.

Material e Métodos

Área do estudo

O SM possui uma área de aproximadamente 82 mil hectares, está situado ao sul da (RMBH), e está sobreposto a parte dos municípios de Belo Vale, Brumadinho, Congonhas, Itabirito, Jeceaba, Moeda, Nova Lima, Ouro Preto, e Rio Acima (Figura 1). O SM abriga integralmente quatro unidades de conservação públicas (dois Monumentos Naturais Municipais: Serra da Calçada e Mãe D'Água; e duas

Reservas Biológicas Municipais: Campos Rupestres de Moeda Sul e Campos Rupestres de Moeda Norte) e parcialmente sete unidades de conservação públicas (APA Estadual Sul RMBH, três Estações Ecológicas Estaduais: Arêdes, Fechos e Cercadinho, Parque Estadual da Serra do Rola Moça, e dois Monumentos Naturais Estaduais: Serra da Moeda e Pico do Itabirito).

Apesar do SM estar completamente inserido no bioma Mata Atlântica, sua área localiza-se bem próximo aos limites do bioma Cerrado. Devido a isso, e pela grande diversidade de geossistemas e variação de solos e rochas, o SM abriga mosaicos de diversas tipologias vegetais com altíssimas taxas de endemismos [16][17]. Essas características, juntamente com a ocorrência de grandes afloramentos e abrigos rochosos, garantem a presença de inúmeras espécies raras, muitas delas constantes das listas de ameaçadas da flora e fauna brasileiras [16].

Os mosaicos de vegetação do SM são compostos por florestas estacionais semidecíduais, campos rupestres, vegetação sobre canga ferruginosa, cerrados rupestres e variações do cerrado sensu stricto. As florestas, típicas da Mata Atlântica, se desenvolvem em vales e ao longo de cursos d'água, onde os solos são mais profundos e a disponibilidade de água é maior [8]. Também há zonas de transição entre florestas e fitofisionomias mais abertas [9], onde a vegetação abriga composições florísticas próprias, com espécies que não ocorrem nos ambientes adjacentes.

Ademais, o SM está inserido na bacia hidrográfica do Rio São Francisco, e abriga nascentes importantes para o abastecimento de água para a RMBH [9]. Em relação ao clima, o SM encontra-se inserido na zona Tropical Brasil Central, com clima mesotérmico brando, com quatro a cinco meses secos ao longo do ano.

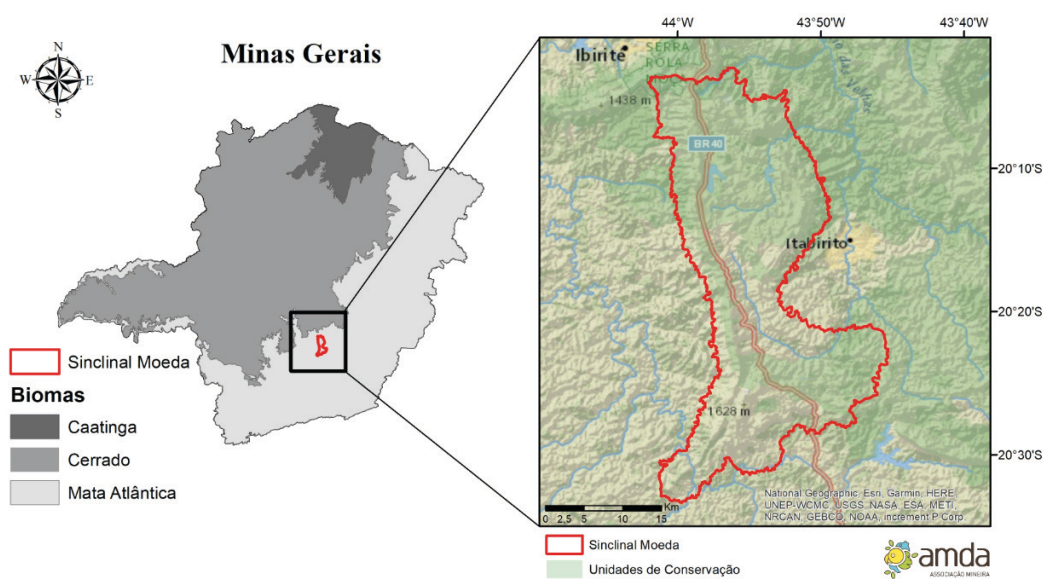


Figura 1 – Localização do Sinclinal Moeda no estado de Minas Gerais.

Dados de incêndios florestais

Para obtenção das áreas queimadas ao longo do período avaliado (1985-2022), foram utilizados dados do MapBiomas [20], da Coleção 2 do MapBiomas Fogo [21]. Foi obtido um arquivo raster contendo as cicatrizes de fogo detectadas para cada ano em Minas Gerais, totalizando 38 arquivos raster, os quais foram primeiramente recortados a partir do arquivo raster contendo os limites da área de estudo, utilizando-se a função “Recortar”, para depois serem vetorizados através da ferramenta “Raster Para Vetor (Poligonizar)”, e por fim obter o cálculo das áreas de cada mancha queimada através da função “\$area”, utilizando-se o software QGIS versão 3.34.5. Para identificação das áreas que queimam com maior frequência na área de estudo, foram obtidos dados de frequência dos incêndios florestais de 1985 a 2022, em formato raster, disponibilizados pela plataforma do MapBiomas, em seis intervalos de tempo: 1990 a 1995; 1995 a 2000; 2000 a 2005; 2005 a 2010; 2010 a 2015; e 2015 a 2020. Após isso, foram feitos mapas utilizando-se esses dados para análise visual das variações de frequência da incidência do fogo na área de estudo.

A partir da vetorização dos dados das cicatrizes de fogo anuais, os dados foram exportados para uma planilha do Excel onde foram calculados os seguintes parâmetros para cada ano: (i) área total atingida pelos incêndios florestais; (ii) tamanho médio dos incêndios florestais; (iii) número total de incêndios florestais; e (iv) comprimento da linha de fogo. Para a obtenção

dos valores desses parâmetros, foram considerados os polígonos das cicatrizes de queimadas sobrepostas, parcialmente ou integralmente, ao SM, o que inclui o cômputo de porções desses polígonos que não estão sobrepostas ao SM. Para análise temporal da área queimada pelos incêndios florestais, do número de incêndios florestais, e do comprimento da linha de fogo dos incêndios que ocorreram no SM, foram gerados gráficos com os valores desses parâmetros, contemplando o período de 1985 a 2022. Ademais, foram gerados valores totais e médios desses parâmetros para quinquênios de 1988 a 2022. Para a análise das variações e padrões (como crescimento, queda, estabilidade) da linha de fogo dos incêndios ao longo dos períodos avaliados, foram obtidas linhas de tendência através do software Excel, as quais foram plotadas nos gráficos.

Resultados

Foi observada variação da área total anualmente queimada por incêndios florestais (Figura 2), do número de incêndios florestais (Figura 3), e do comprimento da linha de fogo dos incêndios (Figura 4), no Sinclinal Moeda, no período avaliado (1985 a 2022). Foi observado que houve diminuição desses três parâmetros após o ano de 2011 (Figuras 2, 3, e 4). Sendo assim, para destacar a variação dos padrões de ocorrência dos incêndios florestais após 2011, foram avaliadas, separadamente, as séries históricas anterior e

posterior ao ano de 2011, contendo a variação do comprimento da linha de fogo nos períodos de 1985 a 2011 e de 2011 a 2022.

Analisando-se os dados da série histórica dos incêndios no SM, pode-se perceber que entre 1985 e 2010, as linhas de fogo apresentavam médias móveis que oscilaram entre 500 e 1.400 km por ano, fluindo em torno de 1.000 km (Figura 5). A partir de 2013, o comportamento das linhas médias alterou significativamente, passando a flutuar em

torno de 400 km por ano (Figura 6). Ao se analisar as tendências quanto ao comprimento da linha de fogo, no período de 1985 e 2011, foi verificada uma grande variação dos valores, enquanto no período iniciado após 2011, foi verificada uma inclinação negativa da linha de tendência, indicando redução dos incêndios florestais (Figuras 5 e 6).

Ademais, os dados mostraram que nos últimos dois quinquênios houve drásticas reduções da área média queimada por incêndios florestais e do número desses incêndios no SM (Tabela 1).

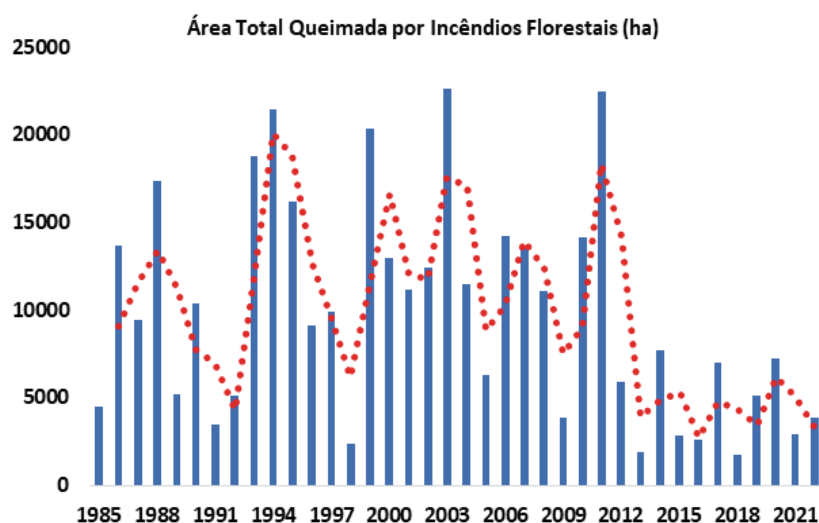


Figura 2 – Área total queimada por incêndios florestais (em hectares) no Sinclinal Moeda no período de 1985 a 2022. A linha de pontos, em vermelho, representa a média móvel da área total queimada.

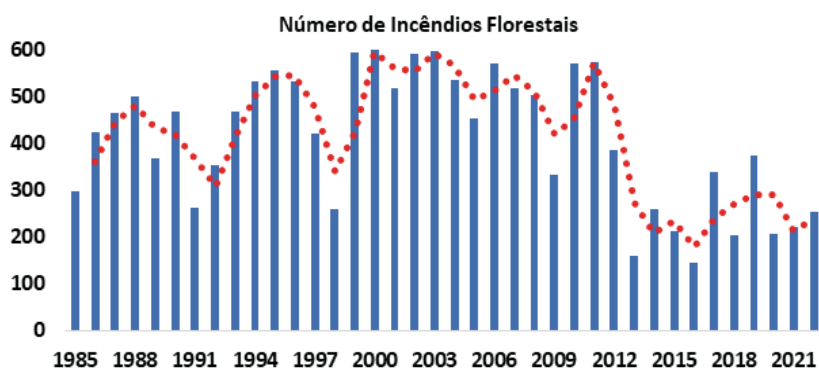


Figura 3 – Número de incêndios florestais no Sinclinal Moeda no período de 1985 a 2022. A linha de pontos, em vermelho, representa a média móvel do número de incêndios florestais.

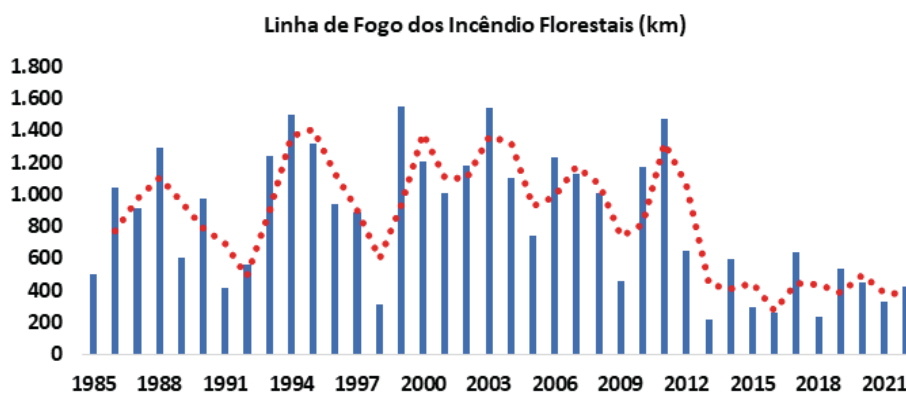


Figura 4 – Comprimento da linha de fogo dos incêndios florestais no Sinclinal Moeda no período de 1985 a 2022. A linha de pontos, em vermelho, representa a média móvel do comprimento da linha de fogo.

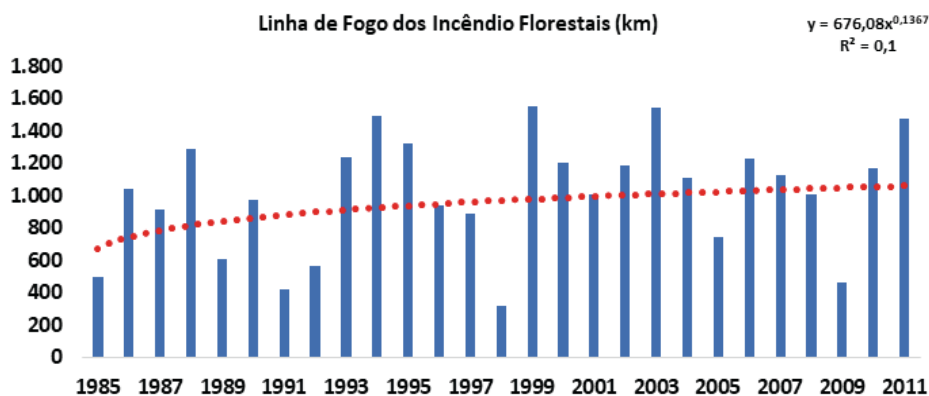


Figura 5 – Comprimento da linha de fogo dos incêndios florestais no Sinclinal Moeda no período de 1985 a 2011. A linha de pontos, em vermelho, representa a linha de tendência do comprimento da linha de fogo.

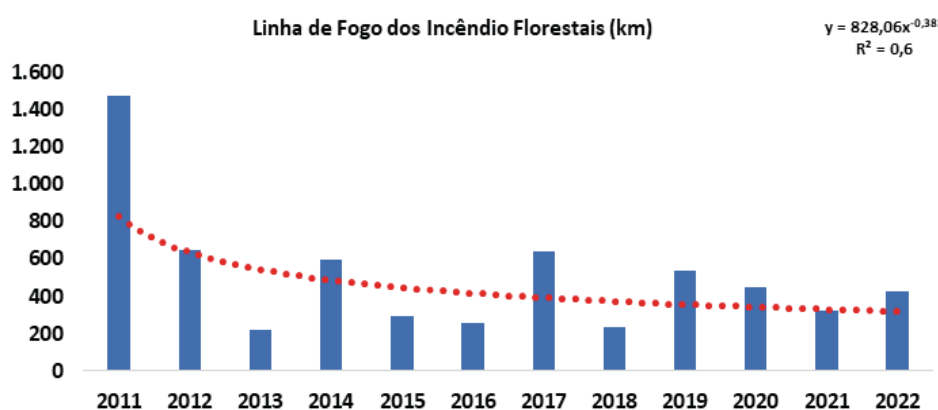


Figura 6 – Comprimento da linha de fogo dos incêndios florestais no Sinclinal Moeda no período de 2011 a 2022. A linha de pontos, em vermelho, representa a linha de tendência do comprimento da linha de fogo.

Tabela 1 – Valores totais e médios da área atingida por incêndios florestais e do número de incêndios florestais que ocorreram no Sinclinal Moeda em quinquênios no período de 1988 a 2022.

Quinquênios	Área Total dos Incêndios Florestais (ha)	Área Média dos Incêndios Florestais (ha) por ano	Número de Incêndios Florestais	Número Médio de Incêndios Florestais por ano
1988 - 1992	41543,1	8308,6	1954	390,8
1993 - 1997	75394,4	15078,9	2513	502,6
1998 - 2002	59261,6	11852,3	2563	512,6
2003 - 2007	68243,3	13648,7	2674	534,8
2008 - 2012	57513,3	11502,7	2369	473,8
2013 - 2017	22091,0	4418,2	1115	223,0
2018 - 2022	20838,8	4167,8	1260	252,0

A partir da análise da frequência dos incêndios florestais de 1985 a 2022, foi verificado que parte das áreas com maior frequência de ocorrência (mais de 30 incêndios) estão localizadas nas unidades de conservação (Figura 7). Também pode-se perceber que as áreas mais críticas para os eventos de queima correspondem ao alinhamento da Serra da Moeda, logo ao sul da cidade de Belo Horizonte, abrangendo, além do extremo sul da capital mineira, parte dos

municípios de Nova Lima, Brumadinho, Itabirito, Ouro Preto, Moeda, Belo Vale e Bonfim. Além disso, ao ser analisada a frequência de incêndios florestais no Sinclinal Moeda, de 1990 a 2020, verificou-se diminuição da frequência dos incêndios na última década (2010 a 2020) em relação a períodos anteriores (Figura 8). De 2015 a 2020, em poucas áreas do SM ocorreram mais de quatro incêndios neste período, enquanto que antes de 2010 isso era mais frequente.

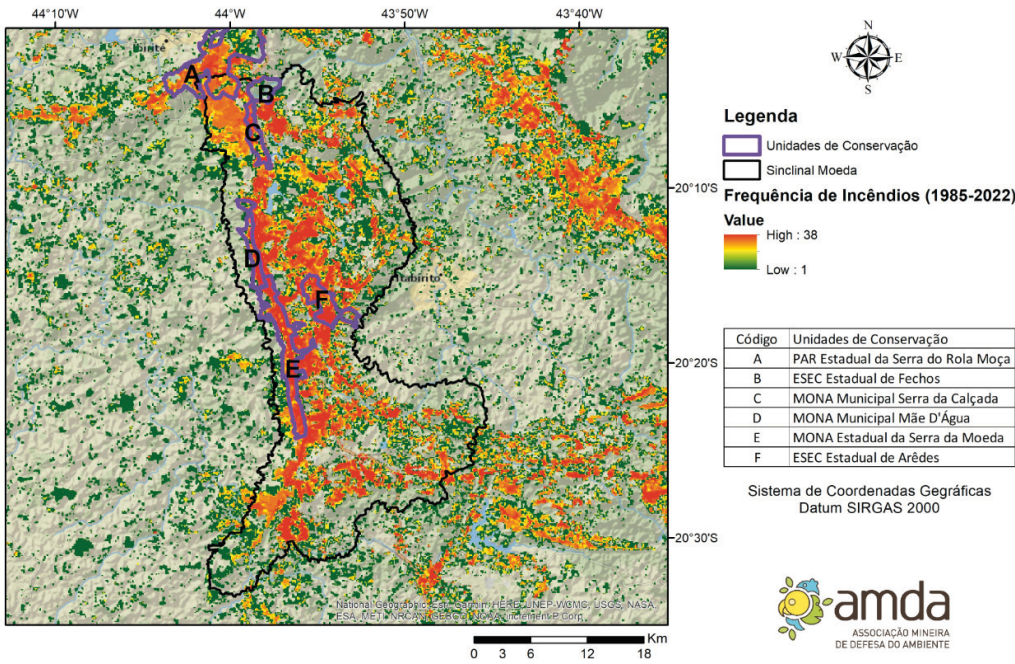


Figura 7 – Frequência de incêndios florestais no Sinclinal Moeda no período de 1985 a 2022.

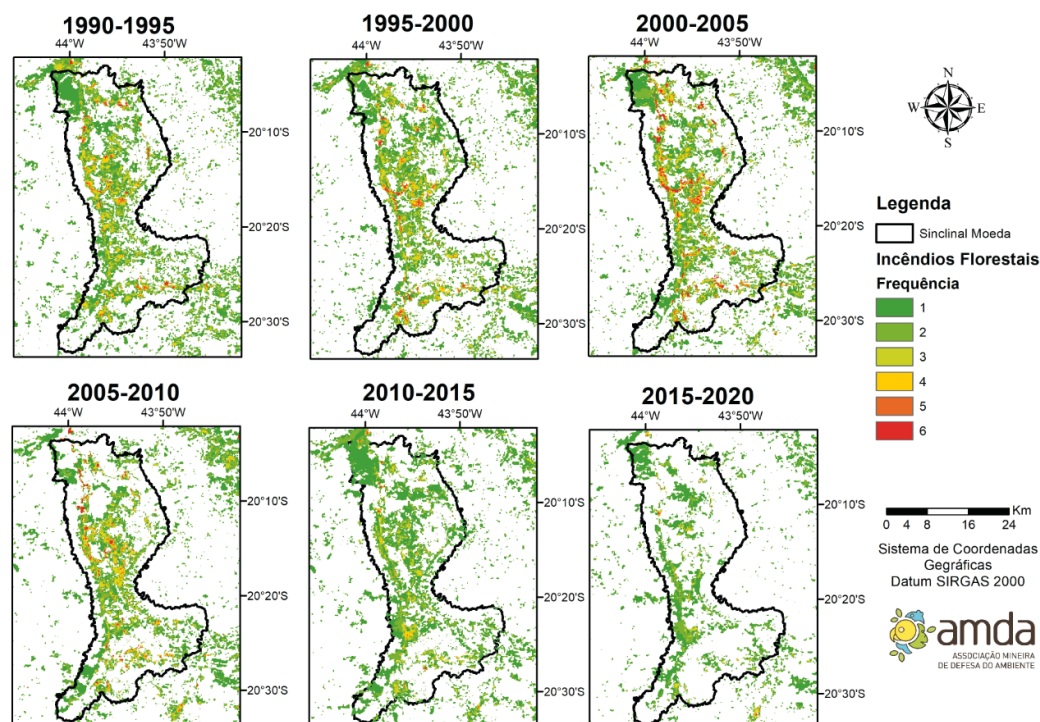


Figura 8 – Frequência de incêndios florestais no Sinclinal Moeda no período de 1990 a 2020.

Discussão

Os resultados apresentados apontaram diminuição da área atingida pelos incêndios florestais, do número de ocorrências desses incêndios e do comprimento da linha de fogo, após o ano de 2011, no território do Sinclinal Moeda. A diminuição da área atingida pelos incêndios, assim como do número de ocorrências deste distúrbio, representa uma considerável diminuição dos impactos negativos que os ecossistemas do SM, tanto campestres como florestais, sofrem anualmente [22][1], permitindo que as áreas em regeneração continuem a avançar no processo de sucessão ecológica para estágios mais avançados de sucessão. Além disso, os dados apontaram diminuição dos impactos sobre os recursos hídricos, uma vez que os incêndios no SM, com frequência, atingem áreas de mata ciliar, fundamentais no controle de erosão e manutenção da quantidade e qualidade da água [23]. Concomitantemente, a diminuição da área queimada pelos incêndios reduz os riscos de perdas econômicas que podem ocorrer pelo avanço do fogo sobre empreendimentos agrícolas, minerários e imobiliários.

Considerando que a linha de fogo está diretamente relacionada à capacidade de espalhamento dos incêndios e na dimensão da área atingida pelo

fogo [24], a diminuição do comprimento da linha de fogo constatada a partir dos dados apresentados aponta que, na última década, houve menor risco de espalhamento dos incêndios no território avaliado. A linha de fogo é a principal responsável pela transferência de calor da combustão para os combustíveis vegetais adjacentes, ocorrendo através de condução, convecção e radiação. Na condução, a transferência de calor ocorre pelo contato direto da linha de fogo, enquanto na convecção, a transmissão de calor é feita pelo ar em movimento. Já na radiação, o processo de transmissão de calor ocorre através de ondas eletromagnéticas [24].

As florestas que ocorrem no Sinclinal Moeda, após atingidas por incêndios, podem ter o seu processo de regeneração natural afetada em decorrência da mortalidade de plantas, deixando de atuar como sumidouros de carbono e passando a funcionar como fonte emissora deste componente [1]. Em fitofisionomias mais abertas do Cerrado, a maioria das espécies herbáceas são resistentes ao fogo e rebrotam alguns dias depois da passagem do fogo [25]. Esses tipos de vegetação podem ser resilientes ao fogo, mesmo com a ocorrência de incêndios anuais, todavia o fogo pode provocar mudanças na composição de espécies [26]. Ademais, incêndios recorrentes podem reduzir o recrutamento

e a ocorrência de espécies lenhosas e diminuir a diversidade da vegetação [27].

Convém comentar que especificamente no trecho da RMBH e respectivo colar metropolitano onde se localiza o Sinclinal Moeda, estão localizadas importantes unidades de conservação e mananciais de água, que em seu conjunto, são responsáveis por grande parte da produção de água usada no abastecimento da capital mineira e dos municípios ao seu redor [9]. As ações de combate e prevenção a incêndios florestais em unidades de conservação (UCs) são fundamentais para assegurar que essas áreas protegidas cumpram o papel para o qual foram criadas. Isso aponta a necessidade dessas unidades de conservação terem seus Planos Integrados de Prevenção e Combate a Incêndios Florestais (PIPCIF) e seus Planos de Manejo Integrado do Fogo (PMIF) elaborados e atualizados periodicamente. De acordo com levantamento realizado com gerentes de dezenas de UCs de Minas Gerais, o fogo corresponde ao principal conflito existente em UCs, sendo este associado a atividades agropecuárias, mineração ilegal, atividades turísticas, especulação imobiliária, expansão urbana e falta de regularização fundiária nas unidades de conservação [28].

A diminuição dos valores dos parâmetros avaliados, após o ano de 2011, coincide com uma ampliação significativa das equipes de brigadas profissionais e voluntárias no SM. Entre as instituições que ampliaram suas equipes nesta área, destaca-se a Amda, que avançou consideravelmente na sua capacidade de ação nesse período. Em 2013, a entidade possuía em operação quatro equipes, envolvendo 33 brigadistas, já em 2022, a estrutura da entidade foi ampliada para 20 equipes, com 147 brigadistas envolvidos.

A exemplo do que vem ocorrendo no Sinclinal Moeda, outros trabalhos têm apontado a eficácia de brigadas na redução dos padrões temporais de incêndios florestais. O programa de brigadas contratadas, iniciado em 2001, em unidades de conservação federais, aumentou o nível de proteção dessas áreas protegidas aos incêndios [29]. Em terras indígenas no Tocantins, houve redução dos focos de calor após a implantação de brigadas indígenas [30]. Além disso, outras medidas de prevenção e controle dos incêndios florestais foram tomadas no SM, como implantação de aceiros e manejo integrado do fogo, medidas essas resultantes do maior envolvimento de empresas e governos na prevenção e controle dos incêndios florestais.

No caso específico do Sinclinal Moeda, merece destacar que, além da ampliação do número de equipes e de brigadistas, ocorreram também melhorias expressivas nos treinamentos do pessoal envolvido, assim como na disponibilização de equipamentos usados nos combates. Merece destaque o emprego dos sopradores, recurso que melhorou o desempenho das equipes. Importante ainda destacar o emprego de caminhões auto bombas, usados em eventos de maiores dimensões e em locais acessíveis a esses veículos.

Não se pode desconhecer a importância que a mobilização social teve em todo esse processo: intensa movimentação de instituições do terceiro setor e da imprensa foi iniciada durante a década de 1990, cobrando do poder público e de empresas maiores esforços para a proteção de áreas naturais contra incêndios florestais. Grandes eventos de queima em áreas naturais passaram a ocupar espaço de destaque na mídia local, regional e nacional. E nesse cenário, a própria sociedade civil avançava dando seus primeiros passos: na segunda metade da década de 1990 é criada a Brigada Encosta da Serra, operada pela Associação Mineira de Defesa do Ambiente (Amda) e pela Associação para o Desenvolvimento do Turismo Ecológico Encosta da Serra (Asturies), com atuação prioritária no Parque Estadual da Serra do Rola Moça e na Serra da Calçada.

Toda essa mobilização impulsionou iniciativas do setor público, que resultaram em maiores avanços. Merece destaque a criação pelo Governo de Minas Gerais do Previncêndio – Programa de Prevenção e Combate a Incêndios Florestais, denominado Força Tarefa Previncêndio – FTP, instituído pelo Decreto Estadual 44.043/2005 [16]. Com o passar do tempo, o Previncêndio foi aperfeiçoando sua estrutura, passando a contar com aeronaves, usadas tanto no lançamento de água, como no transporte de brigadistas: a partir do final da década de 1990, começam a ser usados helicópteros (do próprio IEF e da PMMG) e aviões de lançamento de água, conhecidos por “Air Tractors”.

Especificamente em relação ao segmento sul da RMBH, envolvendo o SM e o Parque Estadual da Serra do Rola Moça, um dos fatores que mais interferiram na mudança desse quadro teve relação direta com a implementação das brigadas profissionais operadas pela Amda, em parceria com empresas que atuam na região. Essas brigadas começaram a ser implantadas em 2011, a partir do apoio das empresas Ferrous Resource, Vallourec e Gerdau. Nesse contexto, é importante destacar o envolvimento do Ministério

Público de Minas Gerais, que passou a cobrar de empresas que exploram recursos naturais na região ações mais efetivas de atuação contra os incêndios florestais em suas áreas.

Posteriormente, em 2013, surgiu a Brigada 1, entidade criada com objetivo específico de desenvolver ações na prevenção e no combate aos incêndios florestais, também com forte atuação no segmento sul da região metropolitana da capital mineira. Um ano depois, em 2014, surgem as brigadas Carcará e Guará, ambas situadas na localidade de Casa Branca, município de Brumadinho. Posterior a isso, em 2022, a Brigada Guará foi extinta, sendo sua equipe fundida à equipe da Carcará.

Ademais, há de se destacar o surgimento, em 2014, do Bemad – Batalhão de Emergências Ambientais e Resposta a Desastres, grupamento inserido dentro da estrutura do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais. A decisão de criar esse grupo representou importante avanço da instituição no controle de incêndios em vegetação natural, pois até então, toda a ação da corporação era quase que completamente voltada ao combate aos incêndios urbanos, em especial, às edificações residenciais, comerciais e industriais.

No mesmo ano de criação do Bemad, a concessão da rodovia BR 040, no trecho compreendido entre Juiz de Fora-MG e Brasília-DF, certamente corroborou fortemente para a redução de área queimada ao longo do eixo da BR 040, rodovia que corta grande parte do Sinclinal Moeda, em seu sentido Norte-Sul: a obrigação de manter limpa a faixa marginal da rodovia teve impactos, com certeza, na frequência dos focos de fogo iniciados nessa faixa, seja daqueles causados pela ação de vândalos, seja dos provocados pela descarga de veículos automotores ou pelo lançamento de cigarros acesos. Atualmente, a empresa concessionária tem ampliado a largura da faixa roçada em alguns trechos críticos ao longo do SM, reduzindo ainda mais os riscos de incêndios nas margens da citada rodovia.

A todos esses fatores, soma-se também o envolvimento de condomínios horizontais localizados ao longo do eixo da rodovia BR 040, os quais, a partir do início dos anos 2000, começaram a criar suas próprias brigadas, montadas com funcionários treinados para operações de combate. Destaque aqui aos condomínios Retiro das Pedras, Retiro do Chalé, Quintas de Casa Branca e Aldeia Cachoeira das Pedras (todos no município de Brumadinho) e Morro do Chapéu (no município de Nova Lima),

que além de treinarem suas equipes, adquiriram os equipamentos necessários ao combate direto e à proteção individual de seus brigadistas. Mais recentemente, outros condomínios se juntaram a esse esforço, como o Gran Royale Casa Branca, Reserva Piedade, Eco Casa Branca e Recanto do Vale.

Por fim, merece destaque o avanço nas ações de monitoramento, vigilância e detecção de incêndios na região, primeiramente pela instalação de câmeras de vigilância e monitoramento nas serras do Rola Moça, Moeda e Três Irmãos, pelas gerências das unidades de conservação e pelas empresas que atuam na região, permitindo detecção mais rápida dos incêndios e atuação mais rápida das brigadas. Além disso, criaram-se diversos grupos nas redes sociais locais e regionais para o monitoramento e divulgação dos focos de fogo. Assim, praticamente todo início de incêndio na região é atualmente registrado e divulgado, permitindo o rápido combate, seja por parte das brigadas profissionais ou das voluntárias. Além da importância desses grupos na detecção de focos, os mesmos vêm desempenhando papel muito grande no apoio ao combate, mobilizando fornecimento de água, alimento e transporte de brigadistas e equipamentos.

Não obstante a significativa redução de incêndios florestais no SM, tem sido constatado ainda, com alguma frequência, a repetição de grandes incêndios florestais considerados de proporções maiores (acima de 500 hectares de área queimada). Dados da Amda (dados não publicados) mostram que a maior parte dos registros atuais de incêndios nessa área são combatidos logo em seu início, de maneira que as áreas atingidas acabam ficando restritas a superfícies de menores dimensões. Porém, a despeito desses avanços expressivos, são ainda registrados eventos de queima de maiores proporções, os quais respondem por grande parte da área total queimada anualmente. As dificuldades no controle desses incêndios estão sempre relacionadas às condições mais severas no clima, principalmente nos meses de agosto a outubro, ocasião em que as brigadas são muito demandadas.

Como exemplo desses grandes incêndios, ocorreu no ano de 2020, na Serra da Moeda, evento que atingiu área com dimensão superior a 4 mil hectares, envolvendo os municípios de Moeda, Itabirito e Ouro Preto. Também em 2020, foi registrado um outro grande incêndio na região, que embora não tenha atingido diretamente o SM, queimou área próxima, envolvendo o Parque Nacional da Serra da Gandarela e a RPPN Capivary II, da empresa

Vale, em uma extensão de quase 2 mil hectares. No ano seguinte, dois grandes incêndios também atingiram áreas próximas ao SM, queimando mais de 5 mil hectares. Nesses dois últimos eventos foram atingidos o Parque Nacional da Serra da Gandarela, a Floresta Estadual Uaimii, a RPPN Vale Capanema, a RPPN Vale Horto Alegria e o Santuário da Serra do Caraça (dados não publicados). A expressiva dimensão desses incêndios, além da relação direta com as condições climáticas e níveis de ressecamento da vegetação [31], podem estar associados à localização das áreas atingidas, normalmente muito distantes e com estradas em más condições, o que dificulta a mobilidade das brigadas e dos respectivos equipamentos. Em situações como essa, o uso de aeronaves para o deslocamento das equipes passa a ser fundamental.

Diante desse quadro, faz-se imperativo ampliar as ações preventivas, destacando-se a implantação de rede de aceiros e a redução da biomassa vegetal em áreas mais vulneráveis, como em margens de rodovias [32]. Nesse contexto, o Manejo Integrado do Fogo (MIF) é fundamental, pois reduz o estoque de biomassa vegetal em áreas mais vulneráveis. A estratégia vem sendo largamente aplicada em todo o mundo e, aqui no Brasil, o Ibama e o ICMBio já a praticam em várias áreas, em especial, nas unidades de conservação federais. Em Minas Gerais, o governo do estado resistiu durante muitos anos à adoção dessa estratégia de prevenção, porém, em 2020 publicou o Decreto Nº 47.919/20 [33], que regulamenta o uso do fogo prescrito, principalmente em áreas protegidas. Dessa forma, o MIF vem sendo utilizado em unidades de conservação estaduais.

Sugere-se que essas ações de MIF sejam planejadas em áreas identificadas como de maior vulnerabilidade, onde têm sido registradas as maiores incidências de incêndios, destacando-se unidades de conservação e suas respectivas zonas de amortecimento. Além disso, deve-se priorizar áreas ocupadas por gramíneas invasoras, como o Capim-gordura (*Melinis minutiflora*) devido ao potencial dessas gramíneas de intensificarem o fogo devido ao acúmulo de biomassa [34]. Em relação aos aceiros, atenção especial deve ser dada às áreas localizadas às margens de rodovias e estradas vicinais, onde a incidência do fogo é frequente [32].

Por fim, a manutenção e o aprimoramento das brigadas, assim como de todas medidas de prevenção e controle de incêndios florestais destacadas ao longo deste trabalho, são fundamentais para que a

área total atingida por esses incêndios, assim como o número de incêndios e o comprimento da linha de fogo, no SM continuem nesse processo contínuo de redução, até atingir níveis que eliminem os impactos negativos sobre os ecossistemas naturais. Ademais, ações de educação ambiental também são importantes para conscientização da população quanto às causas e efeitos dos incêndios florestais.

Conclusão

Por todo exposto, conclui-se que a diminuição da área atingida anualmente por incêndios florestais, do número e frequência desses incêndios, e do comprimento da linha de fogo, estão associados a uma série de ações e melhorias na infraestrutura de prevenção e de combate aos eventos de queima na região. Nesse contexto, a ampliação das brigadas operadas pela Associação Mineira de Defesa do Ambiente (Amda), em parceria com empresas, teve papel fundamental. Destaque também para as brigadas voluntárias, para ações de empresas, envolvimento do Ministério Público de Minas Gerais, para a melhoria da estrutura do Previncêndio no âmbito do Instituto Estadual de Florestas, e para a ação do Bemad do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais.

Referências

1. Souza CR, Maia VA, Mariano RF, Souza FC, Araújo FC, Paula GGP et al. Tropical forests in ecotonal regions as a carbon source linked to anthropogenic fires: A 15-year study case in Atlantic forest-Cerrado transition zone. *For Ecol Manag.* 2022 Set; 519: 120326. doi: 10.1016/j.foreco.2022.120326
2. Pivello VR, Vieira I, Christianini AV, Ribeiro DB, Silva Menezes L, Berlinck CN et al. Understanding Brazil's catastrophic fires: causes, consequences and policy needed to prevent future tragedies. *PECON.* 2021 Set; 19(3): 233-255. doi: 10.1016/j.pecon.2021.06.005
3. Bencherif H, Bègue N, Pinheiro DK, Du Preez DJ, Cadet JM, Silva Lopes FJ et al. Investigating the long-range transport of aerosol plumes following the Amazon fires (August 2019): a multi-instrumental approach from ground-based and satellite observations. *Remote Sens.* 2020 Nov; 12(22): 3846. doi: 10.3390/rs12223846
4. Dias GF. Queimadas e incêndios florestais: cenários e desafios: subsídios para a educação ambiental. Brasília: MMA, Ibama; 2008.

5. Latuf MO, Silva Rios G, Pereira RC. Análise multitemporal de incêndios florestais ocorridos no Estado de Minas Gerais entre 2001 e 2020. *Rev Cerrados (Unimontes)*. 2022 Fev; 20(01): 120-148. doi: 10.46551/rc24482692202206
6. Rodrigues CC, Mariano RF, Silveira Junior WJ, Carvalho VC, Souza FJ, Leite LH et al. Histórico de incêndios em campos rupestres disjuntos: um estudo de caso em Carrancas, Minas Gerais. *BioBras*. 2022 abril; 12(2): 1-16. doi: 10.37002/biodiversidadebrasileira.v12i2.1866
7. Kuchenbecker J, Camarota F, Silva PG, Perillo LN, Vale Beirão M, Castro FS et al. Differential response of fire on the community dynamics of five insect taxa in a tropical mountaintop forest archipelago. *Ecol Evol*. 2023 Dez; 13(12): e10806. doi: 10.1002/ece3.10806
8. Souza CR, Paula GG, Mendes CN, Maia VA, Aguiar-Campos N, Araújo FC, Mariano RF, Oliveira HF, Morel JD, Santos RM. Local-scale tree community ecotones are distinct vegetation types instead of mixed ones: a case study from the Cerrado-Atlantic Forest ecotonal region in Brazil. *Aust J Bot*. 2020 Mai; 68(2): 153-164. doi: 10.1071/BT19108
9. Souza CR, Coelho PA, Oliveira HF, Morel JD, Araújo FC, Costa MTR, Santos ABM, Castro GC, Santos RM (2018) Floristic-structural relationships between Canga ferruginous tree communities and adjacent vegetation types. *Acta Sci. Biol Sci*. 2018 Jan; 40: e39466. doi: 10.4025/actasciobiols.v40i1.39466
10. Santos SMBD, Bento-Gonçalves A, Franca-Rocha W, Baptista G. Assessment of burned forest area severity and postfire regrowth in chapada diamantina national park (Bahia, Brazil) using dnbr and rdnbr spectral indices. *Geosc*. 2020 Fev; 10(3): 106. doi: 10.3390/geosciences10030106
11. Rodrigues EL, Jacobi CM, Figueira JEC. Wildfires and their impact on the water supply of a large neotropical metropolis: A simulation approach. *Sci Total Environ*. 2019 Fev; 651: 1261-1271. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.09.289
12. Redford KH, Fonseca GA. The role of gallery forests in the zoogeography of the cerrado's non-volant mammalian fauna. *Biotropica*. 1986 Jun; 18(2): 126-135. doi: 10.2307/2388755
13. Rodrigues EL, Batista EKL, Fernandes S, Fernandes GW, Figueira JEC, Jacobi CM. Deep scars of fire: a conundrum of shrinking forests, biological invasions, and dryness leading to lower water provision and security. *Total Environment Advances*, 2025; 13: 200122.
14. Decreto n. 97.635 de 10 de abril de 1989 (Brasil). Regula o artigo 27 do código florestal e dispõe sobre a prevenção e combate a incêndio florestal, e dá outras providências. [Internet]. Diário Oficial da União. 1989 abril 10. [Citado em 2024 abril 23]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/D97635.htm#:~:text=DECRETA%3A,que%20possa%20ocasionar%20inc%C3%AAAndio%20florestal
15. Presidência da República (Brasil). Lei complementar no 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o novo Código Florestal [Internet]. Diário Oficial da União. 1965 set. 15 [Citado em 2024 abril 23]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03
16. Presidência da República (Brasil). Lei complementar no 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis n.ºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis n.ºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória n.º 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. 2012 mai. 25 [Citado em 2024 abril 23]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03
17. Decreto n. 44.043 de 09 de junho de 2005 (Minas Gerais). Cria o programa de prevenção e combate a incêndios florestais, denominado força tarefa previncêndio - ftp, para proteção das unidades de conservação, fragmentos florestais, reflorestamentos e estabelece as ações a serem desenvolvidas. [Internet]. Diário Oficial de Minas Gerais. 2005 jun. 09. [Citado em 2024 abril 23]. Disponível em: <https://leisestaduais.com.br/mg/decreto-n-44043-2005-minas-gerais-cria-o-programa-de-prevencao-e-combate-a-incendios-florestais-denominado-forca-tarefa-previncendio-ftp-para-protecao-das-unidades-de-conservacao-fragmentos-florestais-reflorestamentos-e-estabelece-as-acoes-a-serem-desenvolvidas>
18. Viana PL, Lombardi JA. Florística e caracterização dos campos rupestres sobre canga na Serra da Calçada, Minas Gerais, Brasil. *Rodrig*. 2007 Mar; 58: 157-177. doi: 10.1590/2175-7860200758112
19. Oliveira DAS, Ker JC, Pereira TTC, Schaefer CEGR, Fontes MPF, Silva Filho LA. Litossequência de solos na Serra da Moeda, Quadrilátero Ferrífero. *Geociênc*. 2021 Fev; 40(4): 1063-1080. doi: 10.5016/geociencias.v40i04
20. Souza CM, Shimbo JZ, Rosa MR, Parente LL, Alencar AA, Rudorff BFT et al. Reconstructing three decades of land use and land cover changes in Brazilian Biomes with Landsat Archive and Earth Engine. *Remote Sens*. 2020 Ago; 12(17): 2735. doi: 10.3390/rs12172735
21. Projeto MapBiomas – Coleção 2 do MapBiomas Fogo, 2023. {acesso em 20 nov 2023}; Disponível em <http://plataforma.brasil.mapbiomas.org>
22. Durigan G, Ratter JA. The need for a consistent fire policy for Cerrado conservation. *J Appl Ecol*. 2016 Out; 53(1): 11-15. doi: 10.1111/1365-2664.12559
23. Anbumozhi V, Radhakrishnan J, Yamaji E. Impact of riparian buffer zones on water quality and associated

- management considerations. *Ecol Eng.* 2005 Maio; 24(5): 517-523. doi: 10.1016/j.ecoleng.2004.01.007
24. Miranda HS, Sato MN, Neto WN, Aires FS. Fires in the cerrado, the Brazilian savanna. In: *Tropical Fire Ecology*. Berlin: Springer; 2009. P 427-450.
25. Rodrigues CA, Fidelis A. Should we burn the Cerrado? Effects of fire frequency on open savanna plant communities. *J Veg Sci.* 2022 Nov; 33(6): e13159. doi: 10.1111/jvs.13159
26. Fiedler NC, Azevedo INC, Resende AV, Medeiros MB, Venturoli F. 2004. Efeito de incêndios florestais na estrutura e composição florística de uma área de cerrado sensu stricto na Fazenda Água Limpa/DF. *Rev Árv.* 2004 Jan; 28: 129-138. doi: 10.1590/S0100-67622004000100017
27. Ventura J, Vasconcelos MJ. O fogo como processo físico-químico e ecológico In: Pereira JS, Cardoso Pereira JM, Rego FC, Neves Silva JM, Silva TP. Incêndios florestais em Portugal: caracterização, impactes e prevenção. Lisboa: Instituto Superior de Agronomia; 2006. P 93-114.
28. Silveira-Junior WJ, de Souza CR, Mariano RF, Moura CCS, Rodrigues CC, Fontes MAL. Conservation conflicts and their drivers in different protected area management groups: a case study in Brazil. *Biodiv Conserv.* 2021 Out; 30(14): 4297-4315. doi: 10.1007/s10531-021-02308-2
29. Ramos RM, Fonseca RL, Morello TF. Unidades de conservação e proteção contra incêndios florestais: relação entre focos de calor e ações articuladas pelas brigadas contratadas. *BioBras.* 2016 Dez; 6(2): 135-148. doi: 10.37002/biodiversidadebrasileira.v6i2.558
30. Lazzarini GMJ, Oliveira LN, Giongo M, Lima WG, Silva Feitosa TDC. Avaliação da eficácia da implementação de brigadas indígenas como política de combate a incêndios florestais. *BioBras.* 2016 Dez; 6(2): 106-120. doi: 10.37002/biodiversidadebrasileira.v6i2.527
31. Barbero R, Abatzoglou JT, Kolden CA, Hegewisch KC, Larkin NK, Podschwit H. Multi-scalar influence of weather and climate on very large-fires in the Eastern United States. *Int J Climatol.* 2015 Jun; 35(8): 2180-2186. doi: 10.1002/joc.4090
32. Costa EP, Fiedler NC, Medeiros MB, Wanderley FB. Incêndios florestais no entorno de unidades de conservação - estudo de caso na Estação Ecológica de Águas Emendadas, Distrito Federal. *Ciênc Flor.* 2009 Abr; 19(2): 195-206. doi: 10.5902/19805098410
33. Decreto n. 47.919 de 07 de abril de 2020 (Minas Gerais). Regulamenta o uso de fogo para fins de prevenção e de combate a incêndios florestais no interior e no entorno de Unidades de Conservação instituídas pelo Poder Público estadual. [Internet]. Diário Oficial de Minas Gerais. 2020 abr. 07. [Citado em 2024 abril 23]. Disponível em: <https://leisestaduais.com.br/mg/decreto-n-47919-2020-minas-gerais-regulamenta-o-uso-de-fogo-para-fins-de-prevencao-e-de-combate-a-incendios-florestais-no-interior-e-no-entorno-de-unidades-de-conservacao-instituidas-pelo-poder-publico-estadual>
34. Martins CR, Leite LL, Haridasan M. Capim-gordura (*Melinis minutiflora* P. Beauv.), uma gramínea exótica que compromete a recuperação de áreas degradadas em unidades de conservação. *Rev Árvore* 2004 out; 28: 739-747. doi: 10.1590/S0100-67622004000500014

Biodiversidade Brasileira – BioBrasil.
Fluxo Contínuo e Edição Temática:
Ciências Ambientais na Amazônia Sul Ocidental
n.3, 2025

<http://www.icmbio.gov.br/revistaeletronica/index.php/BioBR>

Biodiversidade Brasileira é uma publicação eletrônica científica do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) que tem como objetivo fomentar a discussão e a disseminação de experiências em conservação e manejo, com foco em unidades de conservação e espécies ameaçadas.

ISSN: 2236-2886

