



# Histórico de Incêndios em Campos Rupestres Disjuntos: um Estudo de Caso em Carrancas, Minas Gerais

Carolina Costa Rodrigues<sup>1,2</sup>, Ravi Fernandes Mariano<sup>1</sup>, Wanderley Jorge da Silveira Junior<sup>1</sup>, Leandro Henrique Leite<sup>1</sup>, Vinícius do Couto Carvalho<sup>1</sup>, Flávio José de Souza<sup>2</sup>, Aloysio Souza de Moura<sup>1</sup>, Lis Fonseca Rocha<sup>3</sup> & Marco Aurélio Leite Fontes<sup>1</sup>

Recebido em 28/12/2020 – Aceito em 29/09/2021

<sup>1</sup> Universidade Federal de Lavras/UFLA, Laboratório de Ecologia Florestal, Departamento de Engenharia Florestal, Lavras/MG, Brasil. CEP: 37.200-900. <carolinacrd@gmail.com, ravimariano@hotmail.com, jjjuniorjf@hotmail.com, leandro.leite@outlook.com.br, ecosdoturismo@gmail.com, thraupidaelo@yahoo.com.br, fontes@ufla.br>.

<sup>2</sup> Universidade Federal de Lavras/UFLA, Programa de Pós-Graduação em Tecnologias e Inovações Ambientais, Lavras/MG, Brasil. CEP: 37.200-900. <flaviosonline2013@gmail.com>.

<sup>3</sup> Universidade Federal de Lavras/UFLA, Departamento de Botânica Aplicada, Lavras/MG, Brasil. CEP: 37.200-900. <lfonsecarocha@gmail.com>.

**RESUMO** – Incêndios recorrentes representam o pior cenário de fogo para os ecossistemas naturais, pois resultam das alterações nos regimes de fogo sustentáveis dos ambientes. Informações sobre regimes atuais quase não estão disponíveis para os campos rupestres, ainda mais aqueles não protegidos legalmente, o que poderia direcionar melhores estratégias de gestão do fogo. Nosso objetivo foi descrever e analisar os regimes de fogo sem controle em remanescentes de campos rupestres, por meio de um estudo de caso no município de Carrancas, sul de Minas Gerais. Foram identificados e analisados os registros de incêndios e mapeadas as áreas consideradas pelos atores sociais locais como suscetíveis ao fogo. A coleta de dados se deu por meio do levantamento de fontes secundárias e a metodologia participativa de mapeamento comunitário realizada em um grupo focal. As informações foram sistematizadas em uma matriz histórica, e gerado um mapa de áreas suscetíveis. Foram identificados 43 registros de incêndios entre os anos de 2010 a 2019. Os campos nativos foram os mais atingidos, seguidos pelas áreas de preservação permanente. Nossos achados reforçam que regimes inadequados de fogo que evoluem para incêndios têm sido recorrentes em campos rupestres disjuntos, principalmente pelo aumento de ocorrências na estação seca tardia. Também, revelam que as áreas de serras são as mais suscetíveis ao fogo sob essas condições, os riscos à biodiversidade e aos serviços ecossistêmicos. É urgente assegurar um regime de fogo sustentável, reconhecendo o papel ecológico e sociocultural do fogo, e, assim, incorporar o manejo tradicional do fogo como prática conservacionista.

**Palavras-chave:** Ecologia do fogo; mapeamento comunitário; Carrancas; impactos dos incêndios; manejo integrado do fogo.

## Fire History in Disjunct Campos Rupestres: A Case Study in Carrancas, Minas Gerais

**ABSTRACT** – Recurring fires represent the worst fire scenario to natural ecosystems because they result from changes in the environment's sustainable fire regimes. Data on current regimes could drive better fire management strategies, but they are barely available for *campos rupestres* (rupestrian grasslands), particularly those that are legally unprotected. Here, we aimed to describe and analyse uncontrolled fire regimes in *campo rupestre* remnants using a case study in the municipality of Carrancas, southern Minas Gerais. We identified the fire records and mapped fire-prone areas according to local social actors. The data were collected through a survey of secondary sources and participatory community mapping with a focal group. We synthesised the collected information in a historical matrix and generated a map of fire-prone areas. 43 fire records were identified between 2010 and 2019. Native grasslands, followed by permanent preservation areas, were the most affected by the fires. Our findings reinforce that inadequate fire regimes have been recurrent in disjunct *campos rupestres*, mainly due to the increase in fire occurrences in the late dry season. They also reveal the susceptibility of mountain areas under these conditions and the risks to biodiversity and ecosystem

services. It is urgent to ensure sustainable fire regimes, acknowledging the ecological and sociocultural roles of fire and to introduce traditional fire management as a conservationist practice.

**Keywords:** Fire ecology; community mapping; Carrancas; fire impacts; integrated fire management.

## Historia de Incendios en *Campos Rupestres Disjuntos*: Un Estudio de Caso en Carrancas, Minas Gerais

**RESUMEN** – Los incendios recurrentes representan el peor escenario de incendios para los ecosistemas naturales, pues son el resultado de cambios en los regímenes de incendios sostenibles de esos ambientes. Son poco disponibles informaciones sobre regímenes actuales para los *campos rupestres*, aún más para aquellos no legalmente protegidos, lo que podría guiar mejores estrategias de manejo del fuego. Nuestro objetivo fue describir y analizar los regímenes de incendios descontrolados en remanentes de *campos rupestres*, a través de un estudio de caso en el municipio de Carrancas, al sur de Minas Gerais. Fueron identificados y analizados los registros de incendios y mapeadas las áreas consideradas por los actores sociales locales como susceptibles al fuego. Fueron utilizadas fuentes secundarias para el levantamiento de datos y el mapeamento comunitario como metodología participativa realizada en un grupo focal. Fue sistematizada la información en una matriz histórica, y generado un mapa de áreas susceptibles. Se identificaron 43 registros de incendios entre 2010 y 2019. Los campos nativos fueron los más afectados, seguidos de áreas de preservación permanente. Nuestros hallazgos refuerzan que los regímenes inadecuados de incendios que evolucionan a incendios forestales han sido recurrentes en *campos rupestres* disjuntos, debido principalmente al aumento de ocurrencias al final de la estación seca. También revelan que las zonas montañosas son las más susceptibles a incendios en estas condiciones, riesgos para la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. Es urgente asegurar un régimen de incendios sostenible, reconociendo el papel ecológico y sociocultural del fuego, incorporando así el manejo tradicional del fuego como una práctica conservacionista.

**Palabras clave:** Ecología del fuego; mapeamento comunitario; Carrancas; impactos de los incendios; manejo integrado del fuego.

## Introdução

Nas últimas décadas, os incêndios florestais que são definidos como o fogo sem controle que incide sobre qualquer tipo de vegetação, têm sido um dos principais problemas socioambientais e representam o pior cenário de fogo de áreas naturais pelo mundo, em consequência principalmente de fatores relacionados à exploração antrópica dos recursos naturais (Schmidt & Eloy, 2020). Esses eventos são caracterizados pela alta intensidade e velocidade de propagação do fogo, devido ao seu comportamento extremo que resultam em extensas áreas queimadas e impactos negativos significativos (Gill *et al.*, 2013; Fidelis *et al.*, 2018; Brando *et al.*, 2020).

O regime de fogo alterado, representado pelo aumento na frequência, tamanho, intensidade e severidade do fogo compromete a integridade dos ecossistemas, mesmo daqueles considerados propensos e adaptados ao fogo (Miranda, 2010; Lehmann *et al.*, 2008), como as fisionomias campestres e savânicas associadas ao Cerrado. Assim como, alterar o regime de fogo ao suprimi-lo nesses ambientes por longos períodos, se torna

insustentável, (Hoffmann *et al.*, 2012; Miranda, 2010; Durigan, 2020), pois favorece o acúmulo de material combustível (Littell *et al.*, 2016; Pivello, 2011), aumentando o risco de ocorrências de incêndios, e consequentemente pode ameaçar os processos ecológicos, econômicos e culturais (Gomes *et al.*, 2018).

Os campos rupestres, como são conhecidas as savanas montanhosas rochosas da América do Sul, no Brasil, (Giulietti *et al.*, 1997; Fernandes *et al.*, 2014; Silveira *et al.*, 2016) são ecossistemas de notável diversidade de plantas (Fernandes *et al.*, 2014; Silveira *et al.*, 2016) e endemismo (Alves & Kolbek, 1994), devido às influências florísticas de *habitat* circundantes, incluindo fisionomias do cerrado e das florestas tropicais Atlântica e Amazônica (Giulietti *et al.*, 1997; Neves *et al.*, 2018). No entanto, os campos rupestres possuem mais semelhanças com as savanas lenhosas do cerrado em comparação a quaisquer outras formações da área de abrangência (Neves *et al.*, 2018). Dentre as similaridades, têm-se a relação com o fogo, como um agente natural e recorrente (Figueira *et al.*, 2016), na qual as comunidades evoluíram,



desenvolveram alta adaptação (Kolbeck & Alves, 2008; Neves & Conceição, 2010; Le Stradic *et al.*, 2018) e é fundamental na manutenção da biota e dos serviços ecossistêmicos sob regimes de fogo apropriados (Hoffmann *et al.*, 2012; Ratnam *et al.*, 2011; Figueira *et al.*, 2016; Abreu *et al.*, 2017).

Além das queimadas naturais que ocorre por meio de raios próximo ou durante a estação chuvosa, historicamente os campos rupestres são submetidos a diferentes regimes de fogo antropogênicos, como o fogo que culturalmente utilizado por populações tradicionais e rurais para renovação da vegetação de pastagens (Figueira *et al.*, 2016). Como era comum, nos campos rupestres da região de Carrancas, em Minas Gerais, que têm as queimadas controladas como prática de manejo tradicional do fogo, realizadas pelos produtores rurais no início da estação seca e/ou após as primeiras chuvas da estação chuvosa (Rodrigues, 2016). Entretanto, nas últimas décadas fatores como as mudanças de uso da terra e da cobertura vegetal por culturas exóticas, o êxodo rural, legislação mais restritiva e a burocracia envolvida para regularização da prática, e as mudanças climáticas dificultaram a manutenção do regime de fogo praticado tradicionalmente, dando lugar ao aumento do uso indiscriminado do fogo e um cenário de incêndios frequentes com inúmeros impactos socioambientais negativos (Rodrigues, 2016).

As informações de regimes atuais de incêndios quase não estão disponíveis para campos rupestres, ainda mais aqueles praticamente desprotegidos, ou seja, que carece de unidades de conservação (UC) (Figueira *et al.*, 2016; Neves *et al.*, 2018), como é o caso da região de Carrancas. Compreender o estado atual dessas áreas naturais remanescentes, considerando o histórico de incêndios com seus fatores determinantes do regime de fogo (Schmidt & Eloy, 2020), como a frequência, sazonalidade, as causas, os locais de ocorrência e a extensão queimada, podem ajudar a direcionar estratégias de manejo, prevenção e combate, dentro de uma política adequada e contextualizada de manejo integrado do fogo (MIF) (Durigan & Ratter, 2016). Na qual, gerentes de setores ambientais juntamente com atores sociais buscam o resgate das práticas tradicionais e aquelas mais eficientes de gerenciamento do fogo, em uma abordagem adaptativa (Berlinck & Batista, 2020; Eloy *et al.*, 2019; Mistry *et al.*, 2019).

Diante desse contexto, nosso objetivo foi descrever e analisar os regimes de fogo sem controle em remanescentes de campos rupestres, por meio de um estudo de caso no município de Carrancas, Minas Gerais. Acreditamos que analisar essas informações dos incêndios pode contribuir com a construção de estratégias de conservação, uso e gestão desses ecossistemas, além de colocar em evidência a problemática dos incêndios e a necessidade de estabelecer uma política pública de manejo do fogo para além das áreas protegidas.

## Materiais e Métodos

### Área de estudo

A área estudada compreende o município de Carrancas (Figura 1), localizado na região sul do estado de Minas Gerais, na mesorregião Campos das Vertentes. A região compreende uma cadeia de serras e morros e estabelece uma zona de contato entre os principais sistemas orográficos do estado, a Serra do Espinhaço e a Serra da Mantiqueira (Azevedo, 1962). A região de Carrancas é composta por grandes altitudes que variam entre 970 e 1800m, solos rasos e cobertura vegetal predominantemente campestre (Lima *et al.*, 2011).

A área também se trata de uma região de ecótono entre os domínios fitogeográficos do Cerrado e da Floresta Atlântica (Lima *et al.*, 2011), ambos *hotspots* da biodiversidade (Mittermeier *et al.*, 2004). A heterogeneidade ambiental desses ambientes sustenta a notável diversidade florística encontrada (Neves *et al.*, 2018). As formações de campos rupestres são predominantes, que ocorrem de forma disjuntas dos demais locais desses campos, como a serra do Espinhaço (Neves *et al.*, 2018). Também, se inserem na região áreas de Floresta Estacional Semidecidual que protegem nascentes e cursos d'água. Apesar da importância ecológica e ser considerada uma área prioritária para a conservação da biodiversidade (Drummond *et al.*, 2005), encontra-se praticamente desprotegida pelo incremento de UCs (Figueira *et al.*, 2016; Neves *et al.*, 2018). Carrancas possui uma UC de propriedade pública, o Parque Municipal da Cachoeira da Fumaça criado pela Lei Municipal nº 1.304, em 27 de dezembro de 2010, com área total de aproximadamente 10ha, e duas Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN) em propriedades particulares.

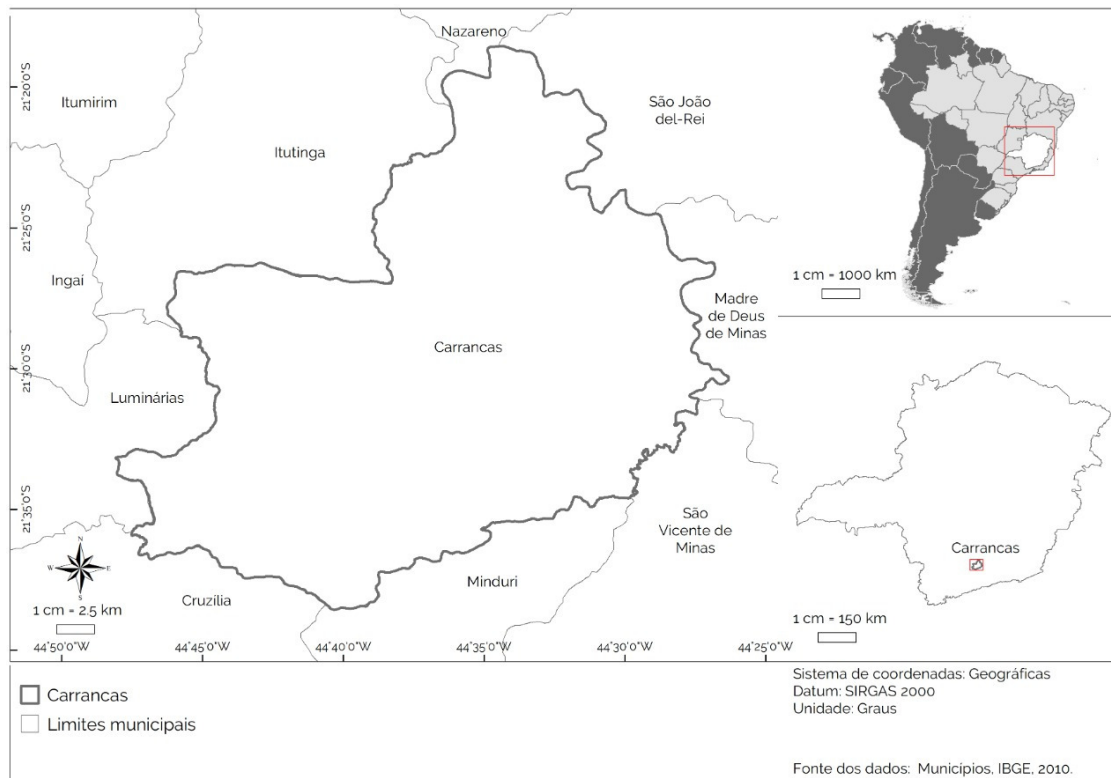


Figura 1 – Localização do município de Carrancas, Minas Gerais, Brasil. Fonte: IBGE, 2010.

O clima da região se enquadra no tipo Cwa (subtropical úmido com inverno seco e verão quente) em sua maioria, segundo a classificação climática de Köppen, porém, nas áreas de maior elevação se enquadra no tipo Cwb (Alvares *et al.*, 2013), subtropical úmido com inverno seco e verão ameno. A temperatura média anual é de 20°C, com médias mensais de 10°C em julho (mês mais frio) e 25°C em janeiro (mês mais quente). A precipitação média anual é de 1.400mm e concentração de chuvas de novembro a fevereiro (Alvares *et al.*, 2013; Reis *et al.*, 2015).

O município possui área de 727,9km<sup>2</sup> e uma população estimada no ano de 2014 em 4.049 habitantes (IBGE, 2019). Na qual, possui uma população rural que tem como base socioeconômica a agropecuária, em destaque a produção de leite e queijo, e desde a década de 90 o turismo passou a ter um papel significativo na economia local (Gomes *et al.*, 2006).

Mediante a situação de incêndios de grandes proporções na estação seca o município constituiu em 2008 a Brigada Voluntária Lobo-Guará de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais,

que visa também contribuir com o produtor no controle do fogo da prática de queimadas, e assim colaborar para a proteção dos ecossistemas naturais e das propriedades.

### Coleta de dados

Para a realização da coleta dos dados foram utilizados métodos da abordagem qualitativa: levantamento de documentos a partir de fontes secundárias e realização de grupo focal (Albuquerque *et al.*, 2010). No primeiro, foram levantados os boletins de ocorrência (2010 a 2019) obtidos no banco informatizado de dados do Registro de Evento de Defesa Social (REDS) da Polícia Militar de Minas Gerais (PMMG) e os relatórios da brigada disponíveis até o momento, para identificação dos registros de incêndios ocorridos no período de 2010 a 2019. Antes desse período, o sistema de registro de ocorrências da PMMG não era informatizado, o que justifica o levantamento de dados a partir de 2010. Também, buscou-se identificar se um mesmo evento foi registrado em ambas as fontes, de forma não ser contabilizado duas vezes.

O grupo focal consistiu em um espaço de discussão e interação entre os pesquisadores e diferentes atores sociais, na qual foram identificados com o uso da técnica *Snowball* (Albuquerque *et al.*, 2014) por serem conhecedores das ocorrências de incêndios na área de estudo e representarem grupos específicos. A reunião aconteceu no dia 23 de setembro de 2015 como parte de uma pesquisa de mestrado sobre a fogo na região, e contou com a participação de dois brigadistas, quatro produtores rurais, dois representantes do setor turístico e um da secretaria de meio ambiente do governo municipal. Nesse espaço foi trabalhado a identificação das áreas consideradas suscetíveis ao fogo, utilizando-se da metodologia participativa mapeamento comunitário proposta por Geilfus (2002) e Sieber & Albuquerque (2010).

O mapeamento comunitário foi realizado a partir das Folhas Topográficas do IBGE (1975), escala 1:50.000, de Itumirim (Folha SF-23-X-C-I-3), Itutinga (SF-23-X-C-I-4) e Minduri (Folha SF-23-X-C-IV-2), onde se insere toda a área do município de Carrancas, os participantes receberam pincéis de cores diferentes para indicar e delimitar as áreas que consideram suscetíveis ao fogo. Em seguida, foi perguntado o porquê de considerarem tais locais.

### Análise de dados

Reunimos e sistematizamos as informações dos registros de incêndios por meio da metodologia

de diagnóstico participativo conhecida por matriz histórica (Faria, 2006), que possibilitou a comparação das diferenças entre os incêndios em diferentes aspectos (critérios de avaliação) no decorrer dos anos como, período de ocorrência, localização, área atingida, duração, causas e impactos observados (Material Suplementar). O padrão mensal de ocorrência dos incêndios foi utilizado para identificar possíveis relações com os dados de precipitação da região. Para criação do mapa de áreas suscetíveis ao fogo realizamos a junção e sobreposição do mapeamento comunitário, da localização geográfica dos incêndios presente nos registros e do mapa de uso do solo com as classes de vegetação nativa presentes na região (SISEMA, 2019; IBGE, 2010).

## Resultados

### Total de ocorrências de incêndios

Foi identificado o total de 43 registros de incêndios entre os anos de 2010 a 2019 (Figura 2), a partir das fontes secundárias. Desses, oito registrados pela brigada do município, 33 nos boletins de ocorrência da PMMG e dois em ambas as fontes de dados. Até o encerramento da coleta de dados, a brigada havia sistematizado os relatórios relativos à atuação no combate aos incêndios do período de 2010 a 2012, e posteriormente, apesar de ampla participação da brigada não houve a sistematização das ocorrências atendidas.

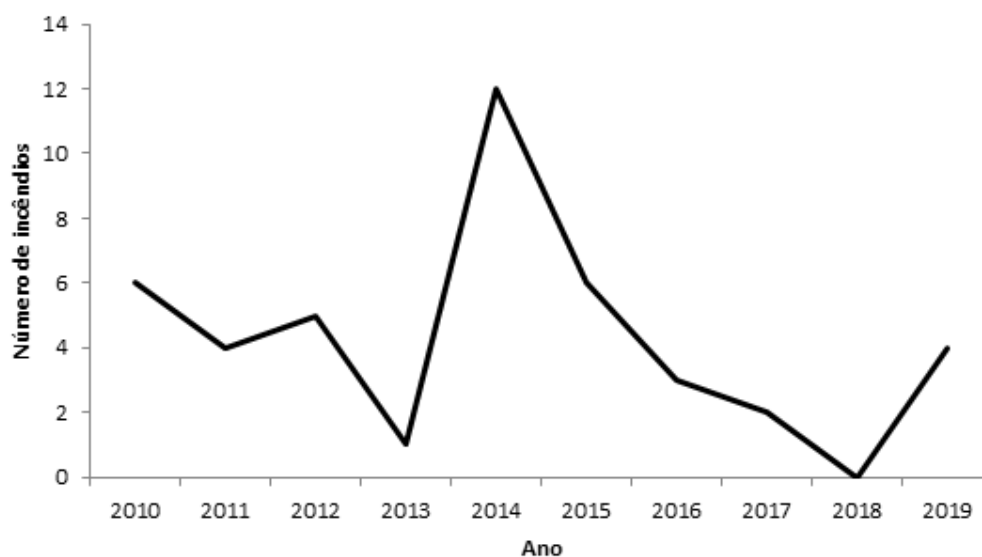


Figura 2 – Total de ocorrências de incêndios em Carrancas entre 2010 e 2019.

O ano de 2014 apresentou um aumento expressivo e o maior número de registros de incêndios comparado aos outros anos, seguido por 2010 e 2015. Os incêndios ocorridos em 2014 totalizam 23 dias com ocorrência de fogo, concentrados principalmente no mês de outubro, no qual houve o incêndio de maior intensidade que se tem conhecimento. Nos anos posteriores a 2014 houve o decréscimo no número de incêndios até 2018. Já em 2019 houve um aumento significativo de registros considerando que 2018 nenhum foi registrado.

### Área atingida entre 2010 e 2019

Dos 43 registros de incêndios identificados, 31 deles informaram a extensão da área queimada, delimitada por meio de estimativa visual da área afetada pelos bombeiros e brigadistas. Durante o período de 2010 a 2019, estima-se que foram queimados aproximadamente 17.590ha dentro do município e áreas limítrofes entre os municípios de

Carrancas e Minduri. Área que proporcionalmente representa a queima de 24% da área total do município, e por ser de característica rural corresponde a queima de áreas verdes e produtivas. De 2010 a 2013 os incêndios consumiram 33, 1.033, 100 e 115ha, respectivamente. Só em 2014 foram consumidos aproximadamente 14.815ha, e de 2015 a 2017 foram consumidos 220, 40 e 10ha, respectivamente. O ano de 2019 que conferiu o aumento significativo de ocorrências foram consumidos 1.191,7ha.

### Total mensal e relação com a estação seca

Nos anos analisados de 2010 a 2019 houve aumento da incidência de fogo a partir de junho. Os meses mais críticos, com maior ocorrência de incêndios, foram agosto, setembro e outubro, e os picos de ocorrências em setembro e outubro (Figura 3). Pode-se perceber que os meses mais críticos para o fogo correspondem a estação com menor precipitação.

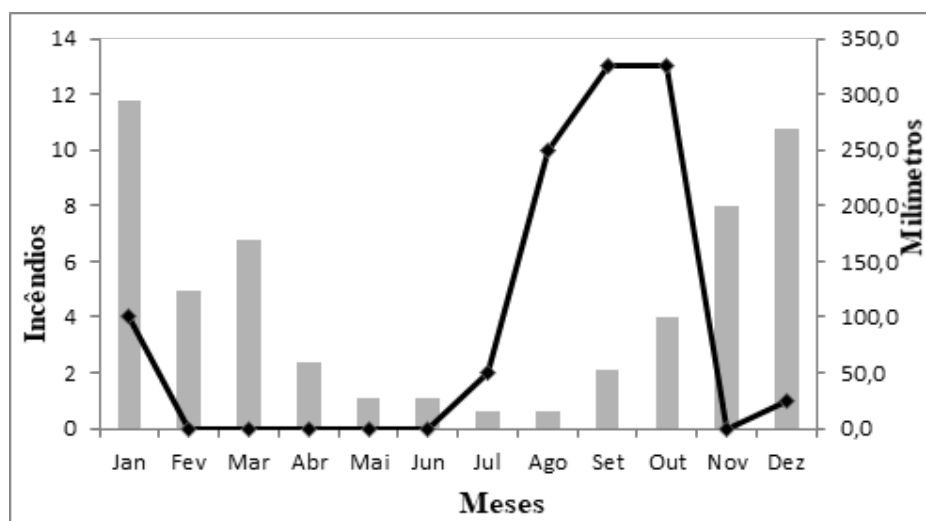


Figura 3 – Ocorrência de incêndios mensais (linha preta) e precipitação das séries históricas para estação de Carrancas/MG (barras cinzas) no período de 2010 a 2019.

Fonte: Sistema de Informação Hidrológicas – ANA, 2020.

### Causas dos incêndios

As causas dos incêndios foram levantadas com base nos registros de incêndios realizados pela PMMG e brigada. A maior parte dos

incêndios foram registrados com causa desconhecida (76,4%), sendo que o restante das ocorrências, todas foram apontadas por ação antrópica (Tabela 1).



Tabela 1 – Causas dos incêndios de 2010 a 2019 em Carrancas.

Causas	Nº de ocorrências
Desconhecida	33
Renovação da pastagem	3
Acidental	3
Atividades Turísticas irregulares (fogueira, etc.)	2
Ações de Transeuntes (beira de estrada)	1
Uso de fogos de artifício	1

### Impactos observados

Em relação aos impactos dos incêndios, foram relatados principalmente os tipos de vegetação afetada (Tabela 2), sendo que a maioria dos incêndios teve ocorrência em mais de um tipo (Figura 4). Os campos nativos foram os mais atingidos, seguidos pelas áreas de preservação permanente que compreendem principalmente formações florestais com nascentes, matas ciliares

e encostas. Além dessas, também foram afetadas pastagens, outras formações florestais nativas, plantios de eucalipto e candeiais.

Relatou-se ainda o impacto dos incêndios à vida humana, tendo sido registrados a morte de três combatentes no incêndio ocorrido em outubro de 2014. Em 18,6% das ocorrências foram relatados impactos às benfeitorias das fazendas, como cercas, mourões, porteiras e estufas, e apenas um incêndio registrou a morte de animais.

Tabela 2 – Tipos de vegetação afetada pelos incêndios ocorridos entre 2010 a 2019.

Tipos de vegetação afetada	Nº de ocorrência	%
Campos nativos	22	51,2
Áreas de preservação permanente (APP)	19	44,2
Pastagens	15	34,9
Florestas	12	27,9
Não informada	9	20,9
Plantios de Eucalipto	7	16,3
Candeial	6	14,0
Cultivos agrícolas	1	2,3

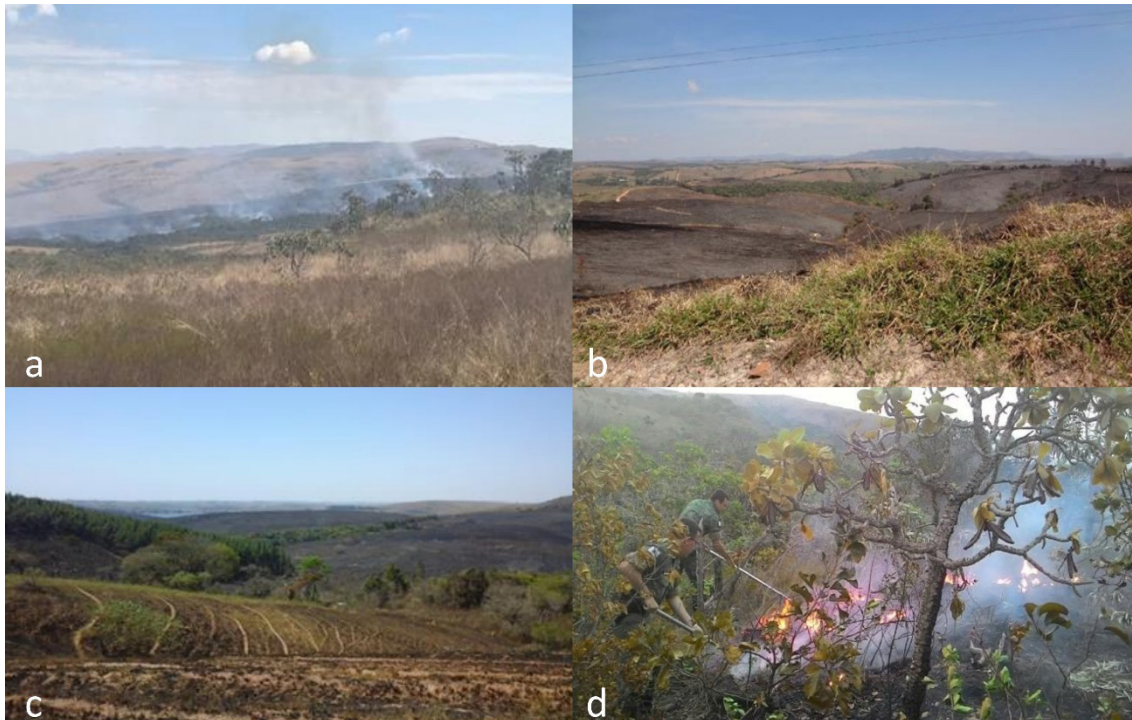


Figura 4 – Ocorrências de incêndios em diferentes vegetações. a) área de serra com campos nativos, candeias e vegetação florestal ao fundo; b) pastagens e matas ciliares; c) campos nativos, vegetação florestal e plantações de eucalipto; e d) combate ao incêndio na vegetação arbórea nativa.

Fonte: Polícia Militar de Minas Gerais.

### Mapa de áreas suscetíveis ao fogo

As marcações no mapa comunitário foram sistematizadas com o mapa de uso e cobertura do solo (Figura 5). Para o grupo focal, as áreas consideradas suscetíveis ao fogo são os locais de maiores riscos de incêndios e que sofrem os maiores impactos devido aos processos erosivos, bem como áreas com maior influência das atividades humanas.

Essas áreas são as de maiores altitudes e mais declivosas do município, onde estão localizadas a Serra do Galinheiro, Serra de Carrancas, Serra das Bicas, Serra do Moleque, Serra das Broas, Chapada das Perdizes e Serra da Traituba, que formam um complexo de serras interligadas constituídas principalmente pela vegetação de campos rupestres, com inúmeras nascentes que abastecem córregos responsáveis pelo abastecimento público de água, cachoeiras e outros atrativos turísticos com presença constante de turistas. Essas áreas são consideradas patrimônios naturais do município de Carrancas com importância histórica e natural, com o

objetivo de conservar a diversidade biológica (Prefeitura Municipal de Carrancas, 2015).

Ainda, as estradas de acesso à cidade, e a sede do município de Carrancas foram demarcadas pelo risco de incêndio no seu entorno pela maior movimentação de pessoas. As fazendas do município foram citadas, porém não demarcadas no mapa. Essas foram consideradas áreas suscetíveis devido ao aumento nos últimos anos do uso indiscriminado do fogo nas áreas rurais, pois a queima, seja para limpeza ou renovação das pastagens, se for feita sem planejamento, sem autorização e na época errada oferece grande risco de o fogo sair do controle. Isso foi associado ao acúmulo de material combustível proporcionado pela exclusão do fogo nas áreas antes submetidas ao manejo tradicional do fogo, aumentam o risco de incêndios avançarem sobre grandes áreas.

Ressaltamos que os pontos de registros de incêndios (Figura 4) constituem a localização geográfica informada nos registros da PMMG, e demonstram os locais de início do incêndio ou o ponto de concentração da brigada e do Corpo de Bombeiros durante os eventos.



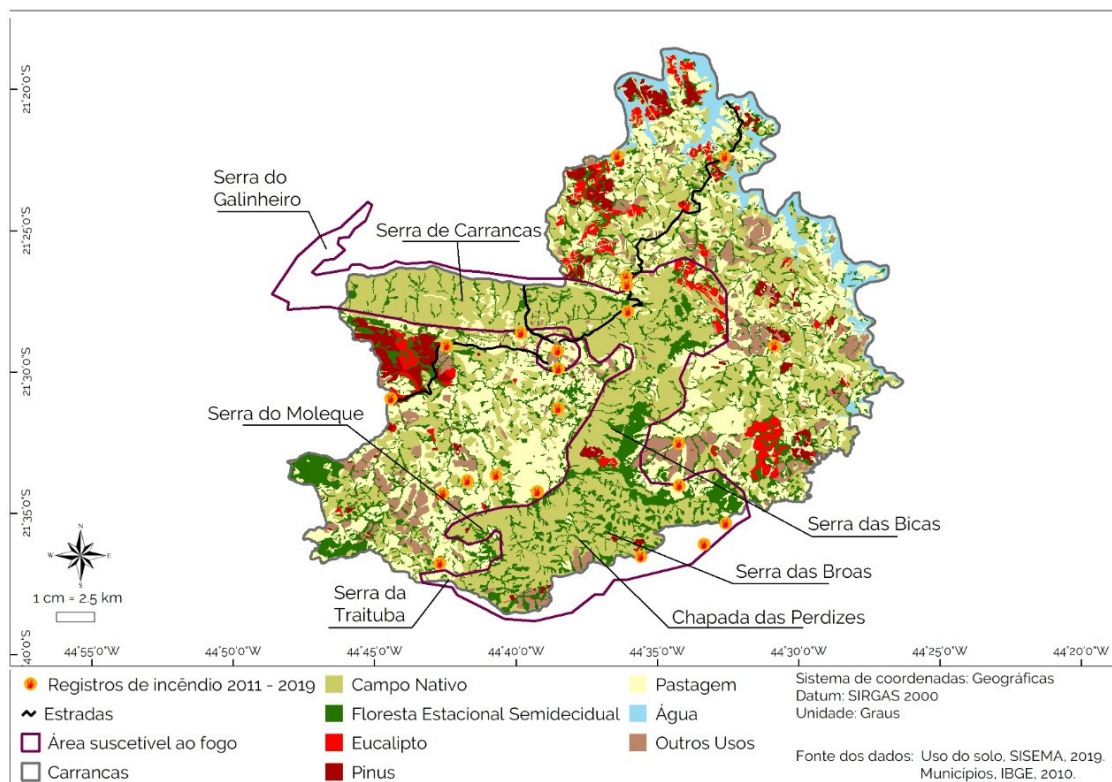


Figura 5 – Registros de incêndios, áreas suscetíveis ao fogo e classificação do uso do solo no município de Carrancas/MG.  
Fonte: SISEMA, 2019; IBGE, 2010.

### Discussão

Apesar do fogo ser um elemento natural e recorrente em campos rupestres as alterações no seu regime, dado pelas condições adversas e muitas vezes extremas dos incêndios, vêm trazendo consequências (Figueira *et al.*, 2016), que afetam negativamente à biodiversidade, à sociedade e à conservação (Myers, 2006). A região de Carrancas, no sul do estado de Minas Gerais que é um importante ecótono entre os domínios fitogeográficos Cerrado e Mata Atlântica, historicamente teve seus campos rupestres submetidos a um regime de fogo cultural que buscava manter a viabilidade ou a estrutura, a composição e o funcionamento adequado desses ecossistemas. O manejo tradicional do fogo realizado pelos produtores rurais na transição da estação chuvosa-seca, não é necessariamente um regime natural, mas estaria mais próximo de um regime ecologicamente apropriado. Ele era baseado nos saberes ecológicos e envolvimento comunitário, pautado no controle do fogo e na prevenção nas fisionomias florestais sensíveis. No entanto, esse conhecimento tem sido perdido e

essa prática tem dado lugar a um regime degradado de fogo marcado pelos incêndios destrutivos (Rodrigues, 2016). Dentro desse contexto, analisamos o regime atual de fogo sem controle nessa importante região de remanescentes de campos rupestres, para que possamos contribuir com a construção de estratégias de conservação, uso e gestão desses ecossistemas, além de colocar em evidência a problemática dos incêndios e a necessidade de estabelecer uma política pública de manejo do fogo para uma região que carece de UC.

Os resultados apresentam o histórico de incêndios (2010 a 2019), na qual foram registrados os eventos de fogo não controlado do município de Carrancas. Houve a recorrência de incêndios na estação seca tardia (agosto a outubro), que foram caracterizados pela severidade quanto aos impactos observados sobre os ecossistemas campestres e florestais e à população humana, bem como as áreas atingidas. Os resultados demonstram um regime de fogo degradado, pois, os fatores como sazonalidade, extensão e severidade de queima diferem do regime de fogo

natural que ocorre por meio de raios próximo ou durante a estação chuvosa, e ainda, do regime de fogo cultural por meio das queimadas controladas realizadas no início da estação seca e/ou após as primeiras chuvas da estação chuvosa. Períodos favoráveis à queima devido às condições de umidade do solo e da vegetação (Ramos-Neto & Pivello, 2000; Miranda, 2010).

Foram registrados grandes incêndios em relação à extensão do município, no intervalo de poucos anos e picos de ocorrência nos meses de agosto a outubro, que são os mais críticos na região pelo avanço do período de seca. Esses meses conferem os níveis mais baixos de umidade, tornando a vegetação altamente inflamável e assim favorecendo a propagação do fogo (Castro & Kauffman, 1998; Gomes *et al.*, 2018) ao longo dos campos rupestres e matas ciliares intrínsecas nesses ambientes.

O padrão de distribuição de incêndios anual tem sido recorrente e preocupante, principalmente pelo aumento do uso indiscriminado e ilegal do fogo em áreas destinadas às atividades agropecuárias. Segundo Rodrigues (2016), o uso indiscriminado difere do manejo tradicional pela falta de planejamento e sem atender as condições ideais de queima, como ocorre em outras regiões do Cerrado (Strassburg *et al.*, 2017; Durigan & Ratter, 2016), onde apresenta mais de 70% da área total queimada no Brasil (Araújo *et al.*, 2012). Outros incêndios críticos têm sido registrados em UC do Cerrado, como nos Parques Nacionais da Serra da Canastra (Medeiros & Fiedler, 2004); da Chapada dos Veadeiros (Fiedler *et al.*, 2006), e das Emas (França *et al.*, 2007).

Um dos fatores que pode ter influenciado a alta quantidade de incêndios de 2014, foi o déficit expressivo de precipitação no verão 2013/2014 na região Sudeste do Brasil, que foi classificado excepcionalmente seco com o término exageradamente antecipado da estação chuvosa e ainda, a estação seca prolongada com condições extremas, em função de eventos climáticos anômalos (ausência de episódios de Zona de Convergência do Atlântico SUL – ZCAS) sobre a região (Coelho *et al.*, 2016). Houve relação das menores quantidades anuais de incêndios em Carrancas com a fase negativa (*La Niña*) do fenômeno *El Niño*-Oscilação Sul – ENOS, tendo em vista os anos 2018, 2013 e 2017 (Rocha & Nascimento, 2021). O ano de 2014 caracterizado pela maior quantidade de ocorrências de incêndios

foi um período de fase Neutra do fenômeno (Rocha & Nascimento, 2021). Já, os anos 2010 e 2015 que sucedem em maiores registros se relacionaram a fase positiva do *El Niño* (Rocha & Nascimento, 2021). Embora haja um aumento das temperaturas médias na região Sudeste durante o *El Niño*, de acordo com Gois *et al.* (2020), não há um consenso na literatura da verdadeira influência do ENOS no padrão e na distribuição da chuva no Sudeste e conseqüentemente na maior ocorrência de incêndios, como já descrito para a região Amazônica (Rocha & Nascimento, 2021; Burton *et al.*, 2020).

A junção dos elementos, estação seca tardia, condições climáticas extremas, abundância de carga de combustível e fontes de ignição pelas atividades antrópicas, geram incêndios mais intensos e tendem a queimar áreas maiores (Gomes *et al.*, 2018, Fidelis *et al.*, 2018, Miranda, 2010, Ramos-Neto & Pivello, 2000). Fatores que ocasionaram o pico de ocorrências e a expressiva área queimada de aproximadamente 14.815ha na região em outubro de 2014. Anteriormente a esse período, essas áreas campestres foram submetidas à supressão do fogo por muitos anos (Rodrigues, 2016), o que é uma ameaça para os ecossistemas adaptados e dependentes do fogo (Medeiros & Fiedler, 2011; Fidelis *et al.*, 2018; Durigan, 2020). A vegetação acumulada gera material combustível altamente inflamável e aumenta o risco de incêndios de grandes dimensões e mais difíceis de serem controlados (Miranda, 2010; Bowman *et al.*, 2013). Acreditamos que isso explica a alta severidade dos eventos registrados em 2014.

A exclusão do fogo nesses campos, antes queimados de forma controlada, para regeneração e renovação das pastagens, se relaciona às mudanças culturais no uso da terra, à substituição das pastagens nativas por gramíneas exóticas, às dificuldades legais e burocráticas encontradas pelos produtores para regularização da prática e a visão negativa ao uso do fogo pelos órgãos ambientais e sociedade (Rodrigues, 2016). Esses fatores influenciaram a não utilização do manejo tradicional do fogo realizado pelos produtores rurais ao longo das gerações, que criavam mosaicos de áreas com diferentes épocas de queimas e aceiros para proteger os ecossistemas sensíveis ao fogo (matas ciliares e matas de galerias). Como apontado por (Huffman, 2013), essas práticas tradicionais são importantes instrumentos para evitar os impactos adversos dos incêndios

devastadores, e assim manter a biodiversidade, a qualidade e quantidade de água e os serviços ecossistêmicos prestados pelos campos rupestres.

Embora a maior parte dos incêndios tenham sido registrados com causa desconhecida (76,4%), acredita-se que estes estão ligados às causas antrópicas como os demais registros, podendo ser criminosos ou acidentais (Soares *et al.*, 2009). O desenvolvimento de atividades antrópicas nas áreas naturais, seja pelo turismo ou pela atividade agropecuária, por meio do uso de fogueiras e o descarte de guimbas de cigarros, são fontes potenciais de ignição. E ainda, o fogo nos campos nativos sem autorização do órgão competente, portanto sem um planejamento adequado, e no período incorreto pode resultar em grandes incêndios, devido à perda de controle do fogo (Pivello, 2011). Ademais, fatores como o desmatamento para expansão de áreas agrícolas e queima de pastagem são as principais causas dos incêndios no Brasil, com destaque os eventos de alta severidade na Amazônia (Brando *et al.*, 2020; Barlow *et al.*, 2020) e os grandes incêndios no Cerrado (Schmidt & Eloy, 2020; Rocha & Nascimento, 2021).

Na avaliação das áreas suscetíveis ao fogo, os atores sociais destacaram as condições da paisagem que tornam as áreas mais propensas aos incêndios e aquelas mais afetadas. Dentre essas condições, têm-se a proximidade com estradas, o relevo e cobertura do solo. Os incêndios podem ser iniciados nas estradas que atravessam as serras e próximos às áreas povoadas, de forma criminosa ou acidentalmente. O relevo montanhoso afeta o comportamento do fogo (ex. taxa de propagação) (Price *et al.*, 2013), e essa relação é fortemente influenciada pelo vento (Pyne *et al.*, 1996), que dependendo das condições dificulta ainda mais o combate aos incêndios nessas regiões serranas. E ainda, o relevo acidentado e a baixa permeabilidade do solo tornam as áreas vulneráveis aos processos erosivos (Oliveira *et al.*, 1994) que são potencializados sob fogo frequente e intenso, aumentando as perdas de nutrientes e solo por escoamento superficial (Pivello *et al.*, 2010; Parise & Cannon, 2012). A cobertura do solo das áreas suscetíveis é predominante de vegetação campestre, que caracterizam a maior inflamabilidade e propensão ao fogo do que as formações florestais associadas (Hoffmann *et al.*, 2012). Isso decorre devido ao seu microclima mais quente pela exposição solar e a presença

de gramíneas que formam uma massa densa de combustível (Hoffmann *et al.*, 2012; Miranda, 2010). A correlação de risco de incêndio com esses fatores também foi discutida em Nunes *et al.* (2016); White *et al.* (2016) e Tien Bui *et al.* (2016).

A vegetação campestre foi a mais atingida pelos incêndios (51,2%). Embora esta seja mais tolerante ao fogo, incêndios frequentes na seca tardia afetam negativamente esses ecossistemas, homogeneizando as paisagens, ameaçando a recuperação das plantas, principalmente de indivíduos menores que não atingiram altura suficiente para suportar essas condições (Gomes *et al.*, 2018); aumentam a mortalidade de árvores, alteram os padrões de regeneração da vegetação (Fidelis, 2020); e propiciam a invasão de gramíneas exóticas (Silvério *et al.*, 2013).

Os incêndios que afetaram as áreas de preservação permanente somados com as fisionomias florestais correspondem a 72,1%, o que torna a situação ainda mais preocupante, pois geralmente são matas de galerias, matas ciliares e as florestas estacionais semidecíduais que protegem nascentes e cursos d'água. Nesses ecossistemas, os efeitos negativos são ainda maiores, pois são ambientes sensíveis em respostas aos efeitos do fogo (Miranda, 2010, Schmidt *et al.*, 2011 e Walter & Ribeiro, 2010), compostas principalmente de plantas e animais sem adaptações para resistir ou tirar proveito dele (Hardesty *et al.*, 2005). Ademais a redução da cobertura de árvores e a degradação das florestas favorece a conversão dessas em savanas derivadas (Veldman, 2016), especialmente em áreas de ecótonos com savanas abertas (França *et al.*, 2007), como ocorre na região.

Além disso, os incêndios ameaçam a biodiversidade desse ecótono localizado na transição entre Mata Atlântica e Cerrado (Lima *et al.*, 2011), que abriga táxons exclusivos aos campos nativos e das áreas florestais, que não suportam a descaracterização de seus *habitats* (Moura & Corrêa, 2012; Lombardi *et al.*, 2012). Com destaque, a porção florestal denominada Mata Triste, localizada na encosta meridional da serra da Chapada dos Perdizes, já inserida no município vizinho de Minduri. A Mata Triste é considerada um local de alto endemismo de espécies de aves da Mata Atlântica (Moura & Corrêa, 2012; Lombardi *et al.*, 2012), além de abrigar espécies de mamíferos consideradas quase extintas na região (e.g. *Panthera onca*,

*Tayassu tajacu* e *Cebus nigrinus*) (Lombardi *et al.*, 2012; Pecora *et al.*, 2016; Machado *et al.*, 2017).

Os regimes inadequados de fogo estão ameaçando importantes recursos e serviços ecossistêmicos dos campos rupestres e das paisagens associadas (Figueira *et al.*, 2016) essenciais ao bem-estar humano e ao desenvolvimento socioeconômico dessas regiões, como o provimento de pastagens nativas, controle de pragas, áreas de beleza cênica para o lazer e turismo, segurança alimentar, abastecimento de água, produtos florestais não madeireiros e valores culturais (Resende *et al.*, 2013).

Ademais, o fato do município não constituir amplamente áreas protegidas instituídas pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza, confere a ele menos subsídios e recursos humanos para gestão do fogo, sobretudo para o incremento do manejo integrado do fogo (MIF).

O MIF é um processo que concilia as tecnologias de manejo do fogo, as particularidades ecológicas dos ambientes, e reconhece e valoriza as necessidades socioeconômicas e culturais das comunidades locais (Myers, 2006). Ele vem sendo implementado por UCs federais, que são geridas pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) (Schmidt *et al.*, 2018; Eloy *et al.*, 2019; Mistry *et al.*, 2019; Berlinck & Batista, 2020). Embora incipiente, há perspectiva de ampliação para as UCs estaduais de Minas Gerais geridas pelo Instituto Estadual de Florestas (IEF) do estado (Batista *et al.*, 2018).

Sendo assim, é urgente a necessidade de assegurar um regime de fogo mais sustentável para garantir a conservação dos serviços ecossistêmicos e da biodiversidade desse ecossistema (Figueira *et al.*, 2016; Le Stradic *et al.*, 2018), a partir de uma política pública de MIF (Berlinck & Batista, 2020) para além das áreas protegidas, contemplando estratégias de prevenção e combate aos incêndios alinhadas com o reconhecimento do papel ecológico e sociocultural do fogo. Na qual os saberes ecológicos sobre o fogo são resgatados e assim, o manejo tradicional do fogo é incorporado como prática conservacionista, permitindo a manutenção do material combustível e outras ações integradas e adaptativas, desenvolvidas de forma participativa com os atores sociais, e prevenindo que incêndios de comportamento extremo voltem a atingir a região.

## Conclusão

Nossos achados reforçam que regimes inadequados de fogo que evoluem para incêndios, têm sido recorrentes para os campos rupestres disjuntos do sul de Minas Gerais, principalmente pelo aumento de ocorrências na estação seca tardia, com picos de ocorrências em setembro e outubro. Durante o período de 2010 a 2019 foram identificados 43 registros de incêndios que queimaram uma área de aproximadamente 17.590ha, que corresponde a 24% da área total do município de Carrancas. Área queimada principalmente no ano de 2014, devido a junção dos fatores seca extrema, abundância de combustível e fontes de ignição antrópicas, que conferiram impactos negativos significativos. Os campos nativos foram os mais atingidos, seguidos pelas áreas de preservação permanente que compreendem principalmente formações florestais com nascentes, matas ciliares e encostas. Nossos achados também revelam que as áreas de serras são as mais suscetíveis em relação ao fogo sob essas condições, bem como os riscos à biodiversidade e aos serviços ecossistêmicos dos campos rupestres e fisionomias florestais associadas.

Concluimos que a conservação e proteção desses ecossistemas naturais será possível com o resgate e valorização do conhecimento histórico relacionado ao manejo tradicional do fogo. E assim, contribuir com estratégias contextualizadas dentro de uma política de manejo integrado do fogo para áreas de relevância ecológica e valor cultural associado ao fogo, e que, muitas vezes, se encontram desprotegidas legalmente. Orientamos que outros estudos sejam realizados dentro dessa política, contemplando o monitoramento das áreas suscetíveis sob diferentes regimes de fogo, em escalas temporais e espaciais, a fim de compreender o comportamento e os efeitos do fogo sobre a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos.

## Agradecimentos

Aos atores sociais que indicaram ou participaram do grupo focal e à Brigada Voluntária Lobo-guará de prevenção e combate aos incêndios florestais, pelas informações e conhecimentos compartilhados. À Polícia Militar de Meio Ambiente, pela disponibilização dos dados. À Universidade Federal de Lavras (UFLA),

ao Programa de Bolsa Institucional da UFLA, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), por todo o apoio. Este artigo foi parcialmente produzido durante a disciplina PEC 533 – Publicação Científica em Ecologia, da Pós-Graduação em Ecologia Aplicada da UFLA. O projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), e aprovado sob o Certificado de Apresentação de Apreciação Ética – CAAE nº 48786615.2.0000.5148.

## Referências

- Abreu RC, Hoffmann WA, Vasconcelos HL, Pilon NA, Rossatto DR & Durigan G. The biodiversity cost of carbon sequestration in tropical savanna. *Science advances*, 3(8), e1701284, 1-8, 2017.
- Albuquerque UP, de Lucena RFP & Neto EMDFL. 2014. Selection of research participants. In *Methods and techniques in ethnobiology and ethnoecology*, p. 1-13. Humana Press.
- Albuquerque UP, Lucena RFP & Alencar NL. 2010. Métodos e Técnicas para coleta de dados etnobiológicos, p. 39-64. In: Albuquerque UP, Lucena RFP & Cunha LVFC. Métodos e técnicas na pesquisa etnobiológica e etnoecológica, v.1. Nuppea.
- Alvares AC, Stape JL, Sentelhas PC, de Moraes Gonçalves JL & Sparovek G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(6): 711-728, 2013.
- Alves RJV & Kolbek J. Plant species endemism in savanna vegetation on table mountains (Campo Rupestre) in Brazil. *Vegetatio*, 113: 125-139, 1994.
- ANA (Agência Nacional das Águas). Sistema de Informação Hidrológicas. <<http://www.snirh.gov.br/hidroweb/serieshistoricas>>. Acesso em: 02/09/20.
- Araújo FM, Ferreira LG & Arantes AE. Distribution patterns of burned areas in the Brazilian Biomes: an analysis based on satellite data for the 2002-2010 period. *Remote Sensing*, 4: 1929-1946, 2012.
- Azevedo LG. Tipos de vegetação do sul de Minas e campos da Mantiqueira (Brasil). *An. Acad. Bras. Ciênc.* 34: 225-234, 1962.
- Barlow J, Berenguer E, Carmenta R & França F. Clarifying Amazonia's burning crisis. *Global Change Biology*, 26(2): 319-321, 2020.
- Batista EKL, Russell-Smith J & Figueira JEC. Past fire practices and new steps towards an effective fire management approach in the Brazilian savannas. *Advances in forest fire research*, 2018.
- Berlinck CN & Batista EKL. Good fire, bad fire: it depends on who burns. *Flora*, 268: 151610, 2020.
- Bowman DMJS, O'Brien JA & Goldammer JG. Pyrogeography and the global quest for sustainable fire management. *Annual Review of Environment and Resources*, 38: 57-80, 2013.
- Brando P *et al.* Amazon wildfires: Scenes from a foreseeable disaster. *Flora*, 268: 151609, 2020.
- Brando PM *et al.* Abrupt increases in Amazonian tree mortality due to drought-fire interactions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(17): 6347-6352, 2014.
- Burton C, Betts RA, Jones CD, Feldpausch TR, Cardoso M & Anderson LO. El Niño driven changes in global fire 2015/16. *Frontiers in Earth Science*. 8: 199, 2020.
- Castro EA & Kauffman JB. Ecosystem structure in the Brazilian Cerrado: a vegetation gradient of aboveground biomass, root mass and consumption by fire. *Journal of Tropical Ecology*. 14: 263-283, 1998.
- Coelho CA, Cardoso DH & Firpo MA. A seca de 2013 a 2015 na região sudeste do Brasil. *Climanálise–Edição Especial de*, 30: 55-61, 2016. <<http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/revista/pdf/30anos/Coelhoetal.pdf>>. Acesso em: 22/09/2021.
- Drummond GM, Martins CS, Machado ABM, Sebaio FA & Antonini Y. (Org.). 2005. Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação. 2. ed. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 222p.
- Durigan G & Ratter JA. The need for a consistent fire policy for Cerrado conservation. *Journal Applied Ecology*. 53(1): 11-15, 2016.
- Durigan G. Zero-fire: not possible nor desirable in the Cerrado of Brazil. *Flora*, 268: 151612, 2020.
- Eloy L, Bilbao BA, Mistry J & Schmidt IB. From fire suppression to fire management: Advances and resistances to changes in fire policy in the savannas of Brazil and Venezuela. *The Geographical Journal*, 185(1): 10-22, 2019.
- Faria ADC. 2006. Ferramentas de diálogo: qualificando o uso das técnicas de DRP-Diagnóstico Rural Participativo. MMA: IEB. 76p.
- Fernandes GW, Barbosa NPU, Negreiros D & Paglia AP. Challenges for the conservation of vanishing megadiverse rupestrian grasslands. *Nat. Conserv.* 12: 162-165, 2014.

- Fidelis A, Alvarado ST, Barradas ACS & Pivello VR. The Year 2017: Megafires and Management in the Cerrado. *Fire*, 1(3): 49, 2018.
- Fidelis A. Is fire always the “bad guy”? *Flora*, 268: 151611, 2020.
- Fiedler NC, Merlo DA & Medeiros MB. Ocorrência de incêndios florestais no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, Goiás. *Ciência Florestal*, 16(2): 153-161, 2006.
- Figueira JEC *et al.* 2016. Fire in rupestrian grasslands: plant response and management, p. 415-448. In: Fernandes GW. (Ed.), *Ecology and Conservation of Mountaintop Grasslands in Brazil*. Springer International Publishing, Switzerland. 567p.
- França H, Ramos-Neto MB & Setzer A. 2007. O fogo no Parque Nacional das Emas. Ministério do Meio Ambiente, Brasília. 140p.
- Geilfus F. 2002. 80 herramientas para el desarrollo participativo: diagnóstico, planificación, monitoreo, evaluación. San José: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. 217p.
- Gill, AM, Stephens, SL & Cary GJ. The worldwide “wildfire” problem. *Ecological applications*, 23(2): 438-454, 2013.
- Giulietti AM, Pirani JR & Harley RM. 1997. Espinhaço range region, eastern Brazil, p. 397-404. In Davis SD, Heywood VH, Herrera-Macbride O, Villa-Lobos J & Hamilton AC. (Eds.). *Centres of plant diversity: a guide and strategy for their conservation*. Cambridge: WWF/IUCN.
- Gois G, Oliveira-Júnior JF, Paiva RFPS, Freitas WK, Terassi PMB & Sobral BS. Variabilidade pluviométrica e a aplicação do índice SPI na região do médio Paraíba do Sul-Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Climatologia*, 27, 2020.
- Gomes BMA, Romaniello MM & Silva MAC. Os efeitos do turismo em comunidades receptoras: um estudo com moradores de Carrancas/MG, Brasil. PASOS. *Revista de Turismo y Patrimonio Cultural* 43(3): 391-408, 2006.
- Gomes L, Miranda, HS & da Cunha Bustamante MM. How can we advance the knowledge on the behavior and effects of fire in the Cerrado biome?. *Forest ecology and management*, 417: 281-290, 2018.
- Hardesty JRL, Myers R & Fulks W. Fire, ecosystems, and people: a preliminary assessment of fire as a global conservation issue. *The George Wright Forum*, 22(4): 78-87, 2005.
- Hoffmann WA, Jaconis SY, McKinley KL, Geiger EL, Gotsh SG & Franco AC. Fuels or microclimate? Understanding the drivers of fire feedbacks at savanna-forest boundaries. *Austral Ecology*, 37(6): 634-643, 2012.
- Huffman MR. The many elements of traditional fire knowledge: synthesis, classification, and aids to cross-cultural problem solving in fire-dependent systems around the world. *Ecology and Society* 18(4): 3, 2013.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Censo Brasileiro de 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. <<https://censo2010.ibge.gov.br/>> Acesso em: 05/12/2020.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Folhas topográficas 1:50.000. IBGE, 1975. Mapeamento Topográfico Sistemático Terrestre do Brasil na escala 1:50 000. <[https://geoftp.ibge.gov.br/cartas\\_e\\_mapas/folhas\\_topograficas/editoradas/escala\\_50mil/itutinga26434.pdf](https://geoftp.ibge.gov.br/cartas_e_mapas/folhas_topograficas/editoradas/escala_50mil/itutinga26434.pdf)>
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Estimativas da população residente com data de referência 1º de julho de 2019. <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/carrancas.html>> Acesso em: 10/12/2020.
- Keeley JE, Pausas JG, Rundel PW, Bond WJ & Bradstock RA. Fire as an evolutionary pressure shaping plant traits. *Trends in plant science*, 16(8), 406-411, 2011.
- Kolbek J & Alves JRV. Impacts of cattle, fire and wind in rocky savannas, southeastern Brazil. *Acta Universitatis Carolinae Environmentalica*. 22, 111-130, 2008.
- Le Stradic S, Hernandez P, Fernandes GW & Buisson E. Regeneration after fire in campo rupestre: Short-and long-term vegetation dynamics. *Flora*, 238: 191-200, 2018.
- Lehmann CE, Prior LD, Williams RJ & Bowman DM. Spatio-temporal trends in tree cover of a tropical mesic savanna are driven by landscape disturbance. *Journal of Applied Ecology*, 45(4): 1304-1311, 2008.
- Lima LPZ, Louzada J, Carvalho LMT & Scolforo JRS. Análise da vulnerabilidade natural para implantação de unidades de conservação na microrregião da Serra de Carrancas/MG. *Cerne*, 17(2): 151-159, 2011.
- Littell JS, Peterson DL, Riley KL, Liu Y & Luce CH. A review of the relationships between drought and forest fire in the United States. *Global Change Biology*, 22(7): 2353-2369, 2016.
- Lombardi VT *et al.* Registros notáveis de aves para o sul do estado de Minas Gerais, Brasil. *Cotinga*, 34(1012): 32-45, 2012.
- Machado FS, Moura AS, Santos KK, Mendes PB, Abreu TCK & Fontes MAL. Registros ocasionais de mamíferos de médio e grande porte da microrregião de Lavras e São João Del Rei, campo das vertentes, Minas Gerais. *Revista Agrogeoambiental*, 9(1): 35-44, 2017.

- Medeiros MB & Fiedler NC. Heterogeneidade de ecossistemas, modelos de desequilíbrio e distúrbios. *Biodiversidade Brasileira*. 2: 4-11, 2011.
- Medeiros MB & Fiedler NC. Incêndios florestais no Parque Nacional da Serra da Canastra: desafios para a conservação da biodiversidade. *Ciência Florestal*, 14(2): 157-168, 2004.
- Miranda HS. 2010. Efeitos do regime do fogo sobre a estrutura de comunidades de cerrado: Resultados do Projeto Fogo. Ibama. 144p.
- Mistry J, Schmidt IB, Eloy L & Bilbao B. New perspectives in fire management in South American savannas: The importance of intercultural governance. *Ambio*, 48(2): 172-179, 2019.
- Mittermeier RA *et al.* 2004. Hotspots revisited: Earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions. Cemex, Conservation International, Agrupación Sierra Madre, Mexico City.
- Moura AS & Corrêa BS. Aves ameaçadas e alguns registros notáveis para Carrancas, sul de Minas Gerais, Brasil. *Atualidades Ornitológicas*, 165: 4-8, 2012.
- Myers RL. 2006. Living with fire-Sustaining ecosystems & livelihoods through integrated fire management. Global Fire Initiative. The Nature Conservancy. 30p. <<http://www.conservationgateway.org/Files/Pages/convivendo-com-o-fogo%E2%80%94man.aspx>>. Acesso em: 14/09/2020.
- Neves DM, Dexter KG, Pennington RT, Bueno ML, de Miranda PL & Oliveira-Filho AT. Lack of floristic identity in campos rupestres – A hyperdiverse mosaic of rocky montane savannas in South America. *Flora*, 238: 24-31, 2018
- Neves SPS, Conceição AA. Campo rupestre recém-queimado na Chapada Diamantina, Bahia, Brasil: plantas de rebrota e sementes, com espécies endêmicas na rocha. *Acta Botanica Brasilica* 24: 697-707, 2010.
- Nunes AN, Lourenço L & Meira ACC. Exploring spatial patterns and drivers of forest fires in Portugal (1980-2014). *Science of the total environment*, 573: 1190-1202, 2016.
- Oliveira GC, Ferreira MM & Curi N. Caracterização físico-hídrica de Cambissolos da microrregião Campos da Mantiqueira/MG. *Ciência e Prática*, 18: 341-348, 1994.
- Parise M & Cannon S. Wildfire impacts on the processes that generate debris flows in burned watersheds. *Natural Hazards* 61: 217-27, 2012.
- Pecora HB, Moura AS, Machado FS, Alvarenga G, Lacerda L & Gregorin R. Marsupiais em três vertentes da Chapada das Perdizes, Ecotono Cerrado-Mata Atlântica no sul do estado de Minas Gerais. *Regnellia Scientia*, 3(1): 1-12, 2016.
- Pivello VR, Oliveras I, Miranda HS, Haridasan M, Sato MN & Meirelles ST. Effect of fires on soil nutrient availability in an open savanna in Central Brazil. *Plant Soil* 337: 111-123, 2010.
- Pivello VR. The use of fire in the Cerrado and Amazonian rain forests of Brazil: past and present. *Fire Ecology* 7(1): 24-39, 2011.
- Prefeitura Municipal de Carrancas. Lei municipal de Carrancas n. 1.491, de 13 de julho de 2015. Regulamenta o artigo 203 da Lei Orgânica Municipal e dispõe sobre a proteção ambiental dos Patrimônios Naturais do Município de Carrancas. Prefeitura Municipal de Carrancas, Carrancas, MG, 2015.
- Price OF, Borah R & Maier SW. Role of weather and fuel in stopping fire spread in tropical savannas. *Austral Ecology*. 39: 135-144, 2013.
- Pyne SJ, Andrews PL & Richard DL. 1996. Introduction to wildland fire. John Wileys & Sons. New York.
- Ramos-Neto MB & Pivello VR. Lightning fires in a Brazilian savanna National Park: rethinking management strategies. *Environmental Management*, 26(6): 675-684, 2000.
- Ratnam J *et al.* When is a “forest” a savanna, and why does it matter? *Global Ecology and Biogeography* 20(5): 653-660, 2011.
- Reis GH, Mansanares ME, Domingos DQ, Meireles LD & van den Berg E. Asteraceae dos Campos Rupestres das Serras da Bocaina e de Carrancas, Minas Gerais, Brasil. *Rodriguésia*, 66(3): 829-845, 2015.
- Resende FM, Fernandes GW & Coelho MS. Economic valuation of plant diversity storage service provided by Brazilian rupestrian grassland ecosystems. *Brazilian Journal of Biology*, 73(4): 709-716, 2013.
- Rocha MIS & Nascimento DTF. Distribuição espaço-temporal das queimadas no bioma Cerrado (1999/2018) e sua ocorrência conforme os diferentes tipos de cobertura e uso do solo. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 14(03): 1220-1235, 2021.
- Rodrigues CC. 2016. Perspectiva etnoecológica do fogo na conservação de ecossistemas naturais. Dissertação (Mestrado Profissional em Tecnologias e Inovações Ambientais). Universidade Federal de Lavras. 156p.
- Schmidt IB & Eloy L. Fire regime in the Brazilian Savanna: Recent changes, policy and management. *Flora*, 151613, 2020.
- Schmidt IB *et al.* Fire management in the Brazilian savanna: First steps and the way forward. *Journal of Applied Ecology*, 55(5): 2094-2101, 2018.
- Schmidt IB, Sampaio MB, Figueiredo IB & Ticktin T. Fogo e artesanato de capim-dourado no Jalapão: usos

- tradicionais e consequências ecológicas. *Biodiversidade Brasileira* 1(2): 67-85, 2011.
- Sieber SS & Albuquerque UP. 2010. Métodos participativos na pesquisa etnobiológica, p. 85-106. In: Albuquerque UP, Lucena RFP & Cunha LVFC. Métodos e técnicas na pesquisa etnobiológica e etnoecológica, v.1. Nuppea.
- Silveira FAO *et al.* Ecology and evolution of plant diversity in the endangered campo rupestre: a neglected conservation priority. *Plant Soil*, 403, 129-152, 2016.
- Silvério DV *et al.* 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*, 368(1619): 20120427, 2013.
- SISEMA (Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos). Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Belo Horizonte: IDE-Sisema, 2019. <<http://idesisema.meioambiente.mg.gov.br>> Acesso em: 05/12/2020.
- Soares RV, Batista AC & Nunes JRS. 2009. Incêndios Florestais no Brasil: o estado da arte. Curitiba. 246p.
- Strassburg BB *et al.* Moment of truth for the Cerrado hotspot. *Nature Ecology & Evolution*, 1(4): 1-3, 2017.
- Tien Bui D, Le KTT, Nguyen VC, Le HD & Revhaug I. Tropical forest fire susceptibility mapping at the Cat Ba National Park Area, HaiPhong City, Vietnam, using GIS-based kernel logistic regression. *Remote Sensing*, 8(4): 347, 2016.
- Veldman JW. Clarifying the confusion: old-growth savannahs and tropical ecosystem degradation. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological sciences*, 371: 20150306, 2016.
- Walter BMT & Ribeiro JF. 2010. Diversidade fitofisionômica e o papel do fogo no bioma Cerrado, p. 59-76. In: Miranda HS (org.). Efeitos do regime de fogo sobre a estrutura de comunidades de Cerrado: Projeto Fogo. IBAMA. 144p.
- White LAS, White BLA & Ribeiro GT. 2016. Modelagem espacial de risco de incêndio florestal para o município de Inhambupe, Bahia. *Brasil. Pesquisa Florestal Brasileira*, 36(85): 41-49, 2016.

Biodiversidade Brasileira – BioBrasil.

Fluxo Contínuo

n. 2, 2022

<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