



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

LUIS MAURO MOREIRA DA SILVA BERTI GOULART

**MAPEAMENTO E ANÁLISE DE INCÊNDIOS FLORESTAIS NA RESERVA
BIOLÓGICA DE ARARAS, PETRÓPOLIS - RJ**

Prof. Dr. BRUNO ARAUJO FURTADO DE MENDONÇA
Orientador

SEROPÉDICA, RJ
AGOSTO – 2021



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

LUIS MAURO MOREIRA DA SILVA BERTI GOULART

**MAPEAMENTO E ANÁLISE DE INCÊNDIOS FLORESTAIS NA RESERVA
BIOLÓGICA DE ARARAS, PETRÓPOLIS - RJ**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal, como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Florestal, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Prof. Dr. BRUNO ARAUJO FURTADO DE MENDONÇA
Orientador

SEROPÉDICA, RJ
AGOSTO – 2021

**MAPEAMENTO E ANÁLISE DE INCÊNDIOS FLORESTAIS NA RESERVA
BIOLÓGICA DE ARARAS, PETRÓPOLIS - RJ**

LUIS MAURO MOREIRA DA SILVA BERTI GOULART

APROVADA EM: 20/08/2021

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. BRUNO ARAUJO FURTADO DE MENDONÇA – UFRRJ
Orientador

Prof. Dr. JERÔNIMO BOELSUMS BARRETO SANSEVERO – UFRRJ
Membro 1

Prof. Dr. TIAGO BÖER BREIER – UFRRJ
Membro 2

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo geral contribuir para a identificação e avaliação de incêndios florestais na Reserva Biológica de Araras, município de Petrópolis – RJ, com uso de geotecnologias para elaboração do mapeamento de susceptibilidade ao fogo. No qual foram anexados e analisados oito planos de informações: uso e cobertura do solo, proximidade ao sistema viário, hipsometria, declividade, superfície de curvatura, orientação das vertentes, precipitação e temperatura média mensal, em que foram atribuídas notas de acordo com o grau de relevância quanto à influência no processo de ignição e propagação do fogo, com uso de dados derivados do sensoriamento remoto, fornecendo uma visão sinóptica e multitemporal. Para atingir o objetivo do estudo foi utilizado o software *ArcGIS* 10.2.1, na elaboração dos mapas dos fatores analisados. Para cada fator foi gerado um mapa de risco de incêndio, que associados a uma relação multicritério de sobreposição de mapas em ambiente Sistema de Informações Geográficas, possibilitou a avaliação do risco da ocorrência de incêndios e, a partir da integração e análise desses mapas, os meses que apresentaram maior risco de incêndio encontram-se entre maio e outubro, concluindo-se que os resultados obtidos estão diretamente relacionados às condições climatológicas, pois são as que de fato influenciam na umidade do material combustível, inferindo na probabilidade de ocorrência de incêndios.

Palavras-chave: Sensoriamento Remoto. Sistemas de Informações Geográficas. Susceptibilidade ao fogo. Risco de Incêndio.

ABSTRACT

The general objective of this work was to contribute to the identification and evaluation of forest fires in the Araras Biological Reserve, municipality of Petrópolis – RJ, using geotechnologies to prepare the fire susceptibility mapping. In which eight information plans were attached and analyzed: land use and coverage, proximity to the road system, hypsometry, slope, curvature surface, slope orientation, precipitation and monthly average temperature, in which grades were assigned according to degree of relevance regarding the influence on the process of ignition and propagation of fire, using data derived from remote sensing, providing a synoptic and multitemporal view. To reach the objective of the study, the ArcGIS 10.2.1 software was used in the elaboration of the maps of the analyzed factors. For each factor, a fire risk map was generated, which associated with a multi-criteria relationship of overlapping maps in a Geographic Information System environment, enabled the assessment of the risk of fire occurrence and, from the integration and analysis of these maps, the months that presented the highest risk of fire are between May and October, concluding that the results obtained are directly related to climatological conditions, as they are the ones that actually influence the humidity of the combustible material, inferring the probability of fire occurrence.

Keywords: Remote Sensing. Geographic Information Systems. Susceptibility to fire. Fire risk.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 – Incêndios Florestais: principais causas e comportamento do fogo	4
2.2 – Reserva Biológica de Araras: histórico, toponímias e aspectos ecológicos	11
2.3 – Análises e Mapeamento de Risco de Incêndios	15
3. MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1 – Área de estudo	20
3.2 – Planos de Informação: variáveis e coeficientes considerados	21
3.2.1 – Uso e cobertura do solo	21
3.2.2 – Proximidade ao sistema viário	22
3.2.3 – Altitude	23
3.2.4 – Declividade	24
3.2.5 – Superfície de curvatura	24
3.2.6 – Orientação das vertentes	25
3.2.7 – Precipitação	25
3.2.8 – Temperatura	28
3.2.9 – Fontes de focos de calor	29
3.2.10 – Integração dos temas	32
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.	32
4.1 Análise dos fatores relevantes ao risco de incêndio	32
4.1.1 Mapa de uso e cobertura do solo	33
4.1.2 Mapa de proximidade do sistema viário	33
4.1.3 Mapa hipsométrico	34
4.1.4 Mapa de declividade	35
4.1.5 Mapa de superfície de curvatura	35

4.1.6 Mapa de orientação das vertentes	36
4.1.7 Mapas de precipitação	37
4.1.8 Mapas de temperatura	38
4.2 Reclassificação dos fatores associados ao risco de incêndio	40
4.2.1 Mapa de risco de incêndio para o uso e cobertura do solo	40
4.2.2 Mapa de risco de incêndio para o sistema viário	41
4.2.3 Mapas de risco de incêndio para a precipitação	41
4.2.4 Mapa de risco de incêndio para a hipsometria	43
4.2.5 Mapa de risco de incêndio para a declividade	43
4.2.6 Mapa de risco de incêndio para superfície de curvatura	44
4.2.7 Mapa de risco de incêndio para orientação das vertentes	45
4.2.8 Mapas de risco de incêndio para a temperatura	46
4.3 Risco de incêndio geral	47
5. CONCLUSÕES	51
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
7. ANEXOS	71

1. INTRODUÇÃO

Ocupando 12,50% do território nacional, constituído sobretudo de florestas ao longo da costa litorânea (IBF, 2021), a Mata Atlântica é um dos biomas que mais foram devastados no mundo (BOSA et al., 2015; BARBOSA; MANSANO, 2018). Massivamente impactada desde o século XVI com a colonização europeia (DEAN, 1996), estima-se que mais de 90% de sua cobertura original foi perdida (CAMPANILI; PROCHNOW, 2006), resultando em uma paisagem reconhecidamente fragmentada (LOPES et al., 2018; SILVA et al., 2018), distribuída ao longo de uma região que concentra 72% da população do país (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 2020).

A Mata Atlântica foi delimitada como um *hotspot* de biodiversidade em nosso planeta (MYERS et al., 2000), ou seja, como uma das 36 áreas reconhecidas no mundo (CI, 2005; CI, 2021), que perderam no mínimo 70% de sua cobertura vegetal original, e juntas, abrigam mais de 60% de todas as espécies terrestres, ocupando uma área equivalente a menos de 2% da superfície da Terra (GALINDO-LEAL; CÂMARA, 2005), e conforme levantamento realizado pela Conservation International do Brasil (2000) o território brasileiro abriga aproximadamente 95% da Mata Atlântica, que de acordo com as estimativas de Myers *et al.* (2000) possui uma biodiversidade que abrange 20 mil espécies de plantas vasculares, sendo 8 mil (40%) endêmicas. Como 95% das plantas vasculares são angiospermas, estima-se que a riqueza e a endemidade para o bioma seja de 19 mil e 7,6 mil espécies, respectivamente (STEHMANN, 2009). Campanili e Schäffer (2010) assim como Leite *et al.* (2017) consideram que o bioma abriga em torno de 35% das espécies vegetais existentes no país, contudo, encontra-se entre os 10 *hotspots* mais ameaçados do planeta (CI, 2011).

O Estado do Rio de Janeiro está inserido integralmente no bioma Mata Atlântica, todavia apresenta somente algo em torno de 30% de sua cobertura vegetal original, com os remanescentes florestais correspondendo a 18,6% da área do Estado (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 2016). Estimativas apontam que a cobertura florestal ocupava 97% do seu território por volta do século XVI, contudo, atualmente as maiores extensões de florestas contínuas e conservadas encontram-se na Região da Costa Verde e na Região Serrana (RBMA, 2008), ao longo do Corredor de Biodiversidade da Serra do Mar (AGUIAR et al., 2005), que vai desde a Serra da Bocaina, no litoral sul, até o Parque Estadual do Desengano, na região norte, passando pela Serra dos Órgãos, nome dado ao trecho deste corredor na porção central do Estado (VIVEIROS DE CASTRO et al., 2008) situada entre os municípios de Teresópolis e Petrópolis (HASUI et al., 1975; ALMEIDA, 1976), compreende uma das

áreas prioritárias para conservação no Estado (MMA, 2002), por abrigar ecossistemas bem conservados de florestas ombrófila densa submontana, montana, altomontana e campos de altitude (INEA, 2010)

Petrópolis possui em seu território um mosaico composto por uma série de partes de Unidades de Conservação (GUERRA; LOPES; DOS SANTOS FILHO, 2007). No âmbito Federal, a Unidade de Uso Sustentável da Área de Proteção Ambiental de Petrópolis – APA Petrópolis, as unidades de Proteção Integral, Parque Nacional da Serra dos Órgãos – PARNASO, Reserva Biológica do Tinguá – REBIO Tinguá, Refúgio de Vida Silvestre (antiga Zona de Vida Silvestre – ZVS) e as Reservas Particulares do Patrimônio Natural, RPPN Pedra do Amarílis, RPPN Fazenda da Limeira, RPPN Graziela Maciel Barroso, RPPN Mata dos Pilões, já no âmbito Estadual, a Reserva Biológica de Araras – REBIO Araras, e por fim, no âmbito Municipal, o Parque Natural Municipal Padre Quinha, o Monumento Natural da Pedra do Elefante e a RPPN-M Sítio Casal Buono, Moinho Preto (PREFEITURA DE PETRÓPOLIS, 2021).

A Reserva Biológica de Araras – REBIO Araras possui 3.837,82 ha, abrangendo principalmente o município de Petrópolis, com uma pequena porção em Miguel Pereira. Regulamentada em 07 de julho de 1977 por meio da Resolução nº 59, da então Secretaria de Agricultura e Abastecimento, teve sua área ampliada pelo Decreto estadual nº 42.343, de 10 de março de 2010, posteriormente revogado, passando a vigorar o Decreto Estadual nº 43.888, de 28 de fevereiro de 2012, sendo regida pela Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e pela legislação estadual pertinente (INEA, 2010).

O entorno da REBIO Araras é ocupado por muitas propriedades rurais, com crescente número de condomínios e casas de veraneio, o que tem gerado impactos em sua na zona de amortecimento (INEA, 2010), como a limpeza de pastagens com o uso do fogo, que amplifica o risco do mesmo em se alastrar e alcançar áreas fora da propriedade (AXIMOFF, 2011; BRANDÃO; MIRANDA, 2012), sendo apontado como a mais frequente das prováveis causas da ocorrência de incêndios por ação humana nas UCs do país (IBAMA, 2005; MEDEIROS, 2002; PEREIRA; FIELDLER; MEDEIROS, 2004; IBAMA, 2009; COSTA et al., 2009; AXIMOFF, 2011; TEBALDI et al., 2013), representando uma constante ameaça aos objetivos conservacionistas das mesmas (KOPROSKI et al., 2011; MIGLIARI; AXIMOFF; BOVINI, 2020). Muito se deve ao fato dessas queimadas não serem acompanhadas, pois o uso do fogo

para esses fins tornou-se ilegal, portanto ele é ateadado e abandonado para se propagar livremente (TORRES, et al., 2020), evidenciando cada vez mais a necessidade de maiores investimentos em políticas que objetivem a redução dos impactos provocados pelo fogo (MIGLIARI, 2019).

Segundo Silva (1998) os incêndios florestais são um dos fatores que mais contribuem para a redução das florestas. Sua ocorrência de forma descontrolada ameaça a manutenção dos processos ecológicos e a conservação da biodiversidade (COSTA, 2017), destrói a vegetação, descaracterizando a paisagem (MIRANDA; FERNANDES; SANQUETA, 2007; TORRES et al., 2020), expõe os solos à erosão, reduzindo a qualidade da água (NEPSTAD; ALENCAR; MOREIRA, 1999; CAPECHE, 2012), libera fumaça, provocando doenças respiratórias (NEPSTAD; ALENCAR; MOREIRA, 1999; MOTTA et al., 2002; CAPECHE, 2012; ANDERSON; MARCHEZINI, 2021) e contribui para o aumento do efeito estufa (NEPSTAD; ALENCAR; MOREIRA, 1999; MOTTA et al., 2002; CAPECHE, 2012; SEEG, 2020).

Mapear as áreas propícias à ocorrência de incêndios pode auxiliar em situações de tomada de decisão que requerem uma análise rápida e precisa. Os mapas elaborados podem fornecer informações importantes em projetos de prevenção e combate a incêndios florestais, por definirem as áreas e períodos críticos do ano que irão requerer maior fiscalização e atenção pelos Órgãos Ambientais competentes (BATISTA, 2000; DALCUMUNE; SANTOS, 2005; COURA et al., 2010; FERNANDES et al., 2011; COSTA, 2017; TORRES et al., 2017; CAMARGO et al., 2019; SALES et al., 2019; AMARAL, 2020; MARTINS, 2020).

Portanto, o presente trabalho, busca mapear áreas de risco, utilizando dados do relevo, do uso e cobertura, dados históricos de focos de calor e dados climáticos, aliados às técnicas de geoprocessamento, de modo a contribuir com a preservação de todos os serviços e benefícios prestados pela REBIO Araras à população do município de Petrópolis e entorno. Espera-se que as informações aqui levantadas possam contribuir no monitoramento, prevenção e combate aos incêndios florestais, de modo a organizar o planejamento das ações e principalmente compreender a dinâmica do fogo na região, visto que a UC encontra-se encravada sobre as montanhas, próximo a áreas urbanizadas, apresenta uma vasta biodiversidade e favorece o equilíbrio hídrico na região, além de desempenhar um importante papel social e cultural.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 – Incêndios Florestais: principais causas e comportamento do fogo

De acordo com o ICMBio (2010), incêndio florestal é o fogo sem controle sobre qualquer forma de vegetação, sendo provocado pelo homem (intencional ou por negligência) ou por causa natural (raios). No entanto, em ambas as situações, a chama inicial, quase sempre é casual ou inesperada, o que deixa mais complexo ainda a compreensão dos impactos que o fogo provocará ao meio ambiente (TORRES et al., 2020). Segundo Soares e Batista (2007) a categorização das causas dos incêndios florestais no país (Tabela 1) foi realizada pelo Serviço Florestal dos Estados Unidos e publicado pela Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação – FAO, abrangendo oito categorias para organização das estatísticas sobre incêndios (FAO, 1953).

Categorias	Responsabilidade
Raios	Causados diretamente por diversas descargas elétricas da atmosfera. Não existe responsabilidade humana.
Incendiários	Provocados potencialmente por pessoas em propriedades alheias, seja por vingança ou por desequilíbrio emocional.
Queima para limpeza	Incêndios originados do uso do fogo na limpeza de terreno para fins agrícolas, florestais ou pecuários, que por negligência ou descuido escapam do controle e atingem áreas florestais.
Fumantes	Provocados por fósforo ou por cigarros acesos.
Fogos campestres ou de recreação	Incêndios causados por pessoas que utilizam a floresta como local de recreação.
Operações florestais	Provocados por trabalhadores florestais em atividades na floresta, exceto os causados por cigarros.
Estradas de ferro	Incêndios causados diretamente ou indiretamente pelas atividades de ferrovias.
Diversos	Incêndios com causa pouco frequente ou regionais não são enquadrados em uma classificação especial. Ex.: queda de aviões, incêndio de automóveis ou balões em festas juninas, etc.

Tabela 1: Causas dos incêndios florestais segundo a FAO. Fonte: Adaptada de Soares e Batista, (2007); Lorenzetto, (2012); Kovalsyki, (2014); Torres et al., (2020).

Conforme dados levantados pelo INPE, o Brasil é um dos países com maior número de descargas elétricas no planeta, e o primeiro dentre os de clima tropical (REPORTER ECO, 2021), portanto, relaciona-se a causa natural mais frequente dos incêndios florestais à queda de raios, principalmente nas regiões mais secas do país (TORRES et al., 2020). Pinto Jr (2021), afirma que estudos recentes indicam que existe uma relação entre o crescente número de descargas elétricas nas capitais devido ao aumento da temperatura e emissão de gases do efeito estufa, advindos tanto da poluição urbana como das queimadas na região norte do país, intensificando as ilhas de calor, que afetam a formação das tempestades de raios sobre as grandes cidades. Porém, os detalhes do fenômeno que envolve a interação da poluição com as tempestades e a forma como alteram as descargas elétricas ainda não são bem conhecidos.

Entretanto, nas UCs do Brasil, os incêndios provocados por descargas elétricas, se restringem a uma pequena porcentagem (6 %) do número total de Registros de Ocorrência de Incêndios – ROI verificados pelas brigadas do Sistema Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais (PREVFOGO), denotando que as causas em sua maioria estão relacionadas a atividades antrópicas (94 %) (IBAMA, 2005; IBAMA, 2009; IBAMA, 2021). Como por exemplo, o caso do incêndio florestal que atingiu a REBIO Araras no ano de 2020 e que teve sua origem após um homem que na tentativa de obter o dinheiro do seguro do veículo, ateou fogo no próprio carro, destruindo 563 hectares dentro da RBA, algo em torno de 14% da área da Reserva, sendo considerado um dentre os maiores incêndios florestais que já ocorreram na UC (TRIBUNA DE PETRÓPOLIS, 2020).

Para compreender melhor as causas, Dias (2013) sugeriu organizá-las da seguinte forma:

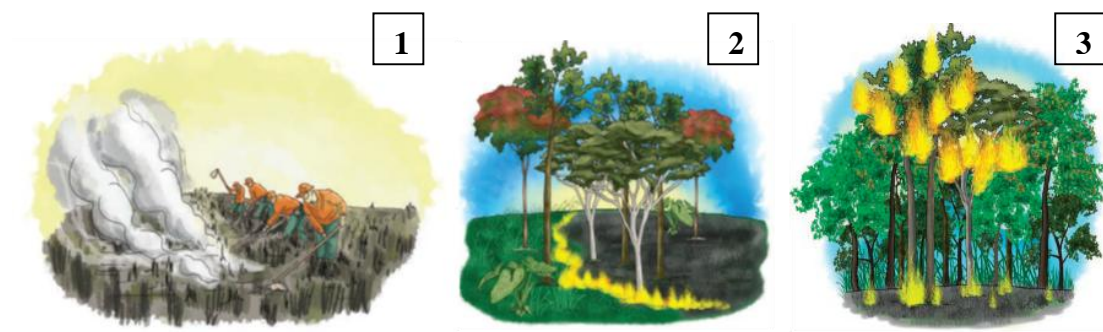
- Analfabetismo ambiental – desconhecimento, ignorância sobre os mecanismos que garantem a vida no planeta e suas relações de interdependência.
- Culturais/comportamentais – velas de rituais religiosos deixadas acesas, uso do fogo para a caça, vingança pelos conflitos com órgãos ambientais, piromania.
- Extrativismo – descuido abandonando fogueiras mal apagadas durante a realização das atividades de exploração dos recursos naturais.
- Fenômenos Naturais – descargas elétricas provocadas por raios.
- Acidentais/incidentais – fogueiras mal apagadas, reigitação, rompimentos de cabos de

alta tensão, emissão de fagulhas incandescentes pelo escapamento de veículos pesados, fagulhas das vias férreas, tochas usadas em sinalização.

- Política Agrária – em relação aos cuidados nas práticas agrárias com o meio ambiente e, em particular, quanto ao uso do fogo.
- Expansão das áreas rurais – desmatamento em áreas de florestas.

De acordo com o ICMBio (2010) no decorrer de qualquer incêndio florestal o fogo pode vir a se alastrar por diferentes meios, formando setores com tipos variados de incêndios. Portanto, a classificação do tipo de incêndio florestal irá variar de acordo com o estrato onde se encontra o material combustível atingido (SILVA, 1998; ICMBIO, 2010; SENAR, 2018; TORRES et al., 2020), podendo ser:

- Incêndio subterrâneo – propaga-se sob a superfície do solo, consumindo raízes secas, húmus, turfa, betume, etc. Alastra-se contínua e lentamente, as vezes alguns metros por dia (Figura 1).
- Incêndio superficial – propaga-se pela superfície do solo (Figura 2), consumindo a vegetação rasteira e restos vegetais não decompostos, como folhas secas, galhos caídos, pedaços de troncos, etc.
- Incêndio de copa – propaga-se por meio das copas das árvores, podendo se alastrar rapidamente. (Figura 3).



Figuras 1, 2 e 3: Incêndio subterrâneo, superficial e de copa. Fonte: Senar, 2018.

O triângulo do fogo (metade superior da Figura 4) demonstra de forma didática a conjuntura fundamental para que ocorra a combustão. Contudo, o modo como o fogo se comporta no ambiente natural, pode ser melhor representado pelo losango do fogo (Figura 4),

que engloba também os principais fatores para o desenvolvimento dos incêndios, demonstrando que há influência, tanto pelas características da vegetação presente no ambiente (material combustível), como pela topografia (relevo), além das condições do tempo e meteorológicas (clima), que diferem para cada região e época do ano (TORRES et al., 2020).



Figura 4: Losango do fogo. Fonte: Torres *et al.*, (2020).

Segundo o ICMBio (2010) a forma como o incêndio florestal se comporta advém da interação entre o material combustível o relevo e o clima, considerando também as seguintes características:

- Material combustível
 - a) Umidade – o material combustível tende a manter um equilíbrio com a umidade relativa do ar, portanto quanto mais seco e quente estiver o tempo, maior será a probabilidade da ocorrência de incêndio florestal, devido a uma menor retenção de umidade por parte desse material.
 - b) Tamanho – influencia na velocidade de propagação e na intensidade do incêndio florestal, pois quanto menor a espessura do material combustível, mais rápido ele será consumido, podendo alcançar facilmente a queima total. Logo, quanto maior o volume desses materiais, maior será a velocidade de propagação e a intensidade do incêndio.
 - c) Quantidade – expressa basicamente quantas toneladas de material por hectare (t/ha) encontram-se disponíveis para serem consumidos pelo incêndio florestal.
 - d) Relação superfície-volume – influência na velocidade de troca de umidade e calor com o ambiente, pois quanto maior a superfície específica do material, mais rapidamente ocorrerá essa troca, contribuindo para que a temperatura de ignição seja alcançada mais facilmente.

- e) Continuidade – sequência do material passível de ser consumido pelo incêndio florestal. Podendo ter sua disposição no meio ambiente, acima e abaixo do solo, tanto no plano horizontal como no vertical.
 - f) Distribuição – como os tipos de vegetação estão distribuídos na área.
 - g) Compacidade – grau de compactação. Quanto maior for a quantidade e compacidade do material combustível, maior será a continuidade, a uma menor velocidade de propagação.
 - h) Composição da flora – relacionado as característica que cada espécie possui em alcançar a o estado de ignição, e sua inflamabilidade. Alguma plantas tem compostos químicos inflamáveis, como ceras, resinas e óleos, que ao serem aquecidos podem volatizar, acarretando incêndios que se alastram de forma rápida e intensa.
- Relevo
 - a) Altitude – a vegetação tem seu desenvolvimento afetado de modo inversamente proporcional em relação à altitude do terreno. Geralmente terrenos mais baixos tem uma maior disponibilidade hídrica, logo uma vegetação mais frondosa.
 - b) Configuração – influência a direção e a intensidade dos ventos, agindo também sobre o microclima local, como por exemplo, na conformação do relevo (Figura 5), onde as vertentes com maior concavidade, geralmente concentram mais umidade do que as com maior convexidade ou retilíneas (em encostas), que são zonas de divergência de fluxo hídrico e baixa umidade, com maior susceptibilidade a ocorrência de incêndios florestais.

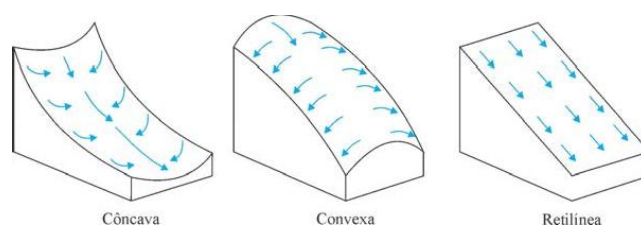


Figura 5: Formas geométricas das vertentes: Fonte: Torres *et al.*, (2020).

- c) Grau de inclinação – influencia na velocidade de propagação do incêndio florestal. Quanto maior o grau de inclinação do terreno, maior será a velocidade de

propagação do fogo (Tabela 2), pelo efeito da convecção e radiação sobre os demais combustíveis não consumidos.

Tabela 2: Relação entre o grau de inclinação do terreno e fator de propagação do incêndio florestal. Fonte: Adaptada de ICMBio, (2010).

Grau de inclinação (%)	Fator de propagação
0 a 5	1,0
6 a 19	1,5
20 a 39	2,0
40 a 70	4,5

- a) Exposição – posição das encostas em relação a incidência de radiação solar. No Brasil, geralmente as encostas voltadas para o Norte, são mais sensíveis aos incêndios florestais (Tabela 3), devido a receberem uma maior incidência de radiação solar do que as voltadas para o Sul. Influenciando também na formação da vegetação e em seu estado como combustível.

Tabela 3: Influência do relevo na ocorrência do fogo. Fonte: Adaptada de Senar, (2018).

Relevo	Sensibilidade ao fogo
Altitude	Baixa
Configuração	Moderada
Exposição	Alta
Grau de inclinação	Alta

- **Clima**
 - a) Temperatura – representa o grau de calor ou frio em lugar. Retira a umidade, ressecando a vegetação, facilitando o incêndio na fase inicial e de propagação.
 - b) Vento – influencia na velocidade de propagação do incêndio florestal, logo quanto mais forte o vento, mais rápido o incêndio irá propagar. Interage com a coluna de convecção, dispersando brasas e fagulhas, podendo causar mais focos de incêndio.
 - c) Umidade Relativa do Ar – corresponde a quantidade de água presente no ar. Quando muito baixa, causa ressecamento da vegetação, favorecendo o incêndio na fase de inicial e de propagação.

- d) Precipitação – umidade da atmosfera que alcança o solo, seja na forma de neblina, névoa, orvalho ou chuva.

Todos esses fatores afetam a intensidade do incêndio florestal (Tabela 4), portanto, se consideradas com o devido rigor antes da ocorrência das chamas, servirão para nortear os planos de controle e combate aos incêndios florestais, promovendo uma maior margem de segurança e efetividade na realização de tais atividades (ICMBio, 2010).

Tabela 4: Fatores que afetam a intensidade do incêndio florestal. Fonte: Adaptada de Ibama, (2011).

AUMENTA COM	DIMINUI COM
Maior volume de combustíveis leves	Menor volume de combustíveis leves
Predomínio da uniformidade dos combustíveis	Predomínio de combustíveis não uniformes
Continuidade horizontal dos combustíveis	Descontinuidade horizontal dos combustíveis
Combustíveis de seivas inflamáveis	Combustíveis de seivas aquosas ou leitosas
Menor conteúdo de umidade dos combustíveis	Maior conteúdo de umidade dos combustíveis
Aclives à frente do incêndio	Declives à frente do incêndio
Ventos fortes	Ventos fracos
Baixa umidade relativa do ar	Alta umidade relativa do ar
Alta temperatura atmosférica	Baixa temperatura atmosférica

Cabe ressaltar, por fim, que os incêndios florestais não devem ser confundidos com a “limpeza” de áreas ou queima controlada, reconhecida como uma prática florestal ou agropecuária que contribui na produção e no manejo de material combustível seco (COSTA, 2017). A queima controlada utiliza o fogo de modo planejado e devidamente autorizado por órgão competente, considerando a legislação, os procedimentos de queima, as condições do clima, a localização dos aceiros, assim como as ferramentas e equipamentos adequados, visando prever o comportamento do fogo, para evitar que se alastre (ASSOCIAÇÃO CAATINGA, 2011; TORRES et al., 2020). Existe ainda a possibilidade de ser utilizada em UCs, quando prevista em seu plano de manejo, para evitar o acúmulo de matérias combustíveis que possam favorecer a ocorrência de incêndios no interior da área preservada (ICMBIO, 2010). No entanto, mesmo quando realizada de forma segura, a queima controlada ainda é reconhecidamente nociva ao meio ambiente, portanto deve ser evitada (SENAR, 2018).

2.2 Reserva Biológica de Araras: histórico, toponímias e aspectos ecológicos

Inicialmente, a região que abriga a reserva fazia parte das Sesmarias de Maltas, terras devolutas pertencentes ao Estado, anteriormente ocupadas por indígenas, onde no ano de 1950, percebendo necessidade de preservação da região, o governo federal declarou as matas da reserva como Florestas Protetoras dos Mananciais do Rio Araras, criando em 1952 o Horto Florestal e Frutícola de Araras, que no ano de 1974 recebeu nova denominação, tornando-se Estação Experimental de Horticultura, e somente em 1977 por meio da Resolução nº 59 da Secretaria de Agricultura e Abastecimento, passa à categoria de Reserva Biológica, ocorrendo no ano de 2010 a expansão de sua área, de 2.131 para 3.862 hectares de acordo com o Decreto Estadual nº 42.343, revogado, passando a vigorar o Decreto Estadual nº 43.888 do ano de 2012, perfazendo uma área total de 3.837,81 hectares, situados acima da cota de 900 metros, com seu ponto culminante no Pico do Couto, a 1.770 metros de altitude (INEA, 2010).

Sobre o domínio da Floresta Atlântica, a REBIO Araras está localizada nos contrafortes da Serra do Mar, uma região estratégica para conservação, por abrigar fragmentos de Floresta Ombrófila Densa Montana (até 1500 metros de altitude), Floresta Alto Montana (até 1800 metros de altitude) e Campos de Altitude (nas partes elevadas dos maciços rochosos), além de espécies endêmicas e em extinção, fazendo parte do Programa de Áreas Prioritárias para Conservação, do Ministério do Meio Ambiente (INEA, 2010).

A REBIO Araras possui 92,93% de seu território inserido no município de Petrópolis (3.589,57 ha) e 7,06% em Miguel Pereira, (272,74 ha), protegendo um importante cenário orográfico da região serrana do Estado do Rio de Janeiro, repleto de escarpas e distante do litoral (INEA, 2010). De acordo com Winter (2017) o município de Petrópolis advém de uma construção social e histórica realizada por diversos grupos que ali deixaram suas marcas. Os primeiros ocupantes do território petropolitano foram tribos de índios bravos, os Puris, e em maior número, os Coroados, denominados assim pelos portugueses, devido a forma como cortavam e enrolavam os cabelos, formando uma espécie de coroa no alto da cabeça (DEBRET, 1940). Segundo Alves Netto (2010) poderiam ser eles, os Goitacazes, que procuraram refúgio na região serrana ao serem atacados pelos portugueses ou outras tribos.

As diversas mortes indígenas pelas epidemias, decorrentes do encontro com portugueses e franceses, impeliu o nomadismo indígena rumo aos planaltos e sertões do interior (DEAN, 1996). Entre deslocamentos sazonais e disputas por território, os Coroados de Petrópolis cruzaram diversos locais no vale do Rio Piabanha, enquanto seus inimigos mais

ferozes, os Puris, ocupavam as terras da margem direita do rio (WINTER, 2017). O que de fato é evidenciado no trabalho de Leão, (1767, folha 4) intitulado *Cartas Topograficas da Capitania do Rio de Janeiro*, onde o autor assinala uma vasta área na região serrana, próxima a Serra da Manga Larga (atual Araras), na margem direita do rio Piabanha, o temido “Certão ocupado por índios bravos” (Figura 6).



Figura 6: Localização da Serra da Manga Larga (Araras) em relação a região conhecida como sertão ocupado por índios bravos, no território petropolitano. Fonte: Adaptada de Leão, (1767, folha 4).

Sampaio (1987, p. 63) em *O tupi na geografia nacional*, após análise de várias toponímias, reitera que: “[...] Não há quem desconheça a predominância do tupi em nossas denominações geográficas. As nossas montanhas, os nossos rios, as cidades como os simples povoados [...]”. A título de exemplo, o distrito vizinho à Araras, chama-se Itaipava, que segundo Carvalho (1987) em *Dicionário tupi (antigo) – português* significaria “pedra que para o rio”, pela junção das palavras *itá* (pedra), *y* (rio) e *paba* (terminar), e de acordo com Martins (2008, p. 497): “[...] itaipavas, pedras que atravessam um rio de margem a margem [...]”, em alusão a queda d’água localmente conhecida como Pedra do Salto (MACHADO, 1934 apud ALVES NETTO, 2010), evidenciando uma toponímia, ou seja um nome oriundo do idioma indígena para um acidente geográfico local (SAMPAIO, 1987).

Quanto às araras, Maximiliano (1940, p. 104) relata em sua obra *Viagem ao Brasil nos anos de 1815 a 1817*, que os índios Coroados além de possuírem admirável destreza com o

arcos e a flecha, “[...] empregam, geralmente, nas flechas, penas das lindas “araras vermelhas” (*Psittacus Macao*, Linn), que se encontram subindo o Paraíba [...]”. A arara-vermelha foi descrita inicialmente pelo naturalista Linnaeus (1758), o gênero *Ara*, fora erguido posteriormente por Lacépède, (1799), sendo especificada por Gray (1859) como *A. chloropterus*. *Ara*, que deriva da onomatopeia Tupi Ará, do canto das araras, também é usado na língua indígena para indicar outros tipos de pássaros (ex.: Araponga, Araçari), sendo considerado um nome tupi para papagaios em geral (JOBLING, 2010). No entanto, Alencar (1870, p. 201) demonstra em sua obra *Iracema: Lenda do Ceará*, o uso do grau aumentativo na língua tupi-guarani para diferenciar os psitacídeos ou:

Ará. – Periquito. Os indigenas como augmentativo usavam repetir a última syllaba da palavra e ás vezes toda a palavra, como *murémuré*. *Muré*-fruta, *murémuré*-grandefruta. *Arará* vinha a ser pois o augmentativo de *ará*, e significaria a espécie maior do gênero.

Embora também descrita na transcrição de “*A Carta de Pero Vaz de Caminha*”, datada de maio de 1500 como “papagaios vermelhos grandes e formosos”, a arara-vermelha-grande (*Ara chloropterus*) encontra-se extinta ao longo de toda porção leste do Brasil, território outrora ocupado pela Mata Atlântica (MOREIRA-LIMA 2013) (Figura 7). Portanto, nomes como Fazenda Araras, Rio Araras e Serra das Araras, denotam uma toponímia, corroborando a narrativa de antigos moradores sobre a outrora forte presença desses pássaros, popularmente chamados de “araras”, a ponto de tornarem-se referência nominal para a região (INEA, 2010).

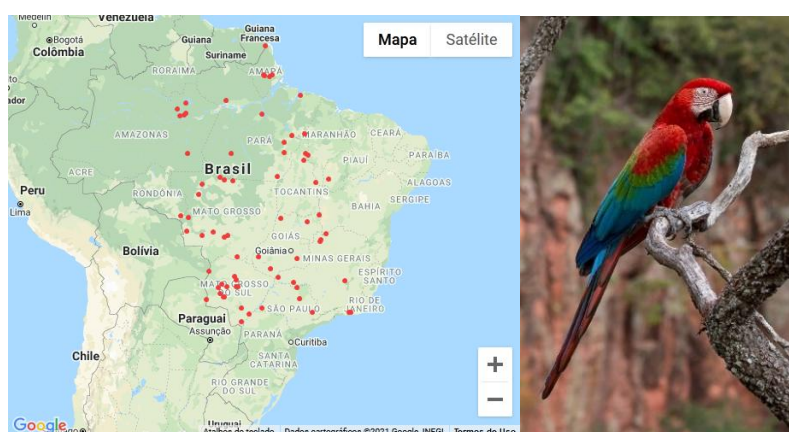


Figura 7: Distribuição da arara-vermelha-grande (*Ara chloropterus*) em território nacional com base em registros de ocorrência atualizados. Fotografia por: Alexandre Gualhanone. Fonte: Adaptada de Táxeus - lista de espécies, (2021); Fundação Jardim Zoológico de Brasília, (2020).

Esses mesmos moradores, afirmam também, que no vale junto ao Pico do Couto (1.766 m), existiu um quilombo que praticava intensivamente a agricultura de subsistência, provocando desmatamentos e queimadas na região, mas com o passar dos anos, a cobertura vegetal conseguiu se regenerar, graças as dificuldades para o acesso ao vale (INEA, 2010).

Sabe-se também que o funcionamento do horto propiciou a supressão da vegetação em inúmeras áreas, tanto para construção das residências dos colonos, como para produção de mudas, impactando algo em torno de 100 hectares. O alto grau de antropização tornou essa uma das partes mais degradadas da Reserva, junto com a Serra do Curral. Após a extinção do horto, a vegetação retornou a região e a pressão antrópica passou a ficar concentrada no acesso principal da Reserva, o que pode ser evidenciado devido a presença de alguns talhões de eucaliptos e espécies frutíferas exóticas que foram introduzidas nessa área (INEA, 2010).

A imensa biodiversidade e endemismo dos remanescentes florestais da região é citada tanto nas listas de espécies ameaçadas do Brasil (Portaria do MMA nº 443 de 2014), quanto do Estado do Rio de Janeiro (Martinelli et al., 2018), e de acordo com levantamento realizado pelos pesquisadores do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, o agrupamento florestal mais denso de toda a Reserva, encontra-se na vertente oposta ao rio Araras e no maciço florestal ao longo do vale do rio França (INEA,2010).

Além de mamíferos como suçuarana, jaguatirica, cachorro-do-mato, irara, paca, ouriço, furão, gambá, tatu-galinha, caititu, caxinguelê, sagui, quati, bugio, macaco prego e mão-pelada, e de indivíduos de destaque da avifauna, como o jacu, jacu, tangará, maitaca, sabia, tiê-sangue, dentre outros (INEA, 2010), no ano de 2020 um indivíduo da espécie *Puma concolor*, a popular onça parda, segundo maior felino do país, foi filmada pela primeira vez na REBIO Araras por meio de armadilhas fotográficas (G1 – REGIÃO SERRANA, 2020).

A reserva abriga também uma erva rupícola endêmica da região, conhecida popularmente como “rabo-de-galo” ou “imperatriz do Brasil” (*Worsleya rayneri*) (MARTINELLI, 1984; MARTINELLI et al., 2018; MORAES, 2009), distribuída no topo de montanhas em afloramentos rochosos (Figura 8), afetados constantemente por incêndios florestais (AXIMOFF, 2011).



Figura 8: *Worsleya rayneri*. Fotografia por: Eduardo Fernandez. Fonte: Martinelli et al., (2018).

A REBIO Araras protege também as nascentes dos rios França, Cidade e Araras, além das cabeceiras de várias microbacias da bacia do rio Piabanha, afluente do rio Paraíba do Sul, sendo responsável por garantir que um importante trecho do Corredor da Serra do Mar, parte do Mosaico da Mata Atlântica Central Fluminense, mantenha-se conservado, assegurando a biodiversidade e a continuidade dos serviços ambientais, nas esferas local, regional, nacional e global (INEA, 2010).

Em consoante com o Art. 10 da Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000 que instituiu o Sistema Nacional de Unidade de Conservação (SNUC):

Art. 10. A Reserva Biológica tem como objetivo a preservação integral da biota e demais atributos naturais existentes em seus limites, sem interferência humana direta ou modificações ambientais, excetuando-se as medidas de recuperação de seus ecossistemas alterados e as ações de manejo necessárias para recuperar e preservar o equilíbrio natural, a diversidade biológica e os processos ecológicos naturais.

§ 1º A Reserva Biológica é de posse e domínio públicos, sendo que as áreas particulares incluídas em seus limites serão desapropriadas, de acordo com o que dispõe a lei.

§ 2º É proibida a visitação pública, exceto aquela com objetivo educacional, de acordo com regulamento específico.

§ 3º A pesquisa científica depende de autorização prévia do órgão responsável pela administração da unidade e está sujeita às condições e restrições por este estabelecidas, bem como àquelas previstas em regulamento.

Atualmente, de acordo com o Inea (2021), existem no Estado do Rio de Janeiro, um total de 55 Unidades de Conservação, entre estaduais e federais. Destas, 31 são de proteção integral e juntas protegem boa parte da Mata Atlântica e ecossistemas associados.

2.3 – Análises e Mapeamento de Risco de Incêndios

Ainda que grande parte do município seja representado por UCs (GUERRA; LOPES; DOS SANTOS FILHO, 2007), de acordo com Fernandes (2021) em o Diário de Petrópolis, a

Defesa Civil alerta para o alto risco de incêndios florestais, principalmente devido as condições climáticas do período de estiagem, com ausência de chuvas e baixa umidade relativa do ar.

A REBIO Araras realiza atividades voltadas para prevenção e combate aos incêndios florestais, treinamento e capacitação de brigadistas, palestras à comunidade, além de notificar preventivamente os moradores do entorno (MIGLIARI; AXIMOFF; BOVINI, 2020), no entanto, os incêndios florestais ainda continuam sendo uma das principais ameaças a conservação da biodiversidade nas UCs do país (KOPROSKI et al., 2011; MIGLIARI; AXIMOFF; BOVINI, 2020).

Devido a gama de impactos ambientais negativos e dos prejuízos econômicos decorrentes dos incêndios florestais, a análise dos riscos de sua ocorrência é de suma importância para determinação das áreas mais propensas a serem acometidas pelo fogo, às quais carecem de um maior planejamento das medidas preventivas e mitigadoras, de modo a evitar a ocorrência do incêndio e reduzir suas consequências (MONTEIRO, 2011).

Portanto, com base no histórico de ocorrência de incêndios florestais, e devido a Reserva não possuir aceiros em seu entorno, foram definidos no plano de manejo, 4 setores de monitoramento (INEA, 2010) (Figura 9).

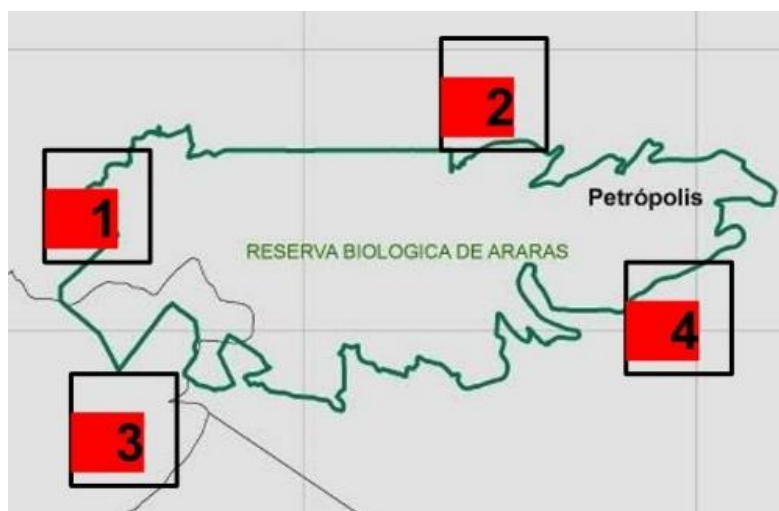


Figura 9: Setores de monitoramento de incêndio. Fonte: Adaptada de INEA, (2010).

Cada setor foi dividido conforme sua fitofisionomia, características físicas, climáticas e ocupações, sendo então classificadas de acordo com o Índice de Risco de Incêndios Florestais (IRI) em Baixo, Médio e Alto riscos (INEA, 2010) (Quadro 1).

Quadro 1: Descrição dos setores de monitoramento na REBIO Araras e fatores de risco de incêndio associados. Fonte: Adaptado de INEA, (2010).

1	Estrada do Facão	IRI:	MÉDIO
	Tipologia vegetal na área do entorno	Pioneira (estágio Avançado)	
	Declividade	< 12%	
	Exposição	Leste	
	Altitude	< 375 m	
	Distância de estradas e áreas urbanizadas	Fora da área envolvente	
	Caracterização da área urbanizada do entorno	Não aplicável	
	Zona de Convergência de Balão	Sem registro de ocorrência	
2	Almirante Paulo Meira - Ponte Funda	IRI:	ALTO
	Tipologia vegetal na área do entorno	Pioneira (estágio Inicial)	
	Declividade	> 40%	
	Exposição	Leste	
	Altitude	375 a 900 m	
	Distância de estradas e áreas urbanizadas	Dentro da área envolvente	
	Caracterização da área urbanizada do entorno	Área rural (pastagens)	
	Zona de Convergência de Balão	Sem registro de ocorrência	
3	Vila Suzano - Miguel Pereira	IRI:	ALTO
	Tipologia vegetal na área do entorno	Cultura perene	
	Declividade	> 40%	
	Exposição	Sul	
	Altitude	375 a 900 m	
	Distância de estradas e áreas urbanizadas	Limítrofe à área envolvente	
	Caracterização da área urbanizada do entorno	Área rural (pastagens)	
	Zona de Convergência de Balão	Sem registro de ocorrência	
4	Vista Alegre e Mata Cavalô	IRI:	MÉDIO
	Tipologia vegetal na área do entorno	Pioneira (estágio médio)	
	Declividade	12 - 40%	
	Exposição	Sul	
	Altitude	375 a 900 m	
	Distância de estradas e áreas urbanizadas	Limítrofe à área envolvente	
	Caracterização da área urbanizada do entorno	Comunidades de baixa renda - Alto adensamento	
	Zona de Convergência de Balão	Sem registro de ocorrência	

De acordo com o INEA (2010) o Setor 4 possui um maior adensamento populacional em relação aos setores 1, 2 e 3 que são compostos em sua maioria por sítios de veraneio e

pequenas propriedades que desenvolvem agricultura familiar e mantém culturas perenes. Contudo, devido histórico de focos de calor na região, o Setor 1 é o que apresenta maior propensão a incêndios florestais (INPE, 2020), pela presença dominante do capim colônia (MIGLIARI; AXIMOFF; BOVINI, 2020), uma gramínea exótica e invasora, com biomassa altamente comburente, (*Megathyrus maximus* (Jacq.) B. K. Simon & S. W. L. Jacobs) (AXIMOFF; BOVINI; FRAGA, 2016;).

O IRI desenvolvido para o estado do Rio de Janeiro considera para cálculo em suas fórmulas, os fatores como tipo de floresta, material combustível, topografia, temperatura e umidade relativa do ar, referentes às Unidades de Conservação localizadas no RJ, sendo divulgado estrategicamente por uma central do INEA como subsídio para organização preventiva das instituições, no caso da possível iminência de incêndios florestais, principalmente durante o período de estiagem, entre maio e outubro no estado. Contudo, no âmbito das UCs Estaduais foi adotado o índice de Ångstron, o qual é divulgado diariamente pelo Corpo de Bombeiros – CBMERJ e INEA, determinando o grau de prontidão das equipes da Gerência de Guarda Parques do INEA – GGPAR (INEA, 2017) (Tabela 5).

Tabela 5: Classificação do IRI de acordo com a Fórmula de Angstron $B = 0,05H - 0,1(T - 27)$, onde H = Umidade Relativa do Ar em % e T = Temperatura em °C. Fonte: Adaptada de INEA, (2017).

Classe	Risco	Descrição
$B \geq 3,0$	Baixo	Condições mínimas
$2,5 < B < 3,0$	Médio	Condições facilitadoras
$B \leq 2,5$	Alto	Condições críticas

Por apresentar resultados satisfatórios e ser simples de implementar, o índice de risco de incêndio é um bom exemplo de ferramenta a ser utilizada na prevenção dos incêndios florestais e proibição das queimadas quando o risco para aquele dia for alto (DOS SANTOS; VELLOSO; FURTADO, 2016). Todavia, quando em áreas extensas, o método que alia o melhor custo-benefício, está na utilização de satélites para realizar o monitoramento dos incêndios florestais (BATISTA, 2004). Segundo Iverson (1989) desde o lançamento do primeiro satélite civil Landsat de observação da Terra, o sensoriamento remoto vem sendo utilizado para coletar informações e criar mapas de cobertura vegetal. Desde então, as imagens termais e do infravermelho médio, vem sendo utilizadas por diversos autores em vários estudos de detecção e mapeamento de focos de incêndio, tornando-se uma boa

alternativa em relação aos métodos de observação em campo e por meio aéreo, fazendo ainda parte dos principais satélites ativos em órbita utilizados pelo INPE (Tabela 6), o que de fato facilita a detecção e mapeamento de incêndios florestais (REMMEL; PERERA, 2001).

Tabela 6: Principais satélites utilizados pelo INPE. Fonte: INPE.

Satélite	Lançamento	Altitude (km)	Resolução espacial (km)	Resolução temporal
METOP-B	set/12	827	1	100 minutos
NPP-375	out/11	375	375	16 dias
NOAA-20	nov/17	834	375	diária
NOAA-19	fev/09	870	1,1	diária
NOAA-18	mai/05	854	1,1	diária
NOAA-16	set/00	849	1,1	diária
NOAA-15	mai/98	833	1,1	diária
NOAA-14	dez/94	870	1,1	diária
AQUA-MM AQUA-MT	mai/02	705	1	1 a 2 dias
GOES-16	nov/16	35800	2	10 minutos
GOES-13	mai/06	36000	4	30 minutos
GOES-10	abr/97	36000	4	15 minutos
TERRA-MM TERRA-MT	dez/99	705	1	1 a 2 dias
ERS - 2	abr/95	785	1	100 minutos

As técnicas de sensoriamento remoto possibilitam a distinção de alvos na superfície terrestre de acordo com comprimento da onda e variação do comportamento da energia eletromagnética, quanto a emissão absorção e refletância dos alvos, que variam de acordo com suas composição física, química e biológica (FLORENZANO, 2002; GUEDES; SILVA, 2018).

Os recursos computacionais atuais, além de simplificar a complexidade que abrange os estudos espaciais e temporais na previsão e combate aos incêndios florestais, podem também viabilizar a detecção das áreas de risco elevado por meio do uso de um Sistema de Informação Geográfica – SIG (PEZZOPANE et al., 2001), reunindo e integrando informações georreferenciadas, ou seja, associadas a um sistema de coordenadas geográficas (FLORENZANO, 2002; EMBRAPA, 2004).

O SIG é capaz de gerenciar em um banco de dados, informações de origens distintas, permitindo a modelagem, acesso e visualização das informações geográficas (CÂMARA; DAVIS, 2001; MOREIRA, 2003; LONGLEY et al., 2015), possibilitando deste modo, a coleta, sobreposição, manipulação e visualização de um enorme volume de dados, obtidos através da análise probabilística da ignição de um incêndio florestal, da sua capacidade de propagação e dos efeitos associados, podendo ser utilizado como uma ferramenta para coordenar as tomadas de decisões necessárias na implementação das medidas de defesa contra os impactos relacionados aos incêndios, além de especificar a área, o momento e a melhor forma de efetivar tais ações (VAKALIS et al., 2004). Corroborando, de acordo com Paz et al., (2011), que os mapas de risco de incêndios gerados por meio de um SIG permitem um melhor planejamento estratégico a longo prazo por parte dos gestores florestais.

Diversos são os autores que utilizam o geoprocessamento como metodologia alternativa para desenvolver estudos de modo a entender a estrutura, a função e a dinâmica dos elementos que compõem a paisagem, para definir a espacialização de diversos fenômenos, como a ocorrência dos incêndios florestais (FERNANDES et al., 2011), o que para Razafimpanilo et al., (1995) tem relação direta com a eficiência do monitoramento de incêndios por satélites.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 – Área de estudo

A Reserva Biológica de Araras (REBIO Araras) está localizada no município de Petrópolis, situada entre os paralelos 22° 22' e 22° 30' Sul e os meridianos 43° 09' e 43° 21' Oeste. Prevista em seu plano de manejo, a zona de amortecimento compreende uma área de 6.684 ha (INEA, 2010), sendo parte integrante desse estudo conforme demonstra a Figura 10.

Segundo INEA (2010) o clima é caracterizado pelas baixas temperatura e alta precipitação na área da reserva, associada ao aumento da altitude e a localização na Serra do Mar, que contribui para o uma maior precipitação, enquanto a geologia apresenta relevo escarpado com alta declividade, riscos de rolamento de matacões, movimentos de massa e processos erosivos ao longo de uma região que compreende uma área de grandes mananciais com presença de plantas rupícolas nas cristas dos morros, tendo destaque também a frondosa rede hidrográfica na área da Reserva com a presença de diversas nascentes, além de várias

espécies vegetais endêmicas, exóticas e ameaçadas de extinção bem como espécies animais também ameaçadas.

RESERVA BIOLÓGICA DE ARARAS

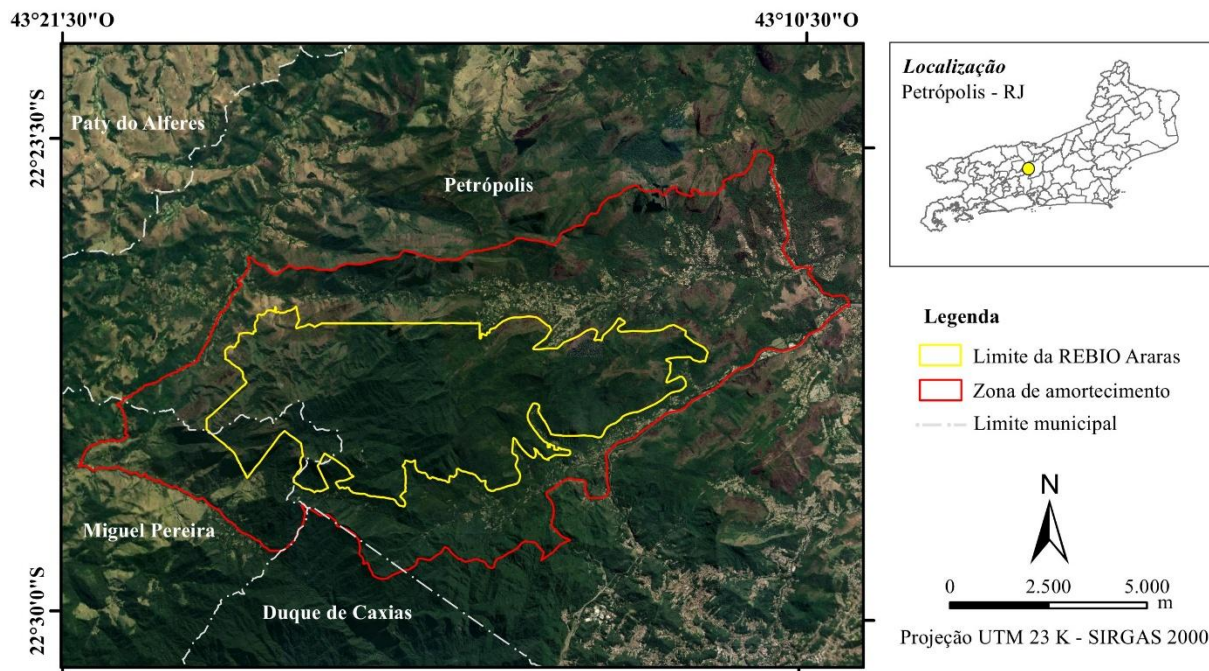


Figura 10: Limite e zona de amortecimento da REBIO Araras, Petrópolis – RJ. Fonte: elaborada pelo autor.

3.2 – Planos de Informação: variáveis e coeficientes considerados

Para realizar o mapeamento e análise do risco de incêndios na área de estudo, foram consideradas os seguintes planos de informação: usos e cobertura do solo, proximidade ao sistema viário, precipitação, altitude, declividade, superfície de curvatura, orientação das vertentes, temperatura e fontes de focos de calor registrados pelos satélites do INPE.

3.2.1 – Uso e cobertura do solo

De modo a caracterizar os diversos usos e cobertura do solo na área de estudo, optou-se por extrair os dados do mapeamento realizado pelo INEA em 2018 para o estado do Rio de Janeiro e refinado entre 2019 e 2020, no qual foram utilizadas imagens LANDSAT-5, LANDSAT-8, sensor OLI multiespectral e pancromática, para gerar o mapa de *Uso e Cobertura do Solo – RJ 2018*, disponível no site do INEA em formato *shapefile* (*.shp) (INEA, 2020). O processamento dos dados e a elaboração dos mapas foi realizado no *software* ArcGIS® 10.2.1. Foram extraídas as seguintes classes de uso e cobertura do solo: Afloramento rochoso, Área urbanizada, Floresta e Campo/Pastagem.

Considera-se que o risco de propagação de incêndio está intrinsicamente relacionado ao tipo de uso e ocupação do solo. Portanto, partindo desse pressuposto, para cada tipo de uso e cobertura do solo foi atribuído um coeficiente de acordo com uma classe de risco de incêndio, adaptado dos trabalhos de Freire et al., (2002), Oliveira et al., (2004), Dalcumune e Santos (2005), Nazareth (2010), Prudente (2016), Costa (2017), Santos (2017) e Oliveira (2018), conforme a Tabela 7 a seguir:

Tabela 7: Classificação do uso solo. Fonte: adaptada de Costa (2017), Dalcumune e Santos (2005), Freire et al., (2002), Nazareth (2010), Oliveira et al., (2004), Prudente (2016) e Santos (2017) e Oliveira (2018).

Uso	Risco	Coefficiente
Corpo d'água	Nulo	0
Afloramento rochoso	Baixo	1
Área urbanizada	Baixo	1
Floresta	Alto	2
Campo / Pastagem	Muito alto	3

3.2.2 – Proximidade ao sistema viário

No intuito de identificar as vias que circundam e adentram o parque, foram utilizados dados do IBGE (2018), provenientes da versão 2018 da base cartográfica vetorial contínua (BC25_RJ) para o estado do Rio de Janeiro na escala 1:25.000, desenvolvida no âmbito do Projeto RJ25, disponível no site da referida instituição, em formato *shapefile* (*.shp), atualizada a partir de imagens orbitais (RapidEye e Sentinel-2), ortomosaicos derivados de cobertura aerofotogramétrica cedidos pela Câmara Metropolitana do Rio de Janeiro, e dados provenientes de instituições parceiras, como o Departamento de Estradas e Rodagens do estado do Rio de Janeiro (DER/RJ) e o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT).

Os dados extraídos foram reunidos e condensados em um único arquivo composto por vetores do tipo poli linha. Em seguida com uso da ferramenta *Buffer* no ArcGIS® 10.2.1, foram gerados contornos de 5, 10, 20 e 40m ao longo do sistema viário na área de estudo. Posteriormente esses *buffer's* foram convertidos em polígonos para serem utilizados na elaboração do mapa de influência da distância do sistema viário quanto ao risco de ocorrência de incêndios florestais (Tabela 8).

Tabela 8: Classificação da influência da proximidade ao sistema viário para o risco de incêndios florestais. Fonte: adaptada de Costa (2017), Dalcumune e Santos (2005), Freire et al. (2002), Nazareth (2010), Prudente (2016), Salas e Chuvieco (1994) e Santos (2017).

Classes (m)	Risco	Coefficiente
> 40	Nulo	0
20 - 40	Baixo	1
10 - 20	Moderado	2
5 - 10	Alto	3
0 - 5	Muito alto	4

3.2.3 – Altitude

Os dados hipsométricos, foram extraídos do modelo digital de elevação (MDE) gerado com o ArcGIS® 10.2.1 a partir dos arquivos de curvas de nível (*.shp) e drenagem (*.shp), disponíveis na Base Cartográfica Vetorial Contínua do Estado do Rio de Janeiro na escala 1:25.000. Para gerar o MDE foi utilizada a ferramenta *Topo to Raster*, conforme os procedimentos descritos na apostila Notas de aulas práticas: Geoprocessamento aplicado à análise ambiental (TOSTES; FRANCELINO, 2010).

Em seguida, foi realizada a reclassificação do MDE com a ferramenta *Reclassify*, para definir as classes altimétricas correlacionadas aos coeficientes de risco (DALCUMUNE; SANTOS, 2005; FREIRE et al., 2002; NAZARETH, 2010; OLIVEIRA et al., 2004; OLIVEIRA, 2018; PRUDENTE, 2016; SANTOS, 2017). A seguir, encontra-se a Tabela 9, adaptada com as classes, riscos e coeficientes associados a hipsometria local.

Tabela 9: Classificação da hipsometria. Fonte: adaptada de Santos (2017) e Prudente (2016).

Classes (m)	Risco	Coefficiente
> 1000	Baixo	1
900 - 1000	Baixo	1
800 - 900	Moderado	2
700 - 800	Moderado	2
< 700	Alto	3

3.2.4 – Declividade

Os dados de declividade contidos no MDE foram extraídos e reclassificados, no ArcGIS® 10.2.1 com as ferramentas *Slope* e *Reclassify*. Optou-se pela reclassificação da declividade em porcentagem (EMBRAPA, 1979). Portanto, na Tabela 10, encontram-se os coeficientes de risco associados a cada classe de declividade em conformidade com os trabalhos de Freire et al., (2002), Oliveira et al., (2004), Prudente (2016); Santos (2017) e Oliveira, (2018).

Tabela 10: Classificação da declividade. Fonte: adaptada de Oliveira (2018), Santos (2017) e Prudente (2016), Oliveira et al., (2004) e Freire et al., (2002).

Relevo	Declividade (%)	Risco	Coefficiente
Plano	≤ 3	Baixo	1
Suave Ondulado	3 - 8	Baixo	1
Médio Ondulado	8 - 12	Moderado	2
Ondulado	12 - 20	Moderado	2
Forte ondulado	20 - 45	Alto	3
Montanhoso	> 45	Muito Alto	4

3.2.5 – Superfície de curvatura

Os dados de superfície de curvatura também foram extraídos do MDE, utilizando-se a ferramenta *Curvature* presente no *software* ArcGIS® 10.2.1, sendo em seguida reclassificados manualmente através da inserção de valores no item *Break Values %*, no menu *Properties*, definindo-se deste modo, as três classes de superfície de curvatura de acordo com os seguintes valores: côncava (-1), plana (0) e convexa (positivo), conforme o procedimento descrito por Tostes e Francelino (2010).

Os coeficientes de risco elaborados por Oliveira et al., (2002) foram adaptados de acordo com as observações de Sousa et al., (2009), Fernandes et al., (1998), quanto a susceptibilidade da configuração superficial da curvatura em relação à ocorrência de incêndios florestais (Tabela 11).

Tabela 11: Classificação da superfície de curvatura. Fonte: adaptada de Sousa et al., (2009) e Fernandes et al., (1998).

Superfície de curvatura	Classe	Risco	Coefficiente
Côncava	-1	Baixo	1
Plana	0	Moderado	2
Convexa	Positivo	Alto	3

3.2.6 – Orientação das vertentes

A orientação das vertentes foi extraída do MDE com a ferramenta *Aspect*, do ArcGIS® 10.2.1. Por meio desse procedimento primeiramente extrai-se as direções da superfície do terreno exposto, em graus, para em seguida utilizar a ferramenta *Reclassify*, de modo a reclassificar os níveis de risco de incêndio em relação aos grau de orientação da face de exposição de cada vertente, conforme descrito por Tostes e Francelino (2010). De acordo com o trabalho de Oliveira (2018), optou-se pela reclassificação apenas para os quatro pontos cardeais, onde as vertentes voltadas para o norte encontram-se entre 315° a 45°, as voltadas para o sul entre 135° a 225°, as voltadas para o Leste entre 45° e 135° e as voltadas para o oeste entre 225° e 315°.

A Tabela 12, mostra as classes das orientações das vertentes reclassificadas de acordo com o nível de risco de incêndio e seu coeficiente associado.

Tabela 12: Classificação das vertentes. Fonte: adaptada de Oliveira (2018).

Orientação da vertente	Classes (°)	Risco	Coefficiente
Norte	315 - 45	Alto	3
Leste	45 - 135	Moderado	2
Sul	135 - 225	Baixo	1
Oeste	225 - 315	Moderado	2

3.2.7 – Precipitação

Para obtenção de dados consistentes referentes a pluviosidade local, optou-se pela análise das séries históricas de dez estações pluviométricas distribuídas no entorno da REBIO Araras, e dos registros cedidos por parte do Sr. Júlio Heinrichs de Azevedo, que possui um pluviômetro simples, instalado desde 2012 no quintal de sua casa, próximo à sede da UC. Os dados das estações pluviométricas foram coletados no portal HidroWeb da Agência Nacional

de Água – ANA, e no site do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, conforme a Tabela 13, sendo em seguida organizados e avaliados quanto a ocorrência de falhas.

Tabela 13: Dados das estações e do pluviômetro simples Fonte: adaptada de HidroWeb/ANA e INMET.

Estações e pluviômetro	Código	Altitude (m)	Latitude	Longitude	Série histórica
Itamarati-SE	2243010	1.085	690407,90	7512279,11	1938 - 2021
Pedro do Rio	2243012	645	691965,86	7529182,45	1938 - 2021
Rio da Cidade	2243011	719	688328,74	7517321,6	1938 - 2021
Petrópolis	2243009	890	688146,37	7509383,11	1938 - 2005
Bingen	2243268	815	685591,51	7509682,36	2005 - 2021
Pico do Couto	A610	1.759	675843,39	7514811,02	2000 - 2020
Pluviômetro	-	915	681186,92	7518666,46	2012 - 2020
Araras	2243420	980	680225,25	7518864,17	2014 - 2018
Araras 2	2243443	724	688048,23	7519650,73	2014 - 2018
Mosela	2243441	1.071	683129,36	7512954,29	2014 - 2018

Segundo Araujo et al., (2018) a estação 2243029 (Petrópolis) foi descontinuada em 2005, no entanto 2243268 (Bingen), instalada nesse mesmo ano pode representar a continuidade do monitoramento na cidade de Petrópolis, e juntamente com 2243010 (Itamarati-SE), 2243012 (Pedro do Rio) e 2243011 (Rio da Cidade), representam bem a variabilidade espacial das chuvas que ocorrem na região (Figura 11).

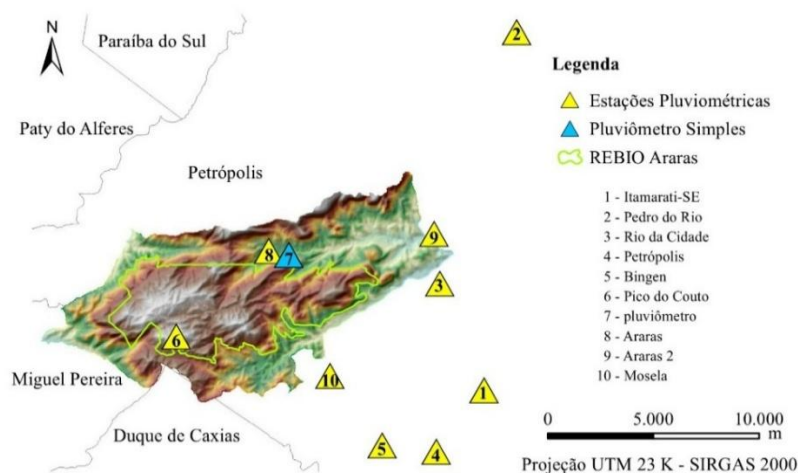


Figura 11: Localização das estações pluviométricas e pluviômetro. Fonte: elaborada pelo autor.

Conforme estabelecido pela Organização Mundial (WMO, 1989) foram adotadas as normatizações de consistência de dados meteorológicos, aproveitando-se somente as séries temporais mensais que possuem os registros diários completos ultrapassando a série mínima de 10 anos recomendada por Nieuwolt (1977), mantendo deste modo a estabilidade na análise pluviométrica de caráter temporal. Para o preenchimento de falhas optou-se pelo método da Ponderação Regional, onde os dados das estações com mais de 10 anos de série histórica podem ser utilizados para estimativa de precipitação e preenchimento de falhas nas séries das demais estações (BERTONI; TUCCI, 2001).

De acordo com Silva, (2017):

A Ponderação Regional (P.R.) utiliza estações de apoio próximas a estação a ser corrigida, as quais necessitam pertencer a uma região climática semelhante. A equação para correção da falha por essa técnica é dada pela Equação 2:

$$y_c = \frac{1}{n} \left(\frac{x_1}{x_{m1}} + \frac{x_2}{x_{m2}} + \frac{x_3}{x_{m3}} + \dots + \frac{x_n}{x_{mn}} \right) y_m$$

onde y_c = precipitação da estação a ser estimada (mm); n = o número de estações; $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ = precipitações observadas nas estações vizinhas, correspondentes ao mês/ano que se deseja preencher; $x_{m1}, x_{m2}, x_{m3}, \dots, x_{mn}$ = médias mensais das precipitações das estações próximas de acordo o mês que está sendo corrigido; e y_m = precipitação média do posto.

Após o preenchimento das falhas e utilizando os dados de todas as estações juntamente com os registros do pluviômetro simples, foi gerado o gráfico da média mensal da precipitação para a região (Figura 12).

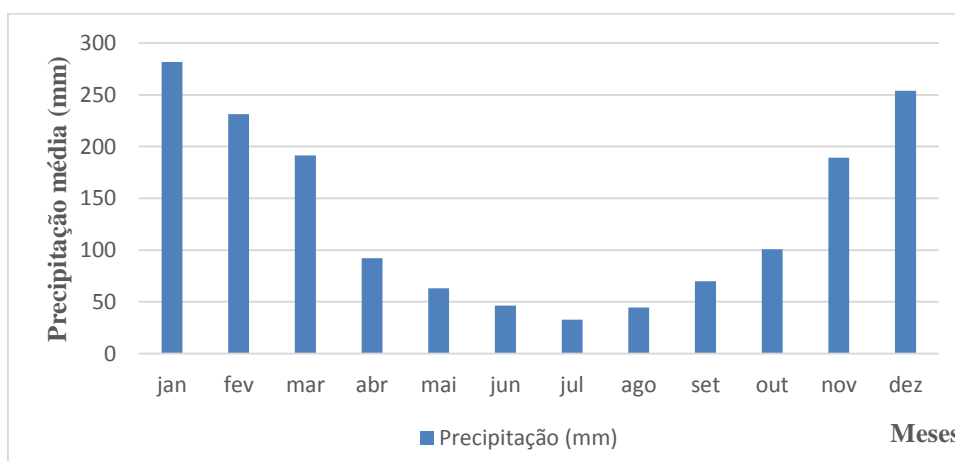


Figura 12: Média mensal da precipitação na região de Petrópolis – RJ. Fonte: elaborada pelo autor com base nos dados da Agência Nacional de Água - ANA, do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET e dos registros do Sr. Júlio Heinrichs de Azevedo.

Os mapas de média mensal são considerados instrumentos de suma importância, sendo capazes de auxiliar diversos profissionais que necessitem analisar a precipitação pluviométrica (NACIMENTO; FERNANDES, 2015). Portanto, para processar essa variável no mapeamento de risco, optou-se justamente pela utilização da média mensal, no intuito de uniformizar e minimizar as variações ocorridas na escala temporal, obtendo deste modo, períodos de risco distintos, um para cada mês do ano.

A seguir, atribuiu-se os valores da precipitação mensal na tabela de atributos das estações e do pluviômetro no projeto. E, em conformidade com o trabalho de Santos (2017), para analisar a distribuição da precipitação pluvial, foi realizado o cruzamento dos valores por meio do interpolador Inverso da Distância Ponderada (IDW) e da ferramenta *Countour with Barriers*, presente no *software* ArcGIS® 10.2.1. Contudo, foi necessário ainda obter dados da ANA referentes a mais uma estação pluviométrica nas proximidades, com série histórica de mais de 10 anos (AVELAR 2243255), somente para que o interpolador (IDW) cobrisse toda a área de estudo.

Ao término do processamento, foram obtidos mapas mensais de precipitação para região, compostos por polígonos delineados com isoietas derivadas de dados pluviométricos interpolados. Que em seguida, foram reclassificados de acordo com os coeficientes de risco estabelecidos (Tabela 14), conforme descrito nos trabalhos de Costa (2017), Nazareth (2010), Oliveira et al., (2004), Prudente (2016) e Santos (2017).

Tabela 14: Classificação da precipitação. Fonte: adaptada de Costa (2017), Nazareth (2010), Oliveira et al., (2004), Prudente (2016) e Santos (2017).

Classes (mm)	Risco	Coefficiente
> 300	Nulo	0
300 - 200	Baixo	1
200 - 100	Moderado	2
100 - 50	Alto	3
< 50	Muito Alto	4

3.2.8 – Temperatura

Para gerar o mapa de temperatura foi utilizada a base de dados do Projeto WorldClim versão 2.1, onde encontram-se disponíveis dados climáticos globais de 1970 a 2000 em formato *raster* com resolução de 1km², contendo as médias das temperaturas máxima e

mínimas mensais em ° Celsius (WORLDCLIM.ORG, 2020). Em seguida, com a ferramenta *Extract by Mask* foi efetuada a extração da área de interesse do arquivo *raster*, obtendo um novo arquivo, com as temperaturas somente para a REBIO Araras e sua zona de amortecimento. Com os valores das temperaturas, foi realizado a reclassificação do mesmo, conforme a metodologia adotada por Santos, (2017) em conformidade com os trabalhos de Louzada e Eugênio (2010). Deste modo, a Tabela 15, mostra as classes expressas em graus Celsius, o risco e o coeficiente associado à ocorrência de incêndios florestais de acordo com a variação da temperatura.

Tabela 15: Classificação da temperatura do ar. Fonte: adaptada de Nazareth (2010), Santos (2017), Louzada e Eugênio (2010).

Classes (°)	Risco	Coeficiente
< 20	Nulo	0
20 - 25	Baixo	1
25 - 30	Moderado	2
30 - 35	Alto	3
> 35	Muito Alto	4

3.2.9 – Fontes de focos de calor

Os dados de focos de calor foram obtidos em formato *shapefile* (*.shp), no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE (<http://prodwww-queimadas.dgi.inpe.br/bdqueimadas>), no período entre 1999 a 2021. Vale ressaltar que a expressão “focos de calor” é utilizada na interpretação do registro de calor captado pelo sensor do satélite na superfície do solo.

Optou-se por utilizar todos os satélites disponíveis para detecção, obtendo um total de 293 focos de calor. Em concordância com o trabalho de Ribeiro (2017) e Santos (2015), foi utilizada a metodologia proposta por Santos., (2015), onde a redundância dos focos foi atenuada no ArcGIS® 10.2.1, por meio de uma sistematização dos processos de identificação, agrupamento e exclusão de pontos repetidos, com uso da ferramenta *Model Builder* para automatizar o processo.

O modelo de exclusão analisa os focos com a mesma data, por meio da ferramenta *Find Identical*, incluindo os resultados obtidos na tabela de atributos do arquivo verificado. Em seguida são gerados *Buffer's* de acordo com a resolução espacial de cada sensor, definido

previamente na tabela de atributos do arquivo contendo os focos de calor. Posteriormente os polígonos com datas similares, que encontrarem-se dentro do raio de alcance da resolução espacial do sensor, são unidos, formando um único polígono. Com uso da ferramenta *Multipart to Singlepart*, as informações da tabela de atributos referentes a cada polígono, serão desmembradas. Por último, para cada polígono será criado um único ponto central, gerando assim um novo arquivo vetorial, sem informações duplicadas (Figura 13).

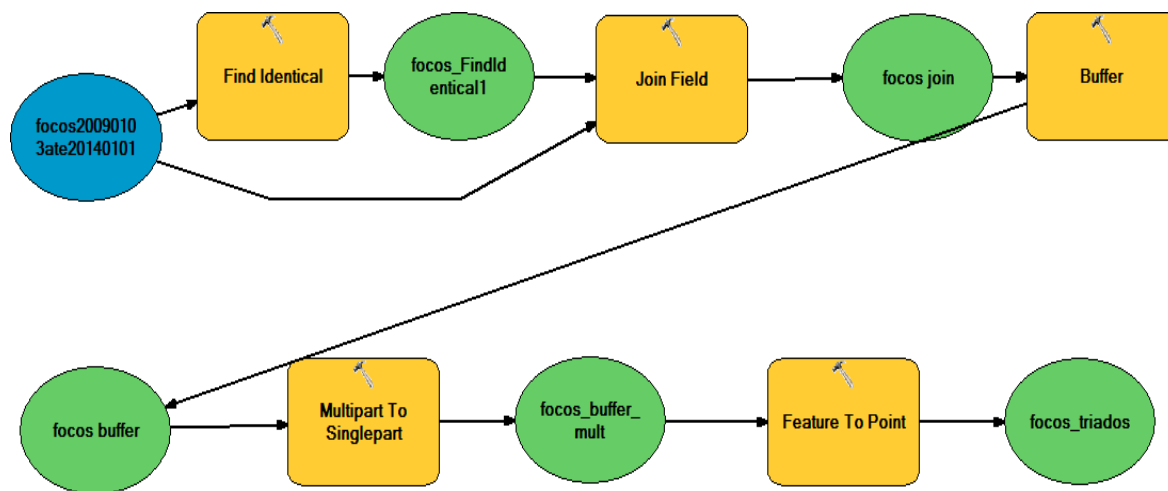


Figura 13: Fluxograma *Model Builder*. Fonte: Santos, (2015).

Ao término do processo, foram excluídos 160 focos, restando 133, que em seguida, foram organizados de acordo com o mês de ocorrência (Figura 14), obtendo deste modo, mapas mensais com a localização dos focos de calor e *Buffer's* de risco equivalentes a resolução de cada sensor conforme a Figura 15.

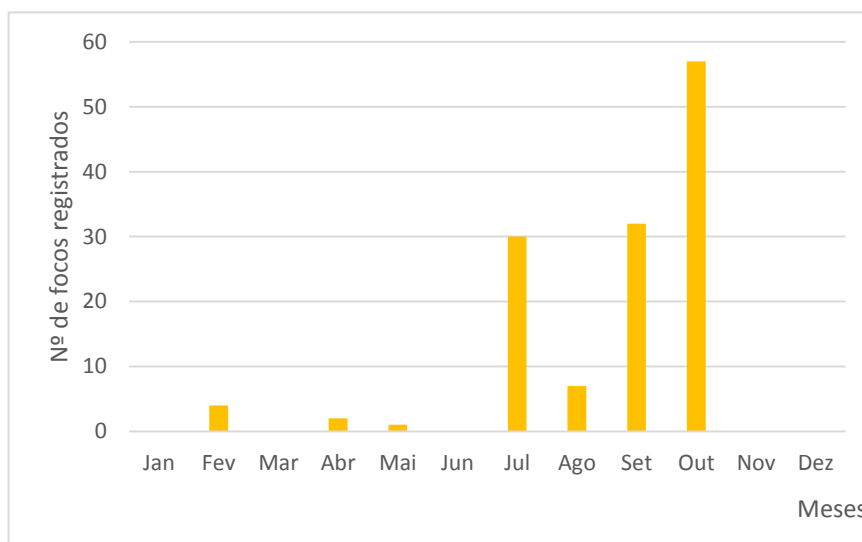


Figura 14– Número de focos registrados de acordo com o mês. Fonte: INPE (2020).

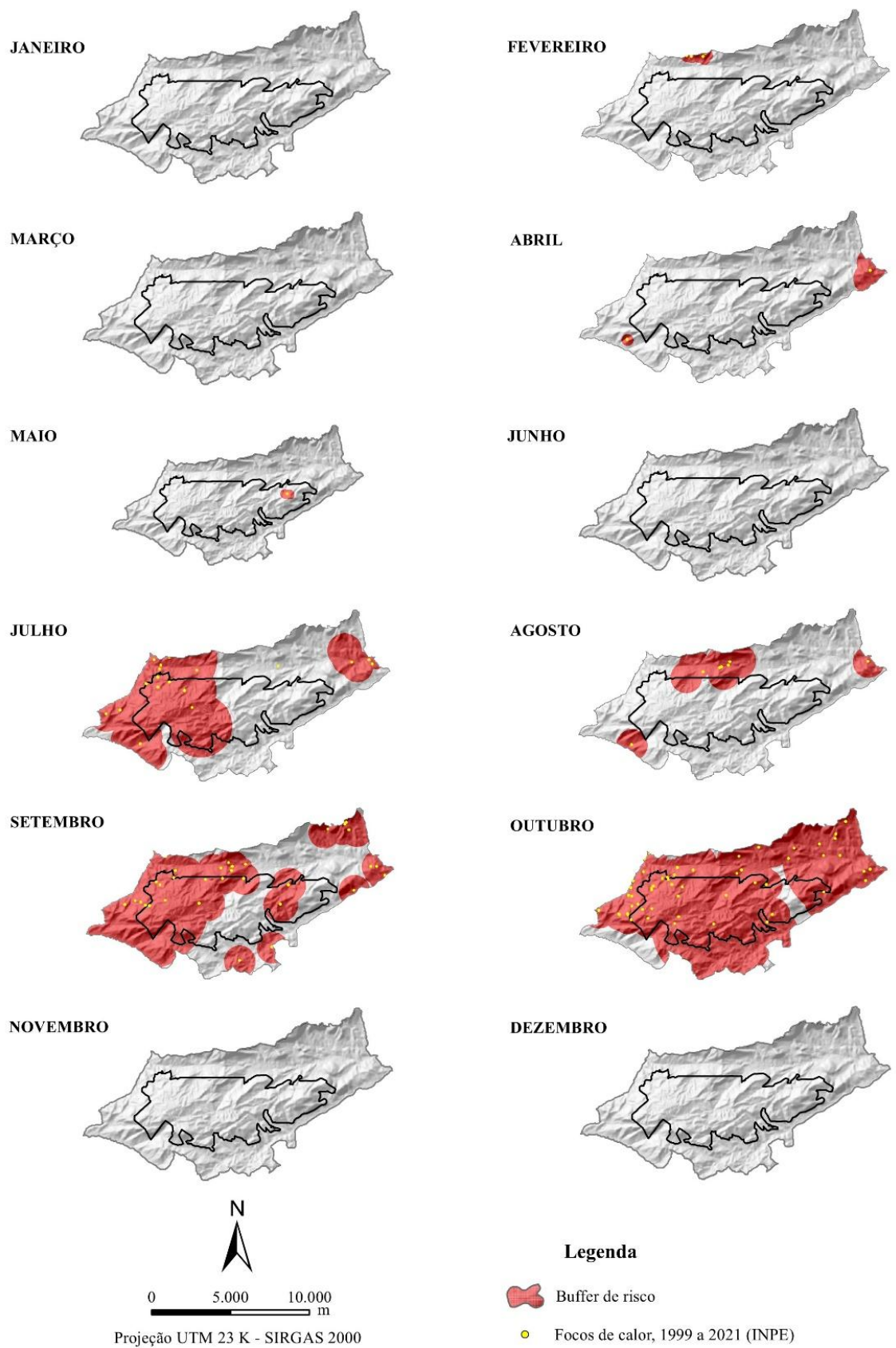


Figura 15: Buffer de risco das fontes de calor registradas na zona de amortecimento e interior da REBIO, Petrópolis - RJ. Fonte: INPE (2020).

3.2.10 – Integração dos temas

Com os fatores já reclassificados foi realizada no ArcGIS® 10.2.1 a álgebra de mapas, conforme a metodologia utilizada por Nazareth (2010) adaptada de Dalcumune e Santos (2002), no qual foram somados os coeficientes de risco de cada variável, com uso da ferramenta *Weighted Sum*, obtendo doze mapas temporais com as classes de variação pré-estabelecidas de acordo com o somatório a seguir.

$$\text{RIF} = \text{USO} + \text{VIAS} + \text{HIPS} + \text{DECL} + \text{CURV} + \text{ORIEN} + \text{PRECIP} + \text{TEMP}$$

Onde:

RIF = Mapa de Risco de Incêndio;

Tendo como coeficientes:

USO = Risco de incêndio para a classe de uso e ocupação do solo;

VIAS = Risco de Incêndio para a classe do sistema viário;

HIPS = Risco de Incêndio para classe de hipsometria;

DECL = Risco de Incêndio para classe de declividade;

CURV = Risco de Incêndio para classe superfície de curvatura;

ORIEN = Risco de Incêndio para classe de orientação de vertentes.

PRECIP = Risco de Incêndio para a classe de precipitação do mês analisado;

TEMP = Risco de Incêndio para a classe de temperatura do ar do mês analisado;

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.

4.1 Análise dos fatores relevantes ao risco de incêndio

Para compor o mapa de susceptibilidade ao risco de incêndio na zona de amortecimento e interior da REBIO Araras, foram produzidos oito mapas temáticos: uso e cobertura do solo, proximidade do sistema viário, precipitação mensal, hipsometria, declividade, superfície de curvatura, orientação das vertentes e temperatura do ar, os quais serão analisados conforme sua relevância no processo quanto a representação da vulnerabilidade do fogo em relação as características delineadas anteriormente para cada fator.

4.1.1 Mapa de uso e cobertura do solo

O conhecimento do uso e cobertura do solo é de suma importância para representação da vulnerabilidade ao fogo em relação as características de cada classe (OLIVEIRA, 2018).

Observa-se uma predominância de ocupação pela floresta na área de estudo representando uma alta susceptibilidade ao fogo, seguido de área urbanizada e afloramento rochoso ambos com baixa susceptibilidade ao fogo e de campo/pastagem apresentando uma altíssima susceptibilidade ao fogo. Segundo Fernandes et al., (1998), deve-se ao fato da cobertura vegetal composta por gramíneas possuir uma maior inflamabilidade do que a florestal. Assim, a Figura 16 ilustra o mapa de uso e cobertura do solo e a Tabela 16 enumera a área ocupada por cada classe em hectare e sua respectiva porcentagem.

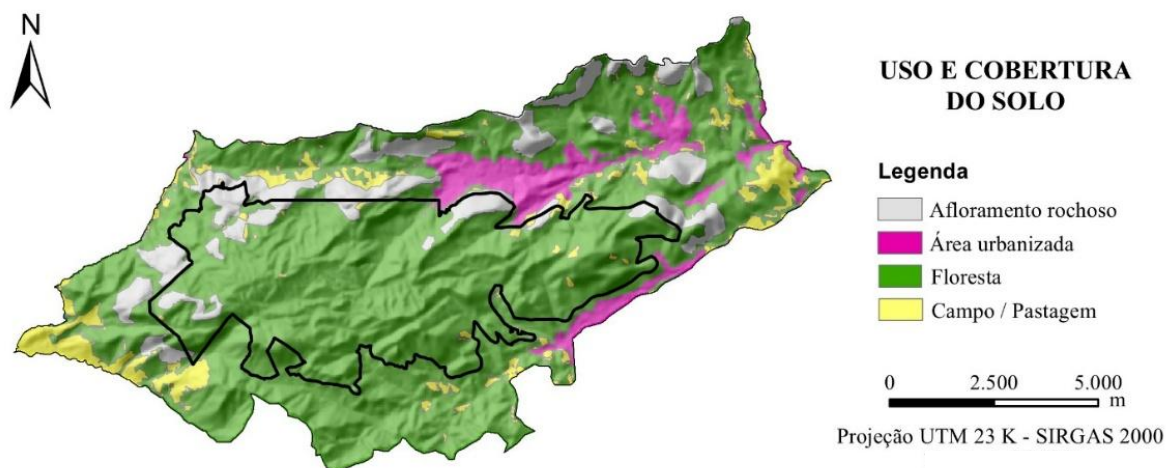


Figura 16: Mapa de uso e cobertura do solo.

Tabela 16: Área ocupada pelas classes de uso e cobertura do solo.

Uso e cobertura do solo	Área em ha	%
Afloramento rochoso	1217,94	11,58
Área urbanizada	723,98	6,88
Floresta	7748,44	73,64
Campo / Pastagem	831,58	7,90
Total	10521,94	100,00

4.1.2 Mapa de proximidade do sistema viário

Reconhecidamente é uma das principais causas conducentes à ignição do fogo pela intervenção antrópica, já que grande parte dos incêndios advém de imprudências dos

motoristas fumantes, que descartam a ponta do cigarro aceso ao longo das vias e estradas (SANTOS, 2017). Assim, a Figura 17 ilustra o mapa de proximidade do sistema viário.

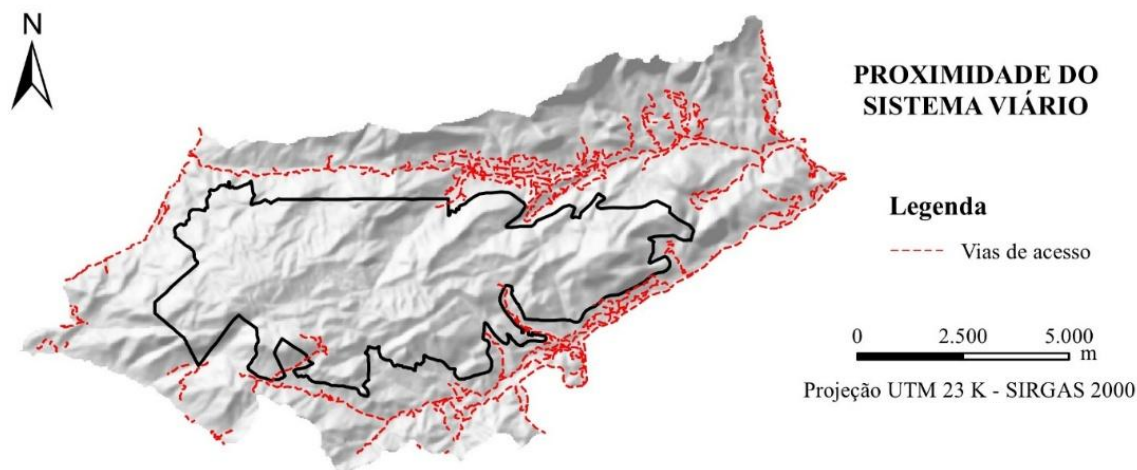


Figura 17: Mapa de proximidade do sistema viário.

4.1.3 Mapa hipsométrico

O mapa hipsométrico além de representar a variação da altitude, também indica indiretamente a quantidade de umidade no material combustível, que por sua vez influencia na taxa da velocidade de propagação dos incêndios, onde em altas elevações tendem a apresentar estações de risco mais curtas do que em baixas elevações (PRUDENTE, 2016). A seguir, a Figura 18 ilustra o mapa hipsométrico da área de estudo, onde nota-se que a REBIO Araras se encontra inserida acima da faixa dos 1.100 m de altitude

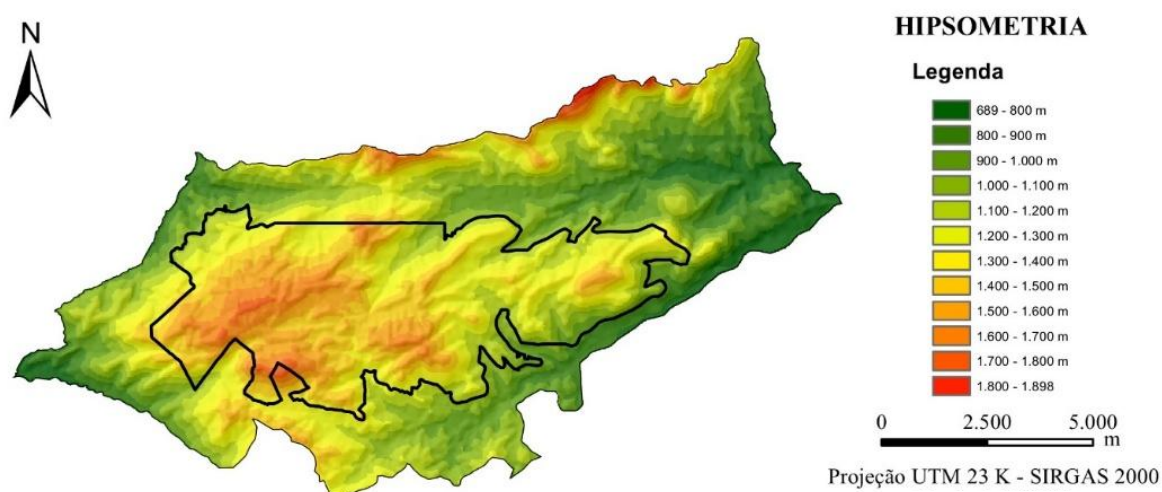


Figura 18: Mapa hipsométrico.

4.1.4 Mapa de declividade

O mapa clinográfico mostra a declividade do terreno, que por sua vez está associada à velocidade, direção e propagação do fogo (PRUDENTE, 2016), sendo representado na Figura 19, enquanto a Tabela 17 enumera a área ocupada por cada classe em hectare e sua respectiva porcentagem.

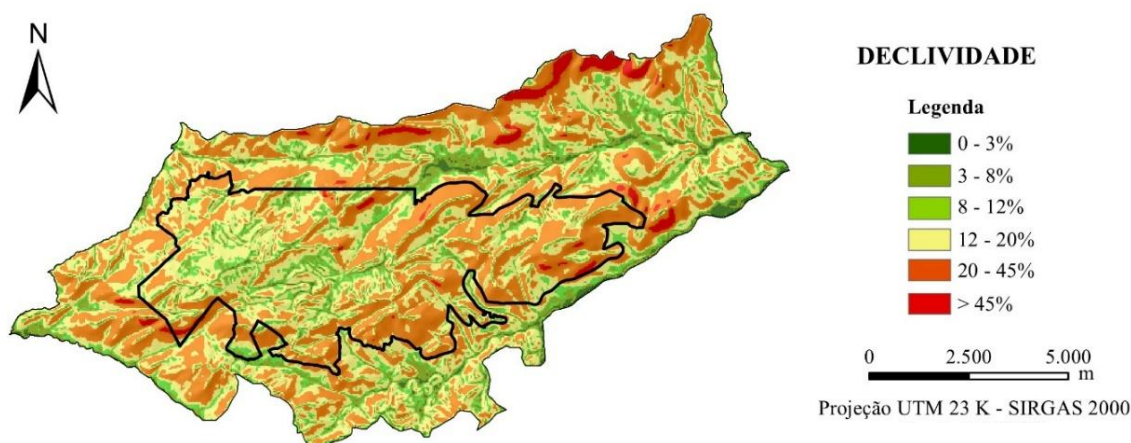


Figura 19: Mapa clinográfico.

Tabela 17: Área ocupada pelas classes de declividade.

Declividade	Área em ha	%
< 3%	188,97	1,8
3 – 8%	894,83	8,50
8 – 12%	1218,04	11,58
12 – 20%	3894,80	37,02
20 – 45%	4096,49	38,93
> 45%	228,81	2,17
Total	10521,94	100,00

4.1.5 Mapa de superfície de curvatura

A forma da superfície de curvatura do terreno além de influenciar a direção e a intensidade dos ventos, atua sobre o microclima local. Vertentes mais côncavas, tendem a concentrar mais umidade do que as convexas e planas (em encostas), que são mais suscetíveis a ocorrência de incêndios florestais, por formarem uma zona de divergência de fluxo hídrico (TORRES et al., 2020).

A seguir, a Figura 20 ilustra o mapa de superfície de curvatura da área de estudo e a Tabela 18 enumera a área ocupada por cada classe em hectare e sua respectiva porcentagem.

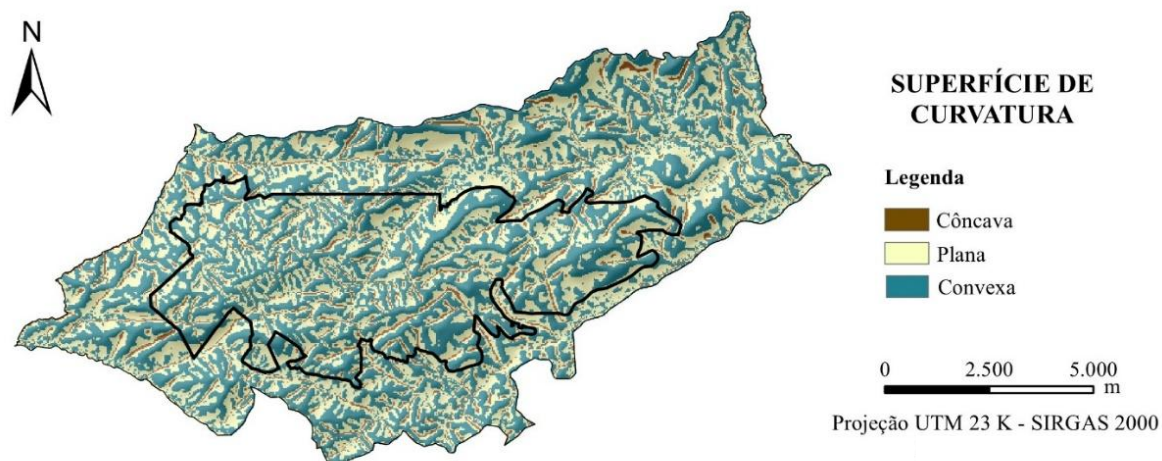


Figura 20: Mapa de superfície de curvatura.

Tabela 18: Área ocupada pelas classes de superfície de curvatura.

Superfície de curvatura	Área em ha	%
Côncava	688,10	6,54
Plana	4637,94	44,08
Convexa	5195,90	49,38
Total	10521,94	100,00

4.1.6 Mapa de orientação das vertentes

A orientação das vertentes influencia a incidência de raios solares, que podem vir a aumentar o risco de ocorrência de incêndio, pois segundo Fernandes et al., (1998) as encostas voltadas para o norte recebem uma maior insolação e conseqüentemente tendem a possuir um menor índice de umidade do que as voltadas para o sul. A seguir, a Figura 21 ilustra o mapa de orientação das vertentes da área de estudo e a Tabela 19 enumera a área ocupada por cada classe em hectare e sua respectiva porcentagem.

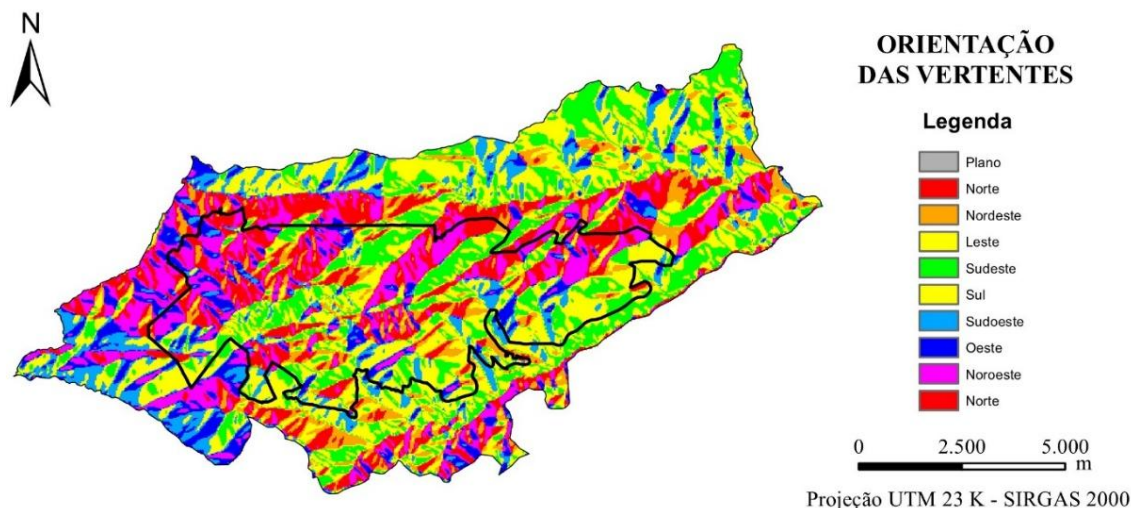


Figura 21: Mapa de orientação das vertentes.

Tabela 19: Área ocupada pelas classes de orientação das vertentes.

Orientação das vertentes	Área em ha	%
Plano	0,37	0,004
Norte	699,46	6,648
Nordeste	899,55	8,549
Leste	1130,46	10,744
Sudeste	1772,56	16,846
Sul	1974,60	18,767
Sudoeste	963,24	9,164
Oeste	808,65	7,685
Noroeste	1376,78	13,085
Norte	894,26	8,509
Total	10521,94	100,00

4.1.7 Mapas de precipitação

A precipitação pluviométrica além de influenciar a temperatura e umidade relativa do ar, atua sobre a umidade do material combustível e, portanto, na probabilidade de ignição do fogo (NAZARETH, 2010). Assim, a Tabela 20 enumera o volume médio precipitado mensalmente, enquanto a Figura 22 ilustra os mapas de precipitação mensal com as isoietas.

Tabela 20: Precipitação média mensal para área de estudo.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Precipitação (mm)	266,33	238,84	193,46	77,81	49,9	46,63	29,51	60,36	70	98,21	208,54	249,47

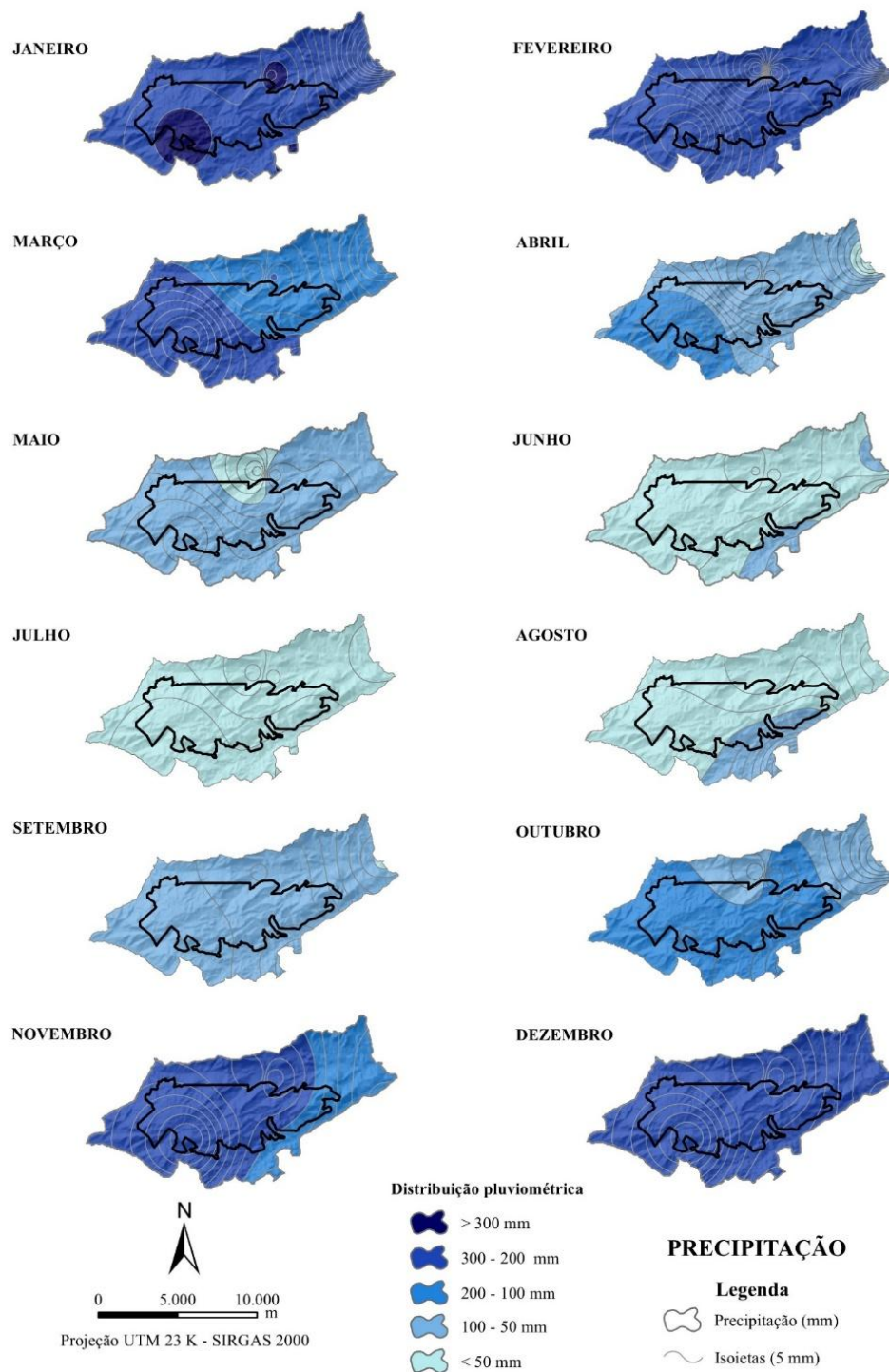


Figura 22: Mapas de precipitação para a área de estudo.

4.1.8 Mapas de temperatura

A temperatura do ar atmosférico influencia indiretamente na ignição e propagação do incêndio florestal, pois afeta a umidade relativa do material combustível podendo alterar o

comportamento do fogo (NAZARETH, 2010). A seguir, a Figura 23 ilustra a variação mensal da temperatura na área de estudo.

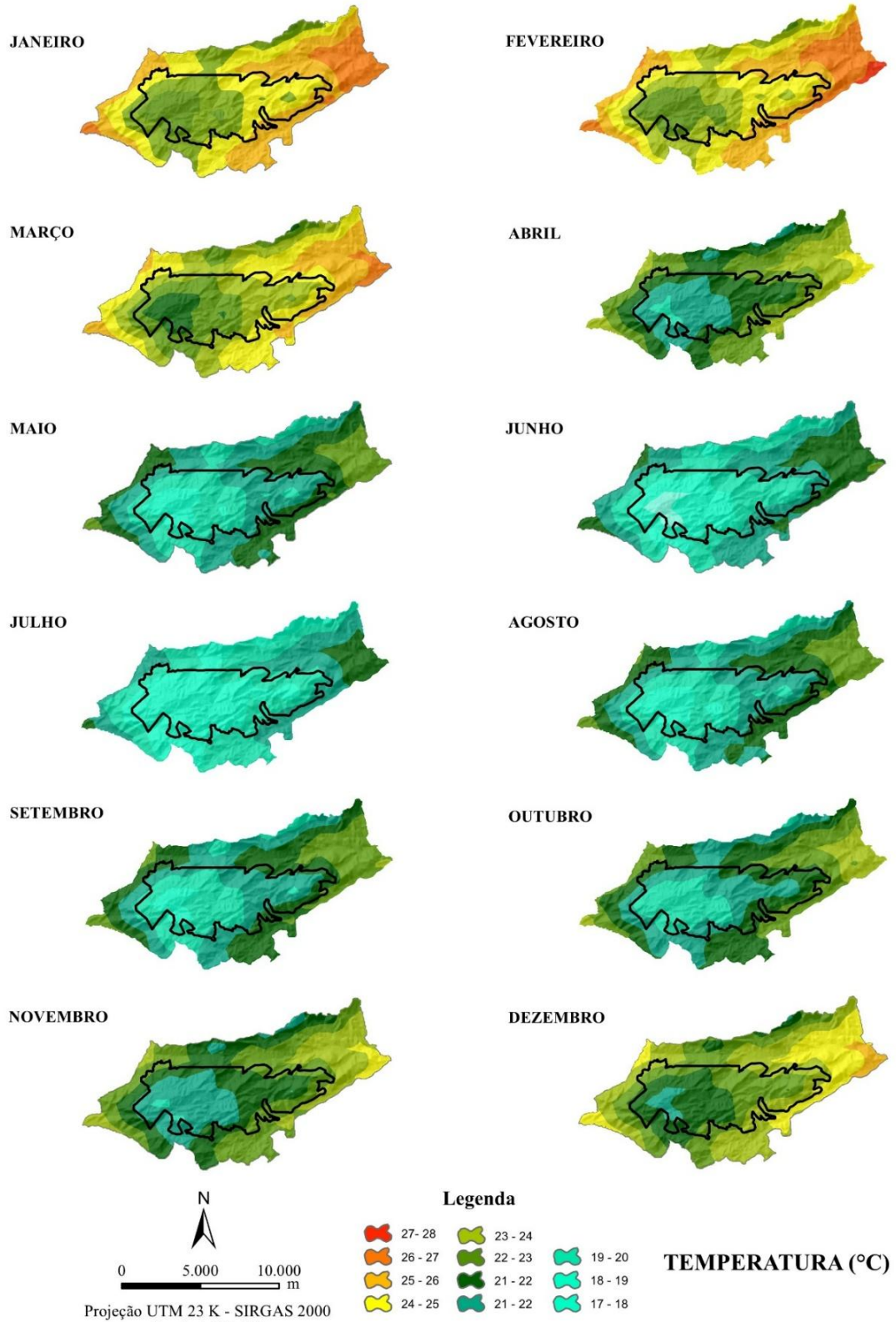


Figura 23: Mapas de temperatura da área de estudo.

4.2 Reclassificação dos fatores associados ao risco de incêndio

Os mapas temáticos associados a condições antrópicas e naturais para cada um dos fatores analisados, foram reclassificados no ArcGIS® 10.2.1 de acordo com as classes e limites associadas ao risco de incêndio elencadas anteriormente, obtendo-se assim, os mapas de risco de incêndio para cada fator analisado.

4.2.1 Mapa de risco de incêndio para o uso e cobertura do solo

De acordo com a Figura 24, nota-se que quase toda a REBIO Araras encontra-se dentro de uma área com alto risco para ocorrência de incêndios, devido a classificação utilizada (Tabela 7) e a presença de vegetação florestal. A Figura 25 apresenta as distribuições das áreas em hectares e as porcentagens em relação ao risco de incêndio para o fator de uso e cobertura do solo. Percebe-se que o risco mais baixo ocorreu em menos de 20% da área total, enquanto que os locais com risco alto ocupam mais de 70% do território, e as áreas mais propensas ao risco de incêndio, são de fato os campos e pastagens nos extremos da zona de amortecimento. O risco baixo ocorre nas áreas ocupadas por aglomerados urbanos e costões rochosos no entorno da UC.

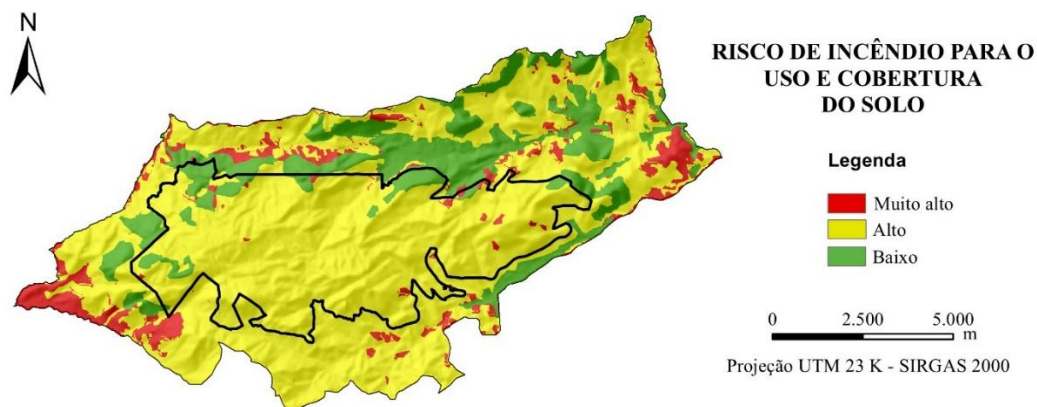


Figura 24: Mapa de risco de incêndio para o fator de uso e cobertura do solo.

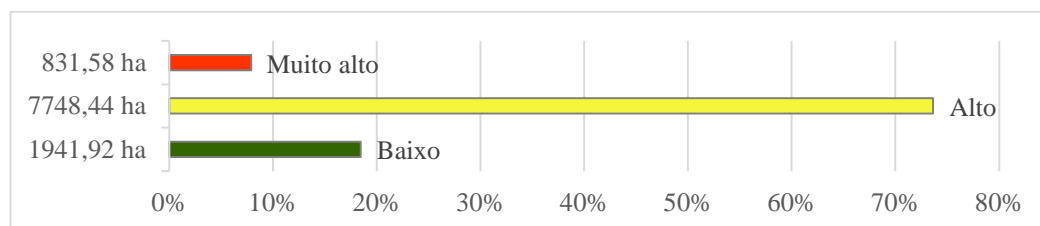


Figura 25: Risco de incêndio, áreas e porcentagens equivalentes para o fator de uso e cobertura do solo.

4.2.2 Mapa de risco de incêndio para o sistema viário

Na Figura 26, de acordo com o detalhamento dos *buffer's* de risco, a cor vermelha representa um distanciamento de 5 metros do eixo da via, sinalizando que dentro dessa área o risco é mais elevado, e à medida que aumenta-se o distanciamento em relação a via, esse risco diminui gradativamente. Percebe-se que grande parte da REBIO Araras é circundada por vias, estradas e arruamentos ao longo de sua zona de amortecimento. A Figura 27, apresenta as distribuições das áreas em hectares e as porcentagens em relação ao risco de incêndio para o fator proximidade do sistema viário.

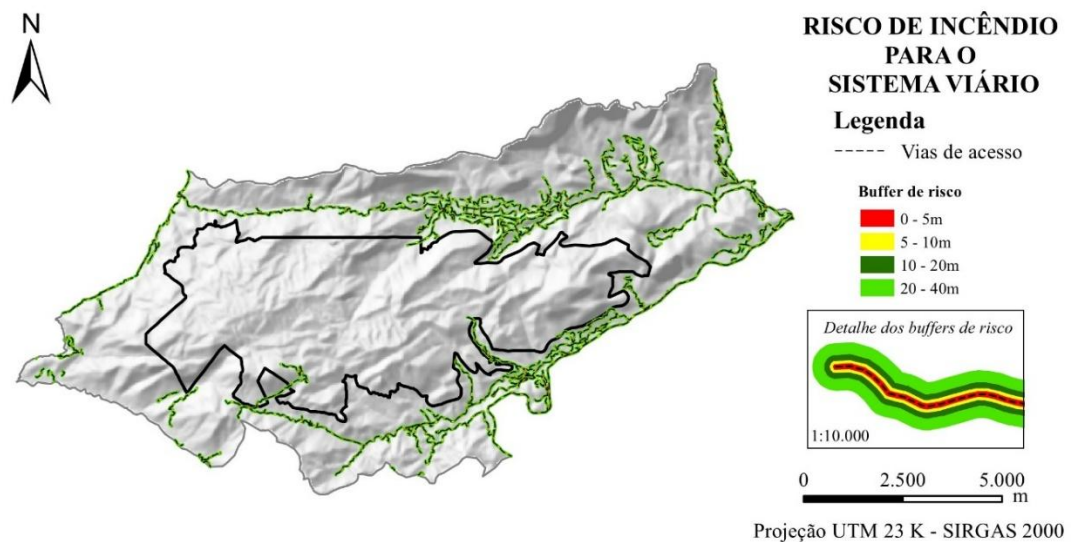


Figura 26: Mapa de risco de incêndio para o fator de proximidade do sistema viário.

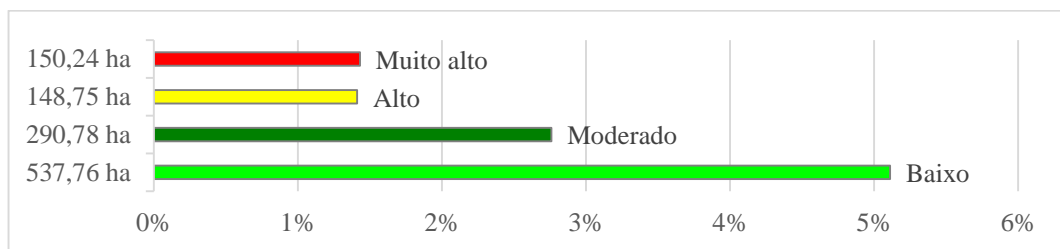


Figura 27: Risco de incêndio, áreas e porcentagens equivalentes para o fator proximidade do sistema viário.

4.2.3 Mapas de risco de incêndio para a precipitação

A Figura 28, a seguir, apresenta o risco de incêndio para o fator de precipitação, destacando-se em vermelho as áreas com maior risco de ocorrência de incêndios florestais

devido a um baixo índice de pluviosidade, relacionado aos meses de estiagem, de junho a agosto.

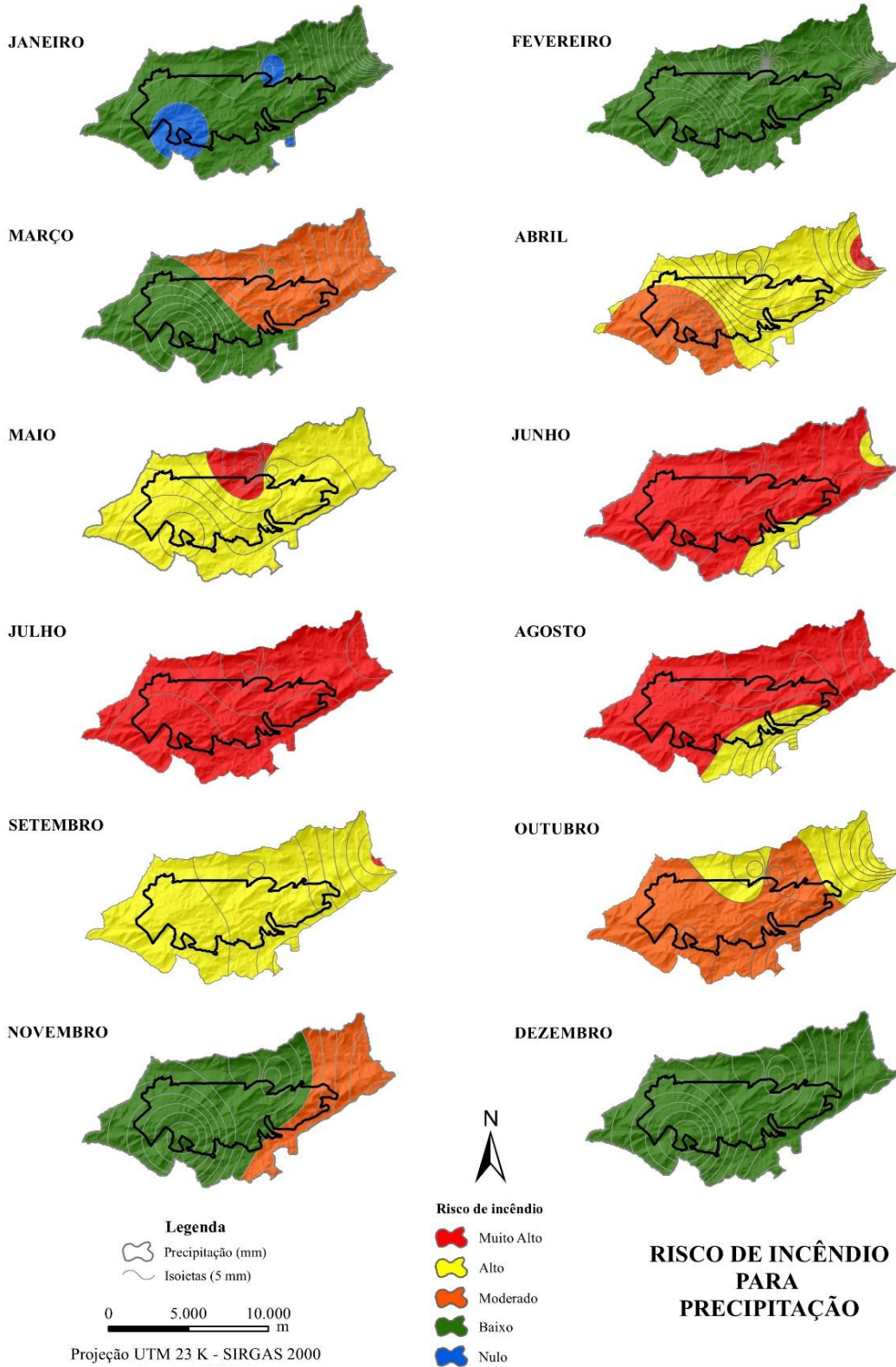


Figura 28: Mapa de risco de incêndio para o fator de precipitação.

4.2.4 Mapa de risco de incêndio para a hipsometria

O risco de incêndio para o fator hipsométrico geralmente tende a ser mais elevado em menores altitudes. Assim, a Figura 29 ilustra o risco de incêndio para o fator de hipsometria enquanto a Figura 30 apresenta a distribuição correspondentes das áreas em hectares e porcentagens. Nota-se que as áreas com maior risco encontram-se no entorno da UC, nos aglomerados urbanos e ao longo do sistema viário e, em alguns pontos chegam bem próximos a área da REBIO Araras através das reentrâncias observadas no mapa, locais das vias de acesso a UC.

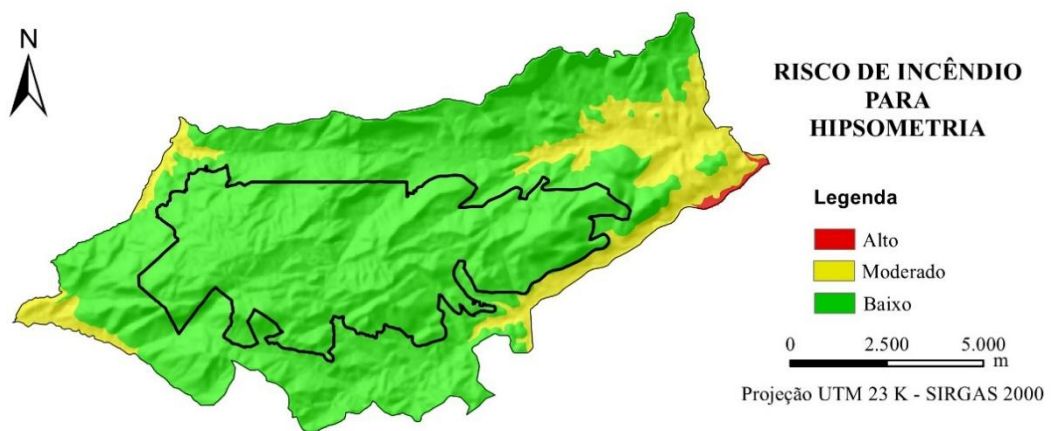


Figura 29: Mapa de risco de incêndio para o fator de hipsometria.

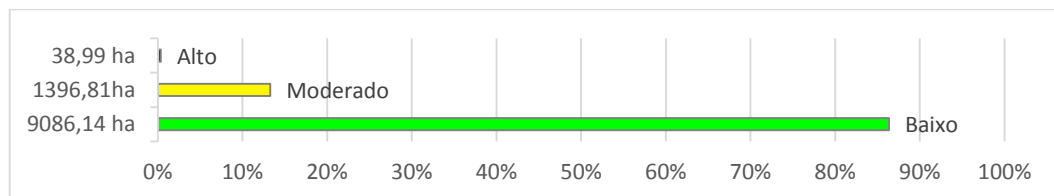


Figura 30: Risco de incêndio, áreas e porcentagens equivalentes para o fator hipsometria.

4.2.5 Mapa de risco de incêndio para a declividade

O risco de incêndio para o fator de declividade na área de estudo é ilustrado pela Figura 31, e os valores referentes a área ocupada por cada classe e suas porcentagem equivalentes, pela Figura 32. Nota-se que as declividades menos acentuadas apresentam um menor risco de incêndio, portando em declividades mais acentuadas o fogo tenderá a se propagar com uma maior velocidade.

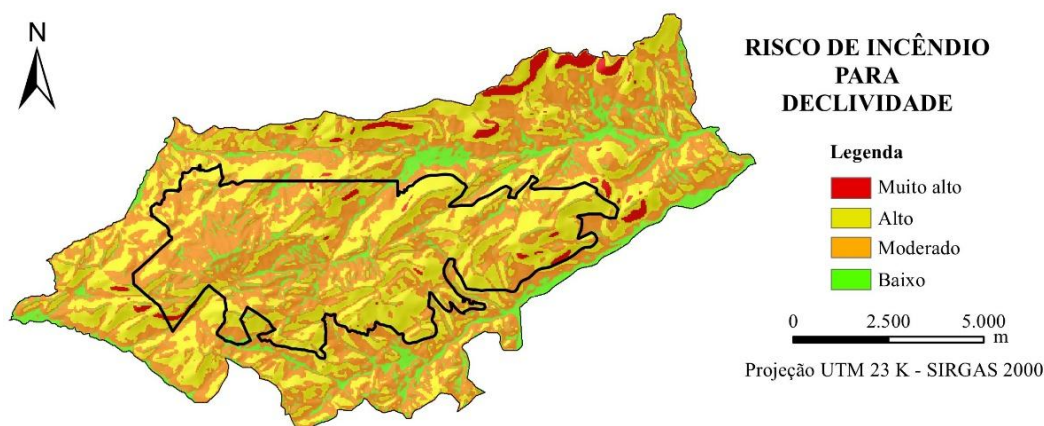


Figura 31: Mapa de risco de incêndio para o fator de declividade.

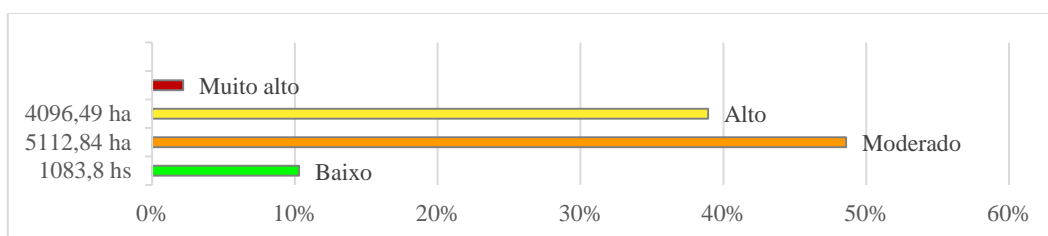


Figura 32: Risco de incêndio, áreas e porcentagens equivalentes para o fator de declividade.

4.2.6 Mapa de risco de incêndio para superfície de curvatura

O risco de incêndio para o fator de superfície de curvatura na área de estudo é ilustrado pela Figura 33, enquanto os valores referentes a área ocupada por cada classe da superfície de curvatura e suas porcentagem equivalentes encontram-se na Figura 34.

Percebe-se que na área de estudo, existe pouca diferença na distribuição entre relevo convexo e plano (em encostas), devido a formação geológica local, composta por montanhas, costões rochosos, escarpas e vertentes, o que acaba influenciado em uma menor retenção de umidade no local, influenciando em uma maior amplitude quanto a variação térmica diária, devido à uma menor capacidade em reter a umidade do ar, favorecendo uma maior troca de calor entre os maciços rochosos e o ar atmosférico, influenciando deste modo nas características e aporte de umidade do material combustível. As áreas com conformação côncava, coincidem com a rede de drenagem, representando as porções mais baixas do relevo, ocupadas em partes pela hidrografia local.

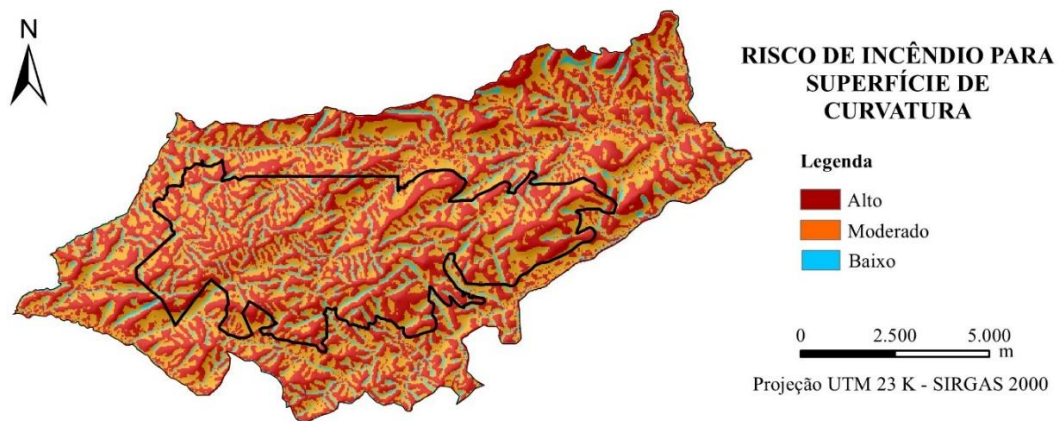
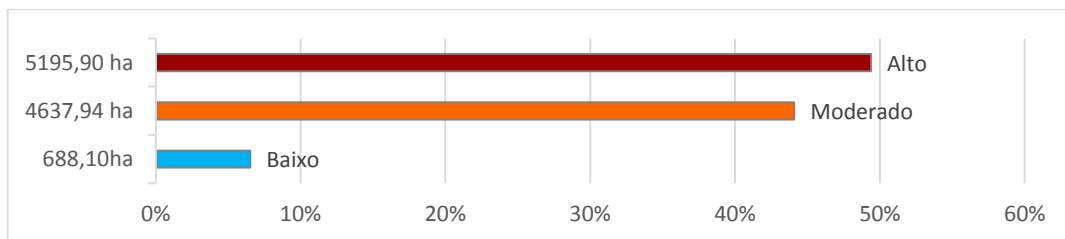


Figura 33: Mapa de risco de incêndio para o fator superfície de curvatura.

Figura 34: Risco de incêndio, áreas e porcentagens equivalentes para o fator superfície de curvatura.



4.2.7 Mapa de risco de incêndio para orientação das vertentes

O risco de incêndio para o fator de orientação das vertentes na área de estudo, é ilustrado pela Figura 35, e os valores referentes a área ocupada por cada classe e suas porcentagem equivalentes, pela Figura 36.

Percebe-se que os maiores agrupamentos de áreas contíguas concentram-se ao longo das vertentes Sul e Norte, contudo não representam a maior parte da área de estudo, que é composta espaçadamente pelas vertentes Leste – Oeste.

De acordo com Tostes e Francelino (2010), as vertentes são divisoras de ambientes, e interferem em vários aspectos da paisagem, como a quantidade de água, a cor do solo, a exuberância da vegetação e a capacidade de resiliência dos ecossistemas (TOSTES; FRANCELINO, 2010). O risco de incêndio é alto nas vertentes voltadas com a face para o Norte, e coincidem com o aglomerado urbano e os costões rochosos no entorno da UC, ocupados por vegetação rupícola de fácil ignição quando em condições de baixa umidade e insolação intensa.

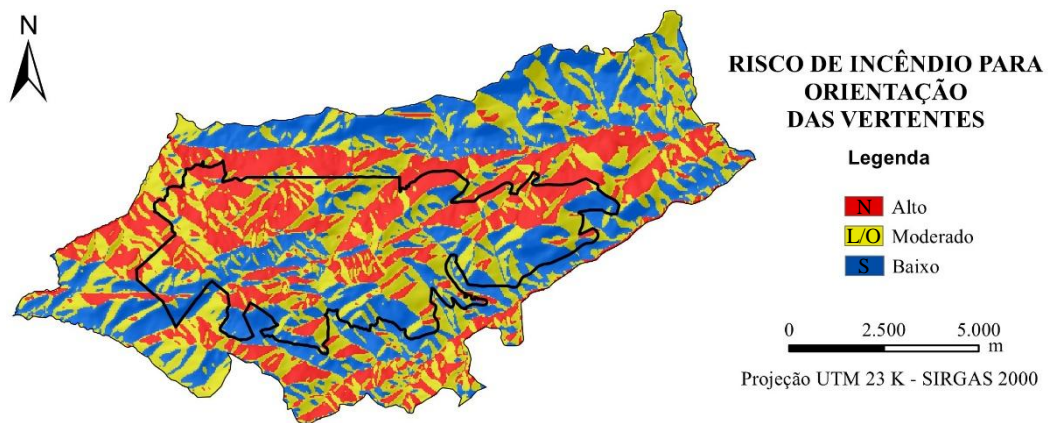


Figura 35: Mapa de risco de incêndio para o fator de orientação das vertentes.

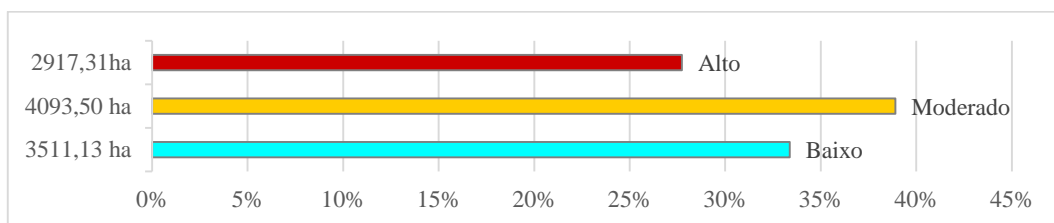


Figura 36: Risco de incêndio, áreas e porcentagens equivalentes para o fator de superfície de curvatura.

4.2.8 Mapas de risco de incêndio para a temperatura

O risco de incêndio mensal para o fator de temperatura na área de estudo, é ilustrado pela Figura 37. Nota-se que as menores temperaturas ocorrem dentro da UC, devido a uma maior elevação topográfica relacionada a conformação geológica da área, e mesmo nos meses mais frios, a temperatura dentro da UC tende a se manter em equilíbrio, podendo ser observada a relação inversa no período mais quente, onde as altas temperaturas não chegam a afetar internamente a UC, concentrando-se nos arredores da reserva.

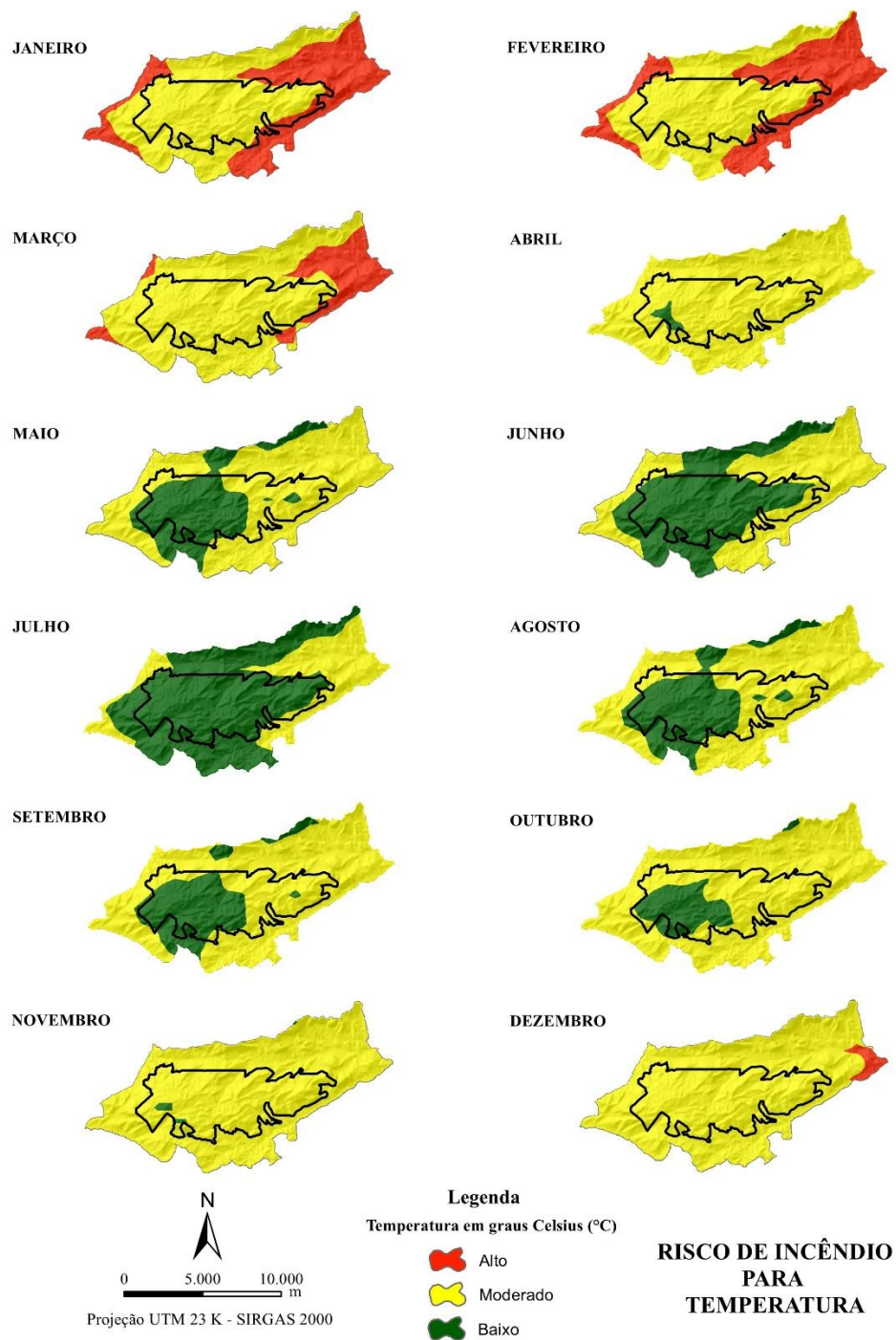


Figura 37: Mapas de risco de incêndio para o fator de temperatura.

4.3 Risco de incêndio geral

E, finalmente, foram elaborados os mapas mensais de risco de incêndio geral para a REBIO Araras englobando sua zona de amortecimento (ANEXO 1), conforme ilustra a Figura 38, a seguir.

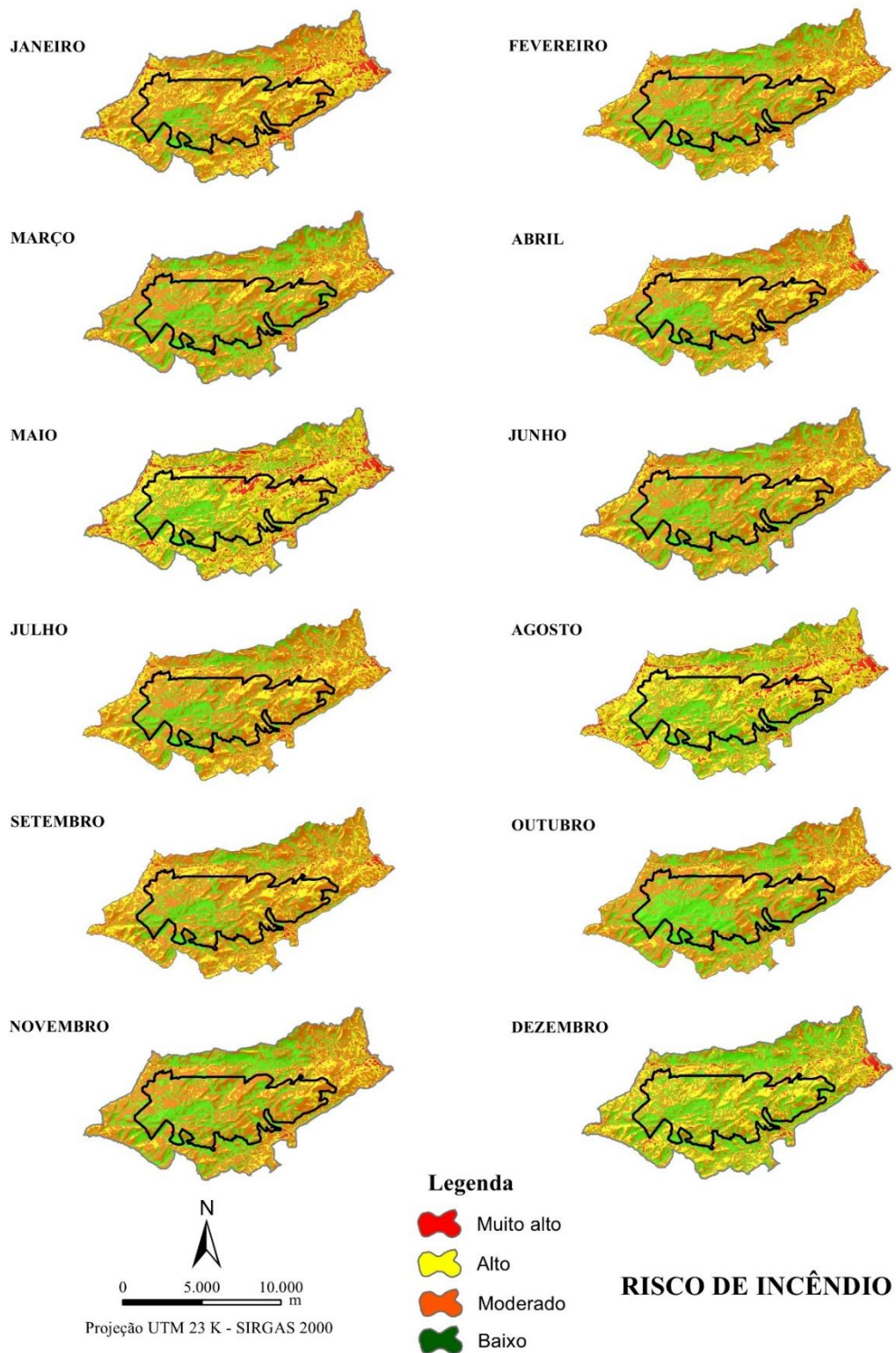


Figura 38: Mapas de risco de incêndio geral para a área de estudo.

Na construção dos mapas de risco de incêndio para a REBIO Araras, foram integralizados os mapas de uso e cobertura do solo, sistema viário, hipsometria, declividade, orientação das vertentes, precipitação média mensal e temperatura média mensal do ar. A

integralização desses temas com a variabilidade mensal da temperatura e precipitação, permitiu uma análise geral dos fatores mais pertinentes que influenciam na ocorrência de incêndios, reduzindo os erros que poderiam ocorrer na análise isolada de cada fator e na utilização de uma média anual para o regime de pluviosidade e temperatura. Essas médias possibilitaram uma maior homogeneidade na elaboração dos mapas de risco, podendo ser substituídas por dados climáticos diários na elaboração de mapas dinâmicos de risco de incêndio, nos períodos mais críticos de acordo com as condições meteorológicas.

Na tabela 21 está a classificação do risco de incêndio para cada mês e a representatividade da área total da zona de amortecimento e interior da REBIO Araras.

Tabela 21: Representatividade da área de risco de incêndios para cada mês. Fonte: adaptada de Nazareth (2010).

RISCO	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
Muito Alto	12,7	28,6	31,6	20,7	20,0	28,2
Alto	47,5	52,3	52,2	54,1	24,6	52,8
Moderado	33,0	16,1	13,6	21,5	44,9	16,4
Baixo	6,2	2,4	2,1	3,1	10,0	2,1
Nulo	0,6	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tabela 21: (cont.) Representatividade da área de risco de incêndios para cada mês. Fonte: adaptada de Nazareth (2010).

RISCO	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Muito Alto	21,2	26,0	19,5	34,7	31,1	37,3
Alto	53,7	26,3	54,2	49,5	52,8	30,8
Moderado	21,8	39,6	22,9	13,4	13,6	28,0
Baixo	2,7	7,5	2,9	1,8	1,9	3,4
Nulo	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Conforme os índices de risco de incêndio obtidos nos mapas anteriores (Figura 38), o mês de janeiro mesmo com uma alta taxa de pluviosidade, apresentou 6,2% de risco baixo, 33,0% de risco moderado, 47,5% de risco alto e 12,7% de risco muito alto.

Os meses de fevereiro e março apresentaram respectivamente 52,3% e 52,2% de risco alto, enquanto que para o risco muito alto apresentaram 28,6% e 31,6%, valores muito próximos, devido a uma similaridade entre suas características climáticas.

Em abril ocorre uma queda no valor do risco muito alto, passando a 20,7%, porém o risco alto manteve-se elevado, com 54,1%.

Em maio ocorre o contrário, com o risco muito alto, mantendo-se estável em relação ao mês anterior, com uma pequena queda de 0,07%, contudo o risco moderado que flutuava desde fevereiro abaixo dos 22,0% passa a atingir a marca de 44,9%, praticamente o dobro.

Em junho o risco moderado tende a cair novamente para menos de 20% enquanto que os riscos alto e muito alto, sobem para 52,8% e 28,2% respectivamente, mantendo-se nessa faixa até dezembro, apresentando somente pequenas oscilações em agosto e setembro, e de acordo com o relato de funcionários da REBIO Araras, as queimadas e incêndios ocorrem com maior intensidade justamente nessa faixa, entre os meses de maio e outubro.

Os meses que apresentaram maiores valores de risco muito alto, alto e moderado, foram dezembro, setembro e maio, com respectivamente 37,26%, 54,16% e 44,89%, enquanto que os menores valores obtidos para os mesmos riscos foram nos meses de janeiro, maio e outubro, com respectivamente 12,49%, 24,61% e 13,38%.

A variação dos riscos de incêndios entre os meses do ano pode ser melhor observada no gráfico da Figura 39, a seguir:

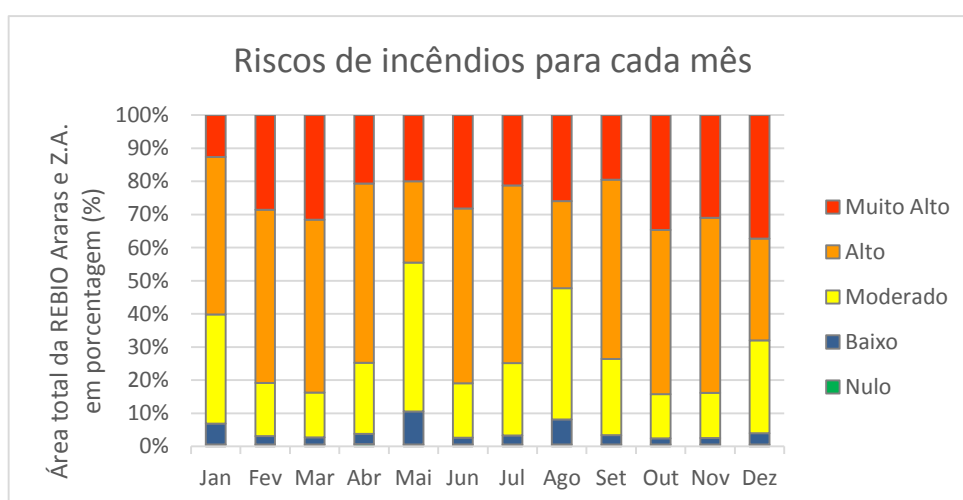


Figura 39: Variação mensal dos riscos de incêndios em relação a área total da REBIO Araras e sua zona de amortecimento. Fonte: Adaptada de Nazareth (2010).

Na figura 40, a seguir, a representação da oscilação do risco muito alto e baixo entre os meses do ano pode ser melhor observada. Ficando nítida a elevação do risco muito alto a partir do mês de junho.

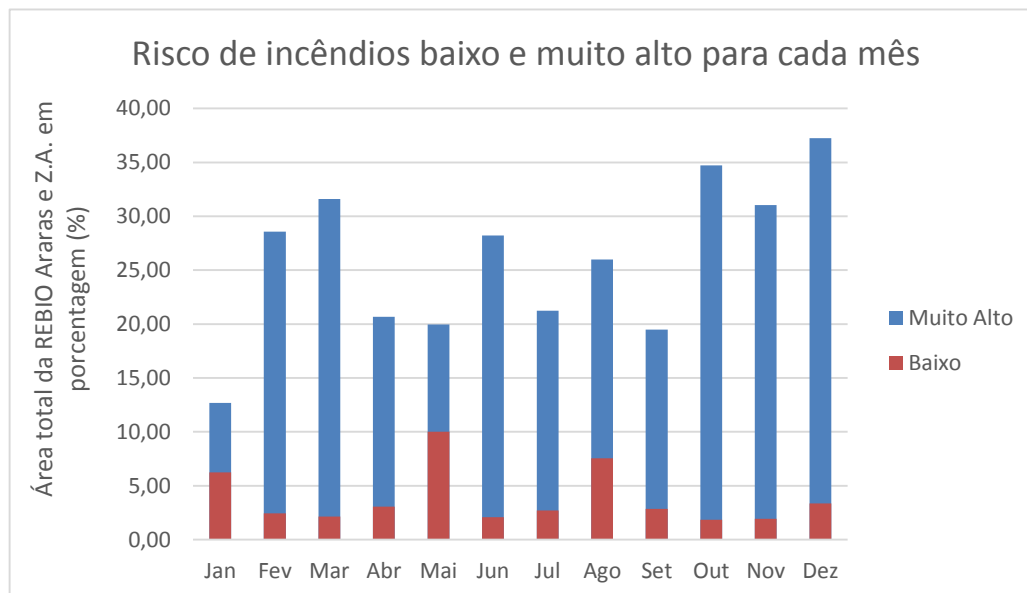


Figura 40: Riscos de incêndios baixo e muito alto para cada mês de acordo com a área total da REBIO Araras e sua zona de amortecimento. Fonte: Adaptada de Nazareth (2010).

5. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos, as variações das condições meteorológicas tem grande influência sobre a umidade do material combustível, aumentando a probabilidade da ocorrência de incêndios florestais nos meses de junho a dezembro, com pico em outubro, onde culturalmente na região realiza-se a queima para renovação da pastagem, corroborando a lógica de que em sua maioria os incêndios que acometem a UC são advindos dessa prática somadas a condições climáticas propícias para propagação do fogo.

Os modelos utilizados para compreender a dinâmica dos incêndios florestais, em sua maioria tendem a ser adaptados minimamente de acordo com as características da área onde pretende-se aplicar a metodologia, sendo essa uma questão chave no refino das equações quanto as características peculiares a cada área de estudo e como elas influenciam a dinâmica da propagação do fogo, visto que nem sempre uma determinada metodologia atende a todos os parâmetros e classes de distribuição dos fenômenos e características a serem analisadas frente a ocorrências de incêndios florestais, ora por ter sido desenvolvida em outro bioma ou local com características distintas de onde se pretende aplicar tal metodologia.

No presente trabalho a metodologia utilizada, adaptada de Dalcumune e Santos (2005) por Nazareth (2010) na elaboração de um mapa de risco de incêndio para cada mês, demonstrou com grande eficiência, a probabilidade de ocorrência de incêndios florestais na região. Deste modo, a elaboração do mapeamento de risco de incêndio teve como resultado final, os Mapas de Risco de Incêndios Florestais, além dos mapas temáticos de uso e ocupação do solo, proximidade do sistema viário, hipsometria, declividade, superfície de curvatura, orientação das vertentes, distribuição da precipitação e variação da temperatura para a região da REBIO Araras e sua zona de amortecimento, que poderão servir como fonte de dados para outros trabalhos e na análise espacial e temporal do risco de incêndio florestal.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, A. P.; CHIARELLO, A. G.; MENDES, S. L.; MATOS, E. N. Os Corredores Central e da Serra do Mar na Mata Atlântica brasileira. *In: GALINDO-LEAL, C. CÂMARA, I.G. (eds) Mata Atlântica: biodiversidade, ameaças e perspectivas.* Belo Horizonte: S.O.S. Mata Atlântica e Conservação Internacional, 2005. p. 119-132.

ALENCAR, J. **Iracema Lenda do Ceará.** Rio de Janeiro: H. Garnier, Livreiro Editor, 1870. 252 p. Disponível em: <http://hdl.handle.net/20.500.11997/7969>. Acesso em: 21 jul. 2021.

ALMEIDA, F. F. M. The system of continental rifts bordering the Santos Basin, Brazil. *In: Academia Brasileira de Ciências*, v. 48, p. 15-26, 1976. São Paulo, SP. **Anais [...]**. São Paulo, 1976. Disponível em: <http://www.neotectonica.ufpr.br/morfoestrutural/riftes.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2021.

ALVES NETTO, J. F. Anotações sobre a história de Itaipava. Petrópolis: Instituto Histórico de Petrópolis, 2010. Disponível em: http://www.ihp.org.br/26072015/lib_ihp/docs/jfan20101105.htm. Acesso em: 16 jul. 2021.

AMARAL, G. D. S. **Análises das ocorrências de queimadas e incêndios em matas e florestas no município de Três Rios, RJ.** Três Rios: UFRRJ, 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Gestão Ambiental) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Três Rios, 2020. Disponível em: https://itr.ufrrj.br/portal/wp-content/uploads/2021/06/Monografia_Gisella-Amaral.pdf. Acesso em: 10 jul. 2021.

ANDERSON, L.; MARCHEZINI, V. Mudanças na exposição da população à fumaça gerada por incêndios florestais na Amazônia: o que dizem os dados sobre desastres e qualidade do ar?. **Saúde em Debate**, v. 44, p. 284-302, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0103-11042020E220>. Acesso em: 06 jul. 2021.

ARAÚJO, L. M. N.; PANDURO, I. L. V.; FERNANDES, N. F.; ROTUNNO FILHO, O. C. Variabilidade da precipitação na Bacia do Rio Piabanha. *In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL*, 3., 2018, Juiz de Fora. Juiz de Fora: UFU, p. 1-10, 2018. Disponível em: <https://www.ufjf.br/srhps/files/2018/09/C4007.pdf>. Acesso em 10 ago. 2021.

ASSOCIAÇÃO CAATINGA. Queima Controlada. *In: Curso de Capacitação em Queimada Controlada*, 2011, Cretéus. **Cartilha [...]**. Cretéus: Associação Caatinga, 2011. Disponível

em: <http://www.terrabrasil.org.br/ecotecadigital/pdf/queimada-controlada.pdf>. Acesso em: 14 jul. 2021.

AXIMOFF, I. O que perdemos com a Passagem do Fogo pelos Campos de Altitude do Estado do Rio de Janeiro?. **Biodiversidade Brasileira**, n. 2, p. 180-200, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.37002/biobrasil.v%25vi%25i.139>. Acesso em: 28 jun. 2021.

AXIMOFF, I.; BOVINI, M. G.; FRAGA, C. N. Vegetação em afloramentos rochosos litorâneos perturbados por incêndios na Região Metropolitana Fluminense, estado do Rio de Janeiro. **Biodiversidade Brasileira**, n. 2, p. 149-172, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.37002/biobrasil.v%25vi%25i.536>. Acesso em: 24 jul. 2021.

BARBOSA, J. P. L.; MANSANO, S. R. V. O reflorestamento da Mata Atlântica Brasileira: um estudo sobre as relações de poder na área ambiental. **ORG & DEMO, Marília**, v. 19, n. 2, p. 109-126, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.36311/1519-0110.2018.v19n2.08.p109>. Acesso em: 15 jun. 2021.

BATISTA, A. C. Detecção de incêndios florestais por satélites. **Floresta**, v. 34, n. 2, 2004. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5380/rf.v34i2.2402>. Acesso em: 15 jun. 2021.

BATISTA, A. C. Mapas de risco: uma alternativa para o planejamento de controle de incêndios florestais. **Floresta**, v. 30, n. 1/2, p. 45-54, 2000. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5380/rf.v30i12.2328>. Acesso em: 07 jul. 2021.

BERTONI, J. C.; TUCCI, C. E. M. Precipitação. *In: Hidrologia: ciência e aplicação*, TUCCI, C. E. M. (Org.), 2ª ed., 2. reimp., Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS: ABRH, 2001.

BOSA, D. M.; PACHECO, D.; PASETTO, M. R.; SANTOS, R. Florística e Estrutura do Componente Arbóreo de uma Floresta Ombrófila Densa Montana em Santa Catarina, Brasil. **Revista Árvore**, v. 39, n. 1, p. 49-58, 2015. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/193150164.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2021.

BRANDÃO, C. B.; MIRANDA, R. A. C. Relações entre elementos climáticos e geográficos nas ocorrências de incêndio florestal no Parque Estadual da Pedra Branca-RJ. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 10, n. 1, p. 171-184, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v10i1.30597>. Acesso em: 28 jun. 2021.

BRASIL. Lei Federal Nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm. Acesso em: 23 jul. 2021.

CÂMARA, G.; DAVIS, C. Introdução. In: CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. (Org.). **Introdução à Ciência da Geoinformação**. São José dos Campos: INPE, 2001. Disponível em: <http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2004/04.22.07.43/doc/publicacao.pdf>. Acesso em: 01 ago. 2021.

CAMARGO, L. D. S.; DA SILVA, R. W.; DO AMARAL, S. S.; DA SILVA, A. P.; FERRELI, T.; DA SILVA, M. P. D. Mapeamento de Áreas Susceptíveis a Incêndios Florestais do Município de Petrópolis–RJ. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 42, n. 1, p. 630-641, 2019. Disponível em: <https://revistas.ufrj.br/index.php/aigeo/article/download/30831/17433>. Acesso em: 09 jul. 2021

CAMINHA, P. V. A carta. 01 de março de 1500. Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/bv000292.pdf>. Acesso em: 21 jul. 2021.

CAMPANILI, M.; PROCHNOW, M. **Mata Atlântica: uma rede pela floresta**. Brasília: RMA, 2006. 332 p. Disponível em: <https://biowit.files.wordpress.com/2010/11/mata-atlantica-uma-rede-pela-floresta.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2021.

CAMPANILI, M.; SCHÄFFER, W. B. **Mata Atlântica: manual de adequação ambiental**. Brasília: MMA/SBF, 2010. 96 p. Disponível em: <http://www.livroaberto.ibict.br/handle/1/745>. Acesso em: 22 jun. 2021.

CAPECHE, C. L. Impactos das queimadas na qualidade do solo – degradação ambiental e manejo e conservação do solo e água. In: ENCONTRO CIENTÍFICO DO PARQUE ESTADUAL DOS TRÊS PICOS, 2., 2012, Cachoeiras de Macacu, RJ. Resumos... Rio de Janeiro: INEA, p. 17-20, 2012. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/956695/impactos-das-queimadas-na-qualidade-do-solo---degradacao-ambiental-e-manejo-e-conservacao-do-solo-e-agua>. Acesso em: 05 jul. 2021.

CARVALHO, M. R. **Dicionário tupi (antigo) – português**. Salvador: Empresa Gráfica da Bahia, 1987. Disponível em: http://etnolinguistica.wdfiles.com/local--files/biblio%3Acarvalho-1987-dicionario/Carvalho_1987_DicTupiAntigo-Port_OCR.pdf.

Acesso em: 17 jul. 2021.

CI – CONSERVAÇÃO INTERNACIONAL. **Hotspots Revisitados: As Regiões Biologicamente mais Ricas e Ameaçadas do Planeta**. 2005. Disponível em: <https://www.conservation.org/docs/default-source/brasil/HotspotsRevisitados.pdf>. Acesso em: 19 jun. 2021.

CI – CONSERVATION INTERNATIONAL. Biodiversity Hotspots: Targeted investment in nature's most important places, 2021. Disponível em: <https://www.conservation.org/priorities/biodiversity-hotspots>. Acesso em: 20 jun. 2021.

CI – CONSERVATION INTERNATIONAL. Maps World's 10 Most Threatened Forest Hotspots, 2011. Disponível em: <https://www.smugmug.com/gallery/n-cRDNZ>. Acesso em: 23 jun. 2021.

CONSERVATION INTERNATIONAL DO BRASIL.; FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA.; FUNDAÇÃO BIODIVERSITAS.; INSTITUTO DE PESQUISAS ECOLÓGICAS.; SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO.; INSTITUTO DE FLORESTAS-MG. 2000. **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Floresta Atlântica e Campos Sulinos**. Brasília: MMA/SBF, 2000. 40 p. Disponível em: <https://www.conservation.org/docs/default-source/brasil/Sumario.pdf>. Acesso em: 21 jun. 2021.

COSTA, E. P.; FIEDLER, N. C.; MEDEIROS, M. B.; WANDERLEY, F. B. Incêndios florestais no entorno de unidades de conservação-estudo de caso na Estação Ecológica de Águas Emendadas. Distrito Federal. **Ciência Florestal**, v. 19, n. 2, p. 195-206, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/19805098410>. Acesso em: 01 jul. 2021.

COSTA, R. D. C. **Mapeamento e análise de incêndios florestais no Parque Estadual Pedra Branca, Rio de Janeiro - RJ**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2017. Disponível em: <http://rima.im.ufrjr.br:8080/jspui/handle/1235813/3156>. Acesso em: 04 jul. 2021.

COURA, P. H. F.; SOUSA, G. M.; FERNANDES, M. D. C.; AVELAR, A. D. S. O uso de variáveis geomorfológicas no estudo da suscetibilidade à ocorrência de incêndios no estado do Rio de Janeiro. **Revista de Geografia**, v. 27, n. 2. Esp, p. 209-221, 2010. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistageografia/article/view/228888>. Acesso em: 08 jul. 2021.

COURA, P. H. F.; SOUSA, G. M.; FERNANDES, M. C.; MENEZES, P. M. L. Mapeamento geocológico da potencialidade à ocorrência de incêndios no maciço da Pedra Branca/RJ. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14., 2009, Natal. **Anais [...]**. Natal: INPE, p. 4433-4440, 2009. Disponível em: <http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr%4080/2008/11.17.22.30/doc/4433-4440.pdf>. Acesso em 11 ago. 2021.

DALCUMUNE, M. A. B.; SANTOS, A. R. Mapeamento de índice de risco de incêndio para a Região da Grande Vitória/ES, utilizando imagens do satélite LANDSAT para o ano de 2002. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2005, Goiânia. **Anais [...]**. Goiânia: INPE, p. 1485-1492, 2005. Disponível em: <http://marte.sid.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.18.22.54/doc/1485.pdf>. Acesso em: 08 jul. 2021.

DEAN, W. **A ferro e fogo: a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira**. São Paulo: Cia. das Letras, 1996. 484 p.

DEBRET, J. B. **Viagem pitoresca e histórica ao Brasil. Tomo I**. São Paulo: Livraria Martins, 1940. t. 1, v. 1 e 2. (Biblioteca Histórica Brasileira, 4). Disponível em: <https://bibliotecadigital.seade.gov.br/view/singlepage/index.php?pubcod=10014150&parte=1>. Acesso em: 15 jul. 2021.

DIAS, G. F. **Fogo na Vida: Cenários e desafios socioambientais agravados por queimadas, incêndios florestais e mudança climática**. Brasília: MMA/IBAMA/PREVFOGO, 2013. 161 p. Disponível em: <https://www.ematerce.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/86/2018/11/fogonavida.pdf>. Acesso em: 31 jul. 2021.

DOS SANTOS, J. F. C.; VELLOSO, S. G.; DE MENDONÇA, B. A. F. Risco de incêndios florestais no Parque Nacional da Serra dos Órgãos. *In*: Simpósio de Gestão Ambiental e Biodiversidade, 5.. 2016, **Anais [...]**. Três Rios: Universidade Federal Rural do Rio de

Janeiro, p. 195-199, 2016. Disponível em: https://www.itr.ufrjr.br/sigabi/wp-content/uploads/5_sigabi/Sumarizado/27.pdf. Acesso em 31 jul. 2021.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. *In: REUNIÃO TÉCNICA DE LEVANTAMENTO DE SOLOS*, 10., 1979, Rio de Janeiro. **Súmula** [...] Rio de Janeiro, 1979. 83 p. Disponível em: <https://edepot.wur.nl/480004>. Acesso em: 11 ago. 2021.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Análise Espacial de Dados Geográficos**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004, 209 p. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise>. Acesso em 01 ago. 2021.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Método de lucha contra los incendios forestales. Roma: ONU – ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS, 1953. 131 p.

FERNANDES, M. C.; ROSAS, R. O.; COELHO NETTO, A. L. Potencialidade de ocorrência de queimadas no Maciço da Tijuca/RJ: Uma abordagem utilizando geoprocessamento. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO*, 9., 1998, Santos. Anais [...]. Santos: INPE, p. 537-548, 1998. Disponível em: http://marte.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/deise/1999/02.08.11.22/doc/7_128o.pdf. Acesso em: 11 ago. 2021.

FERNANDES, W. Quatro regiões de Petrópolis apresentam alto risco para incêndios, alerta da Defesa Civil. *Diário de Petrópolis*. Petrópolis, 14 jul. 2021. Disponível em: <http://www.diariodepetropolis.com.br/integra/quatro-regioes-de-petropolis-apresentam-alto-risco-para-incendios-alerta-da-defesa-civil-195516>. Acesso em 31 jul. 2021.

FERNANDES, M. D. C.; COURA, P. H. F.; SOUSA, G. M. D.; AVELAR, A. D. S. Avaliação geoecológica de susceptibilidade à ocorrência de incêndios no estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Floresta e Ambiente**, v. 18, n. 3, p. 299-309, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4322/loram.2011.050>. Acesso em: 08 jul. 2021.

FLORENZANO, T. C. **Imagens de Satélite para Estudos Ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002, 97 p.

FREIRE, S.; CARRÃO, H.; CAETANO, M. R. Produção de Cartografia de Risco de Incêndio Florestal com Recurso a Imagens de Satélite e Dados Auxiliares. Lisboa: Instituto Geográfico

Português (IGP). Lisboa, Portugal. 2002. Disponível em: https://www.academia.edu/1208986/Produção_de_cartografia_de_risco_de_incêndio_florestal_com_recurso_a_imagens_de_satélite_e_dados_auxiliares. Acesso em: 10 ago. 2021.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INPE – INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica período 2014-2015**: Relatório Técnico. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2016. 70 p. Disponível em: http://mapas.sosma.org.br/site_media/download/atlas_2014-2015_relatorio_tecnico_2016.pdf. Acesso em: 23 jun. 2021.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. Relatório anual 2019. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica, 2020. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/wp-content/uploads/2020/09/Relat%C3%B3rio-Anual-SOS-Mata-Atl%C3%A2ntica-2019.pdf>. Acesso em: 18 jun. 2021.

G1 – REGIÃO SERRANA. Onça-parda é filmada pela primeira vez na reserva ambiental de Araras, em Petrópolis, no RJ; vídeo. G1 – Região Serrana. O Globo, Rio de Janeiro, 15 abr. 2020. Disponível em: <https://g1.globo.com/rj/regiao-serrana/noticia/2020/04/15/onca-parda-e-filmada-pela-primeira-vez-na-reserva-ambiental-de-araras-em-petropolis-no-rj-video.ghtml>. Acesso em: 31 jul. 2021.

GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA, I. G. Status do *hotspot* Mata Atlântica: uma síntese. In: GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA, I. G. (eds.) **Mata Atlântica**: biodiversidade, ameaças e perspectivas. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica, Belo Horizonte: S.O.S. Mata Atlântica e Conservação Internacional, 2005. p. 3-11.

GRAY, G. R. *Ara chloropterus*, 1859. In: Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil e Lista da Flora do Brasil 2020. Disponível em: <https://ala-bie.sibbr.gov.br/ala-bie/species/206613>. Acesso em: 20 jul. 2021.

GUEDES, J. C.F.; SILVA, S. M. P. Sensoriamento Remoto no Estudo da Vegetação: Princípios Físicos, Sensores e Métodos. **ACTA Geográfica**, Boa Vista, v. 12, n. 29, p. 127-144, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5654/acta.v12i29.4001>. Acesso em: 01 ago. 2021.

GUERRA, A. J. T.; LOPES, P. B. M.; DOS SANTOS FILHO, R. D. Características Geográficas e Geomorfológicas da APA, Petrópolis, RJ. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 8, n. 1, p. 77-86, 2007. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v8i1.87>. Acesso: 27 jun. 2021.

HASUI, Y.; CARNEIRO, C. D. R.; COIMBRA, A. M. The Ribeira Folded Belt. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 5, p. 257-266, 1975. Disponível em: <http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/rbg/article/viewFile/12420/11980>. Acesso em: 25 jun. 2021.

IBAMA – INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS / PEREIRA, A. M. M.; CATTANEO, A. C. M.; LACERDA, F. S.; MEDEIROS, F. C.; WILMERSDORF, O. R.; AVELAR, P. S. C. **Investigações de incêndios florestais**. Brasília: Prevfogo/Ibama, 2011.

IBAMA – INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. PREVFOGO – Sistema Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais: relatório de ocorrência de incêndios em unidades de conservação federais 2005-2008. 32 p. Brasília: Prevfogo/Ibama, 2009. Disponível em: https://queimadas.dgi.inpe.br/~rqueimadas/material3os/2009_Ibama_Relatorio_FogoUCs_2005_08_DE3os.pdf. Acesso em: 30 jun. 2021.

IBAMA – INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. PREVFOGO – Sistema Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais: relatório de ocorrência de incêndios em unidades de conservação no período 1979-2005. 32 p. Brasília: Prevfogo/Ibama, 2005. Disponível em: http://www.ibama.gov.br/phocadownload/prevfogo/relatorios/incendios_florestais/prevfogo-incendios-florestais-anexo_ocorrencia_79_05.pdf. Acesso em: 29 jun. 2021.

IBAMA – INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. Sisfogo – ROI: Registro de ocorrência de incêndio verificadas pelas brigadas Prevfogo. Brasília: Prevfogo/Ibama, 2021. Disponível em: <http://dadosabertos.ibama.gov.br/dataset/sisfogo-registro-de-ocorrencias-de-incendio-roi>. Acesso em: 13 jul. 2021.

IBF – INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORESTAS. Bioma Mata Atlântica. 2017. Disponível em: <https://www.ibflorestas.org.br/bioma-mata-atlantica>. Acesso em: 14 jun. 2021.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. Base Cartográfica Vetorial Contínua do Estado do Rio de Janeiro, na escala 1:25.000 (BC25_RJ). Rio de Janeiro: IBGE, 2018. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/bases-cartograficas-continuas/15807-estados.html?edicao=16037&t=saiba-mais-edicao>. Acesso em: 10 ago. 2021.

ICMBIO - INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Manual para Formação de Brigadista de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais.** Brasília: ICMBio, 2010. 90 p. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/servicos/sejaumbrigadista.pdf>. Acesso em: 11 jul. 2021.

INEA – INSTITUTO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. **Plano de Manejo Reserva da Biológica de Araras.** Rio de Janeiro: INEA, 2010. 207 p. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2019/02/RBA-PM.pdf>. Acesso em: 27 jun. 2021.

INEA – INSTITUTO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. Prevenção de Incêndios Florestais. Rio de Janeiro: INEA, 2017. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/Portal/Agendas/BIODIVERSIDADEEAREASPROTEGIDAS/Prevencaodeincendiosflorestais>. Acesso em 31 jul. 2021.

INEA – INSTITUTO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. Reserva Biológica Estadual de Araras: mapa com a localização da Reserva. Rio de Janeiro: INEA, 2018. Disponível em: http://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2019/02/7_REBIO_ARARAS.pdf. Acesso em: 13 jul. 2021.

INEA – INSTITUTO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. Uso e Cobertura do Solo – RJ 2018. Rio de Janeiro: INEA, 2020. Disponível em: <https://inea.maps.arcgis.com/home/item.html?id=634cd01b3473409c96d87bb41caeb87e>. Acesso em: 10 ago. 2021.

INPE – INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Banco de Dados de Queimadas. São Paulo: INPE, 2020 Disponível em: <https://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/bdqueimadas>. Acesso em: 25 jul. 2021.

IVERSON, L. R.; GRAHAM, R. L.; COOK, E. A. Applications of satellite remote sensing to forested ecosystems. **Landscape Ecology** v. 3, n. 2, p. 131-143, 1989. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/225962547_Applications_of_satellite_remote_sensing_to_forest_ecosystems. Acesso em 31 jul. 2021.

JOBLING, J. A. **The Helm Dictionary of Scientific Names: From Aalge to Zusii**. London: Christopher Helm, 2010. 126 p. Disponível em: https://archive.org/details/Helm_Dictionary_of_Scientific_Bird_Names_by_James_A._Jobling/page/n51/mode/2up. Acesso em: 20 jul. 2021.

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 (PR). **Floresta**, v. 41, n. 3, p. 551-562, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5380/rf.v41i3.24049>. Acesso em: 02 jul. 2021.

KOVALSYKI, B. **Zoneamento de risco de incêndios florestais para o Parque Estadual de Vila Velha – Paraná**. Curitiba, PR. Curitiba: UFPR, 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014. Disponível em: http://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2020-12/projeto_056_2014.pdf. Acesso em: 12 jul. 2021.

LACÉPÈDE, B. G. É. Tableau des sous-classes, divisions, sous-division, ordres et genres des oiseaux". Discours d'ouverture et de clôture du cours d'histoire naturelle. *In: Discours d'ouverture et de clôture du cours d'histoire naturelle des animaux vertébrés et a sang rouge donné dans le Muséum national d'Histoire naturelle*. Paris: Plassan p. 87. Disponível em: <http://zoobank.org/References/42811112-fc07-45ac-a488-e960ff815bb6>. Acesso em: 20 jul. 2021.

LEÃO, M. V. Cartas topographicas da capitania do Rio de Janeiro: mandadas tirar pelo Illmo. e Exmo. Sr. Conde da Cunha Capitam general e Vice-Rey do Estado do Brazil. Rio de Janeiro, 1767. Disponível em: http://objdigital.bn.br/acervo_digital/div_cartografia/cart512339/cart512339.pdf. Acesso em: 16 jul. 2021.

LEITE, A. C. F.; PRUDÊNCIO, R. X. A.; MELLO, Z.R.; GIORDANO, F. Levantamento de hepáticas nas trilhas de Prainha Branca e Prainha Preta na Serra do Guararú, Guarujá, São Paulo, Brasil. **Unisanta Bioscience**, v. 6, n. 3, p. 226-232, 2017. Disponível em: <https://periodicos.unisanta.br/index.php/bio/article/view/965>. Acesso em: 22 jun. 2021.

LINNAEUS, C. **Systema Naturæ per regna tria naturae, classes secundum, ordines, gêneros, espécies, cum characteribus, differentiis, sinônimos, locis (em latim)**. Volume 1 (10^a ed.). Holmiae: Laurentii Salvii. p. 96, 1758. Disponível em: <https://www.biodiversitylibrary.org/page/727003#page/114/mode/1up>. Acesso em: 19 jul. 2021.

LONGLEY, P. A.; GOODCHILD, M. F.; MAGUIRE, D. J.; RHIND, D. W. Geographic information science and systems. Hoboken: John Wiley & Sons, 2015, 477 p.

LOPES, E. R. N.; SALES, J. C. A.; SOUSA, J. A. P.; AMORIM, A. T.; ALBUQUERQUE FILHO, J. L.; LOURENÇO, R.W. Losses on the Atlantic Mata Vegetation Induced by Land Use Changes. **Cerne**, v. 24, n. 2, p. 121-132, 2018. Disponível em: <http://doi.org/10.1590/01047760201824022512>. Acesso em: 17 jun. 2021.

LORENZETTO, D. **Avaliação da eficiência do combate aos incêndios florestais realizados pelo Corpo de Bombeiros do Paraná**. Curitiba, PR. Curitiba: UFPR, 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/29070>. Acesso em: 11 jul. 2021.

MARTINELLI G. Nota sobre *Worsleya rayneri* (J.D. Hooker) Traub. & Moldenke, espécie ameaçada de extinção. **Rodriguésia**, v. 36, n. 58, p. 65-72, 1984. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2175-78601984365809>. Acesso em: 23 jul. 2021.

MARTINELLI, G.; MARTINS, E.; MORAES, M.; LOYOLA, R.; AMARO, R. (orgs.). **Livro Vermelho da Flora Endêmica do Estado do Rio de Janeiro**. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson, Rio de Janeiro, 2018. 456 p. Disponível em: <http://dspace.jbrj.gov.br/jspui/handle/doc/92>. Acesso em: 22 jul. 2021.

MARTINS, T. J. **Quilombo do Campo Grande - História de Minas que se devolve ao povo**. Contagem: Santa Clara Editora Produção de Livros Ltda, 2008. 1032 p. Disponível em: https://books.google.com.br/books?id=knV0s_U7FVcC&printsec=frontcover&hl=pt-BR. Acesso em: 18 jul. 2021.

MARTINS, Y. T. **Análise espacial do regime de incêndios: criando estratégias para prevenção em Três Rios, RJ**. Três Rios: UFRRJ, 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Gestão Ambiental) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Três Rios, 2020. Disponível em: https://itr.ufrj.br/portal/wp-content/uploads/2021/06/Yuri_Monografia_Versao_Final_ProfSady_Dez_2020.pdf. Acesso em: 10 jul. 2021.

MAXIMILIANO, PRÍNCIPE DE WIED NEUWIED. **Viagem ao Brasil nos anos de 1815 a 1817**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, v. 1, 1940. 557 p. Disponível em: <https://bdor.sibi.ufrj.br/handle/doc/437>. Acesso em: 19 jul. 2021.

MEDEIROS, M. B. Manejo do fogo em unidades de conservação do cerrado. *In*: NÓBREGA, M. G. G.; SOUSA-SILVA, J. C.; NOGUEIRA, P. E. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer**. Brasília: Jardim Botânico de Brasília, v. 10, p. 76-89, 2002. Disponível em: <http://revistas.jardimbotanico.ibict.br/index.php/Boletim/article/view/917831>. Acesso em: 29 jun. 2021.

MIGLIARI, F. T. **As ações de Proteção Ambiental relacionadas ao fogo e suas aplicações na Reserva Biológica (ReBio) de Araras – RJ**. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2019. Dissertação (Mestrado profissional em Biodiversidade em Unidades de Conservação) – Escola Nacional de Botânica Tropical, Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: https://w2files.solucaoatrio.net.br/atrio/jbrj-mpenbt_upl//THESIS/137/pos_apresentacao__dissertao_final__verso_definitiva__copia_20200506105301118.pdf. Acesso em: 03 jul. 2021.

MIGLIARI, F. T.; AXIMOFF, I.; BOVINI, M. G. Redução de Incêndios Florestais na Reserva Biológica de Araras, Rio de Janeiro, Sudeste do Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, n. 2, p. 87-95, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.37002/biobrasil.v10i2.1464>. Acesso em: 02 jul. 2021.

MIRANDA, D. L. C.; FERNANDES, L. A. V.; SANQUETA, C. R. Impacto de Incêndios Florestais na fitossociologia de Capões de Araucárias na região de Palmas – PR. *In*: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 8., 2007, Caxambu, MG. **Anais [...]**. Caxambu, 2007. Disponível em: <http://www.seb-ecologia.org.br/revistas/indexar/anais/viiiiceb/pdf/1695.pdf>. Acesso em: 04 jul. 2021.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Biodiversidade Brasileira – Avaliação e Identificação de Áreas e Ações Prioritárias para Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de benefícios da Biodiversidade Brasileira**. Brasília: MMA/SBF, 2002. 404 p. Disponível em: <http://livroaberto.ibict.br/handle/1/969>. Acesso em: 26 jun. 2021.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Portaria n. 443, de 17 de dezembro de 2014. Brasília: Diário Oficial da União, 18/12/2014, Seção 1, p. 110-121. Disponível em: http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/static/pdf/portaria_mma_443_2014.pdf. Acesso em: 21 jul. 2021.

MONTEIRO, L. C. B. **A Importância da Análise da Vulnerabilidade na Gestão do Risco de Incêndio Florestal: Algumas Evidências no Conselho de Bragança**. Porto: Universidade do Porto, 2011. Dissertação (Mestrado em Riscos, Cidades e Ordenamento do Território) – Faculdade de Letras da Universidade do Porto, Porto, 2011. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/78510/2/34583.pdf>. Acesso em: 31 jul. 2021.

MORAES, M. d’A. **Conservação e Manejo de *Worsleya rayneri* (Amaryllidaceae) uma espécie de campos de altitude ameaçada de extinção**. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2009. Dissertação (Mestrado em Botânica Tropical) – Escola Nacional de Botânica Tropical, Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <https://www.yumpu.com/pt/document/read/28262423/worsleya-rayneri-jardim-botanico-do-rio-de-janeiro>. Acesso em: 30 jul. 2021

MOREIRA-LIMA, L. **Aves da Mata Atlântica: riqueza, composição, status, endemismos e conservação**. São Paulo: USP, 2013. Dissertação (Mestrado Zoologia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/41/41133/tde-17042014-091547/pt-br.php>. Acesso em: 21 jul. 2021

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologia de aplicação**. São José dos Campos: INPE. 2003. 307 p. Disponível em: <http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2004/10.20.14.47/doc/INPE%208465.pdf>. Acesso em: 01 ago. 2021.

MOTTA, R. S.; MENDONÇA, M. J. C.; NESPSTAD, D. C.; VERA DIAZ, M. C.; ALENCAR, A.; GOMES, J. C.; ORTIZ, R. A. O custo econômico do fogo na Amazônia. **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada** (Texto para discussão, 912), Rio de Janeiro,

2002. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/2802>. Acesso em: 06 jul. 2021.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853-858, 2000. Disponível em: https://sdmmp.com/upload/SDMMP_Repository/0/038n1thz2kcdwfpqs7jy6mrvvg4xb59.pdf. Acesso em: 18 jun. 2021.

NASCIMENTO, R. C. B.; FERNANDES, D. S. Distribuição e análise de probabilidade estatística de ocorrência de chuvas no estado de Goiás. In: **CONGRESSO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UEG**, 2., 2015, Pirenópolis. Pirenópolis: UEG, 2015.

NAZARETH, V. M. **Mapas de risco de incêndios florestais para o campus da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica – RJ**. 2010. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2010. Disponível em: <http://repositorio.im.ufrj.br:8080/jspui/handle/1235813/5384>. Acesso em 10 ago. 2021.

NEPSTAD, D. C.; ALENCAR, A. A.; MOREIRA, A. G. **A Floresta em chamas: origens, impactos e prevenção de fogo na Amazônia**. Brasília: Programa Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais do Brasil, 1999. 202 p. Disponível em: https://queimadas.dgi.inpe.br/~rqueimadas/material3os/1999_Nepstad_etal_OrigensFogoAMZ_LivroFC_DE3os.pdf. Acesso em: 05 jul. 2021.

NIEUWOLT, S. *Tropical Climatology: an introduction to the climates of the low latitudes*. New York: John Willey & Sons, 1977. 207 p.

OLIVEIRA, C. B. **Mapeamento do risco de incêndio: Um estudo de caso do município de Visconde do Rio Branco – MG**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geografia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2018. Disponível em: <http://www.geo.ufv.br/wp-content/uploads/2018/12/Carlota-Bittencourt-de-Oliveira.pdf>. Acesso em 10 ago. 2021.

OLIVEIRA, D. S.; BATISTA, A. C.; SOARES, R. V.; GRODZKI, L.; VOSGERAU, J. Zoneamento de risco de incêndios florestais para o estado do Paraná. **Floresta**, v. 34, n. 2, p. 217-221, 2004. Disponível em:

https://queimadas.dgi.inpe.br/~rqueimadas/material3os/2004_Oliveira_et_al_Zoneamento_Flor esta_DE3os.pdf. Acesso em 10 ago. 2021.

PAZ, S.; CARMEL, Y.; JAHSHAN, F.; SHOSHANY, M. Post-fire analysis of pre-fire mapping of fire-risk: a recent case study from Mt. Carmel (Israel). **Forest Ecology and Management**, v. 262, n. 8, p. 1184-1188, 2011. Disponível em: <https://ecologylab.net.technion.ac.il/files/2015/02/Paz-et-al-validating-fire-model2011.pdf>. Acesso em: 31 jul. 2021.

PEREIRA, C. A.; FIELDLER, N. C.; MEDEIROS, M. B. Análise de ações de prevenção e combate aos incêndios florestais em unidades de conservação do cerrado. **Floresta**, v. 34, n. 2, p. 95-100, 2004. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5380/rf.v34i2.2378>. Acesso em: 30 jun. 2021.

PEZZOPANE, J. E. M.; NETO, S. N. O.; VILELA, M. F. Risco de incêndios em função da característica do clima, relevo e cobertura do solo. **Floresta e Ambiente**, v. 8, n. 1, p. 161-166, 2001. Disponível em: <https://www.floram.org/article/588e21f9e710ab87018b45ca>. Acesso em: 31 jul. 2021.

PINTO JR, O. Levantamento mostra relação entre emissão de gases do efeito estufa e aumento no número de raios. [Entrevista concedida a] Repórter Eco. TV Cultura, São Paulo, 07 abr. 2021. Disponível em: http://www.inpe.br/webelat/elatMidia/arquivos/20210526093318Levantamento_mostra_relacao_entre_emissao_de_gases_do_efeito_estufa_e_aumento_no_numero_de_raios.mp4. Acesso em: 12 jul. 2021.

PREFEITURA DE PETRÓPOLIS. Proteção e Conservação: Unidades de Conservação da Natureza no Município de Petrópolis. Prefeitura de Petrópolis: Secretaria do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, 2021. Disponível em: <https://www.petropolis.rj.gov.br/sma/index.php/protecao-e-conservacao.html>. Acesso em 31 jul. 2021.

PRUDENTE, T. D. **Risco Integrado de Incêndio Florestal em Áreas de Cerrado: Contribuições Metodológicas**. Uberlândia, MG. Uberlândia: UFU, 2016. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Uberlândia, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.14393/ufu.te.2016.45>. Acesso em 10 ago. 2021.

RAZAFIMPANILO, H.; FROUIN, R.; IACOBELLIS, S. F.; SOMERVILLE, R. C. J. Methodology for estimating burned area from AVHRR reflectance data. *Remote Sens. Environ.* v. 54, p. 273-289, 1995.

RBMA – RESERVA DA BIOSFERA DA MATA ATLÂNTICA. Revisão da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. RBMA, 2008. Disponível em: http://www.rbma.org.br/rbma/rbma_fase_vi_06_estados_rj.asp. Acesso em: 24 jun. 2021.

REMMEL, T. K.; PERERA, A. H. 2001. Fire mapping in a northern boreal forest: assessing AVHRR/NDVI methods of change detection. *Forest Ecology and Management*, v. 152, p. 119-129. 2001. Disponível em: https://www.academia.edu/download/66465784/s0378-1127_2800_2900594-620210421-3842-xxnljx.pdf. Acesso em 31 ago. 2021.

REPORTER ECO. Levantamento mostra relação entre emissão de gases do efeito estufa e aumento no número de raios. *Repórter Eco*. TV Cultura, São Paulo, 07 abr. 2021. Disponível em:

http://www.inpe.br/webelat/elatMidia/arquivos/20210526093318Levantamento_mostra_relacao_entre_emissao_de_gases_do_efeito_estufa_e_aumento_no_numero_de_raios.mp4. Acesso em: 12 jul. 2021.

RIBEIRO, T. M. **Dinâmica de focos de incêndio na Amazônia Ocidental**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2017. Disponível em: <http://rima.im.ufrjr.br:8080/jspui/handle/1235813/5304>. Acesso em 12 ago. 2021.

RIO DE JANEIRO. Decreto Estadual nº 42.343, de 10 de março de 2010. Ratifica a criação e amplia a área da Reserva Biológica de Araras. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/documents/document/zwew/mde5/~edisp/inea0019765.pdf>. Acesso em: 14 jul. 2021.

RIO DE JANEIRO. Decreto Estadual nº 42.888, de 28 de fevereiro de 2012. Ratifica a criação e amplia a área da Reserva Biológica de Araras. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/documents/document/zwew/mde5/~edisp/inea0019766.pdf>. Acesso em: 14 jul. 2021.

SALAS, J.; CHUVIECO, E. Geographic Information Systems for Wildland Fire Risk Mapping. *Wildfires*, 1994, v. 3, n. 2, p. 7-13. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/268743228_Geographic_Information_Systems_for_wildland_fire_risk_mapping. Acesso em 10 ago. 2021.

SALES, G. M.; PEREIRA, J. L. G.; THALÊS, M. C.; POCCARD-CHAPUIS, R.; DE ALMEIDA, A. S. Emprego dos focos de calor na avaliação das queimadas e em incêndios florestais em Paragominas, Pará, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi-Ciências Naturais**, v. 14, n. 1, p. 55-77, 2019. Disponível em: <https://boletimcn.museu-goeldi.br/bcnaturais/article/view/140>. Acesso em: 10 jul. 2021.

SAMPAIO, T. **O tupi na geografia nacional**. São Paulo: Editora Nacional, 1987. 359 p. Disponível em: <http://bdor.sibi.ufrj.br/handle/doc/429>. Acesso em: 17 jul. 2021.

SANTOS, A. R.; LOUZADA, F. L. R. O.; EUGENIO, F. C. Elaborando um mapeamento de riscos de incêndios Florestais. In: SANTOS, A. R.; LOUZADA, F. L. R. O.; EUGENIO, F. C. **ArcGis 9.3 Total: Aplicações para dados espaciais**. Alegre: CCA/UFES, 2010. p. 135-160. Disponível em: http://www.mundogeomatica.com.br/Livros/Livro_ArcGIS%209.3_Aplicacoes_Para_Dados_Espaciais/Livro_ArcGIS93_Total.pdf. Acesso em 10 ago. 2021.

SANTOS, E. E. **Uso da Geotecnologia na Detecção e Espacialização de Queimadas e Incêndios no Estado de Minas Gerais**. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2015.

SANTOS, S. C. Distribuição de focos de calor no estado do Rio de Janeiro no período de 2009-2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2015. Disponível em: <http://rima.im.ufrj.br:8080/jspui/handle/1235813/3034>. Acesso em: 12 ago. 2021.

SANTOS, R. G. S. T. **Mapeamento de risco de incêndio no município de Monte Carmelo – MG**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Agrimensura e Cartografia) – Universidade Federal de Uberlândia, Monte Carmelo, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/19824>. Acesso em 10 ago. 2021.

SEEG – SISTEMA DE ESTIMATIVA DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA. Análise das emissões brasileiras de gases de efeito estufa e suas implicações para as metas de clima do Brasil 1970-2019. Disponível em: <https://seeg->

br.s3.amazonaws.com/Documentos%20Analiticos/SEEG_8/SEEG8_DOC_ANALITICO_SINTESE_1990-2019.pdf. Acesso em: 07 jul. 2021.

SENAR – SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL. **Fogo: prevenção e controle no meio rural**. Brasília: Senar, 2018. 88 p. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/227-FOGO.pdf>. Acesso em: 13 jul. 2021.

SILVA, R.G. **Manual de prevenção e combate aos incêndios florestais**. Brasília: IBAMA, 1998. 80 p. Disponível em: https://queimadas.dgi.inpe.br/~rqueimadas/material3os/1998_Silva_ManualPrevencaoIncendiosFlorestais_IBAMA_DE3os.pdf. Acesso em: 04 jul. 2021.

SILVA, R. R.; ALBA, E.; MARCHESAN, J.; ZIEMBOWICZ, M. M.; PEREIRA, R. S. Análise da Fragmentação Florestal em Áreas do Bioma Mata Atlântica a Partir de Diferentes Sistemas Sensores. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 41. n. 2, p. 390-396, 2018. Disponível em: http://dx.doi.org/10.11137/2018_2_390_396. Acesso em: 17 jun. 2021.

SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. **Incêndios Florestais: controle, efeitos e uso do fogo**. Curitiba, 2007. 250 p.

STEHMANN, J. R.; FORZZA, R. C.; SALINO, A.; SOBRAL, M.; DA COSTA, D. P.; KAMINO, L. H. Y. **Plantas da Floresta Atlântica**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2009. 515 p. Disponível em: https://institutopristino.org.br/wp-content/uploads/2020/04/Livro_Plantas_Floresta_Atlantica.pdf. Acesso em: 21 jun. 2021.

TORRES, F. T. P.; LIMA, G. S.; DE OLIVEIRA, E. R. S.; LOURENÇO, L. F.; FÉLIX, F. R. F.; RIBEIRO, G. A.; FONSECA, Ê. M. B. **Manual de prevenção e combate de incêndios florestais**. Belo Horizonte: CEMIG, 2020. 179 p. Disponível em: <https://www.cemig.com.br/wp-content/uploads/2021/03/manual-prevencao-combate-incendios-florestais.pdf>. Acesso em: 03 jul. 2021.

TORRES, F. T. P.; ROQUE, M. P. B.; LIMA, G. S.; MARTINS, S. V.; FARIA, A. L. L. D. Mapeamento do risco de incêndios florestais utilizando técnicas de geoprocessamento. **Floresta e Ambiente**, v. 24, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2179-8087.025615>. Acesso em: 09 jul. 2021.

TOSTES, J. O.; FRANCELINO, M. R. **Notas de Aulas Práticas: Geoprocessamento Aplicado à Análise Ambiental**. Seropédica, Rio de Janeiro: UFRRJ. 2010. 207p.

TRIBUNA DE PETRÓPOLIS. Incêndio destruiu quase 14% da área total da Rebio Araras. Petrópolis, 31 jul. 2020. Disponível em: <https://tribunadepetropolis.com.br/noticias/incendio-destruiu-quase-15-da-area-total-da-rebio-araras>. Acesso em 31 jul. 2021.

VAKALIS, D.; SARIMVEIS, H. KIRANOUDIS, C. T.; ALEXANDRIDIS, A.; BAFAS, G. A GIS based operational system for wildland fire crisis management II. System architecture and case studies. **Applied Mathematical Modelling**, v. 28, n. 4, p. 411-425, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.apm.2003.10.006>. Acesso em: 31 de jul. 2021.

VIVEIROS DE CASTRO, E. B.; COUTINHO, B. H.; CRUZ, J. C. O.; NUNES, F. S. B.; FREITAS, L. E. D.; MEIER, G. Ampliando a escala de conservação: avaliação de áreas potenciais e proposta de ampliação do Parque Nacional da Serra dos Órgãos, RJ. **Revista Espaço e Geografia**, v. 11, n. 1, p. 115-145, 2008. Disponível em: <http://www.lsie.unb.br/espacoegeografia/index.php/espacoegeografia/article/view/81>. Acesso em: 25 jun. 2021.

TEBALDI, A. L. C.; FIEDLER, N. C.; JUVANHOL, R. S.; DIAS, H. M. Ações de prevenção e combate aos incêndios florestais nas unidades de conservação estaduais do Espírito Santo. **Floresta e Ambiente**, v. 20, n. 4, 2013. p. 538-549, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.4322/floram.2013.036>. Acesso em: 01 jul. 2021.

WINTER, V. Da natureza compartilhada a natureza apropriada - Uma História Ambiental na Serra de Petrópolis RJ. **Geografares**, [S. l.], n. 23, p. 120–135, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufes.br/geografares/article/view/15765>. Acesso em: 15 jul. 2021.

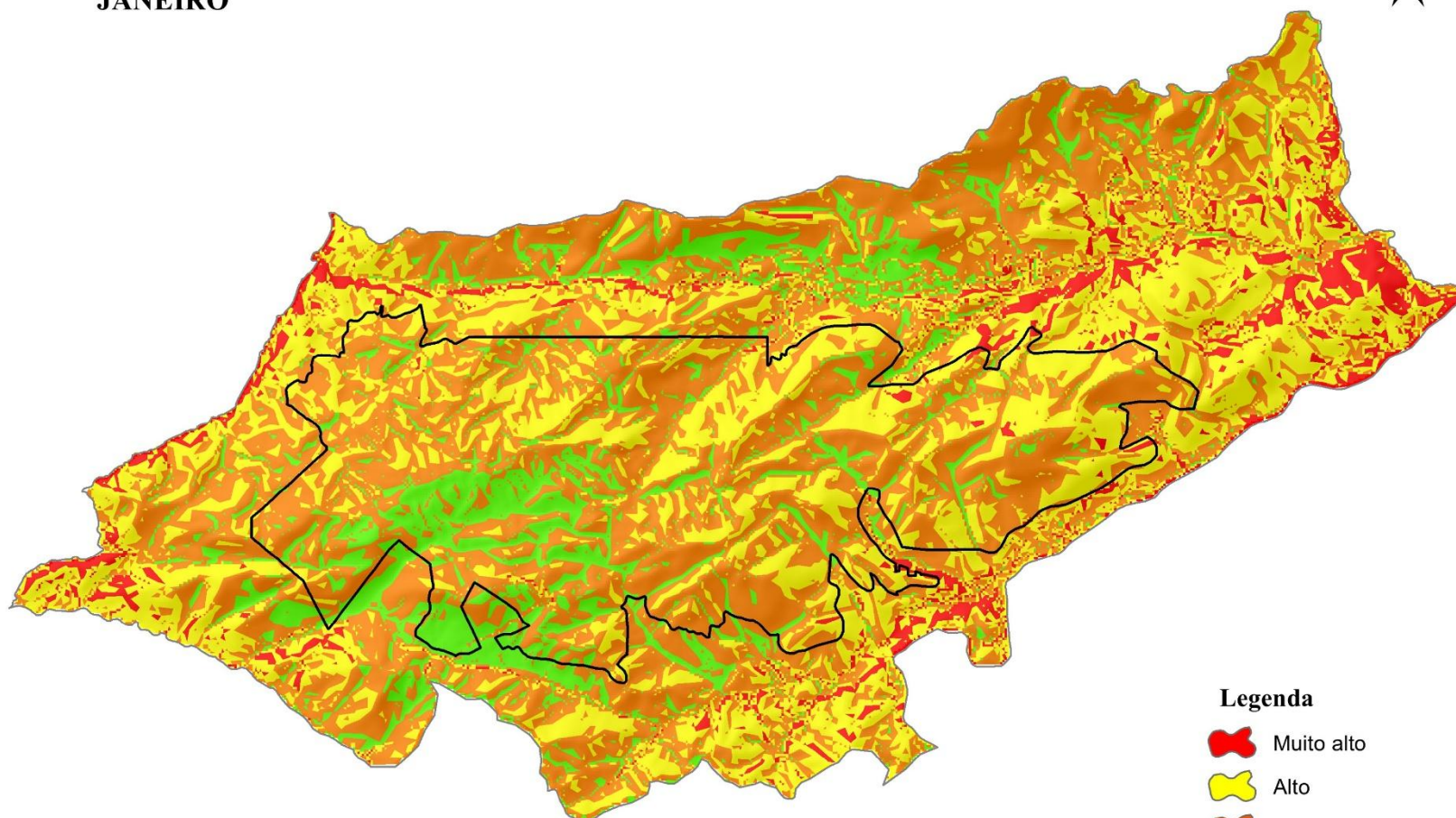
WMO – World Meteorological Organization. Calculation of monthly and annual 30-year standard normals. Genebra, 1989. Disponível em: <http://www.posmet.ufv.br/wp-content/uploads/2016/09/MET-481-WMO-341.pdf>. Acesso em 10 ago. 2021.

WORLDCLIM.ORG. Global climate and weather data. 2020. Disponível em: <https://worldclim.org>. Acesso em 10 ago. 2021.

7. ANEXOS

RISCO DE INCÊNDIO

JANEIRO



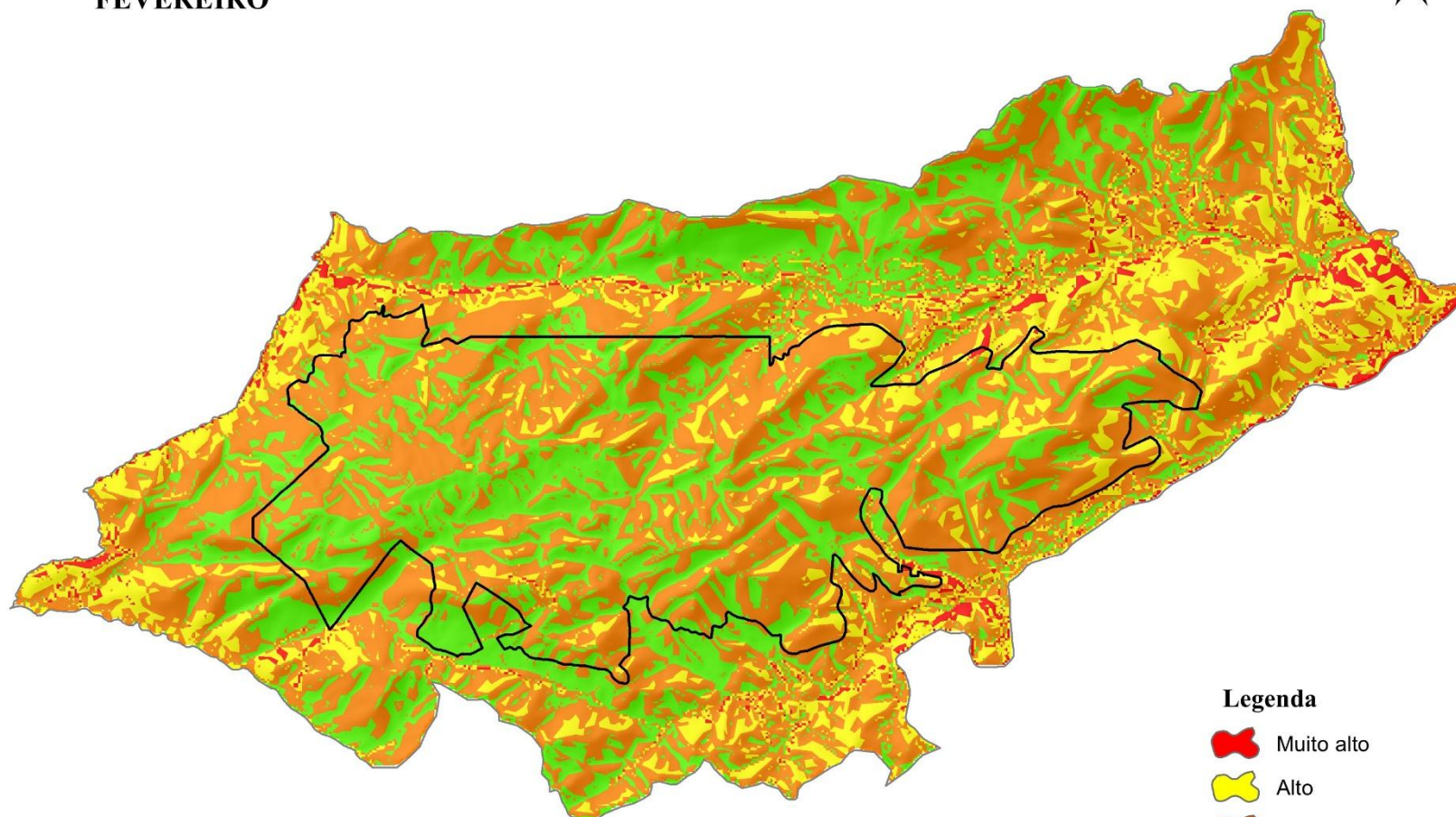
0 2.500 5.000 m
Projeção UTM 23 K - SIRGAS 2000

Legenda

-  Muito alto
-  Alto
-  Moderado
-  Baixo

RISCO DE INCÊNDIO

FEVEREIRO



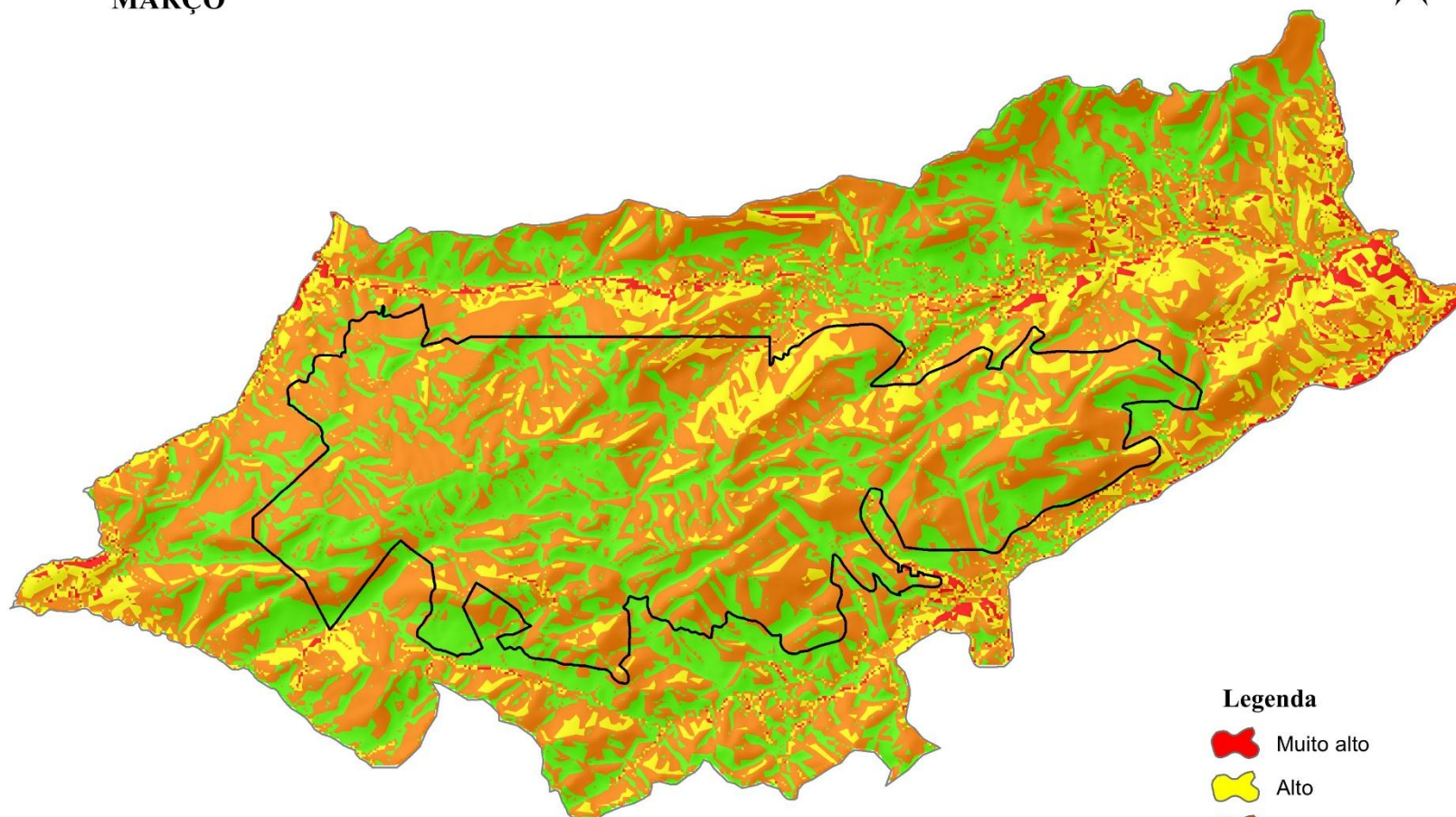
0 2.500 5.000 m
Projeção UTM 23 K - SIRGAS 2000

Legenda

-  Muito alto
-  Alto
-  Moderado
-  Baixo

RISCO DE INCÊNDIO

MARÇO



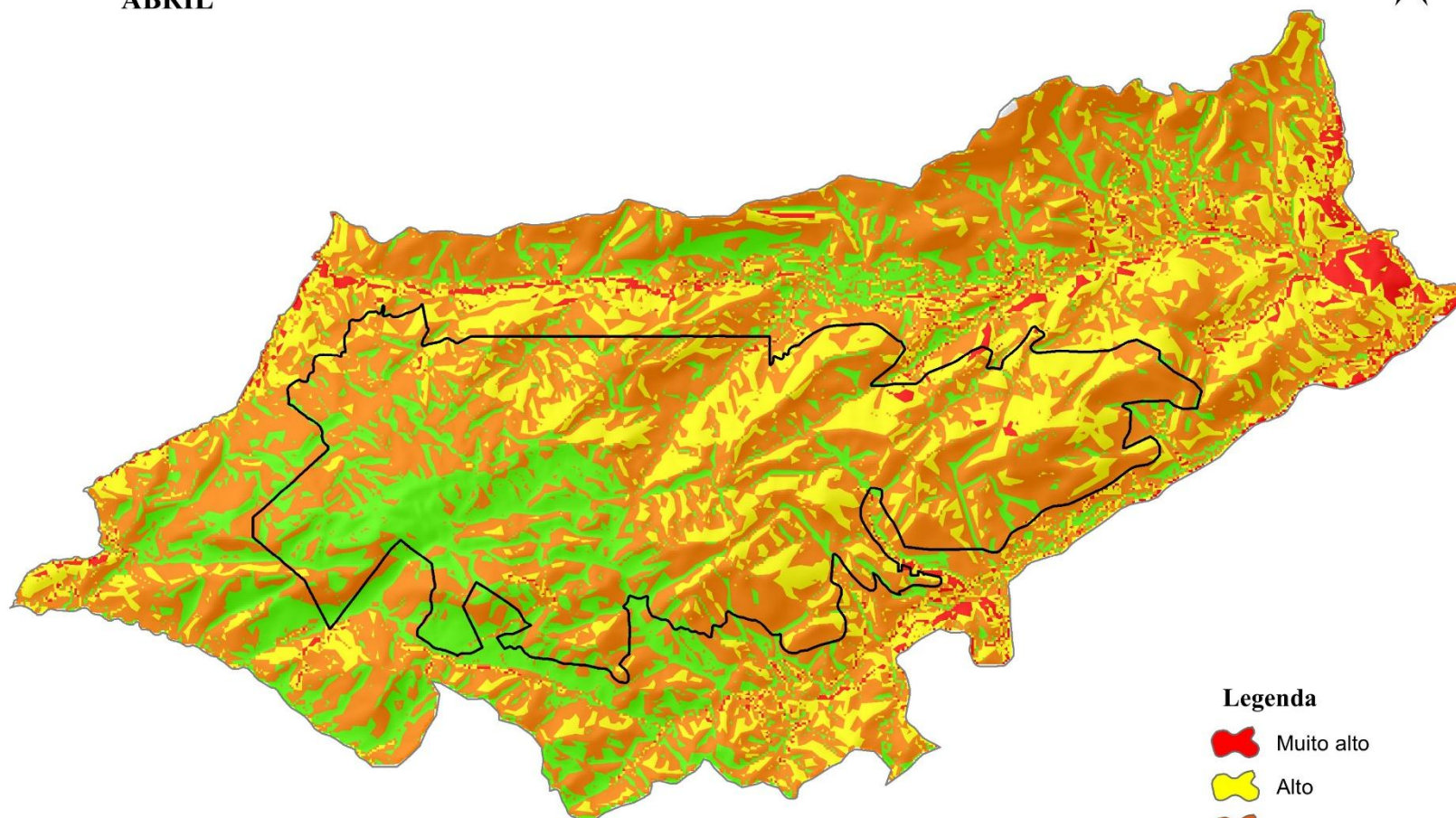
0 2.500 5.000 m
Projeção UTM 23 K - SIRGAS 2000

Legenda

-  Muito alto
-  Alto
-  Moderado
-  Baixo

RISCO DE INCÊNDIO

ABRIL



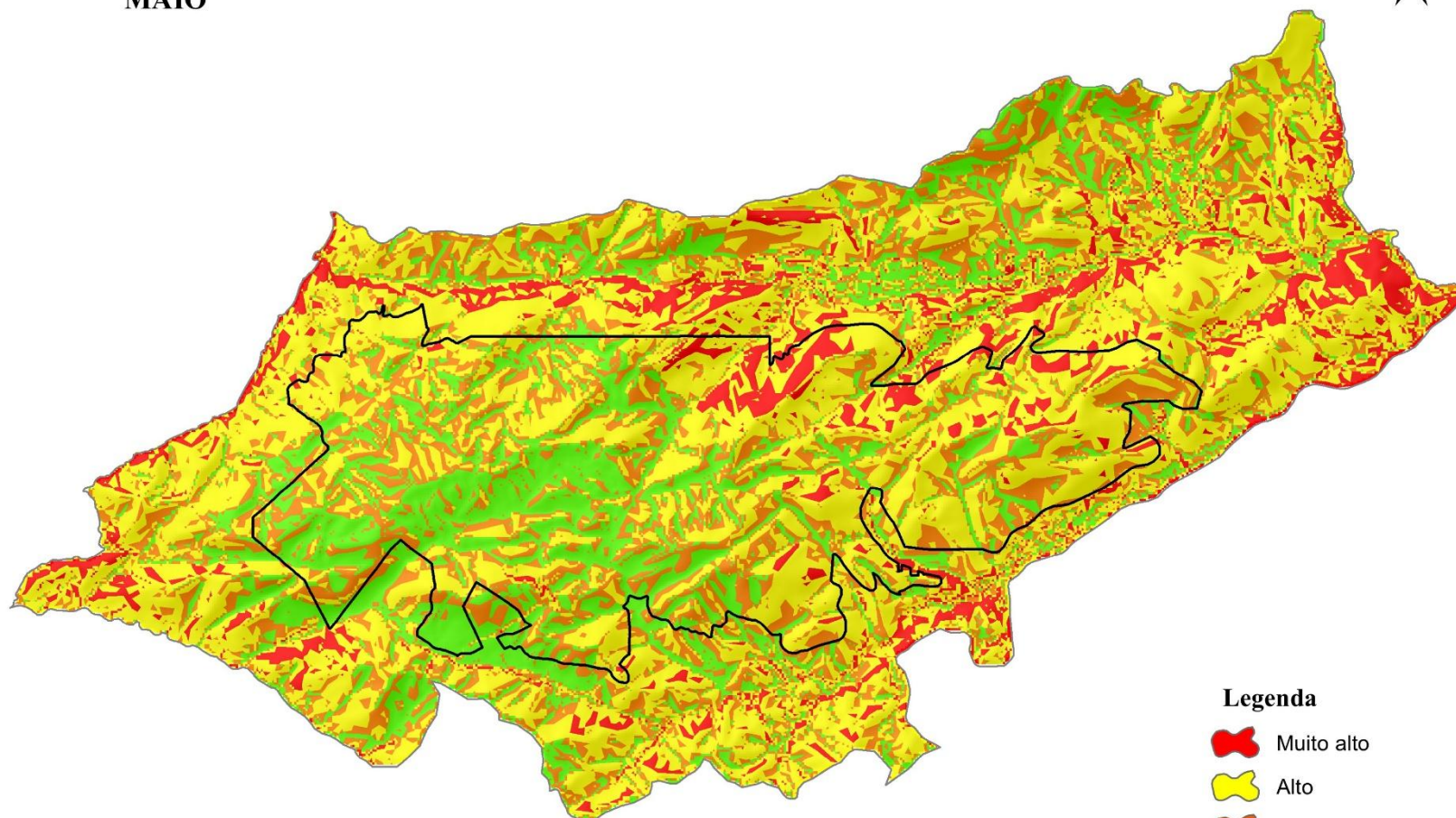
0 2.500 5.000 m
Projeção UTM 23 K - SIRGAS 2000

Legenda

- Muito alto
- Alto
- Moderado
- Baixo

RISCO DE INCÊNDIO

MAIO



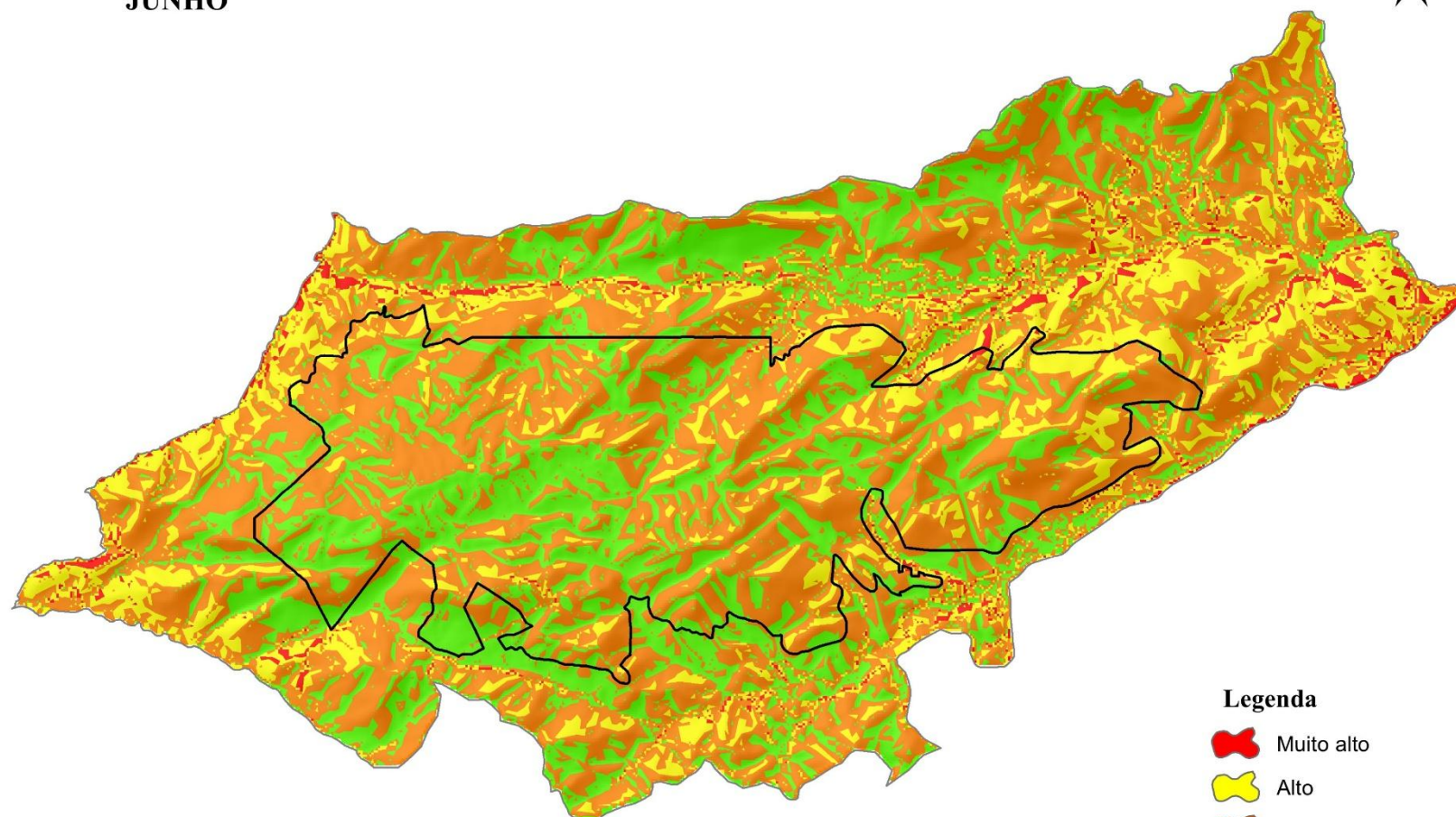
0 2.500 5.000 m
Projeção UTM 23 K - SIRGAS 2000

Legenda

-  Muito alto
-  Alto
-  Moderado
-  Baixo

RISCO DE INCÊNDIO

JUNHO



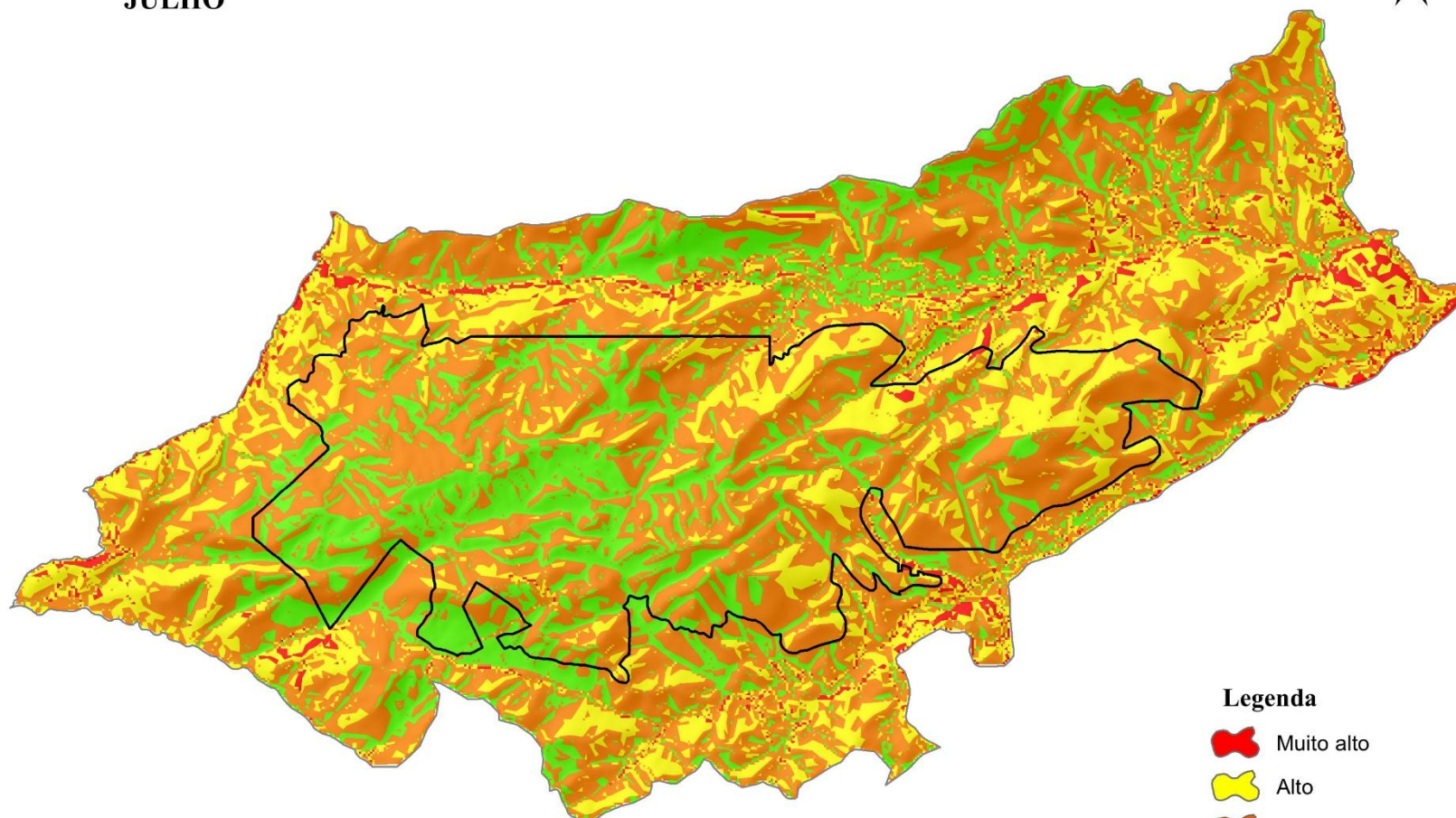
0 2.500 5.000 m
Projeção UTM 23 K - SIRGAS 2000

Legenda

-  Muito alto
-  Alto
-  Moderado
-  Baixo

RISCO DE INCÊNDIO

JULHO



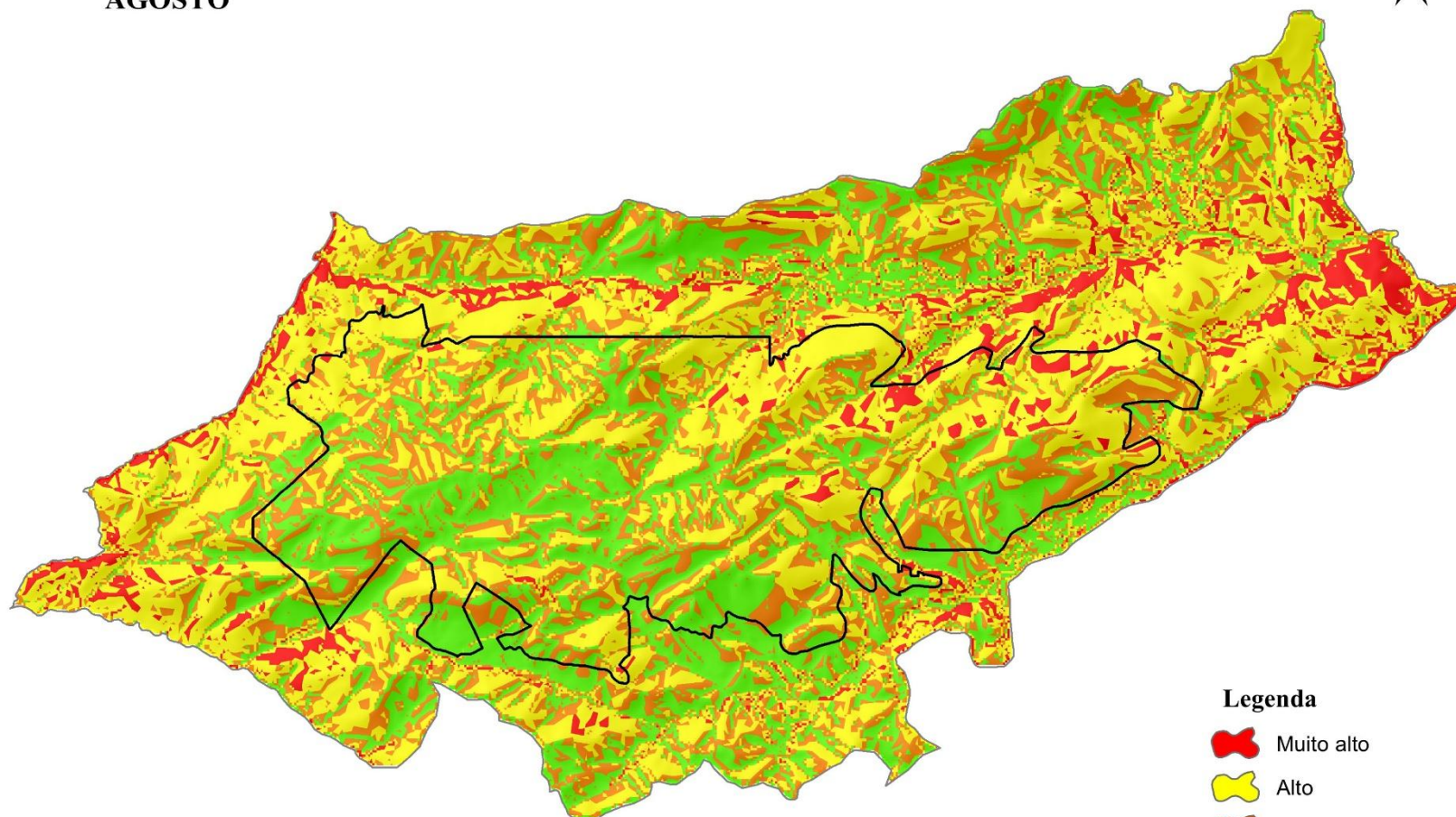
0 2.500 5.000 m
Projeção UTM 23 K - SIRGAS 2000

Legenda

-  Muito alto
-  Alto
-  Moderado
-  Baixo

RISCO DE INCÊNDIO

AGOSTO



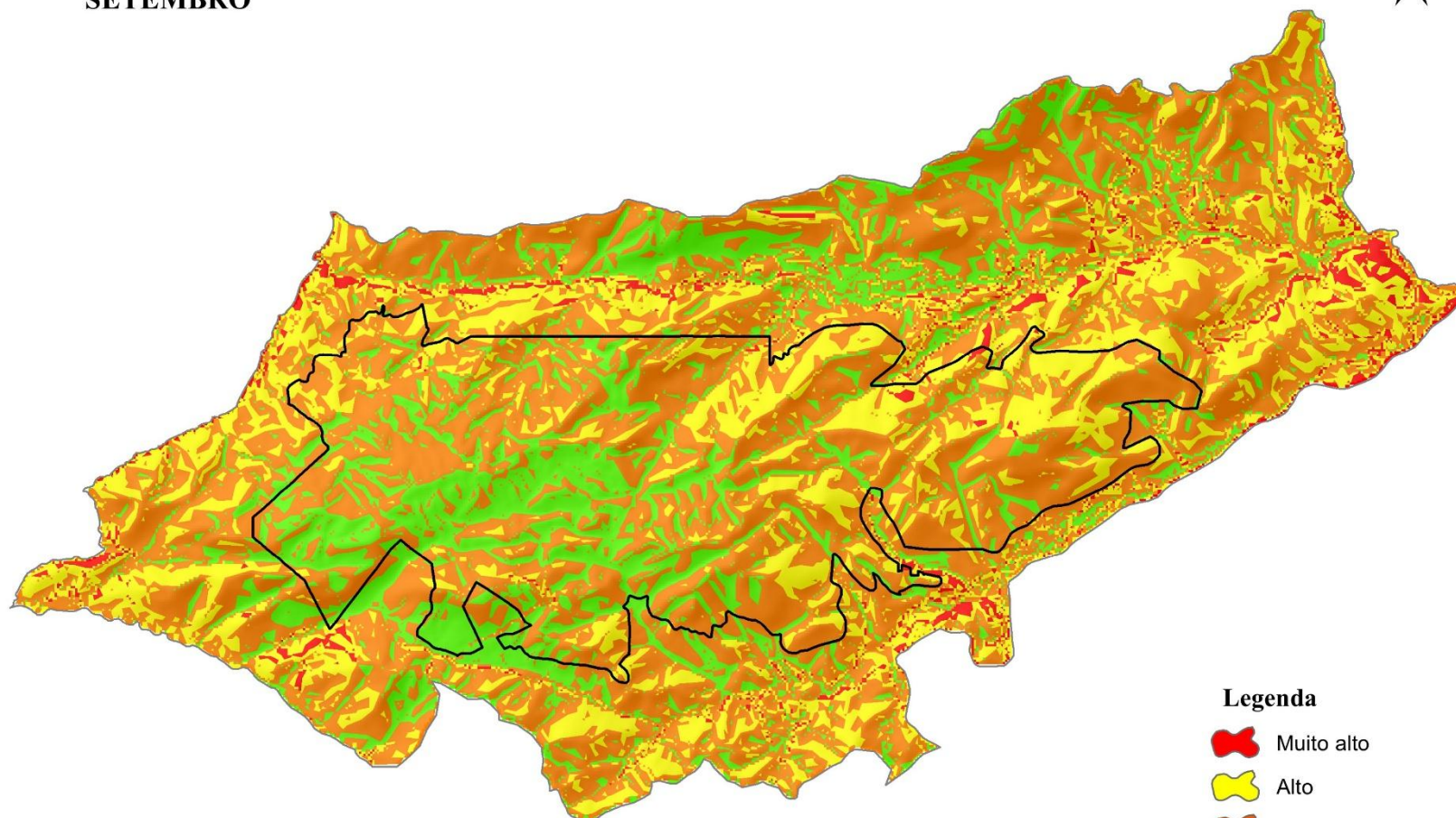
0 2.500 5.000 m
Projeção UTM 23 K - SIRGAS 2000

Legenda

-  Muito alto
-  Alto
-  Moderado
-  Baixo

RISCO DE INCÊNDIO

SETEMBRO



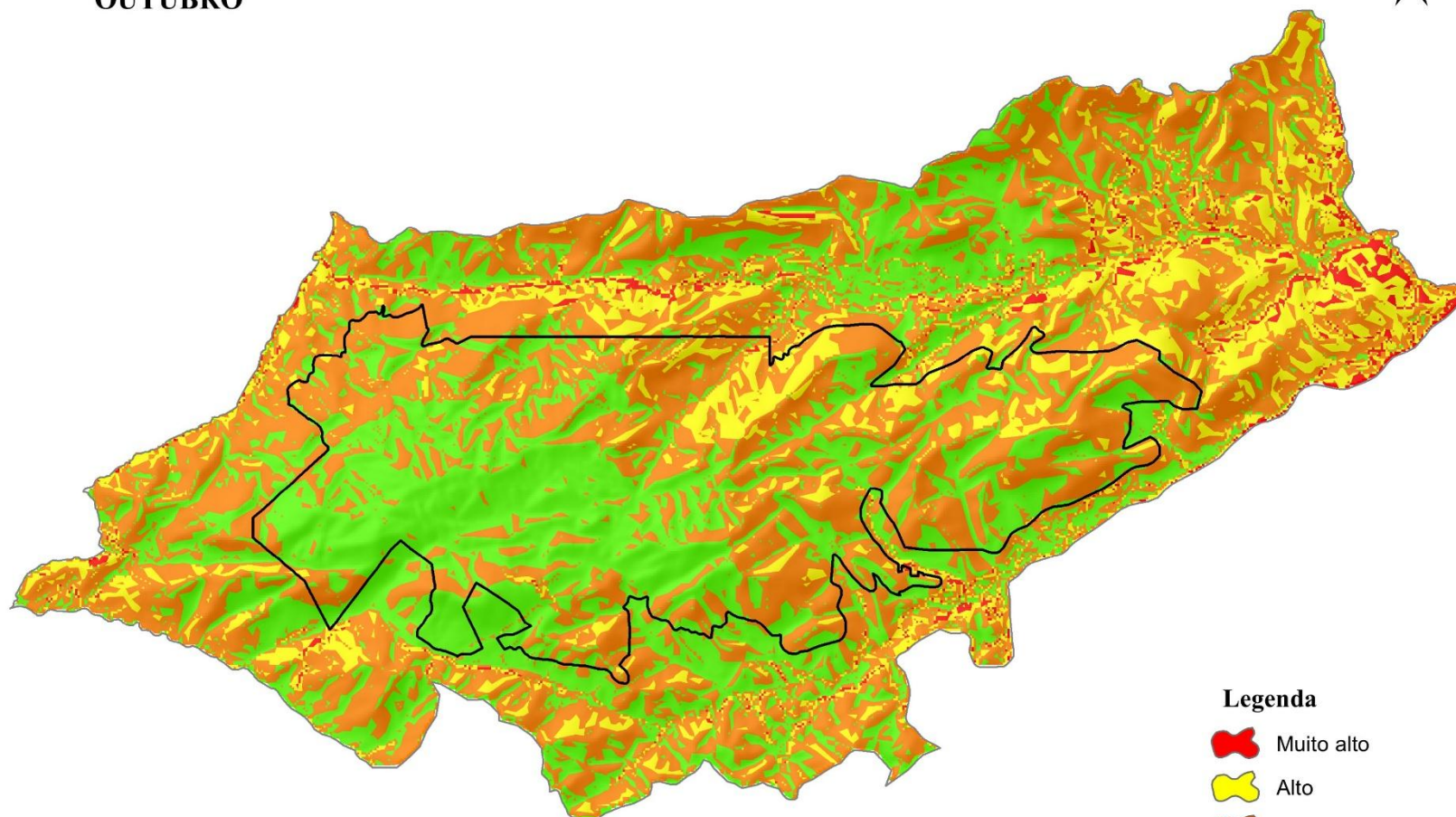
0 2.500 5.000 m
Projeção UTM 23 K - SIRGAS 2000

Legenda

-  Muito alto
-  Alto
-  Moderado
-  Baixo

RISCO DE INCÊNDIO

OUTUBRO

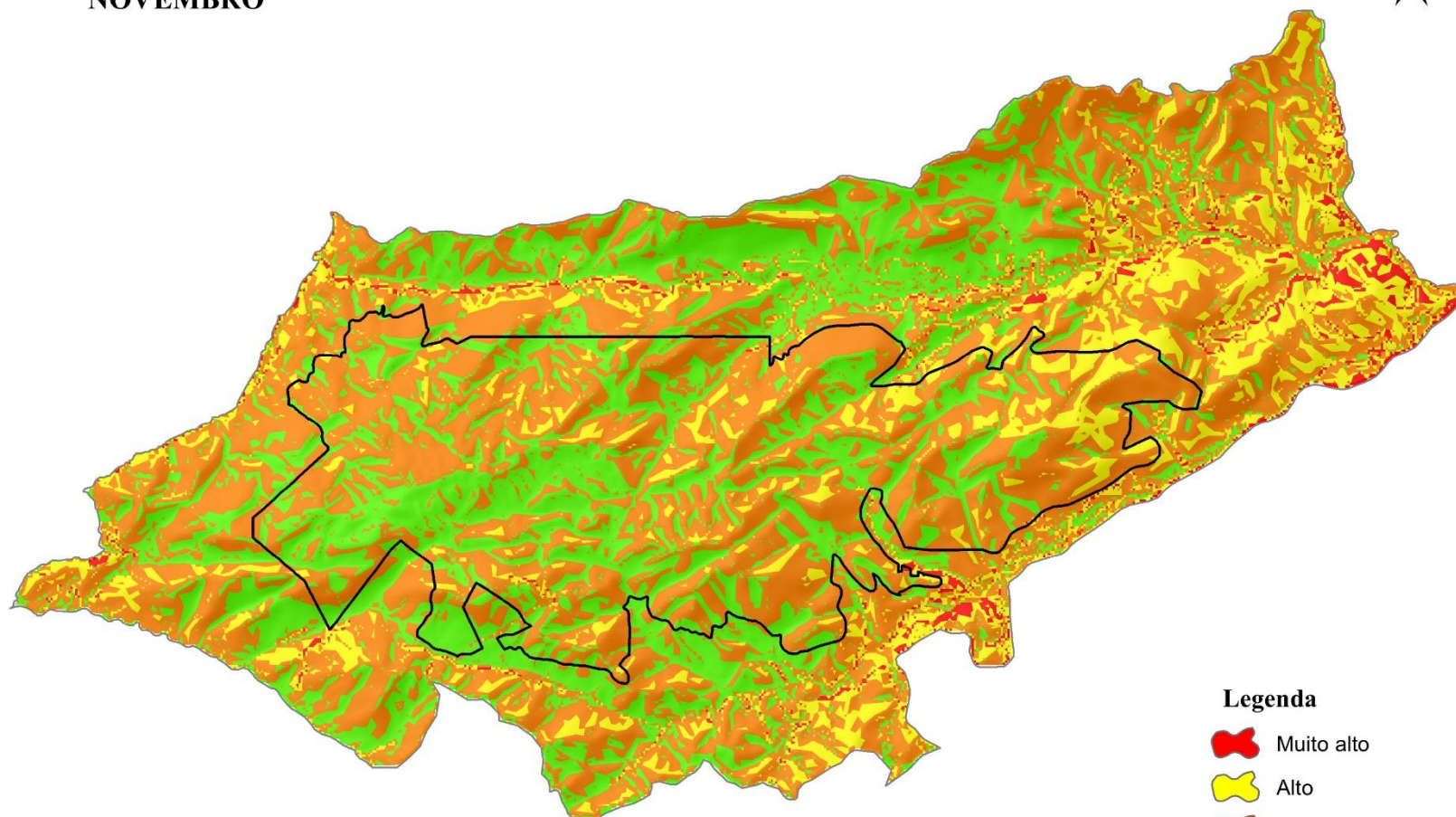


0 2.500 5.000 m
Projeção UTM 23 K - SIRGAS 2000

Legenda

-  Muito alto
-  Alto
-  Moderado
-  Baixo

RISCO DE INCÊNDIO
NOVEMBRO



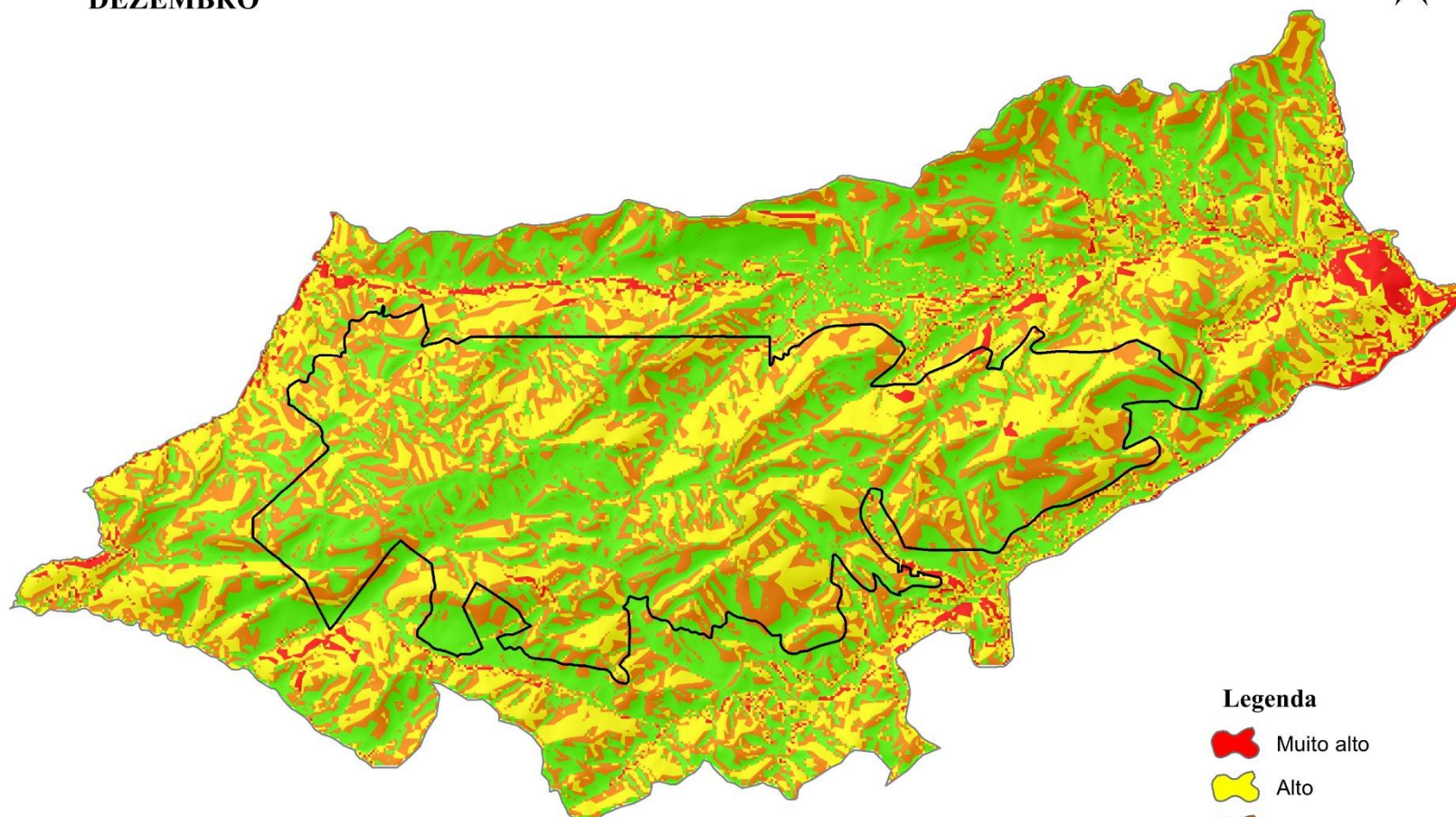
0 2.500 5.000 m
Projeção UTM 23 K - SIRGAS 2000

Legenda

-  Muito alto
-  Alto
-  Moderado
-  Baixo

RISCO DE INCÊNDIO

DEZEMBRO



0 2.500 5.000 m
Projeção UTM 23 K - SIRGAS 2000

Legenda

-  Muito alto
-  Alto
-  Moderado
-  Baixo