

**INSTITUTO FEDERAL
DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA**
Minas Gerais
Campus Bambuí

ELAINE GONÇALVES DA COSTA

**ÍNDICE DE RISCO POTENCIAL DE FOGO (PFI_{v2}) NA PREVENÇÃO
DE INCÊNDIOS FLORESTAIS: ESTUDO DE CASO NO PARQUE
NACIONAL DA SERRA DA CANASTRA – MINAS GERAIS - BRASIL**

**BAMBUÍ – MG
MARÇO / 2020**

ELAINE GONÇALVES DA COSTA

**ÍNDICE DE RISCO POTENCIAL DE FOGO (PFI_{v2}) NA PREVENÇÃO
DE INCÊNDIOS FLORESTAIS: ESTUDO DE CASO NO PARQUE
NACIONAL DA SERRA DA CANASTRA MINAS GERAIS - BRASIL**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - IFMG, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental.

Área de concentração: Ciências Ambientais

Linha de Pesquisa: Planejamento e Gestão Ambiental

Orientador: Prof. Dr. Carlos Fernando Lemos

Coorientador: Prof. Dr. Hygor Aristides Victor Rossoni

**BAMBUÍ – MG
MARÇO / 2020**



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DE MINAS GERAIS

Avenida Professor Mário Werneck, nº. 2590, Bairro Buritis, Belo Horizonte, CEP 30575-180,
Estado de Minas Gerais



FICHA DE APROVAÇÃO

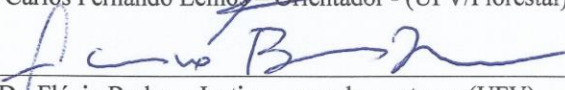
Dissertação de Mestrado, intitulada **“ÍNDICE DE RISCO POTENCIAL DE FOGO (PFIv2) NA PREVENÇÃO DE INCÊNDIOS FLORESTAIS: Estudo de caso no Parque Nacional da Serra da Canastra”**, de autoria da mestranda em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental, **Elaine Gonçalves Costa**, aprovada pela Banca Examinadora de Defesa, em 14/03/2020, com a média de pontuação de 93.

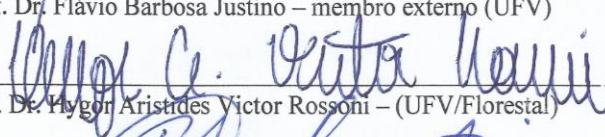
Título do Trabalho – houve alteração ☒ Sim () Não

Se sim, qual o título Acréscendo após o título original
“Minas Gerais - Brasil”

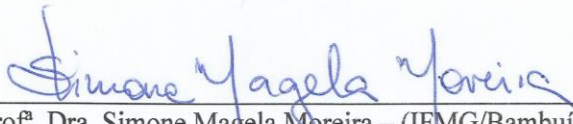
Florestal (MG), 13 de março de 2020.


Prof. Dr. Carlos Fernando Lemos – Orientador - (UFV/Florestal)


Prof. Dr. Flávio Barbosa Justino – membro externo (UFV)


Prof. Dr. Hygor Aristides Victor Rossoni – (UFV/Florestal)


Prof. Dr. Ricardo Sousa Cavalcanti – (IFMG/Bambuí)


Prof.ª Dra. Simone Magela Moreira – (IFMG/Bambuí)
Coordenadora do Programa de Pós-graduação em Sustentabilidade e Tecnologia
Ambiental do IFMG – Campus Bambuí

C837i Costa, Elaine Gonçalves da.
Índice de Risco Potencial de Fogo (PFIv2), na prevenção de incêndios florestais: estudo de caso no Parque Nacional da Serra da Canastra. / Elaine Gonçalves da Costa. – Bambuí, 2020.
138 f.: il.; color.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Fernando Lemos.
Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus Bambuí, MG, Curso Mestrado Profissional em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental, 2020.

1. Unidades de conservação. 2. Queimadas. 3. Climatologia. I. Lemos, Carlos Fernando. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus Bambuí, MG. III. Título.

CDD 634.943

Dedicatória

A Deus...

Aos meus pais, meu irmão e minha filha! Minha mãe pelo amor incondicional, meu pai por todos os ensinamentos e por não me deixar desistir, Cecília meu maior presente de Deus.

A todos aqueles que como eu, amam a Serra da Canastra!

AGRADECIMENTOS

Gratidão a Deus pela vida. Por cada degrau alcançado na busca dos meus objetivos, como amante da natureza e da engenharia. Por cada obstáculo, cada tropeço, cada pedra, desvios, pelos momentos difíceis durante o percurso que me fizeram crescer, me mostraram que sou mais forte do que imaginava.

Gratidão a Deus por ter nascido mineira, Sanroquense, Canastreira.

Á Deus eu agradeço por ter o dom da visão e desde criança enxergar as belezas de minha região e crescer apaixonada por ela, carregando comigo o desejo de fazer parte dos que lutam pela manutenção e preservação de nossos recursos naturais.

Sou grata aos funcionários do Instituto Chico Mendes, em especial a Bianca, responsável pela Gestão de Incêndios, pelas informações e fundamental colaboração no desenvolver da pesquisa e do produto técnico e também a Paola e Fernando.

Sou grata a todos os professores do mestrado em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental do Instituto Federal de Minas Gerais, *Campus Bambuí/MG*, ao coorientador Dr. Hygor Rossoni pelas considerações no decorrer da pesquisa, ao professor Dr. Ricardo Cavalcanti pela participação na banca, considerações e sugestões.

Gratidão ao Ronaldo, secretário do mestrado, pela presteza, atenção e dedicação de sempre, muitas bênçãos para sua vida!

Em especial, gratidão ao meu professor orientador Dr. Carlos Fernando Lemos, por inicialmente ouvir a ideia do meu projeto, por incentivar meu trabalho, apresentar os índices de risco de fogo, unindo o meu desejo de trabalhar com incêndios florestais na região do Parna Canastra, com uma ferramenta de gestão e prevenção de riscos de incêndio. Gratidão pelas orientações, pela atenção, pelo conhecimento repassado, pelo apoio na Universidade Federal de Viçosa e por sempre acreditar e me encorajar. Foi um grande aprendizado, palavras são poucas para demonstrar toda a gratidão e respeito que tenho pelo senhor.

Gratidão ao professor Dr. Flávio Justino da Universidade Federal de Viçosa e Dr. Alex Silva pelo apoio e ajuda no desenvolvimento de minha pesquisa. As contribuições e participações foram fundamentais, que Deus possa abençoar vocês sempre, conduzindo-os em seus caminhos e na realização de seus objetivos e projetos.

Gratidão a professora Dr. Kátia Daniela, que foi minha orientadora na graduação e responsável por fazer com que os meus desejos de seguir a carreira acadêmica, juntamente com a paixão pela Serra da Canastra, me conduzissem até aqui, foi lá em 2010 que tudo começou. Seus ensinamentos ficaram marcados.

Sou grata a meus colegas de trabalho do Centro Universitário Una de Bom Despacho, em especial a coordenadora e amiga Dayana que sempre me apoiou em meus projetos.

Gratidão a minha mãe, por estar ao meu lado, pelas orações, pela força, não só na vida, mas nesses dois anos, sua ajuda foi fundamental.

Ao meu pai, dele herdei o amor por exatas, pela engenharia, pelo meio ambiente, pelos estudos. Pai só tenho a agradecer por sempre ter acreditado em mim, por não me deixar desistir, pelas vezes que te liguei dizendo que não dava e o senhor me respondia: “vai dar certo minha filha, nós vamos conseguir.”

Gratidão ao meu irmão, que é amante da Canastra, que me acompanha desde os meus primeiros passos, que me ensinou a amar a natureza, me apresentando cada pedacinho do Parque e seu entorno, que um dia me levou a ser monitora ambiental, fazendo com que meu amor e sintonia com o meio ambiente crescessem ainda mais, me acompanha desde meu projeto da graduação, peça fundamental nos meus estudos.

A minha grande amiga e cunhada Luciana, muito tenho a agradecer por estar sempre ao meu lado, por me ouvir, me aconselhar e por ajudar a cuidar de minha filha e dos meus pais em minha ausência.

A todos os colegas que conheci nesta jornada, em especial a minha amiga Ana Carolina, Deus sabe cada pessoa que coloca em nossa vida.

Em especial, gratidão a minha filha, não foi fácil durante esses dois anos, os mais difíceis de nossas vidas, mas Deus não nos desampara e com ele nos guiando, tudo deu e continuará dando certo, tenho certeza que os momentos de convívio que foram cedidos, serão repostos com honras, alegrias e glórias.

BIOGRAFIA

Elaine Gonçalves da Costa, filha de Ulisses Ferreira da Costa e Ataíde Gonçalves da Costa, natural de São Roque de Minas, MG, berço do Rio São Francisco, nascida em 01 de maio de 1981.

Concluiu 1º e 2º graus em São Roque de Minas, na Escola Estadual General Carneiro, graduou-se em Engenharia Ambiental no Centro Universitário UNIFOR/MG, na cidade de Formiga em dezembro de 2010, defendendo em seu trabalho de conclusão de curso “Ocorrência de Incêndios Florestais em Unidades de Conservação do Bioma Cerrado: Estudo de Caso no Parque Nacional da Serra da Canastra – MG”, sendo publicado o artigo no anais da ABES (Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental), do XXXIII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental – AIDIS.

Especializou-se em Engenharia de Segurança do Trabalho pela FUNEDI/UEMG, em agosto de 2011, defendendo como trabalho de conclusão de curso “Avaliação Ocupacional de Trabalhadores em uma Usina de Reciclagem no Município de São Roque de Minas – MG”.

Especializou-se em Auditoria e Perícias Ambientais pelo Centro Universitário Uniter.

Professora no Centro Universitário Una de Bom Despacho, nos cursos de Engenharia Civil, Elétrica e Mecânica, Agronomia, Veterinária e Odontologia, desde fevereiro de 2013.

Atua como perita ambiental pelo Tribunal de Justiça de Minas Gerais, como perita trabalhista no Tribunal de Justiça do Trabalho e na Justiça Federal.

Consultora em Engenharia Ambiental, Segurança do Trabalho e Qualidade, nas áreas de Gestão Ambiental, Segurança do Trabalho; Higiene Ocupacional; Regularização Ambiental e de Segurança; Educação Ambiental; realizando auditorias, elaboração e implementação de projetos Ambientais e de Segurança. Elaboração e implementação de Projetos de Prevenção e Combate a Incêndios, treinamentos e palestras em Segurança e Meio Ambiente.

Senhor, fazei de mim um instrumento da Vossa paz.

Onde houver ódio, que eu leve o amor.

Onde houver ofensa, que eu leve o perdão.

Onde houver discórdia, que eu leve a união.

Onde houver dúvidas, que eu leve a fé.

Onde houver erro, que eu leve a verdade.

Onde houver desespero, que eu leve a esperança.

Onde houver tristeza, que eu leve a alegria.

Onde houver trevas, que eu leve a luz.

Ó Mestre, fazei que eu procure mais:

consolar, que ser consolado;

compreender, que ser compreendido;

amar, que ser amado.

Pois é dando que se recebe.

É perdoando que se é perdoado.

E é morrendo que se vive para a vida eterna...

“Buscai em primeiro lugar o Reino de Deus e Sua justiça e todas as coisas vos serão dadas por acréscimos” (Mt 6,33)

RESUMO

COSTA, Elaine Gonçalves da. **Índice de Risco Potencial de Fogo (PFIv2), na prevenção de incêndios florestais:** Estudo de caso no Parque Nacional da Serra da Canastra. Bambuí. IFMG Campus Bambuí, 2020. 139 p.

Os incêndios florestais são problemas enfrentados em Unidades de Conservação do Brasil, causando impactos ambientais, sociais e materiais, nas áreas atingidas. O Parque Nacional da Serra da Canastra, localizado no sudoeste do estado de Minas Gerais, faz parte do bioma cerrado que vem sofrendo pressões antrópicas nos últimos anos. Em relação aos incêndios florestais que ocorrem na Unidade de Conservação, a maior parte são incêndios criminosos, que atingem extensas áreas, resultando como consequências danos a toda biodiversidade do Parque. O fogo faz parte do bioma cerrado, no entanto incêndios florestais fora do controle comprometem a estrutura dos ecossistemas. Na gestão dos incêndios em Unidades de Conservação, deve-se implantar medidas e ferramentas de prevenção e controle. No Parque Nacional da Serra da Canastra, algumas medidas vêm sendo empregadas, ferramentas de prevenção como: manejo integrado do fogo, implantação de aceiros, sistemas de informação geografia (SIG). Com o intuito de agregar mais uma metodologia no processo de gestão a incêndios florestais do parque, propõe-se nessa pesquisa a utilização de um Índice de Risco Potencial de Fogo, o (PFIv2), implementado com o Índice de Haines em que mediante os fatores e variáveis climatológicas, o tipo de vegetação e uma correção do fator latitude, calculou-se o risco de fogo diário, pela susceptibilidade a propagação de focos de calor e ocorrência de incêndios florestais. A metodologia utilizada no desenvolvimento da pesquisa, consistiu em realizar o cálculo do risco de fogo diário para o período de 2001 a 2018, verificando as médias mensais e anuais, produzindo mapas, confrontando os resultados obtidos com a ocorrência de focos de calor, extensão de áreas queimadas e as condições climatológicas locais e regionais, bem como a análise estatística do modelo utilizado, a fim de validar o mesmo. Elaborou-se um Plano de Contingência a Incêndios Florestais, para a área regularizada do Parna Canastra, com o intuito de registrar as ações e medidas a serem tomadas no combate a incêndios florestais. Concluiu-se que os resultados obtidos pelo cálculo do PFIv2, corroboraram com os valores de focos de calor e áreas queimadas no intervalo de estudo, bem como, com a análise de regressão do modelo utilizado, validando o índice de risco potencial de fogo, demonstrando que o PFIv2 pode ser uma ferramenta eficaz a ser utilizada com os demais métodos de gestão aplicados no Parque Nacional da Serra da Canastra.

Palavras-chave: Unidades de Conservação; Queimadas; Climatologia; Manejo do Fogo; Índice de Haines.

ABSTRACT

COSTA, Elaine Gonçalves da. **Potential Fire Risk Index (PFIv2) in forest fire prevention:** Case study in Serra da Canastra National Park. Bambuí. IFMG Campus Bambuí, 2020. 139 p.

Forest fires are problems faced in Conservation Units in Brazil, causing environmental, social and material impacts in the affected areas. Serra da Canastra National Park, located in the southwest of the state of Minas Gerais, is part of cerrado biome that has been suffering anthropic pressures in recent years. Regarding the forest fires that occur in the Conservation Unit, most are arson fires, which affect large areas, resulting as consequences damage to the entire biodiversity of the Park. Fire is part of cerrado biome, however wildfires out of control compromise the structure of ecosystems. In the management of fires in Conservation Units, it must be implemented measures and prevention and control tools. In Serra da Canastra National Park, some measures have been used, prevention tools such as: Integrated Fire Management and implementation of fire breaks and (GIS) geographic information systems. In order to add one more tool in the management process of the park forest fires. It is proposed in this research the use of a Risk Fire Potential Index, (PFIv2), implemented with the Haines Index where, through the climatological factors and variables, type of vegetation and a correction of latitude factor, the daily fire risk was calculated, due to the susceptibility to propagation of heat sources and occurrence of forest fires. The methodology used in the development of the research consisted in doing calculation of the daily fire risk for the period from 2001 to 2018, checking the annual and monthly media, producing maps comparing the results obtained with the occurring of hot spots, the extent of burnt areas and the local and regional climatological conditions, as well as the statistical analysis in order to validate the same. A contingency plan was elaborated to forest fires, to the regulated area of Parna Canastra, proposed to take note the actions and measures to be done against the forest fires. It was concluded that the obtained results from the calculation of PFIv2, corroborated with the values of hot spots and burnt area in a period of study, as well as, with the analysis of regression of the used model, validating the index of the potential fire risk, showing that the PFIv2 can be an efficient tool to be used with other management methods applied in Serra da Canastra Park.

Keywords: Conservation Units; Burning; Climatological; Fire Management; Index Haines.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Nascentes históricas do Rio São Francisco – Parque Nacional da Serra da Canastra	18
Figura 2: Chapadão da Canastra / Parque Nacional da Serra da Canastra	19
Figura 3: Vista Chapadão da Babilônia /Vale /Serra da Canastra.....	19
Figura 4: Campos rupestres / Parque Nacional da Serra da Canastra parte alta da cachoeira Casca d´anta.....	20
Figura 5: Espécies da Fauna do Parque Nacional da Serra da Canastra.....	21
Figura 6: Canelas de ema Parque Nacional da Serra da Canastra	22
Figura 7: Espécies da flora pós queima	23
Figura 8: Diversidade de Lírios do Campo. Rebrotou outubro 2010 após incêndio florestal	24
Figura 9 Normais climatológicas Estação de Bambuí- Região da Serra da Canastra - Temperatura e Precipitação 1981 a 2010	25
Figura 10: Pontos Turísticos - Parque Nacional da Serra da Canastra.....	26
Figura 11: Pontos Turísticos Parque Nacional da Serra da Canastra	27
Figura 12: Localização Zona de Amortecimento do Parque Nacional da Serra da Canastra...	28
Figura 13: Uso e Ocupação dos Solos do Parque Nacional da Serra da Canastra e Zona de Amortecimento	29
Figura 14: Aceiro as margens da estrada intermunicipal - Parna Canastra	30
Figura 15: Combate a incêndio no Parque Nacional da Serra da Canastra – Local de difícil acesso, relevo acentuado.....	32
Figura 16: As múltiplas escalas do fogo em diferentes escalas temporais e espaciais.....	44
Figura 17: Massas de ar atuantes no Brasil nas estações de verão e inverno	51
Figura 18: Imagem do satélite GOES – 13 – ZCAS do dia 04/11/2015 as 5:30.....	56
Figura 19: Área queimada 2010 - Local de relevo acidentado de difícil acesso para combate	58
Figura 20: Localização do Parque Nacional da Serra da Canastra.....	61
Figura 21: Mapa de localização do Parque Nacional da Serra da Canastra (área regularizada, não regularizada e zona de amortecimento)	62
Figura 22: Variação senoidal do Risco Básico (RB) em função dos dias de secura DS para sete classes de vegetação	70
Figura 23: Localização das coordenadas dos pontos de estudo no PNSC.....	75
Figura 24: Fuxograma da metodologia de pesquisa	79
Figura 25: Precipitação anual de 2001 a 2018.....	80

Figura 26: Quantidade de focos de calor na área de estudo, para o período de 2001 a 2018...	81
Figura 27: Risco Potencial de Fogo 2001 e 2002 – PNSC e ZA.....	84
Figura 28: Risco Potencial de Fogo 2003 e 2004 – PNSC e ZA.....	87
Figura 29: Risco Potencial de fogo 2005 e 2006 – PNSC e ZA.....	89
Figura 30: Risco do potencial de fogo 2007 e 2008 – PNSC e ZA.....	91
Figura 31: Risco do potencial de fogo 2009 e 2010 – PNSC e ZA.....	93
Figura 32: Risco potencial de fogo 2011 e 2012 – PNSC e ZA.....	95
Figura 33: Risco Potencial de fogo 2013 e 2014 – PNSC e ZA.....	97
Figura 34: Risco potencial de fogo 2015 e 2016 – PNSC e ZA.....	99
Figura 35: Risco do Potencial de fogo 2017 e 2018 – PNSC e ZA.....	101
Figura 36: Mapa do Índice de Risco Potencial de Fogo - PFIv2 – acumulado de 2001 a 2018	104
Figura 37: Mapa do índice PFIv2 intervalo de 15 a 30 de agosto de 2001 a 2018	106
Figura 38: Mapa do índice PFIv2 de 31 de agosto a 15 de setembro de 2001 a 2018	107
Figura 39: Influência das variáveis no valor final do PFIv2	109
Figura 40: Precipitação e risco de fogo PFIv2 - Ponto 01 – Área Regularizada PNSC.....	111
Figura 41: Média anual de Focos de Calor e PFIv2 ponto 01 - PNSC.....	112
Figura 42: Valores do PFIv2 e Área Queimada - Ponto 01 - PNSC	113
Figura 43: Focos de Calor e PFIv2 ponto 02 - PNSC	116
Figura 44: Valores do PFIv2 e Área Queimada - Ponto 02 PNSC.....	117
Figura 45: Mapa de Kernel concentração de focos de calor do período de 01/01/2000 a 01/04/2018.....	119
Figura 46: Modelo do painel do PFIv2 a ser aplicado na Unidade de Conservação.....	123
Tabela 1: Anos de ocorrências de <i>El Niño</i> e <i>La Niña</i> , suas respectivas categorias - CPTEC/INPE.....	60
Tabela 2: Pontos na área de estudo.....	66
Tabela 3: Valores da constante de inflamabilidade “A” para os 18 tipos de vegetação.....	69
Tabela 4: Variáveis A e B para os Cálculos do Índice de Haines	72
Tabela 5: Categorias de classificação de risco do PFIv2.....	74
Tabela 6: Áreas atingidas por incêndios florestais no Parna Canastra e Zona de Amortecimento	82
Tabela 7: Porcentagem de áreas atingidas por incêndios	83

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.1 Caracterização da área de estudo Parque Nacional da Serra da Canastra e Zona de Amortecimento	17
2.1.1 Fauna e flora do Parque Nacional da Serra da Canastra.....	20
2.1.2 Clima.....	24
2.1.3 Turismo.....	26
2.1.4 Zona de Amortecimento do Parque Nacional da Serra da Canastra.....	27
2.1.5 Incêndios florestais no Parque Nacional da Serra da Canastra.....	30
2.2 Incêndios florestais	33
2.2.1 Conceito de fogo, focos de calor, queimada controlada e incêndios florestais	34
2.2.2 Aspectos Legais em relação aos incêndios Florestais no Brasil	37
2.2.2.1 Incêndios Florestais no Bioma Cerrado	39
2.2.3.2 Incêndios Florestais em Unidades de Conservação	40
2.3 Índices de Risco de Fogo.....	41
2.4 CONDIÇÕES CLIMATOLÓGICAS E ATMOSFÉRICAS	47
2.4.1 A atmosfera terrestre.....	47
2.4.2 Elementos e fatores climáticos	48
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	61
3.1 Área de estudo Parque Nacional da Serra da Canastra e Zona de Amortecimento.....	61
3.2 Metodologia de pesquisa	63
3.3 Coleta e Tratamento de Dados	64
3.4 Cálculo do Potencial de Risco de Fogo (PFIv2 – <i>Potential Fire Index</i>)	66
3.5 Mapas da área de estudo	74
3.6.1 Levantamento de áreas queimadas.....	77
3.7 Estratégia de tratamento dos dados.....	77
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	80
4.1 Dados climatológicos e condições meteorológicas	80
4.2 Levantamento de focos de calor e área queimada	81
4.3 Cálculos do PFIv2 – Índice de Risco Potencial de Fogo	83
E017e 03 que apontam risco crítico de junho a outubro, e c a <i>al.</i> 2010).....	102
4.4 Comparação da influência das variáveis no resultado final do Índice PFIv2	108
4.4.1 Focos de calor, Risco Potencial de Fogo (PFIv2) e área queimada	110

4.4.2 Análise da concentração de focos de calor no período de estudo	118
4.5 O PFIV2 e a gestão de incêndios no Parque Nacional da Serra da Canastra	121
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	126
REFERÊNCIAS	128
ANEXO	139
Autorização de pesquisa ICMBio	139
Autorização para atividades com finalidade científica.....	140
Apêndice – Produto Técnico - Plano de Contingência Ambiental – Parque Nacional da Serra da Canastra	143

1 INTRODUÇÃO

As unidades de conservação (UCs), são áreas naturais passíveis de proteção em âmbito federal, estadual ou municipal. Em razão de suas características peculiares, devido a manutenção e conservação da biodiversidade, garantem as populações atuais o uso sustentável dos recursos naturais, propiciando as comunidades que vivem em seu entorno o desenvolvimento de atividades econômicas sustentáveis e a garantia da conservação dos serviços ambientais prestados por aquela unidade (MMA, 2019).

A área de estudo, Parque Nacional da Serra da Canastra e Zona de Amortecimento, localiza-se no bioma cerrado, na região sudoeste de Minas Gerais, abrigando importantes espécies da fauna brasileira, algumas delas em extinção, além de uma diversidade biológica da flora, incluindo espécies endêmicas (ICMBIO, 2019).

A região da Serra da Canastra é conhecida por suas belezas cênicas, bem como, pela produção do Queijo Canastra. Entre as pressões antrópicas, um dos fatores indutores das alterações de paisagens é o fogo, que ocorre de maneira frequente na região do Parna Canastra, em decorrência do desenvolvimento de práticas agropecuárias, visando a renovação de pastagens e algumas vezes na limpeza de restos culturais. Podendo acontecer também, por descuido de visitantes do parque ou moradores do entorno.

Messias & Ferreira (2017), citam que o Parna Canastra, é um exemplo de unidade de conservação, onde o fogo é visto como uma atividade conflitante, sendo que os incêndios e queimadas causam prejuízos a biodiversidade, ameaçando a preservação do parque, prejudicando ainda a manutenção dos processos ecológicos, tendo em vista a vulnerabilidade das áreas atingidas pelo fogo.

Anualmente os incêndios florestais afetam extensas áreas em unidades de conservação brasileiras, provocando prejuízos ambientais, humanos, bem como consideráveis consequências econômicas, como perdas materiais e despesas no combate aos incêndios. Em unidades de conservação federais, entre 2010 e 2018 teve-se uma média de 1.000.000 de hectares queimados (MMA, 2018). No Parque Nacional da Serra da Canastra (PNSC), milhares de hectares são destruídos pelos incêndios florestais.

Messias & Ferreira (2017), em estudo realizado no Parque e Zona de Amortecimento¹, apontaram que dos 467.648,14 hectares estudados, nos últimos 30 anos, queimou-se uma média de 73.014 hectares anualmente, porém a área mais atingida é a Regularizada, em sequência a Não Regularizada e a Zona de Amortecimento.

Ribeiro & Figueira (2011) citam que ocorre uma “trivialização” do evento fogo no cerrado, advinda da observação de que incêndios ocorrem também, por causas naturais, o que torna mais complexa a discussão sobre regimes de queima aceitáveis e prejudiciais a cada ecossistema do bioma.

O presente estudo justifica-se pelo fato de o Parque Nacional da Serra da Canastra, abrigar as nascentes históricas de um dos rios mais importantes do Brasil, o Rio São Francisco, que percorre 2.700 km, passando por cinco Estados brasileiros Minas Gerais, Bahia, Pernambuco, desaguando entre Sergipe e Alagoas, além de Goiás e Distrito federal que fazem parte de sua bacia hidrográfica (ANA, 2019), sendo um Rio de fundamental importância para a região do semiárido brasileiro, além de abrigar diversas nascentes de afluentes do mesmo e do Rio Araguari.

O PNSC possui uma rica biodiversidade de fauna e flora. As queimas anuais, causam prejuízos a unidade de conservação, sendo os incêndios florestais um dos principais problemas enfrentados na manutenção do Parque. O fogo faz parte do bioma cerrado e tem sua importância, devido aos efeitos ecológicos que exerce, como geração de alimentos para animais herbívoros e quebra da dormência de sementes, sendo que algumas espécies vegetais necessitam de temperaturas elevadas, de forma que os brotos surgem logo na primeira umidade depois da queima, citando como exemplo as sempre-vivas, margaridas do campo e lírios do campo (COSTA, *et al.*, 2012). Todavia, os incêndios florestais fora do controle, causam prejuízos ambientais, ao Parque Nacional da Serra da Canastra.

O relevo do Parque é formado por chapadas, que são estruturadas por blocos que se encontram entre 1110 m a 1490 m de altitude, favorecendo os ventos que são um fator relevante para a propagação de incêndios (IBAMA, 2005), juntamente com as

¹ Área considerada como Zona Tampão em torno de Unidades de Conservação, sendo que as atividades humanas realizadas nesses locais, estão sujeitas a normas e restrições específicas, com o intuito de minimizar os impactos negativos na Unidade de Conservação.

variáveis altitude, tipo de vegetação e topografia, fazem com que o Parque se torne um local propício a incêndios florestais.

Outro fator considerável a ser observado, é o acúmulo da biomassa, pois essa, cria condições favoráveis para a propagação dos incêndios, fazendo com que o combate dos mesmos se torne difícil e complexo.

Algumas técnicas de Manejo Integrado do Fogo (MIF), vem sendo utilizadas no PNSC nos últimos anos, como uma estratégia de gestão, sendo um trabalho amplo feito pela equipe de gestão do fogo do ICMBio (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade), em que englobam-se aceiros na extensão das estradas, queima controlada, trabalhos de educação ambiental e integração com os moradores do entorno do PNSC por meio de visitas, apoio as queimas, autorização de queimas controladas, pesquisas científicas e gestão de pessoas na prevenção e combate a incêndios, além de monitoramento mediante Sistemas de Informação Geográfica (ICMBIO, 2019).

Dentre as alternativas de instrumentos de prevenção e controle de incêndios florestais, existem os Índices de Risco de Fogo, sendo importantes ferramentas que se aplicadas em conjunto com técnicas de manejo, podem servir de auxílio as unidades de conservação do Brasil, em trabalhos de gerenciamento, gestão e combate a incêndios florestais.

No presente trabalho realizou-se a análise de risco de fogo, por meio do Índice Potencial de Fogo (PFIv2), sendo esse uma adaptação do Índice PFI (*Potencial Fire Index*), que foi desenvolvido internamente no Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), embasado na observação de ocorrência de queimadas e incêndios nos biomas do Brasil, em consequência “das condições e históricos meteorológicos na área de cada evento” (SETZER, 2002), ao qual foi implementado o Índice de Haines, uma função logística de Haines, considerando os dias de seca, um fator de correção da latitude, o risco básico de fogo e condições vegetacionais (SILVA, 2019).

A metodologia consistiu no cálculo diário do risco utilizando o PFIv2, a fim de se obter as médias mensais, além da análise das condições climáticas, para confrontar os dados com a ocorrência de queima e os focos de calor, no período de estudo.

Em Unidades de Conservação, é de fundamental importância que o fogo seja controlado por meio de ações de prevenção, ou logo em seu início, evitando assim impactos ambientais, danos materiais e problemas relacionados a saúde humana.

O Índice PFIv2, indica a susceptibilidade de ocorrência de focos de calor tornando-se incontroláveis, chamados de “*blow-up*”², podendo ser utilizado como ferramenta de gerenciamento e sustentabilidade ambiental no desenvolvimento de incêndios em Unidades de Conservação (LEMOS, 2006).

A utilização do PFIv2 no PNSC, pode ser o início de um processo a ser desenvolvido em outras Unidades de Conservação no Bioma Cerrado, que também sofrem com as constantes ocorrências de incêndios florestais em períodos de seca, em todo território brasileiro. Procurou-se, portanto, responder a seguinte questão de pesquisa:

O Índice de Risco Potencial de Fogo (PFIv2), pode ser utilizado como uma ferramenta de gerenciamento de focos de calor, na prevenção e propagação de incêndios florestais no Parque Nacional da Serra da Canastra e Zona de Amortecimento?

O objetivo geral da pesquisa foi analisar a susceptibilidade a ocorrência de incêndios florestais na área do Parque Nacional da Serra da Canastra e Zona de Amortecimento, utilizando o PFIv2, como ferramenta de gerenciamento, gestão e prevenção de desenvolvimento e propagação de incêndios florestais, com o intuito de propor um novo método a ser agregado nos trabalhos de prevenção e combate a incêndios florestais na Unidade de Conservação.

A pesquisa teve como objetivos específicos: i) apurar a ocorrência de focos de calor, bem como as áreas queimadas para o período de estudo, a fim de validar o PFIv2; ii) analisar as condições climatológicas e atmosféricas da região do PNSC e Zona de Amortecimento; iii) elaborar o Plano de Contingência a Incêndios para a área regularizada do Chapadão da Canastra do Parna Canastra, como produto técnico instrucional.

² Momento em que se perde o controle do fogo, quando as chamas se propagam.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Caracterização da área de estudo Parque Nacional da Serra da Canastra e Zona de Amortecimento

O Parque Nacional da Serra da Canastra, situa-se na região sudoeste de Minas Gerais, foi criado em 1972, mediante o Decreto nº 70.355, de 03 de abril, abrangendo os municípios de São Roque de Minas, Vargem Bonita, Sacramento, Delfinópolis, São João Batista do Glória e Capitólio (IBAMA, 2005), sendo uma área total de 200.000 (duzentos mil hectares).

Em sua criação, 71.525 hectares, tiveram sua situação fundiária regularizada, incluindo o Chapadão da Canastra. Com o passar dos anos, outras áreas foram desapropriadas e atualmente tem-se aproximadamente 89.000 hectares regularizados (ICMBIO, 2020).

Após a regularização da área, os fazendeiros tiveram que sair de suas terras, sendo indenizados posteriormente. A situação gerou muito conflito na região. Várias pessoas foram presas por atear fogo na área regularizada. A maior parte dos incêndios florestais no PNSC, são incêndios criminosos. Os incêndios florestais podem provocar prejuízos a fauna, a flora, bem como consequências econômicas consideráveis, com perdas materiais, bem como custos com o combate (PEREIRA; FIEDLER & MEDEIROS, 2004).

A área de estudo encontra-se inserida na fitofisionomia do bioma Cerrado, existindo em alguns pontos, espécies em transição para Mata Atlântica, o Cerrado apresenta na região formações do tipo savana e campestres (ICMBIO 2019).

A portaria 1 fica a 9 km de São Roque de Minas, possibilitando acesso a parte alta do PNSC, bem como, a nascente histórica do Rio São Francisco, a cachoeira Casca D'anta, a Cachoeira dos Rolinhos, a Cachoeira do Fundão e também a estrada intermunicipal que liga a cidade de São Roque de Minas às cidades de Araxá e Sacramento.

O PNSC é responsável pela preservação das Nascentes Históricas do Rio São Francisco, um dos mais importantes rios do Brasil, e vários outros monumentos naturais, de indescritível beleza cênica, sendo apontado no documento “Ações Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade do Cerrado e do Pantanal”, publicado pela *Conservation International*, em 1999, como uma área com prioridade de “conservação alta”, sendo recomendadas ações prioritárias para sua preservação, (Figura 1) (IBAMA, 2005).

Figura 1: Nascentes históricas do Rio São Francisco – Parque Nacional da Serra da Canastra



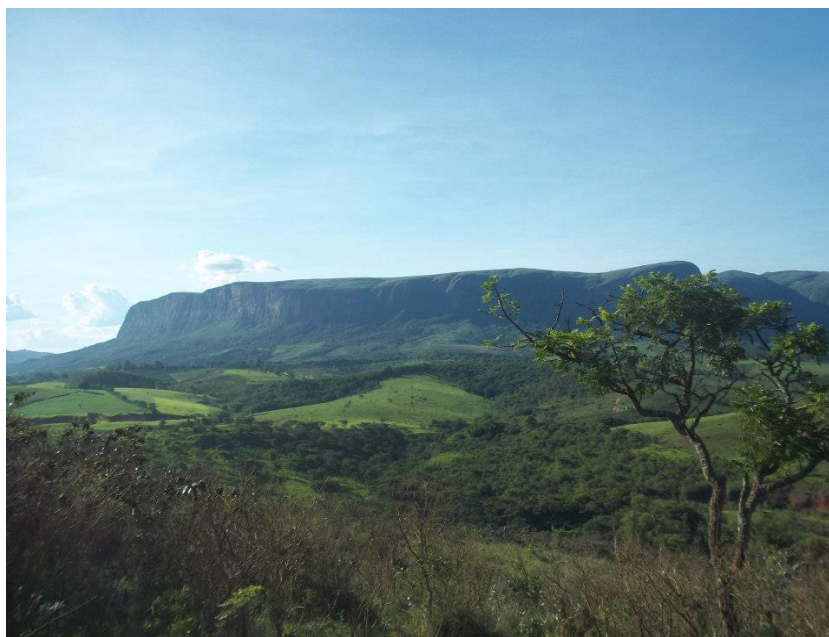
Fonte: Éder dos Reis Simões – Biólogo – 2019

Esta unidade situa-se em uma região denominada Planalto da Canastra, que em sua composição é constituída por cristas, barras e vales, adaptados em estruturação de direção NO-SE (SILVA & BERNARDES, 2019), as formações rochosas são componentes do grupo Canastra, sendo que nos morros e colinas predominam-se as rochas do grupo Bambuí, ocorrendo principalmente no entorno do PNSC, no extremo leste e nordeste. As áreas lindeiras ao PNSC, possuem extensões levemente dissecadas com vertentes íngremes, nas proximidades da Serra da Canastra e da Babilônia (IBAMA, 2005).

O relevo caracteriza-se por uma “alternância de platôs, encostas escarpadas e vales encaixados. Distinguem-se dois grandes segmentos: Chapadão da Canastra, com

formações campestres e Chapadão da Babilônia, com o relevo mais movimentado” (IBAMA, 2007 p. 5), além do vale que se forma entre as chapadas. A altitude varia entre 900 e 1496 metros, sendo o ponto mais alto o topo da Serra Brava, no Chapadão da Canastra (FRANCISCO, 2019). Na Figura 2, tem-se o platô da Serra da Canastra e na Figura 3, a Serra da Babilônia.

Figura 2: Chapadão da Canastra / Parque Nacional da Serra da Canastra



Fonte: Elaine Gonçalves da Costa (2018).

Figura 3: Vista Chapadão da Babilônia /Vale /Serra da Canastra



Fonte: Ana Carolina Barbosa Pereira Dinotte, 2018.

2.1.1 Fauna e flora do Parque Nacional da Serra da Canastra

O PNSC é considerado como uma área de refúgio para espécies da fauna e flora do Brasil Central, em ambientes de cerrado e campos relativamente preservados, servindo como abrigo para diversas espécies que se encontram ameaçadas de extinção. A área possui uma densa rede hidrográfica abrigando a cabeceira de importantes rios e seus tributários, como o Rio São Francisco, Paranaíba e Rio Grande (TERRA BRASILIS, 2019a), sendo divisor de águas destas bacias. A paisagem se alterna entre campos rupestres Figura 4, campos limpos, campos sujos, matas de galeria e matas ciliares (IBAMA, 2005).

Figura 4: Campos rupestres / Parque Nacional da Serra da Canastra parte alta da cachoeira Casca d'anta



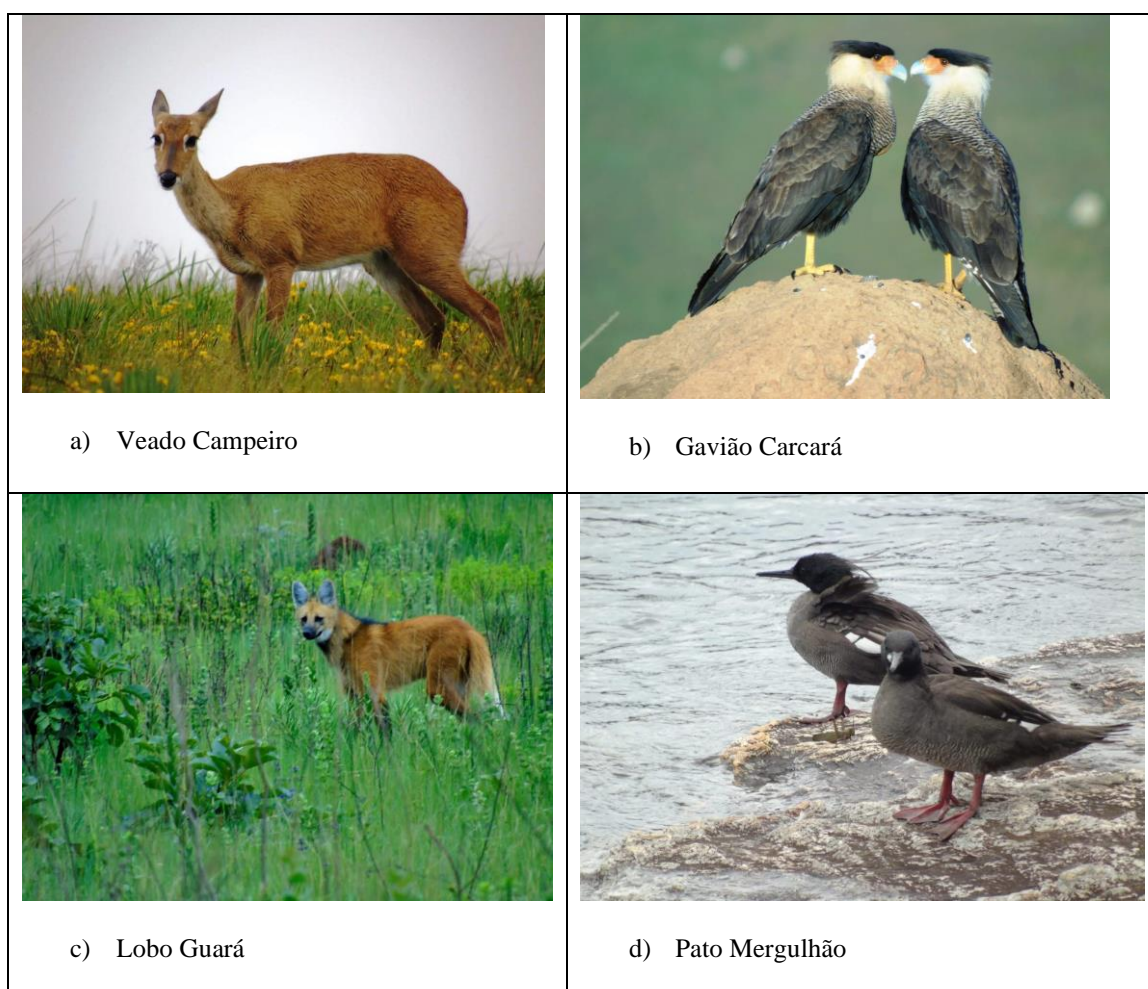
Fonte: Elaine Gonçalves da Costa (2019)

O PNSC abriga várias espécies de aves, e ainda o tamanduá bandeira, o veado campeiro, gavião carcará (Figura 5 b)), cachorro do mato, veado catingueiro, ema, macaco prego, tucano açu, espécies em extinção como tatu canastra, (Portal São

Francisco, 2019) o lobo guará, considerado como “o lobo do cerrado” (WWF, 2019) (Figura 5 a)), o pato mergulhão, (Figura 5 d)), sendo apontado no mundo, como uma das aves mais ameaçadas de ter sua espécie extinta (TERRA BRASILIS, 2019b).

A preservação do PNSC é fundamental para a manutenção das espécies da fauna silvestre e flora. Incêndios florestais, prejudicam a reprodução de espécies vegetais, podendo levá-las a extinção, causando ainda empobrecimento dos solos, além de emissão de gases e particulados para atmosfera.

Figura 5: Espécies da Fauna do Parque Nacional da Serra da Canastra



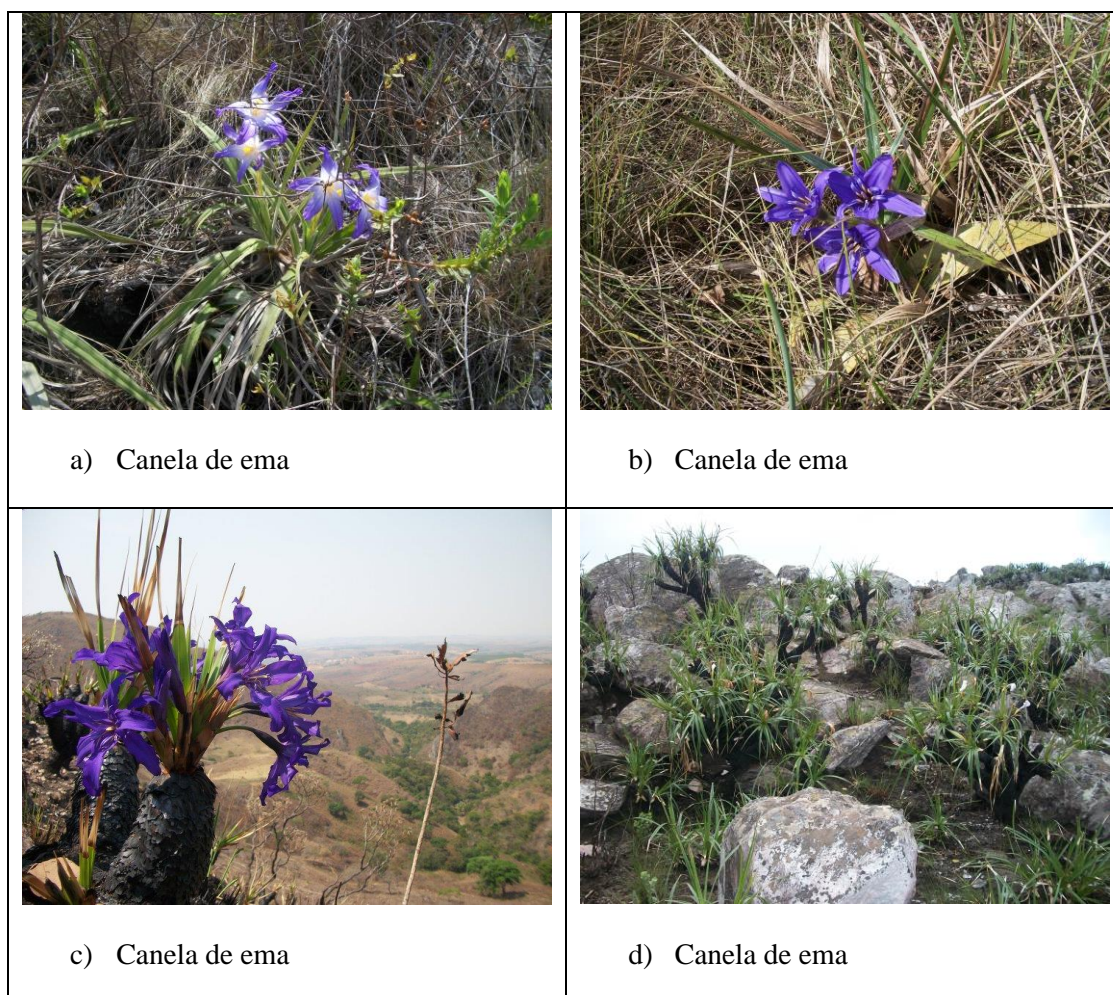
Fonte: Éder dos Reis Simões (2019)

Tendo em vista a biodiversidade em relação a fauna e a flora do PNSC, faz-se necessário a realização de estudos e pesquisas que auxiliem a gestão e gerenciamento de incêndios florestais na unidade de conservação, pois causam a mortandade de muitas

espécies de animais, além de destruir os ninhos, prejudicar a reprodução de diversas espécies répteis e anfíbios que são vulneráveis a mudanças de temperaturas, sendo importantes espécies para o equilíbrio ambiental.

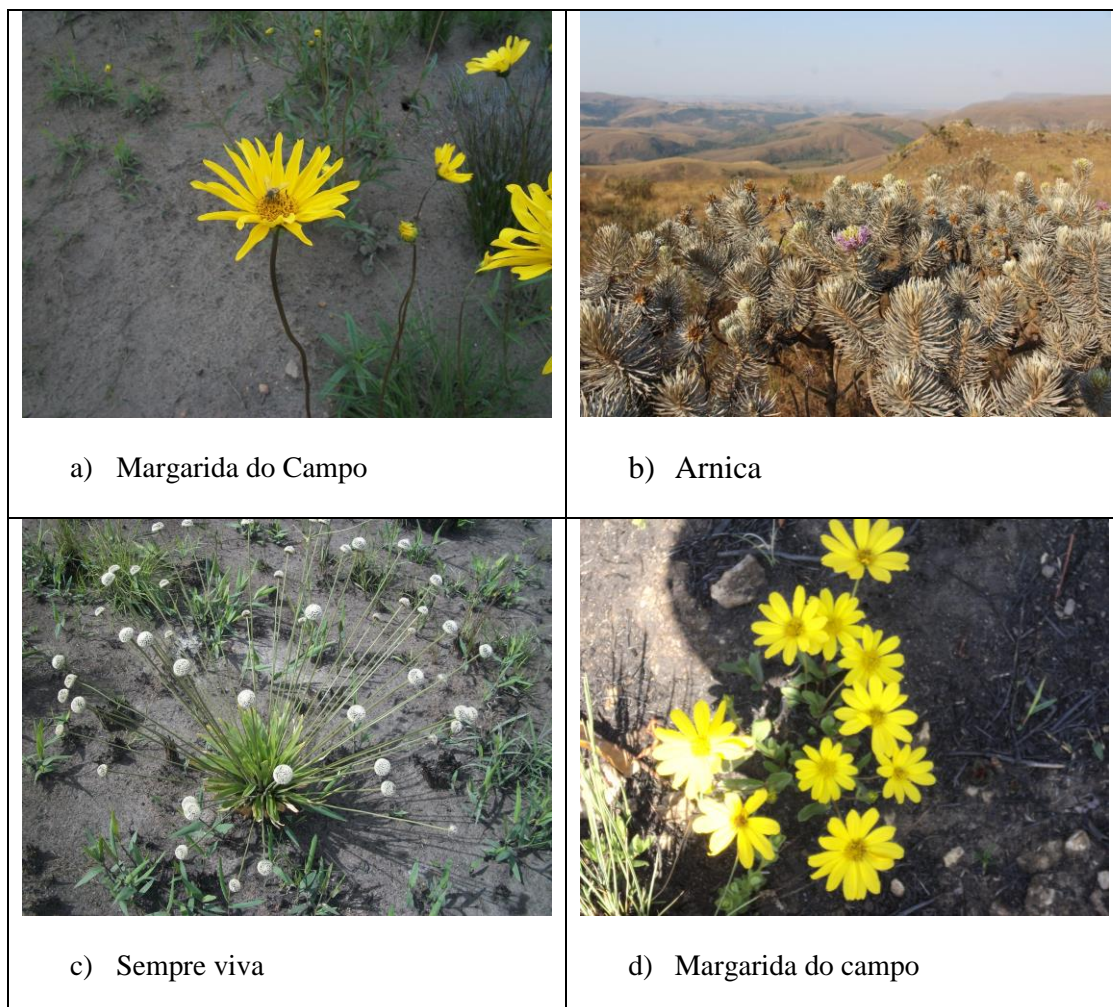
A região possui rica diversidade florística, observa-se em suas chapadas, lírios do campo, canelas de ema, margaridas do campo, sempre-vivas (Figuras 6 e 7), e ainda espécies endêmicas que não se encontram protegidas por nenhuma outra unidade de conservação (IBAMA, 2005).

Figura 6: Canelas de ema Parque Nacional da Serra da Canastra



Fonte: Elaine Gonçalves da Costa (2018)

Figura 7: Espécies da flora pós queima



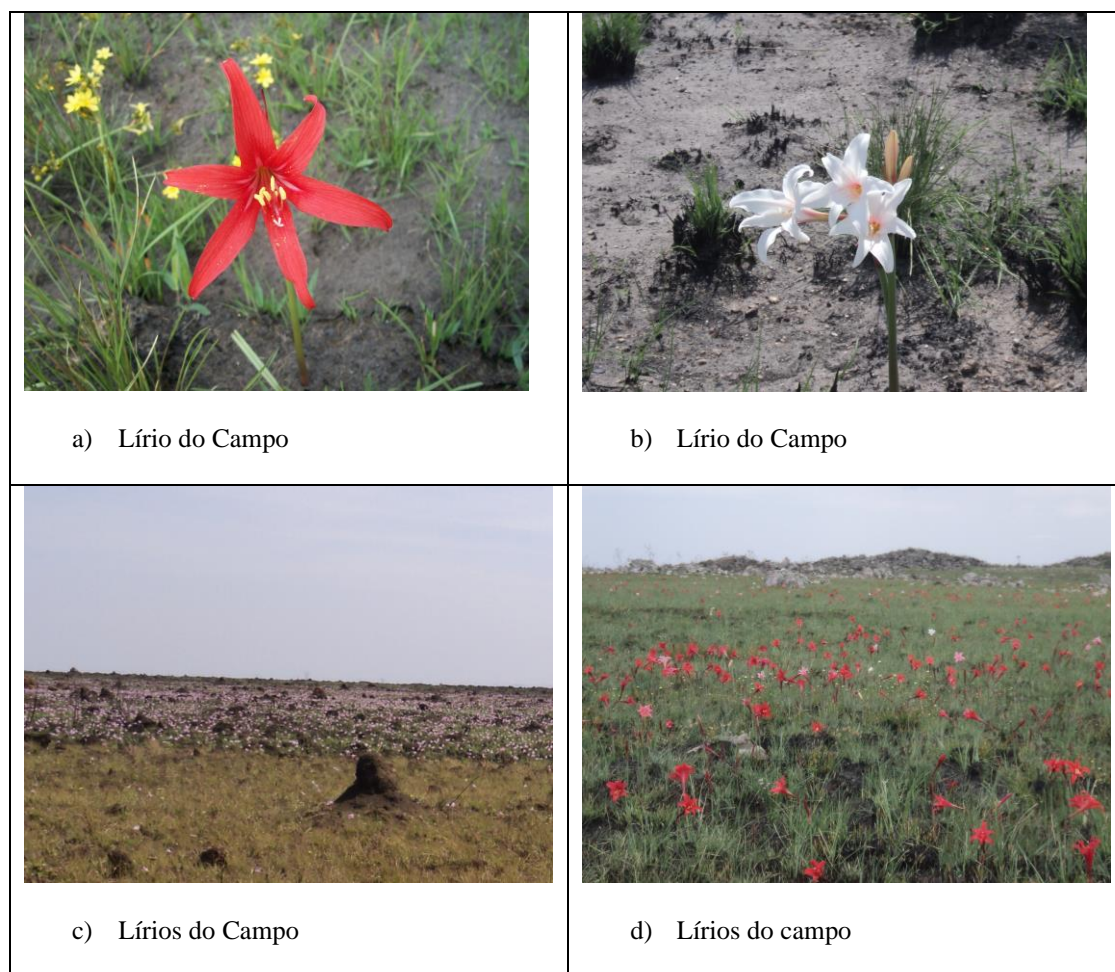
Fonte: Elaine Gonçalves da Costa (2018)

O fogo é um dos principais indutores da paisagem na Região do Parna Canastra, que normalmente ocorre devido a práticas agrícolas, sendo a principal delas, a limpeza de pastos. Em decorrência, extensas áreas de campo são queimadas, sendo que vários desses incêndios ultrapassam os limites do Parna Canastra, causando prejuízos ambientais, materiais e podendo causar males a saúde humana (IBAMA, 2005).

Em contrapartida algumas espécies vegetais precisam de altas temperaturas para que ocorra a quebra da dormência das sementes, sendo que só brotam após a passagem do fogo. Chega a ser controverso, porém medidas de prevenção devem ser adotadas, entre elas o manejo do fogo, que ocorre desde o ano de 2017, (ICMBIO, 2019), permitindo que se faça a queima controlada, sendo que esta, diminui a quantidade de biomassa disponível, evitando assim a ocorrência de incêndios que fogem do controle,

desta forma também é possível a rebrota de diversas espécies Figura 14, além de fornecer brotos que servem de alimento para animais silvestres, como a ema e o veado campeiro.

Figura 8: Diversidade de Lírios do Campo. Rebrota outubro 2010 após incêndio florestal



Fonte: Elaine Gonçalves da Costa (2010)

2.1.2 Clima

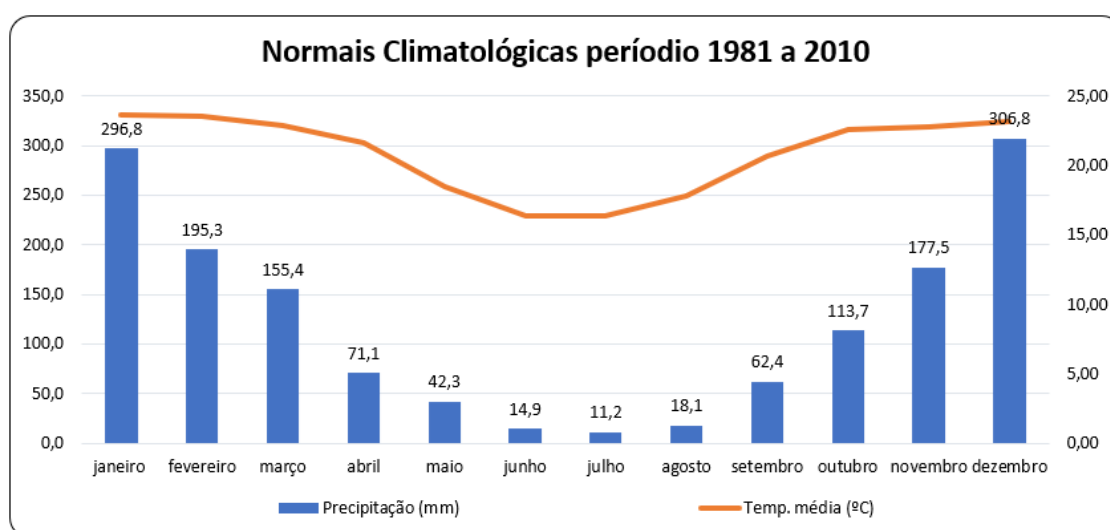
O clima na região é subtropical moderado úmido, apresentando temperaturas médias entre 16° a 23° C, sendo caracterizado por duas estações bem distintas, seca entre maio a setembro e chuvosa entre outubro a abril, durante a estação seca os índices de umidade chegam a 15% no final da tarde (IBAMA, 2005). Os meses de julho, agosto e setembro são os mais secos e em consequência os de maior ocorrência de focos de

incêndios no PNSC. Nas serras as temperaturas são mais amenas, sendo que no inverno a mínima se aproxima de zero, permitindo geada e a máxima registrada chegou aos 38° C, nos meses de dezembro e janeiro. A área apresenta pluviosidade entre 1000 e 1500 mm anuais, (SILVA & BERNARDES, 2019).

Os ventos que predominam na região são norte-sul, ocorrendo, porém, oscilações, sendo o período da tarde mais estável. Este fator em conjunto com outras variáveis, como relevo, topografia, vegetação, tornam os incêndios florestais de acelerada propagação.

A Figura 9, indica as normais climatológicas da região da Serra da Canastra, obtidas por meio do site do Instituto Nacional de Meteorologia – (INMET 2019), fornecidas pela estação meteorológica de Bambuí – MG, onde é possível verificar as médias pluviométricas mensais, sendo o período de novembro a fevereiro, os meses com maior concentração em mm de precipitação e os picos da estação chuvosa ocorrem em dezembro e janeiro. A média anual de precipitação foi de 1465 mm de chuva para o período de 30 anos, de 1981 a 2010. As temperaturas médias ficam em torno de 16° C e as temperaturas máximas em 23° C.

Figura 9 Normais climatológicas Estação de Bambuí- Região da Serra da Canastra - Temperatura e Precipitação 1981 a 2010



Fonte: Adaptado INMET – 2019

Nota-se períodos de outono e inverno secos. Nos meses de junho a setembro, onde ocorrem o maior número de incêndios, são meses que chegam a menos de 10% do total anual de precipitação (INMET, 2019).

2.1.3 Turismo

A região da Serra da Canastra é conhecida por seus diversos pontos turísticos, sendo os mais famosos situados na Área Regularizada do PNSC, no município de São Roque de Minas, sendo eles: cachoeira Casca D´anta parte alta, cachoeira Casca D´anta parte baixa com 186 metros de queda livre, a Nascente do Rio São Francisco, Cachoeira dos Rolinhos, Cachoeira do Fundão, Curral de Pedras - construção do século XVIII, feita pelos escravos, Garagem de Pedras, que servia de entreposto para os moradores da região do Vão dos Cândidos, que utilizavam a antiga estrada, subindo a serra a pé, ou em “lombo de burro” a fim de ter acesso a estrada que liga São Roque de Minas ao Triângulo Mineiro, Figuras 10 e 11 (ICMBIO, 2019).

Figura 10: Pontos Turísticos - Parque Nacional da Serra da Canastra



Fonte: Elaine Gonçalves da Costa, 2018
Éder dos Reis Simões (2019)

Figura 11: Pontos Turísticos Parque Nacional da Serra da Canastra



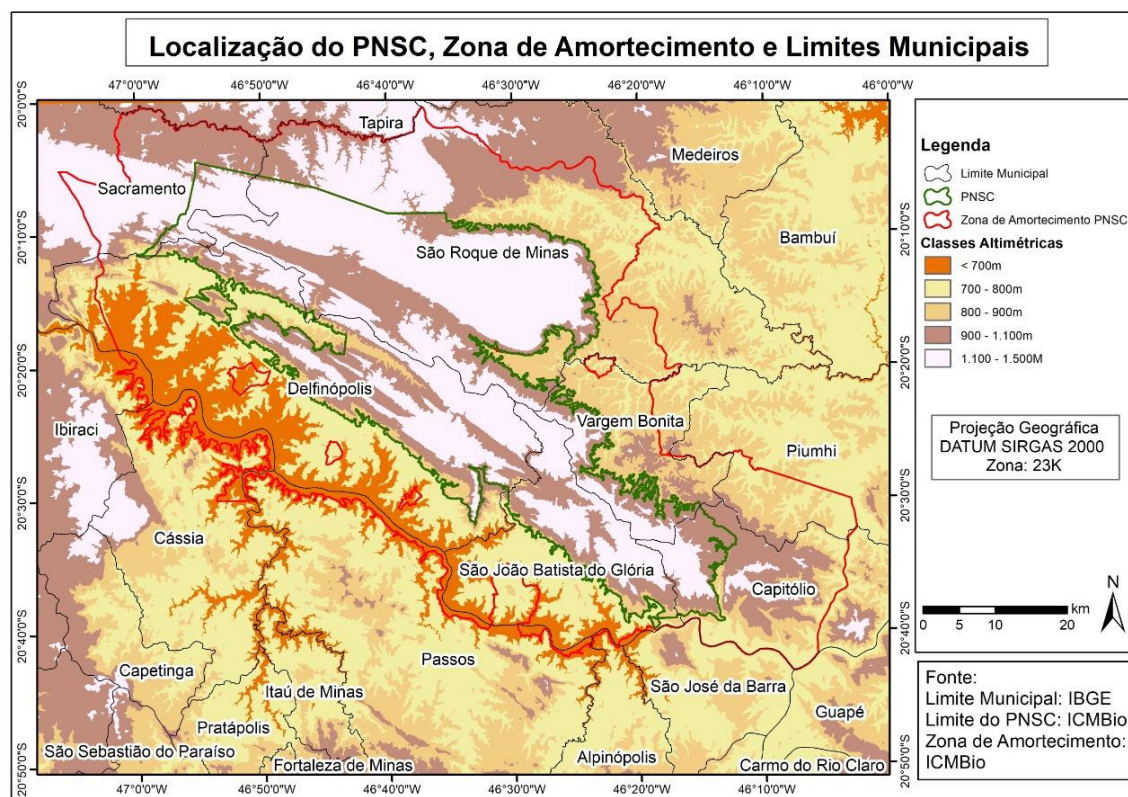
Fonte: Elaine Gonçalves da Costa, 2011

Nas medidas de prevenção a serem adotadas pelo PNSC, é importante levar em consideração o “fator”, turismo, tanto para medidas de controle, como de comunicação aos usuários das condições favoráveis ou não a ocorrência de incêndios, o Risco Básico de Fogo, devendo ser contemplado no Plano de Contingência ações voltadas a esse público.

2.1.4 Zona de Amortecimento do Parque Nacional da Serra da Canastra

A Zona de Amortecimento do PNSC, encontra-se inserida em 11 municípios, sendo eles, Figura 12: São Roque de Minas, Sacramento, Delfinópolis, São João Batista do Glória, Capitólio, Vargem Bonita e ainda em menor proporção de área Alpinópolis, Cássia, Ibiraci, Passos e Piumhi, possuindo um perímetro de 1.493.790 Km em torno do Parna Canastra e uma área de 269.513 há, (IBAMA, 2005).

Figura 12: Localização Zona de Amortecimento do Parque Nacional da Serra da Canastra



Fonte: Elaine Gonçalves da Costa, 2019

Segundo Simões e Diniz (2016), a economia dos municípios no entorno da Serra da Canastra, consiste na agricultura e pecuária, parte da renda local está ligada ao cultivo de café e produção do queijo canastra. O turismo tornou-se uma importante fonte de renda, tendo em vista as paisagens ricas em recursos hídricos, com belas cachoeiras e piscinas naturais.

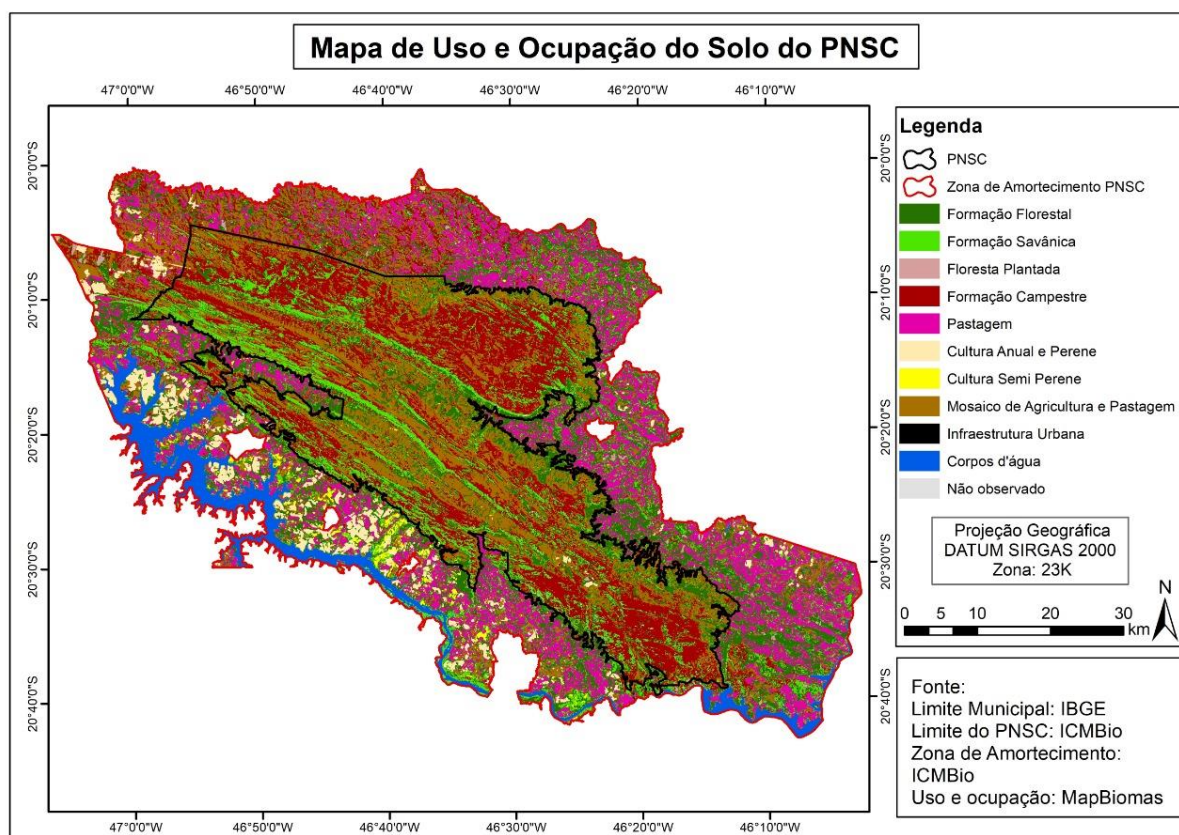
Santos e Machado (2014), destacam que a Zona de Amortecimento do PNSC é constituída por ambientes com usos diversos, entre eles as atividades agropecuárias e os lagos artificiais das Hidrelétricas de Furnas e Mascarenhas de Moraes.

Na porção norte do PNSC, ocorrem ainda atividades de mineração de quartzito, além de vários alvarás de pesquisa para exploração de diamante, registrados no Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM). O Zoneamento Ecológico de Minas Gerais, estabelece as áreas citadas como prioritárias para conservação (REIS & MELO, 2014).

De acordo com o Plano de Manejo do PNSC, elaborado no ano de 2005, as maiores ameaças a conservação da biodiversidade em torno do PNSC, consistem nos incêndios florestais, agricultura (principalmente as monoculturas), pecuária, mineração, tráfego de veículos, além do desmatamento de áreas ciliares e erosão, em razão ao uso e ocupação dos solos (IBAMA, 2005).

Messias & Ferreira (2017b), apontam em pesquisa realizada quanto ao uso e ocupação do solo no período de 2000 a 2015, que a Zona de Amortecimento sofre as seguintes pressões antrópicas: monocultura, na porção norte do PNSC são comuns plantações de café, já na porção sul, silvicultura. A partir de 2006, foram identificadas ainda, culturas anuais. A leste do Parna Canastra, os autores salientam o aumento de áreas com solo exposto. Na Figura 13, indicam-se o uso e ocupação do solo na Zona de Amortecimento do PNSC, bem como das áreas regularizadas e não regularizadas.

Figura 13: Uso e Ocupação dos Solos do Parque Nacional da Serra da Canastra e Zona de Amortecimento



Fonte: Elaine Gonçalves da Costa, 2019

Segundo Messias & Ferreira (2017a), a Zona de Amortecimento tem uma menor recorrência de incêndios e queimadas, quando comparada as Áreas Regularizada e Não Regularizada do Parna Canastra.

2.1.5 Incêndios florestais no Parque Nacional da Serra da Canastra

O Parna Canastra encontra-se inserido sob o domínio do bioma Cerrado, onde o fogo é considerado natural em determinados regimes, tanto no cerrado, como em outros tipos de vegetação propícios a esse distúrbio, quando ocorre um regime de fogo, considerado como não natural, esse pode intervir de forma negativa em toda biota (PEREIRA; FIEDLER & MEDEIROS, 2004).

A problemática do PNSC, relaciona-se aos incêndios que fogem do controle humano, fatores como o acúmulo de biomassa, topografia, vento, umidade do ar, facilitam a propagação dos focos de calor. O PNSC é importante para preservação de espécies em extinção e para conservação das nascentes e afluentes de importantes bacias hidrográficas. Nos últimos anos, técnicas como manejo integrado do fogo, aceiros, tem sido utilizada como instrumento de prevenção, (Figura 14) (GOMES & BRUNO, 2017).

Figura 14: Aceiro as margens da estrada intermunicipal - Parna Canastra



Fonte: Hadaniel Prata Matos (2010)

As ocorrências de incêndios florestais no PNSC são caracterizadas principalmente devido ao tipo de vegetação de campos, bem como pela cultura centenária de utilização incorreta do fogo (COSTA; ABREU & RIBEIRO, 2012).

De acordo com o Plano de Manejo do PNSC (IBAMA, 2005), a maior parte dos incêndios é de origem antrópica. Os incêndios criminosos acontecem todos os anos e causam uma elevada taxa de mortandade animal no PNSC (BRUNO, 2013).

Os danos causados por incêndios florestais ao PNSC, tem incentivado estratégias de Manejo Integrado do Fogo. Em estudo realizado no PNSC, em três áreas, utilizando o MIF, Gomes & Bruno (2017), apontam que aplicando a técnica de manejo, apresentou-se baixo impacto a biota, reforçando a hipótese de que o manejo integrado pode ser uma estratégia eficiente de prevenção aos incêndios florestais.

A compreensão dos efeitos do fogo, em relação ao meio biótico, por meio de monitoramento de áreas queimadas, indica que é necessário levar em consideração os impactos positivos do manejo nas áreas estudadas, devendo-se ainda, analisar os efeitos do mesmo sobre toda a biodiversidade da fauna e flora.

Souza (2017), destaca em pesquisa realizada no Parna Canastra a importância de serem utilizadas novas tecnologias de geoprocessamento, como também o emprego de imagens atuais, possibilitando a detecção dos incêndios logo em seu início. Nesse caso é possível monitorar a quantidade de biomassa em áreas extensas, de forma a indicar a metodologia de prevenção e combate a ser seguida, facilitando a análise técnica, onde é possível reduzir os custos com combate e afeiçãoar-se de maior efetividade das ações de prevenção, proteção e conservação dos ecossistemas e biodiversidade.

Os incêndios florestais, acarretam em problemas às Unidades de Conservação e na maior parte das pesquisas, não se procura fazer uma correlação com os aspectos benéficos e maléficos, onde seria de relevância a utilização de técnicas de manejo, juntamente com ferramentas ou instrumentos de prevenção a incêndios de maiores proporções, sendo que os incêndios causam prejuízos aos ecossistemas e a biodiversidade como um todo. Uma intensa frequência de fogo em uma região pode levar à perda irreversível de parte de seus recursos genéticos, visto que, destrói a vegetação, mata os animais, altera as características físicas, químicas e biológicas do

solo, além de deixar o mesmo descoberto por algum tempo até a rebrota da vegetação rasteira (COSTA, 2010).

É importante salientar que os custos com medidas preventivas são consideravelmente menores que os gastos com o combate aos incêndios, devendo-se, no entanto, ser levado em consideração as perdas e danos causados ao meio ambiente. A localização, bem como a topografia do PNSC, torna mais difícil o combate aos incêndios. Em determinadas áreas é necessário a utilização de aeronaves, com cegonhas³ (Figura 15), para combate aos incêndios (COSTA, 2010).

Figura 15: Combate a incêndio no Parque Nacional da Serra da Canastra – Local de difícil acesso, relevo acentuado.



Fonte: Marcos Gonçalves da Costa, 2009.

Pereira; Fiedler & Medeiros (2004), consideram que o controle dos incêndios depende mais de esforços relacionados ao manejo e a prevenção, bem como a ação na causa dos problemas. Os investimentos financeiros no combate, não obstante, fazem-se necessários, no entanto, necessita-se de maior empenho na implantação de técnicas e

³ Bolsões de água com capacidade de até 400 litros

ferramentas de prevenção, pois só assim evitam-se os danos ambientais e sociais causados pelos incêndios florestais.

Oliveira (2017), em estudo realizado no PNSC, aponta que o local possui diferentes fitofisionomias, desta forma, diante de distintas formações vegetais e campestres, clima e relevo, faz-se necessário o manejo do fogo. Além do manejo, outras ferramentas devem ser empregadas para maior eficiência na prevenção e combate aos incêndios florestais, entre elas aceiros nas faixas de domínio das estradas, queima controlada, monitoramento por meio de satélites entre outras.

Constata-se, portanto, a importância da implementação de ferramentas de monitoramento e controle do fogo em unidades de conservação, bem como o trabalho em sincronia com técnicas de proteção a ocorrência e propagação de incêndios florestais, desenvolvendo a gestão e gerenciamento dos incêndios de forma sustentável.

No século XXI o fogo tornou-se um tema controverso, onde de um lado se tem os ecossistemas dependentes, aqueles que precisam das temperaturas elevadas, para a rebrota das espécies e de outro os ecossistemas sensíveis ao fogo, onde as altas temperaturas podem destruir e extinguir as espécies (COSTA, 2010).

De fato, o fogo pode afetar tanto de maneira positiva quanto negativa o meio ambiente e a sociedade, tudo depende de seu manejo e da forma como é usado, sua frequência e intensidade. Dessa forma nota-se então o quanto são polêmicas as questões relacionadas ao fogo. Ao mesmo tempo que é indispensável a vida antrópica, em algumas proporções destrói o meio ambiente e provoca danos materiais e a saúde humana.

2.2 Incêndios florestais

O uso do fogo faz parte da história da evolução antrópica, desde então sérios prejuízos vem sendo causados ao planeta por seus usos indevidos. O fogo é responsável por processos de adaptação e evolução das espécies vegetais e dos ciclos biogeoquímicos no decorrer de milhões de anos, nos ecossistemas savânicos. Alterações no regime natural do fogo, promovido pelo uso da terra ameaçam a conservação contemporânea. Em Unidades de Conservação do cerrado brasileiro, a ideia é de que o fogo tem consequências negativas para toda biodiversidade. Nas últimas décadas muito

se tem estudado sobre técnicas e ferramentas de manejo do fogo de maneira sustentável em unidades de conservação (BATISTA, RUSSEL-SMITH, FRANÇA, & FIGUEIRA, 2018).

Pereira; Fiedler & Medeiros (2004), apontam que além dos prejuízos causados a biodiversidade pelos incêndios florestais, ocorrem prejuízos ao ciclo hidrológico e ao ciclo do carbono na atmosfera. Salientam ainda, que os incêndios florestais podem trazer danos aos serviços ambientais, aqueles prestados pelo meio ambiente aos seres humanos. Áreas que sofreram pressão por incêndios florestais, podem deixar de prestar determinados serviços ecossistêmicos por certos períodos. Uma frequência de fogo intensa em uma determinada região, pode levar a perda do banco genético. O controle dos incêndios, depende de esforços voltados a ferramentas de prevenção e educação ambiental.

2.2.1 Conceito de fogo, focos de calor, queimada controlada e incêndios florestais

O fogo: é uma reação química de oxidação, para que ele ocorra são necessários três elementos que são conhecidos como triângulo do fogo sendo eles: (combustível, oxigênio e calor) é necessário ainda que sua ação aconteça em cadeia (continuidade da reação de combustão), sendo conhecido também como tetraedro do fogo (UFRJ, 2019). Da mesma forma, as ações de manejo e combate ocorrem extinguindo um dos elementos do triângulo do fogo.

Os termos focos de calor, queimadas e incêndios florestais, são diferentes apesar de serem relacionados, tecnicamente são conceitos distintos.

Focos de calor: são pontos registrados na superfície terrestre, onde a temperatura atinge a ordem de 47° C e área mínima de 900 m², são detectados por sensores embarcados em satélites. Os focos são indicadores de onde e quando ocorrem as queimas (SOUZA, 2011).

Queima controlada: trata-se do fogo utilizado para fins de agropecuária, para implantação ou manutenção de pastos e para limpeza de restos culturais (PEREIRA, 2009)

Incêndios florestais: trata-se do fogo incidente sobre qualquer tipo de vegetação, que foge do controle humano, podendo este ocorrer por causas naturais ou ser provocado pelo homem, por imprudência ou negligência (PEREIRA, 2009).

As características dos combustíveis, influenciam diretamente no comportamento do fogo, altura da chama, velocidade, liberação calórica, dinamismo da coluna de convecção e percurso percorrido. É de fundamental importância conhecer essas características no combate aos incêndios florestais. As condições meteorológicas também são fatores importantes no desenvolvimento de incêndios florestais, bem como a umidade do ar, vento e precipitação (ICMBIO, 2010).

As aplicações do fogo de forma indevida, sem a utilização de técnicas de controle, tendem a resultar em incêndios florestais, causando danos e perdas ambientais e materiais provocando efeitos negativos ao ambiente, a fauna, flora, solo, ar, água e a sociedade, acarretando ainda a eliminação da cobertura vegetal, mesmo que temporária, podendo causar erosões que consistem em um dos problemas ocasionados por um regime não adequado do fogo (BONFIM, 2001).

Os seres humanos mudaram os padrões de regime de fogo, ao suprimirem as florestas para implantação de pastagens, para fins de pecuária e agricultura. A supressão de incêndios por longos períodos, pode resultar na invasão de espécies e acúmulo de biomassa. Por um outro lado o ciclo fogo-grama por períodos consecutivos, elimina o caráter lenhoso ou sensível ao fogo, facilitando a manutenção de ecossistemas abertos, podendo também resultar em incêndios florestais com maior inflamabilidade. Esses tipos de incêndios, causam diversos impactos ao meio ambiente, como emissão de gases de efeito estufa, mortandade de animais e perdas da biodiversidade (BATISTA, RUSSEL-SMITH, FRANÇA, & FIGUEIRA, 2018).

Os incêndios florestais representam uma preocupação permanente, pois se de um lado, o fogo por si só, pode ser considerado benéfico a humanidade em virtude de alguns tipos de uso como no manejo de pastagens, importante desempenho na manutenção de alguns ecossistemas; por outro lado, trazem prejuízos consideráveis em incêndios florestais que fogem do controle, constituindo um dos fatores mais importantes na redução de bosques e florestas no mundo (MOTTA, 2008).

Desde a década de 80 o Instituto Nacional de Pesquisas – (INPE), vem aperfeiçoando um sistema de detecção de queimadas, por meio de imagens de sensores

a bordo de satélites, onde são detectados os “focos de calor, pontos geográficos captados por sensores espaciais na superfície do solo, quando detectadas temperaturas acima de 47 °C e áreas mínimas de 900 m²”, (GONTIJO, PEREIRA, OLIVEIRA, & JUNIOR, 2011, p. 7966)

Diferente do conceito de incêndio florestal, entende-se como queimada, o fogo utilizado de maneira planejada e em proporções que não fogem do controle humano.

Queimada: Ribeiro e Bonfim (2000) citam que a queima controlada é uma ação planejada com objetivos previamente definidos, sendo que os efeitos esperados estejam dentro dos limites aceitáveis, devendo se conhecer todos os fatores e variáveis do fogo, utilizando técnicas preventivas de controle.

Parte relevante dos proprietários rurais, consideram as queimadas como uma maneira econômica e rápida de limpar o terreno, sendo que após a queima, eliminam-se algumas pragas e renovam-se as pastagens. Lepsh (2002, p. 160), destaca que “em sistemas de agricultura itinerantes, muitas vezes, esta é a forma de fazer com que os nutrientes contidos na biomassa da vegetação natural tornem-se disponíveis, sob a forma de cinzas”. No entanto, em regimes de queima frequente, o solo fica descoberto, podendo causar erosões e perda de nutrientes importantes à nutrição das plantas.

Utiliza-se ainda o fogo, para limpeza de resíduos de cultivos anteriores, para plantio de espécies de interesse agrícola (BONFIM, 2001).

Os incêndios florestais, em sua maioria são provocados pelo homem, sendo que quando fogem do controle, acabam destruindo florestas e causando perdas e danos de bens materiais, ocorrendo em qualquer formação vegetal. Por vezes acontece no manejo inadequado de “queima de pastagens”, estando associado a causas acidentais ou intencionais que em condições de clima e combustíveis favoráveis à sua ocorrência, facilitam a propagação e dificultam o combate (RIBEIRO, 2000).

De acordo com IBAMA (2010), incêndio florestal é todo e qualquer tipo de fogo que incide sobre uma vegetação nativa, podendo ser provocado pelo homem ou fonte natural.

Soares (1995), cita que o fogo é um dos responsáveis pela predominância de vários ecossistemas terrestres, antes da humanidade conhecer o fogo, a principal fonte de ignição da vegetação eram os raios, o autor aponta que “o fogo foi a primeira fonte

de energia natural a ser dominada pelo ser humano, constituindo desde então em um importante recurso para sua evolução”.

Com o passar dos anos e a com a evolução da humanidade, o fogo passou a ser considerado como fonte de destruição. As alterações nos ecossistemas promovidas pela sociedade têm levado a uma modificação no comportamento do fogo, principalmente quando ele ocorre devido à ação antrópica e não natural, em que toma proporções de difícil combate e de ação destruidora (SOARES, 1995).

Para entendimento das questões relacionadas ao fogo, no PNSC, é importante entender os conceitos de queimadas e incêndios. O que ocorre na Unidade de Conservação, são incêndios florestais, visto que queimadas, são realizadas para fins de pecuária e agricultura, e ainda, é quando se tem o controle do fogo. Ocorre portanto, a queima controlada realizada pelo ICMBio, em trabalhos de prevenção, anterior ao período de seca, com a finalidade de diminuir a quantidade de biomassa disponível, evitando dessa a propagação de incêndios florestais.

Entender de forma dinâmica a ocorrência e história dos incêndios no Brasil e em especial Minas Gerais, traz um aporte técnico-científico para a discussão do tema relacionado ao PNSC e a Zona de amortecimento, bem como fornece conhecimento para entendimento das questões relativas as influências para a ocorrência, propagação e manutenção do fogo.

2.2.2 Aspectos Legais em relação aos incêndios Florestais no Brasil

O uso do fogo como queima controlada, é permitido desde que se considere os aspectos legais que essa prática submerge.

No Brasil, os usos estão inseridos nos dispositivos legais pertinentes. Na área florestal, o principal é o código florestal brasileiro, lei 12651, de 25 de maio de 2012, em seu capítulo IX, artigo 38, trata da proibição do uso do fogo e controle dos incêndios:

Art. 38. É proibido o uso de fogo na vegetação, exceto nas seguintes situações:

I - Em locais ou regiões cujas peculiaridades justifiquem o emprego do fogo em práticas agropastoris ou florestais, mediante prévia aprovação do órgão estadual ambiental competente do Sisnama, para cada imóvel rural ou de

forma regionalizada, que estabelecerá os critérios de monitoramento e controle;

II - Emprego da queima controlada em Unidades de Conservação, em conformidade com o respectivo plano de manejo e mediante prévia aprovação do órgão gestor da Unidade de Conservação, visando ao manejo conservacionista da vegetação nativa, cujas características ecológicas estejam associadas evolutivamente à ocorrência do fogo;

III - atividades de pesquisa científica vinculada a projeto de pesquisa devidamente aprovado pelos órgãos competentes e realizada por instituição de pesquisa reconhecida, mediante prévia aprovação do órgão ambiental competente do Sisnama.

§ 1º Na situação prevista no inciso I, o órgão estadual ambiental competente do Sisnama exigirá que os estudos demandados para o licenciamento da atividade rural contenham planejamento específico sobre o emprego do fogo e o controle dos incêndios.

§ 2º Excetuam-se da proibição constante no caput as práticas de prevenção e combate aos incêndios e as de agricultura de subsistência exercidas pelas populações tradicionais e indígenas.

§ 3º Na apuração da responsabilidade pelo uso irregular do fogo em terras públicas ou particulares, a autoridade competente para fiscalização e autuação deverá comprovar o nexo de causalidade entre a ação do proprietário ou qualquer preposto e o dano efetivamente causado.

§ 4º É necessário o estabelecimento de nexo causal na verificação das responsabilidades por infração pelo uso irregular do fogo em terras públicas ou particulares.

Art. 39. Os órgãos ambientais do Sisnama, bem como todo e qualquer órgão público ou privado responsável pela gestão de áreas com vegetação nativa ou plantios florestais, deverão elaborar, atualizar e implantar planos de contingência para o combate aos incêndios florestais.

Art. 40. O Governo Federal deverá estabelecer uma Política Nacional de Manejo e Controle de Queimadas, Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais, que promova a articulação institucional com vistas na substituição do uso do fogo no meio rural, no controle de queimadas, na prevenção e no combate aos incêndios florestais e no manejo do fogo em áreas naturais protegidas.

§ 1º A Política mencionada neste artigo deverá prever instrumentos para a análise dos impactos das queimadas sobre mudanças climáticas e mudanças no uso da terra, conservação dos ecossistemas, saúde pública e fauna, para subsidiar planos estratégicos de prevenção de incêndios florestais.

§ 2º A Política mencionada neste artigo deverá observar cenários de mudanças climáticas e potenciais aumentos de risco de ocorrência de incêndios florestais (BRASIL, 2012, p. 21).

Importante ainda destacar a lei de crimes ambientais, em seu Artigo 41, evidencia como crime ambiental:

Art. 41. Provocar incêndio em mata ou floresta:

Pena - reclusão, de dois a quatro anos, e multa.

Parágrafo único. Se o crime é culposo, a pena é de detenção de seis meses a um ano, e multa.

Art. 42. Fabricar, vender, transportar ou soltar balões que possam provocar incêndios nas florestas e demais formas de vegetação, em áreas urbanas ou qualquer tipo de assentamento humano:

Pena - detenção de um a três anos ou multa, ou ambas as penas cumulativamente (BRASIL, 1998, p. 8).

As queimadas são permitidas para renovação de pastagens, desde que liberadas pelo Instituto Federal de Florestas no estado de Minas Gerais, mediante requerimento junto ao órgão competente; a resolução conjunta SEMADE/IEF de 23 de maio de 2014, dispõe sobre os procedimentos administrativos e a gestão para queima controlada no estado de Minas Gerais (IEF, 2014).

Na Zona de Amortecimento do PNSC, a solicitação deve ser feita por meio do Instituto Chico Mendes, escritório administrativo localizado na cidade de São Roque de Minas (ICMBIO, 2019).

O decreto 2661, de 8 de julho de 1998, estabelece as normas de precauções relativas à utilização de fogo em atividades e práticas agropastoris e florestais, estabelece em seu Artigo 1º:

Art. 1º É vedado o emprego do fogo: ´

I - Nas florestas e demais formas de vegetação;

II - Para queima pura e simples, assim entendida aquela não carbonizável, de
a) aparas de madeira e resíduos florestais produzidos por serrarias e madeireiras, como forma de descarte desses materiais;

b) material lenhoso, quando seu aproveitamento for economicamente viável;
III - numa faixa de:

(...) d) cinquenta metros a partir de aceiro, que deve ser preparado, mantido limpo e não cultivado, de dez metros de largura ao redor das Unidades de Conservação (BRASIL, 1998, p.1)

Os incêndios florestais acontecem nos diferentes tipos de biomas, em Unidades de Conservação e Áreas de Preservação, casas, fazendas, pastagens, beiras de estradas e rodovias, podendo na maioria das vezes ocasionar diversos prejuízos ambientais e econômicos. No Brasil, a maioria dos incêndios florestais é provocada pelo ser humano. Em atendimentos feitos pelo corpo de bombeiros no Distrito Federal, as estatísticas demonstram uma incidência em Unidades de Conservação, causados por ação humana. As maiores causas tem sido os incendiários e o uso do fogo para limpeza de terrenos próximos às áreas protegidas (COSTA, FIEDLER, MEDEIROS, & WANDERLEY, 2009).

2.2.2.1 Incêndios Florestais no Bioma Cerrado

Oliveira (2017), cita que o cerrado brasileiro é a maior região de savana tropical na América do Sul, sendo o mesmo definido por suas fitofisionomias, chegando em 25

diferentes subtipos de vegetação, sendo caracterizadas em florestais, savânicas e campestres.

Myers 2006, cita que a *The Nature Conservancy*, identificou três categorias de resposta vegetativa ao fogo: i) tipo de vegetação dependentes do fogo; ii) independentes do fogo; iii) vegetações sensíveis ao fogo.

A ocorrência do fogo é considerada natural em determinados regimes, quando mantido em controle, tanto no cerrado, quanto em outros tipos de vegetação. Um regime não natural de fogo, pode causar impactos negativos sobre o ambiente, modificando processos evolutivos mantidos em diferentes condições de fogo (WELAN, 2006).

A estruturação fundiária baseada em maiores propriedades rurais, abriu espaço ao desmatamento para formação de pastos, ou para agricultura, demonstrando que a prática da queimada tem sido mais utilizada por ser mais viável economicamente

Os incêndios florestais, chegam a atingir outros fragmentos de campos e florestas e propagam-se facilmente. Diversos pesquisadores demonstram que em diferentes situações e em biótipos específicos do bioma cerrado, o fogo é uma das variáveis que fazem com que as características determinantes daquele biótipo se mantenham. Entretanto, não se pode equalizar os efeitos do fogo no cerrado, devido à diversidade de parâmetros envolvidos, em virtude da heterogeneidade de paisagens que se pode chamar de regiões ecológicas que o compõe (COSTA, 2010).

2.2.3.2 Incêndios Florestais em Unidades de Conservação

Os eventos de incêndios florestais em Unidades de Conservação, podem ser considerados como uma ameaça a biodiversidade. Apesar de o fogo fazer parte de alguns tipos florestais, como por exemplo os savânicos, alguns ecossistemas são sensíveis a sua presença. Os incêndios podem comprometer os processos de evolução de populações que são consideradas vulneráveis, bem como prejudicar a vida da fauna silvestre (MEDEIROS & FIEDLER, 2003).

Nas últimas décadas a ocupação e conversão do cerrado em áreas agrícolas, tem causado as Unidades de Conservação diversos impactos e danos ambientais, em decorrência a ação frequente de incêndios florestais.

Para fins de se ter uma maior efetividade na proteção dos recursos naturais em unidades de conservação foi estabelecido pelo SNUC (Sistema Nacional de Unidades de Conservação), a Zona de Amortecimento no entorno das unidades, dessa forma, todas as atividades humanas obedecem à legislação e normas específicas (IBAMA, 2005).

2.3 Índices de Risco de Fogo

Silva *et al.*, (2016), definem risco de incêndio como a probabilidade de ocorrência ou início de um incêndio, em consequência a presença de agentes causadores.

Allgöwer; Carlson & Wagtendonk (2003), consideram que risco de incêndio é a probabilidade de ignição ou propagação dos incêndios, estando relacionadas as causas desses incêndios ao estado e distribuição dos combustíveis, a sua composição e a possibilidade do fogo iniciar em consequência a agentes causadores.

Os impactos ambientais causados pelos incêndios florestais, são destacados em questões que envolvem o aquecimento global e mudanças climáticas futuras. A queima da biomassa representa significativa parte das emissões de CO₂ para a atmosfera. Vários índices de risco de fogo, tem sido utilizado com o intuito de investigar a susceptibilidade a ocorrência de incêndios (SALES *et al.*, 2012).

Justino *et al.*, (2010), citam que no Brasil as condições climáticas e os riscos de incêndios não tem sido amplamente investigados, já na América do Norte, utilizam o Índice de Haines para investigação e análise da susceptibilidade a ocorrências de incêndios, todavia, o mesmo é um índice de condições atmosféricas propícias a ocorrência de incêndios, não levando em consideração as condições vegetacionais. No Brasil, vem sendo utilizados os índices de Angstrom, Índice Logístico de Telicyn, Índice de Neterov, Índice de Monte Alegre (FMA), Nepstad RisQue e o PFI utilizado pelo CPTEC/INPE no Programa de monitoramento de queimadas do INPE.

Silva *et al.*, (2016), citam que os índices de risco de incêndios são uma das medidas preventivas para o planejamento de prevenção e combate a incêndios florestais.

Descreve-se então, alguns dos índices utilizados em trabalhos de prevenção a incêndios florestais.

O risco de Fuzzi é um índice, onde avalia-se a chance do incêndio se iniciar em função de agentes que podem causar ou inibir os incêndios. São utilizados vetores como a tipologia florestal, distância de cursos d'água, altitude e distância de estradas mais próximas. As variáveis avaliadas no índice de risco Fuzzi, não são pré-definidas, e são determinadas de acordo com os dados disponíveis (SILVA *et al.*, 2016).

Oliveira *et al.* (2017), em estudo realizado no município de João Pessoa, no estado da Paraíba, concluíram que a predição e análise de risco utilizando o método de Fuzzi, foi satisfatório, onde apresentou-se um R^2 acima de 85%, salientam no estudo que a variável pluviometria teve contribuição significativa, de maneira que os modelos evidenciassem maior confiabilidade.

Souza; Casavecchia & Stangerlin (2012), citam que a Fórmula de Monte Alegre, conhecida como Risco FMA, foi criada em 1972, no município de Telêmaco Borba, no estado do Paraná, vem sendo utilizada em todo o país, por empresas e instituições florestais brasileiras com a finalidade de aprimoramento no planejamento em atividades de prevenção e combate a incêndios florestais. A metodologia baseia-se na variação de fatores permanentes (vegetação, relevo) e variáveis (condições meteorológicas). Posteriormente foi proposta uma alteração na metodologia, incrementando a velocidade do vento.

Alvares *et al.*, (2014), utilizaram o FMA, em um estudo na região de Piracicaba São Paulo, na correlação entre os valores apontados pela fórmula e os focos de incêndio ocorridos, obtiveram-se como resultados que o número de dias com focos de incêndio apresentou relação com a escala mensal, quando apontado risco alto pela fórmula, já para risco nulo ou ausência de focos, apresentou interações negativas.

Oliveira *et al.*, (2015), citam que o Fator de Risco de Angstrom (FRA), é um índice não cumulativo, utilizando em sua metodologia a temperatura do ar e a umidade relativa às 15:00 horas locais, sendo esse considerado a pior hipótese em relação ao valor máximo de temperatura e mínimo de umidade relativa diários. Os resultados quando menores que 2,5 são considerados altíssimo e maiores que 2,5 como nenhum risco de incêndio, não possuindo classificação de perigo de incêndio.

Em estudo realizado no Pantanal Mato Grossense, Soriano; Daniel & Santos (2015), compararam a eficiência dos índices de Monte Alegre (FMA), o índice de Angstrom, Índice Logarítmico de Telicyn (I), Índice de Nesterov (G), e Monte Alegre

Modificada (FMA⁺). Como resultados, apontaram que o FMA, destacou-se com maior eficiência na indicação do risco de incêndio, seguidos do Índice de Nesterov (G) e o FMA⁺, quando comparados com os focos de calor no período de estudo. Os autores concluíram ainda que a velocidade do vento e a umidade relativa do ar, foram as variáveis que apresentaram maior correlação com a ocorrência de focos de calor.

O Índice de Nesterov (IN), é um índice cumulativo, tendo como variáveis a temperatura do ar (°C), a precipitação, umidade relativa do ar e o déficit de saturação do ar (hPa) as 15:00 horas (OLIVEIRA *et al.*, 2015). É o método de risco de fogo mais utilizado na Rússia, fornecendo um índice de ignição potencial. O IN fundamenta-se na inflamabilidade dos combustíveis, não relacionando a velocidade de propagação do incêndio. As classes de perigo variam de I a V e os graus de risco nulo, pequeno, moderado, alto e extremo, respectivamente (SILVA, 2019).

O Índice de Telicyn tem como variáveis precipitação em mm, a temperatura do ar e a temperatura de ponto de orvalho (°C), medidos as 13:00 horas. Trata-se de um índice cumulativo, sempre que ocorrer precipitação igual ou maior que 2,5 mm, conclui-se o somatório e retorna no dia seguinte ou após cessar a chuva (Casavecchia *et al.*, 2019).

Silva (2019), cita que o Índice de Telicyn, foi elaborado na União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS), tendo como suas variáveis a temperatura do ar e a temperatura do ponto de orvalho, sendo medidas as 13:00 horas, o autor salienta que na ocorrência de precipitação o índice é nulo. Na determinação quanto ao valor do risco de fogo, é caracterizado como nenhum risco, pequeno, risco médio ou risco alto.

No Índice de Haines, utilizado principalmente no Canadá, África e Bacia do Mediterrâneo, é levado em consideração as condições atmosféricas para propagação de incêndios. Donald Haines, verificou que a maior parte das ocorrências de focos de calor aconteceram em dias quando as taxas de umidade relativa do ar encontravam-se muito baixas (abaixo de 40%) e condições atmosféricas favoráveis, próximo as áreas dos incêndios florestais. O Índice de Haines é um índice de estabilidade atmosférica, desenvolvido a fim de ser utilizado no gerenciamento e prevenção a propagação de incêndios florestais (LEMOS *et al.*, 2012).

Melo *et al.* (2012), citam que as análises utilizando o índice de Haines foram realizadas a partir do índice de baixa severidade atmosférica, apresentando uma intensa

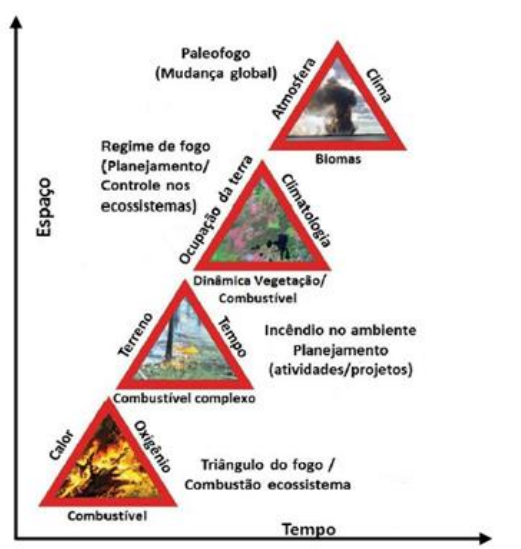
relação com as condições de instabilidade atmosférica, ar seco e baixa umidade. Os autores citam ainda que as condições de baixa umidade atmosférica, as temperaturas do ar e ponto de orvalho em diferentes camadas da atmosfera, juntamente com o tipo de material combustível, influenciam significativamente o desenvolvimento de incêndios.

Tatli e Turkes (2012), apontam que o Índice de Haines é um importante índice climático utilizado para monitorar grandes escalas de incêndios florestais e prevenir a propagação dos mesmos.

Segundo Lemos (2006), a estabilidade atmosférica decorre-se na ausência de movimentos convectivos ascendentes, podendo produzir nuvens do tipo estratiformes e gerar névoas ou nevoeiros, sendo possível a ocorrência de precipitações leves e contínuas. A instabilidade atmosférica, ocorre na predominância de movimentos convectivos ascendentes, produzindo nuvens cumuliformes, podendo ocasionar precipitações em forma de pancadas de chuva.

Tatli e Turkes (2014), utilizaram a análise de frequência do Índice de Haines, na Bacia do Mar Mediterrâneo. Os autores apontam que as condições meteorológicas em alguns locais analisados, não eram suficientes para iniciar um incêndio florestal. O fogo ocorre quando há combustível suficiente, associado a presença de calor e oxigênio, (Figura 16). Além disso, deve-se levar-se em consideração eventos climáticos, como períodos de altas temperaturas, umidade relativa do ar e ventos muito fortes.

Figura 16: As múltiplas escalas do fogo em diferentes escalas temporais e espaciais



Fonte: Adaptado Ryan e Coerner, (2012)

Segundo Ryan e Coerner (2012), os incêndios florestais afetam os processos biofísicos em diferentes escalas temporais e espaciais, desde o efeito em uma planta individual aos padrões de paisagens e processos.

Em dias com temperaturas elevadas em consonância com baixa umidade relativa do ar e ventos fortes, ocorre o aumento do potencial para ativar o início de um incêndio florestal, podendo levar a degradação de milhares de hectares de floresta. Incêndios florestais geralmente ocorrem durante períodos de elevação de temperatura e seca. Cientistas utilizam índices de risco de fogo, para monitorar incêndios florestais (TATLI E TURKES, 2014). Entendendo as condições atmosféricas propícias a ocorrência e desenvolvimento de focos de calor, é possível monitorar as áreas, indicando os locais propícios a ocorrência de incêndios. O índice de risco de fogo, aumenta de acordo que ocorre baixa umidade do ar e elevação da temperatura.

Trouet *et al.*, (2008), consideram que a região do clima mediterrâneo na costa oeste dos Estados Unidos é marcada por invernos úmidos e verões secos, bem como pela alta atividade de fogo, acentuada pelas condições climáticas da região. Destacam no estudo a importância de padrões de circulação em escala sinótica nas interações fogo-clima, além de todo o conjunto de variáveis baseado em registros, a serem utilizados na análise de incêndios florestais. Os incêndios são diretamente relacionados à circulação atmosférica e extensão do fogo, isso indica que em anos com altos valores de índice de ocorrência de fogo tem-se extensas áreas queimadas.

Tatli e Turkes, (2014), destacam em seu estudo que os índices de risco de incêndio, devem servir para fornecer informações climáticas aos agentes florestais nos trabalhos de prevenção a incêndios, sendo importante ainda, revisar as condições da biomassa para queima.

Lemos *et al.*, (2012), afirmam que é importante analisar as variações climatológicas, pois elas demonstram e auxiliam a gerenciar as áreas mais críticas e propícias a ocorrência de incêndios florestais, facilitando a tomada de decisões para controles das queimadas e incêndios. O ar seco, juntamente com a baixa umidade afetam o comportamento do fogo, elevando a possibilidade de ocorrência e propagação dos incêndios.

A atmosfera instável, que ocorre devido a presença do fogo, é denominada por centros de baixa pressão. Isso pode levar a ocorrência de ventos de superfície que

aceleram ainda mais o alastramento do fogo. É importante investigar o teor do vapor de água presente na atmosfera e analisar os sistemas de meso e pequena escala, pois como proposto por Haines (1988) *apud* Lemos *et al.* (2012), a instabilidade atmosférica é útil nos modelos de previsão e controle de queimadas, há várias evidências que deixam claras a relação das condições de estabilidade atmosférica, umidade baixa e o desenvolvimento de queimadas.

Uma etapa importante nos trabalhos de prevenção a incêndios florestais é análise do ambiente, investigando a susceptibilidade que determinado local possui, para que os focos de calor possam propagarem-se e transformarem-se em incêndios florestais (risco de fogo). Nos países do Hemisfério Norte, com destaque para Estados Unidos e Canadá os Índices são bastante utilizados, no Brasil o INPE (Instituto Nacional de Pesquisas), desenvolveu uma metodologia que relaciona as condições atmosféricas e a cobertura vegetal, em um índice que mostra a probabilidade de risco de fogo para determinada área o PFI (*Potencial Fire Index*), (NOVAIS, 2011).

A metodologia desenvolvida pelo INPE, baseou-se na evidência empírica temporal e espacial, em relação a ocorrência de queimadas e incêndios no Brasil, durante um período de 20 anos (BROWN *et al.*, 2006), sendo o princípio elementar do índice: quanto mais dias sem chuva, maior o risco de queimadas da vegetação (MELO *et al.*, 2012).

A base do índice é que se eleva o risco de fogo, conforme a condição da vegetação, no entanto, nos períodos de seca tem-se um aumento no risco de queima. O ciclo natural da vegetação, o desfolhamento, o ciclo fenológico, juntamente com a temperatura máxima e umidade relativa do ar são também incluídos no índice, a fim de se calcular o PFI (*Potencial Fire Index*). A base referência para os cálculos está nos dias sem precipitação, ou seja, nos dias de seca (NOVAIS, 2011).

Para o desenvolvimento da pesquisa, optou-se em utilizar o Índice Potencial de Fogo, desenvolvido pelo INPE, em sua nova versão PFIV2, apresentada por Silva, (2019), onde o PFI, foi implementado com a função logística de Haines.

Acredita-se que o Índice de Risco Potencial de Fogo, seja uma importante ferramenta a ser implantada na Unidade de Conservação do PNSC, a fim de juntamente com as medidas de prevenção já utilizadas na área, constituir-se em uma alternativa eficiente nos trabalhos de prevenção a ocorrência e propagação de incêndios florestais,

visto que o PFIv2, não visa o ponto de ignição, mas a susceptibilidade atmosférica e condições vegetacionais ao risco de fogo.

O Índice de Risco Potencial de Fogo, PFI, versão 2, foi adotado para a pesquisa, devido uma das suas principais características: ser um índice genérico, aplicável a qualquer conjunto de dados em diferentes resoluções espaciais e de tempo (SILVA, 2019).

2.4 CONDIÇÕES CLIMATOLÓGICAS E ATMOSFÉRICAS

2.4.1 A atmosfera terrestre

Existe uma distinção, na ciência atmosférica, entre clima e tempo. Ayode (1996), define tempo como sendo um estado médio da atmosfera em um determinado período de tempo, para um determinado lugar. Já o clima é integração do tempo em um dado lugar, por um período mínimo de 30 a 35 anos, sendo considerado como todas as características da atmosfera, observadas de forma contínua, durante um período longo, abrangendo dessa forma um maior número de dados.

De acordo com Torres & Machado (2008), o tempo está relacionado com as condições atmosféricas em um determinado lugar, em um determinado momento; clima é a integração das variáveis médias desse período, caracterizando a atmosfera de um local. O clima pode ser definido como o conjunto de fenômenos e condições meteorológicas que evidenciam por um longo período de tempo o estado médio da atmosfera e sua evolução em um determinado local. Portanto para que seja possível caracterizar o clima de uma região, sendo necessárias observações diárias em séries interrompidas.

A característica climática de uma região é estabelecida por elementos e fatores climáticos.

Mendonça & Oliveira (2007), definem elementos climáticos como peculiaridades físicas que constituem as propriedades da atmosfera geográfica de um determinado local, sendo eles temperatura, vento, radiação solar, umidade e pressão do ar, influenciados pela diversidade geográfica, revelam-se por meio da precipitação, vento, nebulosidade, ondas de calor e frio. A variação temporal e espacial das

manifestações dos elementos climáticos, deve-se a ação de controles climáticos, conhecidos como fatores do clima, sendo eles, latitude, longitude, continentalidade, massas de ar, correntes marinhas.

Os fatores climáticos são responsáveis por alterações significativas no clima e em seus elementos, de acordo com Torres & Machado (2008) e Sartori (2010), que os definem como “agentes causais que condicionam os elementos climáticos”.

2.4.2 Elementos e fatores climáticos

O clima é composto por alguns elementos, que podem variar de acordo com a região, são definidos por atributos físicos, que representam as propriedades atmosféricas de um determinado local, sendo os mais utilizados: Radiação solar, temperatura, umidade relativa do ar, pressão atmosférica, precipitação. A variação espacial e temporal da ocorrência da ação de controles climáticos, são conhecidos como fatores do clima (MENDONÇA & OLIVEIRA, 2007).

Os fatores climáticos são as características geográficas, modificadoras das paisagens. São fatores que influenciam o clima: latitude, altitude, continentalidade e maritimidade, massas de ar, correntes marítimas, relevo, vegetação (TORRES & MACHADO, 2008).

Segundo Mendonça & Oliveira (2007), a latitude é um importante fator climático, pois ela retrata a ação de condicionantes astronômicos na quantidade de energia que entra no sistema da superfície. A latitude local é responsável pela definição do ângulo em que os raios solares incidirão a superfície, em um período de 12 horas.

A altitude é responsável pela variação de alguns elementos do clima, tendo uma correlação direta com os valores de temperatura e pressão atmosférica. Portanto os climas apresentam os valores térmicos na razão inversa da latitude. Segundo Torres & Machado (2008 p. 74), a altitude está diretamente relacionada aos elementos climáticos, como temperatura e pressão atmosférica, “em algumas áreas a altitude determina diferenciações sensíveis na temperatura. A região brasileira que mais sofre influência da altitude é a sudeste, por apresentar um conjunto de terras mais elevadas do país”.

A longitude de um ponto, é considerada a partir do ângulo compreendido entre o meridiano do local e o meridiano de Greenwich, sendo considerada positiva para os

lados a leste (E) e negativa para o oeste (W), variando de -180° a 180° (ALMEIDA, 2016).

A latitude de um determinado ponto é compreendida como um paralelo a linha do equador, ou seja, a distância de qualquer ponto na superfície terrestre e o equador. São consideradas como positiva no hemisfério norte e negativa no hemisfério sul, variando de 90° a -90° , indicadas pelas letras N (norte) ou S (Sul). As regiões localizadas entre o equador e 30°N e 30°S , são denominadas como região tropical, baixas latitudes. Entre 30°N e 60°N e 30°S e 60°S latitudes médias ou região temperada. São consideradas latitudes alta ou alta polar, aquelas localizadas de 60°N a 90°N e 60°S a 90°S (ALMEIDA, 2016).

Para entender o clima de uma determinada região é necessário conhecer os fatores que causam influência direta nas condições climáticas locais. No estudo da ocorrência de incêndios florestais no PNSC, é necessário conhecer e entender as variáveis, elementos e fatores climáticos que interferem e favorecem as condições para ocorrência e propagação dos incêndios florestais.

Para embasamento e conhecimento dessas variáveis, é necessário compreender os fatores climáticos como: continentalidade, condições de circulação e dinâmica atmosféricas, zona de convergência do atlântico sul (ZCAS), a climatologia da região sudeste do Brasil e por fim a relação dessas condições e os incêndios florestais que ocorrem na região da Serra da Canastra. Por meio da utilização do Índice de Risco Potencial de Fogo (PFIv2), correlacionar as condições que favorecem a ocorrência e propagação de incêndios.

Apresentam-se os fatores climáticos e atmosféricos, que podem interferir nas condições para ocorrência e propagação de incêndios florestais na Serra da Canastra.

2.4.3 Continentalidade

A continentalidade pode ser explicada em relação a distância do mar, tomada juntamente com a direção do vento dominante (ALMEIDA, 2016). O continente passa por variações de temperatura mais rapidamente que as superfícies aquáticas, sendo que os solos são opacos e não recebem diretamente o calor em suas partes mais profundas,

em contrapartida as águas, possuem propriedades de misturar o calor recebido (TORRES & MACHADO, 2008).

Na continentalidade tem-se uma maior amplitude térmica, ou seja, uma maior variação de temperatura entre o dia e a noite, entre o verão e inverno, sendo uma diferença entre as temperaturas máximas e mínimas. A continentalidade influencia ainda a umidade relativa do ar. Em relação aos incêndios florestais na Serra da Canastra, sabendo que a umidade relativa do ar, bem como as variações de temperatura agem diretamente nas condições favoráveis para a susceptibilidade a ocorrência do fogo, a continentalidade é um fator que influencia as condições que mantêm ou propagam os incêndios florestais, devido as alterações na umidade relativa do ar e temperatura.

2.4.4 Circulação e dinâmica atmosférica

Segundo Lemos (2006), a Circulação Geral da Atmosfera (CGA), depende das condições gerais atmosféricas, que atuam em uma determinada região. A fim de interpretar a dinâmica de uma área de estudo, faz-se necessário uma análise global da extensão da área, dessa forma é possível entender a climatologia local.

Mendonça e Oliveira (2009 p.83), abordam que para o entendimento do clima de uma dada região, é imprescindível o reconhecimento dos controles climáticos a que ela esteja submetida, tendo em vista que um clima é definido por aspectos de “primeira grandeza (escala zonal, macroclimática, dada via circulação primária) e de segunda grandeza (escala regional, mesoclimática, via circulação secundária) ”, aplicando-se essa hierarquia em todos os estudos climatológicos.

Os sistemas sinóticos são grandes porções horizontais e verticais de massas gasosas na atmosfera que interagem entre si, ligadas a características particulares de tempo, podendo estar associadas a seus elementos e fatores climáticos. Essas características são resultados de diferentes condições, como a circulação geral da atmosfera, atuação e evolução de massas de ar e relevo. Os sistemas sinóticos formam-se em consequência do comportamento da circulação atmosférica e do movimento de massas de ar (SILVA, CHAVES & LIMA, 2009).

A atmosfera terrestre está em constante movimentação, a qual resulta-se os ventos e o movimento de rotação da terra. Os fatores que influenciam a circulação

atmosférica são: i) topografia, ii) distribuição das superfícies continentais e oceânicas (AYODE, 1996).

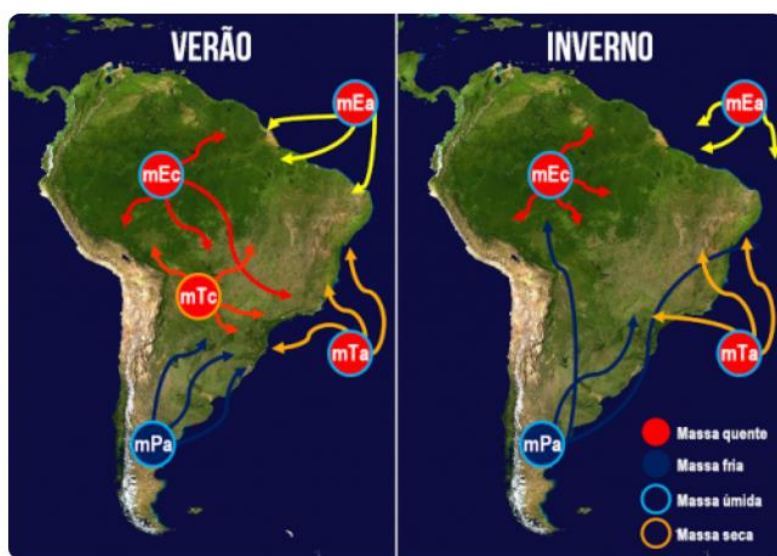
O balanço de radiação solar na superfície, é responsável pelas diferenças de pressão e temperatura que mantêm a atmosfera em movimento, consiste na entrada e saída de elementos em um sistema. Os principais componentes no sistema terrestre são as nuvens, a atmosfera e a superfície (MENDONÇA & OLIVEIRA, 2007).

O balanço de radiação, demonstra que a região intertropical apresenta valor positivo, crescente de acordo que se aproxima do equador, sendo negativo para regiões temperadas. Em decorrência, a massa de ar no equador passa por aquecimento, diminuição de densidade e se eleva na atmosfera, enquanto as massas de ar nas calotas polares, passam por resfriamento, aumento de densidade e descendem na atmosfera (TORRES & MACHADO, 2008).

Massas de ar, podem ser descritas como uma fração distinta da atmosfera, em relação as suas características ou qualidades. Compreendem uma extensa faixa horizontal, com espessuras e homogeneidade horizontal e pequena ou nenhuma variação vertical (TORRES, 2008).

“Uma massa de ar pode ser definida como um grande corpo de ar horizontal e vertical homogêneo, deslocando-se como uma entidade reconhecível e tendo tanto origem tropical quanto polar” (AYOADE, 1996 p. 99). Na Figura 17 apresentam-se as cinco massas de ar atuantes no Brasil nas estações de verão e inverno.

Figura 17: Massas de ar atuantes no Brasil nas estações de verão e inverno



Fonte: Geografia Opiativa, (2019)

No Brasil são cinco massas de ar atuantes, sendo elas: i) massa equatorial atlântica (mea), ii) massa tropical atlântica (mta), iii) massa polar atlântica (mpa), iv) massa tropical continental (mtc) e v) massa equatorial continental (mec), cada uma possui entre suas características quente ou fria, seca ou úmida (SOARES; BATISTA & TETTO, [...]).

Massa equatorial continental: Se forma sobre a Amazônia ocidental, em virtude do aquecimento da região, devido a evapotranspiração. É uma massa de ar úmida, que é responsável pela umidade no sudeste do país no verão, retraindo-se no inverno.

Massa equatorial atlântica: Massa de ar formada pelos ventos alísios que sopram de zonas de altas pressões subtropicais do hemisfério norte. Massa de características quente e úmida.

Massa polar atlântica: Única massa de ar, com característica fria que atua no Brasil. Pode ser: i) marítima, quando seu centro barométrico cruza aceleradamente para o Atlântico, penetrando pelo sul do país, por meio do litoral, sendo fria e úmida, manifestando com maior frequência durante o inverno e primavera, nos estados do sul e sudeste do Brasil, podendo formar frentes frias e gerar nebulosidade; ii) continental, quando sua formação se encaminha sobre o continente, penetrando o Brasil pelo Uruguai ou Argentina, apresentando baixo teor de umidade, baixa temperatura e elevada pressão atmosférica. No outono e inverno provoca precipitação frontal moderada, alta estabilidade atmosférica e uma sequência de dias ensolarados.

Massa tropical atlântica: Massa de característica quente e úmida, atua no Brasil, principalmente no verão. Origina-se sobre os oceanos Pacífico e Atlântico e frequentemente se combina com a massa polar atlântica, piorando as condições de tempo na faixa litorânea do sul e sudeste. O sudeste do país recebe a umidade atuante dessa massa tropical, causando chuvas no verão e fortes instabilidade.

Massa tropical continental: Massa de ar seca, sendo a única dessa característica que atua sobre o Brasil. Formada na fronteira do Brasil e do Paraguai, sobre a região do Chaco (Mato Grosso do Sul e Paraguai), devido ao acentuado aquecimento da região. Prevalece na primavera/verão e verão/outono, com elevada temperatura e alto teor de umidade durante o verão. Na primavera equilibra “incursões

da massa polar atlântica”. No inverno apresenta baixa umidade. Provoca chuvas fortes na primavera/verão, acompanhadas de granizo, sendo responsável no inverno por dias ensolarados, com resfriamento noturno e estabilidade atmosférica (SOARES; BATISTA & TETTO, [...]).

As massas de ar possuem as características da região onde se formam, ao se movimentarem levam essas características.

Lemos (2006), cita que o Anticiclone do Atlântico Sul, evidencia-se pelo papel que desempenha no clima do Brasil. A baixa do Chaco (BC) é caracterizada por uma confluência intensa de ventos, formada devido ao aquecimento do continente, mostrando-se mais desenvolvida no verão, ocasionando uma considerável convergência de ar nos níveis inferiores. O Anticiclone do Atlântico Sul, ocasiona a inibição da formação de nuvens na região em que está atuando, fazendo com que a mesma apresente “céu claro com poucas nuvens, os ventos sopram do seu centro para a sua extremidade e seu centro possui pressões atmosféricas superiores as suas extremidades”.

A posição das massas de ar, se modifica no decorrer dos anos, devido a atuação das pressões polares, ocorrendo em conjunto com o deslocamento do equador térmico (LEMO, 2000).

No verão elas se movimentam para o sul e no inverno para o norte. No verão devido ao maior aquecimento do continente em relação ao mar, a massa equatorial continental, apresenta seu maior desenvolvimento praticamente em todo o território nacional e a massa tropical continental, desenvolve-se na porção ocidental do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. A massa tropical atlântica, ocasiona ventos de leste e sudeste, no litoral brasileiro (TORRES, 2008).

No inverno as massas tropicais atlânticas e a equatorial atlântica influenciam praticamente toda a superfície brasileira. No noroeste da Amazônia continua o domínio da massa equatorial continental, sendo a única zona instável durante o ano todo ao sul do Equador, o que causa chuvas na região, sem estação seca (TORRES, 2008).

As frentes desenvolvem-se a partir do contato entre duas massas de ar de temperaturas diferentes, formando uma superfície de descontinuidade, conhecida como superfície frontal. “A linha ou zona de contato da superfície frontal com a superfície do solo, ou qualquer plano horizontal, é chamada de frente” (SOARES; BATISTA & TETTO ([...] p. 119).

As discontinuidades frontais, são denominadas: frente fria, frente quente, oclusão e frente estacionária. Uma frente é uma zona de transição ou de contato, onde as propriedades do ar movem-se gradativamente de uma massa para outra, no local onde elas ocorrem o ar é agitado e o tempo é instável (TORRES, 2008).

A circulação geral da atmosfera influencia a ocorrência de incêndios florestais na área de estudo, sendo responsável pelos sistemas de baixa e alta pressão, onde ocorrem as trocas de massas de ar quente e frio, além de proporcionar o movimento e direção dos ventos, sendo essas variáveis, fatores que condicionam a ocorrência, propagação e manutenção de incêndios florestais. Quando o ar é aquecido, devido a radiação solar, o ar quente sendo menos denso que o ar frio, tende a subir em movimento ascendente, para as camadas mais altas da atmosfera, onde a temperatura é mais baixa, ocasionando o resfriamento da massa de ar, que sendo resfriado torna-se mais denso e ocorre o movimento descendente, para as partes mais baixas, provocando áreas com alta pressão atmosférica (LEMOS, 2006).

Para manter o equilíbrio das zonas de alta e baixa pressão, o ar desloca-se horizontalmente das áreas de alta pressão, sentido as áreas de baixa pressão, os deslocamentos do ar em busca de equilíbrio da atmosfera, formam os ventos. Sabendo que os ventos é uma das variáveis contribuintes para ocorrência e manutenção dos incêndios, durante a estação de inverno, são fatores que favorecem a ocorrência e propagação de incêndios florestais no PNSC.

2.4.5 Zona de Convergência do Atlântico Sul sobre o Brasil (ZCAS)

As Zonas de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), são identificadas por imagens de satélites por meio de uma distribuição de nebulosidade de orientação NW/SE, resultante da confluência de massas de ar quentes e úmidas, vindas da Amazônia e do Atlântico Sul, sendo carregadas de umidade e ar quente, encontrando-se na região central do Brasil, atuando na região norte e sudeste do país. Denomina-se Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), o local onde diferentes massas de ar se encontram e exercem sua atuação durante o verão (TORRES & MACHADO, 2008).

No verão as massas de ar convergem formando um centro de alta pressão sobre o continente, combinando com a chegada de frentes frias provenientes da região sul do

país, causadoras de instabilidade e alterações bruscas de tempo, acompanhadas de chuvas intensas. Durante a ocorrência das ZCAS, processa-se um aumento significativo do índice pluviométrico sobre as regiões Centro-oeste, sudeste, norte e parte da região sul do Brasil (LEMOS, 2006).

Segundo Vianello e Alves (2000), o encontro de duas massas de ar, de temperatura e umidade diferentes, ocorre provocado por um gradiente de pressão, deslocando uma massa em direção a outra, decorrendo no aparecimento de uma frente no solo, separando o ar frio do quente. Inicia-se, portanto, um processo de troca de propriedades em decorrência a interação de duas massas de ar.

A pressão em determinados pontos pode ser aumentada ou diminuída, mediante uma leve deflexão do escoamento. Na vértice da onda frontal, constitui uma circulação ciclônica. No decorrer do desenvolvimento do ciclone a frente fria, sobrepõe a quente, dessa forma o ar quente então é forçado a subir para níveis mais elevados, por ser menos denso que o ar frio (VIANELLO E ALVES, 2000).

Durante o verão no Brasil, as linhas de instabilidade provocam ascensão do ar quente, podendo causar chuvas e trovoadas e até tempestades locais severas, atingindo as regiões Centro-oeste e Sudeste. A topografia local é um fator responsável por induzir o desenvolvimento mecânico de linhas de instabilidade, deixando-as mais ativas. Durante o inverno, quando ocorre o resfriamento do continente e o fortalecimento dos anticiclones polares, as frentes frias são os únicos meios de ocasionar chuvas no país. No deslocamento sobre o Continente Sul Americano, a massa polar perde suas características, como consequência torna-se mais seca, essa condição climática, favorece a ocorrência de incêndios florestais (LEMOS, 2006).

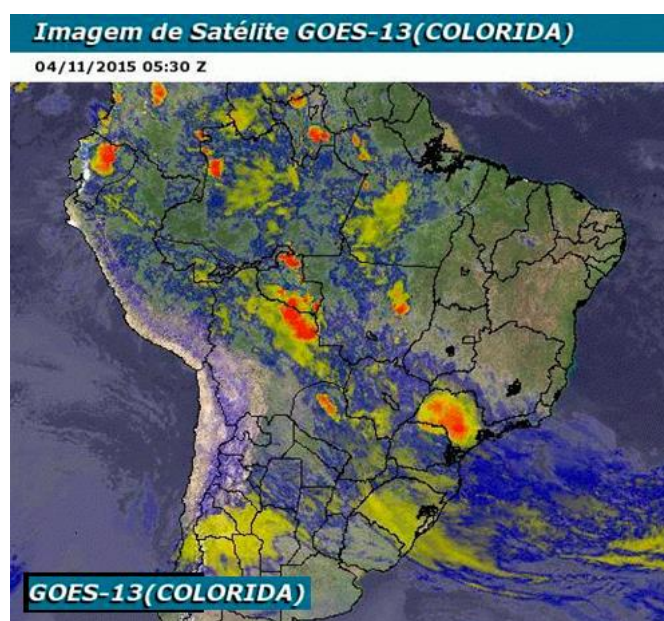
Cavalcanti *et al.*, (2009), citam que linhas de instabilidade, se manifestam na costa norte da América do Sul, podendo se deslocar para o interior do continente, ocasionando precipitações. O fato desses sistemas terem escala temporal associada a variabilidade diurna, a máxima atividade convectiva pode ser percebida em imagens de satélite no final da tarde. A convecção nos trópicos tem relevante papel na circulação global e energética da atmosfera tropical, as linhas de instabilidade formam um dos sistemas atmosféricos mais importantes no deslocamento de calor para a alta troposfera.

As variações que ocorrem na atmosfera, são responsáveis por eventos como intensidade de chuvas e circulação da atmosfera, sendo causadoras de ocorrência de

eventos severos como movimentos de massa, deslizamentos, enchentes e alagamentos. A Zona de Convergência do Atlântico Sul, é o limite em direção ao polo de massa de ar úmido, em consonância com a umidade do ar em baixos níveis, Figura 18 (CAVALCANTI, 2009), sendo responsável por grande parte do volume de precipitação que ocorre nas regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste do Brasil.

Durante a estação de verão dos anos de 2014 e 2015, vários fatores combinados interferiram na formação de ZCAS, o que se tornou uma objeção para a ocorrência de precipitação no Brasil (CLIMATEMPO, 2019).

Figura 18: Imagem do satélite GOES – 13 – ZCAS do dia 04/11/2015 as 5:30



Fonte: GOES – 13 – INPE, 2015

Novais (2011), cita que a atividade convectiva da ZCAS, estende-se da Amazônia até o Atlântico Subtropical e em algumas situações prolonga-se a região sudeste do Brasil. O fenômeno *El Niño* Oscilação Sul, favorece a persistência da ZCAS oceânica em aproximadamente mais quatro dias, em contraposição as fases neutras e frias (NOVAIS, 2011).

A Zona de Convergência do Atlântico Sul, os Sistemas Frontais e o Anticiclone do Subtropical podem acarretar em períodos longos de estiagem na região sudeste (CLEMENTE, JÚNIOR & LOUZADA, 2017).

A ZCAS, é um fator que influencia a ocorrência de incêndios na região da Serra da Canastra, tendo em vista a relação da precipitação e umidade relativa do ar com os incêndios florestais e a alteração dos padrões de vento, umidade relativa do ar e precipitação, em decorrência a ZCAS.

2.4.6 Condições Climatológicas e meteorológicas da Região Sudeste

A região sudeste encontra-se aproximadamente entre 14° a 25° de latitude Sul, o que propicia ao local vários atributos físicos, tipos geomorfológicos, diferentes tipos de topografia e relevo, assegurando-lhe uma posição geográfica ímpar, encontra-se inserida na borda oriental da América do Sul, atravessada pelo trópico de capricórnio. Em termos climatológicos isso representa uma distribuição de precipitações irregulares no espaço e no tempo, elevada evaporação em regiões ao norte e continentais e participação importante de condições anticiclônicas (CAVALCANTI *et al.*, (2009).

A importância do relevo na região sudeste, se dá devido ao fator da distribuição de temperaturas e precipitações, o que intensifica frente frias e as linhas de instabilidade, sendo que no verão as altas temperaturas e as chuvas intensas são associadas ao aquecimento superficial e as linhas de instabilidade. A região sudeste encontra-se sob “ação de sistemas atmosféricos de grande escala: Anticiclone Sul (AAS), Baixa do Chaco (BC), Alto da Bolívia (AB), Alta Subpolar (AS), Correntes de Jato (CJ)” (LEMOS 2006, p. 42).

A região encontra-se inserida nas terras altas brasileiras, sendo formada pelas Serras da Mantiqueira, Serra do Mar entre São Paulo e Rio de Janeiro, Serra da Canastra e Espinhaço em Minas Gerais. A topografia e relevo são determinantes para as diversidades climáticas da região (CAVALCANTI *et al.*, 2009).

No PNSC, o relevo e topografia são variáveis determinantes e que acentuam a propagação de incêndios florestais. Certos locais, em que o combate ao incêndio é dificultado pela formação do relevo, só é possível acesso da brigada e corpo de bombeiros mediante a utilização de aeronaves, tornando mais difíceis e onerosas as medidas corretivas e combate. As linhas de instabilidade provocam a formação de ventos, que em períodos de queima, propagam os incêndios de forma muito rápida.

Na Figura 19, observam-se uma queimada no ano de 2010, em local de relevo acidentado, que dificulta o acesso de veículos para o combate aos incêndios.

Figura 19: Área queimada 2010 - Local de relevo acidentado de difícil acesso para combate



Fonte: Hadaniel Prata Matos (2010).

2.4.7 *El Niño e La Niña*

O fenômeno do *El Niño*, é caracterizado por:

Anomalias, positivas (*El Niño*) ou negativas (*La Niña*), de temperatura da superfície do mar (TSM) no Pacífico equatorial, e sua caracterização é feita por meio de índices, como o Índice de Oscilação Sul (IOS – calculado pela diferença de pressão entre duas regiões distintas: Taiti e Darwin) e os índices nomeados *Niño* [(*Niño* 1+2, *Niño* 3, *Niño* 3.4 e *Niño* 4), que nada mais são do que as anomalias de TSM médias em diferentes regiões do Pacífico equatorial] (CPTEC, 2019).

Justino; Souza & Setzer (2002), apontam que os incêndios florestais tem seu início devido a condições meteorológicas favoráveis, como ausência de precipitação, temperaturas elevadas e baixa umidade do ar. Em anos de *El Niño*, acentua-se essa interferência, visto que em algumas localidades, como centro norte do Brasil, o fenômeno provoca alterações climáticas que podem elevar o potencial de risco de

incêndios florestais, sendo que no período de junho a outubro, quando se tem valores menores de precipitação, tem-se a maior incidência de focos de calor no Brasil.

O *El Niño* é um fenômeno atmosférico-oceânico, sua ocorrência é identificada por um aquecimento anormal do Oceano Pacífico, em suas águas superficiais, podendo afetar o clima regional e global, devido a alteração nos padrões de vento, alterando ainda os regimes de precipitações em médias latitudes. O ar que desce dos altos níveis da troposfera inibe a formação de nuvens, justificando as secas em anos de *El Niño*, no norte e leste da Amazônia e no norte e nordeste brasileiro (INPE, 2019).

O *La Niña*, é definido como um fenômeno atmosférico-oceânico, com características opostas ao *El Niño*, onde ocorre um resfriamento anormal no Oceano Pacífico, sendo que seus impactos tendem a ser opostos ao *El Niño*. Em geral os episódios de *La Niña*, tem frequência de 2 a 7 anos, porém tem ocorrido em menor regularidade que o *El Niño*, nas últimas décadas (INPE, 2019). Os fenômenos *El Niño* e *La Niña* são classificados quanto a intensidade como Forte, Moderado ou fraco (INPE, 2019).

Clemente; Junior & Louzada (2017), citam que os incêndios florestais podem ser influenciados pelo fenômeno *El Niño*, evidenciaram em sua pesquisa que os anos com os maiores números de registros de focos de calor coincidem com os ciclos de *El Niño* e *La Niña* nas categorias forte e fraco, segundo os autores, a *La Niña* no ano de 2010 (forte), causou influências em todo o clima do país, com alterações na pluviometria e temperatura do ar.

Ribeiro *et al.*, (2011), citam que os fenômenos *El Niño* e *La Niña* influenciam em diferentes graus sobre as regiões do Brasil, sendo intensa, moderado ou fraco. Entre as influências as alterações na distribuição e frequência de precipitação, é um dos fatores que mais acentuam os riscos de incêndios florestal.

Torres *et al.* (2016), apontam em pesquisa realizada sobre o perfil dos incêndios em Unidades de Conservação do Brasil, que o *El Niño* ocasiona o aumento de precipitações na região sul do país, secas severas nas regiões norte e nordeste e aumento de temperaturas na região sudeste, proporcionando um maior número de episódios de incêndios e áreas queimadas, quando comparados com anos de não ocorrência do fenômeno *El Niño*.

A Tabela 1 indica os anos de ocorrência e a intensidade dos fenômenos.

Tabela 1: Anos de ocorrências de *El Niño* e *La Niña*, suas respectivas categorias - CPTEC/INPE

<i>El Niño</i>		<i>La Niña</i>	
1895 – 1896	1896	1892 - 1893	1893 - 1894
1897	1899-1900	1903 - 1904	1906 - 1907
1902 – 1903	1904 – 1906	1908 - 1909	1909 - 1910
1911 – 1912	1913 – 1914	1910 - 1911	1916 - 1917
1918 – 1919	1919 - 1920	1917 - 1918	1924 - 1925
1925 - 1926	1930-1931	1933 - 1934	1937 - 1938
1939 - 1940	1940 - 1941	1938 - 1939	1942 - 1943
1941 -1942	1951 – 1952	1949 - 1950	1954 - 1955
1952 – 1953	1957 – 1958	1955 - 1956	1967 - 1968
1963 – 1964	1965 – 1966	1970 - 1971	1973 - 1976
1968 – 1969	1969 – 1970	1988 - 1989	1998 - 1999
1972 – 1973	1976 – 1977	1999 – 2000	2007 - 2008
1979 – 1980	1982 – 1983	2010 – 2011	2017 – 2018
1986 – 1987	1987 – 1988		
1991– 1992	1992 – 1993		
1997 - 1998	2002 – 2003		
2006 - 2007	2009 – 2010		
2015 – 2016			

Legenda:

El Niño: Forte; Moderado, Fraco.

La Niña: Forte; Moderado, Fraco.

Fonte: Adaptado (CPTEC / INPE, 2019)

O Parna Canastra, localiza-se na região sudeste, tendo em vista o fator localização, os fenômenos *El Niño* e *La Niña* contribuem no aumento da temperatura e fator de precipitação, favorecendo a ocorrência ou propagação de incêndios florestais na área de estudo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

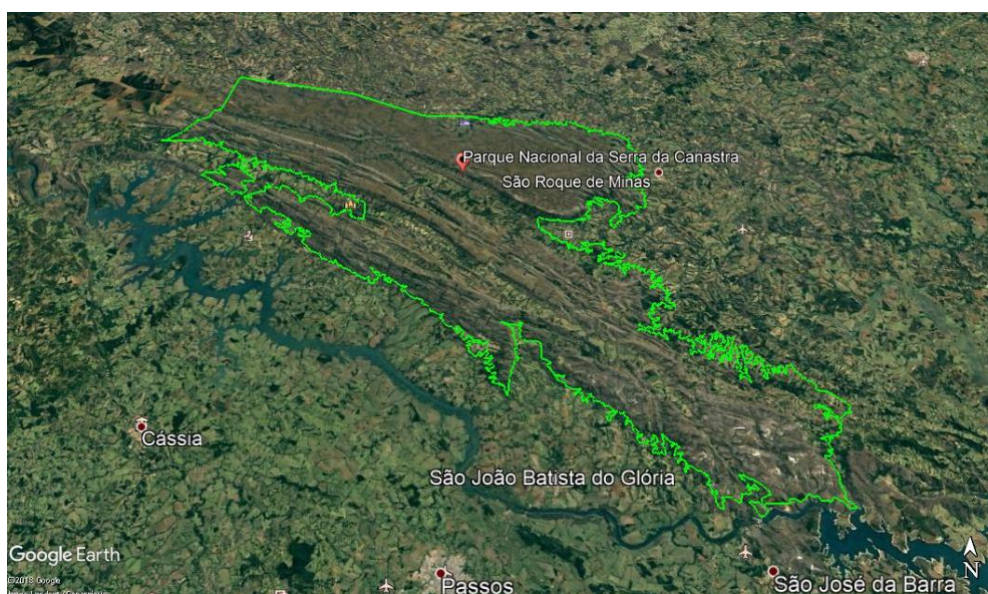
3.1 Área de estudo Parque Nacional da Serra da Canastra e Zona de Amortecimento

O PNSC, situa-se na região sudoeste de Minas Gerais, foi criado em 1972, mediante o decreto 70.355, de 03 de abril, abrangendo os municípios de São Roque de Minas, Vargem Bonita, Sacramento, Delfinópolis, São João Batista do Glória e Capitólio (IBAMA, 2005), sendo uma área total de 200.000 (duzentos mil hectares).

Em sua criação, 71525 hectares tiveram sua situação fundiária regularizada, incluindo o Chapadão da Canastra. Com o passar dos anos, outras áreas foram desapropriadas e atualmente tem-se aproximadamente 89.000 hectares regularizados (ICMBIO, 2020).

Na Figura 20, indica-se a localização do Parna Canastra, sendo que a portaria 1 fica a 9 km de São Roque de Minas, possibilitando acesso a parte alta do PNSC, bem como, a nascente histórica do Rio São Francisco, a cachoeira Casca D'anta, a Cachoeira dos Rolinhos, a Cachoeira do Fundão e também a estrada intermunicipal que liga a cidade de São Roque de Minas às cidades de Araxá e Sacramento.

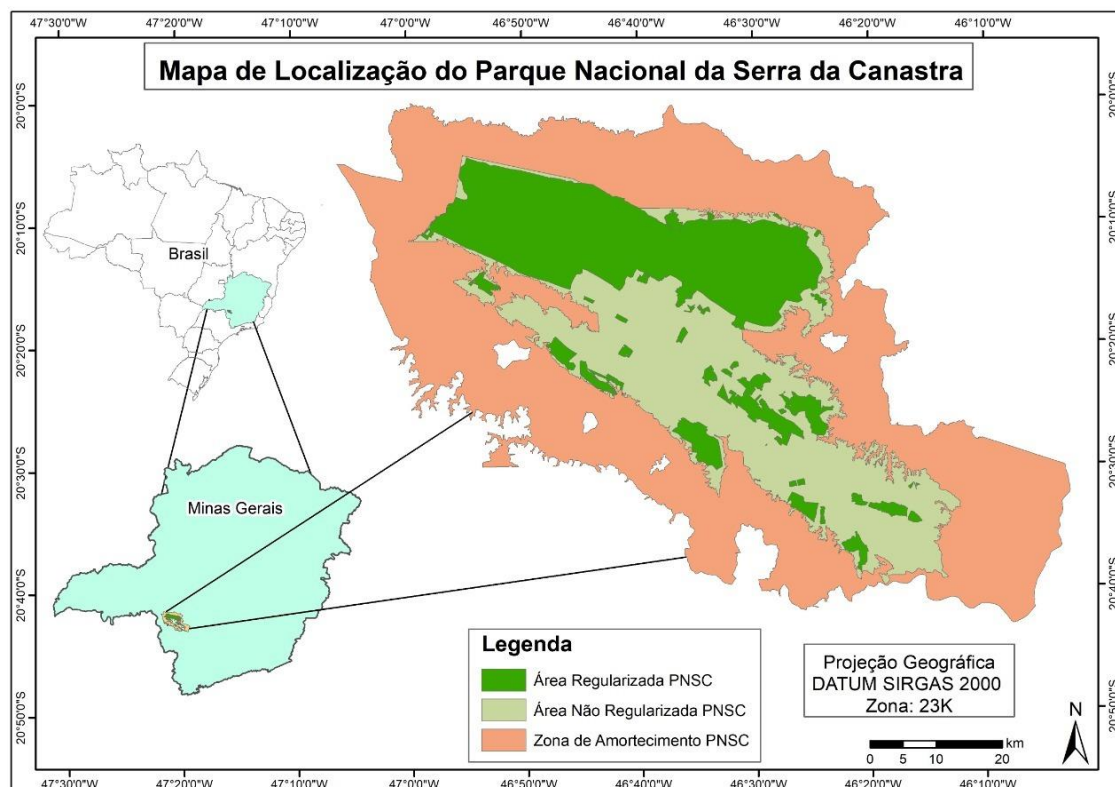
Figura 20: Localização do Parque Nacional da Serra da Canastra



Fonte: Google Earth Pro - Adaptação ICMBIO, (2019)

Na Figura 21 apresenta-se o mapa de localização da UC, bem como as áreas Regularizada, não Regularizada e Zona de Amortecimento do Parna Canastra.

Figura 21: Mapa de localização do Parque Nacional da Serra da Canastra (área regularizada, não regularizada e zona de amortecimento)



Fonte: Elaine Gonçalves da Costa, 2019

Devido a importância da manutenção e conservação dos recursos naturais do PNSC, bem como o controle e manejo do fogo, a proposta do estudo do Risco Potencial de Fogo PFIv2, busca em conjunto com as técnicas aplicadas na Unidade de Conservação, auxiliar na gestão da prevenção a propagação de focos de calor e ocorrências de incêndios florestais.

De acordo com informações obtidas no ICMBio (2019) vem sendo realizados trabalhos preventivos pela brigada de incêndio, juntamente com os funcionários do ICMBio, onde são realizadas as queimas controladas em locais previamente estabelecidos, bem como aceiros no decorrer das estradas do Parna Canastra.

O aceiro funciona como uma barreira, impedindo que o fogo ultrapasse a estrada, dessa forma, ao atingi-lo, as chamas não encontram combustível suficiente e o

fogo cessa. Tanto o aceiro, quanto as queimas controladas, são métodos que eliminam ou diminuem o material combustível, dessa forma, evitam-se incêndios de grandes proporções. Ocorre também o monitoramento por imagens de satélite dos focos de calor. Estudos de modelagem matemática, vem sendo desenvolvidos por pesquisadores da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Essas são ferramentas preventivas, que vem sendo empregadas no PNSC, a fim de evitar a ocorrência de incêndios florestais. Os índices potenciais de risco de fogo, são técnicas que podem ser eficientes, se trabalhadas em consonância com as demais técnicas citadas.

O estudo aplicando o Índice de Risco Potencial de Fogo, é realizado, mediante cálculos e imagens geradas aplicando as condições climatológicas e atmosféricas, ou seja, na pesquisa foi utilizado o Índice PFIv2, que é um aprimoramento do PFI (Justino *et al.*, 2010), onde sua base é mantida, inserindo-se o Índice de Haines (1988), levando em consideração as condições atmosféricas.

São utilizados nos cálculos fatores como: i) precipitação, ii) temperatura máxima, iii) umidade relativa do ar, iv) tipo de vegetação v) fator latitude e vi) as variáveis de condições climáticas e atmosféricas calculadas pela função *log* do Índice de Haines.

A importância da análise do Índice se dá, na possibilidade de utilizá-lo, juntamente com as demais ferramentas de gestão e prevenção a incêndios florestais adotadas no PNSC.

O Índice de Fogo Potencial PFIv2, indica as áreas que são susceptíveis a desenvolvimento de focos de Calor, podendo ser utilizado, pela equipe da Unidade, aliado com o monitoramento por satélite o manejo integrado do fogo e aceiros, ou seja, a atenção deve estar voltada, para os dias apontados pelo Índice como condições climáticas e atmosféricas propícias a ocorrências de incêndios.

Pretende-se com essa pesquisa, viabilizar a ferramenta como subsidio a unidade, colaborando para os trabalhos de prevenção a incêndio e manutenção dos serviços ambientais, contribuindo para a sustentabilidade do PNSC.

3.2 Metodologia de pesquisa

A metodologia de pesquisa, consistiu inicialmente na análise e estudo de trabalhos científicos publicados em periódicos, dissertações e teses, pesquisas em bases

como Capes, Scielo e plataformas governamentais, com o intuito de embasamento teórico e técnico, melhor entendimento das condições climatológicas e meteorológicas, para fins de utilização do Índice de Risco Potencial de Fogo (PFIv2), e ainda para a análise e discussão dos incêndios florestais no PNSC, realizando um diagnóstico das condições atmosféricas favoráveis a ocorrência dos incêndios.

Foram necessárias análises dinâmicas e sinóticas da região, abrangendo a área do PNSC.

As análises sinóticas estão relacionadas a análise e previsão do tempo de sistemas meteorológicos em grande escala, relacionando-se ao tempo de duração dos fenômenos atmosféricos, sua distribuição espacial e sazonal.

Para o presente estudo foi aplicado o Índice de Risco Potencial de Fogo (PFIv2), implementado com a equação de crescimento logístico de Haines, um índice que utiliza as condições atmosféricas susceptíveis a ocorrência e propagação de incêndios, sendo necessário o conhecimento e entendimento das condições climáticas, bem como as vegetacionais favoráveis a propagação de focos de calor na região da Serra da Canastra.

3.3 Coleta e Tratamento de Dados

Os dados para estudo, foram coletados na Universidade Federal de Viçosa, *Campus* de Viçosa, no Departamento do Programa de Pós Graduação em Meteorologia Agrícola, a fim de calcular o Risco Potencial de Fogo (PFIv2), para isso, foram apurados para o período estudado: i) precipitação, ii) umidade relativa do ar, iii) temperatura máxima, iv) condições atmosféricas para cálculo da função *log* de Haines, v) dias de secura, vi) latitude e vii) determinação do tipo vegetacional.

As variáveis umidade relativa e a temperatura do ar foram obtidas por meio da reanálise ERA-Interim, uma versão recente, produzida pelo *European Centre for Medium-Range Weather Forecasts* (ECMWF), os dados encontram-se disponíveis em: <http://apps.ecmwf.int/data/interim-full-daily/levtype=pl/>.

A precipitação foi obtida por meio do Climate Prediction Center (CPC/NOAA), que utiliza os registros de aproximadamente 30.000 estações controladas por diversas agências. Para controle de qualidade de dados, ainda são usados registros históricos, bem como observações independentes de estações vizinhas, radares e satélites e

modelos numéricos (SILVA, 2019), os dados encontram-se disponíveis em: <https://www.cpc.ncep.noaa.gov/>.

Foi definido para a pesquisa o período de 01 de janeiro de 2001 a 31 de dezembro de 2018, sendo esse o intervalo de dados disponíveis por meio do satélite Terra/MODIS (*Moderate Imaging Spectroradiometer*), obtendo dessa forma o banco de dados necessário para as análises propostas.

O Terra/MODIS, capta cada ponto de 1 – 2 dias, em 36 bandas espectrais, o sensor rastreia uma extensa série de sinais vitais da terra, maior do que outros sensores, medindo por exemplo a superfície da terra que é coberta por nuvens, disponível em: terra.nasa.gov/about/terra-instruments/modis.

A pesquisa foi realizada em diferentes etapas, para fins de comparação da eficiência e validação do Índice do Risco Potencial de Fogo, sendo elas:

i) Cálculos diários por meio das fórmulas do Risco Potencial de Fogo (PFIv2), do período de 01 de janeiro de 2001 a 31 de dezembro de 2018, para fins de produção de gráficos mensais e anuais e as respectivas médias, dos riscos potenciais de fogo;

ii) Foram processados os dados para confecção dos mapas da área de estudo, a fim de gerar as imagens com o Índice do Risco Potencial de Fogo (PFIv2), para o período de 01 de janeiro de 2001 a 31 de dezembro de 2018;

iii) Realizou-se o levantamento e tabulação dos dados de focos de calor ocorridos na área de estudo, no período de 01 de janeiro de 2001 a 31 de dezembro de 2018, por meio do sensor MODIS a bordo do satélite TERRA. Essa etapa foi importante para validação das duas etapas anteriores, mediante o levantamento da ocorrência de focos de calor, sendo possível comparar os resultados com os cálculos do Índice e imagens geradas;

iv) Levantamento de dados climatológicos, pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), estação climatológica de Bambuí- MG com a finalidade de confrontá-los com os focos de calor e períodos em que ocorreram, analisando as condições meteorológicas e quais as suas influências na ocorrência de focos de calor e propagação de incêndios florestais na região de estudo, na Serra da Canastra.

v) Análise e diagnóstico de áreas queimadas em hectares e porcentagem, das Áreas Regularizada e Não regularizada e Zona de Amortecimento, por meio do

levantamento realizado pelos pesquisadores Messias & Ferreira (2019), etapa imprescindível para validação dos dados indicados pelo PFIv2.

vi) Análise estatística de correlação e regressão das variáveis utilizadas no cálculo do PFIv2, para fins de validação do índice na área de estudo.

3.4 Cálculo do Potencial de Risco de Fogo (PFIv2 – *Potential Fire Index*)

Para o cálculo do risco de fogo, foram definidos 4 pontos na área de estudo, conforme indicados na Tabela 2.

Tabela 2: Pontos na área de estudo

Ponto	Área	Latitude	Longitude
01	Regularizada	20°,15'S	46°,75'O
02	Não regularizada	20°,54'S	46°,42'O
03	ZA ¹ face norte	20°,17'S	46°,37'O
04	ZA face sul	20°,47'S	46°,71'O

Fonte: Elaine Gonçalves da Costa (2019)

Nota: ¹ ZA: Zona de Amortecimento

O princípio do risco de fogo, relaciona-se diretamente a quantidade de dias sem precipitação, chamados de dias de seca (DS), quanto mais dias sem chuva, maior e mais crítico o risco. Na realização do cálculo PFIv2, são utilizados os efeitos e influência do tipo vegetacional, o ciclo fenológico⁴, temperatura máxima, umidade do ar, bem como a presença do fogo na área de estudo (SILVA, 2019).

O *Potencial Fire Index* (PFI), fundamenta-se no princípio de que o tipo vegetacional aumenta o fator de risco de incêndio nos períodos de seca. Os dias de secura, que é referência para o cálculo, é um número hipotético de dias sem precipitação anteriores a 120 dias que antecedem a data analisada (BRUMATTI, 2012). O PFI, foi desenvolvido pelo Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos

⁴ Período de desfolhamento da vegetação

(CPTEC), embasado no histórico de ocorrência de incêndios florestais no Brasil (JUSTINO *et al.*, 2010).

Para cálculo do risco de fogo foi utilizada a fórmula do PFIv2, adaptada por Silva (2019), onde aplicou-se o Risco Potencial de Fogo da vegetação em escala global. O autor cita que o índice é uma busca de aprimoramento do PFI (JUSTINO *et al.*, 2010), destacando que:

“Que a base do PFI é mantida, porém acrescentou-se o Índice de Haines (HAINES, 1988), acoplado a função de crescimento logístico e um fator de correção de temperatura, devido à variação da latitude, visando estimativas do Risco de Fogo coerentes às observadas em regiões extratropicais, cujos limiares de temperatura e umidade relativa do ar são totalmente distintas das faixas equatorial e tropical”. (SILVA, 2019, p.20).

É importante destacar que o PFIv2 é um índice de complexidade intermediária.

Para os cálculos do risco potencial de fogo, foi utilizada a equação 1.

$$PFIv2 = BR * (a2 * LF + b) * RT * Forb \quad (eq. 1)$$

Em que:

BR – Risco básico de fogo

a2 - constante = 0,006

LF – Função log de Haines

b - constante = 1,3

Sendo que:

$(a2 * LF + b)$, trata-se do fator de impacto da função *log* de Hai.

1- Conforme a metodologia de cálculo proposta por Justino *et al.*, (2010), foram determinados para a área de estudo, diariamente os dados de precipitação em milímetros acumulados para onze períodos anteriores 1; 2; 3; 4; 5; 6 a 10; 11 a 15; 16 a 30; 31 a 60; 61 a 90; e 91 a 120 dias.

2- Após o levantamento dos dados de precipitação, foram calculados os fatores de precipitação (FPs), para onze períodos, utilizando as seguintes equações (JUSTINO *et al.* 2010).

$$FP_1 = \exp(-0,14Prec) \quad (eq. 2)$$

$$FP_2 = \exp(-0,07Prec) \quad (eq. 3)$$

$$FP_3 = \exp(-0,04Prec) \quad (eq. 4)$$

$$FP_4 = \exp(-0,03Prec) \quad (eq. 5)$$

$$FP_5 = \exp(-0,02Prec) \quad (eq. 6)$$

$$FP_{6-10} = \exp(-0,01Prec) \quad (eq. 7)$$

$$FP_{11-15} = \exp(-0,008Prec) \quad (eq. 8)$$

$$FP_{16-30} = \exp(-0,004Prec) \quad (eq. 9)$$

$$FP_{31-60} = \exp(-0,002Prec) \quad (eq. 10)$$

$$FP_{61-90} = \exp(-0,001Prec) \quad (eq. 11)$$

$$FP_{91-120} = \exp(-0,0007Prec) \quad (eq. 12)$$

No cálculo do risco básico de fogo, é necessário primeiramente computar os dias de secura, que consistem ao número de “dias seguidos sem nenhuma precipitação durante os últimos 120 dias, em relação à data de interesse” (INPE, 2017).

3- Para o cálculo dos dias de secura (DS), utilizou-se a seguinte equação:

$$DS = 105 * (FP_1 * FP_2 \dots * FP_{61-90} * FP_{91-120}) \quad (eq. 13)$$

4 – Com os dados dos dias de secura, calculou-se o risco Básico de fogo (BR), para os tipos de vegetação consideradas, utilizando a equação 14.

$$BR_{n-0,17} = 0,9 * (1 + \sin(A_{n-0,17} * DS)) / 2 \quad (eq. 14)$$

Onde:

A é uma constante de acordo com o tipo de vegetação, conforme demonstrado na Tabela 3, que consiste nos valores de inflamabilidade para 18 tipos de vegetação.

O PNSC e Zona de amortecimento, encontram-se inseridos no bioma cerrado, foi considerado, portanto, o tipo de vegetação de ordem 7, atribuindo nos cálculos para a constante “A” o valor de “3”, conforme pode ser constatado (Tabela 3).

Tabela 3: Valores da constante de inflamabilidade “A” para os 18 tipos de vegetação

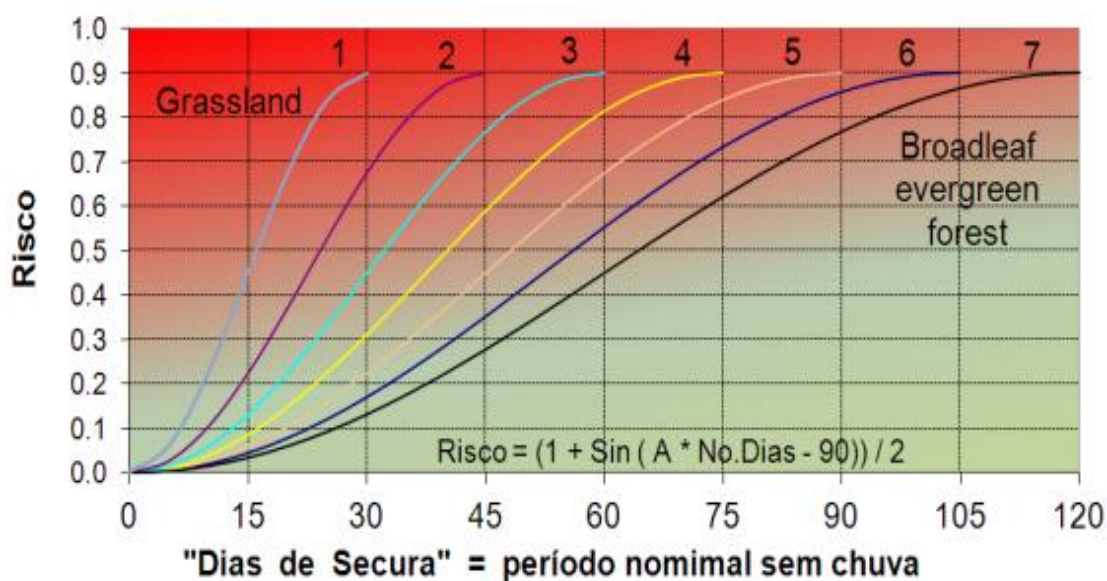
Ordem	Vegetação	A
0	Porções de água *	-x-
1	Florestas Contato; Campinarana	2
2	Ombrófila densa; alagados	1,5
3	Florestas Decíduas; Campinarana	2
4	Florestas Decíduas e sazonais	1,72
5	Florestas Mistas	2
6	Caatinga fechada	2,4
7	Savana; Caatinga aberta	3
8	Savana arbórea	2,4
9	Savana	3
10	Pastagens Gramíneas	6
11	Alagados permanentes	1,5
12	Agricultura e diversos	4
13	Áreas urbanas e construídas *	-x-
14	Agricultura; vegetações naturais	4
15	Neve e gelo *	-x-
16	Solos expostos e mineração *	-x-
17	Tundra	0,5

Fonte: Adaptado (IGPB, 2012)

Nota: * valores indeterminados de A. Para estas classes, o RB é nulo.

Na Figura 22 observa-se a variação do Risco Básico de Fogo para os tipos de vegetação da mesma constante A, tendo como princípio básico os “dias de secura”. Para fins de comparação, uma pastagem terá maior BR (risco básico) do que uma floresta. O BR possui o valor máximo de 0,9, sendo que conforme a curva senoidal ao longo do tempo, onde a equivalência das variáveis: i) variação de intensidade de luz, ii) duração da luz ao longo do ano e iii) fenologia ao longo do ano, tende a seguir o mesmo ritmo.

Figura 22: Variação senoidal do Risco Básico (RB) em função dos dias de secura DS para sete classes de vegetação



Fonte: Justino *et al.*, (2010)

Valores mais baixos para as constantes A, indicam que a vegetação necessita de um intervalo mais longo sem precipitação para alcançar o valor máximo do risco básico, por exemplo as pastagens (*grassland*) poderiam alcançar o máximo de BR em 30 dias, uma floresta poderia alcançar o máximo com 45 dias, enquanto áreas com vegetação perene (*broadleaf evergreen forest*) precisariam de mais de 95 dias de seca para atingirem um BR similar. No caso de ausência de precipitação para os onze períodos tem-se valor 1,0. (JUSTINO *et al.*, 2010).

5 – Para o cálculo do risco potencial de fogo (PFIv2), contempla-se a umidade relativa do ar (UR_{min}) e a temperatura máxima do ar ($T_{máx}$), chamado de (RT), considerando as 18:00 horas UTC (*Universal Coordinated Time*). O risco aumenta para umidade relativa abaixo de 40% e temperaturas acima de 30°C (SILVA, 2019).

A equação que origina o valor encontrado para RT consiste:

$$RT = (c * T_{max} + d) \quad (\text{eq. 15})$$

Onde tem-se:

c - constante = 0,02

Tmax – Temperatura máxima do dia em graus Celsius

d - constante = 0,4

6- Na sequência, calculou-se o fator de correção da temperatura do ar, em razão das variações de latitude, (SILVA, 2019).

$$Forb = (0,003 * |Lat| + 1) \quad (\text{eq. 16})$$

Em que:

|Lat| – Módulo da latitude

7- Calculou-se então o LF, o fator logístico de Haines.

De acordo com Silva (2019), é importante ressaltar que as definições indicadas pelo Potencial Risco de Fogo, não apontam a distribuição do risco de fogo, nas faixas extratropicais, em virtude das diferenças de padrões de precipitação e temperatura das regiões equatorial e demais latitudes (Justino, *et al.*, 2013), devido a isso, a fórmula foi acoplada aos padrões climáticos dos extratrópicos, extraídos por meio do Índice de Haines.

Lemos (2006), cita que o Índice de Haines é um índice de estabilidade atmosférica, que foi desenvolvido a fim de ser utilizado no gerenciamento e previsão de desenvolvimento de incêndios, sendo computado pela combinação das três camadas da atmosfera (baixa, média, alta), o resultado indica o potencial para taxa de propagação do fogo para determinado dia.

Potter (2018), aponta que o índice de Haines trabalha com dois componentes e três variantes. O componente A é uma medida da estabilidade estática, na forma da diferença de temperatura entre dois níveis de pressões atmosféricas, em diferentes camadas da atmosfera. O componente B mede o ressecamento como depressão do ponto de orvalho em um nível de pressão especificado. Os níveis de pressão para ambos os elementos dependem da elevação da superfície, (Tabela 4).

Portanto,

Para o cálculo do Índice de Haines tem-se a seguinte equação:

$$IH = A + B \quad (\text{eq. 17})$$

Sendo: A - diferença de temperatura do ar entre dois níveis da atmosfera em graus celsius;

B – A temperatura do ponto de orvalho para cada nível

Tabela 4: Variáveis A e B para os Cálculos do Índice de Haines

Elevação (m)	Componente de estabilidade (A)		Componente de umidade (B)	
	Cálculos (hPa)	Categorias	Cálculos (hPa)	Categorias
Baixa (≥1500)	T 950 - T850	A = 1 se < 4°C A = 2 se 4 a 7°C A = 3 se ≥ 8°C	T 850 – Td850	B = 1 se < 6°C B = 2 se 6 a 9°C B = 3 se ≥ 10°C
Média (1500 a 3500)	T 850 – T700	A = 1 se < 6°C A = 2 se 6 a 10°C A = 3 se ≥ 11°C	T 850 – Td850	B = 1 se < 6°C B = 2 se 6 a 12°C B = 3 se ≥ 13°C
Alta (≥3500)	T 700-T500	A = 1 se < 18°C A = 2 se 18 a 21°C A = 3 se ≥ 22°C	T 700 – Td700	B = 1 se < 15°C B = 2 se 15 a 20°C B = 3 se ≥ 21°C

Fonte: Adaptado Lemos (2006)

Tem-se, portanto:

T = Temperatura do ar em graus Celsius.

Td = Temperatura do ponto de orvalho em graus Celsius, temperatura a qual a saturação ocorreria se o ar fosse resfriado em uma pressão constante sem adição ou remoção de vapor de água (LEMOS, 2006), sem que ocorra alterações na pressão e umidade do ar.

Depressão psicométrica = Umidade relativa do ar, medida por dois termômetros:

- i) um de bulbo úmido que representa como se a atmosfera tivesse 100% em umidade e
- ii) um de bulbo seco em atmosfera normal, ambos em graus Celsius, por meio de uma

tabela logarítmica obtém-se essa diferença entre essas duas temperaturas transformando em umidade (LEMOS, 2006), medidas nas seguintes altitudes da atmosfera:

950 hPa – próximo da superfície.

850 hPa - \approx 1.500 m de altitude.

700 hPa – \approx entre 2.500 a 3.000 m de altitude.

500 hPa - \approx entre 5.000 e 5.500 m de altitude.

Para o cálculo utilizando a equação 18, tais limiares do Índice de Haines foram redefinidos, em relação a temperatura do ar (JUSTINO *et al.*, 2010). Em cada camada atmosférica calculada para o Índice de Haines foi aplicada a função de crescimento logístico em relação a estabilidade e umidade do ar. Esta função considera um crescimento exponencial adicionado a uma capacidade limitante.

As variáveis de umidade relativa mínima e de temperatura máxima são inversamente proporcionais, gerando respectivamente uma contribuição exponencial para a existência do fogo, todavia a capacidade limitante, é o valor que representa o limite máximo do somatório dos componentes de estabilidade (A) e umidade (B) para cada camada atmosférica do Índice de Haines (SILVA, 2019), conforme demonstrado na equação 18 .

$$F_{i=0,05}^{i=1,05} = \left(\frac{K \times F_{i=0,05}}{F_{i=0,05} + (K - F_{i=0,05}) \times e^{-0,05r}} \right) \quad (\text{eq. 18})$$

Em que:

s = valor mínimo do parâmetro de estabilidade (A);

q = valor máximo do parâmetro de umidade (B);

K = fator limitante: valor máximo da soma dos parâmetros A e B;

F = índice de risco de fogo devido à integração de A e B e;

dF/dt = taxa de variação total do risco de fogo potencial.

A partir da obtenção dos dados, levantados na UFV, foram calculados então o PFIv2, por meio da (eq. 1).

Foi utilizado o excel, do pacote da *Microsoft Office*, para os cálculos e para a produção de gráficos que são apresentados e discutidos nos resultados e discussões, sendo calculados os índices diários abrangendo o período de 01 de janeiro de 2001 a 31 de dezembro de 2018.

A Tabela 5, apresenta as categorias do PFIv2, de acordo os valores encontrados.

Tabela 5: Categorias de classificação de risco do PFIv2

Risco	PFIv2
Mínimo	< 0,15
Baixo	0,15 < 0,40
Médio	0,40 < 0,70
Alto	0,70 < 0,9
Crítico	0,9 <

Fonte: Silva (2019).

Com todos os dados calculados, utilizou-se então a fórmula do Risco Potencial de Fogo (PFIv2), demonstrada na equação 2, em que os resultados serão discutidos no item 5.

$$PFIv2 = BR * (a2 * LF + b) * RT * Forb \quad (eq. 1)$$

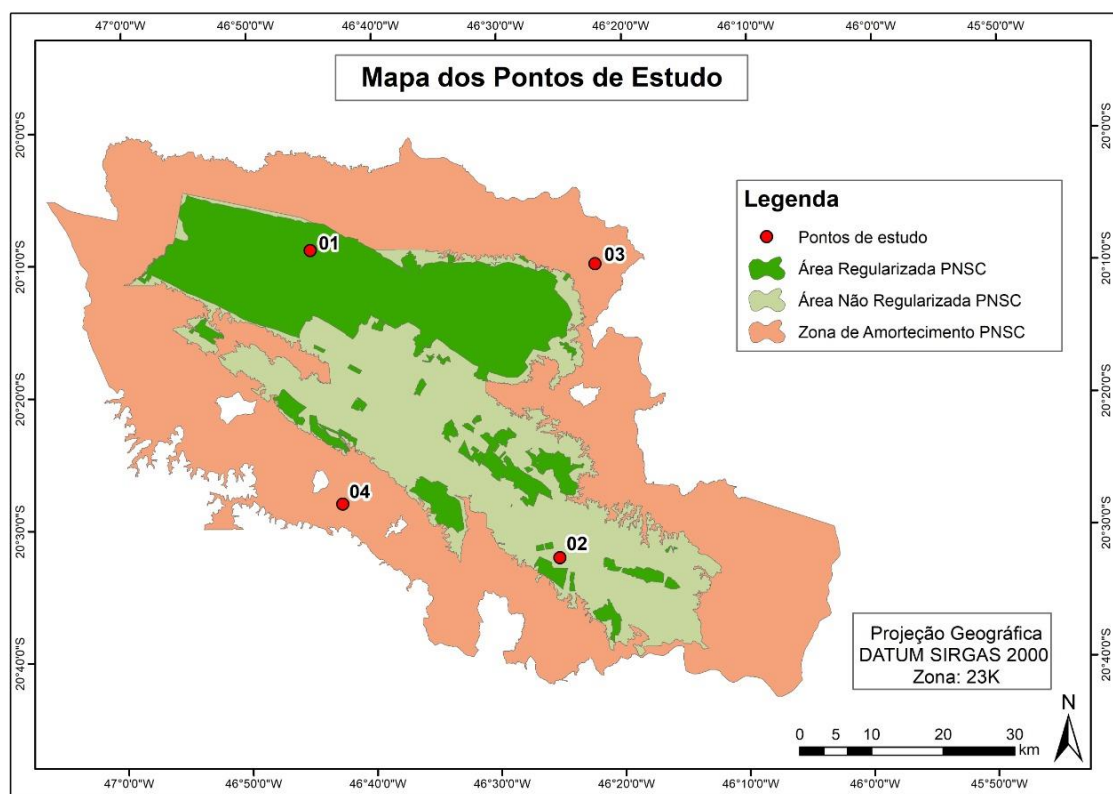
3.5 Mapas da área de estudo

As áreas de estudo do PNSC, de acordo com Messias & Ferreira (2019), possuem as seguintes dimensões: Área regularizada: 71.221,66 hectares; Área não Regularizada: 126.826,78 hectares e Zona de Amortecimento 269.599,70 hectares, sendo uma área total de estudo de 467.648,14 hectares, demonstrados na Figura 23.

Foram definidas para levantamento dos focos de calor, pelo FIRMS, as seguintes coordenadas: Latitude mínima 20° 50'00" S; Latitude máxima 20° 00'00" S; Longitude mínima 47° 50'00" O; Longitude máxima - 46° 20'00" O a fim de gerar as imagens, que correspondem as áreas Regularizada e não Regularizada do Parque Nacional da Serra da Canastra e Zona de Amortecimento.

Na Figura 23, são apresentadas as áreas regularizada e não regularizada e a zona de amortecimento, bem como os pontos de estudo (Tabela 2 item 3.4).

Figura 23: Localização das coordenadas do pontos de estudo no PNSC



Fonte: Elaine Gonçalves da Costa (2020)

As imagens foram geradas por meio do Centros Nacionais de Previsão / Centro Nacional de Pesquisa Atmosférica (NCEP) utilizando o sistema operacional Linux e o visualizador de imagens, um produto *Comand Language* (NCL/NCAR), *Computacional & Information Systems Laboratory do National Center for Atmospheric Research* dos Estados Unidos. Um programa gratuito que permite o processamento e visualização de dados, possibilitando a configuração e customização de imagens em diversos formatos e o uso para bases de saída de modelos climáticos (PIRES; DIAS & PEREIRA [...]), que pode ser acessado por meio do link: <https://www.ncl.ucar.edu/>

3.6 Levantamento dos focos de calor 2001 a 2018

A terceira etapa consistiu no levantamento de focos de calor, ocorridos na área de estudo, no período 01 de janeiro 2001 a 31 de dezembro de 2018, por meio das imagens (*MODerate Resolution Imaging Spectroradiometer*) MODIS, satélite Terra, pelo site da NASA, com resolução de 1 Km x 1 Km, sensor em órbita polar, sendo os dados disponibilizados em domínio público.

Foram obtidas a partir do banco de dados da plataforma *Fire Information For Resource Management System* (FIRMS), (informações sobre incêndios para o sistema de gestão de recursos) – posteriormente, foram produzidos os gráficos diários do Índice do Risco de Fogo (PFIv2), utilizando para interpretação dos mesmos o visualizador NCL.

O sistema de informação de incêndios utilizado, dispõe dados de incêndios ativos em tempo real, pelos satélites do *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* (MODIS) e do *Visible Infrared Imaging Radiometer Suite* (VIIRS). Os dados podem ser visualizados por meio do FIRMS *Fire Map ou World View* da NASA (NASA, 2019).

Foram realizados os *downloads* os dados, de ocorrências de focos de calor para o período estudado, sendo enviados por *e-mail*, pela plataforma, em formato CSV, posteriormente, os mesmos foram manipulados por meio do software Excel.

As informações foram baseadas nas coordenadas de ocorrência dos focos, data, hora e satélites utilizados para o levantamento. A partir de então, os dados foram manejados, realizando o somatório mensal dos focos de calor, posteriormente foram calculadas as médias mensais e anuais e gerados os gráficos, para validação dos cálculos do risco de fogo, para o período de estudo.

Posteriormente foram levantadas as condições climatológicas, a fim de relacionar os fatores climáticos e o desenvolvimento de focos de calor, tendo em vista que o PFIv2, em sua fórmula, implementada pela função *log* de Hai, considera os fatores climatológicos e as condições para ocorrência de incêndio, por meio da temperatura das camadas da atmosfera, o ponto de orvalho e a umidade relativa do ar.

Sendo que entre as condições climáticas, o fator de precipitação considerado para os 120 dias anteriores ao cálculo e os dias de seca, tem relação direta com as condições vegetacionais, que influenciam o risco de fogo.

3.6.1 Levantamento de áreas queimadas

Foi realizado o levantamento de áreas queimadas, por meio de um estudo científico produzido por Messias & Ferreira (2019), sendo utilizado para vias de comparação com os resultados do PFIV2, as áreas em números de hectares queimados e porcentagem de área, no intervalo de 2001 a 2017, tendo em vista que o estudo foi realizado nesse intervalo.

Dessa forma, foi possível contrastar os dados apontados pelos cálculos do PFIV2, com os dados reais de área queimada.

3.7 Estratégia de tratamento dos dados

Os dados foram analisados da seguinte maneira:

Primeiramente verificou-se os resultados dos cálculos de risco de fogo diário, realizando as médias mensais e anuais, dos 4 pontos avaliados, a área regularizada, não regularizada e zona de amortecimento face norte e sul. Buscando comparar com as condições climatológicas para os períodos estudados e a variação de resultados entre os pontos.

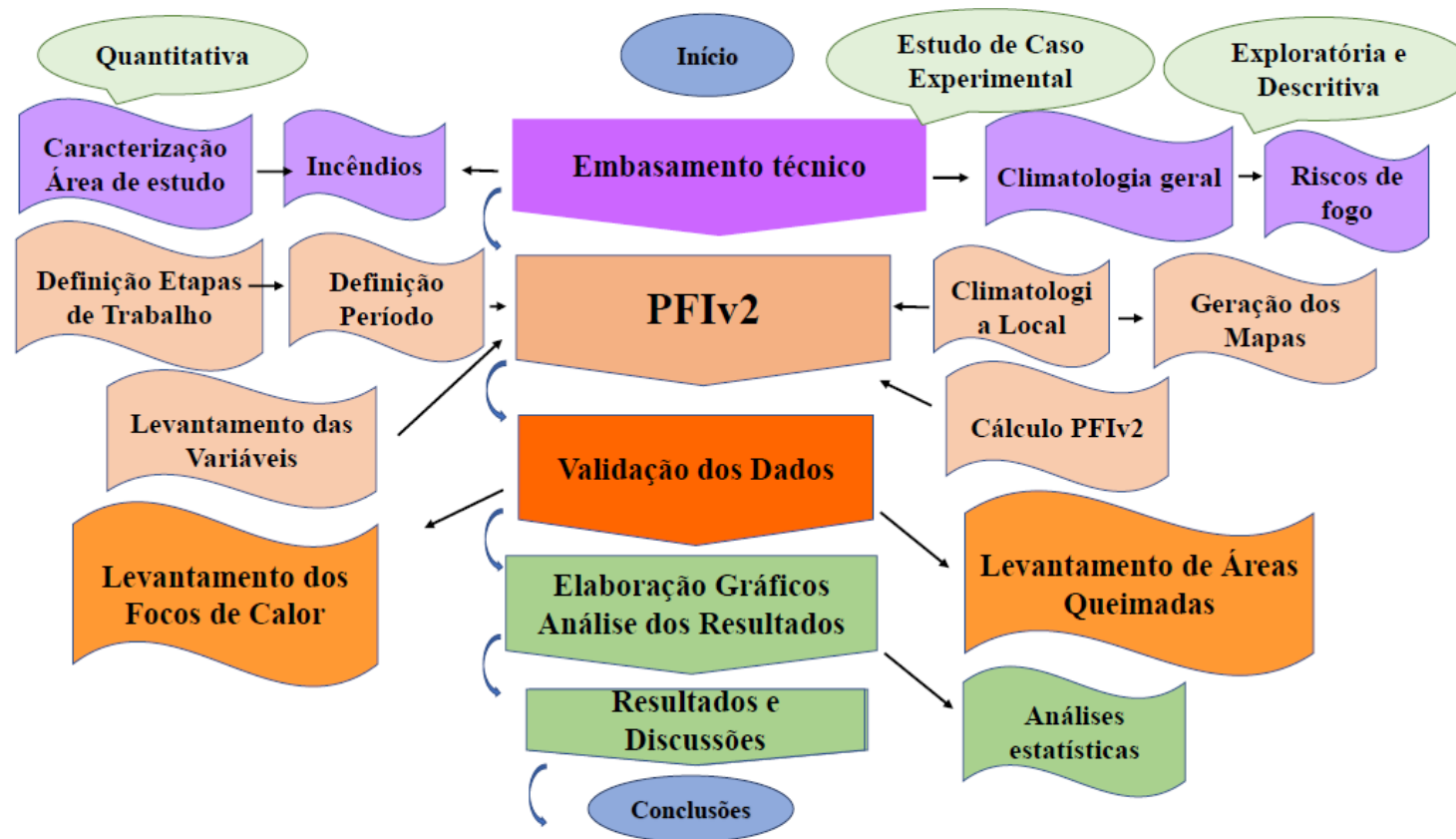
Posteriormente foram analisados os mapas produzidos, indicando o índice PFIV2, para a área de estudo, sendo possível visualizar toda a região sudeste do país, a fim de examinar as influências climatológicas, como as Zonas de Convergência do Atlântico Sul e Linhas de Instabilidade na ocorrência de incêndios na área de estudo.

Em seguida para validação do índice, foram analisados a ocorrência de focos de calor para o período de 01 de janeiro de 2001 a 31 de dezembro de 2018, confrontando os dados encontrados nos cálculos, com os mapas, dados climatológicos e por fim com as áreas queimadas em hectares e porcentagem.

Após o levantamento de dados das quatro etapas, os mesmos foram tratados estatisticamente, posteriormente gerados os gráficos para melhor entendimento, comparação e discussão dos dados.

Na Figura 24 demonstra-se o fluxograma de pesquisa, onde podem serem visualizadas as diferentes etapas e procedimentos metodológicos adotados na presente pesquisa.

Figura 24: Fluxograma da metodologia de pesquisa



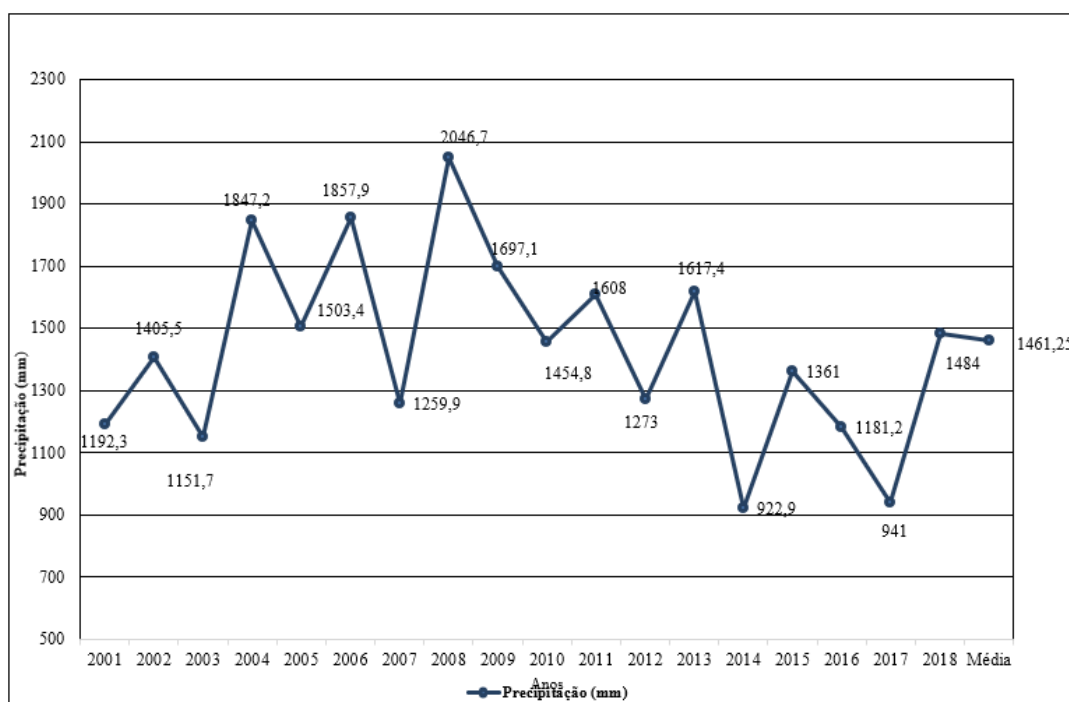
Fonte: Elaine Gonçalves da Costa (2019)

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Dados climatológicos e condições meteorológicas

A fim de relacionar os dados climatológicos da área de estudo e as condições susceptíveis a propagação de focos de calor e ocorrência de incêndios florestais foram coletados os dados mensais de precipitação no INMET (2019), estação meteorológica de observação de superfície automática, da cidade de Bambuí/MG, para o intervalo de 01 de janeiro de 2001 a 31 de dezembro de 2018, sendo possível contrastar aos resultados obtidos pelos cálculos do PFIv2, bem como, com a ocorrência de focos de calor, extensão e percentual de áreas queimadas. Na Figura 25, indicam-se as precipitação anuais em mm.

Figura 25: Precipitação anual de 2001 a 2018



Fonte: Adaptado INMET, (2019)

Foram observadas as ocorrências dos fenômenos *El Niño* e *La Niña*⁵, bem como temperatura do ar, umidade relativa, temperatura e ponto de orvalho em diferentes

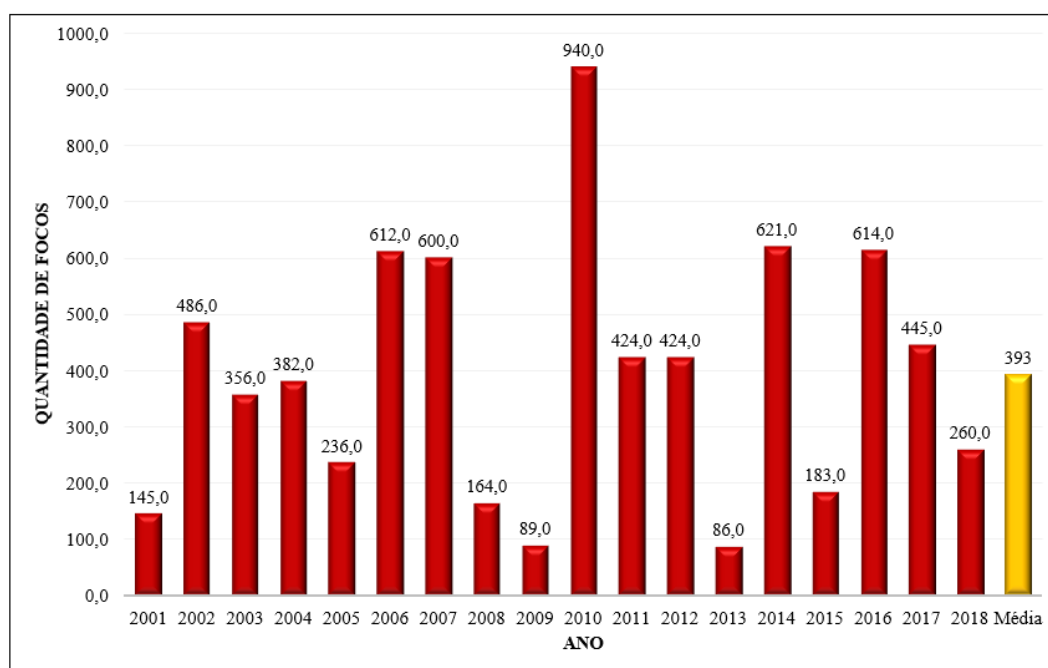
⁵ Indicados na Tabela 1

camadas da atmosfera para o cálculo da função *log* de Hai. Esses dados foram contrastados com as informações de focos de calor e ocorrência de incêndios florestais.

4.2 Levantamento de focos de calor e área queimada

A fim de validar os dados calculados por meio do PFIv2 foi realizado o levantamento de focos de calor obtidos por meio da plataforma FIRMS, satélite MODIS sendo os resultados, apresentados na Figura 26. Os focos foram abordados por dias de ocorrência, no intervalo de 01 de janeiro de 2001 a 31 de dezembro de 2018, sendo feitas as médias mensais e anuais, para melhor embasamento e melhor precisão na confrontação de dados.

Figura 26: Quantidade de focos de calor na área de estudo, para o período de 2001 a 2018



Fonte: Elaine Gonçalves da Costa, (2019).

A fim de comparar a as análises de dados, foi utilizado neste trabalho um estudo do levantamento de áreas queimadas realizado por Messias & Ferreira (2019) em que os autores executaram a pesquisa abordando as áreas queimadas no PNSC, sendo divididas em áreas Regularizada e Não Regularizada e Zona de Amortecimento, para o período de 2001 a 2017. Os autores citam que para os anos de 2003 e 2012, não foi possível a

obtenção de dados, devido as imagens apresentarem muitas nuvens, como o intervalo foi até o ano de 2017, não se tem informação das áreas queimadas em 2018.

Na Tabela 6, apresentam-se os resultados da extensão de áreas queimadas em hectares. A extensão das áreas de estudo, conforme mencionado por Messias & Ferreira (2019), possuem as seguintes dimensões: Área regularizada: 71.221,66 ha; Área não Regularizada: 126.826,78 ha e Zona de Amortecimento 269.599,70 ha, sendo uma superfície total de 467.648,14 hectares.

Tabela 6: Áreas atingidas por incêndios florestais no Parna Canastra e Zona de Amortecimento

Ano	Área Regularizada (ha)	Área Não Regularizada (ha)	Área Zona de Amortecimento (ha)	Total de área queimada (ha)
2001	13.850,90	34.445,44	8.688,79	56.985,13
2002	46.860,62	44.843,91	19.912,94	111.617,47
2003	nd	nd	nd	nd
2004	17.840,40	36.904,67	10.522,61	65.267,68
2005	6.700,35	36.039,01	10.950,38	53.689,74
2006	16.032,50	38.694,62	9.636,77	64.363,89
2007	32.229,91	36.467,67	14.397,27	83.094,85
2008	904,76	22.641,35	5.014,82	28.560,93
2009	150,23	5.780,70	3.959,45	9.890,38
2010	38.024,13	50.770,92	16.816,73	105.611,78
2011	384,85	26.384,18	8.177,01	34.946,04
2012	nd	nd	nd	nd
2013	918,07	8.647,42	2.804,30	12.369,79
2014	42.331,48	45.898,67	9.828,81	98.058,96
2015	11.808,90	23.396,91	4.428,80	39.634,61
2016	47.814,30	38.643,33	8.577,66	95.035,29
2017	7827,31	36.830,84	5.454,83	50.112,98
2018	nd	nd	nd	nd

Nota: nd – Não disponível para os anos de 2003 e 2012 não foi possível acesso as imagens por possuírem muitas nuvens. Para 2018 não existem dados pois o estudo foi realizado até o ano de 2017 e o ICMBio não possui o levantamento.

Fonte: Adaptado Messias & Ferreira, (2019).

Messias & Ferreira (2019), utilizaram para o cálculo de áreas queimadas, a Zona de Amortecimento como um todo, na presente pesquisa foram separados os pontos da Zona de Amortecimento, face norte e sul do PNSC, para os cálculos do PFIV2.

Apresentam-se na Tabela 07, os dados em forma de porcentagem em relação a área total queimada (divididas em Área Regularizada, Área Não Regularizada e Zona de Amortecimento).

Tabela 7: Porcentagem de áreas atingidas por incêndios

Ano	Área Regularizada %	Área Não Regularizada %	Área Zona de Amortecimento %
2001	19,45	27,16	3,22
2002	65,80	35,36	7,39
2003	nd	nd	nd
2004	25,05	29,10	3,90
2005	9,41	28,42	4,06
2006	22,51	30,51	3,57
2007	45,25	28,75	5,34
2008	1,27	17,85	1,86
2009	0,21	4,56	1,47
2010	53,39	40,03	6,24
2011	0,54	20,80	3,03
2012	nd	nd	nd
2013	1,29	6,82	1,04
2014	59,44	36,19	3,65
2015	16,58	18,45	1,64
2016	67,13	30,47	3,18
2017	10,99	29,04	2,02
2018	nd	nd	nd

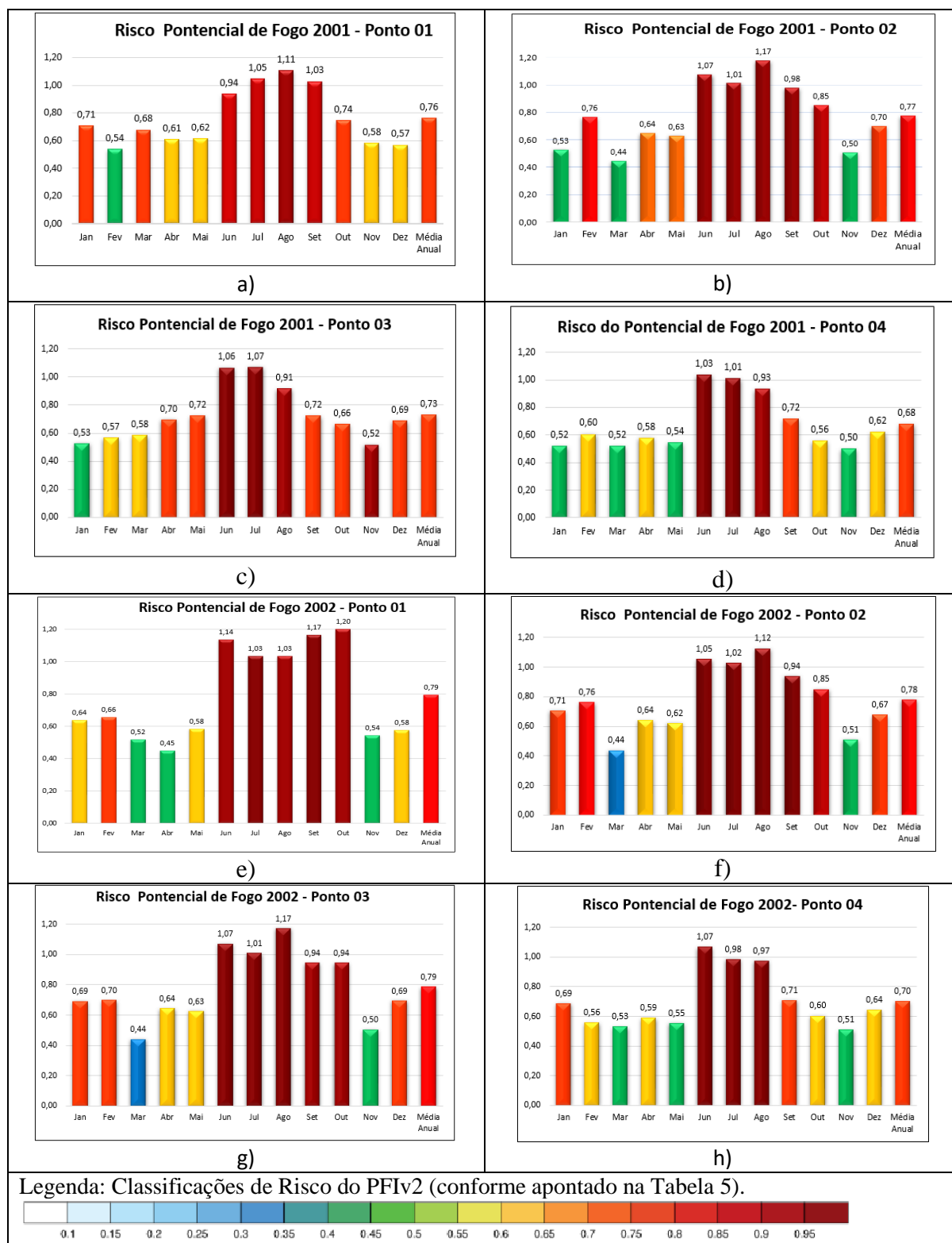
Nota: nd – Não disponível para os anos de 2003 e 2012 não foi possível acesso as imagens por possuírem muitas nuvens. Para 2018 não existem dados pois o estudo foi realizado até o ano de 2017 e o ICMBio não possui o levantamento.

Fonte: Adaptado Messias & Ferreira, (2019).

4.3 Cálculos do PFIv2 – Índice de Risco Potencial de Fogo

Apresentam-se os cálculos do PFIv2, em forma de gráficos abordando os quatro pontos avaliados e apontando os valores das médias mensais obtidos pelo cálculo diário do índice PFIv2. O ponto 01 corresponde a Área Regularizada, o ponto 02 a Área não Regularizada do Parna Canastra e os pontos 03 e 04 a Zona de Amortecimento, face norte e sul, respectivamente. Na Figura 27, apresentam-se os resultados do PFIv2, para os anos 2001 (Figura 27 a) a d)) e 2002 (Figura 27 e) a h))

Figura 27: Risco Potencial de Fogo 2001 e 2002 – PNSC e ZA



Fonte: Elaine Gonçalves da Costa, (2019).

Verificam-se nos valores apresentados que o índice apresentou variações de acordo com cada ponto de estudo.

Esse é um detalhe importante, pois corrobora que o PFIv2, de acordo com Silva, (2019), é aplicável em qualquer conjunto de dados, é um modelo de complexidade intermediária. Uma das principais características do índice está relacionada ao fato de ser genérico podendo ser empregado a diferentes grupos de dados e em distintas resoluções espaciais e temporais.

Aplicando-se melhores resoluções, (0,125 x 0,125 *pixels*), no levantamento das variáveis (precipitação, temperatura do ar, temperatura em diferentes camadas da atmosfera, ponto de orvalho e umidade relativa do ar) no conjunto de dados, como foram utilizadas para o cálculo do PFIv2, tem-se um resultado mais preciso para áreas menores. Segundo Silva (2019) o fator de correção da temperatura do ar, em razão das variações de latitude que é utilizado na fórmula para o cálculo do índice, traz mais exatidão nos resultados, em consonância, poderá ser observado as diferenças de valores do PFIv2, nos pontos de estudo demonstrados nos gráficos da Figura 27.

Para o PNSC, é importante a determinação das áreas, tendo em vista que a gestão de incêndios do ICMBio, atua na Área Regularizada com medidas preventivas e corretivas. Já na área Não Regularizada e Zona de Amortecimento, não ocorrem as medidas de prevenção, devido serem áreas antropizadas.

Segundo Medeiros e Fiedler (2004), na Área não regularizada, por não ter sido desapropriada na criação do Parna Canastra e ser limítrofe a Área Regularizada, a população local desenvolve atividades conflitantes, como agricultura e pecuária, onde utilizam-se o fogo com a finalidade de limpeza de pastos e restos culturais. No entanto a maior parte das ocorrências de incêndios são de origem antrópica, podendo ocorrer também por turistas ou transeuntes que passam pela estrada intermunicipal que liga São Roque de Minas ao Triângulo Mineiro. O mesmo acontece na Zona de Amortecimento, que além das atividades agropecuárias tem-se ainda minerações, causando forte pressão antrópica na área.

O tipo de uso e ocupação dos solos, influencia diretamente as condições para propagação de incêndios.

O índice PFIv2 pode ser usado, tanto nos trabalhos de prevenção como nos trabalhos de combate a incêndios, onde conforme resultado obtido, pode-se planejar e

programar as ações a serem tomadas, determinar os melhores períodos para realização do Manejo Integrado do Fogo e aceiros que são feitos anualmente nas estradas da Área Regularizada do PNSC.

Para o ano de 2001, ano esse com baixa ocorrência de focos de calor (Figura 26), no intervalo analisado, foram queimados 13.850,90 hectares na Área Regularizada (Tabela 6), 19,45% (Tabela 7). Percebe-se no período que antecede a seca, que o PFIv2 indica menores valores, com exceção no ponto 01, em que janeiro e março marcaram risco médio e com uma elevação no período de fevereiro no ponto 02; e abril e maio no ponto 03.

Já no ponto 02, (Figura 27 e) a h)) onde o índice aponta valores críticos de junho a setembro e alto para fevereiro e dezembro, teve-se 27,16% de área queimada. Nos pontos 03 e 04 as áreas queimadas ficaram próximas a média tendo 3,22% de queima (Tabela 7). A precipitação foi de 1192,3 mm de chuva Figura 25, valor abaixo da média anual.

Em 2002 onde teve-se um aumento nas ocorrências de focos de calor (Figura 26), observa-se que o período crítico se inicia de junho a outubro, exceto no ponto 04, que tem o início em junho e segue até setembro (Figura 28 e) a h)).

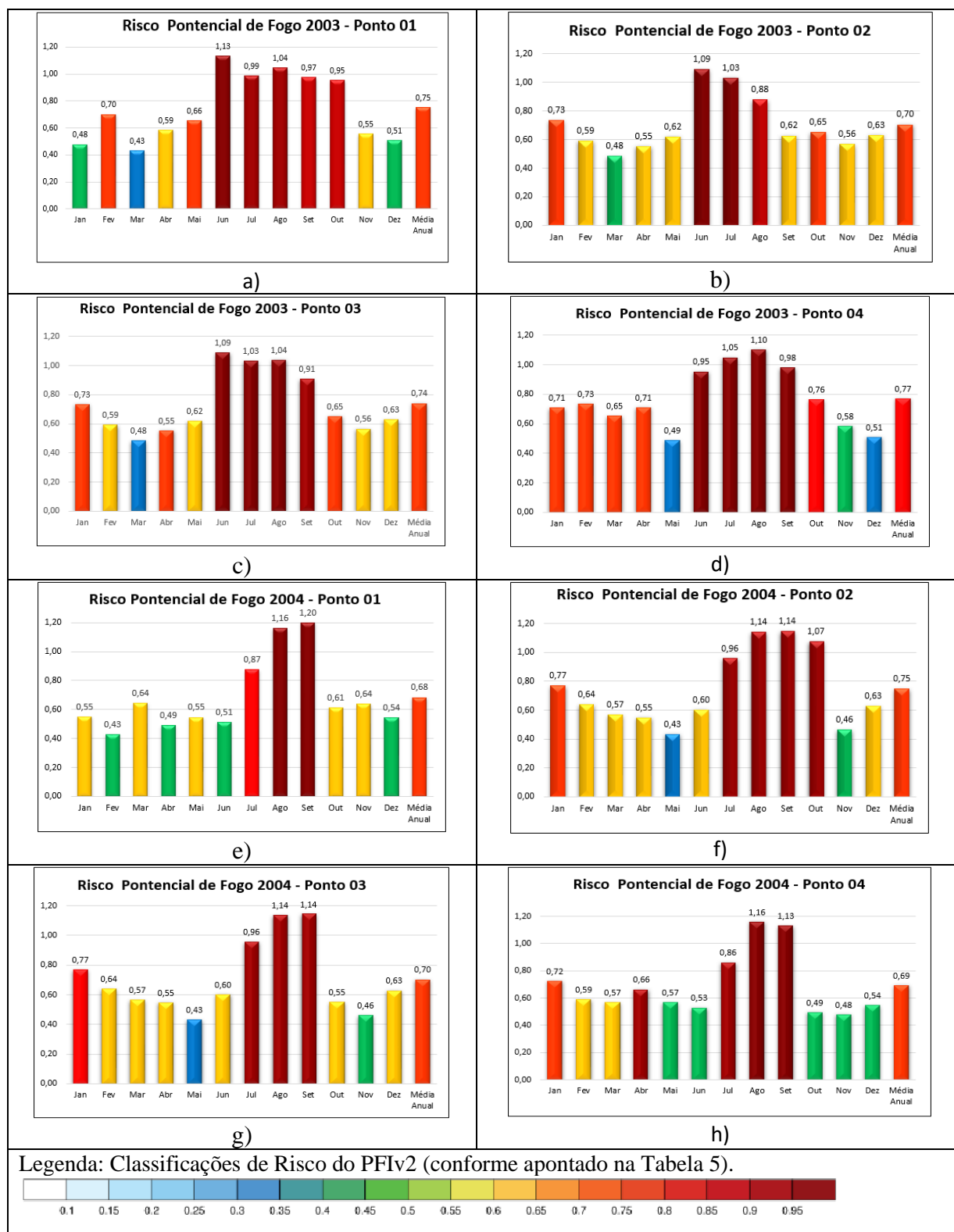
Nesse ano, queimou-se 65,80% da Área Regularizada (Tabela 7), ponto 01. O PFIv2 indica período crítico de junho a outubro com valores elevados. Nota-se que nos meses de janeiro, fevereiro e maio tem-se uma considerável elevação do índice, que indica risco alto em janeiro e médio nos demais, considerando condições atmosféricas favoráveis a propagação de focos de calor e ocorrência de incêndios (Figura 27 e) a h)).

No ponto 02, o PFIv2 apontou risco alto para janeiro, fevereiro e outubro, e risco crítico de junho a setembro. Nesse ano queimou-se 35,36% da área, sendo a 3ª maior ocorrência registrada.

Na Zona de Amortecimento foi o maior apontamento de área queimada, sendo 19.912,84 hectares, equivalente a 7,39% da extensão, valor demasiadamente acima da média. A precipitação ficou dentro da média registrada para o local, de 1400 mm de chuva (Figura 25).

Na Figura 28, apresentam-se o Risco Potencial de Fogo (PFIv2), para os anos 2003 (Figura 28 a) a d)) e 2004 (Figura 28 e) a h)) nos quatro pontos avaliados.

Figura 28: Risco Potencial de Fogo 2003 e 2004 – PNSC e ZA



Fonte: Elaine Gonçalves da Costa, (2019).

Os anos de 2003 e 2004 foram anos com registros de ocorrência de focos de calor abaixo da média (Figura 26).

Nas Áreas Regularizada e Não Regularizada (Figura 28), o PFIv2 indica menor valor para o mês de março. Nesse caso, os valores apontados mostram que os trabalhos de prevenção, como o Manejo Integrado do Fogo e os aceiros, seriam ideais para esse período (Figura 28 a) a d)).

No ano de 2003 a maior ocorrência de focos de calor foi no mês de agosto e setembro. Para esse ano, não se tem o registro de áreas queimadas, que segundo Messias & Ferreira (2019), as imagens apresentavam muitas nuvens, impossibilitando dessa forma o levantamento de queima. A precipitação foi de 1151,7 mm de chuva (Figura 25).

Na Área Regularizada, fevereiro e março registraram valores médios para o PFIv2, de junho a outubro risco crítico.

Nesse caso é importante levar em consideração o fator biomassa, tendo em vista que no ano anterior foram queimados 65,80% da área regularizada (Tabela 7). Isso justifica ausência de biomassa, principal combustível do fogo.

No ano de 2004, apresentou-se valores baixos do PFIv2, entre abril e junho nos pontos 01, 02 e 03. Já para o ponto 04, maio e junho, ao comparar com anos anteriores os valores de outubro a dezembro foram de médio risco de incêndio (Figura 28 e) a h)).

Em janeiro teve-se risco registrado como alto para os pontos 02, 03 e 04.

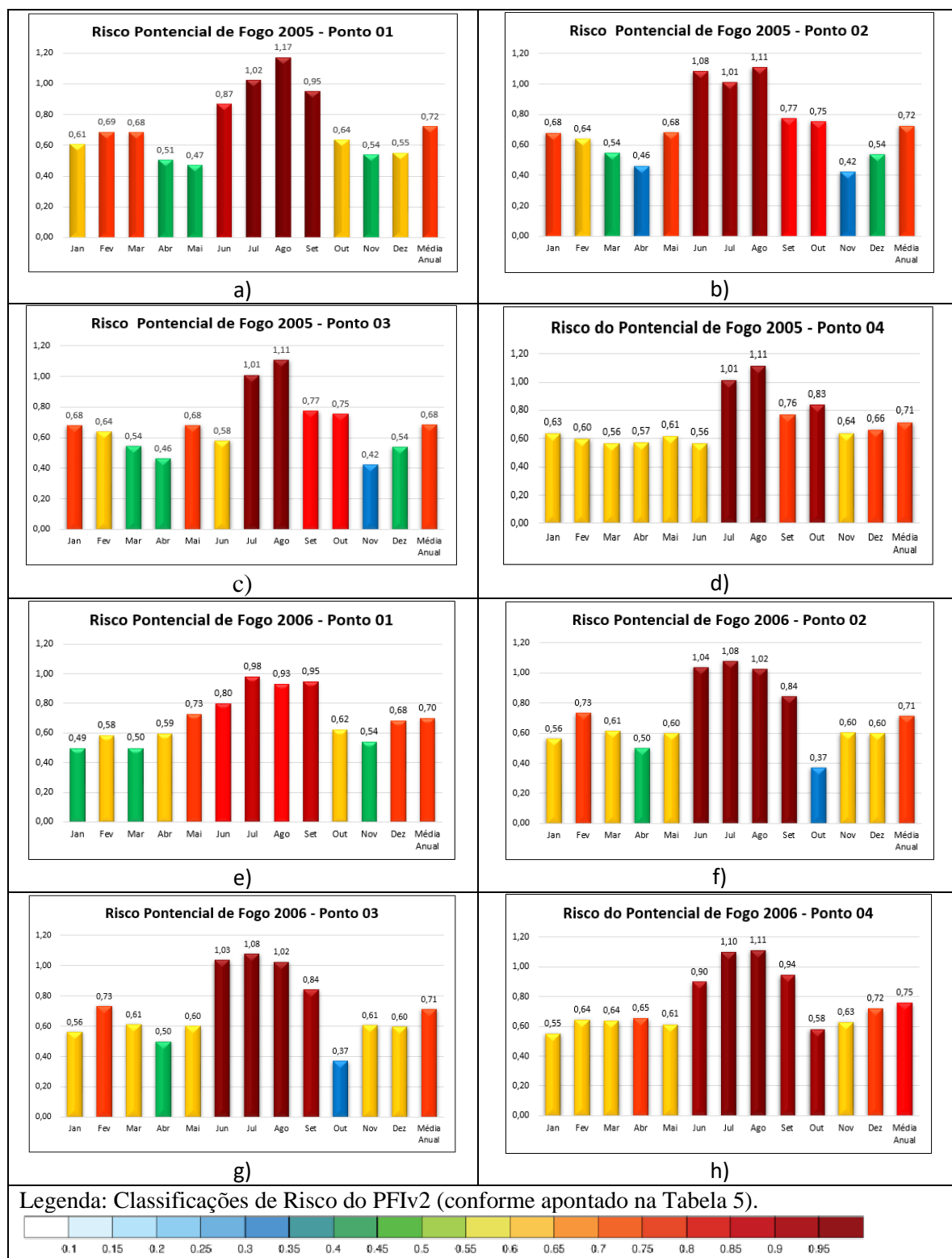
Na área regularizada do PNSC, ponto 01, o PFIv2 indicou risco alto e crítico de junho a outubro.

No ano de 2004, o maior número de focos foi registrado em setembro, seguido de agosto, em consonância com os valores indicados no PFIv2. Os registros de queima, apontam 25,05% de área queimada para o ponto 01 e 29,1% para o ponto 02. Na Zona de Amortecimento, pontos 03 e 04, 3,9% de área queimada, próximo a média (Tabela 7).

Os valores de precipitação registrados foram de 1800 mm (Figura 25), onde a maior concentração de acumulado de precipitação, foi de janeiro a maio, acumulando 610 mm de chuva. Esse dado é importante, pois para os cálculos do Risco Potencial de Fogo, são levados em consideração os 120 dias anteriores de precipitação, ou também chamados de dias de seca, de acordo com Justino, *et al.* (2010).

Na Figura 29, apresentam-se os o Risco Potencial de Fogo (PFIv2), para os anos de 2005 (Figura 29 a) a d)) e 2006 (Figura 29 e) a h)), nos quatro pontos avaliados.

Figura 29: Risco Potencial de fogo 2005 e 2006 – PNSC e ZA



Fonte: Elaine Gonçalves da Costa (2019).

Foram registrados 236 focos de calor, valores abaixo da média, para o ano de 2005 (Figura 26).

Destaque para o ponto 02 (Figura 29 b) na área não regularizada que o PFIv2 aponta valores altos e críticos para o mês de janeiro e o intervalo de maio a outubro e menores valores em abril, novembro e dezembro.

Os meses de julho e agosto foram críticos para todos os pontos no ano de 2005 (Figura 29 a) a d)).

No ponto 01, queimou-se 9,41% de extensão de área (Tabela 7).

No ponto 02, foram queimados 36.039,01 hectares de área (Tabela 6), equivalente 28,42% da superfície (Tabela 7). É importante salientar que a área Não Regularizada é antropizada, nesse caso, em trabalhos de prevenção a propagação de focos de calor, o PFIv2 pode ser muito útil para os moradores e o ICMBio para fins de gestão de liberações de queima controlada.

Na Zona de Amortecimento, pontos 03 e 04, foram 4,06% de área queimada, acima da média (Tabela 7).

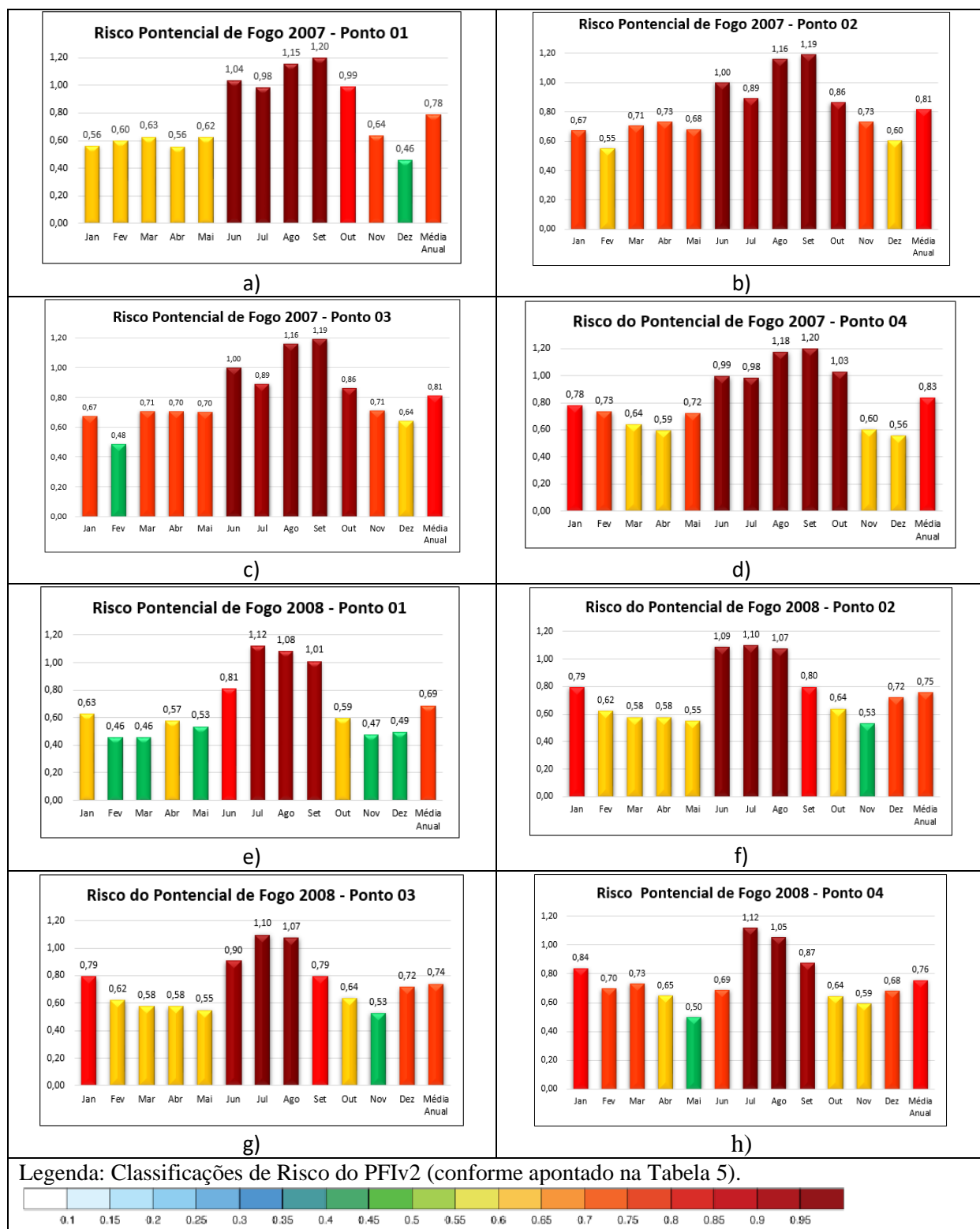
Em 2006 foram registrados 612 focos de calor, acima da média para o intervalo estudado (Figura 26).

O ponto 01 (Figura 29 a), tem-se valores indicando risco alto para os meses de junho a setembro e dezembro, nos demais pontos, risco crítico de junho a agosto e alto em setembro. Os totais anuais de precipitação foram respectivamente de 1503,4 mm e 1857,9 mm de precipitação (Figura 25).

É importante salientar, que o risco alto na área regularizada, deve ser avaliado, devido ao local ser uma Unidade de Conservação os fatores biomassa, topografia e ventos, devem ser levados em consideração, pois favorecem a propagação e manutenção de incêndios florestais.

Na Figura 30, apresentam-se o Risco Potencial de Fogo (PFIv2), para os anos 2007 (Figura 30 a) a d)) e 2008 (Figura 30 e a h)) nos 4 pontos avaliados.

Figura 30: Risco do potencial de fogo 2007 e 2008 – PNSC e ZA



Fonte: Elaine Gonçalves da Costa, (2019).

O ano de 2007 foi o 3º ano com maior ocorrência de incêndios em extensão de área queimada. Foram registrados 600 focos de calor (Figura 26).

O PFIv2, apontou valores mais elevados em todos os pontos avaliados. Sendo risco médio nos meses de janeiro a maio, de junho a outubro valores registrados como crítico, para o ponto 01 e 04; alto e crítico para os pontos 02 e 03 (Figura 30 a) a d)).

Os meses de novembro e dezembro, risco médio de incêndio em todas as áreas.

A precipitação foi de 1259,9 mm de chuva, abaixo da média para a região (Figura 25).

Foram queimados 32.229,31 hectares na Área Regularizada, que equivale a 45,25% de superfície e 36.647,67 hectares na Área Não regularizada, 28,75% da área (Tabelas 6 e 7).

Para os pontos 03 e 04, também tiveram um aumento de áreas queimada, sendo 5,34%, valor acima da média (Tabelas 6 e 7).

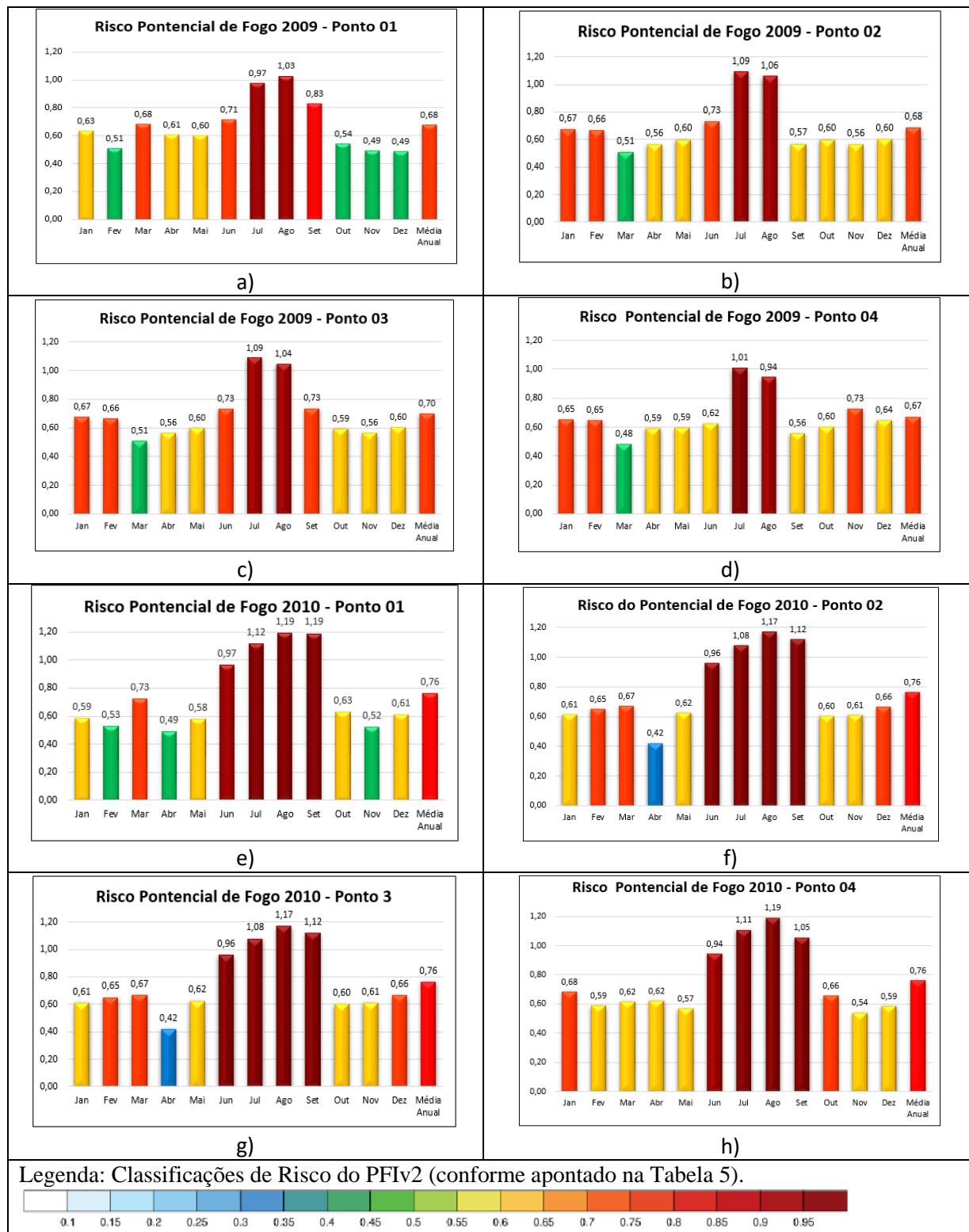
Em 2008 destaque para o mês de janeiro como risco alto, indicado nos pontos 02, 03 e 04 (Figura 30 e) a h)).

Em 2008 foi um dos anos com menor ocorrência de focos de calor e menor extensão de área queimada (Figura 26 e Tabela 6). A maior ocorrência de focos foi em agosto e setembro. Nesse caso o índice indica as condições atmosféricas susceptíveis a ocorrência e propagação de focos de calor, porém o fator biomassa deve ser levado em consideração, em relação a precipitação, para o intervalo de estudo, 2008 foi o ano com maior média pluviométrica, chegando a média anual de 2046 mm de chuva (Figura 25). A ocorrência de precipitação favorece essas condições, pois aumenta a umidade dos vegetais, bem como a umidade relativa do ar (Justino *et al.* 2010).

Foram queimados 904,76 hectares, no ponto 01, equivalente a 1,27% do PNSC. No ponto 02, 17,86% de área queimada e nos pontos 03 e 04 1,86%, abaixo da média anual que é de 3,44% (Tabelas 6 e 7).

Na Figura 31, apresentam-se os o Risco Potencial de Fogo (PFIv2), para os anos de 2009 (Figura 31 a) a d)) e 2010 (Figuras 31 e) a h)), nos pontos avaliados.

Figura 31: Risco do potnecial de fogo 2009 e 2010 – PNSC e ZA



Fonte: Elaine Gonçalves da Costa, (2019).

Destaque para o ano de 2009, que no período avaliado, foi o ano com menor extensão de área queimada e 2º menor ano de registro de ocorrências de focos de calor (Tabela 6 e Figura 26). Observa-se nos valores apontados pelo PFIv2 que houve uma queda em relação aos anos anteriores, sendo o período crítico registrado em julho e agosto, respaldando os dados calculados (Figura 31 a) a d)).

A precipitação para esse ano atingiu 1697 mm de chuva, sendo acima da média anual, para a região (Figura 25). Os valores indicados pelo PFIv2 corroboram com as ocorrências.

A área queimada no ponto 01 foi de 150,23 hectares, 0,21% do PNSC. No ponto 02, 5.780,70 hectares, 4,56%. Nos pontos 03 e 04, 3.959,45 hectares sendo 1,47% de área queimada, segundo menor valor registrado (Tabelas 6 e 7).

O ano de 2010 foi o maior registro de focos de calor, catalogando 1111 focos, valor excessivamente acima da média, sendo ainda o registro mais elevado de extensão de área queimada para todo o período estudado (Figura 26).

No ponto 01 foram queimados 38.024,13 hectares, que equivalem a 53,39% da Área Regularizada, para o ponto 02 foi de 50.770,92 hectares, 40% de área queimada na Área Não Regularizada. Na Zona de Amortecimento, pontos 03 e 04 foram 16.816,73 hectares de queima, 6,24%, segundo maior valor registrado (Tabelas 6 e 7).

O período crítico foi apontado pelo PFIv2, de junho a outubro, sendo compatível com os registros de ocorrência de focos de calor. O mês de julho e agosto de 2010 para o intervalo estudado, foram os recordes de focos em toda a extensão da área de estudo (Figura 31 e) a h)).

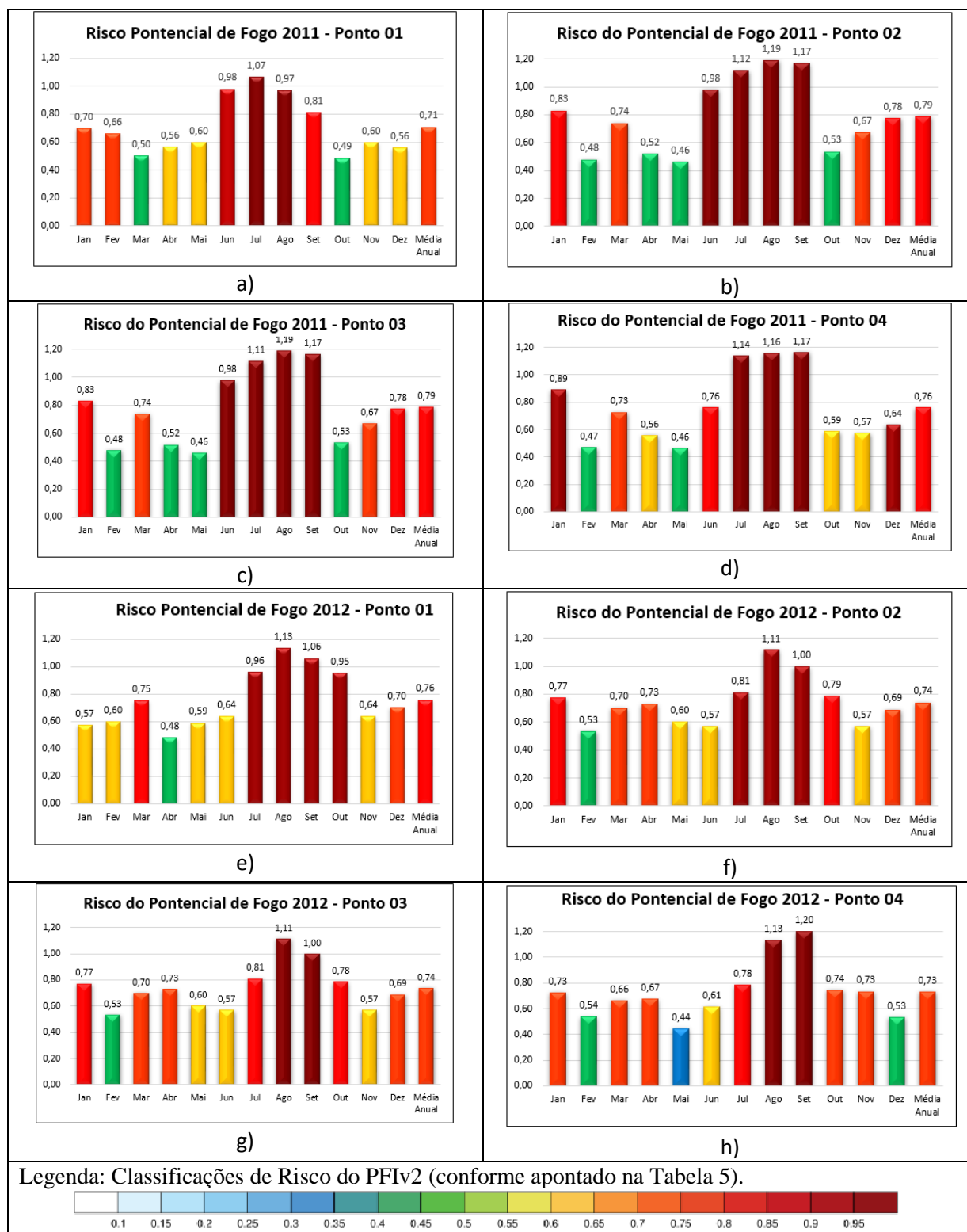
A média de precipitação foi de 1400 mm de chuva (Figura 25). Os dois anos anteriores foram de baixa ocorrência de incêndio, portanto teve-se um acúmulo de biomassa, devendo ainda considerar os fatores vento, topografia, temperatura e umidade relativa do ar.

Enfatiza-se então a importância do Manejo Integrado do Fogo, que atualmente é aplicado na área, sendo que o PFIv2, pode colaborar tanto no planejamento do MIF e aceiros, quanto no combate aos incêndios.

Pelos valores apresentados no Ponto 01, o mês ideal para realização do MIF e dos aceiros, em 2010 seria em abril que aponta risco baixo de incêndio.

Na Figura 32, apresentam-se os o Risco Potencial de Fogo (PFIv2), para os anos de 2011 (Figura 32 a) a d)) e 2012 (Figura 32 e) a h)), nos pontos avaliados.

Figura 32: Risco potencial de fogo 2011 e 2012 – PNSC e ZA



Fonte: Elaine Gonçalves da Costa, (2019).

Para os anos de 2011 e 2012, os focos de calor registrados, permaneceram dentro da média do período avaliado, sendo 2011 o ano com menor ocorrência de incêndios no ponto 01, Área Regularizada, 384,85 hectares, sendo 0,54% da área. No ponto 02, registro de 20,8% de área queimada (Figura 26; Tabelas 6 e 7).

Nos pontos 03 e 04, 3,03% de área, valor abaixo da média (Tabela 7).

Após o ano de 2010, ter sido a maior ocorrência de incêndios e grande extensão, deve-se considerar o fator biomassa, pois no ponto 01 teve-se 53% de área queimada e no ponto 02 40,03%, em decorrência teve-se uma diminuição considerável da quantidade de combustível para o surgimento e manutenção do fogo (Tabela 7). A precipitação para 2011, foi de 1600 mm de chuva (Figura 25), sendo acima da média, colaborando também para o fato de menor ocorrência de focos de calor e de incêndios.

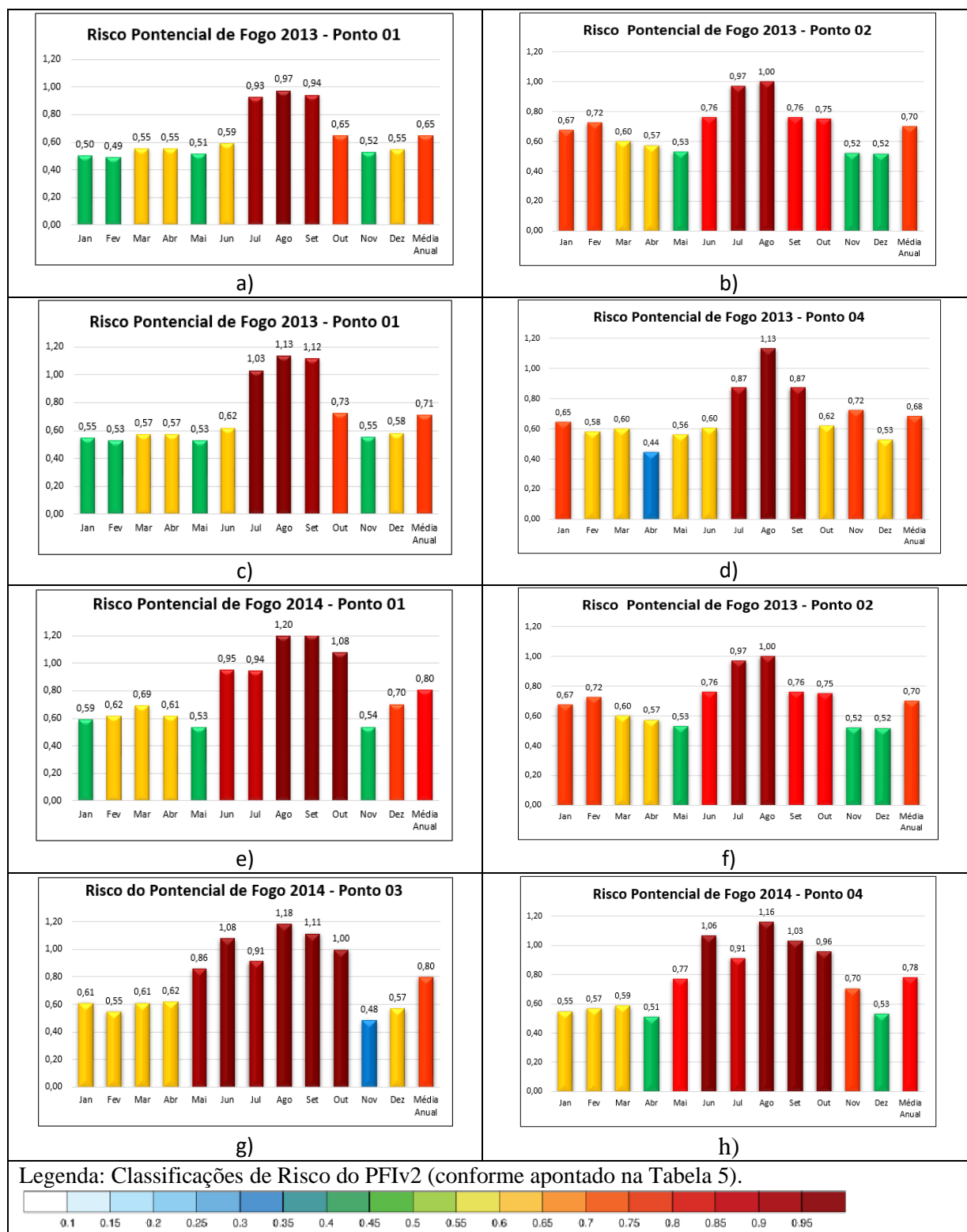
Em 2012, não se tem o registro de áreas queimadas, segundo Messias & Ferreira (2019), não foi possível realizar o levantamento, devido a presença de nuvens nas imagens. Os focos de calor ficaram na linha da média, em 424 focos para a área de estudo (Figura 26) e a precipitação em 1273 mm de chuva (Figura 25).

O índice aponta valores críticos para o risco de incêndio nos pontos 01 e 02 de julho a setembro, e crítico em agosto e setembro para os pontos 03 e 04, Zona de Amortecimento do Parna Canastra (Figura 32 e a h)).

Os maiores registros de focos de calor foram nos meses de agosto e setembro, corroborando com os indicados como críticos em todos os pontos.

Na Figura 33, apresentam-se os o Risco Potencial de Fogo (PFIv2), para os anos de 2013 (Figura 33 a) a d)) e 2014 (Figura 33 e) a h)), nos pontos avaliados.

Figura 33: Risco Potencial de fogo 2013 e 2014 – PNSC e ZA



Fonte: Elaine Gonçalves da Costa, (2019).

No ano de 2013 os valores do PFIv2, foram menores em relação aos anos anteriores (Figura 33 a) a d)), tendo as menores médias. Foi o ano com menor registro de focos de calor e foi o segundo ano com menor extensão de área queimada (em hectares), para todos os pontos avaliados (Figura 26 e Tabela 6).

Os maiores registros de focos foram nos meses de agosto e setembro.

Em contrapartida, o ano de 2014, foram registrados 621 focos de calor na área, sendo o terceiro ano em número de hectares queimados para toda a extensão de superfície estudada.

No ponto 01, Área Regularizada foram queimados 42.331,48 hectares, o que equivale a 59,44% da área do PNSC (Tabelas 6 e 7).

No ponto 02, 45.898,67 hectares, 36,19% de área atingida pelo fogo. Para os pontos 03 e 04, 3,65 % de queima (Tabelas 6 e 7).

Tendo em vista que nos 3 anos anteriores houve pouca ocorrência de incêndios, tem-se então o acúmulo de biomassa, aumentando o combustível que é uma das arestas do triângulo do fogo, principalmente na área regularizada, onde tem-se campos de altitude limpos e sujos, altitude de 1100 m a 1496 m, (IBAMA, 2005), fator que combinado com outras variáveis favorecem a propagação de incêndios.

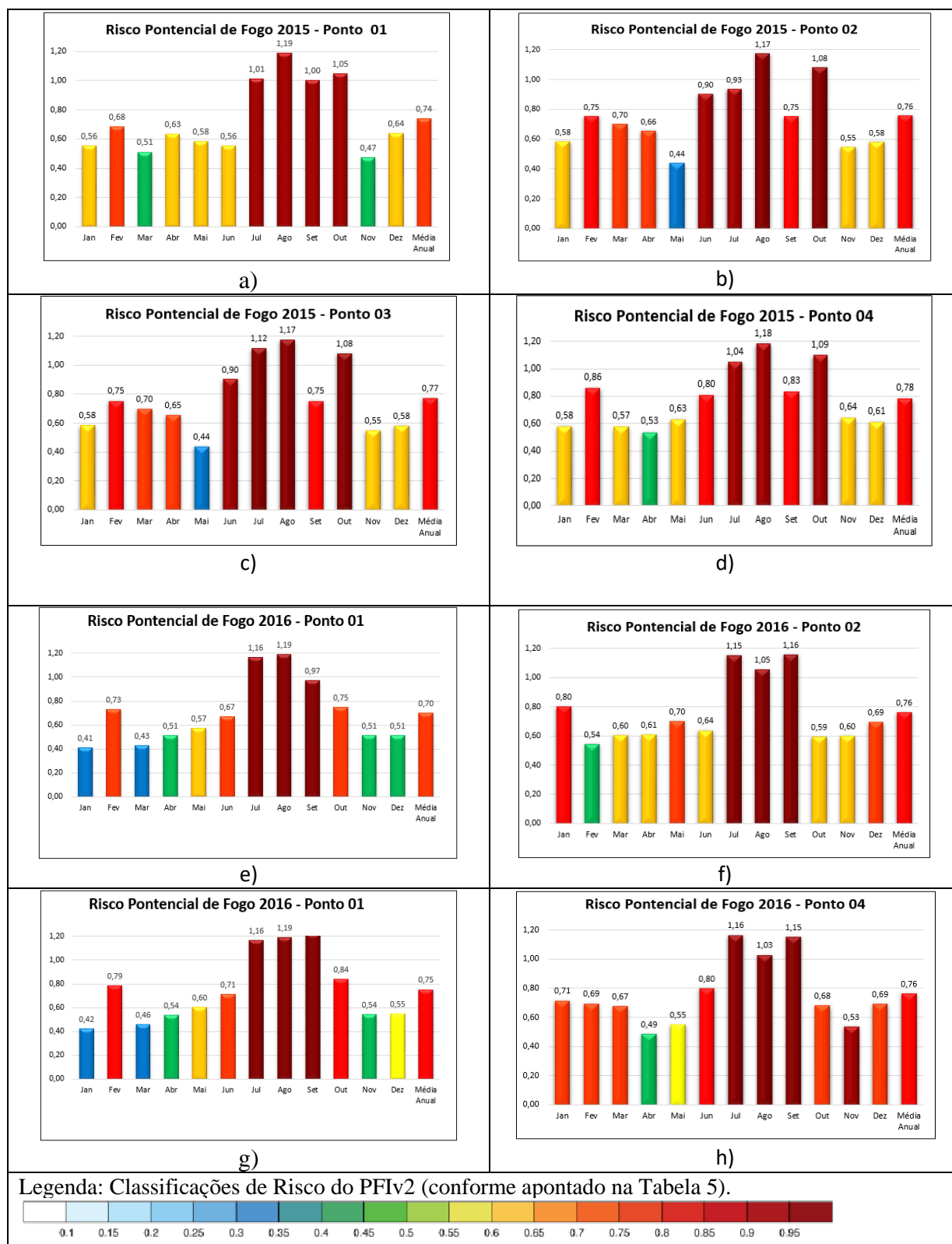
A precipitação foi a menor em todo o período, muito abaixo da média, registrando 922,9 mm de chuva (Figura 25). Um ano com altas temperaturas e baixa umidade relativa do ar, que em consonância aumentam os valores do PFIv2, ou seja, as condições são favoráveis a ocorrência de incêndios.

Os números apontados pelo PFIv2, para 2014, mostram no ponto 01, valores críticos de junho a outubro e alto no mês de dezembro, ou seja, durante 6 meses do ano, foram propícios a ocorrência de focos de calor e propagação de incêndios (Figura 33 e).

Para essa situação, a utilização da projeção do PFIv2, alinhado ao MIF e controle de aceiros, colaboraria para o controle da propagação de incêndios na unidade.

Na Figura 34, apresentam-se os o Risco Potencial de Fogo (PFIv2), para os anos de 2015 (Figura 34 a) a d)) e 2016 (Figura 34 e) a h)), nos pontos avaliados.

Figura 34: Risco potencial de fogo 2015 e 2016 – PNSC e ZA



Fonte: Elaine Gonçalves da Costa, (2019).

Para 2015 o PFIv2, aponta valores altos para os meses de fevereiro a abril, nos pontos 02 e 03. Detalhe importante para os trabalhos de prevenção (Figura 34 b) e c)).

Foi um ano com baixa ocorrência de focos de calor registrando 183 focos e menores extensões de área queimada (Figura 26 e Tabelas 6 e 7). Sendo no ponto 01 queimados uma área de 16,58% e ponto 02 18,45%. Nos pontos 03 e 04, também foram baixos registros, 1,64%, segundo ano com menor extensão de área queimada. A precipitação ficou próxima a média, em 1361 mm de chuva.

Em 2016 foram registrados 614 focos de calor, valor acima da média, e baixa precipitação com 1181,2 mm de chuva (Figura 25).

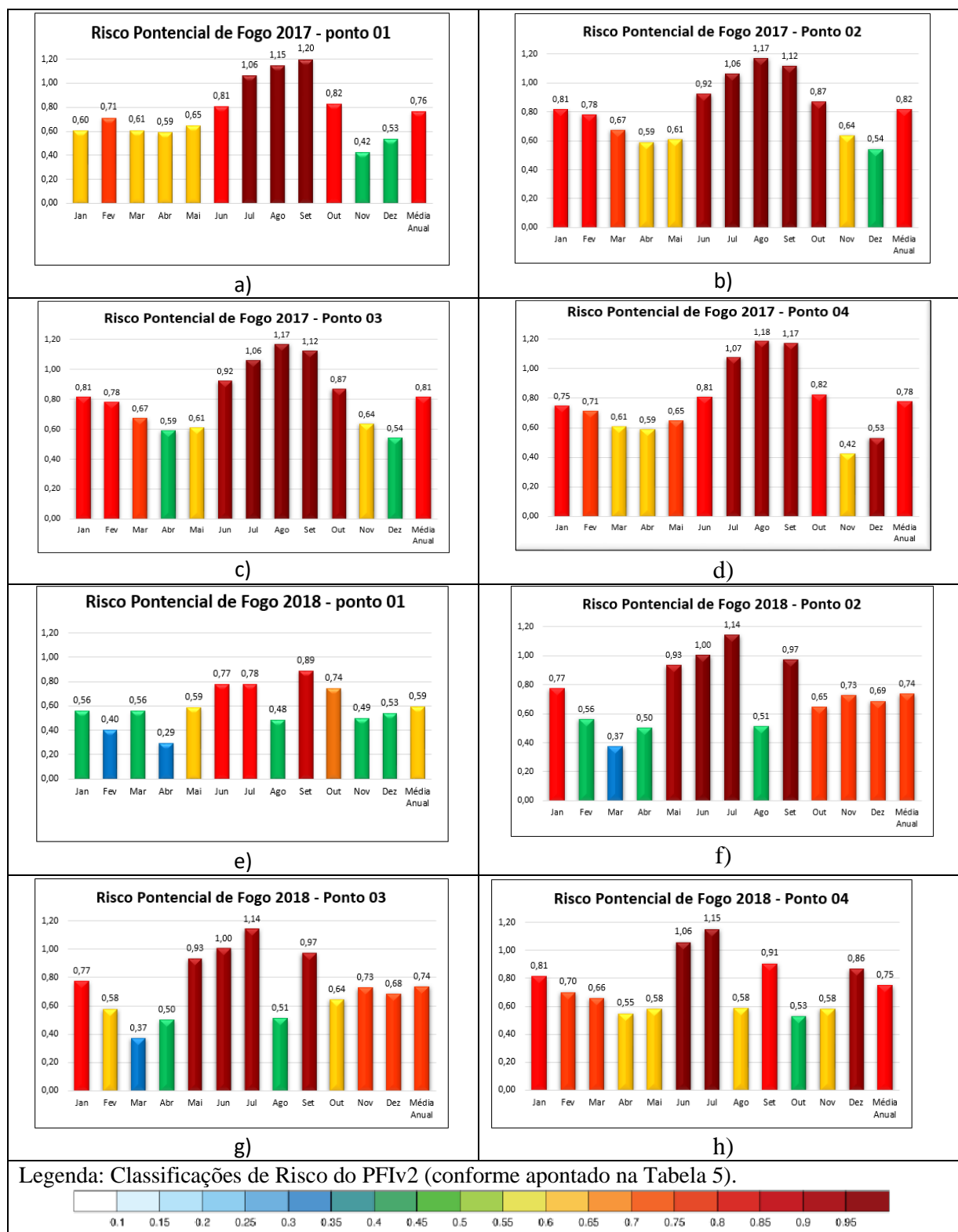
No ponto 01, foi o ano de maior extensão de área queimada, sendo 47.814,30 hectares, representando 67,13% do PNSC, Área Regularizada.

O ponto 02 teve 38.643,33 hectares queimados, 30,47% de área. Nos pontos 03 e 04, 3,18%, valor próximo a média (Tabelas 6 e 7).

O PFIv2, apontou risco crítico de julho a setembro, sendo as maiores ocorrências de focos, também registrados nesse período (Figura 34 e) a h)).

Na Figura 35, apresentam-se os o Risco Potencial de Fogo (PFIv2), para os anos de 2017 (Figura 35 a) a d)) e 2018 (Figura 35 e) a h)), nos pontos avaliados.

Figura 35: Risco do Potencial de fogo 2017 e 2018 – PNSC e ZA



Fonte: Elaine Gonçalves da Costa, (2019).

Em 2017, observa-se os pontos 02 e 03 que apontam risco crítico de junho a outubro, e risco alto de janeiro a março (Figura 35 b) e c)). Em relação ao risco alto nos meses de janeiro a março, 2017 foi um ano com precipitação muito abaixo da média, 941 mm de chuva (Figura 25), o que poderia explicar a elevação do índice, pois os dias de seca, ou acumulados de precipitação influenciam diretamente o risco básico de fogo (JUSTINO, *et al.* 2010).

O registro de focos de calor permaneceu próximo a média, 445 focos para toda a área. Na Área Regularizada foram queimados 10,99% da área, já no ponto 02 Área Não Regularizada, 30,47% da área (Figura 26 e Tabela 7).

Comparando com os valores apresentados nos gráficos, os registros do índice para o ponto 02 foram mais elevados, corroborando com os dados de registro de queima.

Para os pontos 03 e 04 foram registrados 2,02% de área queimada, comparando com os anos anteriores, baixa ocorrência de incêndio e valor abaixo da média.

Para o ano de 2018, não se tem registro da extensão de área queimada. Em relação aos focos de calor foram registrados 260 focos, abaixo da média para o período de análise (Figura 26).

Na área regularizada, ponto 01, o índice apontou valores bem abaixo dos registros anteriores, não tendo indicado valores críticos, assinalando alto risco em junho, julho e setembro (Figura 35 e)).

Para o mês de agosto, o índice indicou risco médio de incêndio para todos os pontos. Foi um ano com precipitação acumulada até o período de 509,8 mm e 20 mm de chuva no mês de agosto.

De acordo com o prognóstico climático do INMET (2019), em 2018 os sistemas de alta pressão que atuaram no país, dificultaram o avanço de sistemas frontais na região sudeste, sendo, portanto, que a distribuição de precipitação seguiu suas características normais, todavia, no início do mês de agosto os valores de precipitação ultrapassaram as médias, ocorreram ainda eventos de geadas com intensidade de fraca a forte em Minas Gerais, nos meses de julho e agosto.

No boletim mensal elaborado pelo INMET (2019), do 5º Distrito de Meteorologia de Minas Gerais, aponta que a partir do mês de agosto de 2018, ocorreram

precipitações no período, o que interrompe a contagem dos dias de seca consecutivos, ou dias com precipitação inferiores a 5 mm.

As variáveis temperatura do ar e precipitação, influenciaram diretamente os valores registrados pelo PFIv2, abaixo da média para o mês de agosto.

Para os meses de maio a julho e setembro, nos pontos 02, 03 e 04 indicam risco crítico de incêndio (Figura 35 b), c) e d)).

A precipitação para o ano de 2018 permaneceu na média, 1484 mm de chuva (Figura 25).

Viney (1991) considera o clima sendo o principal fator de influência na performance dos incêndios, pois a partir dele precedem-se o acúmulo e teor de umidade dos combustíveis, bem como, a umidade e temperatura do ar.

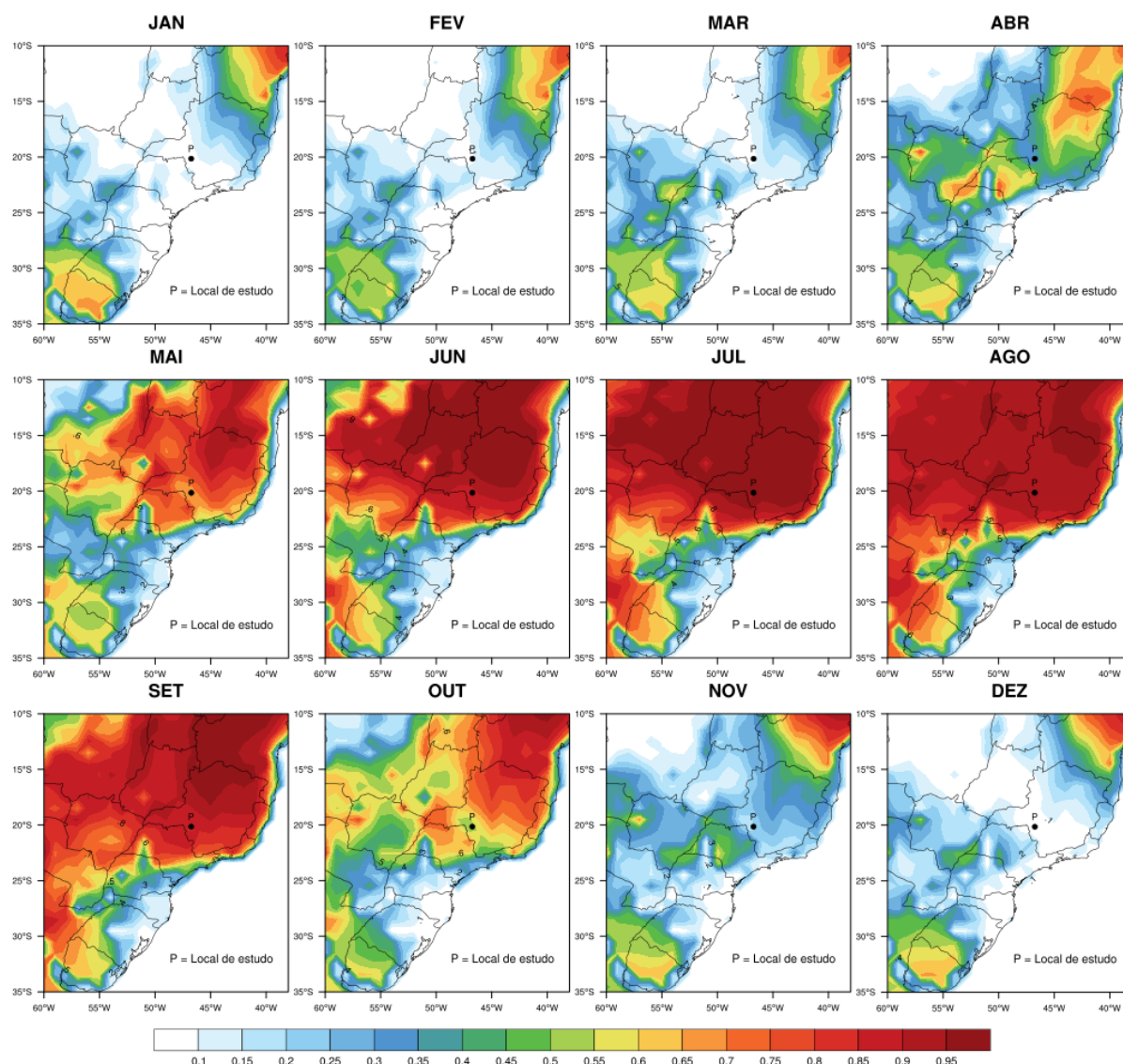
É importante salientar que o índice indica as condições atmosféricas para a propagação de focos de calor e ocorrência de incêndios.

4.3 PFIv2 – Índice de Risco Potencial de Fogo

Os mapas foram gerados para visualização geral da região Sudeste e Sul do país, foram utilizadas as coordenadas centrais em decimais do ponto 01, Área Regularizada 20°,15' e 46°,75', mostrando o acumulado do PFIv2 para o período de 2001 a 2018. As (Figuras 36, 37, 38 e 39) foram elaboradas a fim de se verificar as influências da climatologia geral na área de estudo, quando comparadas com as ocorrências da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e as linhas de instabilidade (Figura 2), bem como os sistemas frontais que interferem no clima da região. Ao analisar os mapas, conforme descrito na revisão de literatura, (itens 2.1.5, 2.1.6 e 2.1.7), pode-se confrontar essas informações para melhor entendimento das condições mostradas pelo índice.

Na Figura 36, apresenta-se o Risco Potencial de Fogo, acumulado de 2001 a 2018, gerados em imagem, pelo NCEP, utilizando o visualizador NCAR.

Figura 36: Mapa do Índice de Risco Potencial de Fogo - PFIv2 – acumulado de 2001 a 2018



Fonte: Adaptado NCEP (2019).

A área de estudo, abrange as seguintes coordenadas: latitude mínima 20° 50'00" S; latitude máxima 20° 00'00" S; longitude mínima 47° 50'00" O; longitude máxima - 46° 20'00" O, sendo a área utilizada para os cálculos do PFIv2.

Ao utilizar a plataforma FIRMS, para então gerar as imagens dos valores acumulados do Índice Potencial de Fogo, PFIv2, optou-se em demonstrar nas imagens uma abrangência da região sudeste, sendo dessa forma, possível analisar a influência da climatologia em relação a ocorrência de incêndios florestais no P PNSC, em relação aos

sistemas frontais, as linhas de instabilidade e as Zonas de Convergência do Atlântico Sul.

Observa-se que nos meses de dezembro a abril, para o acumulado de 2001 a 2018, (Figura 36), o Índice apresenta valores abaixo de 0,40, sendo caracterizado como risco baixo.

No mês de maio, encontram-se valores próximos a 0,60 sendo considerado como risco médio de incêndio. Em junho, os valores já sobem para próximo de 0,80, caracterizando já a partir desse período risco alto de incêndio.

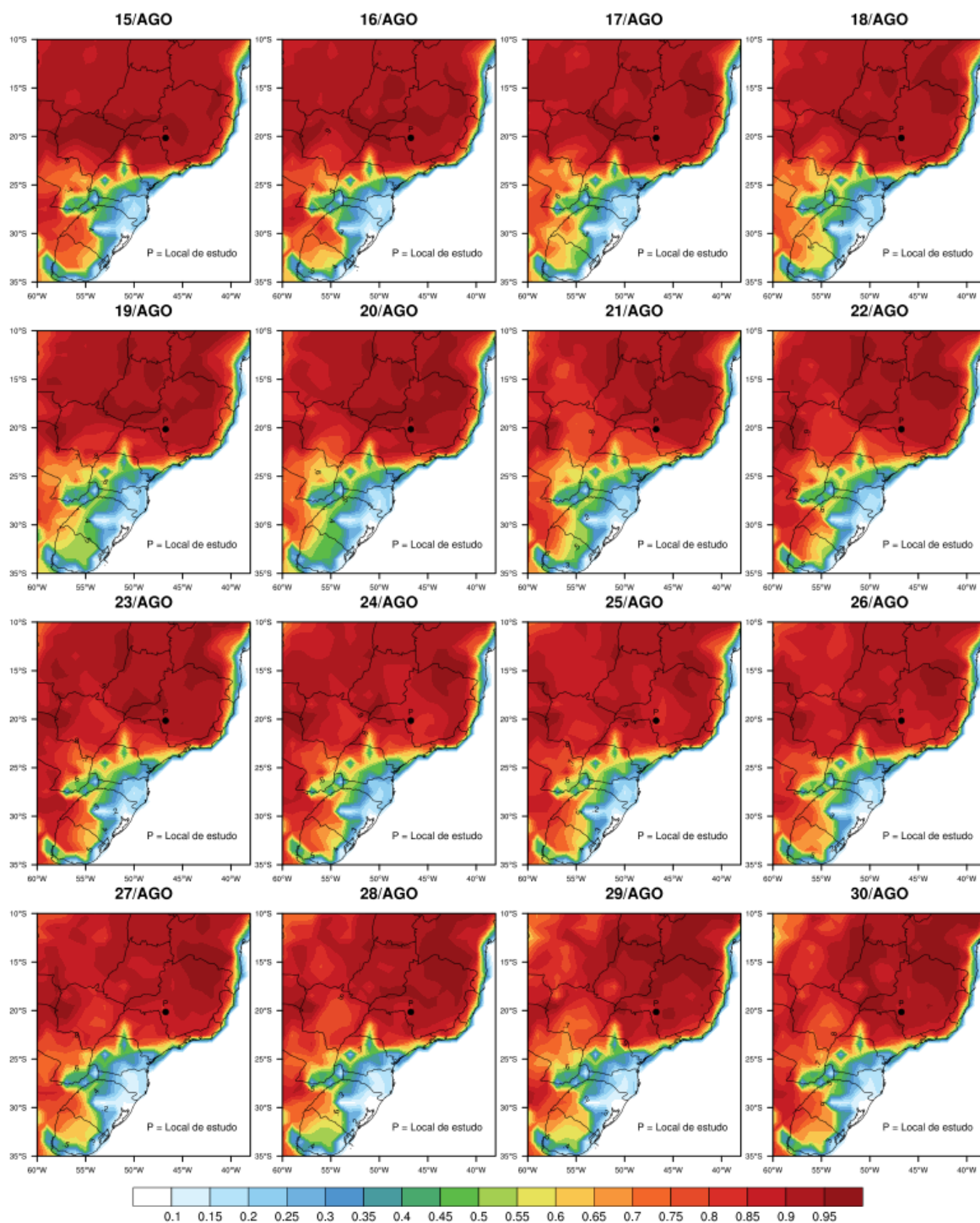
Nota-se que nos meses de julho a setembro, acontece um aumento potencial no índice para toda região sudeste, sendo que a área de estudo no PNSC e Zona de Amortecimento apresentam Índice de 0,8 atingindo o potencial crítico, nos meses de julho e agosto, caracterizado como risco alto, sendo que em setembro permanece em torno de 0,9, risco crítico, portando o período mais crítico e propício a ocorrência focos de calor e propagação de incêndios.

Em agosto e setembro, ocorrem ventos fortes na região, associados com baixa umidade relativa do ar, que chega a menos de 40% e períodos de dias secos, em consonância com o período de desfolhamento da vegetação. Os dias de seca, se prolongam, fazendo com que aumente o risco de incêndio.

Nos meses de verão (dezembro, janeiro, fevereiro e março), a região Sudeste, bem como a região do PNSC, sofrem influência da ZCAS, onde ocorrem fortes eventos de chuvas no decorrer deste período. Durante os episódios de ZCAS (Figura 2, página 26), há um acréscimo considerável do índice pluviométrico sobre as Regiões Centro-Oeste, Sudeste, Norte e parte da Região Sul e em que atua (LEMOS, 2006).

Na Figura 37, apresentam-se o PFIv2, acumulado para o intervalo de 15 a 30 de agosto para o período de 2001 a 2018.

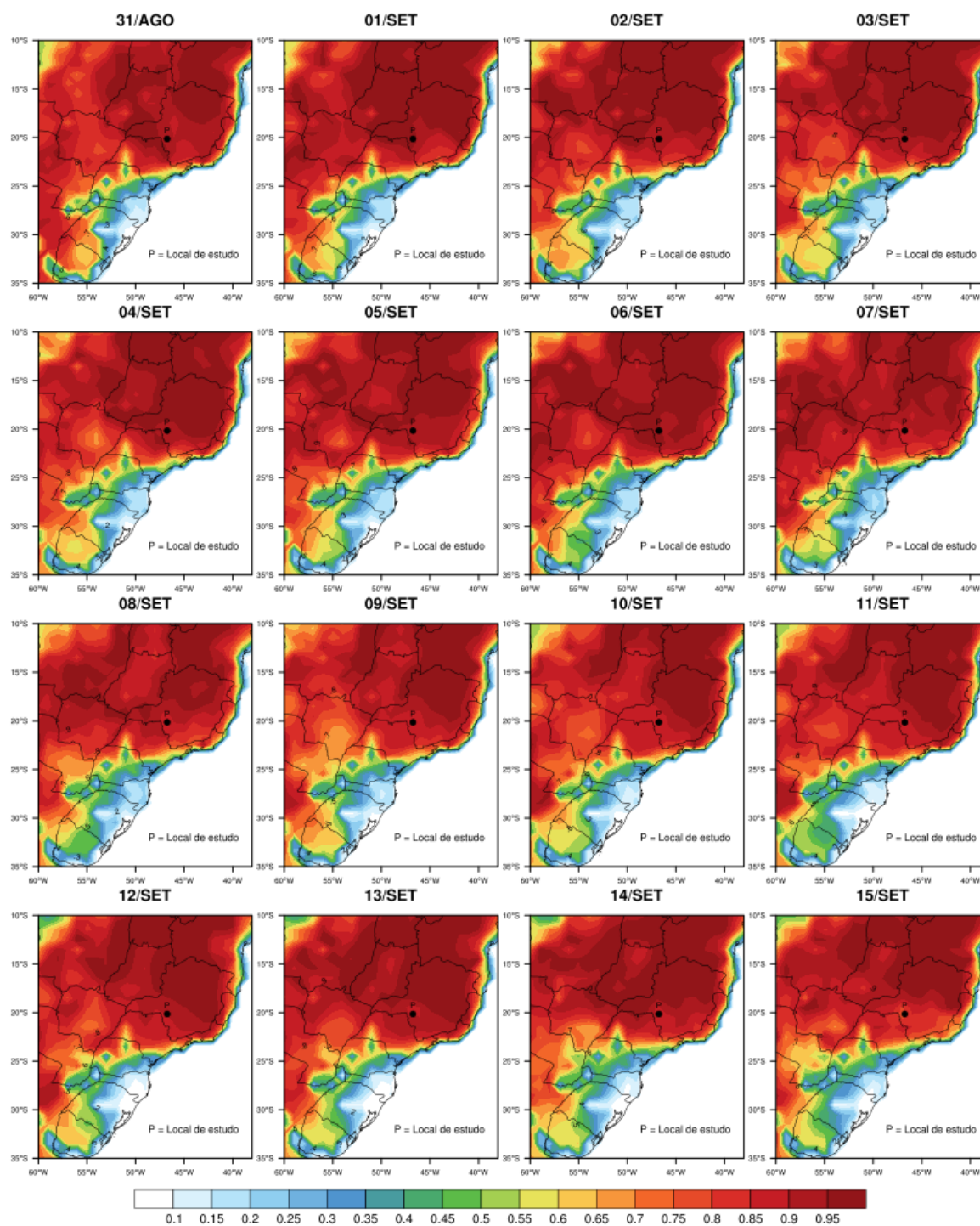
Figura 37: Mapa do índice PFIv2 intervalo de 15 a 30 de agosto de 2001 a 2018



Fonte: Adaptado (NCEP, 2019).

Na Figura 38, demonstram-se o PFIv2, acumulado para o intervalo de 31 de agosto a 15 de setembro, para o período de 2001 a 2018.

Figura 38: Mapa do índice PFIv2 de 31 de agosto a 15 de setembro de 2001 a 2018



Fonte: Adaptado (NCEP, 2019).

Observa-se nas Figuras 37 e 38, que durante toda a segunda quinzena do mês de agosto, o Índice permanece com o risco alto e crítico, sendo que dos dias 15 a 23 de agosto tem-se o pico acima de 0,90, no período do dia 24 a 30 de agosto, variando sempre com valores acima de 0,85 e indicando risco alto e acima de 0,90 crítico.

Verificam-se que do dia 31 de agosto a 07 de setembro, os valores do Índice PFIv2, atingem o pico, indicando risco crítico de potencial de incêndio. Nesse período, as condições climáticas, permanecem ainda com umidade relativa do ar, abaixo de 40%, a temperatura começa a elevar-se, pois aproxima-se a primavera, aumentam-se os dias sem precipitação, o que faz com que a vegetação se torne mais seca, devido ao ciclo fenológico, sendo que essas variáveis aumentam o risco de fogo, elevando os valores do Índice. Segundo Borges & Sano (2014), os ciclos fenológicos são variáveis sazonais associadas a vegetação, temperatura, iluminação solar e umidade do solo, período esse em que as árvores perdem as folhas.

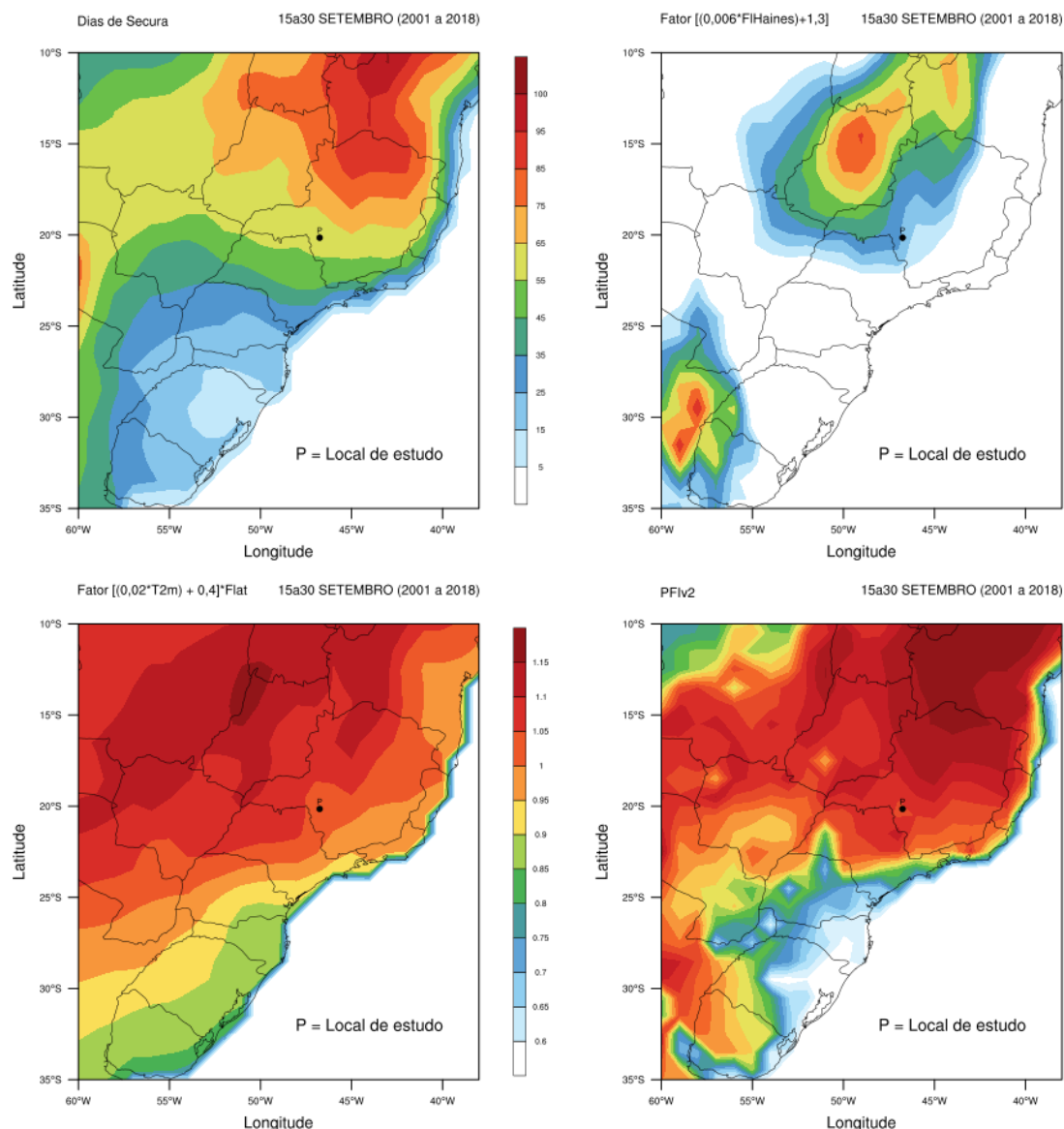
Notam-se que na primeira quinzena de setembro o PFIv2 começa a baixar, apesar de ainda encontrar-se entre 0,70 e 0,80 indicando risco alto, nesse período do ano, aproxima-se do início da primavera, dia 23 de setembro, período do equinócio⁶, a primavera consiste em um período de aumento de temperaturas e incidências de chuvas e aumento da umidade relativa do ar. Em consequência a tendência do risco potencial de incêndios é diminuir.

4.4 Comparação da influência das variáveis no resultado final do Índice PFIv2

Nas Figura 39, apresentam-se a relação das variáveis: (Figura 39 a) dias de seca, (Figura 39 b) o fator logístico de Haines, (Figura 39 c) a função latitude e por fim (Figura 39 d) o PFIv2, a fim de se comparar a influência de cada variável citada no valor final do PFIv2.

⁶ Período em que os dias e noites possuem a mesma duração, 12 horas.

Figura 39: Influência das variáveis no valor final do PFIv2



Fonte: Adaptado (NCEP, 2019).

Nota-se na relação de variáveis que os dias de seca, bem como o fator de ajuste da latitude, demonstram a influência do deslocamento das frentes frontais que vem do Sul do país em direção ao Brasil Central, onde nesse período do mês de setembro, de acordo com Lemos (2006), ocorre um deslocamento da alta subtropical do continente para o oceano, nessas condições o vento aumenta a possibilidade de ocorrências de incêndios, na região de estudo, em conjunto com as altas de temperatura, baixa umidade relativa do ar e baixa ocorrência de precipitação.

4.4 Análise comparativa entre os resultados de focos de calor, áreas queimadas e o resultado do PFIv2

As condições climatológicas e atmosféricas influenciam a propagação de focos de calor e a ocorrência de incêndios, dado isso, a importância de avaliar todos os fatores e variáveis. Na região da Serra da Canastra a situação não é diferente. Observou-se que em períodos com temperaturas elevadas, onde como consequência tem-se baixa umidade relativa do ar, esses fatores proporcionaram um aumento do PFIv2. Essas condições quando associadas ao acúmulo de biomassa, vento e topografia local, são fatores determinantes para ocorrência e propagação de incêndios florestais.

Uma outra condição climática importante a ser observada, são os dias sem precipitação ou a precipitação acumulada, pois essa condição, altera diretamente a umidade relativa do ar, a umidade do solo e da vegetação, bem como o cálculo para os dias de seca.

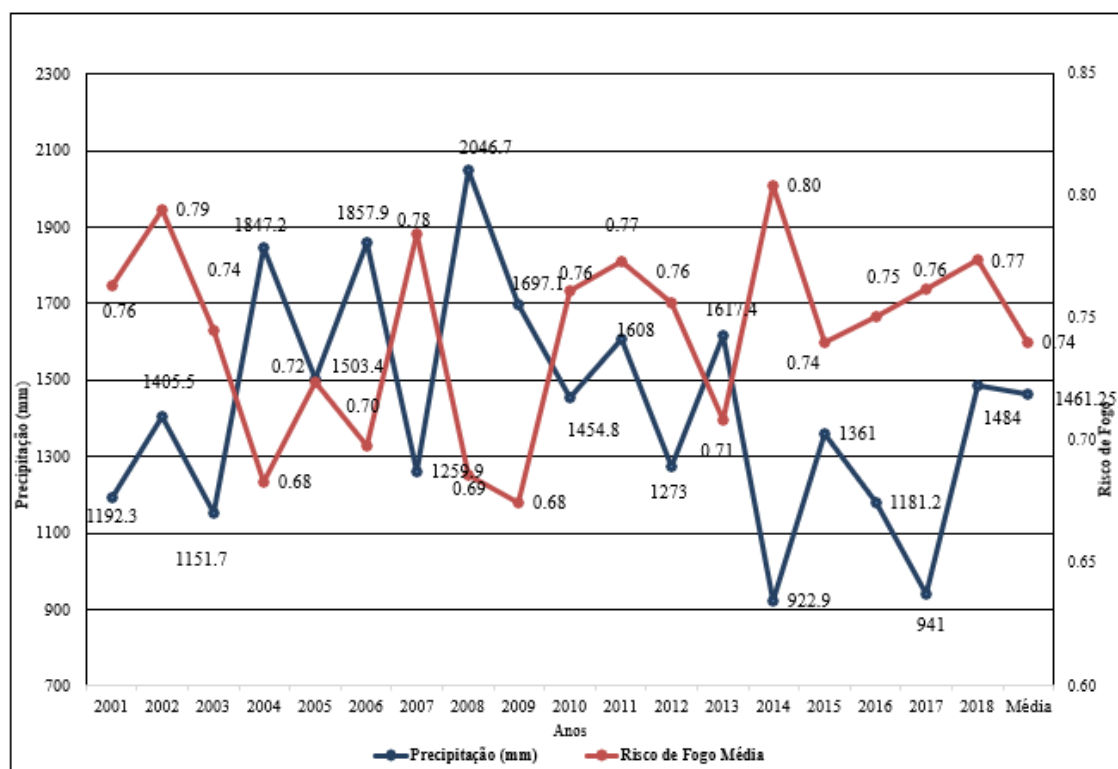
Combinando-se a temperatura máxima, a umidade relativa do ar e os dias de seca, juntamente com o padrão vegetacional e as condições climáticas, permite-se a simulação do Risco Potencial de Fogo.

4.4.1 Focos de calor, Risco Potencial de Fogo (PFIv2) e área queimada

Optou-se nesse item da pesquisa, demonstrar os resultados nos pontos 01 e 02, tendo em vista que o ponto 01 é a Área Regularizada do PNSC, onde o ICMBio e a brigada de incêndio atuam e o ponto 02 a Área Não regularizada do Parna Canastra, sendo essas consideradas as áreas mais vulneráveis devido a interferências antrópicas.

Na Figura 40, observa-se as médias anuais do índice PFIv2 e médias de precipitação, para o ponto 01.

Figura 40: Precipitação e risco de fogo PFIv2 - Ponto 01 – Área Regularizada PNSC



Fonte: Elaine Gonçalves da Costa, (2019).

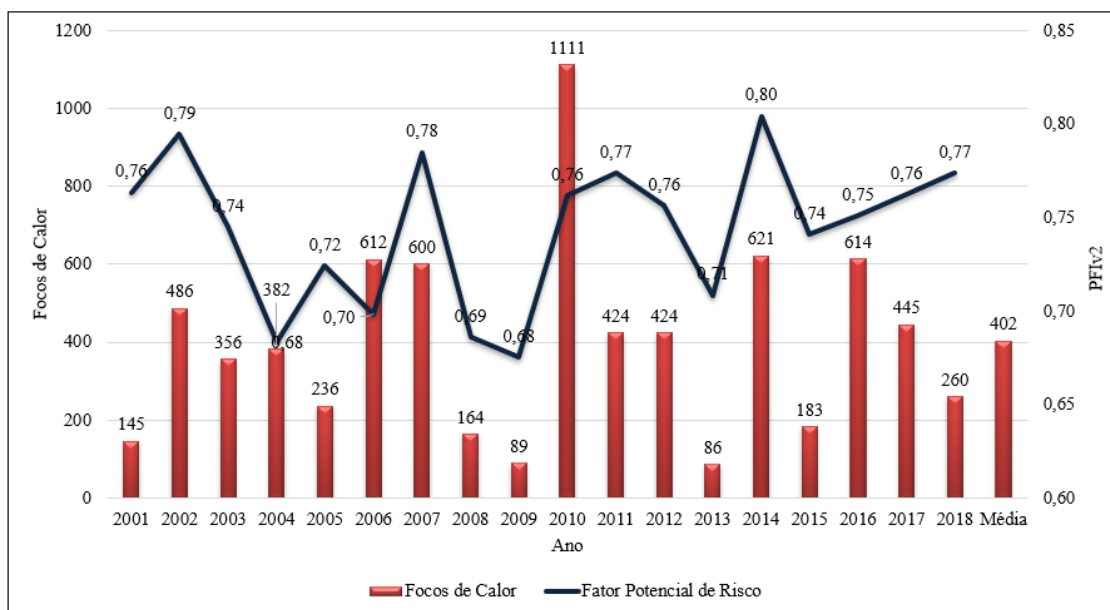
Na análise da Figura 40, percebe-se que ocorre uma relação nos valores apontados pelo PFIv2 e as médias de precipitações anuais. Em anos com baixos valores de precipitação, acontece uma elevação nos valores do PFIv2. Justino (2013) aponta que o risco de fogo se eleva, conforme o aumento da duração dos períodos de seca.

Os anos de 2004, 2005, 2006, 2008 e 2013 em que tiveram valores de precipitação bem acima da média, em decorrência, os valores indicados pelo índice diminuíram.

Em contra partida os anos de 2007, 2012, 2014, 2015 e 2016 onde as médias anuais de precipitação foram muito baixas, os valores indicados pelo PFIv2 foram elevados, sendo os anos que tiveram maior número de áreas queimadas.

Na Figura 41, demonstram-se os focos de calor e os valores indicados pelo PFIv2, para o ponto 01.

Figura 41: Média anual de Focos de Calor e PFIv2 ponto 01 - PNSC



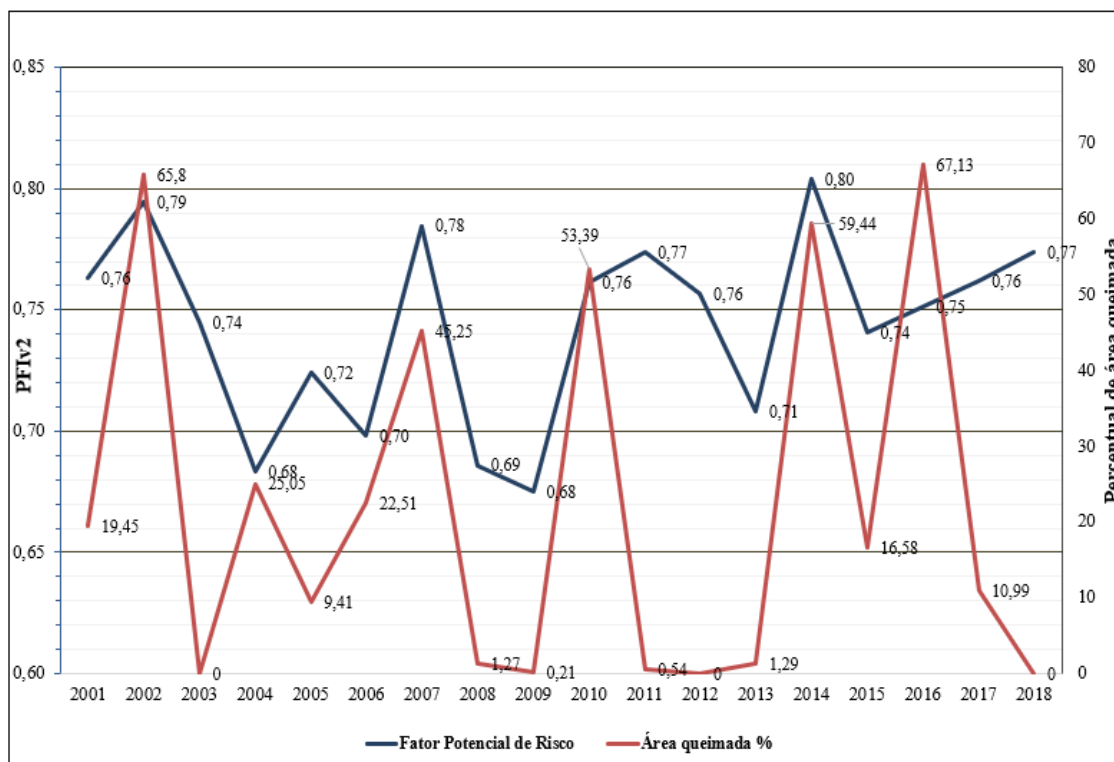
Fonte: Elaine Gonçalves da Costa, (2019).

Nota-se na Figura 41, uma correlação nos resultados do PFIv2 com a ocorrência de focos de calor na área de estudo, o que demonstra que é eficiente e pode ser utilizada nos trabalhos de prevenção e combate a incêndios florestais no PNSC.

Salientando a importância de sempre correlacionar os valores apontados pelo índice com as demais variáveis e fatores que podem alterar o comportamento do fogo. Devendo sempre trabalhar o PFIv2, alinhado com as diversas ferramentas de manejo do fogo, já citadas anteriormente, observando as condições da biomassa, importante componente no triângulo do fogo.

Na Figura 42, indicam-se os valores do PFIv2 e as áreas queimadas no ponto 01, Área Regularizada.

Figura 42: Valores do PFIV2 e Área Queimada - Ponto 01 - PNSC



Nota: Para os anos de 2003, 2012 e 2018 não se tem os valores de área queimada.

Fonte: Elaine Gonçalves da Costa, (2019).

Como pode-se verificar na Figura 42, as maiores ocorrências de áreas queimadas foram na sequência, 2016, 2002, 2014, 2010 e 2007. Para esses anos os valores indicados pelo PFIV2, foram valores elevados, sendo que comprovam a eficiência para a sua aplicação na área.

Nos anos de 2011 e 2012, tiveram médias nos valores do índice de 0,77 e 0,76, valores altos, que indicam susceptibilidade para ocorrência de focos de calor e propagação de incêndios florestais.

Todavia, deve ser considerado que no ano de 2010, queimou-se uma área equivalente a 53,39% do PNSC, no entanto, pondera-se o fator biomassa, pois como componente do triângulo do fogo, a diminuição da biomassa colaborou para a baixa ocorrência de incêndios nesse período, mesmo o valor do PFIV2, indicando susceptibilidade.

Os anos de 2009, 2008 e 2013 foram os registros de menores áreas queimadas. Nota-se que são anos após queimas de extensas áreas em anos anteriores, sendo nesse caso a ocorrência de diminuição de biomassa, condição para que os valores fossem menores. Além desse fato foram períodos com valores de precipitação registrados, acima da média para a região.

O tema fogo, deve ser abordado sempre levando em consideração todas as variáveis, para que se tenha um manejo eficiente. A indicação de valores altos ou críticos do PFIv2, deve ser aprimorada considerando as condições locais, a biomassa, a temperatura, umidade relativa do ar e precipitação.

O ano de 2010, foi um ano de ocorrência de *El Niño*, na categoria moderada, conforme pode ser observado na (Tabela 1 página 29), (INPE, 2019), fator esse que intensifica o número de focos de calor ocorridos na área de estudo e maior área de incidência de incêndio, devido a condições climáticas locais. Segundo Philander (2001), os incêndios acontecem em decorrência das ondas de calor, períodos prolongados de seca e nos padrões climáticos associados a *El Niño*.

Clemente; Junior & Louzada (2017), evidenciaram em sua pesquisa que os anos com os maiores números de registros de focos de calor coincidem com os ciclos de *El Niño* e *La Niña* nas categorias forte e fraco, segundo os autores, a *La Niña* no ano de 2010 (forte), causou influências em todo o clima do país, com alterações na pluviometria e temperatura do ar.

Silva (2019), cita que em uma escala global, o fenômeno *El Niño* contribui na ocorrência de incêndios, tendo em vista que os episódios de alterações climáticas, aumentam o potencial de risco de fogo.

Em relação a quantidade de biomassa, fator esse condicional para a queima, nota-se que nos anos anteriores, 2008 e 2009 foram anos de baixa ocorrência de incêndio, o que indica que houve acúmulo de biomassa vegetal, dessa forma, em consonância com os fatores climáticos, interferência do *El Niño*, teve-se o pico de focos de calor no ano de 2010.

Nos anos de 2011, 2012 e 2013 após a ocorrência de incêndios em 2010, nota-se um decréscimo no número de focos de calor, o que se justifica devido a diminuição da biomassa. As médias de precipitação para esses anos, variaram de 1400 mm a 1270 mm (Figura 25).

Já no ano 2014, quatro anos após grandes incêndios no PNSC e após 3 anos com pouca ocorrência de incêndio, é marcado como sendo o segundo maior ano em número de focos de calor e o terceiro ano em área queimada, foi um período de seca, onde a média pluviométrica anual foi aproximadamente 900 mm de chuva. As condições climáticas para os incêndios foram propícias sendo que o ano de 2014 tiveram-se temperaturas mais elevadas (INMET 2019).

Coelho *et al.* (2015) citam que em consequência a uma combinação de fatores, o verão de 2014 foi anormalmente seco, devido a uma intensificação do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS), entre o sudeste do Brasil e o Oceano Atlântico, em consequência, houve uma diminuição nos movimentos ascendentes na atmosfera e formação de nuvens, diminuindo as taxas de precipitação.

Segundo Coelho *et al.* (2016) foi um período com déficit de precipitação na região sudeste do país, citando que a seca desse ano, surgiu devido a atividades convectivas anômalas ocorridas ao norte da Austrália. Em consequência estabeleceu-se um sistema anômalo de alta pressão sobre o Oceano Atlântico e a região sudeste do Brasil, essa ocorrência desfavoreceu a formação de eventos como a Zona de Convergência do Atlântico Sul, que é um mecanismo de produção de chuvas sobre a região sudeste do Brasil, diminuindo os valores de precipitação devido aos sistemas frontais serem forçados a percorrerem trajetórias oceânicas, aquecendo o oceano mediante a incidência de radiação solar.

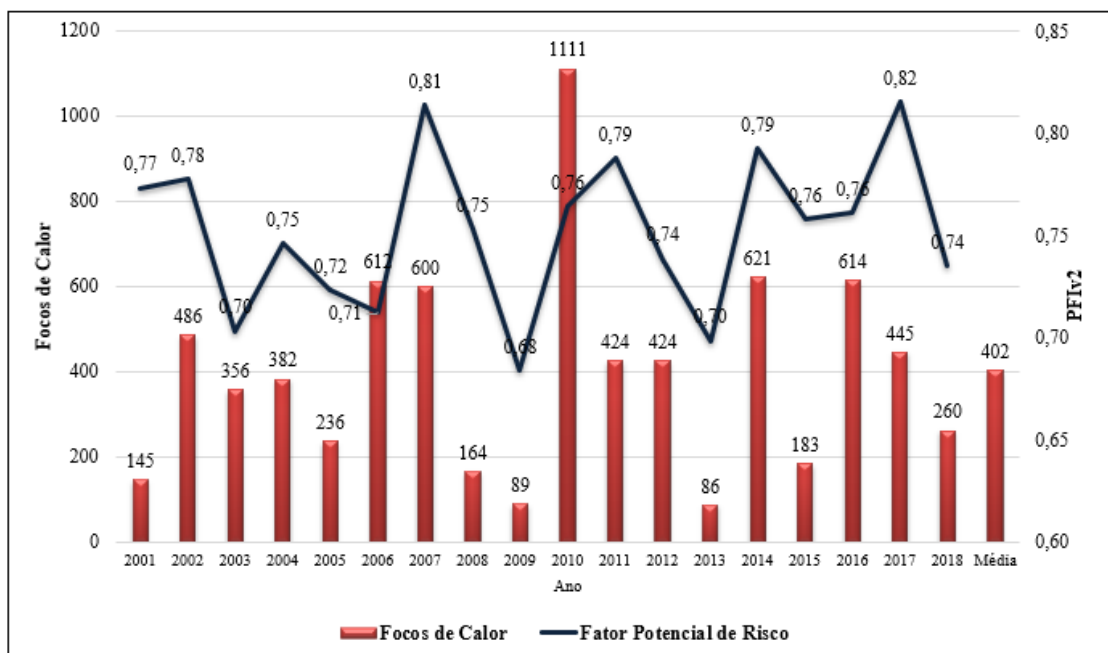
Em 2002, 2016 e 2007 foram anos de ocorrência do fenômeno *La Niña*, em categoria moderado, (INPE,2019).

Sodré *et al.*, (2018), citam em pesquisa realizada na Amazônia Oriental, que o *La Niña* influência a concentração e ocorrência de focos de calor, apesar de apresentar uma maior predominância em dias de precipitação no primeiro semestre, no segundo semestre, aponta-se elevação nos focos de calor, justificando que, devido ao aumento de precipitação no primeiro semestre as áreas que não foram queimadas nesse período, queimam no período de seca. Os autores salientam que em anos de *La Niña*, o segundo semestre precisa de mais atenção por parte dos órgãos fiscalizadores.

Silva (2019), cita que incêndios prevalentemente antrópicos, são associados a estações secas ou períodos de seca incomum, períodos de *El Niño* ou *La Niña*, em grande maior parte dos trópicos.

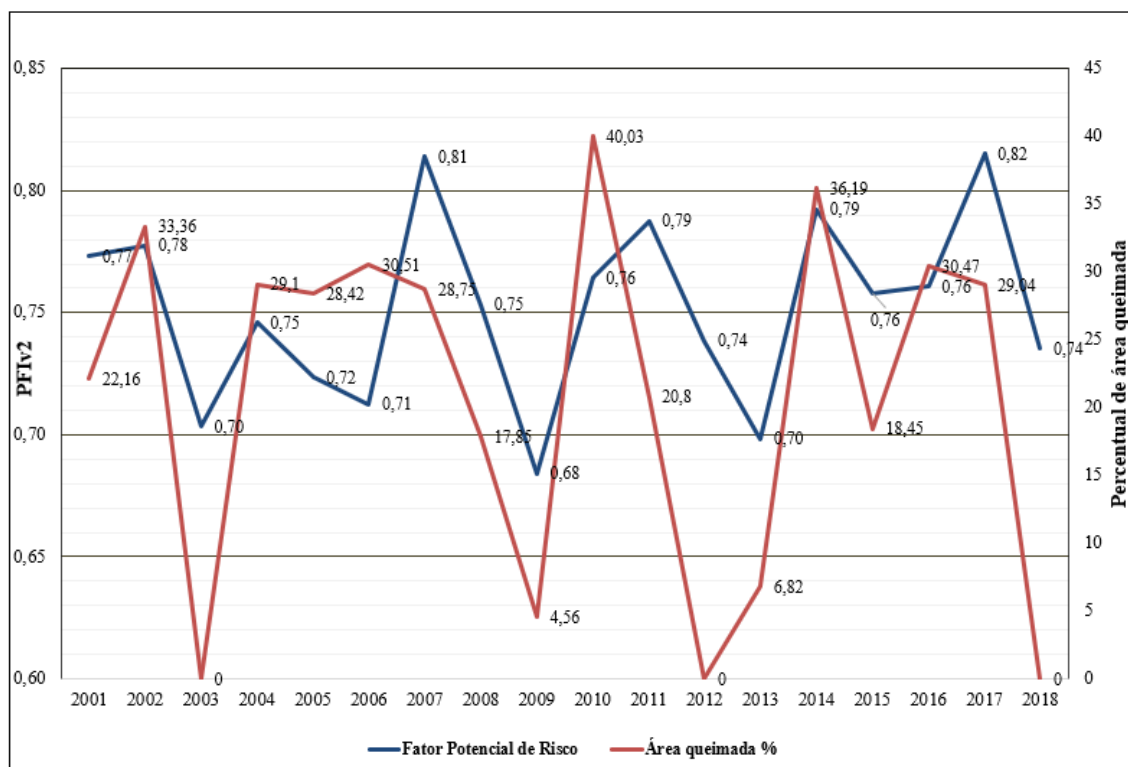
Na Figura 43, indicam-se os focos de calor e os valores do PFIv2, na Figura 44, o PFIv2 e as áreas queimadas, para o ponto 02, Área Não Regularizada do Parque.

Figura 43: Focos de Calor e PFIv2 ponto 02 - PNSC



Fonte: Elaine Gonçalves da Costa, (2019).

Figura 44: Valores do PFIv2 e Área Queimada - Ponto 02 PNSC



Nota: Para os anos de 2003, 2012 e 2018 não se tem os valores de área queimada.

Fonte: Elaine Gonçalves da Costa, (2019).

Observam-se nas Figuras 43 e 44 nos dados apresentados, que houve consonância com os valores do PFIv2, com os focos de calor e áreas queimadas. No ano de 2006, houve uma maior queima no ponto 2, em relação à 2007, quando comparado com a Área Regularizada do PNSC, o ano de 2007 foi o 6º ano com maior extensão de área queimada no ponto 02.

É importante analisar os valores para essa área, tendo em vista que a mesma encontra-se antropizada. O índice indica as condições atmosféricas, climáticas e vegetacionais para propagação do fogo, porém o fator antrópico não é levado em consideração, sendo um ponto muito importante, pois pode agravar a situação de incêndios.

Sugere-se nesse caso empregar os valores apontados pelo índice em trabalhos de educação ambiental com a população que vive nessas áreas, chamada de canastreiros,

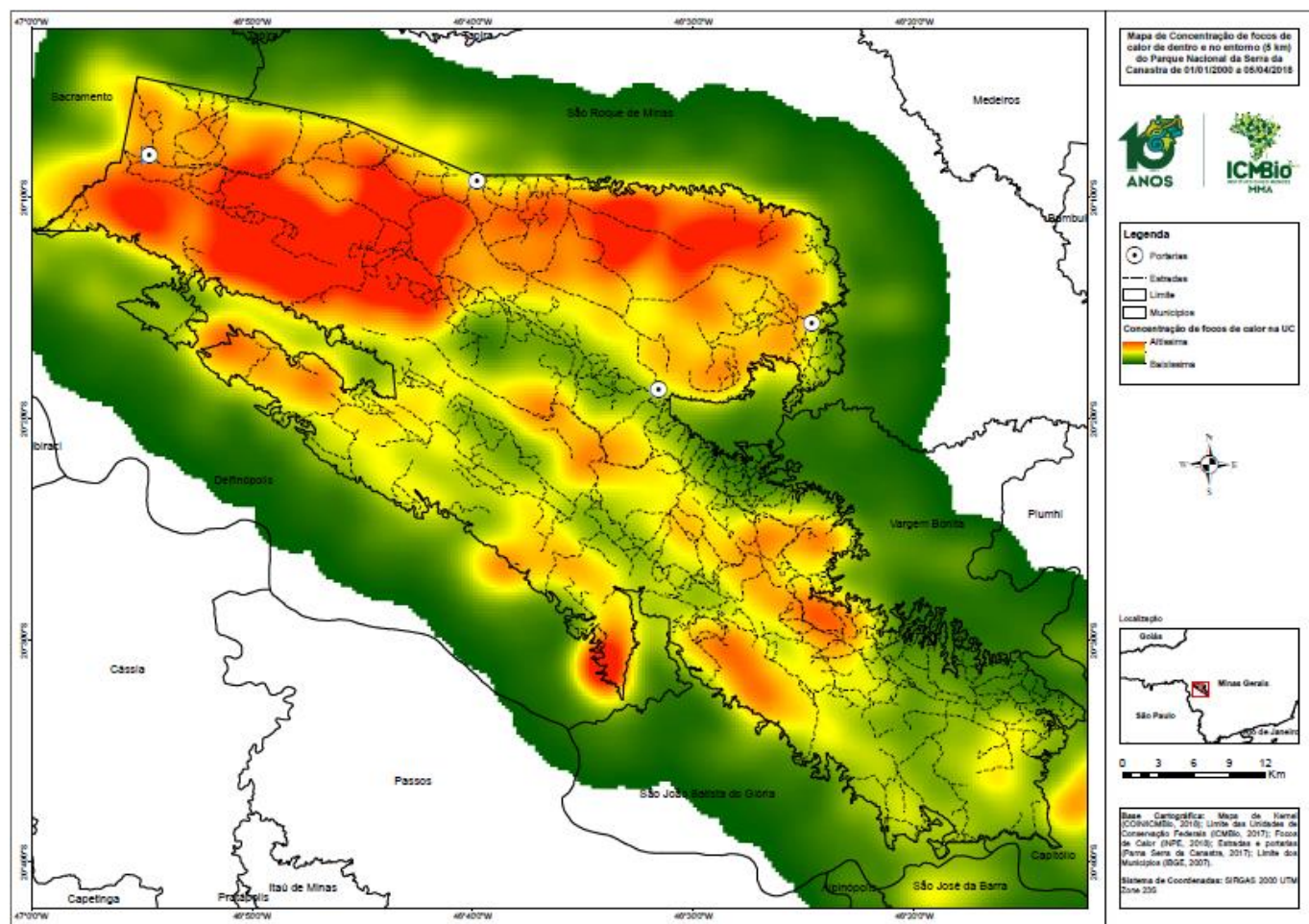
para que os mesmos possam colaborar nos trabalhos de prevenção e combate aos incêndios.

4.4.2 Análise da concentração de focos de calor no período de estudo

O mapa de densidade de concentração de focos de calor de Kernel é uma possibilidade para análise de recorrência e comportamento geográfico dos padrões de focos de calor, sendo segundo Cabral e Souza (2008) é uma técnica simples de ser utilizada e interpretada.

A fim de comparar e entender a relação de proporção de áreas queimadas, apresentadas nesta pesquisa, buscou-se analisar a concentração de focos de calor, onde pode-se perceber na Figura 45, uma incidência maior na Área Regularizada, no estudo elaborado pelo ICMBio (2018), para o PNSC e 5 km no entorno na Zona de Amortecimento, no período de 01/01/2000 a 01/04/2018, representando o acumulado da concentração de focos de calor para esse intervalo.

Figura 45: Mapa de Kernel concentração de focos de calor do período de 01/01/2000 a 01/04/2018



Fonte: ICMBIO, (2018)

Observa-se no mapa de Kernel que a maior concentração de focos de calor, apresenta-se na área regularizada do Parna Canastra, onde os locais demarcados de amarelo e vermelho variam em sua densidade de focos de calor entre altas e altíssimas ocorrências, sendo a maior parte altíssima densidade e concentração de focos.

A área regularizada, apresenta campos de altitude, com tipos vegetacionais de campos limpos, campos sujos e campos rupestres, altitude entre 1100 a 1496 metros, formado por chapadas que favorecem ventos fortes, contribuindo com as condições para propagação de focos de calor e ocorrências de incêndios.

Na Área Não Regularizada, Chapadão da Babilônia, a densidade de concentração de focos de calor é mais heterogênea, variando entre baixa e altíssima. As características de relevo são diferentes do platô da Serra da Canastra, com terrenos mais montanhosos que podem dificultar a propagação do fogo. Segundo IBAMA (2005) as cristas rochosas salientam-se no bloco do Chapadão da Babilônia, as declividades variam entre 5° e 20°, predominando a formação de campos rupestres nas cristas rochosas, campos de altitude nos demais locais e ocorrendo pequenos vales nos quais sucedem cursos de água intermitentes distinguindo essas feições, onde nessas encostas tem-se áreas mais úmidas, que podem servir como bloqueio natural na propagação de incêndios.

Se comparado essas condições de relevo com os da Área Regularizada, justificam-se os focos de calor em áreas de campos de altitude, porém a existência de vales e montanhas, podem dificultar a intensidade dos ventos e consequentemente a propagação desses focos, no caso da Área Não Regularizada.

Uma observação para o ponto de destaque em vermelho mais escuro e os demais em vermelho na face sul, são pontos próximos a as divisas do PNSC com a Zona de Amortecimento, que podem ser justificados devido a maior pressão antrópica, em divisas com fazendas, que na renovação de pastos, ou limpezas de restos de culturas, utilizam a queima da vegetação, sendo que os incêndios acabam atingindo os limites da área Não Regularizada do Parque.

4.5 O PFIv2 e a gestão de incêndios no Parque Nacional da Serra da Canastra

O Índice de Potencial de Risco de Fogo PFIv2, mostrou-se eficiente para ser utilizado como uma ferramenta complementar nas ações de gestão a propagação e ocorrências de incêndios florestais na área de estudo.

Os cálculos realizados na pesquisa, quando comparados aos focos de calor obtidos pelo FIRMS e áreas queimadas Messias & Ferreira (2019), demonstraram que os valores indicados pelo índice corroboram com a ocorrência de focos de calor e incêndios florestais no intervalo analisado.

O PFIv2 pode ser utilizado pelo ICMBio em suas ações de monitoramento e controle e na prevenção a incêndios florestais, que são problemas enfrentados pela unidade de conservação desde a sua criação, em 1971.

Os dados de subsídio para estimativas do índice podem ser baixados em plataformas gratuitas, podendo serem feitas as projeções diárias, mensais e calculados os valores do PFIv2, por meio do modelo a ser fornecido à autarquia.

O PFIv2, pode ser aplicado em qualquer conjunto de dados, é um modelo de complexidade intermediária, tendo como uma das principais características ser genérico, podendo ser utilizado em diferentes grupos de dados, com resoluções espaciais e temporais distintas (SILVA, 2019), dando uma maior confiabilidade em áreas menores quando usadas melhores resoluções, como as que foram empregadas nesta pesquisa.

A área monitorada pela gestão de incêndios do ICMBio com trabalhos preventivos, é somente a Regularizada, tendo em vista que a Área não Regularizada ainda não foi desapropriada e atualmente é antropizada, o que não impede de ser utilizado o índice nesse local, mas para isso é necessária uma integração dos moradores com o ICMBio, tendo em vista que o número de funcionários, não é suficiente para atender toda área.

Uma gestão buscando essa integração por meio de educação ambiental, pode ser avaliada e discutida, em como levar a informação até os moradores, para que os mesmos possam colaborar em uma gestão eficiente, tendo em vista que os incêndios florestais na maioria das vezes, acabam causando prejuízos nas propriedades rurais, danificando cercas entre outros bens materiais.

Existem dois tipos de contrato de brigadistas no PNSC. A brigada de incêndio que atua pelo PREVIFOGO é contratada durante 6 meses no ano, de maio a outubro contando com 32 pessoas. E também existe um contrato de 3 anos com um total de 10 pessoas que atuam durante todo o ano. Fora desse período, apenas os funcionários do ICMBio e terceiros que são contratados por meio de empresas que prestam serviço a autarquia, contando com um total de 38 pessoas, atuam na área o ano todo.

No período anterior ao inverno a brigada, juntamente com os demais funcionários do ICMBio e terceiros, implementam os trabalhos de prevenção aos incêndios, realizando os aceiros nas margens das estradas e o manejo integrado do fogo.

Para essa situação, a projeção do PFIv2, será útil na escolha dos melhores dias ou meses para se realizar esse trabalho, ou seja, quando o índice aponta valores de risco baixo, que seriam dias menos susceptíveis a ocorrência ou propagação de incêndios, com condições climatológicas favoráveis a esse tipo de atividade.

Já no período crítico, onde ocorrem mais incêndios, o índice pode ser proficiente também aliado com as demais ferramentas de controle e combate aos incêndios florestais.

Levando ainda em consideração que a área abriga vários pontos turísticos, o emprego do índice pode ser útil nos trabalhos de educação ambiental, por meio de painéis de risco de avisos de riscos de fogo (Figura 46), a serem colocadas nas portarias e pontos turísticos, indicando e alertando aos turistas e demais pessoas que adentram os limites do PNSC, para o risco de fogo diário.

Algumas unidades de conservação e várias empresas privadas utilizam desse tipo de alerta, para a sociedade.

Figura 46: Modelo do painel do PFIv2 a ser aplicado na Unidade de Conservação



Fonte: Elaine Gonçalves da Costa, (2019).

Além dos painéis, será desenvolvido um aplicativo para acesso aos dados e valores apontados pelo PFIv2.

Segundo Oliveira *et al.* (2017), alguns países da Europa criaram técnicas para produção de mapas de risco de incêndio florestal, fomentando dessa forma os órgãos gestores, dados para elaboração de planos de prevenção a incêndios florestais.

4.6 Produto Técnico - Plano de Contingência para o Combate de Incêndios Florestais - Área Regularizada do Parque Nacional da Serra da Canastra

Como produto técnico da dissertação, foi elaborado um Plano de Contingência para Incêndios Florestais.

O Parna Canastra, não possui o Plano de Contingência para Incêndios e nem o Plano para Atendimento a Emergências. Tendo em vista, as exigências legais, como produto técnico institucional foi elaborado o Plano de Contingência a fim de contribuir na gestão de incêndios florestais da Unidade de Conservação.

O Código Florestal brasileiro foi criado pela lei 4771 de 1965, após quatro décadas passou a ser regulado pela lei 12651 de 25 de maio de 2012, que em seu capítulo IX, trata da proibição do uso do fogo e do controle de incêndios.

O Art. 38º discorre que:

É proibido o uso de fogo na vegetação, exceto nas seguintes situações:

(...)

II - Emprego da queima controlada em Unidades de Conservação, em conformidade com o respectivo plano de manejo e mediante prévia aprovação do órgão gestor da Unidade de Conservação, visando ao manejo conservacionista da vegetação nativa, cujas características ecológicas estejam associadas evolutivamente à ocorrência do fogo; (...) (BRASIL, 2012)

O Art. 39, prevê que os órgãos ambientais do Sisnama devem elaborar e implantar os planos de contingência:

Art. 39. Os órgãos ambientais do Sisnama, bem como todo e qualquer órgão público ou privado responsável pela gestão de áreas com vegetação nativa ou plantios florestais, deverão elaborar, atualizar e implantar planos de contingência para o combate aos incêndios florestais (BRASIL, 2012).

O Art. 40 do código florestal expõe:

Art. 40. O Governo Federal deverá estabelecer uma Política Nacional de Manejo e Controle de Queimadas, Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais, que promova a articulação institucional com vistas na substituição do uso do fogo no meio rural, no controle de queimadas, na prevenção e no combate aos incêndios florestais e no manejo do fogo em áreas naturais protegidas.

§ 1º A Política mencionada neste artigo deverá prever instrumentos para a análise dos impactos das queimadas sobre mudanças climáticas e mudanças no uso da terra, conservação dos ecossistemas, saúde pública e fauna, para subsidiar planos estratégicos de prevenção de incêndios florestais.

§ 2º A Política mencionada neste artigo deverá observar cenários de mudanças climáticas e potenciais aumentos de risco de ocorrência de incêndios florestais (BRASIL, 2012).

Com vistas a atender a legislação federal foi elaborado como produto técnico da dissertação, um Plano de Contingência para o Combate a Incêndios Florestais, buscando apoio junto ao ICMBio, de maneira que o mesmo possa ser aplicado pela autarquia na Unidade de Conservação.

É um primeiro passo, tendo em vista que o Plano deve ser atualizado anualmente, ou em caso de acidentes não previstos nos cenários considerados no mesmo.

Juntamente com a responsável pela brigada de incêndios florestais do ICMBio em que a sede administrativa situa-se na cidade de São Roque de Minas, sendo que já existem os procedimentos estabelecidos para as situações de incêndios, buscou-se levantar as técnicas e atividades realizadas, fomentando esses dados com o Plano de Contingência, onde aborda-se os possíveis cenários e as medidas preventivas e corretivas a serem tomadas nessas situações.

O Apêndice C, traz na íntegra o Plano de Contingência para Incêndios Florestais.

O Anexo A, tem-se a autorização do ICMBio, para estudos no PNSC.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados encontrados, demonstraram que o PFIv2 pode ser uma ferramenta a ser utilizada na gestão de incêndios florestais, no Parna Canastra. Nas comparações dos valores indicados pelo PFIv2, com as áreas queimadas e focos de calor tiveram-se resultados satisfatórios, demonstrando que utilizando-se uma melhor resolução em *pixels* (0,125 x 0,125), na obtenção de dados das variáveis para fomentar o índice, ele pode ser aplicado em áreas menores, atingindo resultados mais precisos.

No entanto, deve-se salientar que o PFIv2, indica a susceptibilidade a desenvolvimento de focos de calor e ocorrência de incêndios florestais. É necessário analisar outros fatores, a fim de trabalhar-se com uma melhor gestão de prevenção. O fator biomassa é uma condicionante para ocorrência de incêndios, dessa forma, entre as ferramentas de prevenção a serem alinhadas com o índice, destaca-se o Manejo Integrado do Fogo, que já vem sendo empregado na Unidade de Conservação.

O intuito da utilização do Índice é apontar os dias que são susceptíveis ao fogo, em que ocorrem condições climatológicas favoráveis a propagação de incêndios, tanto na realização de trabalhos de prevenção, como no combate aos incêndios.

Outro ponto importante a ser destacado é que o PFIv2 aponta as condições naturais para propagação de incêndios, sendo que o fator antrópico, não é levado em consideração. É relevante salientar a necessidade de analisar se são necessários ajustes regionais para a utilização do índice de risco de incêndios em áreas diferentes as quais o mesmo foi gerado e validado.

O plano de contingência elaborado como produto técnico, faz parte da gestão de incêndios, em que foram definidos cenários previstos, bem como os procedimentos e ações a serem tomadas nas situações de ocorrências de incêndios.

Frisa-se portanto, que os trabalhos preventivos e corretivos para os casos de incêndios florestais, fazem parte de um conjunto de ferramentas, que juntas tornam-se mais eficazes, ou seja, o índice PFIv2, bem como o Plano de Contingência, são ferramentas complementares que podem auxiliar de forma mais efetiva os trabalhos voltados a gestão dos incêndios florestais na Unidade de Conservação.

O PFIv2, demonstrou ser eficiente para ser aplicado na área, é importante para o ICMBio, na implementação dos programas, na base de dados, *softwares*, para as

projeções dos cálculos diários, semanais ou mensais, treinar funcionários para a utilização e aplicação do mesmo, a fim de que os painéis de risco, possam ser alterados diariamente, conforme o indicado pelo índice, bem como antes da execução das queimas controladas e aceiros, verificar as condições apontadas pelo PFIv2, a fim de escolher os melhores dias para realização desses trabalhos, evitando dessa forma que ocorram acidentes, propagando incêndios na execução de trabalhos preventivos.

Para a continuação do trabalho proposto nessa pesquisa, seria importante buscar novas ações voltadas a educação ambiental da população que vive em torno do PNSC, bem como dos turistas e visitantes que o frequentam.

REFERÊNCIAS

- ABREU, F. D., & SOUZA, J. D. (2016). Dinâmica Espaço-temporal de Focos de Calor em Duas Terras Indígenas do Estado de Mato Grosso: uma Abordagem Geoespacial sobre a Dinâmica do Uso do Fogo por Xavantes e Bororos. **Floresta e Ambiente**, 23, 1-10.
- ALLGÖWER, B.; CARLSON, J. D.; WAGTENDONK, J. W. van. Introduction to fire danger rating and remote sensing - will remote sensing enhance wildland fire danger rating? Series in Remote Sensing. **World Scientific**. River Edge, N.J.: 2003. cap. 1. 20 p.
- ALMEIDA, H. A. **Climatologia Aplicada a Geografia** (21 ed.). Campina Grande: Ed. Edupeb. 2016.
- ALVARES, C. A. (Dez de 2014). Perigo de incêndio florestal: aplicação da Fórmula de Monte Alegre e avaliação do histórico para Piracicaba, SP. **Scientia Forestalis**, 42, pp. 521-532.
- ANA. Agência Nacional das Águas. (2019). Rio São Francisco. Acesso em: 27 out. de 2019, disponível em <https://www.ana.gov.br/sala-de-situacao/sao-francisco/sao-francisco-saiba-mais>
- AYOADE, J. O. **Metereologia para os Trópicos** (4 ed.). Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 1996.
- BATISTA, E. K., RUSSEL-SMITH, J., FRANÇA, H., & FIGUEIRA, J. E. (2018). An evaluation of contemporary savanna fire regimes in the Canastra National Park, Brazil: Outcomes of fire suppression policies. **Journal of Environmental Management**, 40-49. 2018.
- BONFIM, V. R. (2001). **Diagnóstico do Uso do Fogo no Entorno do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro - MG (PESB)**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós Graduação em Ciência Florestal, 70 f. Viçosa, MG, Brasil.
- BORGES, E. F.; SANO, E.E. Caracterização Fenológica da cobertura vegetal do oeste da Bahia a partir de séries temporais de EVI do sensor MODIS. **Revista Brasileira de Cartografia**. (2014) n° 66/6: pág. 1265-1280. Uberlândia.
- BRASIL. (1998). **Lei 9605, de 12 de fevereiro de 1998. Lei de Crimes Ambientais**. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. Brasília, DF, Brasil.
- BRASIL. (1998). **Lei. Decreto 2661, de 8 de julho de 1998**. Normas de precaução relativas ao emprego do fogo em práticas agropastoris e florestais. Brasília, DF, Brasil.
- BRASIL. (2012). **Código Florestal Brasileiro**. Lei 12651, de 25 de maio de 2012. Brasília, DF, Brasil.

BRASILIS(a), T. (01 de Abril de 2019). TERRA BRASILIS. **Programa de Conservação da Biodiversidade. Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Canastra** (a). Fonte: Terra Brasilis:

<http://www.terrabrasil.org.br/index.php/programa-conservacao-biodiversidade-7/plano-de-manejo-do-parque-nacional-da-serra-da-canastra-mg>

BRASILIS, T. (02 de Abril de 2019). TERRA BRASILIS - **Programa Pato Mergulhão** (b). Fonte: TERRA BRASILIS:

<http://www.terrabrasil.org.br/index.php/programa-pato-mergulhao-7>

Brown IF, Schroeder W, Setzer AW, De Los Rios Maldonado M, Pantoja N, Duarte A, Marengo J (2006). Monitoring fires in southwestern Amazonia rain forests. EOS transactions. **American Geophysical Union** v. 87: p. 253–264, 11 p.

BRUMATTI, D. V. (19 de Julho de 2012). **Avaliação do Impacto do Aquecimento Global no Risco de Fogo na África**. (Dissertação). Programa de Pós Graduação em Meteorologia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG, Brasil: UFV. Acesso em: 05 dez. 2019.

BRUNO, S. F. (2013). Pato Mergulhão. **Biologia e conservação do pato-mergulhão (*Mergus octosetaceus*) no Parque Nacional da Serra da Canastra e entorno (MG)**. Niterói, MG: UFF.

CABRAL APS, SOUZA WV. Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU): Análise da demanda e sua distribuição espacial em uma cidade do Nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Epidemiologia** 2008; 11(4): 530-540. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-790X2008000400002>.

CASAVECCHIA, B. H. (03 de 10 de 2017). Índices de perigo de incêndios em uma área de transição Cerrado-Amazônia. **Sociedade de Ciências Agrárias de Portugal**, 41, 842-854.

CAVALCANTI, I. F., FERREIRA, N. J., SILVA, M. G., & DIAS, M. A. Org. (2009). **Tempo e Clima no Brasil**. São Paulo: OFICINA DE TEXTOS. 2009.

CECON P. R. *et al.* **Métodos Estatísticos** [Livro]. - Viçosa : UFV, 2012.

CLEMENTE, S. D., JÚNIOR, J. F., & LOUZADA, M. A. (2017). Focos de Calor na Mata Atlântica do Estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Meteorologia**. 32, 669-677.

CLIMATEMPO. Pegorim, Josefa. ZCAS se forma no Brasil. 16/01/2016. Disponível em: <https://www.climatepo.com.br/verao/noticia/2016/01/15/zcas-se-forma-sobre-o-brasil-4321>. Acesso em: 08 jan. 2019.

COELHO, C. A. *et al.* The 2014 southeast Brazil austral summer drought: regional scale mechanisms and teleconnections. **Climate Dynamics**. V. 45. Pág. 1-16. 2015.

COELHO, C. A., & FIRPO, D. H. (2016). **A seca de 2013 a 2015 na região sudeste do Brasil**. Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos/ Instituto Nacional de Pesquisas, 55 A 61. São Paulo, SP, Brasil.

COSTA, E. G. da (2010). **Incêndios Florestais em Unidades de Conservação do Bioma Cerrado: Estudo de Caso no Parque Nacional da Serra da Canastra**. Trabalho de Conclusão de Curso - Centro Universitário de Formiga - UNIFOR - MG, 77 f. Formiga, MG.

COSTA, E. G. da, ABREU, K. P., & RIBEIRO, K. D. (Junho de 2012). **Incêndios Florestais em Unidades de Conservação do Bioma Cerrado: Estudo de Caso no Parque Nacional da Serra da Canastra**. *Anais XXXIII – Congresso Interamericano de Engenharia. Associação Brasileira de Engenharia Ambiental e Sanitária*.

COSTA, E. P., FIEDLER, N. C., MEDEIROS, M. B., & WANDERLEY, F. B. (2009). Incêndios Florestais no Entorno de Unidades de Conservação. **Ciência Florestal** - Universidade Federal de Santa Maria - Vol. 19, Núm. 2, abril-junio,, 195-206.

COSTA, M. G. (2009). **Monitor Ambiental**. Fotografia. Parque Nacional da Serra da Canastra. São Roque de Minas.

CPTEC. Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos. INPE. (2016). **Metodologia do Cálculo do Risco de Fogo do Programa Queimadas do INPE**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Ministério da Ciência, Tecnologias, Inovações e Comunicações, São José dos Campos. Acesso em: 10 fev. 2019, disponível em <http://urlib.net/8JMKD3MGP3W34P/3PNK9TH>>

CPTEC. Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **El Nino e La Nina**. Fonte: <http://enos.cptec.inpe.br/> Acesso em: 02 mai. 2019.

DIAS L. A. dos. S. e BARROS W. S. **Biometria experimental** [Livro]. - Viçosa: UFV, 2009. - p. 408.

DINOTTE, A. C. B. P. Geógrafa. (2018). **Fotografia**. Parque Nacional da Serra da Canastra. São Roque de Minas.

Figueira, M. C. (2011). **Uma Abordagem Histórica do Fogo no Parque Nacional da Serra do Cipó - MG**. Biodiversidade Brasileira. Ecologia e Manejo de Fogo em Áreas Protegidas, Vol. 2, p. 212 a 227.

FIRMS. Fire Information for Resource Management System. NASA. Earth Data: HYPERLINK ["https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/"](https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/)
<https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/> Acesso em: fev. 2019.

FERREIRA, G. P. & SANO, E. E. Mapa de densidade de Kernel como indicador de desmatamento futuro na Amazônia Legal. **Anais XVI Simpósio Brasileiro de**

Sensoriamento Remoto. SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE.

FRANCISCO, P. S. (28 de março de 2019). Fonte: Parque Nacional da Serra da Canastra: <https://www.portalsaofrancisco.com.br/meio-ambiente/parque-nacional-serra-da-canastra> Acesso em: 08 fev. de 2019.

GERAIS, M. (23 de maio de 2014). **Resolução Conjunta IEF/SEMAD nº 2075, de 23 de maio de 2014.** Gestão para Queima Controlada no Ambito do Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG, Brasil.

GERAIS, M. (2014). **Resolução Conjunta IEF/SEMADE 2075, de 23 de maio de 2014.** Belo Horizonte: Publicado no DOE - MG em 24 mai 2014.

GOMES, R. D., & BRUNO, D. C. (dezembro de 2017). **Monitoramento da biodiversidade em áreas de queimadas controladas do Parque Nacional da Serra da Canastra, MG: Estudos preliminares relativos ao Manejo Integrado do Fogo (MIF).** p. 196.

GONTIJO, G. A., PEREIRA, A. A., OLIVEIRA, E. D., & JUNIOR, F. W. (05 de maio de 2011). **Deteccção de queimadas e validação de focos de calor utilizando produtos de Sensoriamento** - INPE. *Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR*, p. p. 7966.

IBAMA. (2002). **Relatório de Ocorrência de Incêndios Florestais.** Documento Técnico. PREVIFOGO, Brasília.

IBAMA. (2005). PLANO DE MANEJO. **Parque Nacional da Serra da Canastra. . Brasília, DF: Instituto Terra Brasilis de Desenvolvimento Sócio Ambiental.** 250 p.

IBAMA. (2007). **Plano Operativo de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais do Parque Nacional da Serra da Canastra.** São Roque de Minas - MG.

IBAMA. (2007). **Relatório de Ocorrência de Incêndios Florestais em Unidades de Conservação 2006.** MMA, Centro Nacional de Prevenção e Combate a Incêndios Florestais, Brasília.

ICMBIO. (2010). Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Ministério do Meio Ambiente. **Manual para Formação de Brigadistas de Prevenção e Combate a Incêndios Florestais.** Brasília.

ICMBIO. (2018). Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Ministério do Meio Ambiente. **Mapa de densidade de focos de calor de Kernel.** Brasília. 2018.

ICMBIO. (2019). Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Ministério do Meio Ambiente. Escritório Administrativo. **Informações. Parque Nacional da Serra da Canastra.** São Roque de Minas.

ICMBIO. (2020). Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Ministério do Meio Ambiente. Escritório Administrativo. **Informações. Parque Nacional da Serra da Canastra. São Roque de Minas.**

INSTITUTO FEDERAL DE MINAS GERAIS. Rede de Bibliotecas. Manual de normalização de trabalhos acadêmicos. Belo Horizonte: IFMG, 2020. Disponível em: <https://www2.ifmg.edu.br/portal/ensino/bibliotecas/manual-de-normalizacao-do-ifmg>. Acesso em: 01 fev. 2020.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. HYPERLINK "<http://www.inmet.gov.br/portal/>" Acesso em: 15 out. 2019.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Prognóstico Climático da Primavera.** 15/03/2019. Hyperlink "<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=noticia/visualizarNoticia&id=137>". Acesso em: 10 out. 2019.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 5º Distrito de Meteorologia de Minas Gerais. Seção de Análise e Previsão do Tempo. **Boletim mensal para Minas Gerais.** Belo Horizonte. 2019.

JÚNIOR I. R. **Análises estatísticas no excel. Guia Prático** [Livro]. - Viçosa : UFV, 2013. - 2.

JUSTINO, F. B., SOUZA, S. S., & SETZER, A. (2002). **Relação entre "Focos de Calor" e Condições Meteorológicas no Brasil.** *XII Congresso Brasileiro de Meteorologia*, p. 8. Acesso em 02 de maio de 2019, disponível em <https://www.researchgate.net/publication/43654032> Acesso em: 10 out. 2019.

JUSTINO, F. B; PELTIER, W. R. & BARBOSA, H. A. (2010) **Atmospheric susceptibility to wildfire occurrence during the Last Glacial Maximum and mid-Holocene.** *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. Elsevier. p. 76 -88, (2010)

JUSTINO, F.; de MELO, A. S.; SETZER, A.; SISMANOGLU, R.; SEDIYAMA, G. C.; (julho de 2009). Greenhouse gas induced changes in the fire risk in Brazil in ECHAM5/MPI-OM coupled climate model. **Climatic Change**. p. 106-285.

JUSTINO, F.; STORDAL, F.; CLEMENT, A.; COPPOLA, E.; SETZER, A.; & BRUMATTI, D. Modelling Weather and Climate Related Fire Risk in Africa. *American. Journal of Climate Change*. v. 2, p. 209-224, (2013).

LEMO, C. F.. Reanálise das Linhas de Corrente nos níveis de 1000 hPa, 850 hPa, 500 hPa e 150 hPa sobre a América do Sul no período entre 1979 A 1995 e a Análise Dinâmica Sobre a Região do Vale do Paraíba - SP. In: XI Congresso Brasileiro de Meteorologia e II Simpósio Brasileiro de Climatologia, 2000, Rio de Janeiro. XI

Congresso Brasileiro de Meteorologia e II Simpósio Brasileiro de Climatologia, 2000. v. I.

LEMOS, C. F. (Março de 2006). **O Índice de Haines Como Indicador de Desenvolvimento de Focos de Calor no Brasil Através do Modelo Regional "ETA"**. (Tese de doutorado). Universidade Federal Fluminense. Niterói.

LEMOS, C. F., JUSTINO, F. B., COSTA, L. C., & MADDOCK, J. E. L. Distribuição Espacial Do Índice De Haines para Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v.2, n.1., p.132-143, jul., 2012

LEMOS, C. F., JUSTINO, F., & ROSSONI, H. A. (2012). Índice De Haines, Angström, Monte Alegre e o Hidrotermométrico na região De Viçosa-MG: No Período De 01 a 30 de setembro de 2003. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v.2, n.2., p.196-208, dez., 2012.

LEPSCH, I. F. **Formação e Conservação dos Solos**. (2002). São Paulo, SP: Oficina de Textos. 2002. 176 p.

MAGALHÃES, S. R., LIMA, G. S., & RIBEIRO, G. A. (28 de outubro de 2011). Avaliação dos Incêndios Florestais ocorridos no Parque Nacional da Serra da Canastra - Minas Gerais. **Cerne**. Universidade Federal de Lavras. UFLS. Vol. 18 (n. 1), 135 a 141.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. (21 de novembro de 2018). Número de incêndios florestais é o menor em 20 anos. Disponível em <https://www.mma.gov.br/informma/item/15252-n%C3%BAmero-de-inc%C3%AAndios-florestais-%C3%A9-o-menor-em-20-anos.html> Acesso em: 12 out. 2019.

MARENGO, J. A. (2007). **Mudanças Climáticas Globais e seus efeitos sobre a Biodiversidade. Caracterização do Clima Atual e Definição das Alterações Climáticas para o Século XXI**. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria da Biodiversidade e Florestas, 2ª. Brasília, DF, Brasil.

MATOS, P. H. (2010). Chefe Brigada 2010. **Fotografia**. Parque Nacional da Serra da Canastra. São Roque de Minas.

MEDEIROS, M. B. (2002). Manejo de Fogo em Unidades de Conservação. In: Anais do I Workshop sobre incêndios florestais no Cerrado. *Anais do I Whorkshop sobre Incêndios Florestais do Cerrado*. **Revista Comunicações Técnicas Florestais**, 3, 10-15.

MEDEIROS, M. B. de; FIEDLER, N. C. Incêndios Florestais no Parque Nacional da Serra da Canastra: Desafios para a conservação da Biodiversidade. 2003. **Ciência Florestal, Santa Maria**, v. 14, n. 2, p. 157-168, dez. 2003

MELO, A. S. de, Justino, F. B., Melo, E. C. S., & Silva, T. L. do V. Índice de risco de fogo de Haines e Setzer em diferentes condições climáticas. **Mercator**, v. 11, p. (24), 187–207. 2012.

MENDES, I. C. (02 de ABRIL de 2019). Fonte: ICMBIO / MMA: <http://www.icmbio.gov.br/portal/visitacao1/unidades-abertas-a-visitacao/198-parque-nacional-da-serra-da-canastra> Acesso em: 12 out. 2019.

MENDONÇA, F., & OLIVEIRA, I. M. (2007). **Climatologia. Noções Básicas e Climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos.

MESSIAS, C. G., & FERREIRA, M. C. Dinâmica espacial do uso do solo e da expansão agrícola no Parque Nacional da Serra da Canastra (MG), entre 2000 e 2015 usando perfis espectro temporais do sensor MODIS. **XVII Simpósio de Geografia Física Aplicada. I Congresso Nacional de Geografia Física**. Campinas. 2017a p. 14 p.

MESSIAS, C. G., & FERREIRA, M. C. Mapeamento Temporo-Espacial das Queimadas no Parque Nacional da Serra da Canastra e suas Relações com a Zona de Planejamento. **I Congresso Nacional de Geografia Física. Instituto de Geociências Unicamp**. Campinas. 2017b. 15 p.

MESSIAS, C. G., & FERREIRA, M. C. Análise da distribuição espacial das queimadas no Parque Nacional da Serra da Canastra (MG), entre 1984 e 2017. **Caminhos da Geografia**. v. 20. n. 71. Uberlândia – MG. Setembro/2019. p. 52-71. MMA. (02 de 03 de 2019). Fonte: Ministério do Meio Ambiente: <http://www.mma.gov.br/informma/itemlist/category/34-unidades-de-conservacao> Acesso em: 12 out. 2019.

MOTTA, D. S. (24 de julho de 2008). **Identificação dos Fatores que Influenciam no Comportamento do Fogo em Incêndios Florestais**. (Monografia). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 38 f. Seropédica, RJ.

MYERS, R. L. (junho de 2006). **Convivendo com o Fogo. Iniciativa Global para o Manejo do Fogo**. Tradução de Margaret Batalha. The Nature Conservancy. Save The Last Place on Earth, 29.

NOVAIS, G. T. (2011). **Caracterização Climática da Mesoregião do Triângulo Mineiro / Alto Paranaíba e do Entorno da Serra da Canastra**. (Dissertação). Programa de Pós Graduação em Geografia da Universidade Federal de Uberlândia. 175 f. Uberlândia, Minas Gerais, Brasil.

OLIVEIRA, M. C. (29 de abril de 2016). Risco de ocorrência de queimada e de incêndio e as medidas de prevenções, em Belém – PA, ano de 2015. **Revista Brasileira de Geografia Física**, 9, 1030 - 1042. Acesso em: 03 ago. 2016

OLIVEIRA, A. L. (Oct-Dec de 2017). Comparação e validação da modelagem espacial de riscos de incêndios considerando diferentes métodos de predição. **BCG - Bulletin of Geodetic Sciences**, 3, 556-577.

OLIVEIRA, S. C. **Renovação da biomassa em campos nativos de cerrado sob atuação de regimes de fogo e suas influências no uso e seleção de habitat pelo galito (*Alectrurus tricolor* Vieillot) no Parque Nacional da Serra da Canastra.** (2017) (Dissertação). Engenharia de Biosistemas. Universidade Federal Fluminense, 43 p. 2017.

PEREIRA, C. A., FIEDLER, N. C., & MEDEIROS, M. B. (Mai/Ago de 2004). Análise das ações de prevenção e combate aos incêndios florestais em unidades de conservação do cerrado. **Floresta** 34 (2), 95-100.

PEREIRA, A. A. (2009). **Uso de Geotecnologia para Detecção e Análise de Queimadas e Focos de Calor em Unidade de Conservação no Norte de Minas Gerais.** (Dissertação). Programa de Pós Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal de Lavras. UFLA., 91 f. Lavras, MG, Brasil.

PEREIRA, C. A., FIEDLER, N. C., & MEDEIROS, M. B. (Maio/Agosto de 2004). Análise de Ações DE Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais em Unidades de Conservação do Cerrado. **Floresta**, pp. 95-100.

PIRES; DIAS & PEREIRA. **Visualização Científica Por Meio de Linguagem. NCL/NCAR Command Language.** Módulo I. CEAD. Universidade Federal de Viçosa. [...]

REBOITA, M. S., MARIETO, D. M., SOUZA, A., & BARBOSA, M. (Jul/Dez de 2017). Caracterização atmosférica quando da ocorrência de eventos extremos de chuva na região Sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Climatologia**, 21, 18 p. .

REIS, L. N. & MELO, A. S. M. de. (2014). Parque Nacional da Serra da Canastra: Potencialidades e Fragilidades. **Fórum Ambiental da Alta Paulista - Periódico Eletrônico**, 10, pp. 14-28.

REIS, T. L., & TORRES, F. T. (Novembro de 2014). Avaliação da Eficiência de Índices de Perigo Meteorológico de Incêndios Florestais para o Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Climatologia**, 311 - 319.

RIBEIRO, A. G. & BONFIM, R. V. (2000). Incêndio Florestal versus Queima Controlada. **Ação Ambiental**. n 12, 2, pp. 8-11.

RIBEIRO, G. A.; MACHADO, J. P.; & STERL, A. Greenhouse gas induced changes in the fire risk in Brazil in ECHAM5/MPI-OM coupled climate model. **Climatic Changes**. v. 106, p. 285-302, (2010).

RIBEIRO, L.; SOARES, R. V.; BATISTA, A. C.; SILVA, I. C. Análise do perigo de incêndios florestais em um município da Amazônia Mato-grossense, Brasil. **Floresta**, v. 41, n. 2, p. 257-270, 2011.

RYAN, K. C., & KOERNER, C. (2013). **Fire Behavior and Effects:.. USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR - 42, 3, 15-84.** Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/8ac2/b6c35322cdde4961abc06b67ac60b9b451e2.pdf?ga=2.168016675.38796737.1557436649-106053636.1557436649>

ROZANTE, J. R.; MOREIRA, D. S.; GONÇALVES, L. G. G.; VILA, D. A. Combining TRMM and Surface Observations of Precipitation: Technique and Validation over South America. **Weather and Forecasting**, v. 25, n. 3, p. 885-894, 2010.

SANTOS, A. A., & MACHADO, M. M. (28 de abril de 2014). Análise da fragmentação da paisagem do Parque Nacional da Serra da Canastra e de sua Zona de Amortecimento. **Raega**, pp. 75 - 93. Acesso em: 13 set. 2014

SETZER, A.; SISMANOGLU, R. A. Queimadas no Brasil. **Climanálise Boletim de Monitoramento e Análise Climática**, v. 7, n. 8, p. 40-53, 2002.

SILVA, A. S. da. (2019) **Aplicação do Risco Potencial de Fogo da Vegetação em Escala Global**. (Tese de doutorado). Viçosa – MG, 2019.

SILVA, F. M., CHAVES, M. D., & LIMA, Z. M. (28 de maio de 2009). Sistemas Sinóticos e a Classificação Climática. **Geografia Física II** - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 20. Natal.

SILVA, I. *et al.* (2016) Estimativa de Risco e Perigo de Incêndios Florestais Utilizando Subconjuntos Fuzzy, k-NN Fuzzy e Subtractive Clustering. **Quarto Congresso Brasileiro de Sistemas Fuzzy (IV CBSF)**. Novembro de 2016. Campinas. 12 p.

SILVA, P., & BERNARDES, A. (20 de março de 2019). **Unidade de Conservação: Analise da Fragilidade Ambiental**. Fonte: Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia: <http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal12/Procesosambientales/Usodere cursos/01.pdf>

SIMÕES, D., & DINIZ, L. (2016). **Garimpando a Serra da Canastra: Do Velho Chico ao queijo**. (Monografia). 2016.

SIMÕES, E. R. Biólogo. (2019). **Fotografia**. Parque Nacional da Serra da Canastra. São Roque de Minas.

SOARES, R. V. (abril de 1995). **Queimas controladas**. Prós e Contras. I Fórum Nacional sobre Incêndios Florestais / *ANAIS - IPEF*, pp. 6-10.

SOARES, R. V; BATISTA, A. C. & TETTO, A. F. **Meteorologia e Climatologia Florestal**. [...]

SORIANO, B. M., DANIEL, O., & SANTOS, S. A. (out/dez de 2015). Eficiência de Índice de Ocorrência de incêndio no pantanal sul-mato-grossense. **Ciência Florestal**, 25, pp. 809 - 816.

SOUZA, A. P., CASAVECCHIA, B. H., & STANGERLIM, D. M. (11 de 11 de 2011). Avaliação dos riscos de ocorrência de incêndios florestais nas. **SCIENTIA PLENA**, 8, 14 p.

SOUZA, R. B. (2011). **Análise multifractal de séries temporais de focos de calor no Brasil**. (Dissertação de mestrado). Programa de Pós Graduação em Biometria e Estatística Aplicada. Universidade Federal Rural de Pernambuco., 44 f. Recife, PE, Brasil.

SOUZA, R. O. **Proposta de manejo integrado do fogo no Parque Nacional da Serra da Canastra. (2017)** (Dissertação de Mestrado). Área de Concentração Ecologia Aplicada. Instituto Federal de Minas Gerais. Bambuí, 2017.

TATLI, H., & TÜRKES, M. (2014) Climatological evaluation of haines forest fire weather index over the Mediterranean Basin. **Meteorological Applications**, 21(3), 545–552. (2014).

TERRA. The EOS Flagship. NASA. HYPERLINK "<https://terra.nasa.gov/about/terra-instruments/modis>" <https://terra.nasa.gov/about/terra-instruments/modis>

TROUET, V., TAYLOR, A. H., Carleton, A. M., & Skinner, C. N. Interannual variations in fire weather, fire extent, and synoptic-scale circulation patterns in northern California and Oregon. Department of Geography, Physical Geography Division, Climatology/Meteorology Group, C, anakkale Onsekiz Mart University, Turkey. **Royal Meteorological Society**. 2009.

TORRES, F. T. (2008). **Introdução a Climatologia**. Série Textos Básicos de Geografia (4 ed.). Ubá: Geografia, Consultora, Estudos e Projetos Ambientais.

TORRES, F. T., & MACHADO, P. J. (2008). **Introdução a Climatologia**. Ubá, Minas Gerais: Geographica.

TORRES, F. T. (2015 de 12 de 03). Perfil dos incêndios florestais em unidades de conservação brasileiras no período de 2008 a 2012. **Floresta**, 46. Acesso em: 10 ago. 2019.

UFRJ. (19 de 04 de 2019). UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO. Fonte: Riscos de incêndio: <http://www.ufrj.br/institutos/it/de/acidentes/fogo.htm> Acesso em: 10 ago.2019.

VIANELLO, R. L. (2000). **Metereologia Básica e Aplicações**. Viçosa, MG, Brasil: UFV.

WELAN, R. J. (2006). The Ecology of Fire. Cambridge University Press. Developments since 1995 and outstanding questions, Proceeding of Bushfire 2006 - Life In A Fire-Prone Environment: Translating Science Into Practice conference, Griffith University, **Brisbane**, 6–9 June 2006

WWF. (02 de ABRIL de 2019). World Wide Foundation. Fonte: **Guará: o lobo do cerrado**:https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/especiais/biodiversidade/especie_d_o_mes/dezembro_lobo_guara.cfm

ZIMMERMANN F. J. P. **Estatística aplicada à pesquisa agrícola** [Livro]. - Brasília : EMBRAPA, 2014. - 2

ANEXO**AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA ICMBio**

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 67870-1	Data da Emissão: 05/02/2019 14:13:21	Data da Revalidação*: 05/02/2020
De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

Dados do titular

Nome: ELAINE GONÇALVES DA COSTA	CPF: 041.841.186-74
Nome da Instituição: INST FED DE EDUC, CIÊNCIA E TEC DE MINAS GERAIS	CNPJ: 10.626.896/0003-34

Cronograma de atividades

#	Descrição da atividade	Início (mês/ano)	Fim (mês/ano)
1	ELABORAÇÃO DA QUALIFICAÇÃO	02/2019	10/2019
2	QUALIFICAÇÃO	06/2019	06/2019

Observações e ressalvas

1	O titular de autorização ou de licença permanente, assim como os membros de sua equipe, quando da violação da legislação vigente, ou quando da inadequação, omissão ou falsa descrição de informações relevantes que subsidiaram a expedição do ato, poderá, mediante decisão motivada, ter a autorização ou licença suspensa ou revogada pelo ICMBio, nos termos da legislação brasileira em vigor.
2	As atividades de campo exercidas por pessoa natural ou jurídica estrangeira, em todo o território nacional, que impliquem o deslocamento de recursos humanos e materiais, tendo por objeto coletar dados, materiais, espécimes biológicos e minerais, peças integrantes da cultura nativa e cultura popular, presente e passada, obtidos por meio de recursos e técnicas que se destinem ao estudo, à difusão ou à pesquisa, estão sujeitas a autorização do Ministério de Ciência e Tecnologia.
3	O titular de licença ou autorização e os membros da sua equipe deverão optar por métodos de coleta e instrumentos de captura direcionados, sempre que possível, ao grupo taxonômico de interesse, evitando a morte ou dano significativo a outros grupos; e empregar esforço de coleta ou captura que não comprometa a viabilidade de populações do grupo taxonômico de interesse em condição in situ.
4	Esta autorização NÃO exime o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de obter as anuências previstas em outros instrumentos legais, bem como do consentimento do responsável pela área, pública ou privada, onde será realizada a atividade, inclusive do órgão gestor de terra indígena (FUNAI), da unidade de conservação estadual, distrital ou municipal, ou do proprietário, arrendatário, posseiro ou morador de área dentro dos limites de unidade de conservação federal cujo processo de regularização fundiária encontra-se em curso.
5	Este documento somente poderá ser utilizado para os fins previstos na Instrução Normativa ICMBio nº 03/2014 ou na Instrução Normativa ICMBio nº 10/2010, no que especifica esta Autorização, não podendo ser utilizado para fins comerciais, industriais ou esportivos. O material biológico coletado deverá ser utilizado para atividades científicas ou didáticas no âmbito do ensino superior.
6	Em caso de pesquisa em UNIDADE DE CONSERVAÇÃO, o pesquisador titular desta autorização deverá contactar a administração da unidade a fim de CONFIRMAR AS DATAS das expedições, as condições para realização das coletas e de uso da infra-estrutura da unidade.
7	Este documento não dispensa o cumprimento da legislação que dispõe sobre acesso a componente do patrimônio genético existente no território nacional, na plataforma continental e na zona econômica exclusiva, ou ao conhecimento tradicional associado ao patrimônio genético, para fins de pesquisa científica, bioprospecção e desenvolvimento tecnológico. Veja maiores informações em www.mma.gov.br/cgen .

Outras ressalvas

1	O mapa atualizado do Parque Nacional da Serra da Canastra, com os limites corretos da unidade de conservação, está disponível em: http://www.icmbio.gov.br/parnacanastra O uso de veículos automotores está autorizado apenas nas estradas abertas à visitação. Demais áreas poderão ser acessadas através de caminhadas.	PARNA da Serra da Canastra
---	---	----------------------------

Este documento foi expedido com base na Instrução Normativa nº 03/2014. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 0678700120190205

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 67870-1	Data da Emissão: 05/02/2019 14:13:21	Data da Revalidação*: 05/02/2020
De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

Dados do titular

Nome: ELAINE GONÇALVES DA COSTA	CPF: 041.841.186-74
Nome da Instituição: INST FED DE EDUC, CIÊNCIA E TEC DE MINAS GERAIS	CNPJ: 10.626.896/0003-34

Locais onde as atividades de campo serão executadas

#	Descrição do local	Município-UF	Bioma	Caverna?	Tipo
1	Parque Nacional da Serra da Canastra	MG	Cerrado	Não	Dentro de UC Federal

Este documento foi expedido com base na Instrução Normativa nº 03/2014. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 0678700120190205



Ministério do Meio Ambiente - MMA

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio Sistema

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 67870-1	Data da Emissão: 05/02/2019 14:13:21	Data da Revalidação*: 05/02/2020
De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

Dados do titular

Nome: ELAINE GONÇALVES DA COSTA	CPF: 041.841.186-74
Nome da Instituição: INST FED DE EDUC, CIÊNCIA E TEC DE MINAS GERAIS	CNPJ: 10.626.896/0003-34

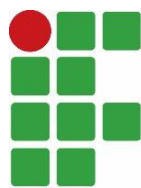
Registro de coleta imprevista de

De acordo com a Instrução Normativa nº03/2014, a coleta imprevista de material biológico ou de substrato não contemplado na autorização ou na licença permanente deverá ser anotada na mesma, em campo específico, por ocasião da coleta, devendo esta coleta imprevista ser comunicada por meio do relatório de atividades. O material biológico

Táxon*	Qtde.	Tipo de Amostra	Qtde.	Data

* Identificar o espécime do nível taxonômico possível

Apêndice – Produto Técnico - Plano de Contingência Ambiental – Parque Nacional da Serra da Canastra



**INSTITUTO FEDERAL
DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA**
Minas Gerais
Campus Bambuí

ELAINE GONÇALVES DA COSTA



PRODUTO TÉCNICO
PLANO DE CONTINGÊNCIA A INCÊNDIOS FLORESTAIS -
PARQUE NACIONAL DA SERRA DA CANASTRA

Versão: 01

Última atualização: 25/04/2020

Produto técnico apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental do Instituto Federal de Minas Gerais – *Campus Bambuí*.

BAMBUÍ – MG

MARÇO/ 2020



Elaine Gonçalves da Costa

Mestranda do Programa de Mestrado Profissional em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental – IFMG – *Campus Bambuí*

Engenheira Ambiental pelo Centro Universitário de Formiga UNIFOR/MG

Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Universidade Estadual de Minas Gerais FUNEDI/UEMG

Especialista em Auditorias e Perícias Ambientais pela Uninter

Carlos Fernando Lemos

Professor Doutor do Programa de Mestrado Profissional em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental do IFMG – *Campus Bambuí*

Professor associado II da Universidade Federal de Viçosa – *Campus Florestal*

Meteorologista pela UFRJ

Especialista em Gerenciamento em Empreendimentos Segurança Meio Ambiente e Saúde pela Universidade Getúlio Vargas

Especialista em Engenharia Ambiental pela UFRJ/COOPE

Mestre em Ciências Ambientais pela Universidade de Taubaté

Doutor em Geoquímica Ambiental pela Universidade Federal Fluminense

Pós Doutorado em Engenharia Agrícola e Ambiental

Hygor Aristides Victor Rossoni

Professor Doutor do Programa de Mestrado Profissional em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental do IFMG – *Campus Bambuí*

Professor DV-4 da Universidade Federal de Viçosa – *Campus Florestal*

Engenheiro Ambiental pela Universidade Federal de Viçosa

Mestre em Ciências Florestais pela Universidade Federal de Viçosa

Doutor em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Minas Gerais

ICMBio

Bianca Thaís Zorzi Tizianel

Analista ambiental / Parque Nacional da Serra da Canastra

Responsável pelas ações de prevenção e combate a incêndios florestais

Bióloga Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita

Mestre em Ecologia e Conservação pela Universidade Federal do Mato Grosso do Sul

Fernando Augusto Tambelini Tizianel

Analista ambiental / Parque Nacional da Serra da Canastra

Chefe do Parque Nacional da Serra da Canastra

Biólogo Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita

Mestre em Ecologia e Conservação pela Universidade Federal do Mato Grosso do Sul

BAMBUI

2020

P712 Plano de contingência a incêndios florestais - Parque Nacional da Serra da Canastra. / Elaine Gonçalves da Costa... [et al.]. – Bambuí, 2020.
60 p.: il.; color.

Instituto Federal de Minas Gerais – IFMG, campus Bambuí. Programa de Mestrado Profissional em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental.

1. Serra da Canastra. 2. Plano de contingência. 3. Preservação ambiental. I. Lemos, Carlos Fernando. II. Rossoni, Hygor Aristides Victor. III. Tizianel, Bianca Thaís Zorzi. IV. Tizianel, Fernando Augusto Tambelini.

CDD 634.943

SUMÁRIO

HISTÓRICO DE REVISÕES E ALTERAÇÕES DO PLANO	7
PLANO DE CONTINGÊNCIA – PARQUE NACIONAL DA SERRA DA CANASTRA – Área Regularizada – Chapadão da Canastra	8
APRESENTAÇÃO	8
1 INTRODUÇÃO	9
1.1 Objetivos	10
2 DO PLANO DE CONTINGÊNCIA	12
2.1 Aplicações	12
2.2 Termos e definições	12
2.3.1 Definições de acordo com a norma ISO 45001/2018, p. 2) item 3:	12
2.3.2 Definições de acordo com a norma (ABNT/NBR/ISO 14001/2015, p. 1) item 3:	14
2.4 Classificações das causas de queimadas e incêndios	15
2.5 Conscientização da população	15
2.6 Da elaboração do Plano de contingência e utilização do índice PFIv2	16
3 ASPECTOS LEGAIS	18
4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA	21
4.1 Incêndios Florestais em Unidades de Conservação	25
4.2 Considerações gerais para ocorrência de incêndios	25
4.2.1 Conceitos de fogo, focos de calor, queimada controlada e incêndios florestais	26
5 PLANO DE PREVENÇÃO E CONTINGÊNCIA AMBIENTAL A INCÊNDIOS FLORESTAIS NO PARQUE NACIONAL DA SERRA DA CANASTRA	27
6 PREVENÇÃO E COMBATE E A DE INCÊNDIOS FLORESTAIS	30
6.1 Classificação das emergências	30
6.2 Situação de alerta	30
7 PROCEDIMENTOS NO CASO DE EMERGÊNCIAS	31
7.1 Telefones úteis	31
Na Tabela 3, indicam-se os telefones de hospitais direcionados a atendimentos urgentes nas cidades de Divinópolis e Belo Horizonte.	32

	Na Tabela 4, indicam-se os telefones para os serviços de remoção, transferência inter-hospitalar e primeiros socorros.....	33
8	EQUIPE DE TRABALHO.....	34
8.1	Responsabilidades.....	34
8.1.2	Coordenador do Plano de Contingência - Gerente do Fogo	36
8.1.3	Chefes de esquadrão / coordenador suplente do Plano	37
8.1.4	Brigadistas:.....	37
8.2	Serviços de Atendimento de Emergência	37
8.3	Procedimentos a serem adotados em caso de emergências	38
8.4	Fases de uma Crise.....	38
8.4.1	Tipos de Crise.....	38
8.4.1.1	Incêndio florestal.....	39
8.4.1.2	Acidentes com brigadistas ou demais trabalhadores.....	39
8.4.1.3	Acidentes com pessoas que estejam nas mediações da Unidades de Conservação.	39
8.6	Bases de apoio para os trabalhos de gestão de incêndios florestais e equipamentos para combate	40
9	AÇÕES CORRETIVAS – ATENDIMENTO E RESPOSTA A EMERGÊNCIAS ...	44
9.1	Descrição dos cenários de ocorrências de incêndios ou emergências	46
9.1.1	Cenário 1 – Ocorrência de incêndios florestais no Parque Nacional da Serra da Canastra	46
9.1.2	Cenário 2 – Tempestades com descargas elétricas / vendaval.....	48
9.1.3	Cenário 3 – Acidentes com lesões corporais ou mal súbito ou queimaduras	50
9.1.4	Cenário 4 – Acidente com picadas de animais peçonhentos	52
10	PLANEJAMENTO ANUAL DE SIMULADOS	55
10.1	Exercícios de Simulado / Revisão	56
10.2	Verificação do Plano de Emergência.....	56
10.3	Ponto de Encontro.....	56
	REFERÊNCIAS	58

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Histórico de revisões e alterações _____	7
Figura 2: Ciclo PDCA _____	8
Figura 3: Painel de Risco de Fogo - PFIv2 _____	16
Figura 4: Mapa de localização do Parque Nacional da Serra da Canastra (área regularizada, não regularizada e zona de amortecimento) _____	22
Figura 5: Questões relevantes para a elaboração de um plano de contingência. _____	28
Figura 6: Passos para elaboração e implementação do Plano de Contingência a incêndios florestais _____	29
Figura 7: Organograma da Equipe de Gestão a incêndios Florestais no Parque Nacional da Serra da Canastra- _____	35
Figura 8: Cronograma de simulados _____	55
Tabela 1: Telefones úteis internos _____	31
Tabela 2: Telefones úteis externos _____	32
Tabela 3: Telefones de hospitais direcionados em Divinópolis e Belo Horizonte _____	32
Tabela 4: Serviços de Remoção de vítimas _____	33
Tabela 5: Bases de apoio a equipe de gestão de incêndios florestais no Parna Canastra _____	41
Tabela 6: Recursos e equipamentos disponíveis _____	42
Tabela 7: Procedimentos e descrição dos cenários de emergências _____	44
Tabela 8: Ações antes da ocorrência de cenários _____	45
Tabela 9: Cenário 1 _____	46
Tabela 10: Cenário 2 _____	48
Tabela 11: Cenário 3 _____	50
Tabela 12: Cenário 4 _____	52

HISTÓRICO DE REVISÕES E ALTERAÇÕES DO PLANO

Figura 1: Histórico de revisões e alterações

DESCRIÇÃO	REVISÃO	DATA
Elaboração do Plano Elaine Gonçalves da Costa		01/10/2019
Revisão Carlos Fernando Lemos		20/01/2020
Revisão Hygor Aristides Victor Rossoni		04/02/2020
Revisão e alterações Bianca Thaís Zorzi Tizianel		10/02/2020
Revisão e alterações Elaine Gonçalves da Costa		12/02/2020
Revisão e alterações Elaine Gonçalves da Costa		24/04/2020

Este plano deve ser revisado:

- por recomendações das inspeções de segurança e/ou da análise de riscos;
- quando ocorrerem modificações significativas nos processos de combate a incêndios;

Nota: Independente das condições acima, o Plano de Contingência deve ser revisado no mínimo anualmente, a fim de verificar a eficácia dos procedimentos e ações.

PRODUTO TÉCNICO - PLANO DE CONTINGÊNCIA
PARQUE NACIONAL DA SERRA DA CANASTRA – Área Regularizada –
Chapadão da Canastra

APRESENTAÇÃO

Escritório Administrativo: São Roque de Minas - MG

Contato telefônico: (37) 3433-1324 e 3433-1326

Responsável pela Gestão do Fogo: Bianca Thaís Zorzi Tizianel

Analista ambiental / Parque Nacional da Serra da Canastra

Chefe do Parque: Fernando Augusto Tambelini Tizianel

Em busca da melhoria contínua, as ações e cenários previstos no plano devem ser revisados sempre que necessário, ou aconteça alguma alteração nos procedimentos ou na ocorrência de algum evento não relacionado nos cenários. Na Figura 2 é demonstrado o ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Act*), com ações a serem seguidas para elaboração e melhoria contínua do Plano de Contingência.

Figura 2: Ciclo PDCA



Fonte: Venki (2020)

1 INTRODUÇÃO

Dentre as maiores pressões antrópicas sofridas na unidade de conservação do Parque Nacional da Serra da Canastra, destacam-se os incêndios florestais. Todos os anos extensas áreas são queimadas, causando impactos ambientais, materiais e sociais. Entre os impactos ambientais, acentua-se a mortalidade de animais silvestres que habitam a área, sendo que alguns dos serviços ambientais podem ficar comprometidos temporariamente em decorrência ao próprio incêndio, que prejudica ainda, a qualidade do ar, bem como em relação aos serviços ambientais prestados por microrganismos, pássaros, insetos polinizadores, entre outros, até a recuperação natural da vegetação.

O Parque Nacional da Serra da Canastra, localiza-se no bioma cerrado, na região Sudoeste de Minas Gerais, abrigando importantes espécies da fauna brasileira, algumas delas em extinção, além de uma diversidade biológica da flora, incluindo espécies endêmicas (ICMBIO, 2019).

O fogo faz parte do bioma cerrado, porém quando realizado de maneira controlada. Messias e Ferreira (2017), citam que o Parna Canastra é um exemplo de unidade de conservação, em que o fogo é visto como uma atividade conflitante, sendo que os incêndios e queimadas causam prejuízos a biodiversidade, ameaçando a preservação do PNSC, afetando a manutenção dos processos ecológicos, tendo em vista a vulnerabilidade das áreas atingidas pelo fogo.

Ribeiro & Figueira (2011), citam que ocorre uma “trivialização” do evento fogo no cerrado, advinda da observação de que incêndios acontecem também, por causas naturais, o que torna mais complexa a discussão sobre regimes de queima aceitáveis e prejudiciais a cada ecossistema do bioma.

O Manejo do Fogo, adotado no PNSC, busca um equilíbrio entre aspectos ecológicos, sociais, econômicos e culturais, com enfoque na conservação da biodiversidade e proteção do clima, além de oferecer benefícios às comunidades locais, utiliza técnicas como a realização de queimas controladas e aceiros negros, que colaboram na amenização da propagação de incêndios florestais (ICMBIO, 2020).

É importante destacar que as unidades de conservação (UCs) são áreas naturais passíveis de proteção em âmbito federal, estadual ou municipal. Em razão de suas características peculiares, devido a manutenção e conservação da biodiversidade, garantem as populações atuais o uso sustentável dos recursos naturais, propiciando as comunidades que vivem em seu entorno o desenvolvimento de atividades econômicas sustentáveis e a garantia da conservação dos serviços ambientais prestados por aquela unidade (MMA, 2019).

Tendo em vista a proteção e conservação da Unidade de Conservação, elaborou-se o Plano de Contingência a Incêndios Florestais do Parque Nacional da Serra da Canastra, a fim de documentar os procedimentos e ações previstas pelo ICMBio em caso de ocorrência de incêndios florestais.

O Plano de Contingência é previsto por lei, deve fazer parte dos programas de gestão aos incêndios florestais e foi elaborado para ser aplicado na Área Regularizada do Chapadão da Canastra, no Parque Nacional da Serra da Canastra, pela discente do Mestrado em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental, do Instituto Federal de Minas Gerais, *Campus Bambuí*, revisado e aprovado pela gerente do fogo do Parque Nacional da Serra da Canastra e o Chefe da Unidade de Conservação, fazendo parte do produto técnico apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental do Instituto Federal de Minas Gerais – *Campus Bambuí*.

1.1 Objetivos

Os objetivos do Plano de Contingência são:

- ✓ Padronizar as ações e procedimentos para o combate a incêndios florestais de forma planejada e segura na área regularizada do Parque Nacional da Serra da Canastra;
- ✓ Prevenir a ocorrência de acidentes que possam causar danos ou lesões aos brigadistas, público e ao meio ambiente e com isso possibilitar a redução de sua severidade, quando um evento desta natureza ocorrer;

- ✓ Estabelecer as responsabilidades, procedimentos de ações de identificação, comunicação e controle em situações de emergência, bem como prevenir e reduzir as possíveis consequências a saúde humana, lesões e possíveis impactos ambientais que possam estar associadas a situação;

- ✓ Minimizar danos e prejuízos ocasionados pela ocorrência de incêndios florestais, desenvolvendo atividades integradas de forma otimizada, na prevenção e combate aos incêndios florestais;

2 DO PLANO DE CONTINGÊNCIA

2.1 Aplicações

Área Regularizada do Chapadão da Canastra, Parque Nacional da Serra da Canastra

2.2 Termos e definições

2.3.1 Definições de acordo com a norma ISO 45001/2018, p. 2) item 3:

3.1 Organização: pessoas ou grupos de pessoas que tem suas próprias funções, com responsabilidades, autoridades e relacionamento para alcançar seus objetivos.

3.2 Parte interessada: pessoa ou organização que pode afetar, ser afetada ou se perceber afetada por uma decisão ou atividade.

3.3 Trabalhador: pessoa que realiza o trabalho ou atividades relacionadas ao trabalho que estão sobre o controle da organização.

3.4 Participação: envolvimento nas tomadas de decisão

3.5 Consulta: busca de opiniões antes de tomar uma decisão

3.6 Local de trabalho: local sob controle da organização, onde uma pessoa precisa estar ou ir para fins de trabalho

3.7 Contratado: (terceiro) organização externa que presta serviços à organização, de acordo com as especificações, termos e condições.

3.8 Requisito: necessidade ou expectativa que é declarada, geralmente implícita ou obrigatória

3.9 Requisitos legais e outros requisitos: requisitos legais que uma organização deve cumprir e outros requisitos que uma organização tem ou opta por cumprir.

3.10 Sistema de gestão: conjunto de elementos inter-relacionados ou integrantes de uma organização para estabelecer políticas e objetivos, e processos para atingir esses objetivos.

3.11 Sistema de gestão da segurança e saúde ocupacional: Sistema de gestão ou parte de um sistema para alcançar as políticas de gestão.

3.12 Alta direção: pessoa ou grupo de pessoas que dirige e controla uma organização no mais alto nível.

3.13 Eficácia: extensão em que as atividades planejadas são realizadas e os resultados planejados são alcançados.

3.14 Política: intensões e direção de uma organização, como expresso formalmente pela sua Alta direção.

3.15 Política de segurança e saúde ocupacional: Política para prevenir lesões e problemas de saúde dos trabalhadores e para fornecer locais de trabalho seguros e saudáveis.

3.16 Objetivo: Resultado a ser alcançado.

3.17 Lesões e problemas de saúde: efeito adverso sobre a condição física, mental e cognitiva de uma pessoa.

3.18 Lesões e problemas de saúde: Efeito adverso sobre a condição física, mental ou cognitiva de uma pessoa.

3.19 Perigo: fonte com potencial para causar lesões e problemas de saúde.

3.20 Risco: efeito da incerteza.

3.21 Risco de saúde e segurança ocupacional: Combinação da probabilidade de ocorrência de eventos ou exposições perigosas relacionadas aos trabalhos e da gravidade das lesões e problemas de saúde que podem ser causados pelo evento.

3.22 Oportunidade de saúde ou segurança ocupacional: circunstâncias ou conjunto de circunstâncias que pode levar à melhoria do desempenho de Segurança e Saúde Ocupacional.

3.23 Competência: capacidade para aplicar o conhecimento e habilidades para alcançar os resultados pretendidos.
Informação documentada: informação requerida a ser controlada e mantida por uma organização e o meio em que está contida.

3.24 Informação documentada: Informação requerida a ser controlada e mantida por uma organização e o meio que está.

3.25 Processo: conjunto de atividades inter-relacionadas ou interativas que transformam entradas e saídas.

3.26 Procedimento: forma especificada de executar uma atividade ou processo.

3.27 Desempenho: Resultado mensurável.

3.28 Desempenho de saúde e segurança ocupacional: Desempenho relacionado a eficácia de prevenção de lesões e problemas de saúde dos trabalhadores e ao fornecimento de locais de trabalho seguros e saudáveis.

3.29 Terceirizar: fazer um arranjo onde uma organização externa desempenha parte da função ou processo de uma organização.

3.30 Monitoramento: determinação do status de um sistema, um processo ou uma atividade.

3.31 Medição: para determinar um valor

3.32 Auditoria: processo sistemático, independente e documentado para obter evidências de auditoria e avalia-las objetivamente, para determinar até que ponto os critérios de auditoria são atendidos.

3.33 Conformidade: atendimento a um requisito.

3.34 Não conformidade: não atendimento de um requisito

3.35 Incidente: ocorrência decorrente, ou no decorrer, de um trabalho que pode resultar em lesões e problemas de saúde.

3.36 Ação corretiva: ação para eliminar as causas de uma não conformidade ou um incidente e para prevenir a recorrência.

3.37 Melhoria contínua: atividade recorrente para melhorar o desempenho.

2.3.2 Definições de acordo com a norma (ABNT/NBR/ISO 14001/2015, p. 1) item 3:

3.1.2 Sistema de gestão ambiental: parte do sistema de gestão usado para gerenciar aspectos ambientais cumprir requisitos legais e outros requisitos (e abordar riscos e oportunidades

3.1.3 Política Ambiental: intenções e direção de uma organização relacionadas ao seu desempenho ambiental, como formalmente expresso pela sua Alta Direção.

3.2.1 meio ambiente: circunvizinhança em que uma organização opera, incluindo ar, água, solo, recursos naturais, flora, fauna, seres humanos e suas inter-relações.

3.2.2 Aspecto ambiental: elemento das atividades, produtos ou serviços de uma organização (3.1.4), que interage ou pode interagir com o meio ambiente.

3.2.3 condição ambiental: estado ou característica do meio ambiente, conforme determinado em certo momento.

3.2.3 Impacto ambiental: modificação no meio ambiente, tanto adversa como benéfica, total ou parcialmente resultante dos aspectos ambientais de uma organização objetivo definido pela organização, coerente com a sua política ambiental.

3.2.7 Prevenção da poluição: uso de processos práticas, técnicas, materiais, produtos, serviços ou energia para evitar, reduzir ou controlar (separadamente ou em conjunto) a geração, emissão ou descarga de qualquer tipo de poluente ou rejeito, a fim de reduzir os impactos ambientais adversos.

3.2.11 Riscos e oportunidades: efeitos potenciais adversos (ameaças) e efeitos potenciais benéficos (oportunidades).

2.4 Classificações das causas de queimadas e incêndios

Causas Naturais: são os incêndios ocorridos sem que sejam provocados pela ação ou intervenção antrópica. Exemplo: Raios.

Causas Acidentais: São os incêndios que podem ocorrer devido ação antrópica, sem intenção. Exemplo: eletricidade – rede de alta tensão, chama exposta, ou durante a execução de trabalhos preventivos na implantação de aceiros ou manejo do fogo, acidentes causados por visitantes.

Causas Criminosas: são os incêndios propositais ou criminosos, de inúmeros e variáveis motivos (ICMBIO, 2020)

2.5 Conscientização da população

Devem ser realizados trabalhos de educação ambiental com toda a população, os moradores do entorno do PNSC, os turistas, os transeuntes que utilizam a estrada intermunicipal que cruza o parque e a estrada de acesso a São João Batista da Serra da Canastra, bem como as demais vias internas.

O contato direto com a população, é um trabalho que pode colaborar muito com as ações planejadas pela gestão de incêndios florestais, por meio de conversas, palestras, elaboração e distribuição de panfletos educativos, ou mesmo conscientizando aos turistas que frequentam o parque sobre os riscos de incêndios florestais.

Nesse contato de trabalhos de educação ambiental, o público deve ser informado sobre a importância de se manter atento aos painéis de risco de fogo sendo que esses

possuem informações sobre os períodos de situação crítica e propícios a propagação de incêndios florestais.

Na Figura 2 apresenta-se o Painel do Risco Potencial de Fogo (PFIv2), a ser implantado na Unidade de Conservação, a fim de auxiliar os trabalhos de gestão do fogo, informando a população, visitantes, bem como funcionários do Parque Nacional da Serra da Canastra, as condições diárias e a susceptibilidade a ocorrência de incêndios florestais.

Figura 3: Painel de Risco de Fogo - PFIv2



Fonte: Elaine Gonçalves da Costa, (2019)

2.6 Da elaboração do Plano de contingência e utilização do índice PFIv2

O aspecto multidisciplinar que envolve as questões relacionadas aos incêndios florestais, exige o estabelecimento de um modelo gerencial, onde as técnicas e ações de prevenção e combate sejam estabelecidas a fim de direcionar as ações a serem tomadas pela equipe do fogo. Essa organização pode ser implantada por meio do Plano de Contingência a Incêndios Florestais, de maneira que todas os procedimentos e ações sejam documentados.

A verificação dos valores diários indicados pelo índice PFIv2 devem serem avaliados nas atividades de prevenção a incêndios florestais, na realização de aceiros e queimas controladas, bem como nos trabalhos de combate, a fim de direcionar as atividades a serem realizadas pela equipe de gestão a incêndios florestais, de maneira tornar o trabalho da equipe mais seguro e eficiente.

3 ASPECTOS LEGAIS

Entre os aspectos legais para a elaboração do Plano de Contingência Ambiental, tem-se:

O Código florestal brasileiro foi criado pela lei 4771 de 1965, após quatro décadas passou a ser regulado pela lei 12651 de 25 de maio de 2012, que em seu capítulo IX, trata da proibição do uso do fogo e do controle de incêndios (BRASIL, 1965).

O Art. 38º discorre que: É proibido o uso de fogo na vegetação, exceto nas seguintes situações:

(...)

II - emprego da queima controlada em Unidades de Conservação, em conformidade com o respectivo plano de manejo e mediante prévia aprovação do órgão gestor da Unidade de Conservação, visando ao manejo conservacionista da vegetação nativa, cujas características ecológicas estejam associadas evolutivamente à ocorrência do fogo;

(...)

O Art. 39, prevê que os órgãos ambientais do Sisnama devem elaborar e implantar os planos de contingência:

Art. 39. Os órgãos ambientais do Sisnama, bem como todo e qualquer órgão público ou privado responsável pela gestão de áreas com vegetação nativa ou plantios florestais, deverão elaborar, atualizar e implantar planos de contingência para o combate aos incêndios florestais.

O Art. 40 do código florestal expõe:

Art. 40. O Governo Federal deverá estabelecer uma Política Nacional de Manejo e Controle de Queimadas, Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais, que promova a articulação institucional com vistas na substituição do uso do fogo no meio rural, no controle de queimadas, na prevenção e no combate aos incêndios florestais e no manejo do fogo em áreas naturais protegidas.

§ 1º A Política mencionada neste artigo deverá prever instrumentos para a análise dos impactos das queimadas sobre mudanças climáticas e mudanças no uso da terra, conservação dos ecossistemas, saúde pública e fauna, para subsidiar planos estratégicos de prevenção de incêndios florestais.

§ 2º A Política mencionada neste artigo deverá observar cenários de mudanças climáticas e potenciais aumentos de risco de ocorrência de incêndios florestais.

No artigo 41 da lei 9605 de 12 de fevereiro 1998, (BRASIL, 1998), lei de crimes ambientais, destaca que provocar incêndios em áreas florestais, é crime ambiental, com previsão de pena de reclusão de dois a quatro anos, assim como causar incêndio expondo a vida, integridade física ou patrimônio de outro a perigo sujeita o infrator à reclusão de três a seis anos (artigo 250 do Código Penal):

Art. 41. Provocar incêndio em mata ou floresta:

Pena - reclusão, de dois a quatro anos, e multa.

Parágrafo único. Se o crime é culposo, a pena é de detenção de 6 (seis) meses a 1 (um) ano, e multa.

O artigo trata da conduta típica que consiste em provocar (dar causa, produzir, ensejar) incêndio, que deve ser entendido como o fogo perigoso, sendo esse potencialmente lesivo à integridade dos ecossistemas ambientais. Trata-se, portanto, do fogo não controlado em floresta ou qualquer outra forma de vegetação.

A Constituição Federal Brasileira, em seu art. 25 que trata do meio ambiente, traz o seguinte texto:

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (BRASIL, 1988).

O código penal no seu artigo 250 estabelece que causar incêndio, onde se pode expor ou colocar em perigo a vida, a integridade física ou ao patrimônio de outrem é considerado crime de perigo comum, com pena - reclusão, de três a seis anos, e multa. Na letra h do inciso II parágrafo primeiro, ocorre o aumento de pena em um terço se o incêndio for em lavoura, pastagem, mata ou floresta. No parágrafo segundo do mesmo artigo, se culposo o incêndio, é pena de detenção, de seis meses a dois anos (BRASIL, 1940).

As queimadas são permitidas para renovação de pastagens, desde que liberadas pelo **Instituto Federal de Florestas** no estado de Minas Gerais, mediante requerimento junto ao órgão competente; a resolução conjunta SEMADE/IEF de 23 de maio de 2014, dispõe sobre os procedimentos administrativos e a gestão para queima controlada no estado de Minas Gerais (IEF, 2014).

Na área do Parque Nacional o **responsável pela autorização para queima é o ICMBio**, por ser uma área federal e ele ser o gestor da mesma (ICMBIO, 2020).

O decreto 2661 de 8 de julho de 1998, estabelece as normas de precauções relativas à utilização de fogo em atividades e práticas agropastoris e florestais, estabelece em seu Artigo 1º:

Art. 1º É vedado o emprego do fogo: ´

I - Nas florestas e demais formas de vegetação;

II - Para queima pura e simples, assim entendida aquela não carbonizável, de a) aparas de madeira e resíduos florestais produzidos por serrarias e madeireiras, como forma de descarte desses materiais; b) material lenhoso, quando seu aproveitamento for economicamente viável; III - numa faixa de:

(...) d) cinquenta metros a partir de aceiro, que deve ser preparado, mantido limpo e não cultivado, de dez metros de largura ao redor das Unidades de Conservação (BRASIL, 1998, p.1)

Com vistas a atender a legislação federal foi elaborado como produto técnico instrucional da discente Elaine Gonçalves da Costa, do Programa de Mestrado do IFMG *Campus* de Bambui, mestrado em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental, um Plano de Contingência a Incêndios Florestais, juntamente ao ICMBio, escritório administrativo localizado na cidade de São Roque de Minas.

É um primeiro passo, tendo em vista que o Plano de Contingência deve ser atualizado anualmente, ou em caso de acidentes não previstos nos cenários considerados no mesmo.

Juntamente com a responsável pelas ações de prevenção e combate a incêndios florestais do ICMBio (2020), onde a sede administrativa situa-se na cidade de São Roque de Minas - MG, sendo que já existem os procedimentos estabelecidos para as situações de incêndios florestais, buscou-se levantar as técnicas e atividades realizadas, fomentando esses dados no Plano de Contingência, onde abordam-se os possíveis cenários e as medidas preventivas e corretivas a serem tomadas nessas situações.

4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

O Parque Nacional da Serra da Canastra, situa-se na região Sudoeste de Minas Gerais, foi criado em 1972, mediante o decreto 70.355, de 03 de abril de 1972, abrangendo os municípios de São Roque de Minas, Vargem Bonita, Sacramento, Delfinópolis, São João Batista do Glória e Capitólio (IBAMA, 2005), sendo uma área total de 200.000 (duzentos mil hectares).

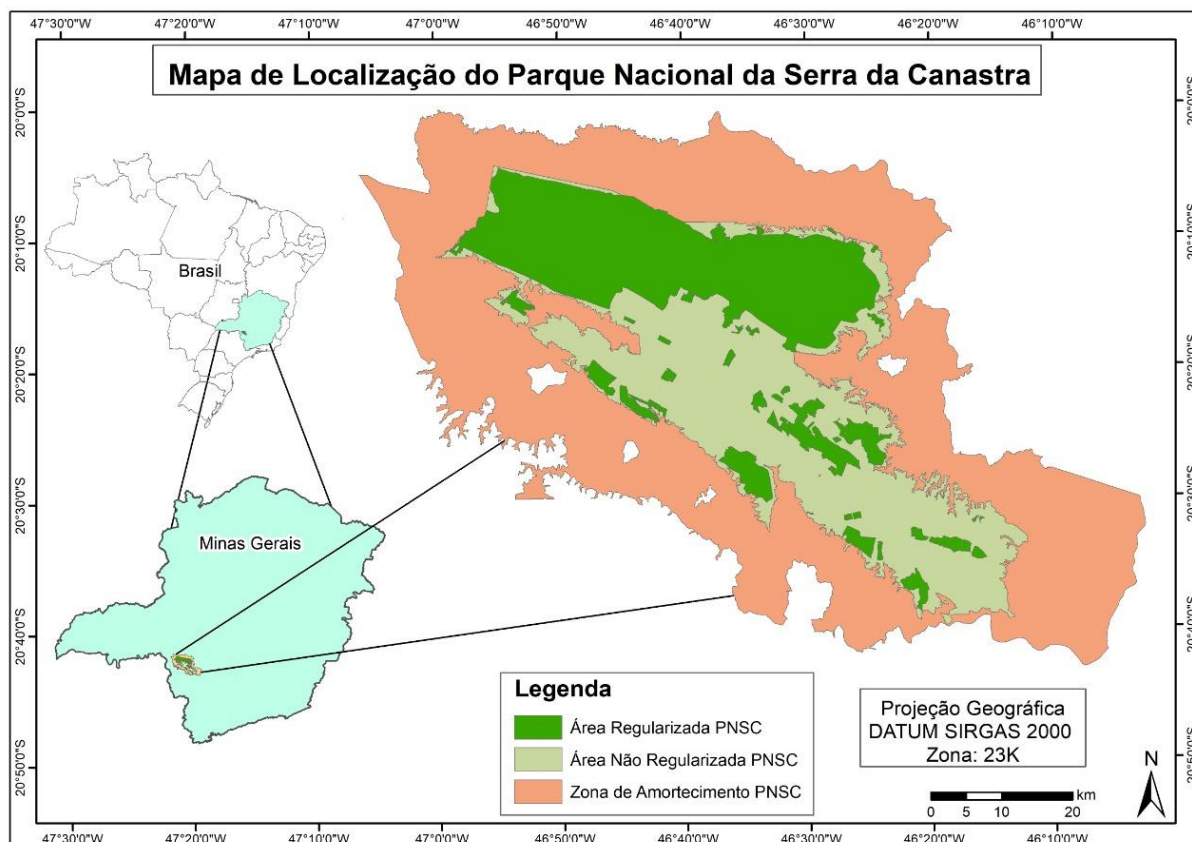
Em sua criação, 71525 hectares, tiveram sua situação fundiária regularizada, incluindo o Chapadão da Canastra. Com o passar dos anos, outras áreas foram desapropriadas e atualmente tem-se aproximadamente 89.000 hectares regularizados (ICMBIO, 2020).

Após a regularização da área, os fazendeiros tiveram que sair de suas terras, sendo indenizados posteriormente. A situação gerou muito conflito na região. Várias pessoas foram presas por atear fogo na área regularizada. A maior parte dos incêndios florestais no PNSC, são incêndios criminosos, que podem provocar prejuízos a fauna, a flora, tal qual consequências econômicas consideráveis, com perdas materiais, bem como custos com o combate (PEREIRA; FIEDLER & MEDEIROS, 2004).

A área de estudo encontra-se inserida na fitofisionomia do bioma cerrado, existindo em alguns pontos, espécies em transição para mata atlântica, o cerrado apresenta na região formações do tipo savana e campestres (ICMBIO 2019).

Na Figura 4 encontra-se a localização do Parna Canastra, sendo que a portaria 1 fica a 9 km de São Roque de Minas, possibilitando acesso a parte alta do Parque, bem como, a nascente histórica do Rio São Francisco, cachoeira Casca D'anta, Cachoeira dos Rolinhos, Cachoeira do Fundão e também a estrada intermunicipal que liga a cidade de São Roque de Minas a Araxá e Sacramento.

Figura 4: Mapa de localização do Parque Nacional da Serra da Canastra (área regularizada, não regularizada e zona de amortecimento)



Fonte: Elaine Gonçalves da Costa, (2019)

O Plano de contingência foi elaborado para o maior bloco de área regularizada do Parque, conhecido como Chapadão da Canastra, demarcada no mapa por verde escuro (Figura 4), tendo em vista que essa é área de atuação direta da Gestão de Prevenção e Combate a Incêndios Florestais.

O Parque é responsável pela preservação das Nascentes Históricas do Rio São Francisco, além de dezenas de afluentes do mesmo, que é um dos mais importantes rios do Brasil e vários outros monumentos naturais, de indescritível beleza cênica, desta forma são recomendadas ações prioritárias para sua preservação.

A unidade situa-se em uma região denominada Planalto da Canastra, que em sua composição é constituída por cristas, barras e vales, adaptados em estruturação de direção NO-SE (SILVA & BERNARDES, 2019), as formações rochosas são componentes do grupo Canastra, sendo que nos morros e colinas predominam-se as rochas do grupo Bambuí, ocorrendo principalmente no entorno do Parque, no extremo leste e nordeste.

As áreas lindeiras ao Parque, possuem extensões levemente dissecadas com vertentes íngremes, nas proximidades da Serra da Canastra e da Babilônia (IBAMA, 2005).

O Parque é considerado como uma área de refúgio para espécies da fauna e flora do Brasil Central, em ambientes de cerrado e campos relativamente preservados, servindo como abrigo para diversas espécies que se encontram ameaçadas de extinção. A área possui uma densa rede hidrográfica abrigando a cabeceira de importantes rios e seus tributários, como o Rio São Francisco, Paranaíba e Rio Grande, sendo divisor de águas destas bacias. A paisagem se alterna entre campos rupestres, campos limpos, campos sujos, matas de galeria e matas ciliares (IBAMA, 2005).

Tendo em vista a biodiversidade em relação a fauna e a flora do Parque, faz-se necessário a realização de estudos e pesquisas que auxiliem a gestão e gerenciamento de incêndios florestais na Unidade de Conservação, pois estes causam a mortandade de muitas espécies de animais, além de destruir os ninhos, prejudicar a reprodução de diversas espécies de répteis e anfíbios que são vulneráveis a mudanças de temperaturas, sendo importantes espécies para o equilíbrio ambiental.

O fogo é um dos principais indutores da paisagem na Região do Parna Canastra, que normalmente ocorre devido a práticas agrícolas, sendo a principal delas, a limpeza de pastos. Em decorrência, extensas áreas de campo são queimadas, sendo que vários desses incêndios ultrapassam os limites do Parna Canastra, causando prejuízos ambientais, materiais e podendo causar males a saúde humana (IBAMA, 2005).

Em contrapartida algumas espécies vegetais, principalmente as do bioma cerrado precisam de altas temperaturas para que ocorra a quebra da dormência das sementes, sendo que essas só brotam após a passagem do fogo. Chega a ser controverso, porém medidas de prevenção devem ser adotadas, entre elas o manejo do fogo, que ocorre desde o ano de 2017 (ICMBIO, 2019), permitindo que se faça a queima controlada, diminuindo a quantidade de biomassa disponível, evitando assim a ocorrência de incêndios que fogem do controle, desta forma também é possível a rebrota de diversas espécies, além de fornecer brotos que servem de alimento para animais silvestres, como por exemplo a ema e o veado campeiro.

As ocorrências de incêndios florestais no Parque, são caracterizadas principalmente devido ao tipo de vegetação de campos, bem como pela cultura centenária de utilização incorreta do fogo (COSTA; ABREU & RIBEIRO, 2012).

De acordo com o Plano de Manejo do Parna Canastra (IBAMA, 2005), a maior parte dos incêndios é de origem antrópica. Os incêndios criminosos acontecem todos os anos e causam uma elevada taxa de mortandade animal no parque (BRUNO, 2013).

Os danos causados por incêndios florestais ao Parna Canastra tem incentivado estratégias de Manejo Integrado do Fogo. Em estudo realizado no Parque, em três áreas, utilizando o MIF, Gomes & Bruno (2017), apontam que aplicando a técnica de manejo, apresentou-se baixo impacto a biota, reforçando a hipótese de que o manejo integrado pode ser uma estratégia eficiente de prevenção aos incêndios florestais.

A compreensão dos efeitos do fogo em relação ao meio biótico, por meio de monitoramento de áreas queimadas, indica que é necessário levar em consideração os impactos positivos do manejo nas áreas estudadas, devendo-se ainda, analisar os efeitos do mesmo sobre toda a biodiversidade da fauna e flora.

Os incêndios florestais, acarretam em problemas às Unidades de Conservação e na maior parte das pesquisas, não procura-se fazer uma correlação com os aspectos benéficos e negativos, onde seria de relevância a utilização de técnicas de manejo, juntamente com ferramentas ou instrumentos de prevenção a incêndios de maiores proporções, sendo que os incêndios causam prejuízos aos ecossistemas e a biodiversidade como um todo. Uma intensa frequência de fogo em uma região pode levar à perda irreversível de parte de seus recursos genéticos, visto que, destrói a vegetação, mata os animais, altera as características físicas, químicas e biológicas do solo, além de deixar o mesmo descoberto por algum tempo até a rebrota da vegetação rasteira (COSTA, 2010).

É importante salientar que os custos com medidas preventivas são consideravelmente menores que os gastos com o combate aos incêndios, devendo-se, no entanto, ser levado em consideração as perdas e danos causados ao meio ambiente. A localização, bem como a topografia do Parque, torna mais difícil o combate aos incêndios. Em determinadas áreas é necessário a utilização de aeronaves, com cegonhas, para combate aos incêndios.

Dessa forma, foi elaborado um Plano de Contingência, onde as ações e medidas para prevenção e combate aos incêndios florestais foram abordadas, além da determinação dos responsáveis pelas equipes de prevenção e combate.

4.1 Incêndios Florestais em Unidades de Conservação

Os eventos de incêndios florestais em Unidades de Conservação, podem ser considerados como uma ameaça a biodiversidade. Apesar de o fogo fazer parte de alguns tipos florestais, como por exemplo os savânicos, alguns ecossistemas são sensíveis a sua presença. Os incêndios podem comprometer os processos de evolução de populações que são consideradas vulneráveis, bem como prejudicar a vida da fauna silvestre (MEDEIROS & FIEDLER, 2003).

Nas últimas décadas a ocupação e conversão do cerrado em áreas agrícolas, tem causado as Unidades de Conservação diversos impactos e danos ambientais, em decorrência a ação frequente de incêndios florestais.

4.2 Considerações gerais para ocorrência de incêndios

O uso do fogo faz parte da história da evolução antrópica, desde então sérios prejuízos vem sendo causados ao planeta, por seus usos indevidos. O fogo é responsável por processo de adaptação e evolução das espécies vegetais e dos ciclos biogeoquímicos no decorrer de milhões de anos, nos ecossistemas savânicos. Alterações no regime natural do fogo, promovido pelo uso da terra ameaçam a conservação contemporânea. Em Unidades de Conservação do cerrado brasileiro, a ideia é de que o fogo tem consequências negativas para toda biodiversidade. Nas últimas décadas muito se tem estudado sobre técnicas e ferramentas de manejo do fogo de maneira sustentável em unidades de conservação (BATISTA *et al.*, 2018).

Pereira; Fiedler & Medeiros (2004), apontam que além dos prejuízos causados a biodiversidade pelos incêndios florestais, ocorrem prejuízos ao ciclo hidrológico e ao ciclo do carbono na atmosfera. Salientam ainda, que os incêndios florestais podem trazer danos aos serviços ambientais, aqueles prestados pelo meio ambiente aos seres humanos. Áreas que sofreram pressão por incêndios florestais, podem deixar de prestar determinados serviços ecossistêmicos por certos períodos. Uma frequência de fogo intensa em uma determinada região, pode levar a perda do banco genético. O controle dos incêndios, depende de esforços voltados a ferramentas de prevenção e educação ambiental.

4.2.1 Conceitos de fogo, focos de calor, queimada controlada e incêndios florestais

É importante entender os conceitos relacionados ao fogo:

O fogo: é uma reação química de oxidação, para que ele ocorra são necessários três elementos que são conhecidos como triângulo do fogo sendo eles: (combustível, oxigênio e calor) é necessário ainda que sua ação aconteça em cadeia (continuidade da reação de combustão), sendo conhecido também como tetraedro do fogo (UFRJ, 2019). Da mesma forma, as ações de manejo e combate ocorrem extinguindo um dos elementos do triângulo do fogo.

Os termos focos de calor, queimadas e incêndios florestais, são diferentes apesar de serem relacionados, tecnicamente são conceitos distintos.

Focos de calor: são pontos registrados na superfície terrestre, onde a temperatura atinge a ordem de 47° C e área mínima de 900 m², são detectados por sensores embarcados em satélites. Os focos são indicadores de onde e quando ocorrem as queimas (SOUZA, 2011).

Queimada controlada: Ribeiro e Bonfim (2000), citam que a queima controlada é uma ação planejada com objetivos previamente definidos, sendo que os efeitos esperados estejam dentro dos limites aceitáveis, devendo se conhecer todos os fatores e variáveis do fogo, utilizando técnicas preventivas de controle.

Incêndios florestais: trata-se do fogo incidente sobre qualquer tipo de vegetação, que foge do controle humano, podendo este ocorrer por causas naturais ou ser provocado pelo homem, por imprudência ou negligência (PEREIRA, 2009).

Diferente do conceito de incêndio florestal, entende-se como queimada, o fogo utilizado de maneira planejada e em proporções que não fogem do controle humano.

As características dos combustíveis, influenciam diretamente no comportamento do fogo, altura da chama, velocidade de propagação das chamas, liberação calórica, dinamismo da coluna de convecção. É de fundamental importância conhecer essas características no combate aos incêndios florestais. As condições meteorológicas também são fatores importantes no desenvolvimento de incêndios florestais, bem como a umidade do ar, vento e precipitação (ICMBIO, 2010).

5 PLANO DE PREVENÇÃO E CONTINGÊNCIA AMBIENTAL A INCÊNDIOS FLORESTAIS NO PARQUE NACIONAL DA SERRA DA CANASTRA

O Plano de contingência é um conjunto de ações e recursos que buscam evitar danos físicos e materiais, com monitoramentos periódicos, levando-se em consideração a proteção do meio ambiente e dos recursos naturais, a preservação da vida em todos os seus aspectos.

Ao elaborar e implementar o plano de contingência, este deve contemplar ações específicas a serem adotadas na ocorrência de incêndios ou de vazamentos ou derramamentos de inflamáveis e líquidos combustíveis, nas mediações do Parque, em caso de abastecimento de máquinas, veículos ou aeronaves.

Para a elaboração do Plano de Contingência Ambiental a Incêndios Florestais em Unidades de Conservação, não existe um termo de referência específico, porém alguns passos devem ser seguidos, tanto na elaboração, como na implementação do mesmo.

O Ministério da Integração Nacional – MI / Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil – SEDEC/Departamento de Prevenção e Preparação (2017), traz um módulo de formação para elaboração de Planos de Contingências, o qual determina alguns requisitos a serem seguidos na elaboração dos planos, de forma geral. Esses foram abordados e seguidos neste plano.

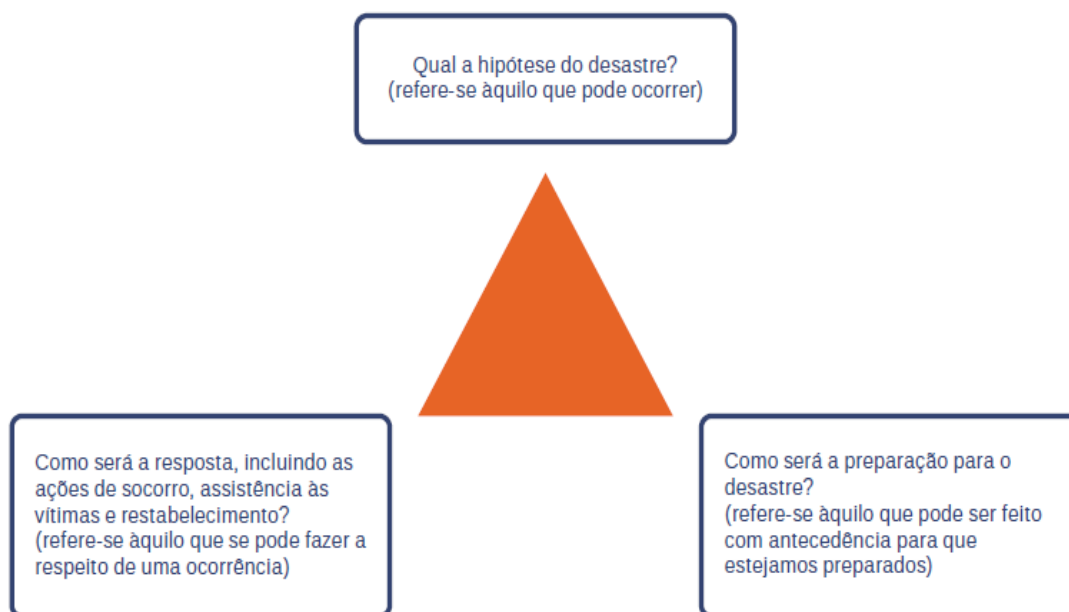
Os cenários de ocorrências devem ser previstos, assim como definidas as ações para cada trabalhador ou funcionário do ICMBio, ter ciência de quais são as ações estabelecidas para cada membro da equipe. Caso ocorra algum incêndio ou acidente que não esteja previsto nos cenários, o plano de contingência deve ser revisado e o cenário acrescentado na revisão. Assim como as ações propostas no cronograma de treinamento anual para as equipes devem ser cumpridas.

Como o primeiro passo foi definido o organograma da brigada de incêndios florestais e equipe de funcionários do ICMBio, bem como os terceirizados que atuam na área do parque, estabeleceram-se os coordenadores e líderes de equipe, na sequência as ações e obrigações de cada membro.

O livro base do Ministério da Integração Nacional (2017) aborda que os processos para elaboração dos planos de contingência devem ser estruturados a partir de três questões básicas, conforme demonstrado na Figura 5.

Segundo o Ministério da Integração, os planos devem ser elaborados para cenários específicos, ainda que não seja possível determinar com exatidão quais serão os impactos ambientais, materiais e sociais. Deve-se trabalhar com os cenários de risco, pensar em impactos potenciais e planejar os aspectos de resposta, abordando os recursos necessários, tarefas e responsáveis (MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO, 2017).

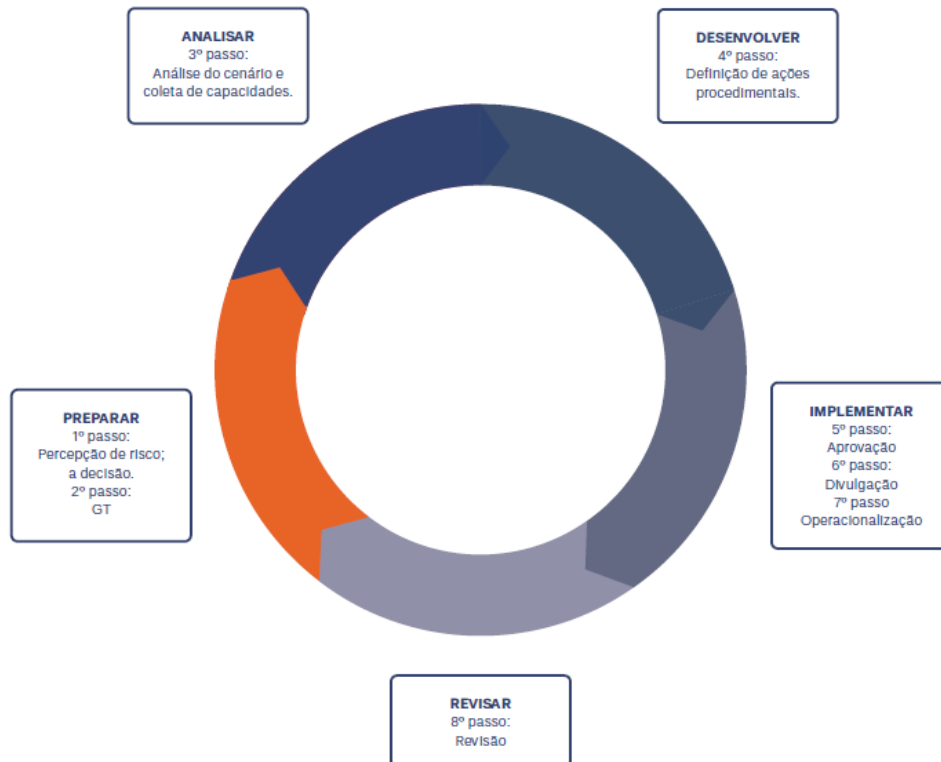
Figura 5: Questões relevantes para a elaboração de um plano de contingência.



Fonte: Ministério da Integração, (2017)

Para elaboração do plano, seguiu-se as etapas demonstradas na Figura 6.

Figura 6: Passos para elaboração e implementação do Plano de Contingência a incêndios florestais



Nota: GT – Grupo de trabalho
 Fonte: SEDEC/MI, (2017)

6 PREVENÇÃO E COMBATE E A DE INCÊNDIOS FLORESTAIS

Para sucesso do plano, alguns conceitos foram definidos e repassados aos envolvidos nos treinamentos para implementação do Plano de Contingência.

6.1 Classificação das emergências

Nível I: Nível de emergências em que o Parque consegue com seus próprios meios extinguir o incêndio florestal.

Nível II: Nível em que o Parque não consegue com seus próprios meios extinguir o incêndio e solicita apoio de outras instituições regionais e locais.

Nível III: Nível em que o Parque não consegue extinguir o incêndio florestal com apoio de instituições locais e regionais e faz-se necessário de apoio Federal (articulações realizadas com o apoio da Coordenação de Prevenção e Combate a Incêndios - COIN/CGPRO/DIMAN/ICMBio).

Nota: O atendimento/combate à emergência inicial é dado pelos integrantes da brigada de incêndios que são ajudados por outros funcionários do parque quando necessário.

6.2 Situação de alerta

Em todas as situações de emergência os brigadistas devem estar em situação de alerta e manter-se atentos as ordens expressas pelos rádios de comunicação. Os mesmos serão avisados por meio de rádios ou comunicações verbais.

7 PROCEDIMENTOS NO CASO DE EMERGÊNCIAS

Em caso de emergências, sendo elas incêndios florestais ou emergências relacionadas saúde e integridade de pessoas, abaixo seguem os telefones úteis para contato, tanto externos quanto internos. Toda a brigada e o pessoal que trabalham diretamente com o fogo, devem ter acesso a esses contatos.

É importante obedecer a ordem estabelecida no organograma (Figura 5), bem como nos cenários de ocorrência. Para que isso esteja claro a todos, após a elaboração e revisões do plano, deve haver uma reunião, onde o mesmo seja repassado a todos integrantes, além dos treinamentos indicados no cronograma (Figura 7).

7.1 Telefones úteis

Na tabela 1 indicam-se os telefones úteis internos.

Tabela 1: Telefones úteis internos

SERVIÇO	Ligação direta	CHAMADA A COBRAR
Coordenador Geral do Plano de Contingência - Chefe da Unidade Fernando Augusto Tambelini Tizianel	(37) 99808 -2313	9 (031) 37 3433 -1324/1326
Coordenador Suplente do Plano de Contingência Gerente do fogo Bianca Thaís Zorzi Tizianel	(37) 99925 -7188	9 (031) 37 3433 -1324/1326
Coordenador da Brigada Gerente do Fogo Bianca Thaís Zorzi Tizianel	(37) 99925 7188	9 (031) 37 3433- 1324/1326
Coordenador Suplente da Brigada de Emergência Chefes de esquadrão Marcel Oliveira Bruno	(37) 99984 1047	9 (031) 37 3433 - 1324/1326

Na tabela 2, indicam-se os telefones úteis externos.

Tabela 2: Telefones úteis externos

Localidade	Local	Telefone
REGIONAL	Pronto Atendimento Médico	192
	Corpo de Bombeiros	193 – 3371 2035
	Corpo de Bombeiros de Piumhi/MG	(37) 3371-2035
	CEMIG	0800 7210 116
	Centro Oftalmológico de Iguatama	(37)3353-2211
	Polícia Ambiental	(31) 3681-3535
	Polícia Militar	(31) 3536-2658
	Santa Casa de Misericórdia de Piumhi	(37) 3371-9500
	Santa Casa de Passos	(35) 3529-1300
São Roque de Minas	Hospital Municipal Santa Marta	(37) 3433-1593
	ICMBio	(37) 3433-1324
	Polícia Civil	(37) 3433-1488
	Polícia Ambiental	(37) 3433-1729
	Polícia Militar	(37) 3433-1633
	Polícia Rodoviária Estadual	(37) 3371-1522
	Hospital Municipal Santa Marta	(37) 3433-1593
	SAMU	192

Na Tabela 3, indicam-se os telefones de hospitais direcionados a atendimentos urgentes nas cidades de Divinópolis e Belo Horizonte.

Tabela 3: Telefones de hospitais direcionados em Divinópolis e Belo Horizonte

Atendimento à emergência em Belo Horizonte - MG
<p>Hospital de Pronto Socorro João XXIII Endereço: Avenida Professor Alfredo Balena, 400 - Santa Efigênia Telefone: (31) 3239 - 9200</p>
Atendimento à emergência em Divinópolis - MG
<p>Hospital São João de Deus Endereço: Rua do Cobre, 800 – Niterói Telefone: (37) 3229 - 7600</p>
<p>Hospital Santa Mônica Endereço: Rua Pedro Ferreira Amaral, 33 - Padre Libério Telefone: (37) 2102-5600</p>

Na Tabela 4, indicam-se os telefones para os serviços de remoção, transferência inter-hospitalar e primeiros socorros.

Tabela 4: Serviços de Remoção de vítimas

Serviço de remoção em caso de acidentes com lesões
SAMU 192 Av. Nilzo de Faria, 490 – Bairro Maria Rodarte – São Roque de Minas
Corpo de Bombeiros de Piumhi – MG 193 – 3371 2035 Avenida Querubino Mourão Filho, 889. Bela Vista. 37925-000. Piumhi - MG

8 EQUIPE DE TRABALHO

8.1 Responsabilidades

O acidente tem desenvolvimento com a informação de um acontecimento de um incêndio, avistado na área e reportado, por um funcionário do ICMBio, Parque Nacional da Serra da Canastra, visitante ou da população do entorno do parque. Pode ocorrer também, algum outro tipo de emergência dentro da área do limítrofe do parque. Caso ocorra, o pessoal deve estar preparado, sabendo quais são as ações a serem tomadas.

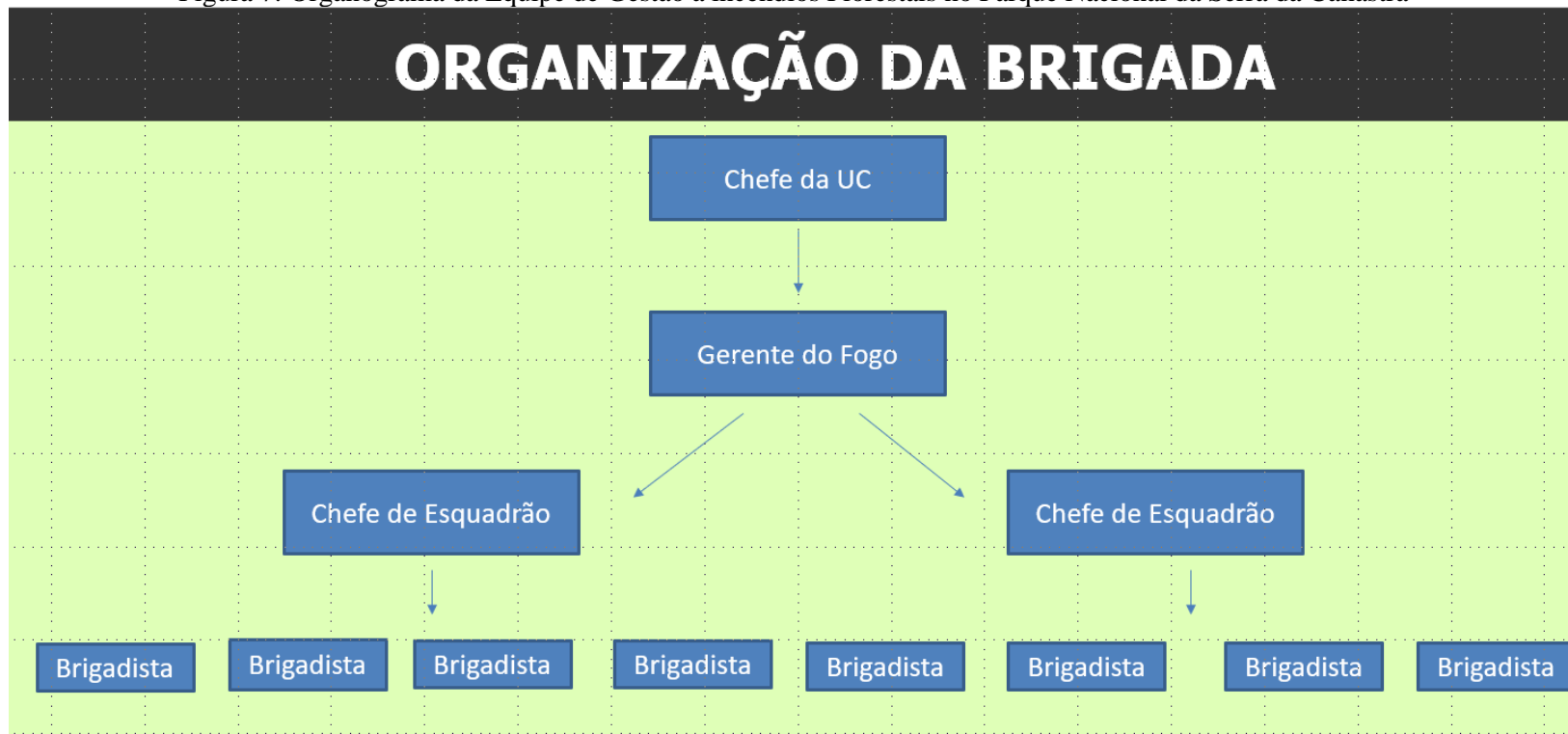
As fases da resposta ao acidente se desenvolvem com as seguintes etapas:

- ✓ Monitoramento;
- ✓ Detecção;
- ✓ Acionamento;
- ✓ Deslocamento;
- ✓ Avaliação;
- ✓ Combate ao incêndio;
- ✓ Rescaldo;
- ✓ Vigilância.

Para cada membro da equipe, tem-se um *check list* das responsabilidades.

Na Figura 7 apresentam-se o organograma do Plano de Contingência

Figura 7: Organograma da Equipe de Gestão a incêndios Florestais no Parque Nacional da Serra da Canastra-



Fonte: ICMBIO, (2019)

8.1.1 Coordenador Geral do Plano - Chefe da Unidade

- Prover recursos necessários ao pleno atendimento às situações de emergência, interna e externamente;
- Definir responsáveis pela elaboração e manutenção do Plano de Contingência;
- Coordenar as atividades de relacionamento com os órgãos externos;
- Assegurar a efetividade do fluxo de atendimento com estes agentes.

8.1.2 Coordenador do Plano de Contingência - Gerente do Fogo

- Assumir as responsabilidades do Coordenador Geral do Plano de Emergência em caso de ausência deste e em outras situações específicas;
- Auxiliar o Coordenador Geral em todas as fases do desenvolvimento e da aplicação de Resposta à Emergência;
- Coordenar as ações dos chefes de esquadrão;
- Coordenar as ações junto aos órgãos externos para garantir o atendimento devido às emergências;
- Garantir o levantamento de dados para apuração das causas e posterior correção das mesmas;
- Coordenar a implantação e Operação do Plano de Contingência, que terá a participação dos Líderes das ações definidos por cenário;
- Promover o desenvolvimento das ações previstas no Plano de Contingência;
- Após uma emergência real e/ou simulado realizar reunião com a equipe de emergência e colaboradores envolvidos para avaliar o ocorrido e registrar as ações necessárias;
- Após qualquer avaliação da resposta e emergência, verificar a necessidade de revisar este procedimento e o Plano de Contingência; e as possíveis ações corretivas e preventivas que devem ser abertas caso necessário.

8.1.3 Chefes de esquadrão / coordenador suplente do Plano

- Coordenar a equipe de brigadistas;
- Manter o Coordenador do Plano informado sobre a situação da emergência;
- Definir os componentes da equipe de emergência e treiná-los nos Planos de Atendimento e Resposta a Emergências;
- Afixar nos painéis ou em local de fácil visualização, um comunicado informando quais são os componentes da Brigada, com seus devidos contatos;
- Identificar os recursos materiais para emergência: equipamentos de combate à incêndio, equipamentos de proteção coletiva, incluindo as formas de alarme sonoro ou comunicações por rádio, bem como por telefone, para indicar situações de emergência, pontos de encontro equipamentos de proteção individual, ferramentas para atendimento a emergência e recursos materiais disponíveis;
- Providenciar a documentação de vítima, caso ocorra algum acidente com lesão no combate a incêndios ou trabalhos de prevenção;
- Comunicar o acidente aos familiares das vítimas.

8.1.4 Brigadistas:

- Combater a situação de emergência de acordo com as instruções do Plano de Contingência, utilizando todos os equipamentos de proteção e seguindo os procedimentos repassados pelo chefe de esquadrão;
- Estabelecer ações pós-atendimento às emergências, inspeção ambiental, acompanhamento de vítimas, caso houver e avaliação criteriosa à emergência.

8.2 Serviços de Atendimento de Emergência

- Resgate e atendimento das vítimas se necessário;

- Definir prioridade quanto à remoção dos acidentados se necessário.

8.3 Procedimentos a serem adotados em caso de emergências

Depois de iniciada a situação de incêndios ou emergência, qualquer colaborador que presenciou o ocorrido informará ao chefe de esquadrão ou conforme estabelecido em cada cenário.

De acordo com o tipo de incêndio ou emergência, o Coordenador assumirá o comando da situação e acionará os brigadistas e se necessário às instâncias superiores, conforme cenário específico, os quais definirão as ações a serem tomadas.

8.4 Fases de uma Crise

- 1. Pré-evento:** estabelecimento de Planos de Contingência.
- 2. Resposta imediata:** Adoção de medidas técnicas definidas em planejamento prévio, com objetivo de mitigar as consequências da crise. Respostas tardias ou mal preparadas podem ser mais danosas que a própria crise.
- 3.** Implementação das ações de combate a incêndios e caso ocorra acidentes, socorro às vítimas.
- 4.** Contenção do ambiente garantindo a estabilidade e imobilidade da crise. Isolamento da crise, criando um ambiente propício para as ações de Gerenciamento.
- 5. Plano específico:** Critérios de aplicação dos recursos identificados para a solução da crise ou Plano de Contingência.
- 6. Solução:** Garantir o restabelecimento da normalidade operacional e assistência às vítimas da crise caso tenha.
- 7. Fase posterior ao evento:** Avaliação crítica das causas do incêndio, análise do plano de contingência e avaliação do desempenho das equipes empenhadas na resolução da crise.

8.4.1 Tipos de Crise

Situações identificadas ou com potencial de gerar ocorrências relativas à:

8.4.1.1 Incêndio florestal

Os incêndios florestais serão controlados pelos brigadistas. O ICMBio, conta com uma equipe de brigada de prevenção e combate a incêndios florestais e funcionários, devidamente treinados e capacitados.

Brigada é a equipe de servidores treinados (temporários e permanente), para atuarem em situações de emergência combatendo os eventos de incêndios e promovendo a retirada de pessoas, que se encontrem no interior da área afetada, caso o incêndio ocorra em áreas de visitação turística.

8.4.1.2 Acidentes com brigadistas ou demais trabalhadores.

Toda a equipe deve receber treinamento para atendimento a vítimas e primeiros socorros. Deve-se avaliar cautelosamente o estado da vítima e providenciar o aviso ao SAMU ou Corpo de Bombeiros, de acordo com a complexidade do caso.

8.4.1.3 Acidentes com pessoas que estejam nas mediações da Unidades de Conservação.

Toda a equipe deve receber treinamento para atendimento as vítimas e primeiros socorros. Deve-se avaliar cautelosamente o estado da vítima e providenciar o aviso ao SAMU ou Corpo de Bombeiros, de acordo com a complexidade do caso

8.4.2 Composição das equipes de trabalho

Os membros da Equipe de Gestão e Brigada de Prevenção e Combate a Incêndios Florestais do Parque Nacional da Serra da Canastra são:

✓ **Brigada Permanente (contrato de 3 anos)**

10 pessoas, sendo a seguinte hierarquia:

2 chefes de esquadrão;

8 brigadistas

✓ **Brigada Temporária (contrato de 6 meses)**

32 pessoas, sendo a seguinte hierarquia:

5 chefes de esquadrão

27 brigadistas

✓ **Equipe ICMBio**

8 pessoas na seguinte hierarquia:

1 chefe da Unidade de Conservação;

1 responsável pela gerência do fogo;

6 servidores que trabalham no parque e que são treinados podendo atuar em casos mais complexos de emergência.

✓ **Terceirizados que prestam serviço na Unidade de Conservação:**

28 pessoas que trabalham em diferentes áreas da Unidade de Conservação, em diferentes seguimentos, entre eles, limpeza e manutenção das edificações, trilhas, estradas e pontos turísticos, trabalham nas portarias e demais locais do parque, que são treinadas, caso necessite de apoio em cenários mais complexos de incêndios ou emergências.

8.5 Grupo de apoio

Este grupo é formado por profissionais qualificados do setor de manutenção (mecânica/elétrica), e visa operar os equipamentos de utilidades e o desligamento se necessário.

Fazem parte também no caso de acidentes com lesões o SAMU e o Corpo de bombeiros.

8.6 Bases de apoio para os trabalhos de gestão de incêndios florestais e equipamentos para combate

A Tabela 5 indica as bases de apoio a equipe de gestão a incêndios florestais.

Tabela 5: Bases de apoio a equipe de gestão de incêndios florestais no Parna Canastra

Base	Local	Locais e materiais
Base Jaguarê	Próximo a portaria 1	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Alojamento e cozinha com capacidade para 16 pessoas; ✓ Garagem; ✓ Banheiros; ✓ Repetidor de rádio; ✓ Almoxarifado (onde são guardados os equipamentos de prevenção e combate); ✓ Oficina; ✓ Espaço para acampamento.
Alojamento São João Batista	Próximo a portaria 2	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Alojamento para 10 pessoas ✓ Rádio; ✓ Banheiros; ✓ Cozinha; ✓ Sala; ✓ Garagem; ✓ Espaço para acampamento
Portaria 3	Portaria Sacramento	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Banheiro; ✓ Cozinha; ✓ Rádio; ✓ Espaço para acampamento.
Portaria 4	Próxima a Casca D'anta parte baixa	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Alojamento para 10 pessoas; ✓ Cozinha; ✓ Banheiro; ✓ Almoxarifado; ✓ Espaço para acampamento.
Serra Brava	Bifurcação de acesso a Cachoeira Casca D'anta parte alta	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Repetidora de rádio; ✓ Torre de observação de incêndios.
Torre do Bentinho	Próxima ao Curral de pedras	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Torre de observação de incêndios.
Torre dos currais	Próxima ao curral de pedras, lado esquerdo da estrada de acesso a Sacramento	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Torre de observação de incêndios. <p>Nota: atualmente (janeiro de 2020) inutilizada</p>
Repetidora de rádio móvel	-	-

Fonte: Adaptado (ICMBIO 2020)

Na Tabela 6, indicam-se os equipamentos e recursos disponíveis para os trabalhos de prevenção e combate a incêndios florestais.

Tabela 6: Recursos e equipamentos disponíveis

Equipamento/recurso	Quant. disponível	Quant. necessária	Observação
Veículos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 5 L200 (2 necessitando de manutenção); ✓ 2 caminhões Marruá Agrale (1 necessitando de manutenção); ✓ 1 caminhão Pipa 8.000 litros; 1 micro ônibus Volare 20 lugares; ✓ 2 quadriciclos; ✓ 1 caminhão Mercedes Benz “Rodofogo” (necessitando de manutenção); ✓ 1 S10; ✓ 2 motocicletas, 	Insuficientes	Necessidade urgente de manutenção dos veículos indicados; necessidade de troca de parte das L200 para suportar rondas de monitoramento planejadas.
Motobombas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 4 Mini Striker (sendo 3 em manutenção); ✓ 5 Mark 3 (sendo 3 em manutenção); ✓ 1 bomba flutuante; ✓ 2 motobombas Honda 	Suficientes	Necessidade urgente de manutenção das bombas indicadas
Equipamentos de combate	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Abafadores ✓ Bombas costais; ✓ “Chicote”; ✓ Ferramentas manuais; ✓ Pinga-fogo; 	Suficientes	-
Sopradores costais	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 6 Sopradores costais 	Insuficientes	Necessidade de EPIs mais resistentes e diferenciados para uso com o soprador;
Estruturas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Diversas 	Insuficientes	Necessidade de reforma do alojamento da portaria 2; Necessidade de reforma do alojamento Jaguarê; Necessidade de construção do alojamento para a portaria 3; Necessidade de pista de pouso no interior da UC; Necessidade de reformas das torres de observação do Curral de Pedras e da Serra Brava.

Equipamento/recurso	Quant. disponível	Quant. necessária	Observação
EPIs	✓ Uniforme específico (que inclui gandola com proteção antichamas), coturno, cinto n/a, cantil, balaclava, óculos, luva, perneira, lanterna de cabeça.	Suficientes	Necessária na melhoria da qualidade dos coturnos e cintos.
Sistema de radiocomunicação	✓ 15 HTs (rádios), rádios em todos os veículos utilizados para as ações, rádios em todas as portarias.	Suficientes	-

Fonte: Adaptado (ICMBIO, 2020)

9 AÇÕES CORRETIVAS – ATENDIMENTO E RESPOSTA A EMERGÊNCIAS

Abaixo, são descritos os possíveis cenários de ocorrências e as ações a serem tomadas Tabela 7.

Tabela 7: Procedimentos e descrição dos cenários de emergências

PROCEDIMENTO PARA CENÁRIOS DE EMERGÊNCIAS		
Cenário	Descrição	Líder das ações
01	Incêndios Florestais	Coordenador da Brigada / Chefes de esquadrão
02	Tempestade com Descargas elétricas / Vendaval	Coordenador da Brigada / Chefes de esquadrão
03	Acidente com lesões corporais ou mal súbito	Coordenador da Brigada / Chefes de esquadrão
04	Acidente com Picadas de Animais Peçonhentos	Coordenador da Brigada / Chefes de esquadrão

Fonte: Elaine Gonçalves da Costa, (2020)

✓ Antes da ocorrência dos cenários (caso seja possível)

As ações a serem tomadas antes das ocorrências dos cenários previstos, caso haja tempo hábil para os mesmos, estão descritos na (Tabela 8).

Tabela 8: Ações antes da ocorrência de cenários

QUALQUER BRIGADISTA, FUNCIONÁRIO DO ICMBio OU TERCEIRO	
AÇÕES	REAÇÕES
1º. Identificação dos riscos para cada cenário	Procure a responsável pela gestão de incêndios
2º. Identificação se há visitantes ou outras pessoas presentes na área	
QUALQUER BRIGADISTA	
AÇÕES	REAÇÕES
1º. Identificação de focos de incêndios, ou vítimas com lesões	Analisar a situação e tomar ações necessárias. Avisar imediatamente a gestão de incêndios.
2º. Relatos de visitantes/ terceiros sobre algum perigo	
3º. Outras situações de perigo imediato	

Nota: **Líder das Ações:** Responsável local em cada cenário de emergência por coordenar as ações. Os responsáveis pelas ações poderão ser os Chefes de esquadrão da Brigada e o gerente de fogo.

Fonte: Elaine Gonçalves da Costa (2019)

9.1 Descrição dos cenários de ocorrências de incêndios ou emergências

9.1.1 Cenário 1 – Ocorrência de incêndios florestais no Parque Nacional da Serra da Canastra

DEFINIÇÃO: Qualquer fogo ou outra combustão fora de controle, onde seja necessário um sistema de supressão de incêndios, (Tabela 9).

Tabela 9: Cenário 1

RESPONSÁVEL	AÇÕES DE CONTROLE EM EMERGÊNCIA
Gerente do fogo	<p>Acompanhar e dar apoio aos brigadistas;</p> <p>Comunicar acidente ao Chefe da Unidade de Conservação;</p> <p>Levantamento de impactos ambientais e de riscos à saúde durante a emergência, promovendo ações que mitiguem estes eventos;</p> <p>Solicitar recolhimento/acondicionamento adequado dos resíduos gerados no combate;</p> <p>Avaliar a necessidade de solicitar apoio externo/alterar nível do incidente;</p> <p>Colher informações após o controle do incêndio;</p> <p>Registrar a ocorrência;</p> <p>Fazer relatório de perdas patrimoniais;</p> <p>Ficar de prontidão para atendimento a possíveis vítimas;</p> <p>Avaliar o incêndio e determinar o método, estratégias e recursos para o combate;</p> <p>Providenciar os recursos (equipamentos e colaboradores) necessários para o combate ao incêndio;</p>
Chefe de esquadrão	<p>Disponibilizar recursos para atuação na emergência;</p> <p>Assegurar a segurança dos brigadistas e ou visitantes se houver;</p> <p>Providencia desvio do trânsito de veículos, caso seja necessário;</p> <p>Assegurar a efetividade do fluxo de atendimento com estes agentes;</p> <p>Recolher e verificar o estado de todo equipamento utilizado após a extinção do incêndio.</p>

Continuação

Brigadistas	<p>Solicitar apoio de emergência: emitir aviso via rádio ou pelos telefones de emergência / Superior imediato;</p> <p>Realizar o combate ao incêndio;</p> <p>Ao ser avisado de alguma emergência, seguir para o ponto de encontro mais próximo;</p> <p>Sinalizar e/ou isolar área;</p> <p>Realizar o desligamento dos equipamentos e conduzir visitantes (se houver) para o abandono de área e em seguida se posicionarem no ponto de encontro de emergência;</p> <p>Verificar a desocupação total da área, inclusive banheiros e vestiários.</p>
-------------	---

Fonte: Elaine Gonçalves da Costa (2019)

9.1.2 Cenário 2 – Tempestades com descargas elétricas / vendaval

DEFINIÇÃO: Descargas Elétricas: Agitação atmosférica violenta acompanhada por descargas elétricas.

Vendaval: ventos fortes que atingem velocidade capaz de deslocar materiais como telhas, equipamentos, com capacidade para desestabilizar cargas suspensas (Tabela 10).

Tabela 10: Cenário 2

RESPONSÁVEL	AÇÕES DE CONTROLE EM EMERGÊNCIA
Gerente do fogo	<p>Acompanhar e dar apoio aos brigadistas;</p> <p>Comunicar acidente ao Chefe da Unidade de Conservação;</p> <p>Levantamento de impactos ambientais e de riscos à saúde durante a emergência, promovendo ações que mitigam estes eventos;</p> <p>Solicitar recolhimento/acondicionamento adequado dos resíduos gerados no combate;</p> <p>Avaliar a necessidade de solicitar apoio externo/alterar nível do incidente;</p> <p>Colher informações após o controle do incêndio;</p> <p>Registrar a ocorrência;</p> <p>Afastar curiosos;</p> <p>Fazer relatório de perdas patrimoniais;</p> <p>Ficar de prontidão para atendimento a possíveis vítimas;</p> <p>Avaliar o incêndio e determinar o método, estratégias e recursos para o combate;</p> <p>Providenciar os recursos (equipamentos e colaboradores) necessários para o combate ao incêndio;</p>
Chefe de esquadrão	<p>Disponibilizar recursos para atuação na emergência;</p> <p>Assegurar a segurança dos brigadistas e ou visitantes se houver;</p> <p>Providencia desvio do trânsito de veículos, caso seja necessário;</p> <p>Assegurar a efetividade do fluxo de atendimento com estes agentes;</p> <p>Realizar o combate ao incêndio;</p> <p>Recolher e verificar o estado de todo equipamento utilizado após a extinção do incêndio.</p>

Continuação

Brigadistas	<p>Solicitar apoio de emergência: emitir aviso via rádio ou pelos telefones de emergência / Superior imediato;</p> <p>Realizar o combate ao incêndio;</p> <p>Ao ser avisado de alguma emergência, seguir para o ponto de encontro mais próximo;</p> <p>Sinalizar e/ou isolar área;</p> <p>Realizar o desligamento dos equipamentos e conduzir visitantes (se houver) para o abandono de área e em seguida se posicionarem no ponto de encontro de emergência;</p> <p>Verificar a desocupação total da área, inclusive banheiros e vestiários.</p>
-------------	---

Fonte: Elaine Gonçalves da Costa (2020)

9.1.3 Cenário 3 – Acidentes com lesões corporais ou mal súbito ou queimaduras

DEFINIÇÃO: Acidentes nos quais uma ou mais pessoas sofreram lesões (atropelamento, colisões, quedas, queimaduras) ou males súbitos (infarto, derrame cerebral) os quais podem resultar ou não em morte, incapacidade permanente ou temporária grave (Tabela 11).

Tabela 11: Cenário 3

RESPONSÁVEL	AÇÕES DE CONTROLE EM EMERGÊNCIA
Gerente do fogo	<p>Acompanhar e dar apoio aos brigadistas;</p> <p>Comunicar acidente ao Chefe da Unidade;</p> <p>Avaliar a necessidade de solicitar apoio externo/alterar nível do incidente;</p> <p>Colher informações após o atendimento a vítima;</p> <p>Registrar a ocorrência.</p>
Chefe de esquadrão	<p>Acompanhar ou delegar acompanhante para fornecer informações sobre a vítima e acompanhá-la ao Hospital, se necessário;</p> <p>Comunicar acidente a Gerente de fogo;</p> <p>Registrar a ocorrência;</p> <p>Disponibilizar recursos para atuação na emergência;</p> <p>Afastar curiosos;</p> <p>Coordenar as atividades de relacionamento com os órgãos externos;</p> <p>Assegurar a efetividade do fluxo de atendimento com estes agentes.</p>
Brigadistas	<p>Solicitar apoio de emergência: emitir aviso via rádio ou pelos telefones de emergência / Superior imediato;</p> <p>Seguir orientações gerais da equipe de emergência;</p> <p>Fazer a avaliação do acidentado; com apoio da coordenação da brigada.</p> <p>Fazer a avaliação da situação e se necessário auxiliar nos primeiros socorros e transporte da pessoa;</p> <p>Comunicar o acidente imediatamente, ao responsável;</p> <p>Em caso de óbito, não tocar na vítima, isolar o local.</p>

Fonte: Elaine Gonçalves da Costa (2020)

Medidas a serem tomadas após emergência com lesões ou mal súbito

- 1º. A coordenadora geral do programa de gestão do fogo e plano de contingência
Realizar a investigação do acidente;
- 2º. Tentar identificar do que ou de onde provêm a causa do mal-estar;
- 3º. Isolar o que ou onde possa ter sido a causa;
- 4º. Submeter a provável causa e a avaliação de profissional capacitado, quando pertinente;
- 5º. Tomar ações recomendadas por este profissional;
- 6º. Avisar a família da vítima.

9.1.4 Cenário 4 – Acidente com picadas de animais peçonhentos

DEFINIÇÃO: Acidentes nos quais uma ou mais pessoas sofreram picadas de animais peçonhentos e venenosos existentes em áreas de trabalho (Tabela 9).

Tabela 12: Cenário 4

RESPONSÁVEL	AÇÕES DE CONTROLE EM EMERGÊNCIA
Gerente do fogo	<p>Assegurar a efetividade do fluxo de atendimento com estes agentes;</p> <p>Avaliar a necessidade de solicitar apoio externo/alterar nível do incidente;</p> <p>Acompanhar e dar apoio aos brigadistas;</p> <p>Comunicar acidente ao Chefe da Unidade;</p> <p>Solicitar Boletim de Ocorrência a polícia ambiental, caso necessário.</p> <p>Colher informações após o atendimento a vítima;</p> <p>Registrar a ocorrência.</p>
Chefe de esquadrão	<p>Acompanhar ou delegar acompanhante para fornecer informações sobre a vítima e acompanhá-la ao Hospital, se necessário;</p> <p>Comunicar acidente a Gerente de fogo;</p> <p>Registrar a ocorrência;</p> <p>Disponibilizar recursos para atuação na emergência;</p> <p>Afastar curiosos;</p> <p>Coordenar as atividades de relacionamento com os órgãos externos;</p> <p>Assegurar a efetividade do fluxo de atendimento com estes agentes.</p>
Brigadistas	<p>Solicitar apoio de emergência: emitir aviso via rádio ou pelos telefones de emergência / Superior imediato;</p> <p>Seguir orientações gerais da equipe do plano de contingência;</p> <p>Fazer a avaliação do acidentado; com apoio da coordenação da brigada;</p> <p>Fazer a avaliação da situação e auxiliar nos primeiros socorros e transporte da pessoa;</p>

Continuação

	<p>Manter o acidentado em repouso (se a picada tiver ocorrido no pé ou perna, procurar manter a parte atingida na posição horizontal devendo o acidentado ser transportado em veículos, maca, ou até mesmo por outras pessoas).</p> <p>Levar o acidentado o mais rapidamente possível ao Pronto Socorro;</p> <p>Solicitar apoio externo;</p> <p>Comunicar o acidente imediatamente, ao responsável;</p> <p>Em caso de óbito, não tocar na vítima, isolar o local.</p>
--	---

Fonte: Elaine Gonçalves da Costa (2020)

CONSTATAÇÃO DE ANIMAIS PECONHENTOS

A presença de serpentes, aranhas, lacraias, escorpiões assim como ninhos de vespas, abelhas, marimbondos é inevitável, pois o local é uma unidade de conservação e esse é o habitat natural desses seres vivos. Em hipótese alguma pode-se matar ou machucar o animal, pois torna-se crime ambiental.

MEDIDAS A SEREM TOMADAS EM CASO DE ACIDENTES COM ANIMAIS PECONHENTOS

O que não se deve fazer:

- Não amarrar o membro acometido (O torniquete ou garrote dificulta a circulação do sangue, podendo produzir necrose ou gangrena e não impede que o veneno seja absorvido);
- Não cortar o local da picada (Alguns venenos podem inclusive provocar hemorragias e o corte aumentará a perda de sangue);
- Não colocar a boca no local da picada (Não se consegue retirar o veneno do organismo após a inoculação);
- Não dar qualquer líquido ao acidentado;
- Não se deve pressionar ou massagear o local da inoculação.

O que deve-se fazer:

- Lavar o local da picada com água e sabão (Não colocar substâncias no local da picada, como folhas, querosene, pó de café etc., pois elas não impedem que o veneno seja absorvido, pelo contrário, podem provocar infecções).
- Manter o acidentado em repouso (se a picada tiver ocorrido no pé ou perna, procurar manter a parte atingida na posição horizontal devendo o acidentado ser transportado em veículos, maca, ou até mesmo por outras pessoas).
- Levar o acidentado o mais rapidamente possível ao Pronto Socorro.
- As Áreas de Segurança e de Medicina do Trabalho devem ser acionadas para ações complementares.
- O socorrista deve orientar e acalmar a vítima e absorver o máximo de informações sobre o acidente ocorrido e pelo tipo de animal pelo qual foi ofendido.
- Se possível encaminhar o animal peçonhento ou venenoso para identificação no serviço de saúde.

OBS: O soro antiofídico é o único remédio disponível e só encontrado em hospital.

10 PLANEJAMENTO ANUAL DE SIMULADOS

Os cenários/situações de emergência cuja simulação seja controlável possuem um planejamento anual conforme cronograma apresentado na Figura 7.

Podem ocorrer alterações que requerem uma justificativa a ser repassada aos membros da Brigada de Incêndio:

Figura 8: Cronograma de simulados

CENÁRIOS PARA SIMULADOS		2020											
		JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1	Combate à incêndios												
2	Primeiros socorros a vítimas												
3	Evacuação dos locais que recebem visitantes												
4	Treinamento relacionados aos cenários abordados no plano												
5	Instrução plano de ação e contingência/áreas de risco												
6	Treinamento sobre a manutenção dos painéis de risco de fogo												

Legenda:

	SIMULADO
	TREINAMENTO

Notas

- (1) – Simulado feito também dentro do escopo de treinamento de formação e reciclagem, em local e área preparados para maior massa combustível;
- (2) – Exercício simulado realizado dentro da programação da gestão de incêndios;
- (3) – Os itens destacados em verde representam os exercícios simulados de emergência, os destacados de amarelo representam treinamentos/instrução. Os treinamentos têm objetivo de reciclagens e/ou tratamento de possíveis falhas detectadas no simulado do mês anterior ou ainda, preparação para simulados específicos.

Fonte: Elaine Gonçalves da Costa (2019)

10.1 Exercícios de Simulado / Revisão

Periodicamente deverão ser realizados exercícios de simulados conforme Cronograma de Simulados, constando os cenários definidos no Plano de Contingência a Incêndios Florestais, com o objetivo de verificar:

- Desempenho do pessoal;
- Tempo de resposta;
- Eficácia dos planos.

10.2 Verificação do Plano de Emergência

Após o simulado, é necessário realizar uma reunião com a **gestão de incêndios e brigadistas**, para avaliar o desempenho do simulado. Quando o resultado do simulado não for satisfatório, as causas devem ser avaliadas e as ações corretivas devem ser tomadas visando corrigir o problema.

Após uma emergência real, é necessário realizar uma reunião com a equipe de gestão de incêndios e brigadistas, para registrar e avaliar o ocorrido e registrar as ações corretivas e preventivas levantadas.

10.3 Ponto de Encontro

Locais pré-estabelecidos nas áreas administrativas e da Unidade de Conservação, identificados por placas nos quais envolvidos dos diversos setores, inclusive terceiros devem se reunir em segurança, para permitir e facilitar os trabalhos de atendimento a emergências, sendo as bases de apoio e a sede administrativa descritas na Tabela 5.

Quando ocorrer o acionamento do rádio ou via telefone, os chefes de esquadrão componentes da brigada devem se reunir imediatamente nos pontos de encontro para decidir e designar os responsáveis pelas primeiras ações no momento da emergência.

São Roque de Minas, 12 de fevereiro de 2020.

Elaine Gonçalves da Costa

Mestrando do Curso de Mestrado em Sustentabilidade e Tecnologias Ambiental
do IFMG (Instituto Federal de Minas Gerais) *Campus Bambuí*

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 14001. **Sistema de gestão ambiental. Especificações e diretrizes para uso.** Rio de Janeiro. ABNT. 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 45001. **Sistema de gestão de saúde e segurança ocupacional. Especificações e diretrizes para uso.** Rio de Janeiro. ABNT. 1997.

BATISTA, E. K., RUSSEL-SMITH, J., FRANÇA, H., & FIGUEIRA, J. E. (2018). An evaluation of contemporary savanna fire regimes in the Canastra National Park, Brazil: Outcomes of fire suppression policies. **Journal of Environmental Management**, 40-49. 2018.

BRASIL. (1998). **Lei 9605, de 12 de fevereiro de 1998. Lei de Crimes Ambientais.** Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. Brasília, DF, Brasil.

BRASIL. (1998). **Lei. Decreto 2661, de 8 de julho de 1998.** Normas de precaução relativas ao emprego do fogo em práticas agropastoris e florestais. Brasília, DF, Brasil.

BRASIL. **Código Florestal Brasileiro.** Lei n. 4771, de 15 de setembro de 1965. Brasília. DF.

BRASIL. (2012). **Código Florestal Brasileiro.** Lei 12651, de 25 de maio de 2012. Brasília, DF, Brasil.

BRASIL. **Constituição da República dos Estados Unidos do Brasil**, de 24 de fevereiro de 1891, disponível em www.planalto.gov.br, acessado em: 2 jan. 2020.

BRASIL. Código penal e Constituição Federal (1988). 45. ed. São Paulo: Saraiva, 2007. 638 p.

BRASIL. **Ministério da Integração Nacional – MI Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil – SEDEC Departamento de Prevenção e Preparação.** Módulo de informação elaboração do Plano de Contingência. 1º ed. Brasília. DF. 2017. 62p.

BRUNO, S. F. (2013). Pato Mergulhão. **Biologia e conservação do pato-mergulhão (*Mergus octosetaceus*) no Parque Nacional da Serra da Canastra e entorno (MG).** Niterói, MG: UFF.

COSTA, E. G. da (2010). **Incêndios Florestais em Unidades de Conservação do Bioma Cerrado: Estudo de Caso no Parque Nacional da Serra da Canastra.** Trabalho de Conclusão de Curso - Centro Universitário de Formiga - UNIFOR - MG, 77 f. Formiga, MG.

COSTA, E. G., ABREU, K. P., & RIBEIRO, K. D. (Junho de 2012). **Incêndios Florestais em Unidades de Conservação do Bioma Cerrado: Estudo de Caso no Parque Nacional da Serra da Canastra.** *Anais XXXIII – Congresso Interamericano de Engenharia. Associação Brasileira de Engenharia Ambiental e Sanitária.*

GERAIS, M. (2014). **Resolução Conjunta IEF/SEMADE 2075, de 23 de maio de 2014.** Belo Horizonte: Publicado no DOE - MG em 24 mai 2014.

GOMES, R. D., & BRUNO, D. C. (dezembro de 2017). **Monitoramento da biodiversidade em áreas de queimadas controladas do Parque Nacional da Serra da Canastra, MG: Estudos preliminares relativos ao Manejo Integrado do Fogo (MIF).** p. 196.

IBAMA. (2005). PLANO DE MANEJO. **Parque Nacional da Serra da Canastra.** Brasília, DF: Instituto Terra Brasilis de Desenvolvimento Sócio Ambiental. 250 p.

ICMBIO. (2010). Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Ministério do Meio Ambiente. **Manual para Formação de Brigadistas de Prevenção e Combate a Incêndios Florestais.** Brasília.

ICMBIO. (2019). Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Ministério do Meio Ambiente. Escritório Administrativo. **Informações. Parque Nacional da Serra da Canastra. São Roque de Minas.**

ICMBIO. (2019). Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Ministério do Meio Ambiente. Escritório Administrativo. **Informações. Parque Nacional da Serra da Canastra. São Roque de Minas.**

INSTITUTO FEDERAL DE MINAS GERAIS. Rede de Bibliotecas. Manual de normalização de trabalhos acadêmicos. Belo Horizonte: IFMG, 2020. Disponível em: <https://www2.ifmg.edu.br/portal/ensino/bibliotecas/manual-de-normalizacao-do-ifmg>. Acesso em: 01 jan. 2020.

MEDEIROS, M. B. de; FIEDLER, N. C. Incêndios Florestais no Parque Nacional da Serra da Canastra: Desafios para a conservação da Biodiversidade. 2003. **Ciência Florestal, Santa Maria**, v. 14, n. 2, p. 157-168, dez. 2003

MMA. Ministério do Meio Ambiente. (21 de novembro de 2018). Número de incêndios florestais é o menor em 20 anos. Disponível em <https://www.mma.gov.br/informma/item/15252-n%C3%BAmero-de-inc%C3%AAndios-florestais-%C3%A9-o-menor-em-20-anos.html> Acesso em: 12 out. 2019.

MESSIAS, C. G., & FERREIRA, M. C. Dinâmica espacial do uso do solo e da expansão agrícola no Parque Nacional da Serra da Canastra (MG), entre 2000 e 2015 usando perfis espectral temporais do sensor MODIS. **XVII Simpósio de Geografia Física Aplicada. I Congresso Nacional de Geografia Física.** Campinas. 2017a p. 14 p.

MESSIAS, C. G., & FERREIRA, M. C. Mapeamento Temporo-Espacial das Queimadas no Parque Nacional da Serra da Canastra e suas Relações com a Zona de Planejamento. **I Congresso Nacional de Geografia Física. Instituto de Geociências Unicamp.** Campinas. 2017b. 15 p.

O Ministério da Integração Nacional – MI / Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil – SEDEC Departamento de Prevenção e Preparação (2017),

PEREIRA, C. A., FIEDLER, N. C., & MEDEIROS, M. B. (Mai/Ago de 2004). Análise das ações de prevenção e combate aos incêndios florestais em unidades de conservação do cerrado. **Floresta** 34 (2), 95-100.

PEREIRA, A. A. (2009). **Uso de Geotecnologia para Detecção e Análise de Queimadas e Focos de Calor em Unidade de Conservação no Norte de Minas Gerais.** (Dissertação). Programa de Pós Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal de Lavras. UFLA., 91 f. Lavras, MG, Brasil.

RIBEIRO, A. G. & BONFIM, R. V. (2000). Incêndio Florestal versus Queima Controlada. **Ação Ambiental.** n 12, 2, pp. 8-11.

SILVA, P., & BERNARDES, A. (20 de março de 2019). **Unidade de Conservação: Análise da Fragilidade Ambiental.** Fonte: Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia:
<http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal12/Procesosambientales/Usodere cursos/01.pdf>

SOUZA, A. P., CASAVECCHIA, B. H., & STANGERLIM, D. M. (11 de 11 de 2011). Avaliação dos riscos de ocorrência de incêndios florestais nas. **SCIENTIA PLENA**, 8, 14 p.

UFRJ. (19 de 04 de 2019). UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO. Fonte: Riscos de incêndio: <http://www.ufrj.br/institutos/it/de/acidentes/fogo.htm>
Acesso em: 10 ago. 2019.

