



Sustentabilidade de Recursos Florestais

André Luiz Oliveira de Francisco
(Organizador)

 **Atena**
Editora

Ano 2019

André Luiz Oliveira de Francisco
(Organizador)

Sustentabilidade de Recursos Florestais

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Lorena Prestes

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

S964 Sustentabilidade de recursos florestais [recurso eletrônico] /
Organizador André Luiz Oliveira de Francisco. – Ponta Grossa
(PR): Atena Editora, 2019.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-044-5

DOI 10.22533/at.ed.445191601

1. Desenvolvimento sustentável. 2. Gestão ambiental. 3. Meio ambiente. I. Francisco, André Luiz Oliveira de.

CDD 363.7

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

O leitor na obra Sustentabilidade de Recursos Florestais terá a oportunidade de conhecer 10 trabalhos científicos com diferentes temáticas florestais nos quais teremos inserções de assuntos econômicos, conservação do ambiente, logística, produção e desenvolvimento florestal, dentre outros.

A obra apresenta todos os trabalhos com viés aplicado do componente florestal, abordando-o desde em áreas naturais, com levantamento arbóreo e estudos do comportamento de áreas naturais, passando por estudos ambientais na exploração florestal comercial e análise de processos da cadeia produtiva da madeira, como logística e mecanização dos sistemas de produção. Contudo temáticas diferenciadas de aplicação do componente florestal também são abordadas, com aplicações dele fora do ciclo da madeira, demonstrando ao leitor oportunidades de uso e aplicações dele em dias a dias fora do recorrente uso madeireiro.

A abrangência dos temas presentes nesta obra e suas qualidades diferenciadas chamam a atenção, com questões ambientais atuais em foco ligadas a preservação do ambiente natural e suas implicações para qualidade do sistema. Soma-se a isso as análises econômicas em pauta aqui com o sistema de produção da florestal em foco, proporcionando ao leitor incremento de conhecimento sobre os tema e informações que vão implicar em ganhos econômicos ao mesmo e experiências a serem replicadas.

Neste sentido ressaltamos a importância desta leitura de forma a incrementar o conhecimento da área florestal em diferentes âmbitos ao leitor, muitos ainda pouco retratadas tornando sua leitura uma abertura de fronteiras para sua mente e oportunidades reais de planos e ideias. Boa leitura!

André Luiz Oliveira de Francisco

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 8

AVALIAÇÃO DA SOBREVIVÊNCIA DE ESPÉCIES AGROFLORESTAIS NA COMPOSIÇÃO DE QUEBRA-VENTOS DA ARCELORMITTAL TUBARÃO

Aureliano Nogueira da Costa
Fabio Favarato Nogueira
Pedro Luís Pereira Teixeira de Carvalho
Bernardo Enne Corrêa da Silva
Maria da Penha Padovan

DOI 10.22533/at.ed.4451916011

CAPÍTULO 2 16

AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DE ESPÉCIES FLORESTAIS NA COMPOSIÇÃO DE QUEBRA-VENTOS EM PÁTIOS DE ESTOCAGEM DE CARVÃO DA ARCELORMITTAL TUBARÃO

Aureliano Nogueira da Costa
Fabio Favarato Nogueira
Pedro Luís Pereira Teixeira de Carvalho
Bernardo Enne Corrêa da Silva
Maria da Penha Padovan

DOI 10.22533/at.ed.4451916012

CAPÍTULO 3 25

DESENVOLVIMENTO E MULTIPLICAÇÃO DA JOANINHA *CRYPTOLAEMUS MONTROUZIERI* NO CONTROLE BIOLÓGICO DA COCHONILHA ROSADA

Leonardo Leite Fialho Júnior
Lucas Alves do Nascimento Silva
Isabel Carolina de Lima Santos
Alexandre dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.4451916013

CAPÍTULO 4 40

DESCRIÇÃO DA COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA EM UMA UNIDADE DE MANEJO FLORESTAL NA AMAZÔNIA CENTRAL

Raildo de Souza Torquato
Tiago Nunes da Silva
Ítala Lorena de Lima Ferreira
Lennon Simões Azevedo
Vanesse do Socorro Martins de Matos
Veraldo Liesenberg

DOI 10.22533/at.ed.4451916014

CAPÍTULO 5 56

FATORES ABIÓTICOS DO SOLO NA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA BIOMASSA AÉREA EM ÁREAS DE CAATINGA NO NORDESTE BRASILEIRO

Ramon de Sousa Leite
Marlete Moreira Mendes Ivanov
Paulo Costa de Oliveira Filho
Márcio Assis Cordeiro
Misael Freitas dos Santos
Daniele Lima da Costa
Luciano Farinha Watzlawick
Kauana Engel
Jonas Wilson Parente Vieira

DOI 10.22533/at.ed.4451916015

CAPÍTULO 6 71

NFLUÊNCIA DO VOLUME MÉDIO POR ÁRVORE NA PRODUTIVIDADE E NOS CUSTOS DE PRODUÇÃO DO FELLER BUNCHER

Luis Carlos de Freitas
Francisco de Assis Costa Ferreira
Elton da Silva Leite
Ana Paula da Silva Barros
Danusia Silva Luz
Aline Pereira das Virgens

DOI 10.22533/at.ed.4451916016

CAPÍTULO 7 81

MAPEAMENTO DE FOCOS DE CALOR EM ÁREA DE INVASÃO BIOLÓGICA NO DOMÍNIO MATA ATLÂNTICA EM MINAS GERAIS

Eduarda Soares Menezes
Danielle Piuzana Mucida
Luciano Cavalcante de Jesus França
Aline Ramalho dos Santos
Marcos Vinicius Miranda Aguilari
Eduardo Alves Araújo
Fernanda Silveira Lima
Amanda Cristina dos Santos
Israel Marinho Pereira

DOI 10.22533/at.ed.4451916017

CAPÍTULO 8 96

OTIMIZAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE COZIMENTO CONTÍNUO EM LABORATÓRIO PARA MADEIRAS DE *EUCALYPTUS SPP.*

Fabiano Rodrigues Pereira
Thaís Chaves Almeida
Eliênildo Martins Alves
Rodrigo Ribeiro de Almeida
Gilmar Correia Silva

DOI 10.22533/at.ed.4451916018

CAPÍTULO 9 104

SERAPILHEIRA EM POVOAMENTO DE EUCALIPTOS: FONTE OU DRENO DE CARBONO?

Dione Richer Momolli
Mauro Valdir Schumacher
Elias Frank Araújo

DOI 10.22533/at.ed.4451916019

CAPÍTULO 10 113

VIABILIDADE ECONÔMICA, ANÁLISE DE RISCO E DE SENSIBILIDADE NO TRANSPORTE FLORESTAL RODOVIÁRIO

Aline Pereira das Virgens
Luís Carlos de Freitas
Márcio Lopes da Silva
Danusia Silva Luz
Ana Paula da Silva Barros
Francisco de Assis Costa Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.44519160110

SOBRE O ORGANIZADOR..... 126

MAPEAMENTO DE FOCOS DE CALOR EM ÁREA DE INVASÃO BIOLÓGICA NO DOMÍNIO MATA ATLÂNTICA EM MINAS GERAIS

Eduarda Soares Menezes

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha
e Mucuri - UFVJM
Diamantina – MG

Danielle Piuzana Mucida

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha
e Mucuri - UFVJM
Diamantina – MG

Luciano Cavalcante de Jesus França

Universidade Federal de Lavras - UFLA
Lavras – MG

Aline Ramalho dos Santos

Universidade Federal do Espírito Santo - UFES
Jerônimo Monteiro – ES

Marcos Vinicius Miranda Aguiar

Instituto Federal do Norte de Minas Gerais -
IFNMG
Salinas – MG

Eduardo Alves Araújo

Universidade Federal do Espírito Santo - UFES
Jerônimo Monteiro – ES

Fernanda Silveira Lima

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha
e Mucuri - UFVJM
Diamantina – MG

Amanda Cristina dos Santos

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha
e Mucuri - UFVJM
Diamantina – MG

Israel Marinho Pereira

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha
e Mucuri - UFVJM
Diamantina – MG

RESUMO: O desmatamento e transformação de extensas áreas para uso agropecuário têm contribuído na disseminação da samambaia *Pteridium esculentum* subsp. *arachnoideum* (Kaulf.) J.A. Thomson, que coloniza estes espaços antrópicos devido características peculiares da espécie, como a a resistência de seus rizomas ao fogo. O objetivo deste trabalho foi analisar a dinâmica da distribuição espaço-temporal de focos de calor em uma área com predominância de *P. esculentum*, no município de Capelinha, Minas Gerais. O processamento foi realizado com auxílio do *software* QGIS 2.18.16, a partir da base de dados vetorial do INPE, para o período de 2005 a 2017. Foi calculada a densidade por meio do estimador de Kernel, utilizando-se cinco níveis de classificação dos focos: (I) *muito baixa*, (II) *baixa*, (III) *média*, (IV) *alta* e (V) *muito alta*. Para o ano de 2005, observou-se focos dispersos, com concentrações à Nordeste e Sul do município. Em 2010, diagnosticou-se maior espacialização dos focos. Em 2015, os

raios de focos com densidades baixas e médias ocorreram ao longo da área central, à Oeste e à Leste. O maior foco, classe muito alta, incidiu sobre a RPPN Fazenda Fartura. No ano de 2017, o padrão seguiu o observado em 2015, entretanto, os raios de abrangência foram menores, especialmente à Nordeste e Sul, em áreas limítrofes municipais. Percebe-se a reincidência de focos de classes alta e muito alta sobre a unidade de conservação, validando a eficiência da ferramenta na detecção das áreas com ocorrências de incêndios.

PALAVRAS-CHAVE: Densidade de Kernel. Monitoramento ambiental. Restauração florestal. Sistemas de Informações Geográficas.

ABSTRACT: The deforestation and transformation of extensive areas for agricultural use have contributed to the dissemination of the fern *Pteridium esculentum* subsp. *arachnoideum* (Kaulf.) J.A. Thomson, who colonizes these spaces, due to peculiar characteristics of the species, among them the resistance of their rhizomes to fire. The objective of this work was to analyze the dynamics of the space-time distribution of heat sources in an area with predominance of *Pteridium esculentum* subsp. *arachnoideum* (Kaulf.) J.A. Thomson, in the municipality of Capelinha, MG. The processing was performed by the software QGIS 2.18.16, from the vector database (shapefile) of the INPE database, for the period 2005 to 2017. The density was calculated through the kernel estimator, using five levels of outbreak classification: (I) very low, (II) low, (III) medium, (IV) high and (V) very high. In 2005, there were scattered foci, with concentrations in the Northeast and South of the municipality and in the South. In 2010, greater spatialisation of foci was diagnosed and in 2015, foci of low and medium density foci occurred along the central area, west and east. The highest focus, very high class, focused on the RPPN Fazenda Fartura. In the year 2017, the pattern followed the observed in 2015, however, the radius of coverage was smaller, especially to the Northeast and South, in municipal boundary areas. It can be noticed the recidivism of *high and very high* class foci on the conservation unit, validating the efficiency of the tool in the detection of areas with occurrences of fires.

KEYWORDS: Kernel Density. Environmental monitoring. Forest Restoration. Geographic Information Systems.

1 | INTRODUÇÃO

As queimadas tornaram-se prática comum no Brasil, uma vez que o uso do fogo consiste em uma atividade antrópica comum para diversos fins, dentre eles, para preparo de terreno visando atividades agrícolas. Modificações na paisagem, resultantes da ação do fogo, tem causado aumento na frequência de incêndios florestais, chegando a invadir até mesmo as unidades de conservação, e alterando a capacidade de recuperação dos elementos da biota (CAÚLA et al., 2015; PEREIRA & SILVA, 2016).

Incêndios florestais podem ser originados de forma natural, acidental,

criminosa ou, por condições climáticas favoráveis, como pouca chuva e períodos de seca. Ocasionalmente ocasionam um fogo descontrolado que se expande livremente pela floresta, consumindo os mais variados tipos de combustíveis (DIOGENES et al., 2018).

Em ambientes naturais, a ocorrência de incêndios pode provocar modificações na estrutura e padrão do processo produtivo, resultando em diminuição da viabilidade ecológica e econômica uma vez que há redução de interações no ecossistema, destruição da riqueza genética de populações e fragmentação dos habitats (RIBEIRO et al., 2012). Além disso, provocam danos à saúde humana e meios de subsistência, impactos no clima regional e global e são responsáveis por parte da poluição atmosférica e piora da qualidade do ar (CAÚLA et al., 2015). Durante os eventos extremos de seca, amplos e de longa duração, a fumaça aumenta o número de casos de doenças respiratórias, causando muitos dias de trabalho perdidos, além de perturbar o tráfego aéreo e outras infraestruturas (BARLOW et al., 2012).

Ainda que o fogo seja considerado como parte da ecologia do Cerrado, pesquisas evidenciam que os distúrbios provocados pelos incêndios florestais no ecossistema contribuem para que as espécies invasoras encontrem condições favoráveis para germinação e estabelecimento. Este é o caso de samambaias, como a espécie como *Pteridium esculentum* subsp. *arachnoideum* (Kaulf.) J.A. Thomson, que atrasa a sucessão secundária, pois invade áreas perturbadas com rapidez, monopoliza os recursos impedindo a regeneração das espécies nativas (CONNELL & SLATYER, 1997) e tem dominado diversas áreas brasileiras.

O sucesso da invasão pelas samambaias ocorre pelo fato de apresentarem adaptações morfológicas que garantem sua sobrevivência em ambientes de altas salinidades, estações de seca, ataque de fogo, como por exemplo, em regiões de Cerrado, dentre outras adversidades. Além disso, a camada densa de serapilheira formada sob as samambaias pode impedir a chegada de sementes na superfície do solo; mesmo quando sementes conseguem atingi-lo, rizomas de samambaias impedem a penetração das raízes de espécies nativas. Além disso, são competidoras eficientes devido: ao sistema vascular desenvolvido, que podem alcançar 3m de altura; à grande variação morfológica; e à reprodução sexuada por meio de seus esporos e vegetativa, pela expansão da rede de rizomas (MARRS & WATT, 2006; DEN OUDEN, 2000; GLIESSMAN, 1978).

Nesse contexto, o aumento da ocorrência de incêndios provoca alteração na vegetação, diminui a diversidade de espécies, altera os processos evolutivos do bioma provocando a degradação dos solos (MACHADO NETO et al., 2017).

Segundo Collins et al. (2013), políticas direcionadas à supressão de incêndios proporcionam benefícios imediatos e são eficazes a curto prazo quando comparadas à investimentos em prevenção. Neste sentido, estabelecer políticas de controle e prevenção de incêndios florestais, a partir do conhecimento de quando e porque ocorrem, é cada vez mais necessário e urgente. Segundo Irland (2013), levantar o histórico do fogo e compreender o caráter estatístico do tamanho e da área de

ocorrência dos incêndios florestais é extremamente importante para os programas de proteção florestal. Portanto, estatísticas consistem em importantes ferramentas no reconhecimento do perfil de incêndios. De posse de tais dados, planeja-se o controle de modo mais eficiente; sem eles, subestimam-se ou superestimam-se os gastos relacionados à proteção do ambiente, colocando em risco a sobrevivência das florestas (SANTOS et al., 2006).

É amplamente reconhecido que quanto maior o entendimento sobre o comportamento do fogo e sua resposta às condições ambientais, mais se poderá antecipar situações perigosas, ou impactos de grande magnitude, e mais acertadas serão decisões sobre gestão de combustíveis e dos incêndios (LINN et al., 2012). Para Pezzatti et al. (2013), todas as regiões, mesmo as mais próximas, têm seu próprio contexto específico de comportamento do fogo e, portanto, enfatizam a necessidade de estudos estatísticos de incêndios locais a fim de compreender melhor as ocorrências, o que leva à medidas mais eficientes na diminuição dos danos causados.

Estudos relacionados à incidência de focos de calor por meio do geoprocessamento servem como alternativa metodológica para o desenvolvimento de pesquisas visando o entendimento da estrutura, função e dinâmica dos elementos da paisagem, a fim de definir a espacialização de fenômenos como o risco aos incêndios. Além disso, podem auxiliar nas medidas necessárias para a defesa contra os impactos relacionados às queimadas descontroladas, como por exemplo, na implementação de planos de manejo, gestão de unidades de conservação, e também especificar local, momento e modo de realização dessas medidas (TORRES et al., 2017).

O monitoramento por meio de imagens de satélites é indispensável para locais sem meios intensivos de acompanhamento, condição essa encontrada em grande parte do Brasil, por exemplo. Assim, imagens podem ser utilizadas nas interpretações da evolução do uso/ocupação da cobertura vegetal, permitindo a identificação nos padrões de mudança, tanto quantitativa, quanto qualitativa ao longo do tempo (MORAIS, 2016). Nesse sentido, o Sistema de Informações Geográficas (SIG), em conjunto com técnicas de variáveis do geoprocessamento compreendem instrumentos bastante significativos para o monitoramento por meio de mapas manipulados neste sistema, interligados aos focos presentes na região de interesse.

Assim, o alongamento dos registros históricos e mapas de ocorrência de focos de calor são indispensáveis, uma vez que proporcionam uma melhor perspectiva sobre as mudanças reais no seu comportamento e servem para a compreensão melhor da relação entre o fogo e clima (VIJAYAKUMAR et al., 2015). Portanto, as informações sobre a acurácia dos algoritmos necessitam ser atualizadas constantemente, visto que no decorrer do tempo, o desempenho adquirido pelos sensores e as condições radiométricas sofrem alterações (MIRANDA et al., 2013).

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi analisar a dinâmica da distribuição espaço-temporal de focos de calor em uma área com predominância de *Pteridium esculentum* subsp. *arachnoideum* (Kaulf.) J.A. Thomson, no município de Capelinha,

2 | METODOLOGIA

2.1 . Área de Estudo

A área de estudo corresponde ao município de Capelinha – MG e, mais especificamente, à Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Fartura, localizada em sua porção sul:

Capelinha localiza-se na mesorregião do Vale do Jequitinhonha, em Minas Gerais, cuja área é de 965,37 km² (Figura 1). A sede municipal encontra-se a 718 m de altitude e distante 480 km de Belo Horizonte, capital do estado.

A RPPN Fartura possui uma área de 14,78 km² (1.478 hectares) situada entre os paralelos 15° 30' e 18° 30' S e os meridianos 39° 50' e 43° 50' W (Figura 1). Esta unidade de conservação é propriedade da Cemig Geração e Transmissão (Cemig GT) e criada como parte de exigências do Licenciamento Ambiental da Usina Hidrelétrica de Irapé. Representa uma unidade de conservação de alta relevância ecológica em nível regional para o nordeste de Minas Gerais (IEF, 2009; BIOPRESERVAÇÃO, 2009; DOEMG, 2010).

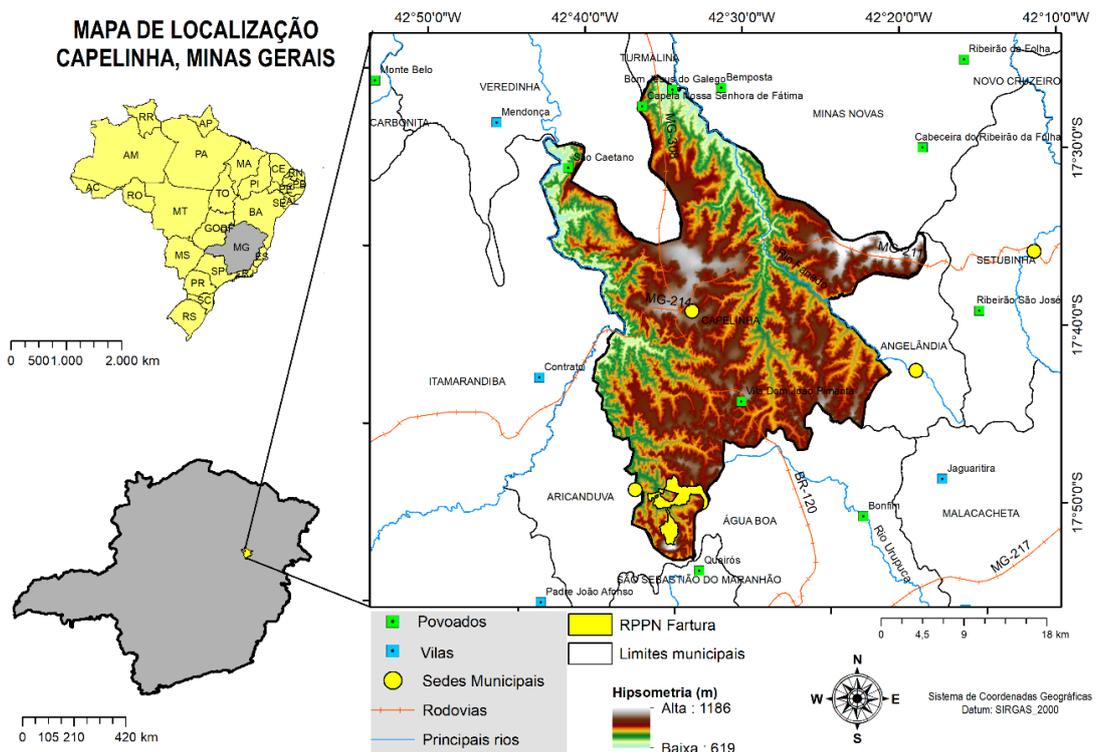


Figura 1. Área do município de Capelinha e Reserva Particular do Patrimônio Particular, Fazenda Fartura, com representação hipsométrica.

O município de Capelinha apresenta características climáticas, com médias pluviométricas variam entre 200 mm na estação seca e 900 mm na estação chuvosa (BIOPRESERVAÇÃO, 2009; FERREIRA, 2012). A região possui clima tropical, com período seco entre abril a setembro e úmido de outubro a março e temperatura média anual de aproximadamente 21,5 °C (BAARS et al., 1997). O clima é classificado como

temperado úmido com inverno seco e verão quente (Cwa), pela classificação de Köppen (MOUTINHO, 2013).

O relevo local possui formas variadas indo desde as partes mais baixas, como fundos de vale com pequenas declividades, até os mais íngremes que em certos pontos chegam a caracterizar relevos escarpados (Figura 1), apresentando altitudes entre 712 e 1.244 m (BIOPRESERVAÇÃO, 2009; CIAT, 2006). Além disso, em acordo com Aperam Bioenergia (2013) a paisagem da região é classificada como chapadões baixos e colinas com relevo ondulado suave a ondulado forte. Sendo os principais tipos de solos: Latossolo Vermelho- Amarelo; Argissolo Vermelho e Argissolo Vermelho- Amarelo.

Os biomas que ocorrem na região são o Cerrado e a Mata Atlântica (IBGE, 2010), sendo predominante na RPPN Fartura a fitofisionomia de Floresta Estacional Semidecidual. A reserva está em contato com paisagens modificadas e fragmentadas pelas atividades antrópicas de queimada, pastoreio e monocultivos de café e eucalipto (MURTA, 2016). Há inúmeras áreas degradadas na RPPN sob invasão de samambaia *Pteridium esculentum* subsp. *arachnoideum* (Kaulf.) J.A. Thomson. Uma área específica, de cerca de três hectares (Figura 2), por exemplo, foi afetada por incêndio em 2011, propiciando a colonização e estabelecimento de samambaia vindo a formar uma cobertura densa e homogênea da espécie (CARVALHO, 2016).



Figura 2. Área da RPPN Fartura, Capelinha, MG, foco de incêndio em 2011, caracterizada atualmente por invasão de *Pteridium aquilinum*.

2.2 Aquisição e processamento dos dados

O levantamento das informações sobre os focos de calor referente ao município de Capelinha foi obtido a partir de imagens vetoriais disponibilizadas no banco de dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). As imagens utilizadas

com os registros diários dos anos de 2005, 2010, 2015 e 2017 são do sensor MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*), satélite AQUA_M-T.

O processamento foi realizado pelo *software QGIS 2.18.16*, a partir da validação topológica das imagens, que posteriormente foram sobrepostas, ambas em formato vetorial (*shapefile*) compreendendo cada ano estudado. A partir disso, foi feita seleção da região de interesse, tendo por base os limites disponibilizados em formato vetorial, com escala 1:100.000, extraídas do banco de dados do Instituto Pristino (INSTITUTO PRISTINO, 2018).

Após a extração e geração das imagens preliminares, foi realizada a interpolação e categorização dos registros pontuais dos focos, calculando a densidade por meio do estimador de Kernel, segundo Equação 1:

$$\lambda_{\tau}(S) = \sum_{i=1}^n \frac{1}{\tau^2} K\left(\frac{S-S_i}{\tau}\right) \quad (\text{Equação 1})$$

onde: **n**= contagem pontos amostrais (eventos); **τ** = raio que determina grau de suavização; **K**= função de estimação de Kernel; **S**= localização geral da superfície com o valor proporcional à intensidade dos eventos por unidade de área; **S_i** =localização inicial da superfície com o valor proporcional à intensidade dos eventos por unidade de área.

Nesse método de cálculo de densidade é realizada a interpolação de valores de intensidade centrados em cada célula, inseridas em grades, considerando a função simétrica (Figura 3), utilizando-se os pontos situados até certa distância do centro de cada célula (BARBOSA et al., 2014).

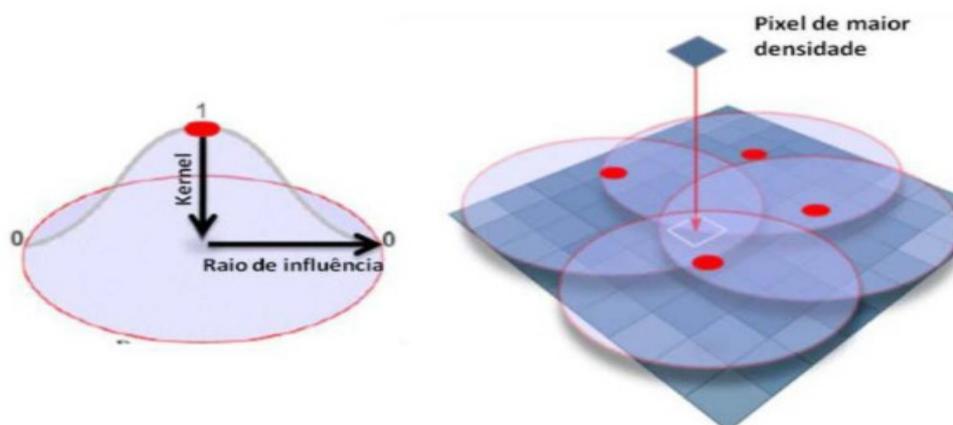


Figura 3. Representação ilustrativa por célula e de células inseridas em grade, que compreendem o procedimento de Densidade de Kernel.

Fonte: Vasconcelos (2016).

Diante da análise, as densidades dos focos de calor foram classificadas em cinco níveis: (I) *muito baixa* (100 -191 focos por km²), (II) *baixa* (192 - 254 focos por km²), (III)

média (255 - 382 focos por km²), (IV) *alta* (383 - 763 focos por km²) e (V) *muito alta* (764 - 1185 focos por km²), com raio de 2000 m e *pixel* de 100 m.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o ano de 2005 observou-se focos dispersos com concentrações das classes *alta* e *muito alta* à Nordeste e Sul do município. Os focos ao Sul compreendem **área da RPPN Fartura**, área caracterizada por severa invasão biológica da samambaia (Figura 2, 4A).

Em 2010 a espacialização dos focos é menor no município. Densidades *alta* e *muito alta* abrangem as regiões Centro e Oeste e nas proximidades da RPPN Fartura (Figura 4B).

Em 2015 raios de focos com densidades *baixas* e *médias* ocorreram ao longo da área no sentido Centro, Oeste e Leste. O maior foco incidiu a Sul do município, em área da RPPN Fartura, classificado na categoria *muito alta*, corroborando a hipótese de que a colonização e estabelecimento da samambaia ocorreu após um incêndio em 2011, que vêm sendo favorecido por esse fator (Figura 4C).

Para o ano de 2017 (Figura 4D), o padrão segue o observado em 2015, entretanto, os raios de abrangência são menores, a Nordeste e Sul em áreas limítrofes do município apresentando classes *média*, *alta* e *muito alta*.

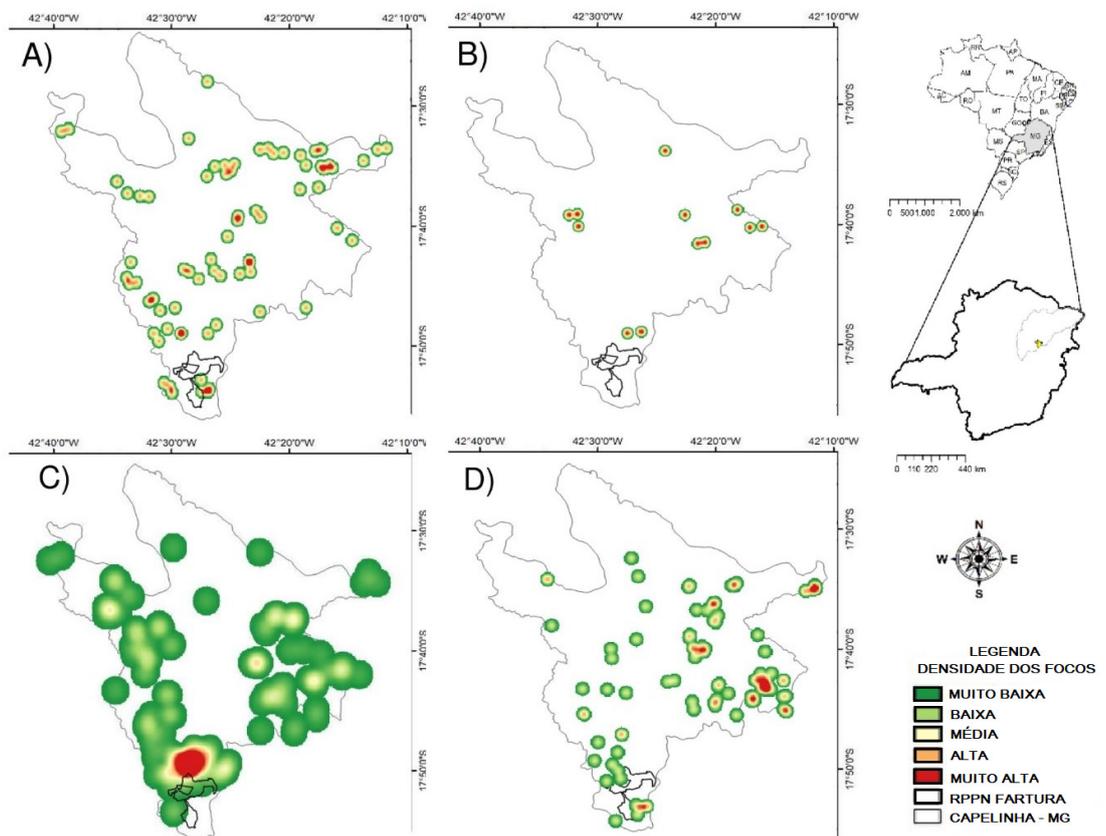


Figura 4. Análise espacial e temporal de focos de calor para o município de Capelinha, MG,

Perturbações geradas por fogo podem prover vantagens competitivas iniciais particularmente importantes por causar aumento na disponibilidade de nutrientes por um tempo curto. Uma vez estabelecida a dominância das invasoras, o estabelecimento de outras espécies competidoras no processo de sucessão natural pode ficar inibido em função da crescente limitação dos recursos (ZILLER, 2000).

O combustível, composto pela biomassa vegetal disponível para a queima, possui grande influência nos incêndios. Esse fator, conforme Rodrigues (2009), apresenta variações no tempo e no espaço, e a sua distribuição espacial vai influenciar na ignição e propagação do fogo. Embora os fatores mencionados contribuam para a ocorrência de um incêndio florestal, a fonte de ignição é na verdade, a que mais preocupa especialistas em combates a incêndios florestais, podendo essa fonte ser de origem natural ou humana.

Estudo como França et al. (2018) evidenciam o uso e ocupação do terreno da RPPN Fartura. Os autores afirmam que cerca de 47% da área da reserva ainda apresenta cobertura florestal nativa (Figura 5a). Dentre as áreas antropizadas, tem-se que 3% refere-se à áreas urbanizadas/edificadas; 6% de solo exposto; 18% Mosaico Vegetação Campreste/Agrícola (Figura 5b,c) e 26% de pastagem natural.

A antropização e atividades agrícolas pré-existentes e nas zonas limítrofes da RPPN têm aumentado a incidência de incêndios e queimas não controladas, conforme os dados obtidos no presente estudo.

Na maioria das regiões, os incêndios florestais são causados principalmente por seres humanos e são dependentes de atividade social. Na Itália, de acordo com Lovreglio et al. (2010), o uso indevido do fogo em atividades agrícolas (13,99%) foi a principal causa dos incêndios florestais negligentes. Para os incêndios florestais intencionais, a maioria foram iniciados por trabalhadores sazonais que buscam criar ou manter postos de trabalho (TORRES et al., 2016).

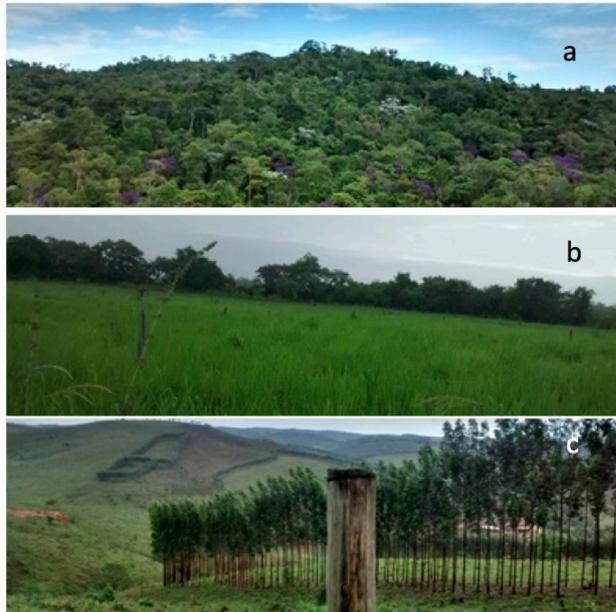


Figura 5. Representação do uso e ocupação de terreno na RPPN Fartura, Capelinha, Minas Gerais. a) Cobertura florestal nativa; b) Vegetação campestre; c) Plantio de eucalipto.

A incidência espacial observada em 2005, ocorre em raios que coadunem classes *baixas* e *médias*, chegando a intensidade muito alta. Isso demonstra que queimadas iniciais ocorreram (focos com densidades menos significantes) tendendo a falta de controle, intensificando o número focos por área, levando a densidades *altas* e *muitas altas* que contracenam discrepância.

As características dos incêndios são afetadas pelas complexas interações entre vegetação, clima, topografia e atividades antrópicas ao longo do tempo. Em escala regional, o clima, por determinar o teor de umidade do combustível e a quantidade de biomassa, é o principal controlador das características dominantes dos incêndios, bem como do tipo de vegetação encontrado. Além disso, uso do solo e topografia afetam a frequência, velocidade de propagação e tamanho das áreas queimadas (TORRES et al., 2016). Analisando a Figura 1, que corresponde ao modelo digital de elevação do terreno para o município de Capelinha, percebe-se o contraste das áreas com maiores e menores altitudes e o padrão de favorecimento dos registros dos focos de calor, sendo que quanto maior a declividade, maior a susceptibilidade às ocorrências.

A diminuição dos registros ao longo do ano de 2010, apesar de ser positivo para a região, merece atenção no que concerne aos pontos de focos, uma vez que apresentam-se reincidentes em terrenos afetados anteriormente. As pessoas interferem nos ciclos anuais do fogo em muitas partes do mundo, diminuindo ou aumentando as épocas e áreas mais propícias à ocorrência de fogo. A intervenção humana afeta, portanto, o início do evento, exercendo um controle importante da atividade do fogo além de suas limitações “naturais”, mascarando a influência do clima (BEDIA et al., 2015). Capelinha é marcada por suas atividades agropecuárias intensivas, sendo uma das práticas utilizadas para a limpeza do terreno, o uso do fogo.

Os raios maiores que são dispersos ao longo do território da cidade abarcam

classes *muito baixas*, *baixas* e *médias* (em menor área), chamando atenção um único raio de classes alta e muito alta na área da RPPN Fartura e suas zona de amortecimento. Análises de campo evidenciam que a partir de 2011 a colonização de *P. esculentum* que veio como consequência de uma série de incêndios florestais (Figura 6). A partir daí a espécie tem colonizado áreas cada vez maiores da reserva, comprometendo a vegetação nativa existente. Estima-se que 3 hectares foram degradados pela invasão biológica.



Figura 6. *Pteridium esculentum* e áreas com invasão dentro da RPPN Fartura, Capelinha, Minas Gerais.

A semelhança observada entre 2015 e 2017, considerando que para o último ano os raios abrangem áreas menores, comprova o controle das práticas no município, o que de fato mostra que apesar de condições ambientes favoráveis a ocorrência de incêndios, o homem é agente determinante na existência desse fator de degradação. Além disso, a implantação de projetos de restauração na RPPN Fartura, surgiram no intuito de atenuar e mitigar os problemas gerados pela invasão biológica (Figura 7).



Figura 7. Projetos de restauração ecológica realizados nas áreas com invasão de *Pteridium esculentum*, RPPN Fartura, Capelinha, Minas Gerais.

Soares & Santos (2002) e Santos et al. (2006), em estudos sobre o perfil dos incêndios florestais em áreas protegidas entre 1994 e 2002, definiram o estado de Minas Gerais como o com o maior número de ocorrências, seguido por Espírito Santo, São Paulo e Bahia. O estado mineiro é atingido todos os anos pelas queimas não autorizadas, incêndios em áreas particulares, incêndios em margens de rodovias, queimas de lotes urbanos e outros. A grande área queimada e o alto número de focos de calor ocorridos nos últimos anos no Brasil têm exposto a fragilidade do país no controle de seus incêndios florestais (LIMA, 2000).

Diante da estimativa de densidade realizada pela função de Kernel foi possível indicar a distribuição e intensidade dos focos, constituindo uma interessante ferramenta para nortear a atividade de prevenção e fiscalização. No que se refere a invasão biológica, a comparação espacial e temporal e intensidade da distribuição dos focos, permitiu validar as informações em campo. Entende-se que mais estudos podem ser conduzidos e validados com o uso dessas técnicas de geoprocessamento, sendo de grande aplicabilidade para a conservação dos recursos naturais, bem como a utilização desses conhecimentos para o monitoramento, elaboração de mapas de risco e definição de estratégias para a prevenção e amenização de impactos ambientais.

4 | CONCLUSÃO

Ao longo dos anos analisados, percebe-se a reincidência de focos de classes *alta* e *muito alta* sobre o município de Capelinha e em especial, sobre a área da unidade de conservação RPPN Fartura, validando a eficiência da ferramenta na detecção das áreas com ocorrências de incêndios. Tais ocorrências proporcionaram distúrbios biológicos a RPPN Fartura representado por perda de cobertura de vegetação nativa

e pela invasão biológica de samambaias. A estimativa de densidade de Kernel é aplicável no mapeamento da incidência de focos de calor validada a ocorrência de incêndios florestais.

REFERÊNCIAS

APERAM BIOENERGIA. **Plano de manejo florestal**. v. 07, p. 2 – 61, 2013.

BAARS, F. J.; GROSSI-SAD, J. H.; FONSECA, E. **Geologia da Folha Capelinha**. Em: GROSSI-SAD, J. H.; LOBATO, L. M.; PEDROSA-SOARES, A. C.; SOARES-FILHO, B. S. (coordenadores e editores). Projeto Espinhaço em CD-ROM (textos, mapas e anexos). Belo Horizonte, COMIG - Companhia Mineradora de Minas Gerais. p. 1373-1503, 1997.

BARBOSA, N. F. M.; STOSIC, B. F.; STOSIC, T.; LOPES, P. M.; MOURA, G. B. de A.; MELO, J. S. P. Kernel smoothing dos dados de chuva no Nordeste. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v.18, n.7, p.742–747, 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v18n7/v18n07a11.pdf>>. Acesso em abr. 2018.

BARLOW, J.; PARRY, L.; GARDNER, T. A.; FERREIRA, J.; ARAGÃO, L. E. O. C.; CARMENTA, R.; BERENQUER, E.; VIEIRA, I. C. G.; SOUZA, C.; COCHRANE, M. A. The critical importance of considering fire in REDD+ programs. **Revista Biological Conservation**, v. 154, n. 2012, p. 1-8, 2012.

BEDIA, J.; HERRERA, S.; GUTIÉRREZ, J.M.; BENALI, A.; BRANDS, S.; MOTA, B. Global patterns in the sensitivity of burned area to fire-weather: implications for climate change. **Revista Agricultural and Forest Meteorology**, 2015. DOI: [http:// dx.doi.org/10.1016/j.agrformet.2015.09.002](http://dx.doi.org/10.1016/j.agrformet.2015.09.002).

BIOPRESERVAÇÃO, Consultoria e Empreendimentos Ltda. **Plano de Manejo**. Reserva Particular do Patrimônio Natural Fazenda Fartura. Belo Horizonte, MG. 2009.

CARVALHO, T. F. **Estratégias para a restauração de áreas com invasão de *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn no domínio da Mata Atlântica, na RPPN Fartura em Capelinha-MG**. Dissertação de Mestrado em Ciência Florestal, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, Diamantina – MG, 127 p. 2016.

CAÚLA, R. H.; OLIVEIRA-JÚNIOR, J. F.; LYRA, G. B.; DELGADO, R. C.; HEILBRON FILHO, P. F. L. Overview of fire foci causes and locations in Brazil based on meteorological satellite data from 1998 to 2011. **Revista Environmental Earth Sciences**, v. 74, n. 2, p. 1497-1508, 2015.

CIAT. **Plano Territorial de desenvolvimento rural sustentável do Alto Jequitinhonha**. 2006. Disponível em: <http://sit.mda.gov.br/download/ptdrs/ptdrs_qua_territorio057.pdf>. Acesso em fev. de 2018.

COLLINS, R. D.; NEUFVILLE, R.; CLARO, J.; OLIVEIRA, T.; PACHECO, A. P. Forest fire management to avoid unintended consequences: a case study of Portugal using system dynamics. **Revista Journal of Environmental Management**, v. 130, n. 2013, p. 1-9, 2013.

CONNELL, J. H.; SLATYER, R. O. Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. **Revista American Naturalist**, Chicago, v. 111, n. 982, p. 1119-1144, 1977.

DEN OUDEN, J. The role of bracken (*Pteridium aquilinum*) in forest dynamics. **Revista Thesis**, Wageningen University, The Netherlands, 2000.

DIÁRIO OFICIAL DO ESTADO DE MINAS GERAIS - DOEMG. **Executivo**. Pg. 78. 2010.

DIÓGENES, F. E. G.; GUIMARÃES, P. P.; BOTREL, R. T. Ocorrência de incêndios florestais em Caicó

- e Natal – RN. **Revista Agropecuária Científica no Semiárido**, Patos, v.14, n. 1, p. 80-84, 2018.
- FERREIRA, O. V.; SILVA, M. M. O clima da bacia do rio Jequitinhonha, em Minas Gerais: subsídios para a gestão de recursos hídricos. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, n. 2, 2012.
- FRANÇA, L. C. de J.; MUCIDA, D. P.; MORAIS, M. S. de. Sistema de Informações Geográficas (SIG) na análise de uso do terreno, cobertura vegetal e ordenamento territorial no município de Capelinha, MG. In: PEREIRA, I. M. et al. **Diretrizes para adequação ambiental de propriedades rurais: Um estudo de caso na RPPN Fazenda Fartura e entorno**. Diamantina: UFVJM, 2018. p. 149-213.
- GLIESSMAM, S. R. The establishment of bracken following fire in tropical habitats. **Revista American Fern Journal**, Arkansas, v.68, n. 2, p.41-44, 1978.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2010**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br>>. Acesso em fev. de 2018.
- INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS - IEF. **Deliberação nº 1.434, de 1º de setembro de 2009**. Institui como Reserva Particular do Patrimônio Natural - RPPN a área denominada “Fartura”, no município de Capelinha/MG. Belo Horizonte, Minas Gerais. 2009.
- INSTITUTO PRISTINO. **Atlas Digital Geoambiental**. Disponível em: <<https://www.institutopristino.org.br/atlas/>>. Acesso em abr. 2018.
- IRLAND, L. C. Extreme value analysis of forest fires from New York to Nova Scotia, 1950-2010. **Revista Forest Ecology and Management**, v. 294, n. 13, p. 150-157, 2013.
- LIMA, G. S. A prevenção de incêndios florestais no estado de Minas Gerais. **Revista Floresta**, v. 30, n.1. 2000. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/rf.v30i12.2364>.
- LINN, R. R.; CANFIELD, J. M.; CUNNINGHAM, P.; EDMINSTER, C.; DUPUY, J. L.; PIMONT, F. Using periodic line fires to gain a new perspective on multi-dimensional aspects of forward fire spread. **Revista Agricultural and Forest Meteorology**, v. 157, n. 2012, p. 60-76, 2012.
- LOVREGLIO, R.; LEONE, V.; GIANQUINTO, P.; NOTARNICOLA, A. Wildfire cause analysis: four casestudies in southern Italy. *iForest*, v. 3, n. 2010, p. 8-15, 2010.
- MACHADO NETO, A. P.; BATISTA, A. C.; BIONDI, D.; SOARES, R. V.; BATISTA, A. P. B. Incêndios florestais no Parque Nacional da Chapada dos Guimarães-MT entre 2005 e 2014. **Revista Nativa**, Sinop, v. 5, n. 5, p. 355-361, 2017.
- MARRS R. H; WATT, A. S. Biological flora of the British Isles: *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn. **Revista Journal of Ecology**, Oxford, v.94, n. 6, p.1272-1321, 2006.
- MIRANDA, J. R.; SILVA, R. G.; SALES, G. B. FILGUEIRAS, R.; NASCIMENTO, C.R. Caracterização e monitoramento de focos de queimadas na região norte de Minas Gerais a partir de imagens de satélites. In: XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, Paraná. **Anais...** Paraná: INPE, 2013. p. 3-4.
- MORAIS, M. S. Análise temporal do uso e ocupação do terreno do Parque Estadual do Biribiri e de sua Zona de Amortecimento, município de Diamantina, Minas Gerais. **Revista Caderno de Geografia**, Belo Horizonte, v. 26, n. 46, p. 362-38, 2016.
- MOUTINHO, V. H. P. **Influência da variabilidade dimensional e da densidade da madeira de Eucalyptus sp. e Corymbia sp. na qualidade do carvão**. Tese. Universidade Federal de São Paulo – USP, 2013.
- MURTA, M. A. C. **Comparação do estrato regenerante entre bordas e interior de uma floresta estacional semidecidual em Capelinha – MG**. Dissertação de Mestrado em Ciência Florestal, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri,

Diamantina, Diamantina – MG, 55 p. 2016.

PEREIRA, J. A. V.; SILVA, J. B. Detecção de Focos de Calor no Estado da Paraíba: um estudo sobre as queimadas. **Revista Geográfica Acadêmica**, Boa Vista, v. 10, n. 1, p. 5-16, 2016.

PEZZATTI, G. B.; ZUMBRUNNEN, T.; BÜRGI, M.; AMBROSETTI, P.; CONEDERA, M. Fire regime shifts as a consequence of fire policy and socio-economic development: an analysis based on the change point approach. **Revista Forest Policy and Economics**, v. 29, n. 2013, p. 7-18, 2013.

RIBEIRO, M. N.; SANCHEZ, M.; PEDRONI, F.; PEIXOTO, K. DA S. Fogo e dinâmica da comunidade lenhosa em cerrado sentido restrito, Barra do Garças, Mato Grosso. **Revista Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v. 26, n. 1, p. 203-217, 2012.

RODRIGUES, M. M. T. **Integração das Variáveis de Natureza Social na Avaliação do Risco de Incêndio Florestal na Região de Trás-os-Montes e Alto Douro**. Dissertação de Mestrado em Gestão e Conservação da Natureza, Universidade dos Açores, Portugal, 93p. 2009.

SANTOS, J. F.; SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. Perfil dos incêndios florestais no Brasil em áreas protegidas no período de 1998 a 2002. **Revista Floresta**, v. 36, n. 1, p. 93-100, 2006.

SOARES, R. V.; SANTOS, J. F. Perfil dos incêndios florestais no Brasil de 1994 a 1997. **Revista Floresta**, v. 32, n. 2, p. 219-232, 2002.

TORRES, F. T. P.; LIMA, G. S.; COSTA, A. das G.; FÉLIZ, G. de A.; SILVA JÚNIOR, M. R. da. Perfil dos incêndios florestais em unidades de conservação brasileiras no período de 2008 a 2012. **Revista Floresta**, v. 46, n. 4, p. 531 - 542, 2016.

TORRES, F. T. P.; ROQUE, M. P. B.; LIMA, G. S.; MARTINS, S. V.; FARIA, A. L. L. de. Mapeamento do Risco de Incêndios Florestais Utilizando Técnicas de Geoprocessamento. **Revista Floresta e Ambiente**, v. 1, n.24, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.025615>.

VASCONCELOS, V. V. **Análise de eventos pontuais**. 2016. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/vitor_vasconcelos/anlise-espacial-de-eventos-pontuais>. Acesso em maio de 2018.

VIJAYAKUMAR, D. B.I. P.; RAULIER, F.; BERNIER, P.Y.; GAUTHIER, S.; BERGERON, Y.; POTHIER, D. Lengthening the historical records of fire history over large areas of boreal forest in eastern Canada using empirical relationships. **Revista Forest Ecology and Management**, p. 30-39, 2015.

ZILLER, S. R. Plantas exóticas: a ameaça da contaminação biológica. **Revista Ciência Hoje**, v.30, n.178, p.77-79, 2001.

SOBRE O ORGANIZADOR

ANDRÉ LUIZ OLIVEIRA DE FRANCISCO Atualmente é Analista de Pesquisa do Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR) na Área de Solo (ASO) do Polo Regional de Pesquisa de Ponta Grossa e Professor do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (CESCAGE). Graduado em Agronomia pela Universidade Estadual de Maringá (UEM) e Mestre em Energia Nuclear na Agricultura na área de concentração de Biologia e Meio Ambiente pelo Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo (CENA/USP) e Doutorando em Agronomia área de concentração de Uso e Manejo do Solo na Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). Trabalha com os temas: Qualidade de Sistemas de Produção Agrícola e Ambientais, Microbiologia do Solo, Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-044-5

