

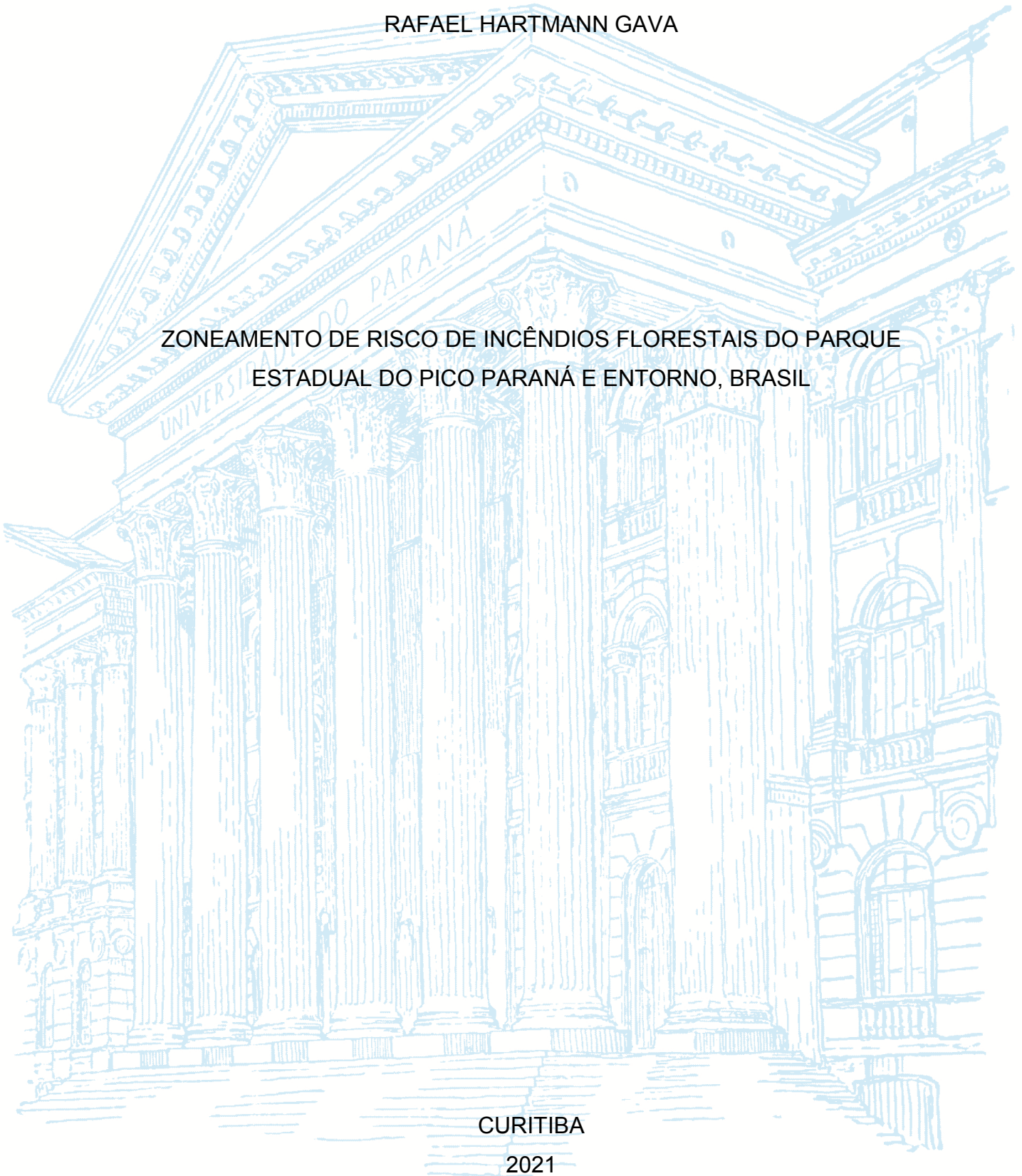
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

RAFAEL HARTMANN GAVA

ZONEAMENTO DE RISCO DE INCÊNDIOS FLORESTAIS DO PARQUE
ESTADUAL DO PICO PARANÁ E ENTORNO, BRASIL

CURITIBA

2021



RAFAEL HARTMANN GAVA

ZONEAMENTO DE RISCO DE INCÊNDIOS FLORESTAIS DO PARQUE
ESTADUAL DO PICO PARANÁ E ENTORNO, BRASIL

Trabalho de Conclusão do Curso apresentado ao curso de Pós-Graduação em Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais, Departamento de Ciências Florestais, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre França Tetto

CURITIBA

2021

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em PREVENÇÃO E COMBATE AOS INCÊNDIOS FLORESTAIS da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Monografia de Especialização de **RAFAEL HARTMANN GAVA** intitulada: **ZONEAMENTO DE RISCO DE INCÊNDIOS FLORESTAIS DO PARQUE ESTADUAL DO PICO PARANÁ E SEU ENTORNO, BRASIL**, que após terem inquirido o aluno e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.


A outorga do título de especialista está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

Curitiba, 26 de Fevereiro de 2021.




ALEXANDRE FRANÇA TETTO

Presidente da Banca Examinadora (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)



ANDRESSA TRES
Avaliador Interno



TATIANA CRISTINA GUIMARÃES KAMINSKI
Avaliador Externo (UFPR / DEPARTAMENTO CIÊNCIAS FLORESTAIS)

RESUMO

O zoneamento de risco de incêndios florestais (ZRIF) é uma ferramenta fundamental para o planejamento, prevenção, monitoramento, tomada de decisões no combate a incêndios e definição de políticas públicas relativas à manutenção do patrimônio ecológico. Em função disso, o trabalho objetivou realizar um ZRIF para o Parque Estadual do Pico Paraná, localizado na Serra do Mar, com altitude de 400 a 1877 m e área de 4.333 ha. A área de estudo foi composta pela unidade de conservação (UC) e seu entorno, totalizando 8.716 ha. A pesquisa aplicou e adaptou as técnicas de ZRIF já preconizadas anteriormente por outros autores que desenvolveram modelos de ponderação e pesos atribuídos a diferentes fatores que afetam a ocorrência e a probabilidade de incêndio. Altitude, declividade, orientação das encostas, cobertura vegetal e presença humana foram os fatores ponderados com a utilização do software QGIS. O Modelo Digital de Elevação do terreno (MDE) teve como base as imagens ALOS PALSAR (2015). Os mapas, para cada variável, foram elaborados a partir da atribuição de coeficientes (de 1 a 5), que traduzem o grau de risco ou perigo de incêndios e que posteriormente foram sobrepostos, formando o ZRIF. O trabalho resultou em mapas com cinco classes de risco de incêndio florestal: baixo, moderado, alto, muito alto e extremo. A representatividade das áreas classificadas com os graus de perigo extremo ou muito alto foi de 30% se levado em conta apenas o fator altitude, 66% da área em função da declividade, 31% quando o fator avaliado foi a orientação das encostas, 55% da área em decorrência da cobertura vegetal e 3% quando analisado apenas o risco de ignição em função da presença humana. Devido aos baixos percentuais de áreas com influência humana e ao peso dado a esta variável, a sobreposição dos mapas temáticos das variáveis resultou na redução dos graus de risco para 1% para as áreas sob risco alto e extremo. Os mapas temáticos elaborados para a área de estudo possibilitaram a identificação de zonas com perigos alto e muito alto até então despercebidas. O modelo utilizado neste estudo se mostra aplicável em outras unidades de conservação brasileiras, especialmente carentes de dados disponíveis sobre o histórico do fogo e também em propriedades rurais com características semelhantes.

Palavras-chave: Proteção florestal, perigo e risco de incêndio, unidades de conservação, prevenção e combate aos incêndios florestais, zoneamento de risco.

ABSTRACT

Forest fire risk zoning (ZRIF) is a fundamental tool for planning, preventing, monitoring, decision-making in fighting fires and defining public policies related to the maintenance of ecological heritage. As a result, the work aimed to carry out a ZRIF for the Pico Paraná State Park, located in Serra do Mar, with an altitude of 400 to 1877 m and an area of 4,333 ha. The study area was composed of the Protected Area (PA) and its surroundings, totaling 8,716 ha. The research applied and adapted the ZRIF techniques previously recommended by other authors who developed weighting models and weights attributed to different factors that affect the occurrence and the probability of fire. Altitude, slope, slope orientation, vegetation coverage and human presence were the factors considered with the use of the QGIS software. The Digital Terrain Elevation Model (MDE) was based on the ALOS PALSAR images (2015). The maps, for each variable, were created from the attribution of coefficients (from 1 to 5), which reflect the degree of risk or danger of fires, which were subsequently overlapped, forming the ZRIF. The work resulted in maps with five classes of forest fire risk: low, moderate, high, very high and extreme. The representativeness of the areas classified with the degrees of extreme or very high danger was 30% if only considering the altitude factor, 66% of the area due to the slope, 31% when the factor evaluated was the orientation of the slopes, 55% of the area due to vegetation cover and 3% when only the risk of ignition due to human presence was analyzed. Due to the low percentages of areas with human influence and the weight given to this variable, the overlapping of thematic maps of the variables resulted in the reduction of the degrees of risk to 1% for areas at high and extreme risk. Thematic maps prepared for the study area made it possible to identify areas with high and very high dangers that had not been noticed before. The model used may possibly be applied in other Brazilian conservation units, especially lacking available data on the history of fire and also in rural properties with similar characteristics.

Keywords: Forest protection, fire hazard and risk, conservation unit, forest fire prevention and combat, risk zoning.

LISTA DE FIGURAS

TABELA 1 - DISTRIBUIÇÃO TERRITORIAL DA ÁREA DE ESTUDO.....	18
TABELA 2 - TIPOLOGIA VEGETACIONAL PRESENTE NO PEPP	19
TABELA 3 - GRAU DE PERIGO EM FUNÇÃO DA ALTIMETRIA.....	19
TABELA 4 - GRADUAÇÃO QUANTO À DECLIVIDADE.....	20
TABELA 5 - GRADUAÇÃO DE PERIGO QUANTO À ORIENTAÇÃO DAS ENCOSTAS	20
TABELA 6 - CLASSIFICAÇÃO SEGUNDO A COBERTURA VEGETAL	21
TABELA 7 - CLASSIFICAÇÃO E GRADUAÇÃO DE RISCOS DEVIDO À INFLUÊNCIA HUMANA	22
TABELA 8 - CLASSIFICAÇÃO DO RISCO PONDERADO DE INCÊNDIO	23
TABELA 9 - REPRESENTATIVIDADE POR CLASSE DE ALTITUDE	24
TABELA 10 - REPRESENTATIVIDADE (%) POR CLASSE DE DECLIVIDADE.....	25
TABELA 11 - REPRESENTATIVIDADE POR CLASSE DE ALTITUDE.....	26
TABELA 12 - REPRESENTATIVIDADE POR TIPO DE COBERTURA VEGETAL...	28
TABELA 13 - RISCO EM FUNÇÃO DA INFLUÊNCIA HUMANA.....	29
TABELA 14 - REPRESENTATIVIDADE DE ÁREAS PARA O RISCO FINAL DE INCÊNDIOS FLORESTAIS.....	32

LISTA DE TABELAS

FIGURA 1 - INTERAÇÃO DE FATORES PARA OBTENÇÃO DO ZRIF	13
FIGURA 2 - EFEITOS DO FOGO NA FLORESTA ALTOMONTANA.	15
FIGURA 3 - LOCALIZAÇÃO DO PARQUE ESTADUAL DO PICO PARANÁ	17
FIGURA 4 - MAPA HIPSOMÉTRICO E ÁREA DE ESTUDO.	18
FIGURA 5 - MAPA DE CLASSIFICAÇÃO PERIGO EM FUNÇÃO DA ALTITUDE. ..	25
FIGURA 6 - MAPA DE CLASSIFICAÇÃO DO PERIGO EM FUNÇÃO DA DECLIVIDADE.	26
FIGURA 7 - MAPA DE CLASSIFICAÇÃO DO PERIGO EM FUNÇÃO DA ORIENTAÇÃO DAS ENCOSTAS.....	27
FIGURA 8 - MAPA DE CLASSIFICAÇÃO DO PERIGO EM FUNÇÃO DA COBERTURA VEGETAL.	28
FIGURA 9 - MAPA DE CLASSIFICAÇÃO DO PERIGO EM FUNÇÃO DA INFLUÊNCIA HUMANA.....	30
FIGURA 10 - MAPA DE ZONEAMENTO DE RISCO	31

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

AEIT	- Área Especial de Interesse Turístico
CELEPAR	- Companhia de Tecnologia da Informação e Comunicação do Paraná
FLONA	- Floresta Nacional
FOD	- Floresta Ombrófila Densa
FOM	- Floresta Ombrófila Mista
IAP	- Instituto Ambiental do Paraná
IAPAR	- Instituto Agrônômico do Paraná
IAT	- Instituto Água e Terra
IBAMA	- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente
IBGE	- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMBio	- Instituto Chico Mendes de Biodiversidade
m.s.n.m.	- metros sobre o nível do mar
MDE	- Modelo Digital de Elevação
MMA	- Ministério do Meio Ambiente
PEPP	- Parque Estadual do Pico Paraná
ROI	- Relatório de Ocorrência de Incêndio
SEMA	- Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Paraná
SIRGAS	- Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas
SNUC	- Sistema Nacional de Unidades de Conservação
UC	- Unidade de Conservação
ZRIF	- Zoneamento de Risco de Incêndios Florestais

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	11
2.1 OBJETIVO GERAL	11
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
3 REVISÃO DE LITERATURA	12
3.1 ZONEAMENTO DE RISCO.....	12
3.2 FATORES CONSIDERADOS NO ZONEAMENTO.....	12
3.2.1 Características topográficas	13
3.2.2 Cobertura vegetal.....	14
3.2.3 Atividades humanas geradoras de ignição.....	16
4 MATERIAL E MÉTODOS	17
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	17
4.1.1 Cobertura vegetal.....	18
4.2 MÉTODO PARA ZONEAMENTO DE RISCO DE INCÊNDIOS FLORESTAIS ...	19
4.2.1 Perigo em função da altitude.....	19
4.2.2 Definição de perigo em função da declividade	20
4.2.3 Definição de perigo em função da orientação das encostas	20
4.2.4 Definição de perigo em função da cobertura vegetal	21
4.2.5 Definição do risco em função da presença humana.....	21
4.2.6 Ponderação para o zoneamento de risco de incêndio florestal	22
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
5.1 PERIGO DE INCÊNDIO EM FUNÇÃO DA ALTITUDE	24
5.2 PERIGO DE INCÊNDIO EM FUNÇÃO DA DECLIVIDADE.....	25
5.3 PERIGO DE INCÊNDIO EM FUNÇÃO DA ORIENTAÇÃO DAS ENCOSTAS	26
5.4 PERIGO DE INCÊNDIO EM FUNÇÃO DA COBERTURA VEGETAL.....	27
5.5 RISCO DE INCÊNDIO EM FUNÇÃO DA INFLUÊNCIA HUMANA	29
5.6 ZONEAMENTO DE RISCO DE INCÊNDIOS FLORESTAIS DO PEPP	31
6 CONCLUSÕES	33
7 RECOMENDAÇÕES	34

1 INTRODUÇÃO

O estado do Paraná contém 1.169 km² de remanescentes de floresta ombrófila densa inseridos em unidades de conservação federais, estaduais e municipais categorizadas como de proteção integral (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2019). Parte destes remanescentes está distribuída em áreas montanhosas situadas nas regiões do litoral e da Serra do Mar.

No Paraná, a Serra do Mar constitui um sistema montanhoso que limita a planície litorânea do primeiro planalto. Elevando-se de 500 a 900 m acima do nível médio do planalto, suas serras marginais descontínuas são mais escarpadas do lado atlântico que do continental onde são dotadas de taludes íngremes e vertentes mais vigorosas (BIGARELLA, 2008).

Vashchenko, Favaretto e Biondi (2006) consideram que a cobertura vegetal exerce um papel fundamental na proteção do solo montanhoso contra a degradação, uma vez que o predomínio de solos pouco desenvolvidos proporcionou uma elevada fragilidade potencial. Sendo assim, o aumento da quantidade de incêndios nestas áreas pode ser considerado como um impacto de relevância ambiental.

Um caso emblemático em que se verifica a perda de biodiversidade e a impossibilidade de manutenção de processos ecológicos é a vertente norte do Morro Caratua, localizado no Parque Estadual do Pico Paraná. Em setembro de 2007, após um longo período de estiagem, um incêndio causado por fogueira mal apagada, durou 15 dias e consumiu aproximadamente 70 ha das encostas dos morros do Getúlio e do Caratua (STRUMINSKI, 2009). Em virtude da declividade e solo orgânico extremamente ressecado, o fogo subterrâneo subiu a sua encosta causando a morte da flora endêmica. Passados 13 anos do incêndio, a área incendiada continua evidente por suas rochas expostas e a grande quantidade de gramíneas nativas e exóticas, que ocupam o espaço onde outrora se estabelecia a floresta altomontana em elevado grau de conservação.

Esta pesquisa teve o intuito de definir um zoneamento de risco de incêndios florestais no Parque Estadual do Pico Paraná e no seu entorno. O levantamento poderá contribuir para a elaboração de estratégias de prevenção, preparo e resposta a ocorrências em unidades de conservação e propriedades rurais que possuam características semelhantes.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Definir um zoneamento de risco de incêndios florestais para o Parque Estadual do Pico Paraná e seu entorno.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- I. Identificar os fatores de risco e perigo de incêndios florestais do Parque Estadual do Pico Paraná e seu entorno;
- II. Indicar o zoneamento de risco de incêndios florestais por meio de mapas de acordo com os fatores identificados.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 ZONEAMENTO DE RISCO

O Zoneamento de Risco de Incêndios Florestais (ZRIF) trabalha com associação e correlação dos fatores ambientais que influenciam no comportamento de incêndios. Oliveira (2002) esclarece que a probabilidade de ocorrência do fogo se fundamenta na existência de uma fonte de calor e nas condições favoráveis para a sua propagação. O mapa de risco nada mais é do que a delimitação de áreas de acordo com a maior ou menor influência dessas variáveis sobre a ignição e a propagação do fogo (SOARES; BATISTA; TETTO, 2017)

A elaboração de um ZRIF, ferramenta cada vez mais utilizada na prevenção dos incêndios florestais, é importante pois possibilita a alocação racional de recursos utilizados na prevenção e na pré-supressão dos incêndios, assim como a determinação de medidas preventivas para cada zona (BATISTA, 2000; TETTO, 2012).

Para os mesmos autores, as condições locais influenciam de maneiras distintas e são fundamentais para definir a importância de cada variável na ocorrência e propagação dos incêndios.

3.2 FATORES CONSIDERADOS NO ZONEAMENTO

O potencial de risco relacionado aos incêndios florestais pode ser obtido após a análise dos seguintes parâmetros: características topográficas (altitude, declividade percentual e orientação das encostas), a cobertura vegetal e a presença humana. Porém, existe diferença entre os conceitos de risco e perigo de incêndio. O risco está relacionado à probabilidade de ocorrência em função da presença e/ou atividade de agentes causadores. O perigo de incêndio está relacionado às características do ambiente estudado, como por exemplo o tipo, quantidade, disponibilidade e arranjo do combustível existente, entre outros e a sua predisposição para ignição ou dificuldade para a extinção do incêndio (SOARES; BATISTA; TETTO, 2017).

A Figura 1 representa graficamente o processo de zoneamento de risco.

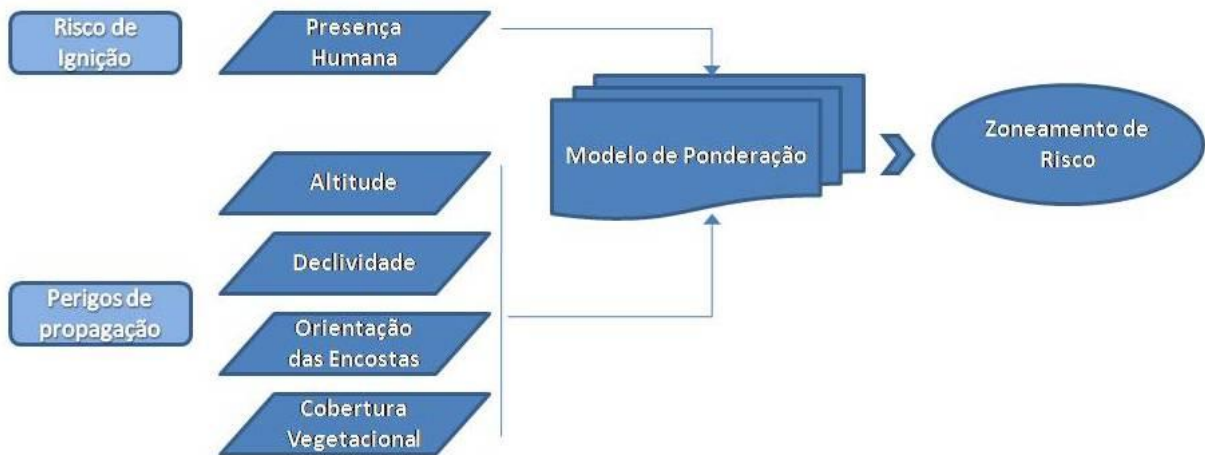


FIGURA 1 - INTERAÇÃO DE FATORES PARA OBTENÇÃO DO ZRIF
 Fonte: Adaptado de Omena *et al.* (2016).

3.2.1 Características topográficas

De acordo com Soares, Batista e Tetto (2017), a topografia é muito importante para determinar o comportamento do fogo, uma vez que a localização de vários tipos de combustíveis (vegetação) depende deste ambiente físico, influenciando seu crescimento e inflamabilidade. Além de ser um fator determinante nas características da vegetação, o relevo influencia os regimes de vento, condicionando assim o microclima, que atuam no sentido e na velocidade de propagação do fogo. As cadeias montanhosas também são outro obstáculo para o movimento das massas de ar e quando são suficientemente altas, determinam a existência de umidade relativa significativamente maior nas ladeiras de barlavento quando comparado às de sotavento (KOVALSYKI, 2016).

A altitude influencia na estrutura da vegetação, na umidade do ar, temperatura e nos combustíveis. Chuvieco e Congalton (1989) afirmam que regiões mais elevadas geralmente se caracterizam por serem mais úmidas e frias e que o fogo sofre maior influência da umidade e da temperatura. Por outro lado, Scheer, Cursio e Roderjan (2011) afirmam que a altitude influencia no gradiente vegetacional e no aumento da fragilidade do ecossistema em caso de incêndio.

A declividade (inclinação do terreno) está diretamente relacionada com a direção, velocidade e a intensidade de propagação do fogo, uma vez que o ar quente proveniente da área incendiada pré-aquece os combustíveis à frente do fogo, proporcionando maior velocidade de avanço nos aclives. Assim, dependendo do

ângulo, a inclinação pode ser mais importante que o vento na determinação da taxa de propagação do fogo (OLIVEIRA, 2002).

Para Soares, Batista e Tetto (2017), no hemisfério sul, a face das montanhas voltadas para o norte é a que recebe maior quantidade de energia, seguida da face oeste. As encostas voltadas para o norte são significativamente mais quentes devido à maior insolação do que as voltadas para o sul, com 98% de ocorrência de temperaturas máximas naquelas encostas. Por esta razão, Oliveira *et al.* (1995) afirmam que as encostas voltadas para o sul podem reter até 60% mais umidade.

3.2.2 Cobertura vegetal

Em se tratando de incêndios florestais, a cobertura vegetal é responsável pelo fornecimento do material combustível para queima (BATISTA; OLIVEIRA; SOARES, 2002). Segundo Roderjan *et al.* (2002), a região da Serra do Mar apresenta diversas tipologias vegetais. A floresta ombrófila densa é subdividida de acordo com a altitude. A floresta ombrófila densa submontana, na faixa de altitude entre 20 e 600 m.s.n.m. conta com árvores de grande porte. A floresta ombrófila densa montana, localizada normalmente entre as altitudes de 600 e 1200 m, caracteriza-se pelos indivíduos relativamente finos em comparação aos patamares inferiores e menor quantidade de espécies.

Típica do alto das encostas acima de 1200 m, a floresta ombrófila densa altomontana, caracteriza-se pelas suas árvores menos desenvolvidas (altura média de 4 m) porém com grande densidade arbórea (KOEHLER; GALVÃO; LONGHI, 2002). Em alguns trechos nas encostas a oeste das montanhas do lado ocidental da serra, a aproximadamente 1.100 m.s.n.m. ocorre o ecótono entre a floresta ombrófila densa montana e a floresta ombrófila mista montana, com a ocorrência de *Araucaria angustifolia* (SCHEER; CURCIO; RODERJAN, 2011).

Outra tipologia da fitogeografia da Serra do Mar é o sistema de refúgios vegetacionais (campos altomontanos), geralmente situados acima do limite da floresta ombrófila densa altomontana ou a ela entremeada e caracterizam-se pela formação vegetal de fisionomia campestre e subarbusiva (MOCOCHINSKI; SCHEER, 2008).

Para Struminski (2009), incêndios são particularmente graves em ecossistemas sensíveis como a floresta ombrófila densa altomontana, que é pouco

adaptada ao fogo (MEDEIROS; FIEDLER, 2003). Nos ambientes altomontanos onde se forma esta floresta, os solos apresentam-se rasos e pouco férteis, devido à lixiviação pela drenagem (SCHEER; CURCIO; RODERJAN, 2011) e com maior acúmulo de matéria orgânica, favorecendo incêndios subterrâneos (STRUMINSKI, 2009).

A comprovação fática destas afirmações são as marcas permanentes causadas pelo incêndio no morro Caratuva, ocorrido em 2007. A Figura 2 ilustra o efeito devastador do fogo em regiões com floresta ombrófila densa altomontana.

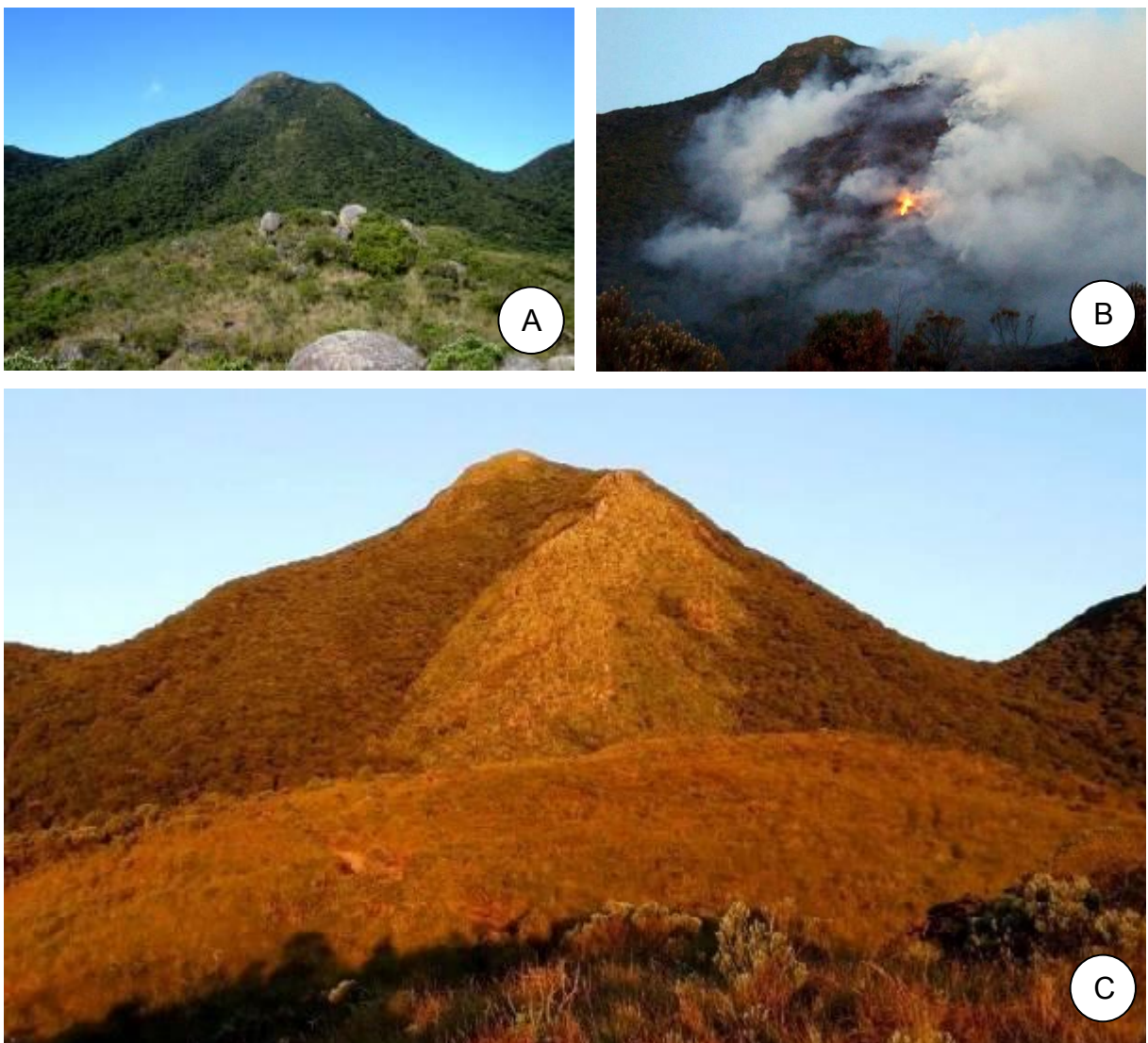


FIGURA 2 - EFEITOS DO FOGO NA FLORESTA ALTOMONTANA.
(A) Vegetação existente no Morro Caratuva até 2006; (B) Encosta incendiada em 2007;
(C) Evidências do incêndio após 13 anos.

Fonte: (A) Autor desconhecido (2006); (B) Elcio Ferreira (2007); (C) O autor (2020).

3.2.3 Atividades humanas geradoras de ignição

De acordo com Soares, Batista e Tetto (2017), as estatísticas demonstram que no Brasil as causas humanas são as principais fontes de ocorrências de incêndios florestais. Por serem dinâmicas no tempo e espaço Martínez, Vega-Garcia e Chuvieco (2009) afirmam que motivações intencionais ou a piromania dificultam a estimativa de padrões espaciais dos incêndios. Por esta razão tornam-se mais viáveis a implantação de modelos de risco para atividades que podem ser relacionadas a locais onde são desenvolvidas. Para a área de estudo, fumantes e fogueiras em acampamentos são os aspectos ambientais ligados às atividades recreativas. O uso do fogo na agricultura ainda é registrado em propriedades rurais na referida área. Deste modo, o mapa de risco que considera as influências humanas leva em conta a infra-estrutura existente na qual a vegetação sofre risco de ignição decorrente das atividades realizadas na área de estudo (KOPROSKI *et al.*, 2011).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo localiza-se no norte da Serra do Mar paranaense. O Parque Estadual do Pico Paraná (PEPP), criado pelo decreto 5.769/2002, (PARANÁ, 2002), tem área aproximada de 4.333,83 ha compreendidos nos municípios de Antonina e Campina Grande do Sul (Figura 3). Seu acesso principal está em Campina Grande do Sul nas coordenadas 25°13'19.90" S e 48°51'21.78" O.

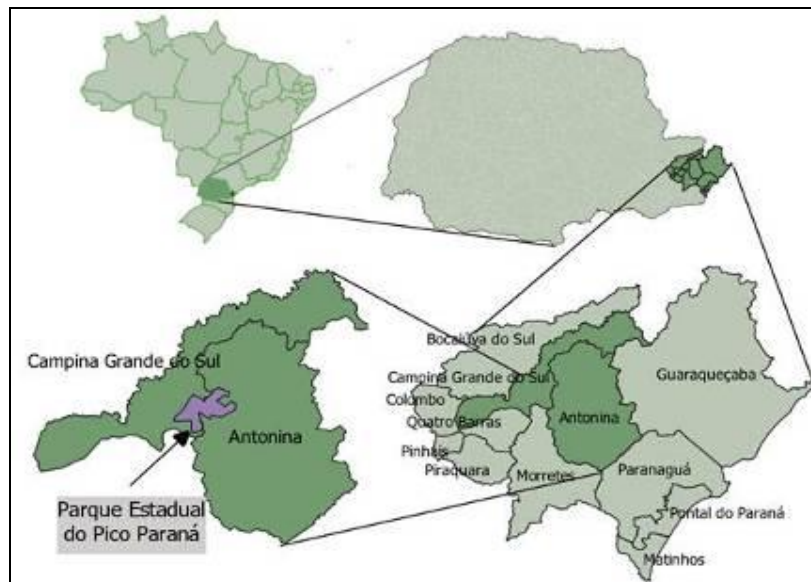


FIGURA 3 - LOCALIZAÇÃO DO PARQUE ESTADUAL DO PICO PARANÁ
Fontes: IBGE (2017), CELEPAR (2020) – Adaptado pelo autor

O clima da região é temperado (Cfb) segundo a classificação de Köppen. Tem grande amplitude altitudinal, visto que as bases dos contrafortes das montanhas se iniciam abaixo da cota de 500 m.s.n.m., chegando a 1.877 m no cume do Pico Paraná.

Mesmo já decorridos 18 anos desde a sua criação, o PEPP não conta com plano ou ações de manejo. Com exceção da instalação de uma base operacional e a contratação de porteiros realizada pelo Instituto Ambiental do Paraná (IAP), toda a manutenção das estruturas é realizada de forma voluntária por montanhistas (STRUMINSKI, 2009). Outro fato relevante é que parte da cadeia de montanhas não está legalmente inserida na unidade de conservação. Para a elaboração do ZRIF foi definido um *buffer*, ou seja, uma área de influência com 1 km de largura no entorno

do perímetro do PEPP, devido a relatos de incêndios iniciados nesta área e que penetraram no interior do parque. A área de estudo está ilustrada na FIGURA 1 e suas dimensões apresentadas na TABELA 1.

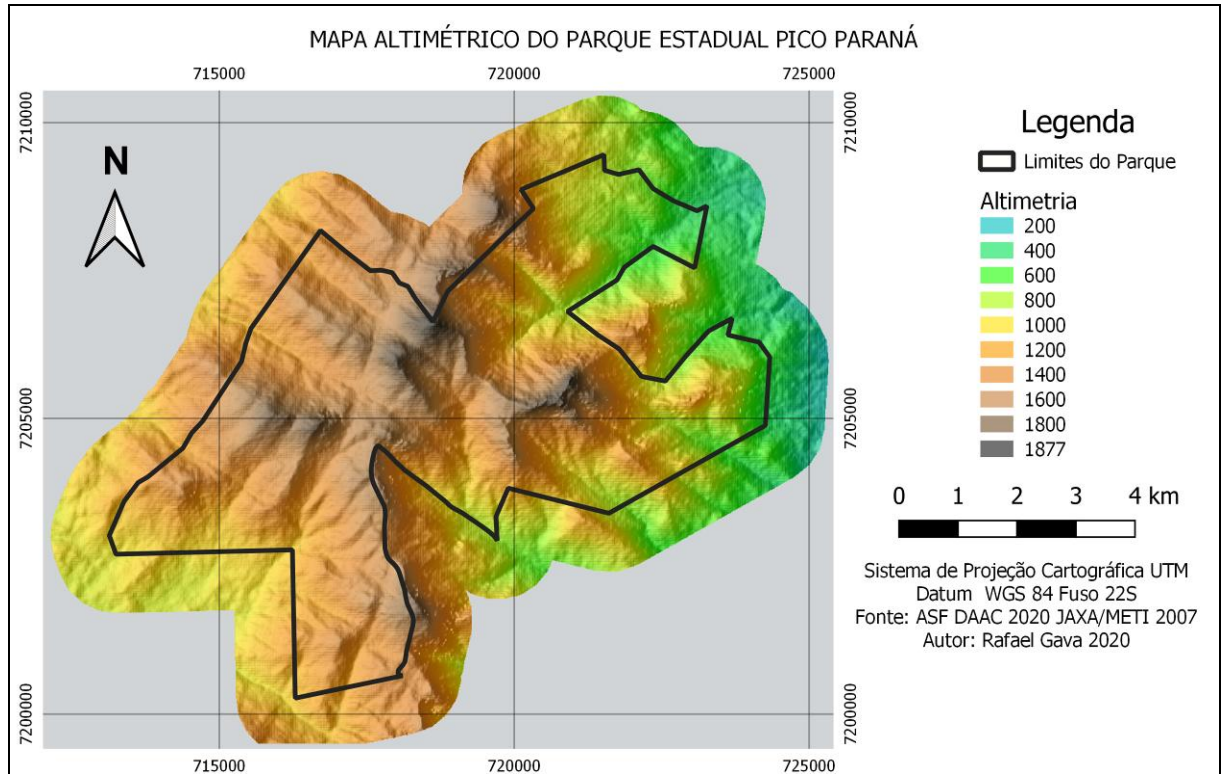


FIGURA 4 - MAPA HIPSOMÉTRICO E ÁREA DE ESTUDO.

Fonte: O autor (2020)

TABELA 1 - DISTRIBUIÇÃO TERRITORIAL DA ÁREA DE ESTUDO

Local	MEDIÇÃO DAS ÁREAS DO ZRIF		
	PEPP	Entorno	Área total do estudo
Área (ha)	4.333	4.383	8.716

Fonte: O autor (2021)

4.1.1 Cobertura vegetal

Dois tipos distintos de florestas cobrem a área de estudo: a Floresta ombrófila densa e a Floresta Ombrófila Mista. A área ainda apresenta os refúgios vegetacionais, os quais estão localizados principalmente nos topos (VASHCHENKO; FAVARETTO; BIONDI, 2006).

Segundo Roderjan *et al.* (2002), a região da Serra do Mar apresenta diversas tipologias vegetais sob influência atlântica, definidas pela ação combinada dos fatores ambientais (clima, geologia, relevo e solos). A Tabela 2 apresenta a

classificação da tipologia vegetal e as respectivas altitudes aproximadas de ocorrência.

TABELA 2 - TIPOLOGIA VEGETACIONAL PRESENTE NO PEPP

Tipologia da vegetação	
Descrição	Altitude de ocorrência (m.s.n.m.)* **
Floresta Ombrófila Densa Submontana	até cerca de 600
Floresta Ombrófila Densa Montana	de 600 a 1200
Floresta Ombrófila Densa Altomontana	acima de 1200
Floresta Ombrófila Mista	entre 800 e 1200
Floresta Ombrófila Mista Montana	acima de 1200
Refúgios Vegetacionais	acima de 1200

Fonte: Adaptado de Roderjan *et al.* (2002).

Com relação ao zoneamento da unidade de conservação, o Parque Estadual do Pico Paraná ainda tem um plano de manejo e por consequência não existe um zoneamento de uso. As áreas frequentadas são os cumes de montanha, clareiras para acampamento e as suas trilhas de acesso.

4.2 MÉTODO PARA ZONEAMENTO DE RISCO DE INCÊNDIOS FLORESTAIS

4.2.1 Perigo em função da altitude

Para elaboração do mapa temático de perigo conforme a altimetria, foi utilizada a classificação sugerida por Batista, Oliveira e Soares (2002), a qual apresenta os respectivos coeficientes de perigo para as cinco classes: baixo, moderado, alto, muito alto e extremo (TABELA 3).

TABELA 3 - GRAU DE PERIGO EM FUNÇÃO DA ALTIMETRIA

CLASSE ALTIMÉTRICA (m)	PERIGO	COEFICIENTES
Até 600,00	Extremo	5
600,01 – 900,00	Muito alto	4
900,01 – 1200,00	Alto	3
1200,01 – 1500,00	Moderado	2
Acima de 1500,00	Baixo	1

Fonte: Batista, Oliveira e Soares (2002).

4.2.2 Definição de perigo em função da declividade

Os valores de declividade do terreno foram distribuídos em cinco classes, conforme a classificação proposta por Batista, Oliveira e Soares (2002), seguida por Tetto (2009) e Kovalsyki (2016), que correspondem aos perigos: baixo, moderado, alto, muito alto e extremo (TABELA 4).

TABELA 4 - GRADUAÇÃO QUANTO À DECLIVIDADE

INCLINAÇÃO (%)	PERIGO	COEFICIENTES
Até 15	Baixo	1
16 – 25	Moderado	2
26 – 35	Alto	3
36 – 45	Muito alto	4
Acima de 46	Extremo	5

Fonte: Kovalsyki (2016).

Em áreas montanhosas a declividade não pode ser considerada somente para focos na parte baixa das elevações. Na área estudada também é necessário considerar o potencial de propagação de incêndios iniciados nos cumes. Nestes casos, a inclinação das encostas pode fazer com que materiais em chamas caiam sobre áreas ainda não incendiadas propagando o incêndio no sentido morro abaixo.

4.2.3 Definição de perigo em função da orientação das encostas

Batista, Oliveira e Soares (2002) também foram as fontes para a definição dos graus de perigo referentes à orientação das encostas (TABELA 5).

TABELA 5 - GRADUAÇÃO DE PERIGO QUANTO À ORIENTAÇÃO DAS ENCOSTAS

ÂNGULO DE ORIENTAÇÃO	EXPOSIÇÃO	PERIGO	COEFICIENTE
112,51° a 247,50°	SE / S / SW	Baixo	1
67,51° a 112,50°	E	Moderado	2
22,51° a 67,50°	NE	Alto	3
247,51° a 337,50°	NW / W	Muito alto	4
337,51° a 22,50°	N	Extremo	5

Fonte: Batista, Oliveira e Soares (2002).

4.2.4 Definição de perigo em função da cobertura vegetal

Para a análise de perigo em virtude da cobertura vegetal da área de estudo foram obtidas informações através da carta de vegetação “Área Especial de Interesse Turístico” (AEIT) Marumbi (SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS DO PARANÁ, 2004). O grau de perigo foi atribuído com base na classificação proposta por Omena *et al.* (2016), Tetto (2012) e Batista, Oliveira e Soares (2002). A Tabela 6 apresenta o risco associado a cada formação vegetal.

TABELA 6 - CLASSIFICAÇÃO SEGUNDO A COBERTURA VEGETAL

TIPO DE COBERTURA VEGETAL	PERIGO	COEFICIENTES
F.O.D. Submontana	Moderado	2
F.O.M. Montana	Alto	3
F.O.D. Montana	Alto	3
F.O.D. Altomontana	Muito alto	4
Fase intermediária – capoeirão	Muito alto	4
Refúgios (campos de altitude)	Extremo	5
Agropecuária e outros	Extremo	5
Fase inicial – capoeira	Extremo	5

FONTE: Adaptado de Omena *et al.* (2016), Kovalsyki (2016), Tetto, Batista e Soares (2012) e Koproski *et al.* (2011).

4.2.5 Definição do risco em função da presença humana

O mapa de risco segundo a presença humana representa as regiões onde a vegetação sofre risco de incêndio devido às atividades realizadas no parque e no seu entorno. O coeficiente de risco foi atribuído em relação às atividades humanas de acordo com o apresentado por Tetto, Batista e Soares (2012). Foram consideradas como suscetíveis à influência humana: trilhas, áreas de acampamento, estradas e redes de alta tensão. O raio de influência definido foi de 20 metros a partir do eixo das trilhas, estradas e redes de alta tensão. Para as áreas de acampamento e habitações, foi definida a distância de 50 metros dos seus perímetros, adaptando este critério de Koproski *et al.* (2011). As áreas externas ao raio de influência permaneceram com a classificação original do potencial de risco de incêndio. Na Tabela 7 estão classificadas as relações entre o nível de risco, as áreas sob influência de atividades humanas e seus respectivos coeficientes (KOPROSKI *et al.*, 2011).

TABELA 7 - CLASSIFICAÇÃO E GRADUAÇÃO DE RISCOS DEVIDO À INFLUÊNCIA HUMANA

PRESENÇA HUMANA	RISCO	COEFICIENTE
Sem influência	Não	0
Com influência	Sim	5

Fonte: Tetto, Batista e Soares (2012).

4.2.6 Ponderação para o zoneamento de risco de incêndio florestal

O mapa de zoneamento de risco de incêndio resultou da integração dos mapas temáticos produzidos para os fatores apresentados anteriormente. A integração destes mapas foi realizada por meio de um modelo de ponderação adaptado de Tetto, Batista e Soares (2012) para a Flona Irati e Koproski *et al.* (2011), para o Parque Estadual do Cerrado, onde cada variável foi qualificada conforme sua importância para a ocorrência e propagação de incêndios. A adaptação do modelo de ponderação se justifica pois Oliveira (2002) preconiza que as condições locais para a ocorrência dos incêndios são fundamentais para definir o melhor modelo de integração, determinando a importância de cada variável em função de suas potencialidades.

Para o caso do PEPP, foi necessário adaptar os modelos dando peso maior para a presença humana. Segundo Mocoichinski e Scheer (2008) a conduta inadequada de pessoas em atividades recreativas também vem causando impactos significativos neste ecossistema. Os mais comuns são a abertura de trilhas e atalhos, o estabelecimento descontrolado de áreas de acampamento e principalmente, mesmo que de forma isolada, o uso inadequado do fogo.

O segundo fator com maior influência é a vegetação, pois esta representa o combustível disponível.

Os estudos da topografia, da paisagem e dos poucos registros de ocorrência de fogo sugerem que a fisionomia vegetal também é diferente conforme a orientação das encostas, ou seja, é provável que este fator apresente influência na propagação de incêndios. Os fatores relacionados com a topografia (orientação das encostas, declividade e altimetria) receberam pesos de modo que a sua somatória não fosse maior que o peso atribuído à variável do perfil vegetacional e de forma que a somatória total dos pesos das variáveis totalizasse dez pontos.

O ZRIF foi distribuído em cinco classes, correspondendo aos riscos baixo, moderado, alto, muito alto e extremo. A integração dos dados foi realizada por meio

da análise modelo digital de elevação com *pixels* de 12,5 m x 12,5 m em formato *raster* com a aplicação da equação expressa a seguir:

$$\text{RISCO} = 4H + 3V + 1,5E + 1D + 0,5A$$

Onde:

H = coeficiente de risco segundo influências humanas;

V = coeficiente de risco segundo a cobertura vegetal;

E = coeficiente de risco segundo a orientação das encostas;

D = coeficiente de risco segundo a declividade;

A = coeficiente de risco segundo a altimetria.

Na Tabela 8 estão representadas as relações entre os resultados da ponderação com as respectivas classes de risco de incêndio e sua propagação.

TABELA 8 - CLASSIFICAÇÃO DO RISCO PONDERADO DE INCÊNDIO

RESULTADO	PERIGO	COEFICIENTES
Até 14,8	Baixo	1
de 14,9 a 23,7	Moderado	2
de 23,8 a 32,6	Alto	3
de 32,7 a 41,5	Muito alto	4
≥ 41,6	Extremo	5

Fonte: Adaptado de Koproski *et al.* (2011).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos na classificação de cada fator de risco de incêndios florestais na área de estudo foram subdivididos entre o interior do PEPP e o seu entorno.

5.1 PERIGO DE INCÊNDIO EM FUNÇÃO DA ALTITUDE

A área de estudo tem altitude variando entre aproximados 400 até 1877 m.s.n.m. A Tabela 9 apresenta os percentuais das áreas de acordo com os diferentes graus de risco, discriminados entre o interior do PEPP e o seu entorno.

TABELA 9 - REPRESENTATIVIDADE POR CLASSE DE ALTITUDE

RISCO	ALTITUDE (m)	PEPP (%)	ENTORNO (%)	ÁREA DO ESTUDO (%)
Baixo	acima de 1500	14	4	9
Moderado	de 1201 a 1500	40	18	29
Alto	de 901 a 1200	29	35	32
Muito alto	de 601 a 900	13	24	19
Extremo	Até 600	4	18	11
TOTAL		100	100	100

Fonte: O autor (2021)

O mapa do perigo de propagação em função da altitude apresenta-se na Figura 5.

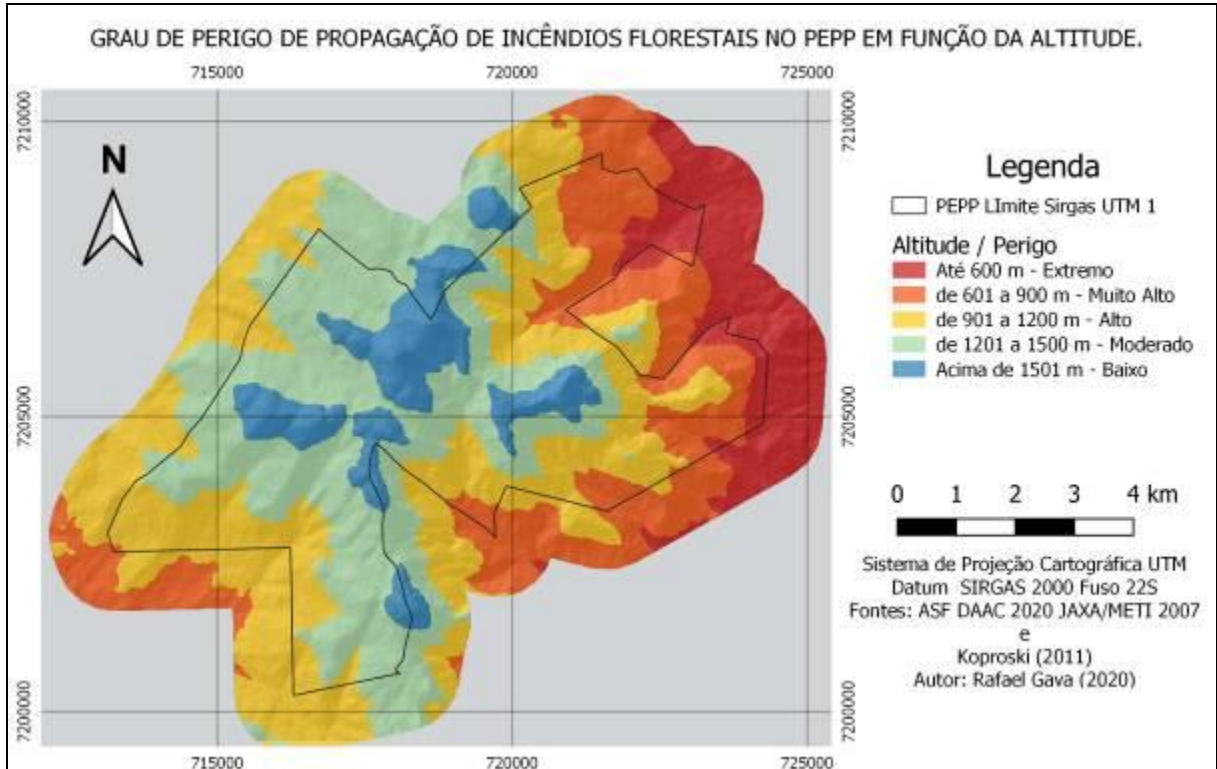


FIGURA 5 - MAPA DE CLASSIFICAÇÃO PERIGO EM FUNÇÃO DA ALTITUDE.
Fonte: O autor (2020)

Os resultados revelam que 4% da área da unidade de conservação são de risco extremo e estão localizados no setor leste. As áreas com maior perigo em função da altitude localizam-se no exterior do PEPP, já na porção litorânea. As vulnerabilidades muito alta ou extrema foram identificadas em 30% da área total.

5.2 PERIGO DE INCÊNDIO EM FUNÇÃO DA DECLIVIDADE

A classificação dos perigos de propagação de fogo em função da declividade está apresentada na Tabela 10 e apresentada espacializada na Figura 6.

TABELA 10 - REPRESENTATIVIDADE (%) POR CLASSE DE DECLIVIDADE

PERIGO	DECLIVIDADE (%)	PEPP (%)	ENTORNO (%)	ÁREA DO ESTUDO (%)
Baixo	Até 15	2	8	5
Moderado	16 – 25	9	14	11
Alto	26 – 35	15	19	17
Muito alto	36 - 45	18	19	18
Extremo	acima de 46	56	40	48
TOTAL		100	100	100

Fonte: O autor (2021)

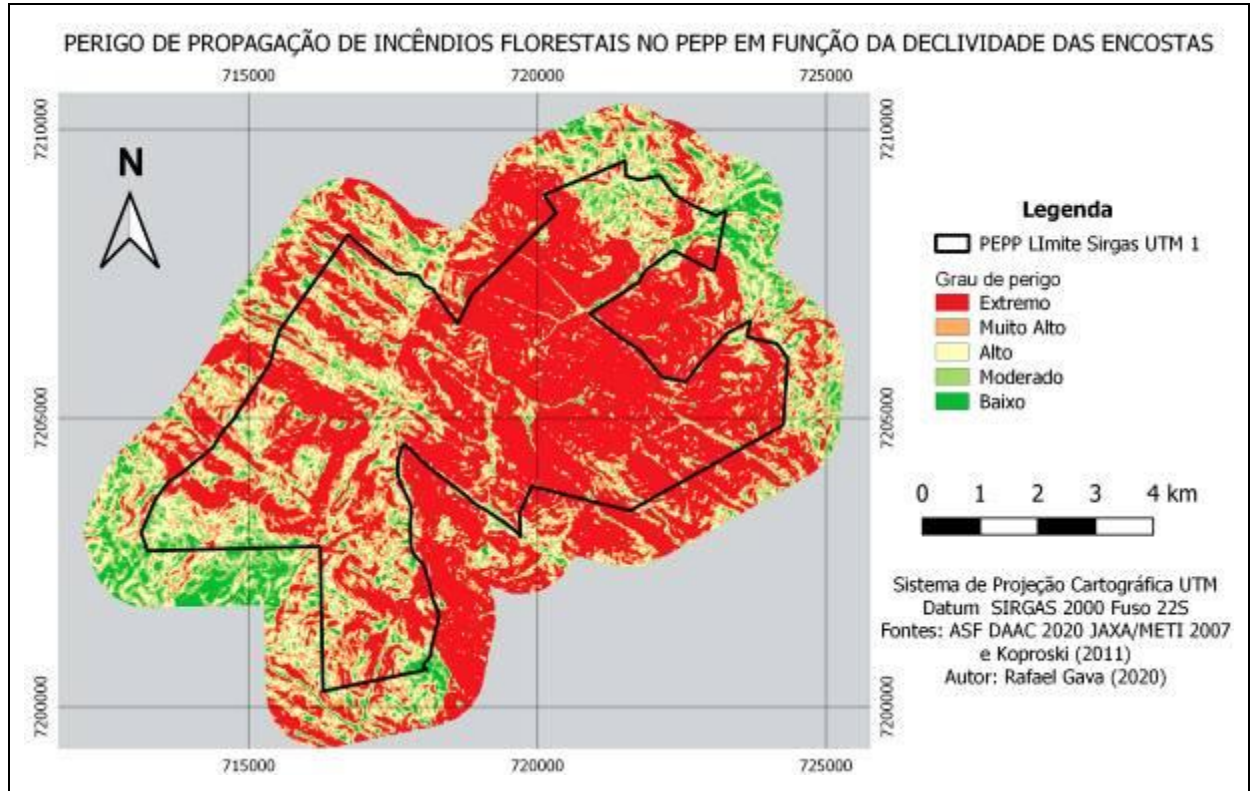


FIGURA 6 - MAPA DE CLASSIFICAÇÃO DO PERIGO EM FUNÇÃO DA DECLIVIDADE.
Fonte: O autor (2020)

Os resultados demonstram que 89% da área interna do PEPP foi classificada como de riscos alto, muito alto ou extremo (15%, 18% e 56%, respectivamente). As áreas menos declivosas estão no exterior do PEPP.

5.3 PERIGO DE INCÊNDIO EM FUNÇÃO DA ORIENTAÇÃO DAS ENCOSTAS

A TABELA 11 apresenta os resultados referentes à representação territorial das classes de perigo em relação à orientação das encostas montanhosas.

TABELA 11 - REPRESENTATIVIDADE POR CLASSE DE ALTITUDE

PERIGO	EXPOSIÇÃO	PEPP (%)	ENTORNO (%)	ÁREA DO ESTUDO (%)
Baixo	SE / S / SW	46	34	41
Moderado	E	12	15	14
Alto	NE	12	17	15
Muito alto	NW / W	18	20	19
Extremo	N	12	13	12
TOTAL		100	100	100

Fonte: O autor (2021)

O mapa de risco em função da orientação das encostas (FIGURA 7) indica as áreas que necessitam mais atenção por receberem maior insolação uma vez que a radiação solar exerce grande influência no teor de umidade do material combustível resultando em uma maior secagem (OMENA *et al.* 2016).

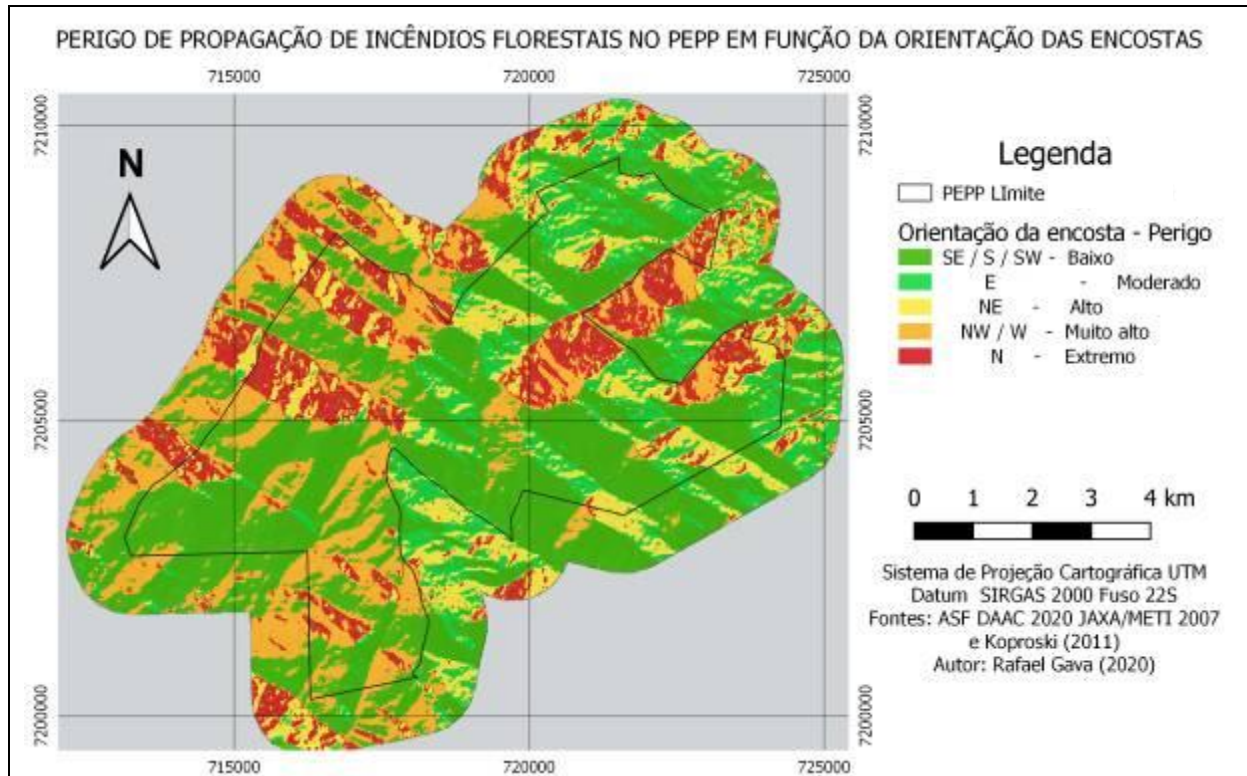


FIGURA 7 - MAPA DE CLASSIFICAÇÃO DO PERIGO EM FUNÇÃO DA ORIENTAÇÃO DAS ENCOSTAS.

Fonte: O autor (2020)

As classes de perigo alto, muito alto e extremo, presentes nas encostas nordeste (NE), noroeste (NW), oeste (W) e norte (N), respectivamente ocupam 30% da área do parque e 33% do entorno, intensificando o perigo de propagação do fogo.

5.4 PERIGO DE INCÊNDIO EM FUNÇÃO DA COBERTURA VEGETAL

A definição do perigo em função da cobertura vegetal levou em conta tipologia e o seu grau de influência antrópica. Os resultados se apresentam na TABELA 12.

TABELA 12 - REPRESENTATIVIDADE POR TIPO DE COBERTURA VEGETAL

TIPO DE COBERTURA VEGETAL		PEPP (%)	ENTORNO (%)	A. ESTUDO (%)
F.O.D. Submontana	Moderado	2	10	6
F.O.M. Montana	Alto	1	7	4
F.O.D. Montana	Alto	36	32	34
F.O.D. Altomontana	Muito alto	41	17	29
Fase Interm.- capoeirão	Muito alto	5	14	9
Refúgios Vegetacionais	Extremo	13	10	11
Agropec. e Outros	Extremo	0	1	0
Fase Inicial - capoeira	Extremo	2	9	6
	Total	100	100	100

Fonte: O autor (2021)

Os resultados acima estão representados graficamente no MAPA 8.

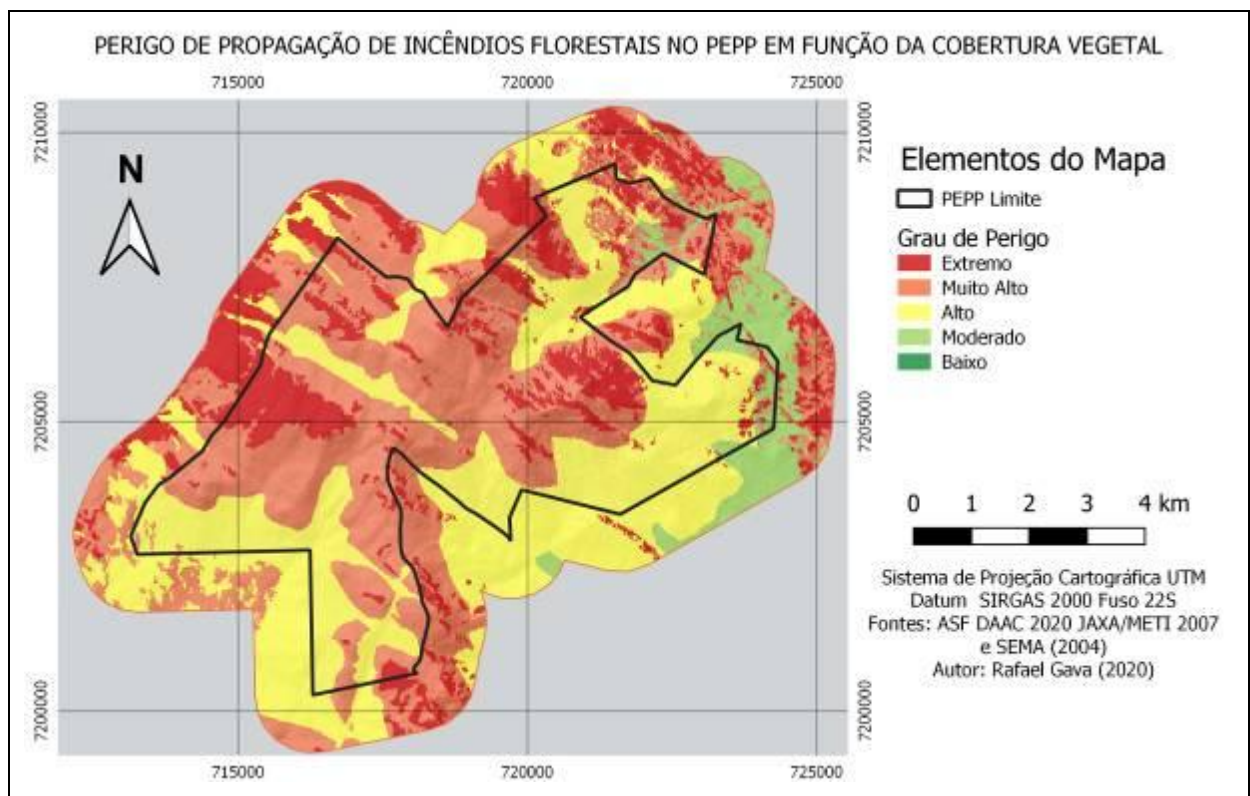


FIGURA 8 - MAPA DE CLASSIFICAÇÃO DO PERIGO EM FUNÇÃO DA COBERTURA VEGETAL.

Fonte: O autor (2020)

Quanto ao interior do parque, as áreas com grau de perigo de inflamabilidade muito alto e extremo ocupam 61%, quando totalizadas a floresta ombrófila densa altomontana (41%), com grau de perigo muito alto; as capoeiras (7%) e principalmente, os refúgios vegetacionais (13%), com grau de perigo

extremo. Área do entorno ao PEPP também conta com 10% de seu território ocupado por refúgios vegetacionais, neste caso o somatório das regiões com grau de risco muito alto ou extremo foi de 55%.

A cobertura vegetal é o fator natural com grande influência no comportamento do fogo (SOARES; BATISTA; NUNES, 2008). Sem vegetação não existe combustível e sem combustível não há fogo (SOARES; BATISTA; TETTO, 2017). Além da presença de gramíneas, com propriedades físico-químicas que favorecem a sua inflamabilidade (BEUTLING, 2005), os refúgios vegetacionais estão localizados nos altos das montanhas, expostos à radiação solar direta durante todo o dia e expostas a temperaturas negativas durante o inverno.

5.5 RISCO DE INCÊNDIO EM FUNÇÃO DA INFLUÊNCIA HUMANA

O risco de incêndios em função das influências humanas identificou as áreas de infra-estruturas e circulação de pessoas. O risco extremo está restrito às moradias, linhas de transmissão, estradas, trilhas e áreas de acampamento. A TABELA 13 apresenta os resultados.

TABELA 13 - RISCO EM FUNÇÃO DA INFLUÊNCIA HUMANA

RISCO	PRESENÇA HUMANA	PEPP (%)	ENTORNO (%)	ÁREA DO ESTUDO (%)
Não	Sem influência	97	98	97
Sim	Com influência	3	2	3
TOTAL		100	100	100

Fonte: O autor (2021)

A representação gráfica está ilustrada no mapa da FIGURA 9.

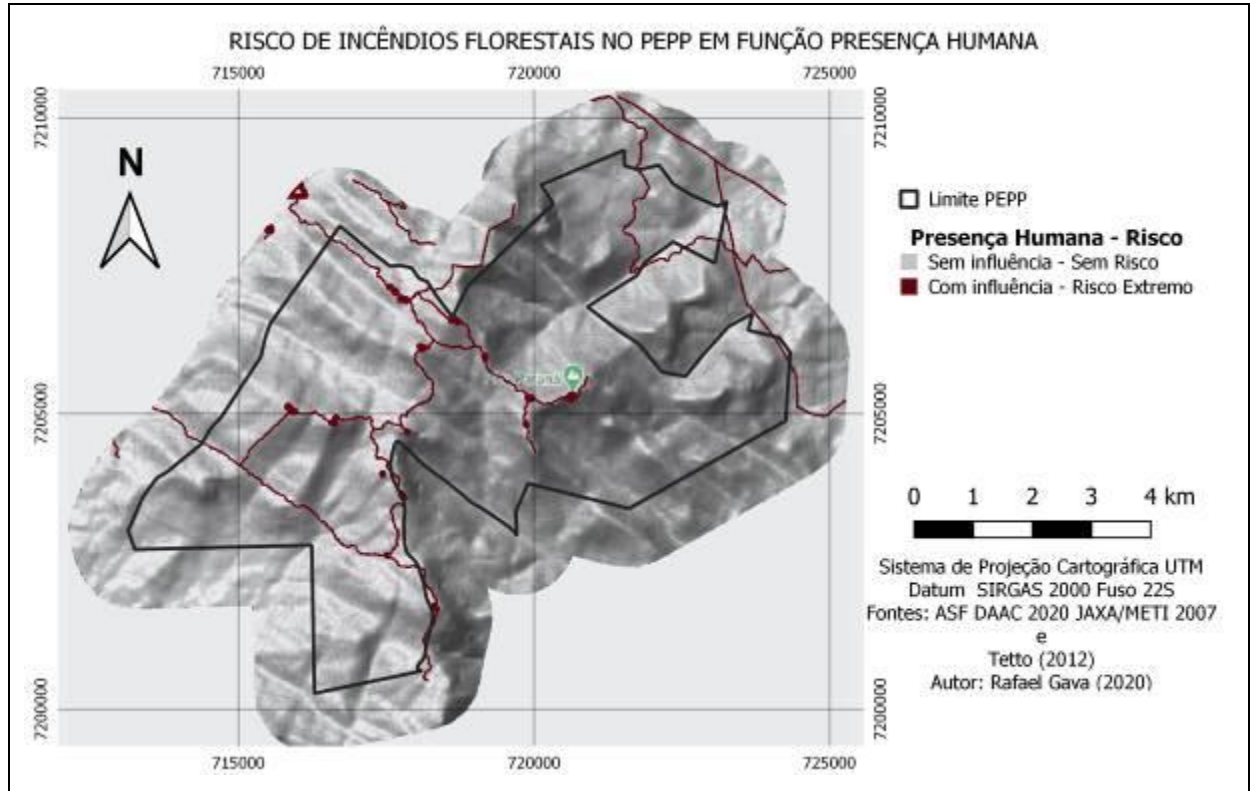


FIGURA 9 - MAPA DE CLASSIFICAÇÃO DO PERIGO EM FUNÇÃO DA INFLUÊNCIA HUMANA.
Fonte: O autor (2020)

Com relação ao potencial de ignição antrópico, a Tabela 13 e o respectivo mapa mostram que na maioria da área de estudo (97%), não há risco de incêndios florestais em função da presença humana. Existe registro de focos de calor nas propriedades vizinhas. Em 2008, por exemplo, o incêndio que atingiu o morro Pedra Branca, situado no extremo leste do PEPP, foi iniciado em uma fazenda localizada na sua área de entorno. Dessa forma, as atividades realizadas nas propriedades do entorno, tais como pecuária, agricultura, silvicultura e transmissão de energia elétrica foram consideradas como risco extremo para a elaboração do mapa de risco de incêndio, não sendo usado gradiente de risco entre elas.

Em razão de não haver plano de manejo, qualquer atividade voltada para o uso público é livremente praticada no interior da UC. A inexistência de regulamentação acarreta, entre outras coisas, a falta de uma abordagem efetiva sobre a problemática dos incêndios. Em virtude disso as atividades de educação ambiental, prevenção e monitoramento devem ser permanentes.

5.6 ZONEAMENTO DE RISCO DE INCÊNDIOS FLORESTAIS DO PEPP

A ponderação dos fatores de perigo de propagação de incêndios e do risco de ignição por influência humana viabilizou o mapa do zoneamento de risco de incêndios florestais no PEPP e na área de influência (FIGURA 7).

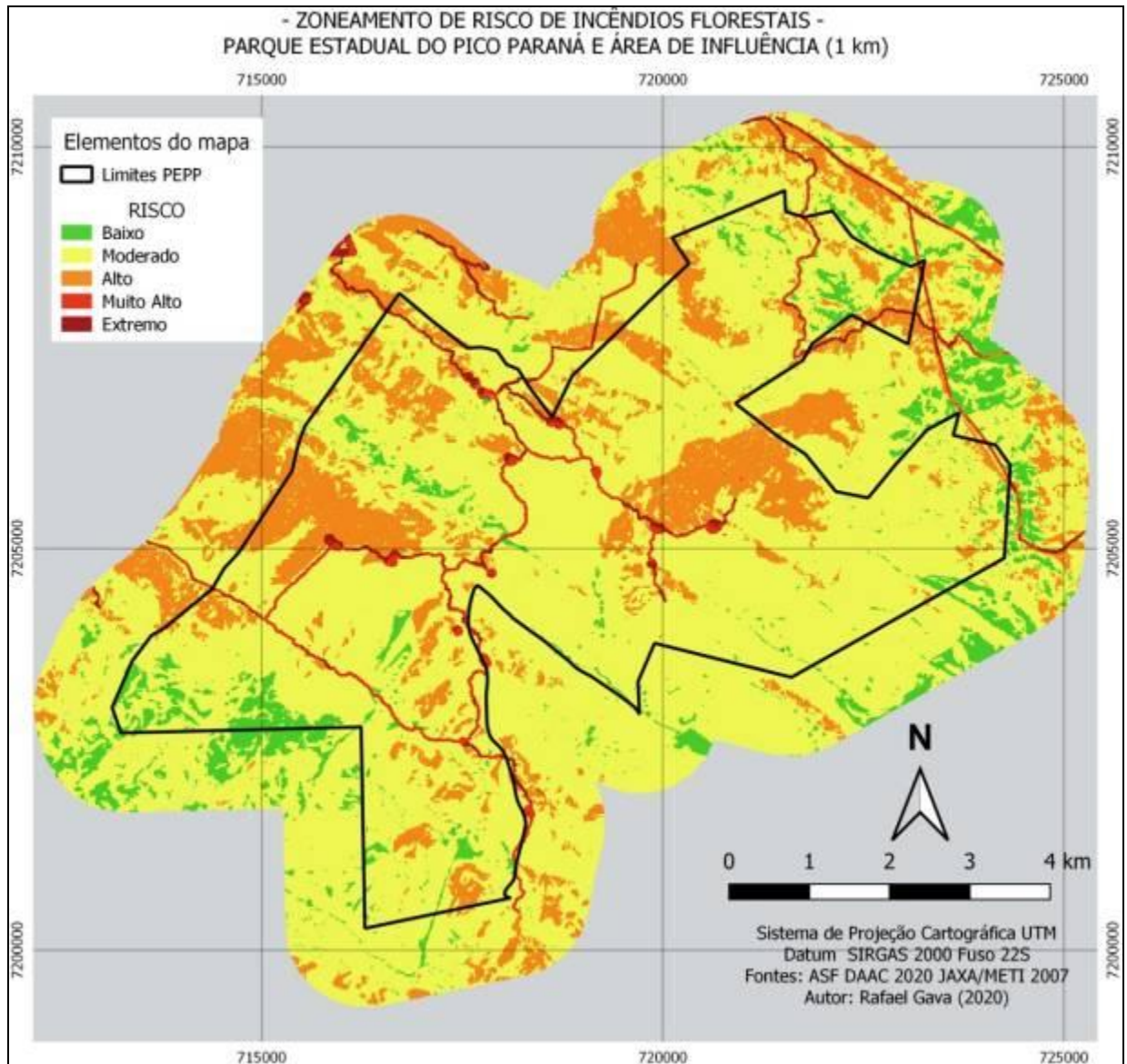


FIGURA 10 - MAPA DE ZONEAMENTO DE RISCO
Fonte: O autor (2021)

A Tabela 14 mostra a representatividade territorial dos riscos no interior do PEPP, na área de influência e no somatório das mesmas.

TABELA 14 - REPRESENTATIVIDADE DE ÁREAS PARA O RISCO FINAL DE INCÊNDIOS FLORESTAIS.

PERIGO	PEPP (%)	ENTORNO (%)	ÁREA DO ESTUDO (%)
Baixo	4	8	6
Moderado	75	71	73
Alto	18	18	18
Muito alto	2	1	1
Extremo	1	1	1
TOTAL	100	100	100

Fonte: O autor (2021)

Aproximadamente 80% das áreas possuem riscos baixo ou moderado, enquanto o risco extremo não ultrapassou 1%. Mesmo assim medidas de prevenção são fundamentais para evitar danos duradouros a este ecossistema que possui baixa resiliência aos incêndios. A ponderação não levou em conta os recentes fenômenos climáticos de estiagem histórica (BUCHMANN, 2020) ou o ciclone bomba ocorrido em julho do mesmo ano (RPC, 2020) com ventos acima da marca de 100 km/h.

“Todo incêndio começa pequeno”. Com base neste princípio citado por Soares, Batista e Tetto (2017), o estudo levou em conta a influência fundamental da presença humana para mensurar o risco de incêndios florestais.

A trilha no bloco do Pico Paraná, as cimeiras dos morros Camapuã, Tucum, Itapiroca, Getúlio e Caratua são os locais mais preocupantes do ponto de vista do combate. Além dos acampamentos, os trechos em que as trilhas atravessam as faces norte e oeste das montanhas oferecem maior de risco de incêndios.

Chama atenção o fato de que aproximadamente 20% da encosta norte do morro Caratua e a totalidade dos Picos Ferraria e Taipabuçu não terem sido incluídos na demarcação original do PEPP. Parte de suas encostas foram classificadas com risco muito alto de incêndio, além de existirem áreas com silvicultura comercial e vegetação de capoeira na vertente norte, o que também potencializa o perigo de propagação.

6 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos pode-se concluir que:

Para o zoneamento de risco de incêndios florestais do Parque Estadual do Pico Paraná foram identificados, classificados e quantificados os fatores de risco de ignição e perigo de propagação, possibilitando qualificar áreas prioritárias para ações preventivas.

Foi possível indicar o zoneamento de risco de incêndios florestais por meio dos mapas de acordo com os fatores identificados, apresentando inclusive áreas com perigos alto e muito alto até então despercebidas pela comunidade que voluntariamente atua na manutenção da unidade de conservação.

7 RECOMENDAÇÕES

- a) Recomenda-se prioridade máxima à elaboração do plano de manejo do PEPP e a sua ampliação para as áreas dos Picos Taipabuçu e Ferraria.
- b) A metodologia utilizada neste trabalho demonstrou ser aplicável em outras unidades de conservação brasileiras, especialmente carentes de dados disponíveis sobre o histórico do fogo. Propriedades rurais com características semelhantes também podem utilizar este método como ferramenta de proteção patrimonial.
- c) Este estudo deve ser atualizado periodicamente levando em conta a constante alteração das condições ambientais e as perceptíveis mudanças climáticas que podem modificar o nível de risco ao longo do tempo.
- d) O dano causado por incêndios em altitude parece ter efeitos com longa duração no ambiente. O modelo utilizado neste estudo se mostra aplicável em outras unidades de conservação localizadas na Serra do Mar especialmente carentes de dados disponíveis sobre o histórico do fogo.
- e) Como complemento ao ZRIF sugere-se a definição de áreas prioritárias para proteção em caso de fogo, o levantamento da carga de material combustível existente e a melhoria do entendimento do comportamento do fogo em ambientes naturais brasileiros com altitude elevada ou montanhosos.
- f) Fica evidente a necessidade permanente de programa de atividades de prevenção aos incêndios florestais. Algumas das ações sugeridas são:
 - avaliações e monitoramento dos impactos dos incêndios passados;
 - aproveitamento do potencial do voluntarismo e a correta formação em ecologia de montanhas, prevenção e atendimento a incêndios neste parque e em outros locais da Serra do Mar;
 - instalação de estação meteorológica para alerta de incêndios; disponibilização de equipamentos para pré supressão e combate;
 - implementação e rotina de uso de relatório de ocorrência de incêndio florestal.
- g) Recomenda-se também a instalação de sinalização indicativa do grau de risco de incêndios no início do trajeto das trilhas, para a informação e sensibilização dos visitantes sem prejuízo da proibição de fogueiras para qualquer finalidade no interior da unidade de conservação.

REFERÊNCIAS

BATISTA, A. C.; OLIVEIRA, D. S.; SOARES, R. V. **Zoneamento de risco de incêndios florestais para o estado do Paraná**. Curitiba: FUPEF, 2002.

BEUTLING, A. **Caracterização para modelagem de material combustível superficial em reflorestamento de Araucaria angustifolia (Bert.) O.Ktze**. 113 f. Dissertação (mestrado em Engenharia Florestal). Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2005.

BIGARELLA, J. J. **A Serra do Mar e a porção oriental do estado do Paraná: um problema de segurança ambiental e nacional**. Florianópolis: UFSC, 2008.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. **Cadastro Nacional de Unidades de conservação**. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/areas-protegidas/cadastro-nacional-de-ucs>>. Acesso em 09 set. 2018.

BUCHMANN, F. **Paraná: estiagem afeta vários setores e deve durar até 2021**. Disponível em: <https://cbncuritiba.com/parana-estiagem-afeta-varios-setores-e-deve-durar-ate-2021>. Acesso em 11 jan. 2021.

CHUVIECO, E.; CONGALTON, R. G. *Application of remote sensing and geographic information systems to forest fire hazard mapping*. **Remote Sensing of Environment**, New York, v. 29, p. 147-159, 1989.

COMPANIA DE TELECOMUNICAÇÃO E INFORMAÇÃO DO PARANÁ (CELEPAR). **Unidades de conservação unificadas (IAT)**. Disponível em: <<https://visualizador.inde.gov.br/Ativar?url=http://geoserver.pr.gov.br/geoserver/ows>> Acesso em 10 nov. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO de GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Bases cartográficas contínuas- Brasil**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/bases-cartograficas-continuas/15759-brasil.html?=&t=downloads>>. Acesso em: 10 nov. 2020.

KOEHLER, A.; GALVÃO, F.; LONGHI, S.J. Floresta ombrófila densa altomontana: aspectos florísticos e estruturais de diferentes trechos na Serra do Mar, PR. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 12, n. 2, p. 27-39, 2002

KOPROSKI, L., FERREIRA, M. P., GOLDAMMER, J. G., BATISTA, A. C. Modelo de zoneamento de risco de incêndios para unidades de conservação brasileiras: o caso do Parque Estadual do Cerrado. **Floresta**, Curitiba, v. 41, n.3, p. 551-562, set. 2011.

KOVALSYKI, B; Zoneamento de risco de incêndios florestais para o Parque Estadual de Vila Velha e seu entorno. 73 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

MARTÍNEZ, J.; VEGA-GARCIA, C.; CHUVIECO, E. Human-caused wildfire risk rating for prevention planning in Spain. **Journal of Environmental Management**, v. 90, n. 2, p. 1241 – 1252, 2009

MEDEIROS, M. B. de; FIEDLER, N. C. Incêndios florestais no Parque Nacional da Serra da Canastra: desafios para a conservação da biodiversidade. **Ciência Florestal**, v. 14, n. 2, p. 157-168, 2003.

MOCOCHINSKI, A.Y.; SCHEER, M.B. Campos de altitude na serra do mar paranaense: aspectos florísticos. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 38, n. 4, p. 625-640, out./dez. 2008.

OLIVEIRA, R.R.; ZAU, A.S.; LIMA, D. F.; SILVA, M.B.R.; VIANNA, M.C.; SODRÉ, D.O.; SAMPAIO, P.D. Significado ecológico da orientação de encostas no maciço da Tijuca, Rio de Janeiro, **Oecologia Brasiliensis**, v. 1, p. 523-541, 1995.

OLIVEIRA, D.S. **Zoneamento de risco de incêndios em povoados florestais no norte de Santa Catarina**. 113 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

OMENA, M. T. *et al.* Zoneamento do risco de incêndio florestal para o Parque Nacional de São Joaquim – SC. **Revista Biodiversidade Brasileira – BioBrasil**, v., n. 6, v. 2, p. 173-186, 2016.

PARANÁ. Decreto 5769, de 05 de junho de 2002. Cria o Parque Estadual Pico Paraná, localizado nos municípios de Campina Grande do Sul e Antonina. **Sistema de Informações Ambientais**, Paraná.

RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S.; HATSCHBACH, G. G. As unidades fitogeográficas do estado do Paraná. **Cienc.Ambient.** v.13, n.24(1), p. 75-92, 2002.

REDE PARANAENSE DE COMUNICAÇÃO (RPC). Ciclone deixa rastro de destruição e mortos no sul do Brasil. Disponível em: <<https://www.gazetadopovo.com.br/republica/video-ciclone-parana-santa-catarina-e-rio-grande-do-sul>>. Acesso em 10 jan. 2021

SCHEER, M. B.; CURCIO, G. R.; RODERJAN, C. V.; Funcionalidades ambientais de solos altomontanos na Serra da Igreja, Paraná. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 1013-1026, Aug. 2011.

SCHEER, M.B.; MOCOCHINSKI, A.Y. Florística vascular da Floresta Ombrófila Densa Altomontana de quatro serras no Paraná. **Biota Neotrop.** 9(2): 51-70. 2009.

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS DO PARANÁ (SEMA). **Mapa Vegetação AEIT Marumbi**. 2004. Escala 1:75.000

SOARES, R. V.; BATISTA, A. C.; NUNES, J. R. **Manual de prevenção e combate a incêndios florestais**. 2. ed. Curitiba, 2008. 55 p.

SOARES, R. V.; BATISTA, A. C.; TETTO, A. F. **Incêndios florestais: controle, efeitos e uso do fogo**. Curitiba, 2017.

STRUMINSKI, E. **Resiliência a incêndios da vegetação do P.E. Pico Paraná.** 2009. (Relatório de pesquisa).

TETTO, A. F. **Avaliação do risco como subsidio para o planejamento da proteção contra incêndios florestais em unidades de conservação - estudo de caso da Flona de Irati – PR.** 109 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

_____. Zoneamento de risco de incêndios florestais para a Floresta Nacional de Irati, estado do Paraná, Brasil. **Sci. For.**, Piracicaba, v. 40, n. 94, p. 259-265, jun. 2012.

TETTO, A. F.; BATISTA, A. C.; SOARES, R. V.; Zoneamento de risco de incêndios florestais para a Floresta Nacional de Irati, Estado do Paraná, Brasil. **Sci. For.**, Piracicaba, v. 40, n. 94, p. 259-265, jun. 2012.

VASHCHENKO, Y.; FAVARETTO, N.; BIONDI, D. Fragilidade ambiental nos Picos Camacã, Camapuã e Tucum, Campina Grande do Sul, PR. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 37, n. 2, p. 201-215, 2007.