

Análise histórica dos registros de incêndios florestais no Sinclinal Moeda, segmento Sul do Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais, Brasil e avaliação da eficácia das ações integradas de prevenção e controle dos eventos de queima

Ravi Fernandes Mariano (doutor em ciências florestais), Luiz Gustavo Nunes Veira (geógrafo e engenheiro agrimensor), Manuela Ramos (bióloga), Mariana Lucchesi Rios Mira (engenheira ambiental), Fernando Ricas Xavier (engenheiro ambiental), Maria Dalce Ricas (economista e superintendente da Amda) e Francisco Mourão Vasconcelos (biólogo), todos integrantes da Associação Mineira de Defesa do Ambiente - Amda.

Resumo

Os incêndios florestais têm sido citados, cada vez mais, como uma das maiores ameaças aos ecossistemas naturais em todo o planeta, podendo causar enormes prejuízos financeiros e impactos relevantes à biodiversidade e a mananciais de água. Em Minas Gerais, em sua quase totalidade são causados por ações antrópicas e atingem anualmente grande parte de seu território, afetando áreas destinadas à conservação da biodiversidade, aos mananciais de água e ecossistemas fundamentais à manutenção de serviços ecossistêmicos, como é o caso da Serra do Espinhaço.

Em sua extremidade sul, na região Centro Sul de Minas Gerais, está localizado o Sinclinal Moeda, área prioritária para a conservação da biodiversidade, fundamental para proteção dos principais mananciais de água que abastecem a Região Metropolitana de Belo Horizonte – RMBH. Sendo assim, é importante entender como os incêndios ocorrem nessa área e como podem ser geridos. O objetivo desse 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 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 MapBiomias Fogo, foram obtidos a área total atingida pelos incêndios florestais, seu número, comprimento da linha de fogo e sua frequência. Os resultados apontaram diminuição da área total anualmente queimada, assim como do número de ocorrências, do comprimento da linha de fogo e da frequência desses incêndios no Sinclinal Moeda, no período avaliado. A 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.

Introdução

Anualmente, os incêndios florestais atingem extensas áreas do território nacional, destruindo a cobertura vegetal nativa e áreas usadas para agropecuária, com enormes prejuízos financeiros e impactos relevantes à biodiversidade e aos mananciais de água (Pivello et al., 2021). 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 (Bencherif et al., 2020; Souza et al. 2022).

Dessa forma, os incêndios em vegetação contribuem para 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 a agropecuária, em especial para a formação e renovação de pastagens (Dias, 2009).

Em Minas Gerais, os incêndios representam também uma das principais ameaças à cobertura vegetal nativa de seu território. 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 (Latuf et al., 2022).

Entre as áreas mais frequentemente atingidas no Estado, destacam-se as formações 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 (Rodrigues et al. 2022). 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 (Kuchenbecker et al., 2023). 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 (Santos et al., 2020). 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 sobre áreas importantes para 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 abastecimento de água da Região Metropolitana de Belo Horizonte (Rodrigues et al., 2019).

No caso específico do SM, os impactos do fogo sobre as matas galeria merecem destaque, uma vez que essas formações vegetais são fundamentais para manutenção da biodiversidade (Redford e Fonseca, 1986) e dos recursos hídricos (Rodrigues et al., 2019). Vários grupos faunísticos utilizam as matas úmidas de fundos de vale, que funcionam como refúgios e corredores ecológicos (Redford e Fonseca, 1986). Entre os anos de 1973 e 2018, o Parque Estadual da Serra do Rola Moça perdeu quase metade de suas formações florestais (Rodrigues, 2019), que foram substituídas por vegetação campestre devido a incêndios recorrentes. Isso contribui para a fragmentação florestal e para 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, criando o Sistema Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais (Prevfogo). Em 1998, esse decreto é revogado, sendo o assunto então tratado no artigo 27 do então Código Florestal Brasileiro (Lei 4.771/65). Em 2012, com a publicação da Lei 12.561/2012, que dispõe sobre proteção da vegetação nativa em território nacional, foram estabelecidos os planos de contingência para combate aos incêndios florestais, além de outras diretrizes para sua prevenção e combate.

Em Minas Gerais, os incêndios começaram a ganhar maior importância na estrutura do Governo do Estado em 2005, com a publicação do Decreto nº 44.043/2005, que criou o Previncêndio – Programa de Prevenção e Combate a Incêndios Florestais, denominado Força Tarefa Previncêndio – FTP. Posteriormente, houve a ampliação da capacidade operacional do Previncêndio com aumento do número de combatentes e melhorias dos recursos materiais, com destaque para criação do Bemad - Batalhão de Emergências Ambientais e Resposta a Desastres, estrutura inserida no âmbito do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais.

Convém destacar, porém, que antes mesmo do aprimoramento dessa estrutura governamental voltada a conter os incêndios florestais na região, a sociedade civil organizada de Minas Gerais iniciou várias ações nesse sentido, criando e operando brigadas voluntárias, com atuação principal em áreas de maior relevância ecológica situadas no segmento sul da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH). No âmbito desses esforços, foram firmadas as primeiras parcerias com setores públicos e privados, que com o tempo passaram a apoiar essas iniciativas.

No contexto da evolução das preocupações sociais com a problemática dos incêndios florestais na região, buscou como objetivo do presente trabalho, avaliar as mudanças no cenário desses eventos no Sinclinal Moeda, com aprimoramento das ações de prevenção e de combate, através de esforço integrado, envolvendo o setor público, empresas e sociedade civil organizada. Para isso foi avaliado o histórico de incêndios florestais nesse segmento ao Sul da capital mineira, 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.

Material e Métodos

Área do Estudo

O Sinclinal Moeda (SM), com área aproximada de 305 mil hectares, está situado ao sul da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH), envolvendo segmentos 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 municipais (Monumentos Naturais Serra da Calçada e Mãe D'Água e Reservas Biológicas Campos Rupestres de Moeda Sul e Campos Rupestres de Moeda Norte). Além disso, abriga parcialmente sete unidades de conservação estaduais (APA Sul RMBH, Estações Ecológicas de Arêdes, Fechos e Cercadinho, Parque Estadual da Serra do Rola Moça e Monumentos Naturais da 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 (Viana e Lombardi, 2007; Oliveira et al., 2021). Essas características, juntamente com a ocorrência de grandes afloramentos e abrigos rochosos, garantem presença de inúmeras espécies raras, muitas delas constantes das listas de ameaçadas da flora e fauna brasileiras (Viana e Lombardi, 2007).

Ademais, o SM está inserido na bacia hidrográfica do Rio São Francisco, e abriga nascentes importantes para abastecimento de água para a RMBH (Rodrigues et al., 2019). 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.

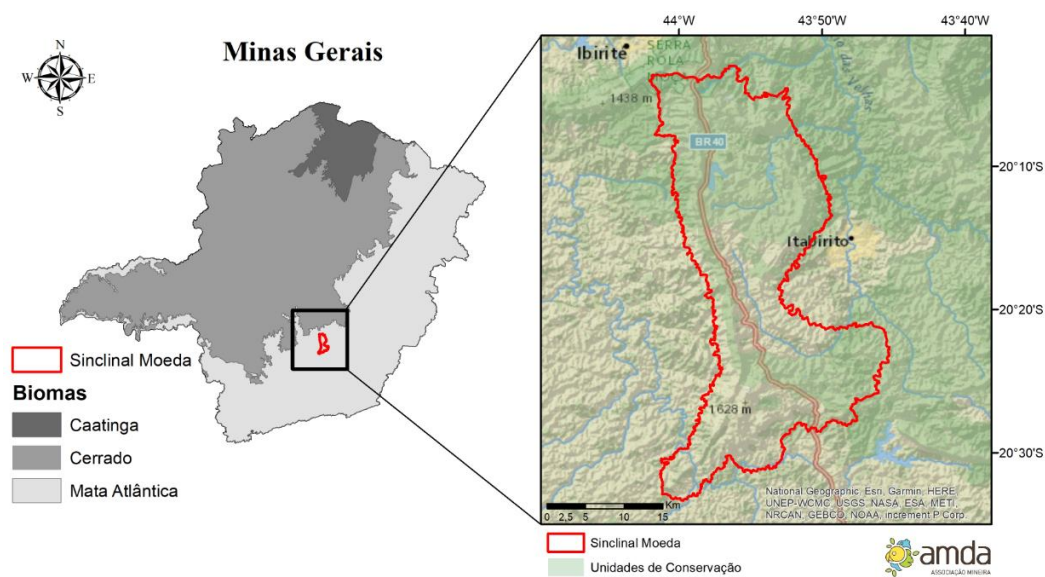


Figura 1. Localização do Sinclinal Moeda no Estado de Minas Gerais.

Dados de Incêndios Florestais

Para obtenção das áreas queimadas ao longo do período avaliado (1985-2022), foram utilizados dados do MapBiomias (Souza et al., 2020), da Coleção 2 do MapBiomias Fogo (Projeto MapBiomias, 2023). Foi obtido um arquivo raster contendo as cicatrizes de fogo detectadas para cada ano em Minas Gerais, totalizando 38 arquivos raster, os quais foram vetorizados para cálculo das áreas de cada mancha queimada. Também foram obtidos dados de frequência dos incêndios florestais de 1985 a 2022, disponibilizados pela plataforma do MapBiomias, em seis intervalos de tempo: 1990 a 1995; 1995 a 2000; 2000 a 2005; 2005 a 2010; 2010 a 2015; e 2015 a 2020.

A partir dos dados das cicatrizes de fogo anuais, 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 dois parâmetros para quinquênios de 1988 a 2022. As análises foram realizadas através do software QGIS

Resultados

Foi observada sensível redução da área total anualmente queimada (Figura 2), do número de incêndios (Figura 3) e do comprimento da linha de fogo (Figura 4), no Sinclinal Moeda, no período avaliado (1985 a 2022). Observou-se ainda que a diminuição desses três parâmetros ocorreu 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 de toda a 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 quilômetros por ano, flutuando em torno de 1.000 quilômetros (Figura 5). A partir de 2013, o comportamento das linhas médias foi alterado significativamente, passando a flutuar em torno de 400 quilômetros 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 inclinação positiva, indicando o crescimento da linha do fogo. Já no período iniciado após 2011, foi verificada uma inclinação negativa da linha de tendência (Figuras 5 e 6).

Ademais, os dados mostraram que nos últimos dois quinquênios houve drástica redução da área média queimada e do número de incêndios no Sinclinal Moeda (Tabela 1).

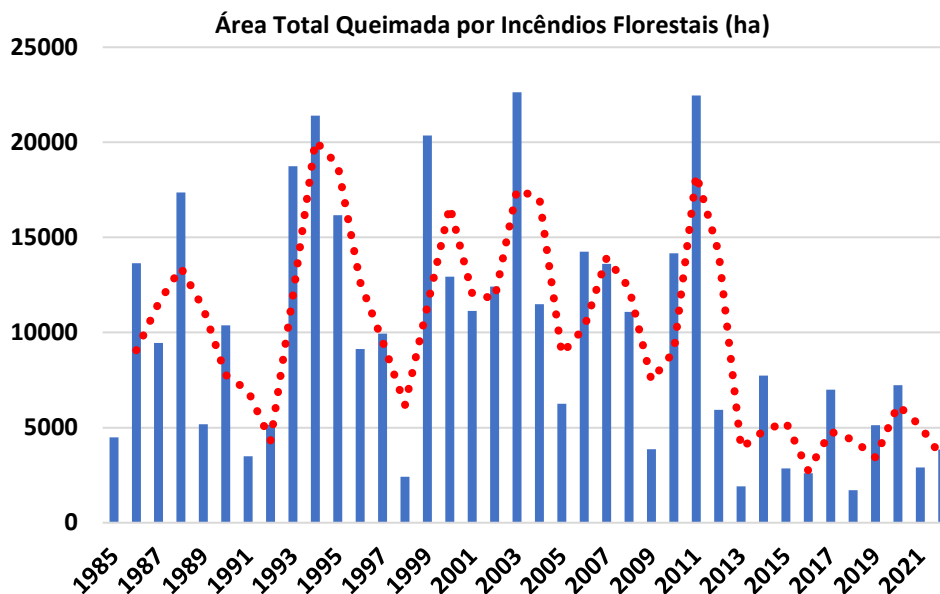


Figura 2. Área total queimada por incêndios florestais (em hectares) no Sinclinal Moeda no período de 1985 a 2022. A linha de pontos, em vermelho, representa a média móvel do comprimento da linha de fogo.

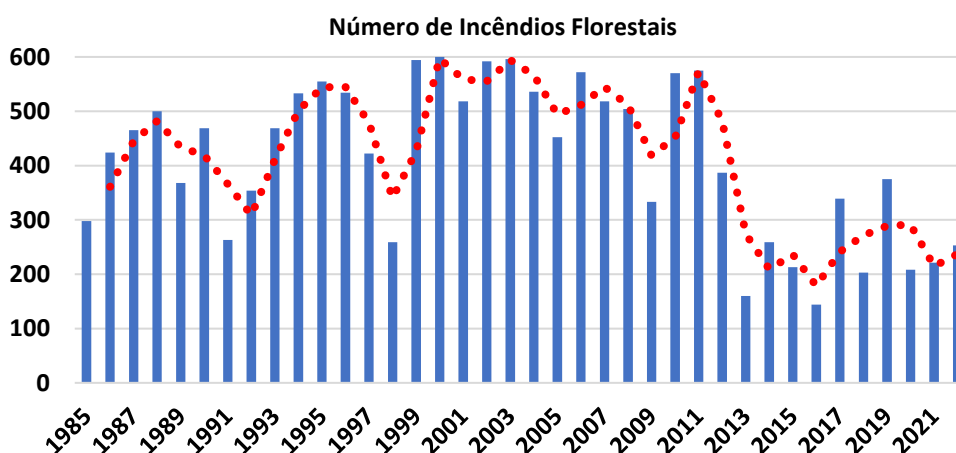


Figura 3. Número de incêndios florestais no Sinclinal Moeda no período de 1985 a 2022. A linha de pontos, em vermelho, representa a média móvel do comprimento da linha de fogo.

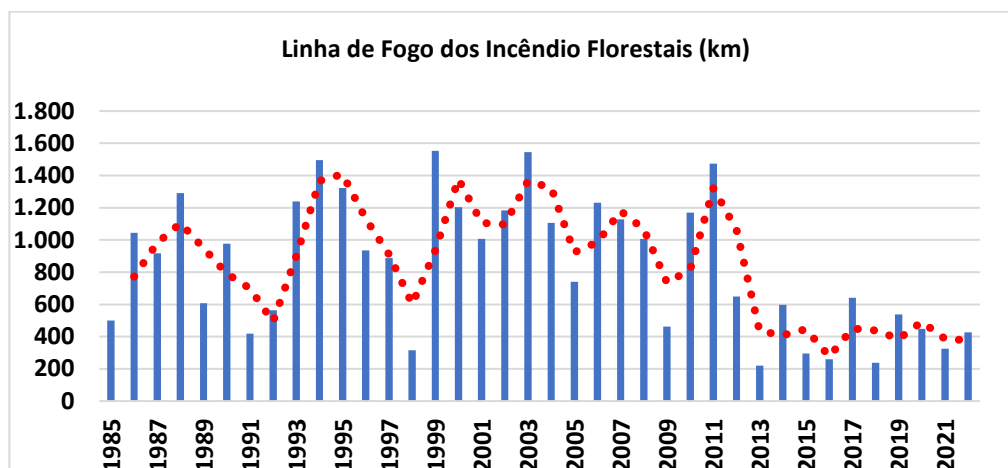


Figura 4. Comprimento da linha de fogo dos incêndios florestais no Sinclinal Moeda no período de 1985 a 2022. A linha de pontos, em vermelho, representa a média móvel do comprimento da linha de fogo.

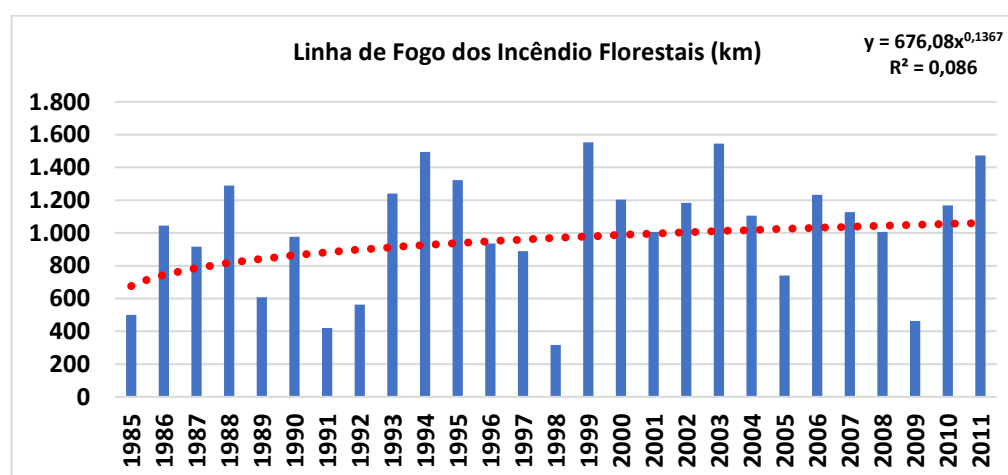


Figura 5. Comprimento da linha de fogo dos incêndios florestais no Sinclinal Moeda no período de 1985 a 2011. A linha de pontos, em vermelho, representa a linha de tendência do comprimento da linha de fogo.

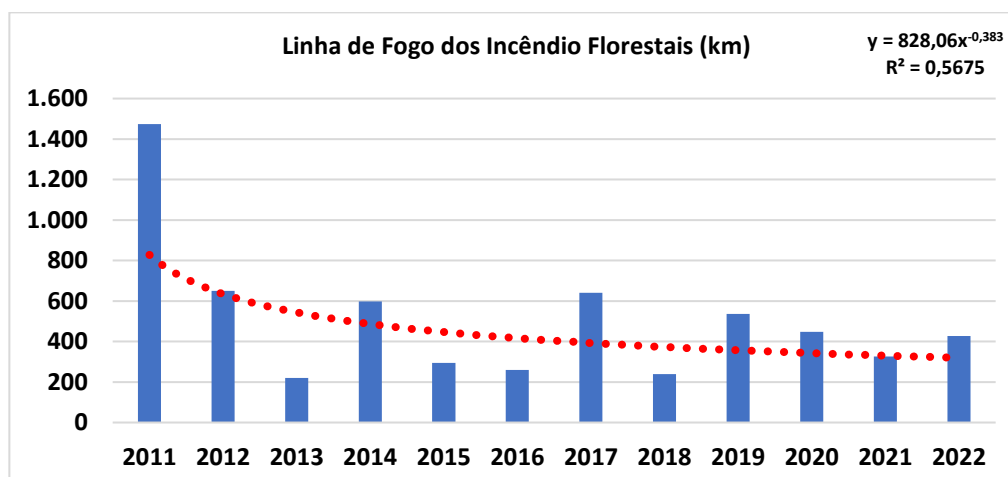


Figura 6. Comprimento da linha de fogo dos incêndios florestais no Sinclinal Moeda no período de 2011 a 2022. A linha de pontos, em vermelho, representa a linha de tendência do comprimento da linha de fogo.

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

Quinquênios	Área Total dos Incêndios Florestais (ha)	Área Média dos Incêndios Florestais (ha)	Número de Incêndios Florestais	Número Médio de Incêndios Florestais
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 6). 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 7). De 2015 a 2020, em poucas áreas do SM ocorreram mais de quatro incêndios nesse período, enquanto que antes de 2010 isso era mais frequente.

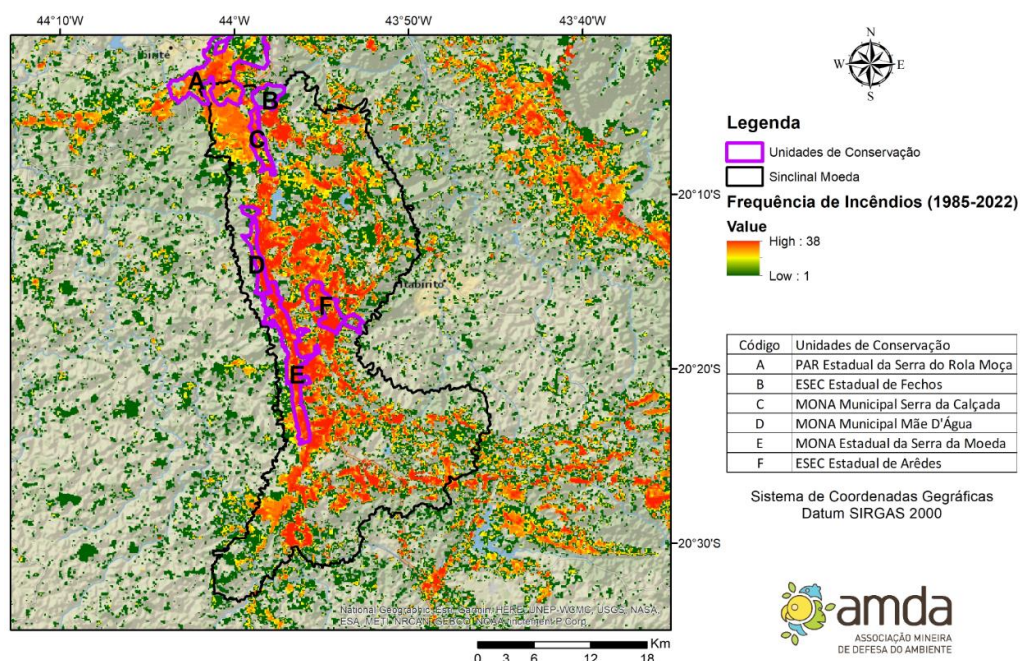


Figura 6. Frequência de incêndios florestais no Sinclinal Moeda no período de 1985 a 2022.

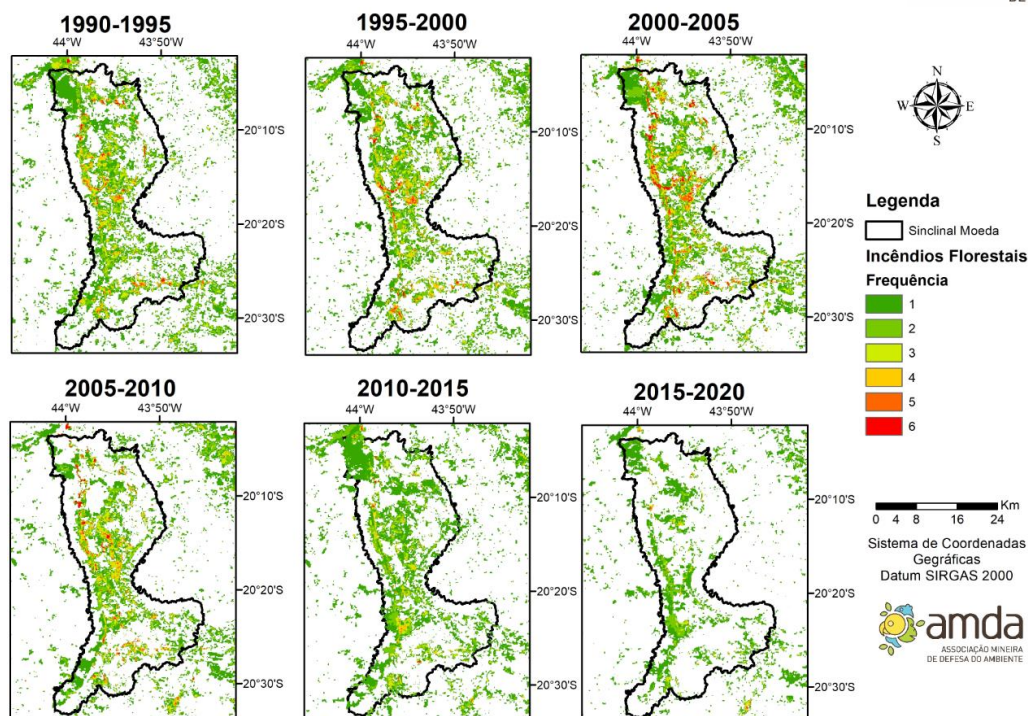


Figura 7. Frequência de incêndios florestais no Sinclinal Moeda no período de 1990 a 2020.

Discussão

Os resultados apresentados apontaram considerável redução 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. Esse declínio resultou, com certeza, na diminuição dos impactos negativos do fogo sobre ecossistemas naturais do SM, tanto campestres como florestais.

O controle do fogo garante avanço da regeneração da vegetação, criando condições para a sucessão ecológica e diminuição dos impactos sobre os recursos hídricos, uma vez que os incêndios, com frequência, atingem áreas de mata ciliar, fundamentais no controle de erosão e manutenção da quantidade e qualidade da água (Anbumozhi et al., 2005). Concomitantemente, a diminuição da área queimada 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 (Ventura e Vasconcelos et al., 2006), 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 (Ventura e Vasconcelos et al., 2006).

A diminuição dos valores dos parâmetros avaliados, após o ano de 2011, coincide com ampliação significativa das equipes de brigadas profissionais e voluntárias no SM. Entre as instituições que melhoraram sua estrutura nessa área, destaca-se a Amda, que avançou consideravelmente na sua capacidade de ação. Em 2013, a entidade possuía em operação quatro equipes profissionais, envolvendo 33 brigadistas. Já em 2022, a estrutura da entidade foi

ampliada para 20 equipes, com 147 brigadistas, operando em parceria com empresas da região e com o Previncêndio.

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 contra ação do fogo. (Ramos et al., 2016). Em terras indígenas no Tocantins, houve redução dos focos de calor após implantação de brigadas indígenas (Lazzarini et al., 2016). Além disso, outras medidas de prevenção e controle 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 da área em estudo, merece destacar que, além da ampliação do número de equipes e de brigadistas, ocorreram também melhorias expressivas nos treinamentos do pessoal envolvido, assim nos equipamentos usados em combate. Cabe aqui destacar o emprego de sopradores, recurso que passou a ser usado a partir de 2014, com resultados muito positivos no desempenho das equipes. Em relação a esse ponto, ressalta-se, por fim, o emprego de caminhões auto bombas usados em eventos de maiores dimensões e em locais acessíveis a esses veículos, equipamentos que cumprem papel fundamental no controle de incêndios de grandes proporções.

Não se pode, porém, 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. 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 concretamente, dando seus primeiros passos: na segunda metade da década de 1990 foi 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 certamente impulsionou iniciativas do setor público, que resultaram em maiores avanços. Nesse contexto foi criado pelo Governo de Minas Gerais o Previncêndio – Programa de Prevenção e Combate a Incêndios Florestais, denominado Força Tarefa Previncêndio – FTP, instituído pelo Decreto Estadual 44.043/2005. 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. Além da aquisição de helicópteros pelo IEF, passam a ser usadas aeronaves da PMMG. Além disso, o IEF passou a contratar aviões agrícolas para lançamento de água, conhecidos por “Air Tractors”, com grande eficiência para redução da intensidade das chamas, facilitando a ação dos combatentes, logo em seguida aos lançamentos aéreos.

Simultaneamente a todo o aperfeiçoamento da estrutura do Previncêndio, um fator foi decisivo para a redução dos incêndios na região: a operação das brigadas profissionais 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. Posteriormente, a Vale passa também a apoiar, estabelecendo parcerias para a implantação de várias bases de brigadas na região. 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.

Ainda em relação à ação da sociedade civil na região ao sul da capital mineira, merece destaque a criação, no ano de 2013 da Brigada 1, entidade instituída com objetivo específico de desenvolver ações na prevenção e no combate aos incêndios florestais. 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.

Além desses importantes fatos, voltando novamente ao poder público, fundamental 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. Sua criação entrou na pauta das principais reivindicações da sociedade civil apresentadas ao governador do Estado naquele momento, e sua concretização resultou em importante avanço da instituição no controle de incêndios em vegetação natural: grande parte da ação da corporação até aquele período era voltada prioritariamente ao combate a incêndios em áreas urbanas e em edificações.

No mesmo ano da criação do Bemad, a concessão da rodovia BR 040, assumida pela empresa Via 040, no trecho compreendido entre Juiz de Fora-MG e Brasília-DF, certamente corroborou fortemente para 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 contratual de manter limpa a faixa marginal da rodovia teve certamente impactos muito positivos na redução da 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 por usuários da via. (Cabe aqui fazer uma ressalva quanto ao lançamento de cigarros acesos na vegetação com causa de incêndios, destacando a pequena disponibilidade de informações disponíveis na bibliografia. Entretanto, vários autores a consideram como não desprezível, ainda mais ao se considerar a enorme frequência com que isso ocorre). 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 para o 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, seja pelas instituições responsáveis pelas unidades de conservação, seja pelas empresas que atuam na região, permitindo a rápida detecção dos incêndios e a atuação imediata das brigadas. Além disso, criaram-se diversos grupos nas redes sociais locais e regionais para monitoramento e divulgação dos focos de fogo.

Assim, praticamente a todo início de incêndio, o alarme tem sido disparado, permitindo 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 constantes de relatórios anuais sobre atuação de suas brigadas (relatórios 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, deve ser lembrado o que ocorreu no ano de 2020, na Serra da Moeda, que atingiu área com dimensão aproximada de quatro mil hectares, envolvendo os municípios de Moeda, Itabirito e Ouro Preto. Também em 2020, foi registrado 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 Vale, em uma extensão de quase dois mil hectares. No ano seguinte, dois grandes incêndios também atingiram áreas próximas ao SM, queimando mais de cinco mil hectares. Nesses dois 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.

A expressiva dimensão desses incêndios, além da relação direta com as condições climáticas e níveis de ressecamento da vegetação (Barbero et al., 2015), 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. Na área do SM, o acesso às linhas de fogo se torna ainda mais difícil em função de seu relevo fortemente acidentado. Em situações como essa, o uso de aeronaves para o deslocamento das equipes passa a ser fundamental.

Diante desse quadro, torna-se imperativo ampliar as ações preventivas, destacando-se a implantação de rede de aceiros e redução da biomassa vegetal em áreas mais vulneráveis, como em margens de rodovias (Costa et al., 2009). Nesse contexto, o Manejo Integrado do Fogo (MIF) é fundamental, pois reduz o estoque de biomassa seca em áreas mais vulneráveis. A estratégia vem sendo largamente aplicada em todo o mundo e, aqui no Brasil, Ibama e 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 2019 publicou o Decreto N° 47.919/19, que regulamenta o uso do fogo prescrito, principalmente em áreas protegidas. Dessa forma, o MIF vem sendo agora 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, fundamental priorizar áreas ocupadas por gramíneas invasoras, como o Capim-gordura (*Melinis minutiflora*), considerando o potencial dessas gramíneas de intensificarem o fogo (Martins et al., 2004). 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 (Costa et al., 2009).

Finalizando, convém destacar que a continuidade do declínio da superfície atingida por incêndios na região depende de uma forte ação preventiva, relacionada ao trabalho de educação/informação: somente com investimentos nessa área será possível garantir maior conscientização da sociedade local e regional quanto às causas e efeitos dos incêndios florestais.

Conclusão

Por todo exposto, conclui-se que a redução na área atingida anualmente por incêndios florestais no SM, assim como 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, além do aumento da conscientização da população sobre o problema. 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 criação do Bemad do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais.

Referências Bibliográficas

Anbumozhi, V., Radhakrishnan, J., & Yamaji, E. (2005). Impact of riparian buffer zones on water quality and associated management considerations. *Ecological Engineering*, 24(5), 517-523.

Barbero, R., Abatzoglou, J. T., Kolden, C. A., Hegewisch, K. C., Larkin, N. K., & Podschwit, H. (2015). Multi-scalar influence of weather and climate on very large-fires in the Eastern United States. *International Journal of Climatology*, 35(8), 2180-2186.

Bencherif, H., Bègue, N., Kirsch Pinheiro, D., Du Preez, D. J., Cadet, J. M., da Silva Lopes, F. J., ... & Clerbaux, C. (2020). 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 Sensing*, 12(22), 3846.

Dias, G. F. Queimadas e incêndios florestais: cenários e desafios: subsídios para a educação ambiental. Brasília: MMA, Ibama, 2008. 32 p

Kuchenbecker, J., Camarota, F., da Silva, P. G., Perillo, L. N., do Vale Beirão, M., de Castro, F. S., ... & Neves, F. D. S. (2023). Differential response of fire on the community dynamics of five insect taxa in a tropical mountaintop forest archipelago. *Ecology and Evolution*, 13(12), e10806.

Latuf, M. O., da Silva Rios, G., & Pereira, R. C. (2022). Análise multitemporal de incêndios florestais ocorridos no Estado de Minas Gerais entre 2001 e 2020. *Revista Cerrados (Unimontes)*, 20(01), 120-148.

Lazzarini, G. M. J., de Oliveira, L. N., Giongo, M., Lima, W. G., & da Silva Feitosa, T. D. C. (2016). Avaliação da eficácia da implementação de brigadas indígenas como política de combate a incêndios florestais. *Biodiversidade Brasileira*, 6(2), 106-120.

dos Santos Oliveira, D. A., Ker, J. C., Pereira, T. T. C., Schaefer, C. E. G. R., Fontes, M. P. F., & Silva Filho, L. A. (2021). LITOSSEQUÊNCIA DE SOLOS NA SERRA DA MOEDA, QUADRILÁTERO FERRÍFERO: Soil topolitosequence in the Moeda syncline, Quadrilátero Ferrífero. *Geosciences= Geociências*, 40(4), 1063-1080.

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.

Projeto MapBiomias – Coleção 2 do MapBiomias Fogo, acessado em 20/11/2023 através do link: <https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/>.

Ramos, R. M., Fonseca, R. L., & Morello, T. F. (2016). Unidades de conservação e proteção contra incêndios florestais: relação entre focos de calor e ações articuladas pelas brigadas contratadas. *Biodiversidade Brasileira*, 6(2), 135-148.

Redford, K. H., Fonseca, G. A. (1986). The role of gallery forests in the zoogeography of the cerrado's non-volant mammalian fauna. *Biotropica*, 126-135.

Rodrigues, C. C., Mariano, R. F., da Silveira Junior, W. J., do Couto Carvalho, V., de Souza, F. J., Leite, L. H., ... & Fontes, M. A. L. (2022). Histórico de Incêndios em Campos Rupestres Disjuntos: um Estudo de Caso em Carrancas, Minas Gerais. *Biodiversidade Brasileira*, 12(2).

Rodrigues, Evandro Luis; Jacobi, Cláudia Maria; Figueira, José Eugênio Côrtes. Wildfires and their impact on the water supply of a large neotropical metropolis: A simulation approach. *Science of the Total Environment*, v. 651, p. 1261-1271, 2019.

Rodrigues, Evandro Luís et al. Efeitos de incêndios no balanço hídrico dos mananciais de uma grande metrópole neotropical: simulações usando o SWAT na interface solo-água-vegetação. 2018. TESE UFMG.

Santos, S. M. B. D., Bento-Gonçalves, A., Franca-Rocha, W., & Baptista, G. (2020). Assessment of burned forest area severity and postfire regrowth in chapada diamantina national park (Bahia, Brazil) using dnbr and rdnbr spectral indices. *Geosciences*, 10(3), 106.

Silveira-Junior, W. J., de Souza, C. R., Mariano, R. F., Moura, C. C. S., Rodrigues, C. C., & Fontes, M. A. L. (2021). Conservation conflicts and their drivers in different protected area management groups: a case study in Brazil. *Biodiversity and Conservation*, 30(14), 4297-4315.

Souza et al. (2020). Reconstructing Three Decades of Land Use and Land Cover Changes in Brazilian Biomes with Landsat Archive and Earth Engine - Remote Sensing, Volume 12, Issue 17, 10.3390/rs12172735 doi: 10.3390/rs12172735

Souza, C. R. et al. (2022). Tropical forests in ecotonal regions as a carbon source linked to anthropogenic fires: A 15-year study case in Atlantic forest–Cerrado transition zone. *Forest Ecology and Management*, 519, 120326.

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.

Viana, P. L., & Lombardi, J. A. (2007). Florística e caracterização dos campos rupestres sobre canga na Serra da Calçada, Minas Gerais, Brasil. *Rodriguésia*, 58, 157-177.