



**Marcelo Ribeiro Canedo de Magalhães**

**Mapeamento de suscetibilidade a incêndios no  
Monumento Natural Serra dos Mascates,  
Valença - RJ.**

**Dissertação de Mestrado**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Ciência da Conservação e Sustentabilidade, do Departamento de Geografia da PUC-Rio .

Orientador : Prof. Rogério Ribeiro de Oliveira  
Co-orientador: Prof. Carlos Leandro de Oliveira Cordeiro

Rio de Janeiro  
Outubro de 2022



**Marcelo Ribeiro Canedo de Magalhães**

**Mapeamento de suscetibilidade a incêndios no  
Monumento Natural Serra dos Mascates,  
Valença - RJ.**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Ciência da Conservação e Sustentabilidade da PUC-Rio . Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo:

**Prof. Rogério Ribeiro de Oliveira**

Orientador

Departamento de Geografia – PUC-Rio

**Prof. José Tavares Araruna Jr**

PUC-Rio

**Prof. Paulo Canedo de Magalhães**

UFRJ

**Prof. Jorge Luis Nunez e Silva Brito**

UERJ

Rio de Janeiro, 18 de Outubro de 2022



Todos os direitos reservados. A reprodução, total ou parcial do trabalho, é proibida sem a autorização da universidade, do autor e do orientador.

### **Marcelo Ribeiro Canedo de Magalhães**

Graduou-se em Medicina Veterinária na Faa (Faculdade Don Andre Arcoverde) em 2018. Cursou Gestão em Agronegócios na Esalq/Usq em 2019.

#### Ficha Catalográfica

Magalhães, Marcelo Ribeiro Canedo de

Mapeamento de suscetibilidade a incêndios no Monumento Natural Serra dos Mascates, Valença - RJ. / Marcelo Ribeiro Canedo de Magalhães; orientador: Rogério Ribeiro de Oliveira; co-orientador: Carlos Leandro de Oliveira Cordeiro. – 2022.

49 f: il. color. ; 30 cm

Dissertação (mestrado) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Geografia, 2022.

Inclui bibliografia

1. Geografia – Teses. 2. Risco de fogo. 3. Prevenção. 4. Sensoriamento remoto. I. Oliveira, Rogério Ribeiro de. II. Cordeiro, Carlos. III. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Geografia. IV. Título.

CDD: 004

Aos meus pais, amada esposa e filho  
pelo apoio e encorajamento.

## Agradecimentos

Agradeço de forma cronológica e para tanto começarei por nosso criador, sou católico batizado por família e respeito muito essa religião mas prefiro acreditar em Deus do meu jeito, longe da igreja, como uma força maior em forma de amor.

Não muito distante Dele vem o meu criador, o imortal Gerson Canedo de Magalhães, por sermos de épocas tão diferentes, pensamos de forma diferente e muitas vezes não conseguimos nos entender mas ele está sempre ao meu lado, me apoiando. Juntamente vem minha mãe, Sonia Maria Ribeiro de Magalhães, que me ensinou a amar e respeitar a natureza e todos os seres vivos. Tenho uma segunda mãe também, Maria Regina Viana da Silva, que cuida de mim desde bebê até hoje, pequena no tamanho mas gigante no amor.

Agradeço a todos os meus professores, principalmente meu primeiro professor de geografia do colégio primário, Almir Aguiar Rangel, que dentre muitos ensinamentos, quando fiz minha primeira viagem a Europa, de Berlin até Moscou de ônibus me aconselhou a observar as mudanças na paisagem e assim observo até hoje.

Na graduação em medicina veterinária tive professores incríveis, destacando a professora Mariana Graciosa que foi minha orientadora; professora Isis Lustosa e Marcio Machado que nos ajudam a cuidar da fazenda até hoje (sem vocês eu não poderia dar continuidade aos meus estudos); professor Jorge Henrique Sacramento Conceição, o Barão, com quem tive o prazer de fazer estágio no Hospital Veterinário Escola. Barão é mais que um professor, quase um pai de todos os alunos que ali passam, quando tive dúvidas se já estava apto, me encorajou dizendo que pra se aprender a nadar é preciso enfrentar os medos e entrar na água e assim tive coragem de dar minhas primeiras braçadas. Se o Barão é o pai, a professora Lilian Batista é a mãe de todos os alunos, sempre foi a maior incentivadora dos meus projetos e continua até hoje, a seu convite, no início do ano tive o prazer de apresentar uma palestra sobre o Mona SDM para os alunos de veterinária. Até hoje, toda vez que preciso escrever alguma pesquisa, revejo seus slides e relembro de todos os ensinamentos.

Agradecimento especial para professora Agnieszka Latawiec desse mestrado, que me fez perder a vergonha e ser o primeiro a fazer uma apresentação no mestrado com minha pesquisa da graduação. Além de todos os ensinamentos em sustentabilidade e amor ao solo, foi a Aga quem deu o pontapé inicial dessa pesquisa, me apresentando ao professor Rogério Ribeiro de Oliveira que tem

a voz mais cativante que conheço, abraçou minha idéia e em 5 minutos de conversa, com poucas palavras, soube me conduzir nessa pesquisa como um maestro a frente da orquestra. Agradeço também ao professor Carlos Leandro de Oliveira Cordeiro, até conhecê-lo no início do ano, não sabia nada de mapas, nem conseguia entender os artigos que pesquisava, Carlos fez com que me apaixonasse pelo sensoriamento remoto e geoprocessamento, este trabalho não seria possível sem seus ensinamentos. Não posso esquecer da queridíssima Ana Paula Moraes de Lima, nossa anja do mestrado, que me salvou e incentivou inúmeras vezes.

Agradeço ao professor Henrique e toda equipe da Ambiental Pro, curso online sobre mapeamento com Lives semanais, que também me ajudou muito na confecção desta pesquisa. Aos queridos amigos que leram e revisaram, Isabella Scorzelli, Rodrigo Brito e a todos os amigos de certa forma me distanciei ocupado com essa pesquisa.

Por fim, mas não menos importante, agradeço a meu filho Breno Brito por ser a alegria de nossas vidas e nos trazer a pequena Luiza Lomar que completa nossa família. A pessoa mais importante do mundo, minha companheira, amiga, amada esposa, Alessandra Nunes e Silva Brito Canedo de Magalhães, por me fazer uma pessoa melhor todos os dias. Te amo!

## Resumo

Magalhães, Marcelo Ribeiro Canedo de ; Oliveira, Rogério Ribeiro de; Cordeiro, Carlos. **Mapeamento de suscetibilidade a incêndios no Monumento Natural Serra dos Mascates, Valença - RJ..** Rio de Janeiro, 2022. 49p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Geografia, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

O fogo constitui um dos grandes fatores da transformação da paisagem, particularmente as florestais. O mapeamento de risco de incêndios, utilizado para determinar quais áreas são susceptíveis ao início de um incêndio florestal, visa abordar algumas estratégias contra o fogo e levantar a discussão sobre a importância da prevenção de incêndios em unidades de conservação. Para o desenvolvimento do mapa de risco de incêndios do Monumento Natural Estadual Serra dos Mascates, foram utilizadas seis imagens temáticas representando: o uso e cobertura do solo, altimetria, declividade, orientação de vertente e a proximidade ao centro urbano, assim como seus acessos (estradas e trilhas). Todas as imagens foram reclassificadas para mesma classe e sobrepostas utilizando um coeficiente de risco. A sobreposição final reclassificou as áreas com risco “Alto” às bordas da área urbana e das vias de acesso, ressaltando a influência da atividade humana no risco de ignição do fogo.

## Palavras-chave

Risco de fogo; Prevenção; Sensoriamento remoto.

## Abstract

Magalhães, Marcelo Ribeiro Canedo de ; Oliveira, Rogério Ribeiro de (Advisor); Cordeiro, Carlos (Co-Advisor). **Fire susceptibility mapping in the Serra dos Mascates Natural Monument, Valença - RJ.** Rio de Janeiro, 2022. 49p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Geografia, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Fire is one of the major factors in landscape transformation, particularly forest ones. The fire risk mapping, used to determine which areas are susceptible to start a forest fire, aims to address some strategies against fire and raise the discussion about the importance of preventing fire in conservation units. Six thematic images were used for the development of the risk map of the Monumento Natural Serra dos Mascates representing: land use and cover, altimetry, slope, slope orientation and proximity to the urban center, as well as its access (roads and trails). All images were reclassified to the same class and superimposed using a risk coefficient. The final overlay reclassified the areas with “High” risk to the edges of the urban area and access roads, highlighting the influence of human activity on the risk of the ignition.

## Keywords

Risk of fire; Prevention; Remote sensing.

# Sumário

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>Objetivos</b>	<b>19</b>
2.1	Objetivos Específicos	19
<b>3</b>	<b>Justificativa</b>	<b>20</b>
<b>4</b>	<b>Fundamentação teórica</b>	<b>22</b>
4.1	Geoprocessamento e o Sensoriamento Remoto	22
4.2	Classificação de imagens e álgebra de mapas	23
4.3	Monitoramento contra incêndios	24
<b>5</b>	<b>Procedimentos Metodológicos</b>	<b>26</b>
5.1	Levantamento de dados secundários	26
5.2	Área do Estudo	26
5.3	Mapeamento de risco de incêndios	27
<b>6</b>	<b>Resultados e discussão</b>	<b>31</b>
<b>7</b>	<b>Conclusões, limitações e trabalhos futuros</b>	<b>38</b>
7.1	Principais Limitações	38
7.2	Recomendações para estudos futuros	39
<b>8</b>	<b>Apêndice</b>	<b>40</b>
<b>9</b>	<b>Referências bibliográficas</b>	<b>47</b>

## Lista de figuras

Figura 1.1	Localização do Monumento Natural Estadual Serra dos Mascates. A) Estado do Rio de Janeiro, B) Município de Valença, C) Monumento Natural Estadual Serra dos Mascates	17
Figura 5.1	Fluxograma da metodologia utilizada na pesquisa para a determinação dos riscos de incêndio no MoNa SDM.	28
Figura 5.2	A) Uso e Cobertura do Solo (Mapbiomas 2020); B) Altimetria (NasaDEM); C) Declividade; D) Orientação das Vertentes; E) Distância Euclidiana das vias de acesso (IBGE); F) Distância Euclidiana da área urbana (IBGE). Todas as imagens foram detalhadas no cap. 8Apêndice	29
Figura 6.1	As imagens foram reclassificadas recebendo 1 para risco “Baixo” em azul, 2 para risco “Médio” em amarelo e 3 para risco “Alto” em vermelho. A) Mapa reclassificado de Uso e Cobertura do Solo; B) Mapa Reclassificado de Altimetria; C) Mapa Reclassificado de Declividade; D) Mapa Reclassificado das Orientações das Vertentes; E) Mapa Reclassificado das Atividades Humanas.	32
Figura 6.2	Mapa de risco de incêndio no MoNa SDM.	34
Figura 6.3	Mapa de suscetibilidade a Incêndio no MoNa SDM.	35
Figura 6.4	Frequência de anomalias de temperatura e pontos de focos de incêndios.	36
Figura 6.5	Mapa de suscetibilidade e os pontos registrados de Incêndio nos últimos 10 anos no MoNa SDM.	37
Figura 8.1	Mapa do Uso e Cobertura do Solo de 2020 do MoNa SDM	41
Figura 8.2	Modelo Digital de Elevação do MoNa SDM	42
Figura 8.3	Mapa de Declividade do MoNa SDM	43
Figura 8.4	Mapa de Orientação das Vertentes do MoNa SDM	44
Figura 8.5	Mapa da distância euclidiana do centro urbano do MoNa SDM	45
Figura 8.6	Mapa distância euclidiana das vias de acesso do MoNa SDM	46



## Lista de tabelas

Tabela 5.1      Atribuição dos valores ou pesos aos parâmetros utilizados na determinação dos riscos de incêndio no MoNa SDM. 30

## **Lista de Abreviaturas**

APA – Área de Proteção Ambiental

ARIE – Área de Relevante Interesse Ecológico

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

ESEC – Estação Ecológica

FLONA – Floresta Nacional

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos ICMBio –

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

INEA – Instituto Estadual do Ambiente

IUCN – Internatinal Union for Conservation of Nature

MMA – Ministério do Meio Ambiente

MoNa – Monumento Natural

MoNa SDM – Monumento Natural Serra dos Mascates

NBR – Normalize Burn Ratio

PARNA – Parque Nacional (Parna)

PDI – Processamento Digital de Imagem

PEC – Parque Estadual da Concórdia

RDS – Reserva de Desenvolvimento Sustentável

REBIO – Reserva Biológica

REFAU – Reserva de Fauna

RESEX – Reserva Extrativista

RPPN – Reserva Particular do Patrimônio Natural

RVS – Refúgio de Vida Silvestre

SEMA –Secretaria Especial do Meio Ambiente (SEMA)

SIG – Sistema de Informação Geográfica

SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação

UC – Unidade de Conservação

WWf – World Wide Fund for Nature

*“Life won’t wait for us  
And love won’t heal itself  
Let’s find our way”*

**Bill Stevenson, *Descendents*.**

# 1

## Introdução

Dentre os inúmeros problemas ambientais contemporâneos, sem dúvida, a perda da biodiversidade é um dos mais prementes, dado o seu caráter de irreversibilidade. Além disso a manutenção da biodiversidade representa a garantia de funcionalidade dos biomas e ecossistemas o que se manifesta por diversas funções ecossistêmicas ou serviços ambientais. Segundo a World Wide Fund for Nature no relatório Planeta Vivo de 2017, (WWF, 2017) “a biodiversidade está diminuindo rapidamente, enquanto a demanda da humanidade sobre a natureza é crescente e insustentável. Precisamos de 1,5 planetas para satisfazer nossa demanda anual por recursos naturais. Isso significa que estamos destruindo o capital natural e fazendo com que seja mais difícil satisfazer às necessidades das gerações futuras”. Atualmente esse número já cresceu para o equivalente a 1,7 planetas, segundo a Global Footprint Network (LIN et al., 2018). Diante deste quadro é crescente a necessidade de mudanças para proteger o chamado capital natural, bem como se direcionar os sistemas produtivos de uma forma mais consciente atrelados a um consumo de uma forma mais inteligente, para um planeta mais saudável. Para esta condição, um destaque especial deve ser dado à proteção e conservação da biodiversidade.

As primeiras iniciativas da humanidade em proteger algumas porções de seu território para fins de conservação do mundo não humano foram de caráter espiritual/religioso. As sociedades primitivas acreditavam que em alguns importantes acidentes naturais existiam faculdades espirituais relevantes e reservavam essas áreas, onde não era permitida a entrada. O Monte Olimpo pode ser considerado a primeira área protegida do planeta. Os gregos supunham que no topo do Monte Olimpo habitavam os deuses e impediam que qualquer ser humano ousasse chegar ao seu topo (SANTOS; SOARES; BATISTA, 2006).

Ao longo do tempo, a preocupação em proteger algumas áreas tornou-se necessária, primeiramente para a proteção de recursos naturais com o objetivo de manter seus estoques de matéria prima (madeira para a indústria naval). Na Inglaterra, no início do século XIX, foram criadas as Royal Forests exclusivamente para atividades de caça, decretadas como área de uso exclusivo da nobreza, protegidas do acesso do cidadão comum (JØRGENSEN, 2010).

Historicamente, nos Estados Unidos, em 1864, a área que atualmente é ocupada pelo Parque Nacional de Yosemite, foi decretada como “inalienável em qualquer tempo” e classificada como lugar de significado sagrado para a nação. Somente oito anos depois, tivemos como marco fundador das unidades

de conservação no mundo, a criação do Parque Nacional de Yellowstone, em 1 de março de 1872, fruto da iniciativa de exploradores do Rio Yellowstone (AGUIAR; MOREAU; FONTES, 2013), com intuito de preservar as belezas naturais de sua área.

A partir do modelo norte americano, a criação de parques com objetivo de preservação da natureza se disseminou pelo mundo, na Austrália em 1879, no Canadá em 1885, na Nova Zelândia em 1894, na África do Sul em 1898, no México em 1899, na Argentina em 1903, no Chile em 1926, no Equador em 1934 (ESCOBAR, 2005) e finalmente no Brasil, em 1937, estabelecendo assim, os primeiros fundamentos de modelo de Unidades de Conservação: a proteção de amplos espaços naturais e de grandes belezas cênicas, capazes de assegurar a continuidade dos processos biológicos sem a interferência humana.

No Brasil, em 1876, André Rebouças já havia (MEDEIROS; PEREIRA, 2011) proposto a criação de parques em Sete Quedas e na Ilha do Bananal, porém, a criação de áreas especialmente protegidas para a conservação da natureza tem como marco inicial o ano de 1937, com a criação do Parque Nacional do Itatiaia (GARROTE et al., 2018). A partir de 1988, o Brasil passa a ter na sua Constituição Federal um artigo específico que assegura a incumbência ao Poder Público da proteção da fauna e flora, proibindo as práticas que submetam animais à crueldade ou coloquem em risco sua espécie, o que levou à criação da Secretaria Especial do Meio Ambiente (SEMA), do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), do Ministério do Meio Ambiente (MMA), do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) e do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) (GOLOBOVANTE; CARVALHO, 2012).

Com o intuito de orientar as nações, em 1994, a International Union for Conservation of Nature (IUCN) estabeleceu um sistema internacional (SEHLI et al., 2013), que define área protegida como: “um espaço geográfico claramente definido, dedicado e manejado para a conservação da natureza, bem como os serviços ecossistêmicos e os valores culturais a eles associados” assim classificando num padrão global suas categorias, de acordo com seus objetivos de manejo.

Em 18 de julho de 2000, a Lei 9985 cria o Sistema Nacional de Unidade de Conservação (SNUC) (SILVA; SANTOS, 2010), fruto de uma proposta do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (IBAMA) e da Fundação Pró-Natureza (DRUMMOND; FRANCO; OLIVEIRA, 2010), sintetizando conceitos, objetivos e tipos de categorias necessárias para um sistema nacional de Unidades de Conservação (UC). A Lei do SNUC caracterizou as UCs em dois grandes

grupos (PECCATIELLO, 2011), com características específicas: as de proteção integral, admitindo-se o uso indireto dos recursos naturais e as de uso sustentável. Cinco categorias pertencem ao primeiro grupo: Estação Ecológica (Esec); Reserva Biológica (Rebio); Parque Nacional (Parna); Monumento Natural (MoNa); e Refúgio de Vida Silvestre (RVS). Sete categorias fazem parte do segundo grupo: Área de Proteção Ambiental (APA); Área de Relevante Interesse Ecológico (Arie); Floresta Nacional (Flona); Reserva Extrativista (Resex); Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS); Reserva de Fauna (Refau); e Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN).

Dentre estas categorias daremos ênfase ao Monumento Natural (MoNa), que tem como objetivo principal a conservação de características naturais específicas, a manutenção dos serviços ecossistêmicos e o turismo. Sua administração fica a cargo do órgão ambiental ligado à esfera do poder público que a criou. Os MoNas federais são administrados pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), enquanto nas esferas estaduais e municipais, a administração fica a cargo dos respectivos órgãos ambientais. No primeiro caso, um exemplo emblemático é o Monumento Natural das Ilhas Cagarras, localizado no litoral do Rio de Janeiro e visível de toda a sua orla. Guarda em seu interior elementos de grande interesse ligados à fauna, à flora e à arqueologia.

O MoNa destaca-se por manter as propriedades particulares em posse de seus titulares, desde que o uso da terra e dos recursos naturais nestas áreas seja compatível com o plano de manejo da unidade (SPAMER; SILVA, 2018). Se não houver essa sintonia, ou se o proprietário negar as condições propostas pelo órgão responsável, a área deverá ser desapropriada de acordo com o que dispõe a lei.

A área deste estudo, a Serra dos Mascates, está localizada no município fluminense de Valença. (Figura 1.1) Este município localiza-se no sul fluminense, dentro da bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. Durante boa parte do século XIX a região foi palco de um intenso plantio de café que destruiu a maioria das formações florestais da área (LAZOS et al., 2018). Os remanescentes florestais se distribuem sob a forma de fragmentos de tamanhos variados e de florestas secundárias (SALES et al., 2018). A criação desta modalidade de unidade de conservação é devida ao fato de se tratar de um espaço terrestre dotado de atributos naturais de grande relevância ecológica para o município. A criação do MoNa Serra dos Mascates, (MoNa SDM) além da clara proteção de 674,98 ha, contribui para a recuperação de ambientes anteriormente degradados e, ainda, para a ligação entre áreas florestadas, criando corredores ecológicos, diminuindo assim os efeitos da fragmentação.

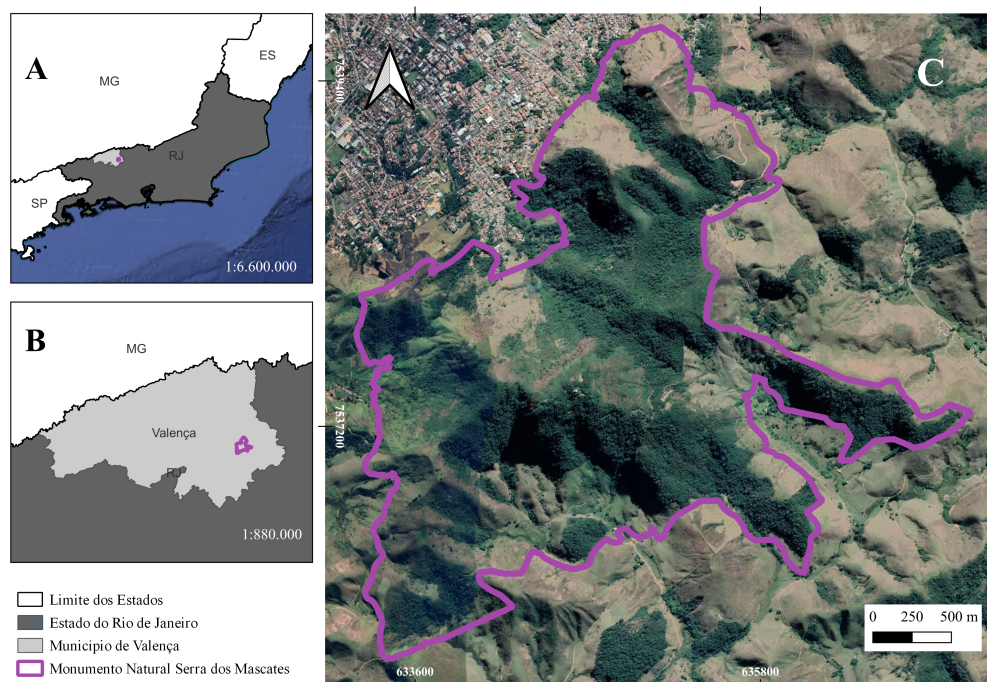


Figura 1.1: Localização do Monumento Natural Estadual Serra dos Mascates. A) Estado do Rio de Janeiro, B) Município de Valença, C) Monumento Natural Estadual Serra dos Mascates

No topo da serra encontram-se as torres de telefonia, rádio e televisão da cidade, além do Mirante da Serra dos Mascates, um dos pontos mais altos da cidade, com 1.026 metros de altitude, de onde se avista toda a cidade (RENA, 2010); sendo assim um destino turístico muito visitado por contempladores da natureza e esportistas fazendo caminhadas ou saltando de asa delta. A existência de uma floresta em seu interior e, ainda, a sua localização a montante da sede do município confere a esta UC uma alta importância no que se refere à estabilidade de encostas e à redução de fluxos erosivos.

Em 28 de setembro de 2016, no Decreto nº 45.767, o Governo do Estado do Rio de Janeiro delimita a área para criação do Monumento Natural na Serra da Beleza e na Serra dos Mascates. Com o objetivo de defender e preservar o meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo, assim definindo espaços territoriais a serem preservados, protegendo nascentes, encostas e a biodiversidade local; conforme o artigo 255 da Constituição da República Federativa do Brasil e do artigo 261 da Constituição Estadual do Rio de Janeiro.

A região é acometida frequentemente por incêndios em vegetação. Segundo dados do satélite Sentinel 2, o índice de área queimada NBR (Normalized Burn Ratio) do mês de Outubro de 2019, as queimadas dentro do MoNa SDM atingiram um área de 135,28 ha, ou seja, 20% de sua área total, eviden-

ciando assim a urgência da implantação de uma brigada de incêndio e estudos sobre o comportamento do fogo e suas área de riscos.



## 2

### **Objetivos**

O objetivo principal desta pesquisa é mapear áreas suscetíveis a incêndios em vegetação na área do MoNa SDM. Este trabalho visa, também, abordar algumas estratégias de prevenção e levantar a discussão sobre a importância da prevenção de incêndios em UC, além de apresentar e discutir os diferentes cenários de priorização.

#### **2.1**

##### **Objetivos Específicos**

- Levantar dados existentes sobre relevo (dados cartográficos referentes a hipsometria), uso e cobertura do solo, área urbana consolidada e suas vias de acesso.
- Formular o mapa de suscetibilidade a incêndios classificando assim suas áreas de risco.

### 3

#### Justificativa

O problema dos incêndios florestais em unidades de conservação é algo recorrente e que traz inúmeros prejuízos à conservação biológica e à integridade dos solos. Os incêndios são uma das mais importantes formas de degradação dos ecossistemas florestais (BATISTA, 2004), principalmente nas unidades de conservação onde qualquer acidente deste tipo já pode consumir boa porcentagem de sua área. No caso do Sudeste brasileiro, estes se encontram fortemente associados à pecuária. Entender o perfil do fogo, como, o quando e o porquê, é uma necessidade básica para se estabelecer políticas de prevenção e controle de modo mais eficiente (SANTOS; SOARES; BATISTA, 2006).

Incêndios no interior do Estado do Rio de Janeiro constituem algo cíclico e recorrente, alimentado pela pecuária incipiente, praticada em grande extensão. Por ocasião do período seco, os proprietários ateam fogo às pastagens com o objetivo de antecipar uma rebrota do pasto. Há ainda a prática da queima irregular de lixo e material seco em jardins, que ao perder o controle, pode atingir grandes extensões da vegetação. Com isso, verifica-se um problema cíclico de difícil solução, pelo menos ao alcance da maioria dos pecuaristas no Estado do Rio de Janeiro.

O autor da presente dissertação de mestrado vive em uma fazenda no município de Valença, convivendo anualmente com incêndios em vegetação provenientes das propriedades vizinhas, durante a estação seca no inverno. Tendo a formação profissional em medicina veterinária, o autor deste estudo vem participando da Brigada Valenciana (grupo formado por voluntários para o combate de queimadas na região). O autor se preocupa muito com as ameaças à fauna e à conservação da biodiversidade atingida por esses incêndios. A formação e a vivência do autor permitem uma experiência prática nos campos de pesquisa propostos. Além disso, desenvolve atualmente um estágio junto ao Instituto Estadual do Ambiente (INEA) direcionado ao MoNa SDM, fazendo o levantamento de dados primários e secundários da unidade para criação do seu plano de manejo.

Segundo o gestor da UC ora em questão, há necessidade de um diagnóstico fundiário da área para adequação das propriedades rurais e Educação Ambiental para esses proprietários, além do ordenamento da visitação e melhoria das sinalizações com implantação de estruturas informativas nas trilhas.

O desenvolvimento deste trabalho visa suprir as seguintes necessidades da UC: 1) a falta de dados primários e secundários, com a criação de subsídios

para a criação do plano de manejo; 2) desenvolver seu mapa de risco de incêndio florestal, 3) buscar soluções para mitigar os incêndios na unidade de conservação e nas propriedades no entorno, promovendo a conscientização do uso do fogo, de forma segura, sem provocar prejuízos ambientais. Além de suprir essas necessidades mencionadas, os resultados deste trabalho servem de base para a elaboração de uma cartilha de modo a orientar a comunidade rural em torno do MoNa.

## 4

### Fundamentação teórica

O fogo constitui um dos grandes fatores da transformação das paisagens, particularmente as florestais (TORRES et al., 2014). Quando um pequeno foco de fogo não é controlado, as consequências dos incêndios podem ser desastrosas. O mapeamento de risco de incêndios tem como objetivo determinar as áreas com maior suscetibilidade ao início do fogo, a partir dos fatores específicos da região, como o uso da terra, relevo, estatísticas meteorológicas e características florestais. Esses fatores são analisados de acordo com a distribuição espacial da região, através de um Sistema de Informações Geográficas (SIGs) gerando mapas estratégicos para o combate, prevenção e manutenção dessas áreas (FERRAZ; VETTORAZZI, 1998).

As geotecnologias têm permitido a visualização e a distribuição espacial dos incêndios, sendo um instrumento para auxiliar no planejamento da prevenção e combate ao fogo, além de ser um importante subsídio para criação de plano de manejo de uma UC. Por outro lado, as geotecnologias permitem também identificar áreas com maior suscetibilidade a incêndios, correlacionando-as a feições geomorfológicas (OLIVEIRA et al., 1995)

#### 4.1

##### Geoprocessamento e o Sensoriamento Remoto

O geoprocessamento é uma ferramenta computacional muito poderosa e flexível, integrando grandes bancos de dados e permitindo sua análise matemática e estatística, sendo aplicado por profissionais que trabalham com cartografia digital, processamento digital de imagens (PDI) e SIGs, auxiliando a planejar e monitorar uma determinada região (HAMADA; GONÇALVES, 2007). O SIG é um sistema que emprega várias tecnologias, sendo utilizado para aquisição, armazenamento, manipulação, análise, simulação, modelagem e apresentação de dados de uma determinada região da superfície terrestre, facilitando a análise de dados espaciais de uma forma menos complexa, e assim integrando informações em uma única base dados com diferentes fontes (HAMADA; GONÇALVES, 2007). Outra importante ferramenta do geoprocessamento é o Sensoriamento Remoto, que utiliza em conjunto modernos sensores para processamento e transmissão de dados através de aeronaves e espaçonaves (satélites) (NOVO, 2010). As imagens captadas por sensoriamento remoto registram a energia vinda dos objetos da superfície observada, fornecendo dados da cobertura do solo em intervalos regulares permitindo assim monitorar

mudanças ambientais.

## 4.2

### **Classificação de imagens e álgebra de mapas**

As informações captadas pelo sistema SIG são armazenadas em tabelas ou matrizes de elementos de imagem (picture element) ou pixels (pixel são quadrados que representam certa área) nas imagens digitais, contendo sua resolução espectral, espacial e radiométrica, ou seja, as informações geradas por cada sensor com suas bandas espectrais, capacidade de distinguir as diferenças de sinal e o tamanho do pixel (NOVO, 2010). Essas informações são dados para análise quantitativa de suas propriedades numéricas, atribuindo um rótulo ou classe espectral para cada pixel, conhecido como processo de “classificação”. Para se obter novas informações pode-se fazer o cruzamento entre imagens digitais para se obter uma nova imagem.

Um SIG permite que novas imagens sejam sobrepostas e utilizando-se a álgebra de mapas, as imagens podem também ser somadas, multiplicadas ou condicionadas a qualquer outra operação matemática para obtenção de novas informações (CÂMARA et al., 2001). A álgebra de mapas utiliza uma linguagem especializada para realizar tanto operações matemáticas quanto operações no sentido cartográfico e espacial, por exemplo, o cruzamento de dados sobre o solo ou clima, juntamente com dados topográficos. Para utilizarmos a álgebra de mapas todos os dados devem estar na mesma classe, evitando por exemplo somarmos dados de altimetria que são representados numericamente, com dados de declividade que são representados em graus. As imagens então devem ser reclassificadas para uma base comum.

A reclassificação ocorre a partir de imagens que já foram classificadas determinando a criação de novas regras que transformam um intervalo de informações de uma classe em uma nova classe de informação, (REZENDE et al., 2011). Pode-se reclassificar uma imagem com dados de declividade, com sua classe representada em graus, em uma nova classe numérica. A regra estipulada para a reclassificação determina o intervalo de graus de uma classe para ser reclassificado em uma nova classe numérica. Sendo assim, para um pixel com dados entre 10 e 20 graus, será reclassificado para uma classe numérica de valor 1, então naquele pixel qualquer valor entre 10 e 20 graus será reclassificado na nova imagem com valor 1. Para a reclassificação de uma situação de risco por exemplo, o menor intervalo receberia o valor 1, referente ao risco “baixo” e assim sucessivamente até o último intervalo receber o maior valor referente ao risco “Muito alto”.

### 4.3

#### Monitoramento contra incêndios

Para o monitoramento de incêndios empregam-se técnicas de sensoria-mento remoto em plataformas orbitais com utilização de satélites de alta reso-lução que permitem detectar fumaça, focos de incêndio e seu avanço, além de observar onde ocorreram os pontos de ignição (ROSA; BRITO, 2013). Essas imagens de satélite mostram os ambientes e a sua transformação, sendo assim possível identificar, calcular e monitorar áreas desmatadas ou atingidas por incêndios.

O mapeamento de suscetibilidade a incêndio é uma abordagem diferente dos estudos de monitoramento de incêndios que analisam cicatrizes de incên-dios ocorridos no passado, como em estudos realizados na Amazônia (SILVA; SANTOS, 2010) e no Cerrado brasileiro (ARRUDA et al., 2021). O mapea-mento de suscetibilidade a incêndio analisa todas as condições necessárias para o início do fogo e categoriza as áreas com maior risco a ocorrências futuras de um incêndio, sendo assim um importantíssimo subsídio para todas as UCs, pois auxilia o órgão ambiental na adoção da melhor estratégia de combate e na prevenção de desastres e contribui para o monitoramento ambiental das UCs do Estado.

São necessárias três condições simultâneas para o início de um incêndio em vegetação (SEHLI et al., 2013): 1) a disponibilidade de combustível vegetal (acúmulo de biomassa seca); 2) condições climáticas favoráveis (longos períodos de estiagem, baixa umidade e a direção do vento) e 3) a existência de uma fonte de ignição (fagulhas causadas pela ação do homem ou por fenômenos naturais com os raios).

Elementos como a temperatura, as precipitações, umidade relativa do ar, e os ventos afetam diretamente o comportamento do fogo. A temperatura do ar influi na combustão e propagação dos incêndios, atuando diretamente na temperatura inicial do material combustível até sua ignição. As precipitações são importantes para manter o material vegetal úmido, dificultando assim a ignição do fogo, sendo que nos períodos de seca prolongada o material perde umidade para o ambiente facilitando assim as ocorrências dos incêndios (TORRES et al., 2017). A umidade relativa do ar também é um fator dificultador dos incêndios a não ser quando os níveis de umidade são inferiores a 30% (BATISTA, 2000). O vento influencia diretamente no suprimento de oxigênio durante a queima do combustível aumentando assim suas chamas, além de transportar fagulhas e fragmentos de madeira flamejantes.

A topografia também exerce influência sobre a vegetação, fazendo o fogo se propagar mais rapidamente morro acima. Por outro lado, altas elevações

na superfície da terra apresentam ar rarefeito e temperaturas mais baixas (SOARES, 2000). A exposição, ou direção do lado da montanha em relação aos pontos cardeais também influi na ocorrência dos incêndios, dado que os raios solares incidem mais diretamente sobre as faces voltadas para o quadrante Norte, transmitindo mais calor do que sobre as outras vertentes (OLIVEIRA et al., 1995).

Para que ocorra um incêndio florestal é necessária a existência de combustível para queimar, de oxigênio para alimentar as chamas e de calor para iniciar e continuar o processo da queima. Esses três elementos básicos da combustão são conhecidos como “triângulo do fogo”, sendo assim é fundamental para o combate aos incêndios remover um desses elementos o mais rápido possível. (MOTTA, 2008) Como prevenção o combustível pode ser retirado fazendo aceiros no terreno; no local do incêndio o oxigênio pode ser reduzido com o uso de abafadores e o calor pode ser resfriado com água.

Em uma UC, o plano de manejo orienta a melhor forma de administrar os recursos naturais e prevenir queimadas, como a construção de aceiros nos limites da unidade onde há maior risco de incêndio proveniente das propriedades vizinhas, além de orientar os fazendeiros que possuem propriedades dentro da unidade quanto ao uso responsável do fogo, somente quando autorizado e controlado.

Segundo o programa BDQueimadas (Programa Queimadas do INPE com objetivo de acessar e utilizar o acervo histórico dos focos de queima de vegetação detectados por satélites) de Junho de 2021 a Junho de 2022, foram registrados 532 ocorrências de incêndios no estado do Rio de Janeiro, sendo 19 somente no município de Valença. Para inibir as atividades que utilizam o fogo, existe uma legislação forte e bem atualizada, entretanto, é necessário um trabalho de Educação Ambiental constante para toda a sociedade, fazendo com que essa legislação seja conhecida e respeitada.

## 5

## Procedimentos Metodológicos

### 5.1

#### Levantamento de dados secundários

Este estudo é um instrumento de políticas públicas que visa mitigar os impactos negativos das queimadas no MoNa SDM com ajuda de recursos geotecnológicos. Para isso usará como base a classificação apresentada por Vergara, que classifica a pesquisa em relação a dois aspectos: quanto aos fins e quanto aos meios. (VERGARA, 2006)

Quanto aos fins, a pesquisa é exploratória e descritiva. Exploratória porque, embora o MoNa SDM seja uma UC que permite a prática de pesquisas científicas, verificou-se a ausência de estudos científicos em sua área, que necessita de subsídios para criação de seu plano de manejo.

O caráter descritivo desta pesquisa se dá, porque esta visa levantar e descrever percepções e sugestões dos brigadistas voluntários que atuam combatendo incêndios no município, junto à Brigada Valenciana. Assim, sendo, procura-se investigar em quais áreas os brigadistas mais atuam e suas possíveis causas.

Quanto aos meios, a pesquisa tem caráter explicativo, documental e de campo. Explicativa, porque tem como principal preocupação identificar e mapear os fatores que desencadeiam as queimadas. Documental porque se valeu de documentos e mapas internos do MoNa SDM que digam respeito ao objeto de estudo. A pesquisa também foi de campo, porque coletou dados primários no MoNa SDM e nas propriedades em seu entorno além de catalogar suas estradas e trilhas de acesso a UC.

### 5.2

#### Área do Estudo

O MoNa SDM se localiza na cidade de Valença, no Noroeste do estado do Rio de Janeiro (Figura 1.1). Essa cidade é cortada por várias rodovias importantes como a BR 116 (Via Dutra), passando por Piraí e Barra do Piraí, e dali segue-se pela RJ-145 até o município de Valença.

Os acessos à Serra dos Mascates são feitos por uma estrada com trechos pavimentados, saindo da sede do município. Neles serão catalogados os principais pontos de acesso e trilhas secundárias. O MoNa SDM abriga parte da hidrografia do Médio Paraíba do Sul, ocorrendo diversas nascentes no seu



território que se localiza na cadeia de montanhas entre a Serra do Mar e a Serra da Mantiqueira, a uma altitude de 560 metros acima do nível do mar, o que caracteriza seu clima tropical de altitude tendo na estação seca, durante o inverno, longos períodos de estiagem. A área delimitada pela Serra dos Mascates consiste em um espaço terrestre dotado de atributos naturais, inserido na Mata Atlântica. O MoNa SDM ocupa uma área total de 674,98 ha, sendo 214,56ha (31%) de remanescentes da Floresta Semidecidual Montana; 80,28ha (11,89%) de Floresta Ombrófila Densa Montana, perfazendo um total de 380,14ha de mata preservada. O seu grau de ameaça a biodiversidade é classificado como “Médio” e “Muito Alto”, visto que estes fragmentos de floresta ainda preservados representam 56,32% do MoNa SDM (RENA, 2012).

A área delimitada para o trabalho foi baseada numa zona de amortecimento com 3 quilômetros do limite do MoNa SDM, totalizando uma área de 7384,51 ha, o que inclui na área de atuação da Brigada Valenciana de combate a incêndios florestais (a partir de 3 km do cume) e grande parte da área urbana.

### 5.3

#### **Mapeamento de risco de incêndios**

Para o desenvolvimento do mapa de risco de incêndios foram utilizadas seis imagens classificadas, representando: o uso e cobertura do solo, a proximidade ao centro urbano e as atividades humanas, assim como seus acessos (estradas e trilhas), altimetria, declividade e orientação de vertente, referentes ao levantamento de dados do fluxograma de atividades (Figura 5.1).

Para o parâmetro de “uso e cobertura da terra” foram utilizados dados do MapBiomass para o ano 2020 (Figura 5.2.A). O Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo do Brasil (MapBiomass) é uma iniciativa de monitoramento aberto e colaborativo, criada em 2015, que utiliza informações atualizadas e temporais sobre uso e cobertura da terra das últimas três décadas no Brasil (MAPBIOMASS, 2018); os dados de altimetria, (Figura 5.2.B), declividade (Figura 5.2.C) e orientação de vertentes (Figura 5.2.D) foram obtidos por sensoriamento remoto em nível orbital, a partir do qual foi gerado o Modelo Digital de Elevações, desenvolvido pela NASA (National Aeronautics and Space Administration), o NASADEM (National Aeronautics and Space Administration Digital Elevation Model) com resolução espacial de 30 metros. O NASADEM foi gerado com base no reprocessamento de dados do Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) (BUCKLEY et al., 2022).

As atividades humanas foram obtidas através da rede de estradas e trilhas da malha viária do Estado do Rio de Janeiro (Figura 5.2.E), dados

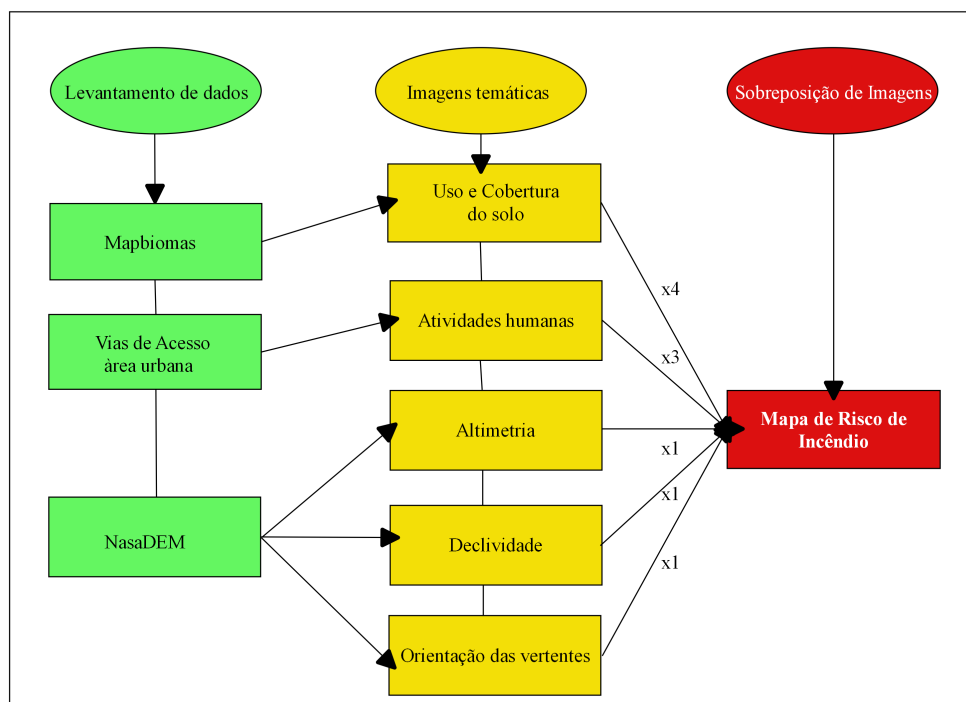


Figura 5.1: Fluxograma da metodologia utilizada na pesquisa para a determinação dos riscos de incêndio no MoNa SDM.

do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), que foi somada à área consolidada urbana, (Figura 5.2.F) ambas classificadas a partir do cálculo da distância euclidiana que mede a distância entre pontos, esses dados foram gerados em ambiente SIG no Qgis; todos os dados geoespaciais foram projetados em UTM, Datum SIRGAS 2000, fuso 23 sul.

Todas as imagens foram reclassificadas utilizando um coeficiente de risco relacionado às classes iniciais encontradas na imagem (Imagens temáticas reclassificadas, Figura 6.1). Após uma revisão bibliográfica, esses coeficientes de risco foram definidos e serviram para fornecer os pesos de relevância conforme sua capacidade de ignição e propagação do fogo (KOPROSKI et al., 2011). A altimetria e a declividade foram classificadas de acordo com três classes de risco: “Alto risco”, classificado com 1; “Médio risco”, classificado com 2 e “Baixo risco”, classificado com 3, representado na Tabela 1.

A orientação das vertentes foi classificada de acordo com sua orientação em graus, onde as faces voltadas para o norte foram classificadas como de maior risco, pois recebem a maior incidência de raios solares deixando assim todo material seco menos umida (TORRES et al., 2017). Os dados relativos à proximidade ao centro urbano e às atividades antrópicas e suas vias de acesso como suas estradas e trilhas, foram reclassificados por proximidade a partir de

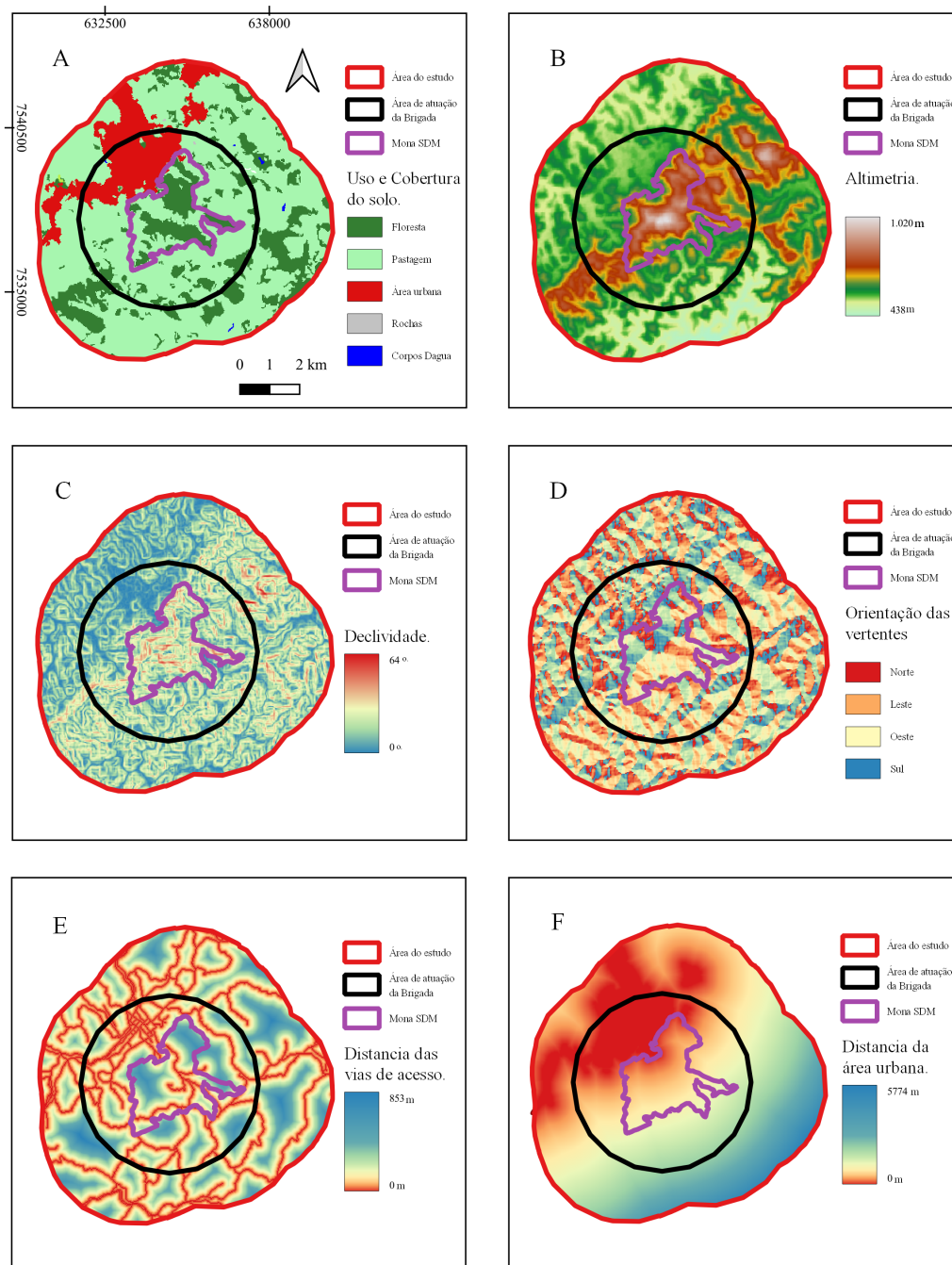


Figura 5.2: A) Uso e Cobertura do Solo (Mapbiomas 2020); B) Altimetria (NasaDEM); C) Declividade; D) Orientação das Vertentes; E) Distância Euclidiana das vias de acesso (IBGE); F) Distância Euclidiana da área urbana (IBGE). Todas as imagens foram detalhadas no cap. 8Apêndice

30 metros de distância.

As imagens de uso e ocupação do solo mapeadas pelo MapBiomas, referentes ao ano de 2020, receberam um valor de risco relacionado às atividades humanas, segundo Koproski (KOPROSKI et al., 2011) e adaptado pelo autor para o MoNa SDM. Assim sendo, o tema “uso e ocupação do solo” foi classi-

ficado em três classes, a saber : “Urbano”, classificado com peso 3 e representando a área urbana da cidade de Valença; “Pastagem”, classificado com peso 2 e representando as áreas de plantações e pastagens e “Floresta”, classificado como 1 e representando a mata nativa. A TABELA 5.1 a seguir apresenta uma compilação da atribuição dos valores ou pesos para os parâmetros utilizados nesta pesquisa.

Tabela 5.1: Atribuição dos valores ou pesos aos parâmetros utilizados na determinação dos riscos de incêndio no MoNa SDM.

	Parâmetro	Classificação	Observação
Altimetria			
	0 A 600m	3	Maior risco de Ignição por atividades humanas
	600 A 800m	2	Médio risco de Ignição
	Acima de 800m	1	Baixo risco de Ignição
Declividade			
	0 A 12graus	3	Maior influência na taxa de propagação
	13 A 40graus	2	Média influência na taxa de propagação
	Acima de 40 graus	1	Baixa influência na taxa de propagação
Orientação das Vertentes			
	0 A 45graus	3	Vertente Norte recebe maior radiação solar
	46 A 135graus	2	Vertente Leste média radiação solar
	136 A 225graus	1	Vertente Sul recebe menor radiação solar
	226 A 315graus	2	Vertente Leste média radiação solar
	316 A 360graus	3	Vertente Norte recebe maior radiação solar
Uso e Ocupação			
	Floresta	1	Menor risco de propagação
	Pastagem	2	Médio risco de propagação
	Urbano	3	Maior risco de Ignição
Distância das vias de acesso e zona urbana			
	sobre (0)	3	Quanto mais próximo Maior risco de Ignição
	Até 30metros	2	Médio risco de Ignição
	Acima de 30metros	1	Baixo risco de Ignição

Em cada uma dessas imagens reclassificadas por risco de incêndio, seguimos a associação e a atribuição de pesos (sobreposição de imagens da Figura 5.2) entre temas e material combustível, ignição ou propagação do fogo. A cobertura vegetal da terra, que influencia diretamente na quantidade de matéria seca do local, foi considerada como o fator principal para (Equação 5-1) ocorrência de incêndios e portanto, recebeu peso 4 e foi representado na equação por (V). A presença de atividade humana é o vetor de ignição para o fogo. Este fator recebeu peso 3 e foi representado na equação por (H). Os fatores que influenciam na ignição e propagação do fogo receberam peso 1, tais como a declividade (D), Altimetria (A) e orientação das encostas (E), (KOPROSKI et al., 2011) como mostrado na Equação 5.1 a seguir :

$$\text{Equação 5-1 :} \quad \text{Risco} = 4V + 3H + D + A + E \quad (5-1)$$

V = Cobertura do solo, H = Atividade humana, A = Altimetria,  
D = Declividade, E = Orientação das Encostas.

## 6

### Resultados e discussão

A Figura 6.1.A apresenta o mapa do uso e cobertura do solo reclassificado que apresenta a classificação de baixo risco em uma área de 1.479 ha, cobrindo 20% da área de estudo, sendo constituída pelas fitofisionomias mais úmidas de Floresta Semidecidual Montana e de Floresta Ombrófila Densa Montana. A área vegetal antropizada com pastagens e outras culturas, foi classificada como de “Médio” risco, registrada em 4990 ha, cobrindo 67,6% da área de estudo, é constituída por material potencialmente seco ou inflamável, com maior risco de ignição do que a área coberta por florestas. A área classificada como urbana foi registrada em 916 ha, cobrindo 12,4% da área de estudo e considerada como “Alto” risco devido ao perigo de ignição pelo fogo. O mapa de risco, segundo o uso e cobertura do solo, reflete a inflamabilidade da vegetação junto à possibilidade de uma ignição advinda da área urbana.

O mapa de risco de incêndio em função das influências humanas (Figura 6.1.E) foi confeccionado pela soma das distâncias euclidianas da área urbana (Figura 5.2.F) e suas vias de acesso (Figura 6.1.E). A área do mapa com distância maior que 60 metros das atividades humanas foi reclassificada como de “Baixo” risco, cobrindo a maior parte da área de estudo, 74,1% com 5.495,51 ha. A área de “Médio” risco, com distância de 30 até 60 metros das atividades humanas, ocupa uma área de 884,92 ha, representando 11,9% da área de estudo e a área de “Maior” risco, sendo os 10 metros que margeiam as vias de acesso, ocupando uma área urbana total de 1.040,59 ha, representando 14% da área de estudo. A área reclassificada como de “Maior” risco representa grande importância para o plano de manejo do MoNa, já que o mesmo permite atividades voltadas para o uso público e privado, gerando orientações para o manejo correto das vias de acesso, tais como atividades de prevenção, confecção de aceiros e placas educativas indicando o grau de risco de incêndio a seus visitantes. O mapa de risco segundo as atividades humanas, evidencia as vias de acesso como de “Médio” a “Alto” risco, oscilando onde a vegetação e orientação das vertentes não propiciam o início de um incêndio.

A porção da área de estudo em função da declividade (Figura 6.1.C) que representa o “Maior” risco é de até 12 graus, equivalente a 2.269,2 ha (30.7%), devido à facilidade para propagação do fogo e proximidade em relação às atividades humanas. A área com maior porção e declividade entre 13 e 40 graus, com 4950,20 ha (67%), representa um risco um pouco menor (“Médio”), devido à maior distância das atividades humanas. A área classificada como de

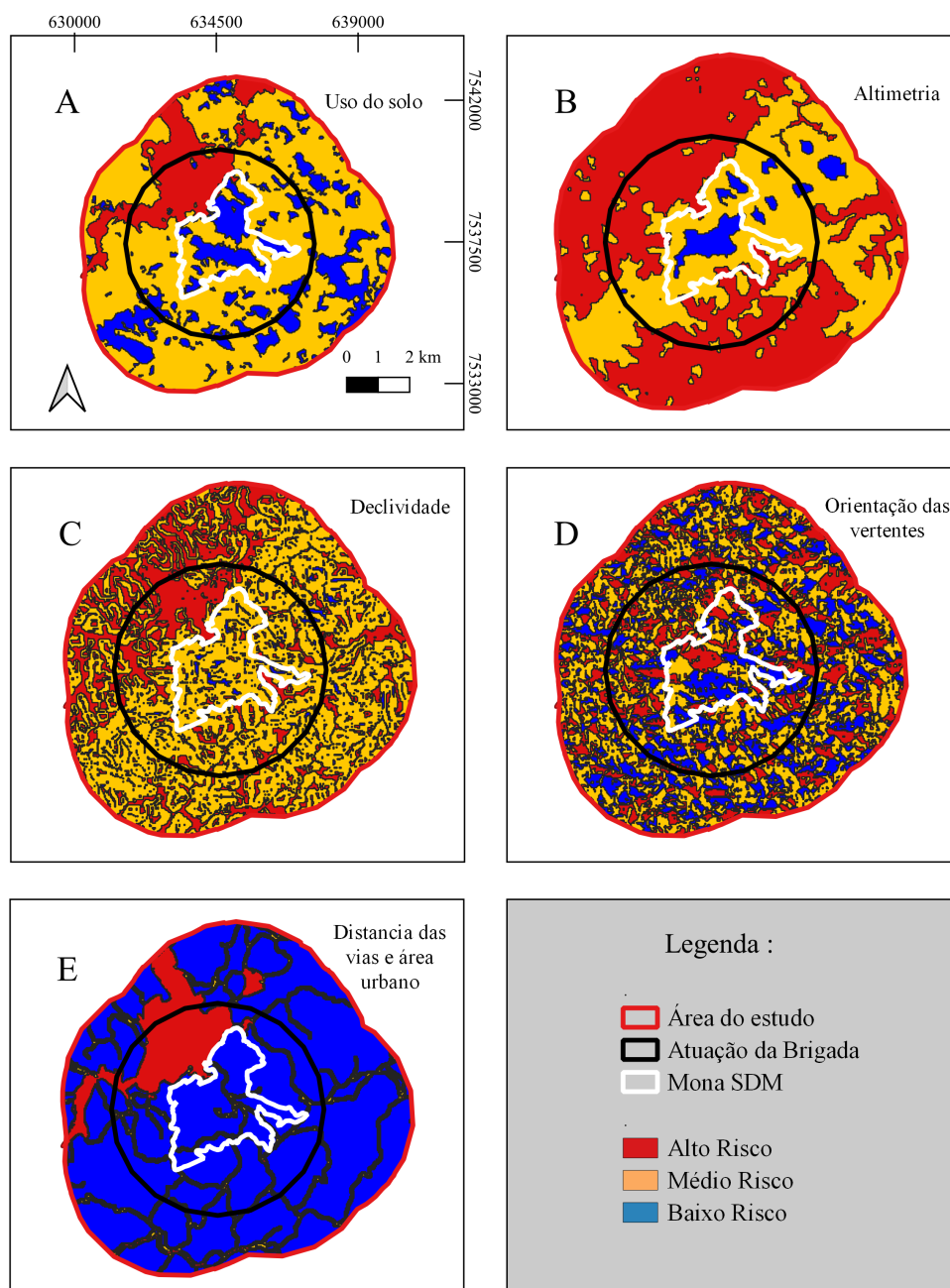


Figura 6.1: As imagens foram reclassificadas recebendo 1 para risco “Baixo” em azul, 2 para risco “Médio” em amarelo e 3 para risco “Alto” em vermelho. A) Mapa reclassificado de Uso e Cobertura do Solo; B) Mapa Reclassificado de Altimetria; C) Mapa Reclassificado de Declividade; D) Mapa Reclassificado das Orientações das Vertentes; E) Mapa Reclassificado das Atividades Humanas.

“Baixo” risco pelo difícil acesso representa 165,04 ha (2,2%) da área do estudo.

Em função da altimetria da área de estudo (Figura 6.1.B), foi caracterizada a variação de altitude de 438 metros por 1.020 metros de altura, sendo a área de “Maior” risco caracterizada até 600 metros com 4.047,37 ha (54,8%), a

área de risco “Médio” sendo entre de 600 metros e 800 metros registrado como 3.076,58 ha (41,7%) e apenas 260,94 (3,5%) com altitudes acima de 800 metros com “Baixo” risco. Os mapas de risco relacionados à altimetria, declividade e orientação das encostas revelam que a área de estudo sofre maior perda de umidade, tornando seu material combustível mais seco e mais propício ao início de um incêndio.

As vertentes das encostas (Figura 6.1.D) representam indiretamente a umidade da vegetação e de todo o material combustível, sendo determinada pela taxa de radiação solar incidente sobre ela. A face norte que recebe maior radiação, representa o “Maior” risco com 1974,36 ha (26,74%) e as vertentes laterais (leste e oeste) com 3601,92 ha (48,77%) como “Médio” risco e 1808,62 ha (24,49%). Para vertente Sul com “Baixo” risco por receber menos radiação solar consegue deter mais umidade em seus materiais, coincidente com as áreas de floresta.

Após a confecção de cinco mapas temáticos, os mesmo foram reclassificados e aglomerados para a formação do Mapa de Risco de Incêndio (Figura 6.2), com uma variação de risco numa escala de 10 a 30 que, mais uma vez, foi reclassificado, gerando o Mapa de Suscetibilidade a Incêndios, demonstrando assim, as cinco classes susceptíveis a incêndios (“Muito Baixa”, “Baixa”, “Média”, “Alta” e “Muito Alta”) (Figura 6.3), classificando assim as áreas mais sensíveis.

Analizando o mapa de suscetibilidade (Figura 6.3) temos a classe de suscetibilidade “Muito Baixa”, ou seja, é a área que demonstra vulnerabilidade muito baixa ao início de um incêndio, esta porção representa a menor porção da área estudada, demonstrando o terreno mais úmido e remoto com 10,61 ha (0,14%), completamente envolto pela classe de “Baixa” suscetibilidade que representa a porção com as florestas, na vertente sul, portanto, mais úmida com 1.343,91 ha (18,20%) da área de estudo. A maior porção foi classificada sendo a de “Média” vulnerabilidade, caracterizada pelas áreas de pastagem, contendo material combustível seco, propício ao início do fogo, com 4.329,69 ha, representando 58% da área de estudo e de extrema importância a ser monitorada por conta da maior quantidade de matéria seca, área suscetível a incêndios principalmente ligados à limpeza de terreno.

A porção do mapa de suscetibilidade classificada como risco “Alto” representa as bordas da área urbana e das vias de acesso, contendo 993,07 ha. (12,64%) da área do estudo, deixando claro a influência da atividade humana no risco de ignição do fogo juntamente com a matéria seca, destacando a importância das limpezas das laterais das estradas e aceiros. A parte urbana foi classificada com área de “Alto Risco” mesmo não sendo constituída por

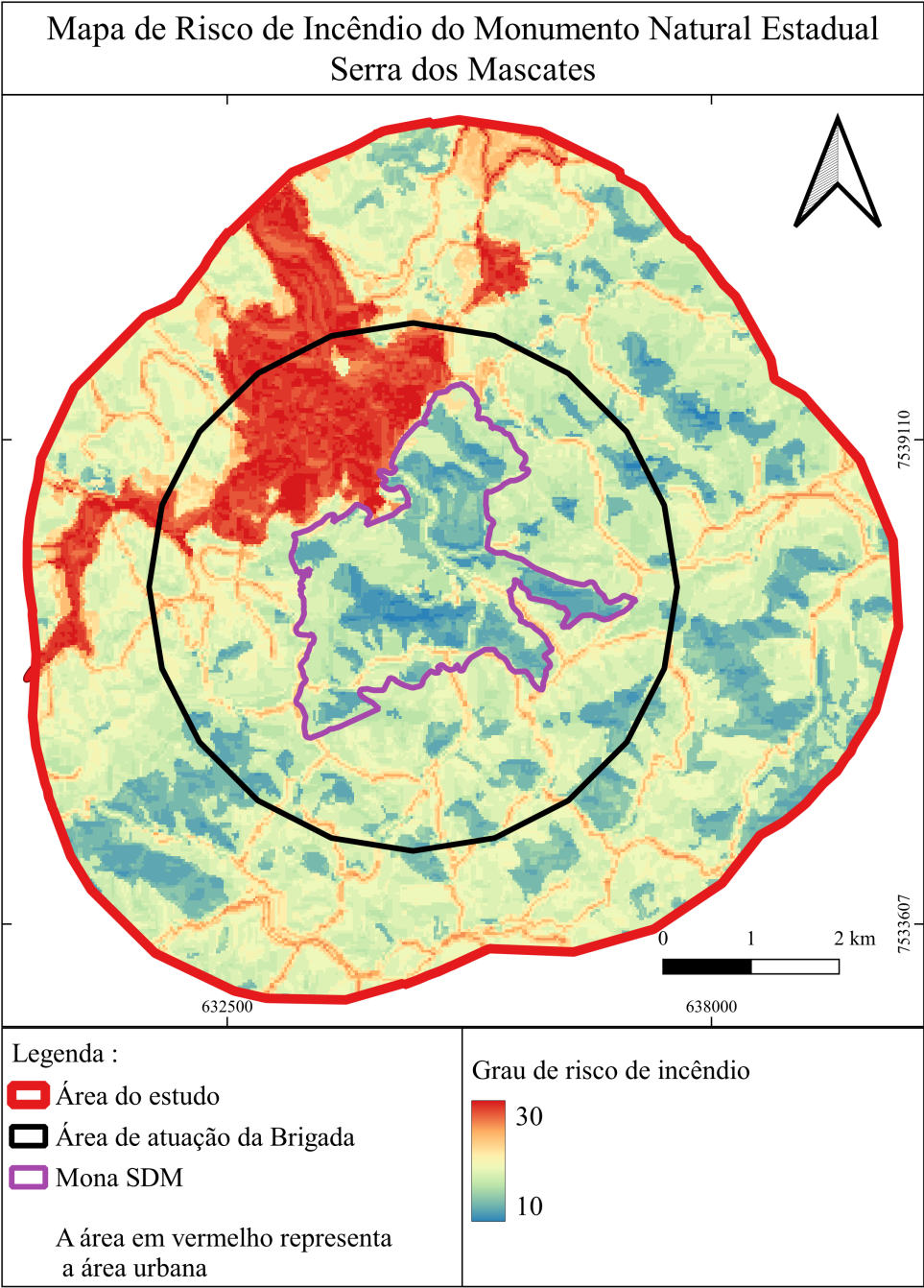


Figura 6.2: Mapa de risco de incêndio no Mona SDM.

material vegetal combustível, com 767,36 ha, (10,39%), incluindo toda a área da cidade.

Na região interna do MoNa SDM não foi registrada qualquer área com suscetibilidade “Muito Alta”, apenas pequenas bordas das vias de acesso com suscetibilidade “Alta” em terreno menos úmidos. A região de maior



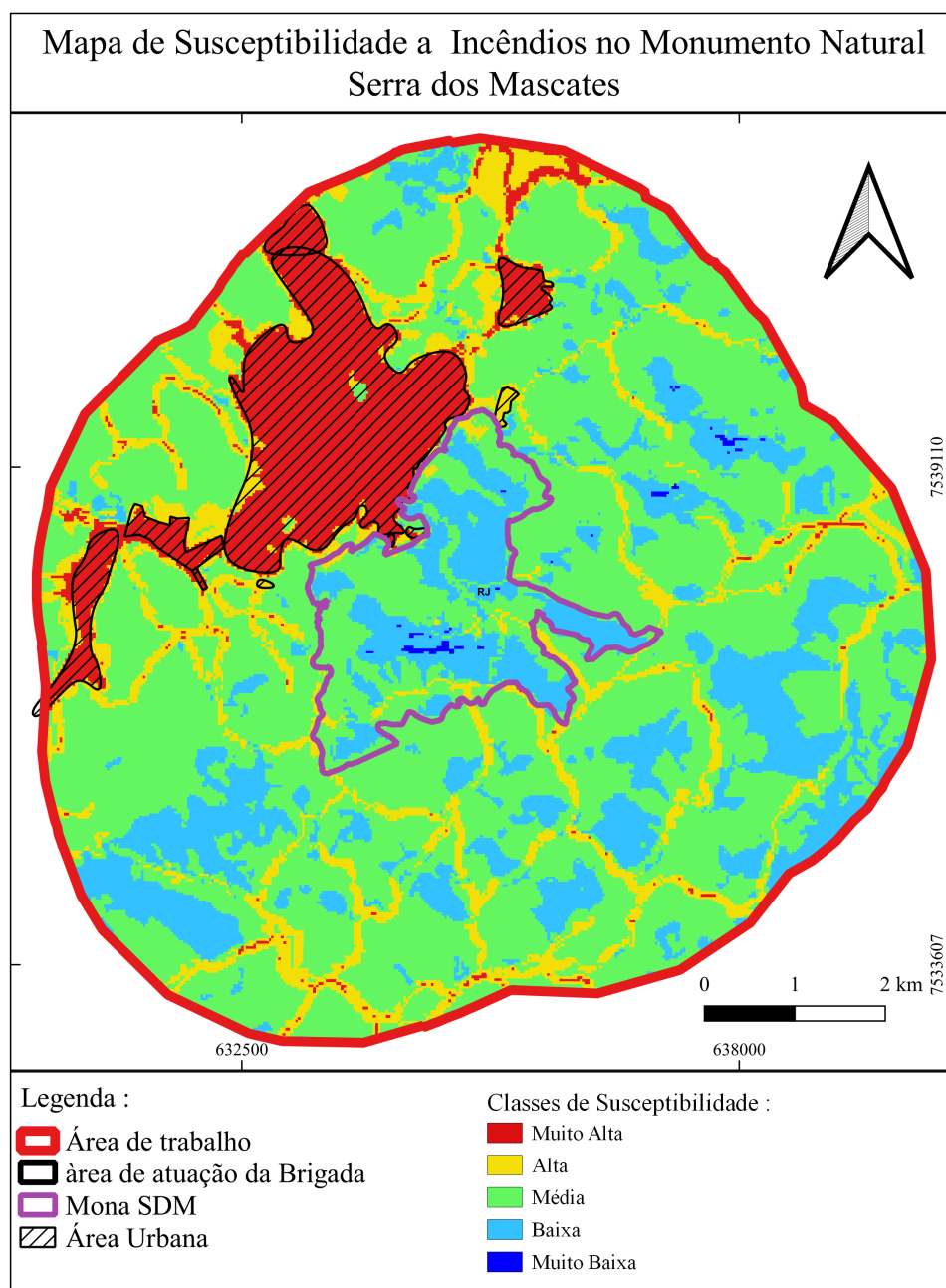


Figura 6.3: Mapa de suscetibilidade a Incêndio no MoNa SDM.

importância com suscetibilidade “Média” evidencia as áreas de vegetação mais seca, onde a maior preocupação provém das áreas próximas às atividades humanas advindas de fora da área do MoNa SDM, evidenciando assim as áreas de suscetibilidade “Baixa” e “Muito Baixa” que devem ser protegidas.

A Figura 6.4 representa os dados obtidos do sensor MODIS (Moderated-resolution Imaging Spectroradiometer) do satélite Terra com a frequência de anomalias de temperatura, com resolução de 500 metros por pixel, (quantas ocorrências de incêndio num mesmo pixel), referentes do ano 2000 até 2020,

juntamente com os pontos registrados pelo BDQueimadas.

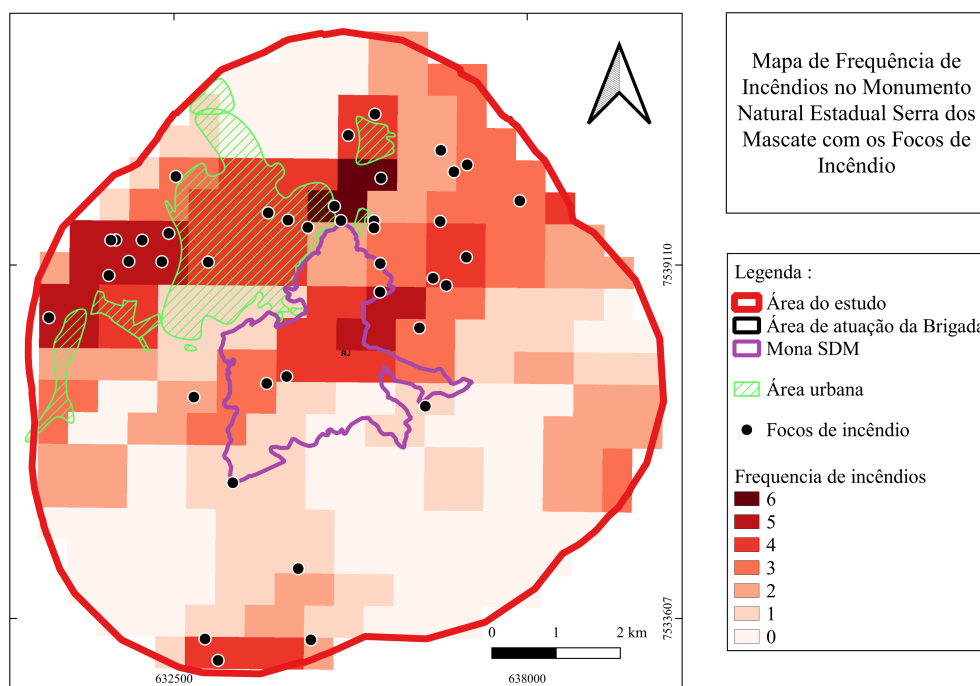


Figura 6.4: Frequência de anomalias de temperatura e pontos de focos de incêndios.

Na Figura 6.5 foram marcados os mesmos pontos com os focos registrados pelo BDQueimadas sobre o mapa de suscetibilidade do Mona SDM. As Figuras 6.4 e 6.5 registram poucas ocorrências de fogo na região ao sul do MoNa SDM, longe da área urbana e as poucas registradas estão diretamente ligadas à proximidade entre as estradas e as áreas de vegetação mais seca. A maior parte das ocorrências se dá na região ao Norte do MoNa SDM, comprovando o grande risco proporcionado pelas atividades humanas próximas à área urbana, validando assim todo o mapeamento de suscetibilidade.

Ao comparamos ao estudo feito no Parque Estadual da Concórdia (PEC) (FERREIRA; ANDRADE, 2019) situado no mesmo município, verificamos que o número de ocorrências de fogo é muito menor; isso ocorre devido ao PEC estar distante dos centros urbanos, mas ainda assim sofre com ocorrências advindas da proximidade das vias que circundam o parque, deixando clara a influência das atividades humanas como principal fator causador de incêndios florestais.

Por outro lado, no estudo feito com os fragmentos de florestas ainda existentes no Morro do Cirsto em Juiz de Fora (MG), (VASCONCELOS, 2008), os mesmos, se encontram completamente cercados pelas ocupações humanas e vias de acesso, deixando clara sua influência em toda área do estudo, assim

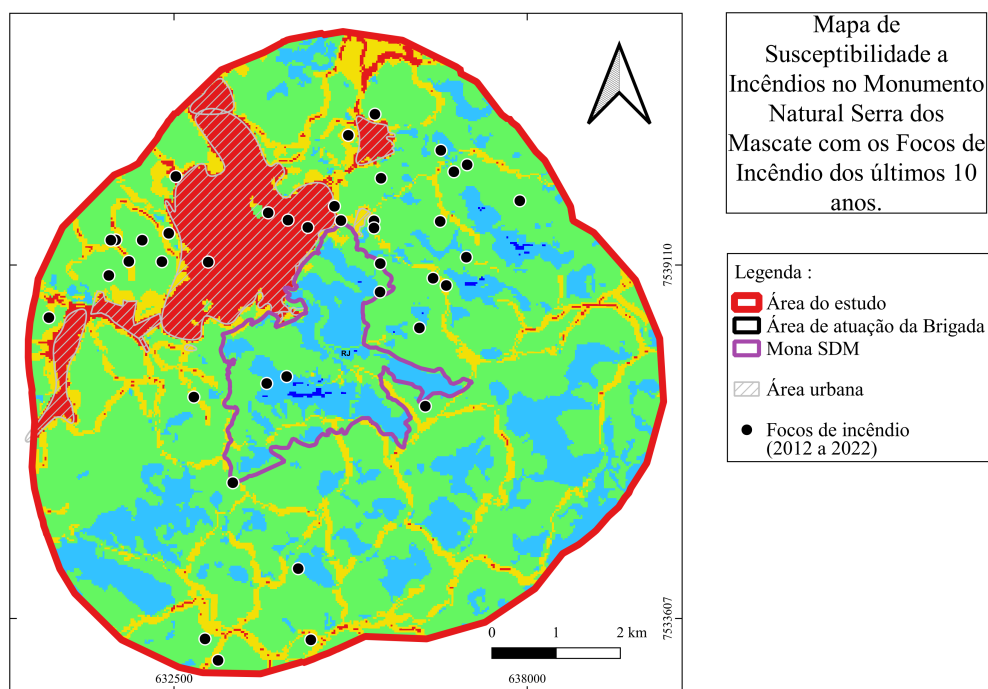


Figura 6.5: Mapa de suscetibilidade e os pontos registrados de Incêndio nos últimos 10 anos no MoNa SDM.

como entorno do Parque Nacional do Caparaó (GOBBO et al., 2016) onde foi possível identificar que em sua maioria, os focos de calor acontecem à beira de estradas. Já no Município de Viçosa(MG) (TORRES et al., 2017) observou-se a diminuição das ocorrências de acordo com o afastamento das estradas e das áreas urbanas.

## 7

### Conclusões, limitações e trabalhos futuros

Os resultados apontaram que o mapeamento mostraram-se bastante satisfatório, tanto em representar áreas a serem protegidas quanto em face da validação realizada através dos dados do sensor MODIS e dos dados do projeto BDQueimadas.

Além da clara falta de umidade relacionada à radiação solar na vertente voltada para o Norte, notamos que as vertentes Leste e Oeste também sofrem forte influência da radiação solar sobre sua vegetação, tornando-a mais susceptível ao início de um incêndio. Não só na área do estudo, mas em toda região podemos notar que as áreas florestadas somente ocorrem nas vertentes voltadas para o sul.

A análise das variáveis permitiu demonstrar que a maior causa dos incêndios são as ações humanas, e a melhor solução para este problema é conscientizar a população local e seus visitantes acerca da manutenção da biodiversidade local e do papel da fauna e da flora nesse processo. O mapa de risco de incêndio florestal serve como material para confecção de uma cartilha orientando os frequentadores do MoNa SDM e todos os proprietários de seu entorno sobre o manejo correto do fogo assim como para o plano de manejo do MoNa SDM. Evidenciando assim como evitar sinistros advindos de outras localidades, além de possíveis alternativas e soluções para as atividades degradantes da paisagem.

Este trabalho, além de fomentar novas pesquisas no MoNa SDM, visa salientar sua importância e deixa clara a atuação da Brigada Valenciana em protegê-lo, assim como sua importância para os gestores da coisa pública desenvolverem novas políticas públicas de conservação e preservação.

#### 7.1

##### Principais Limitações

Este estudo foi elaborado utilizando o modelo digital de elevação NASA-DEM com pixel de 30 metros, o que limita muito os cálculos de proximidade às atividades humanas, onde um pixel menor facilitaria muito na adequação para o planejamento de aceiros, poderia ter utilizado o DEM do sensor Alos Palsar com resolução de 12 metros, mas este também utiliza um pixel de 30 metros, não fazendo diferença para o estudo. Além disso, a metodologia utilizada neste estudo aborda de forma simplificada os dados de uso e cobertura do solo, podendo especificar mais detalhadamente os tipos de pastagens e florestas.

## 7.2

### Recomendações para estudos futuros

Há possibilidade da metodologia utilizada neste estudo poder ser replicada a todas as unidades de conservação de Estado do Rio de Janeiro, principalmente as próximas aos centros urbanos. As atividades ligadas ao ecoturismo, como caminhadas ecológicas em trilhas em parques e unidades de conservação são bastante difundidas no Estado, sendo assim necessária sua marcação e sinalização. O próprio MoNa SDM possui várias trilhas de acesso que poderiam ser adicionadas à rede viária como possíveis pontos para início de um incêndio. Como recomendação para futuros trabalhos adotando esta metodologia, sugere-se a inclusão das vias de acesso secundárias (como as trilhas) que poderiam identificar locais possíveis para o início de um incêndio dentro do MoNa SDM.

O presente trabalho foi realizado com base apenas nos mapas de uso e cobertura do solo, vias de acesso, altimetria, declividades e orientações das vertentes, deixando de lado assim importantes variáveis como umidade relativa do ar, pluviosidade, direção dos ventos, presença de nascentes e corpos d'água e até mesmo a frequência da incidência de raios. Nesse sentido, são sugeridas para futuros trabalhos outras metodologias que incorporem tais variáveis, como no estudo feito na Estação Ecológica de Taim no Rio Grande do Sul (MARCHESAN et al., 2020), onde foram incluídas no cálculo as precipitações e a temperatura média do ar. No estudo feito no Parque Nacional da Chapada do Veadeiros (PRUDENTE et al., 2010) também foram incluídas as variáveis de evapotranspiração e deficiência hídrica da região.

## 8

### Apêndice

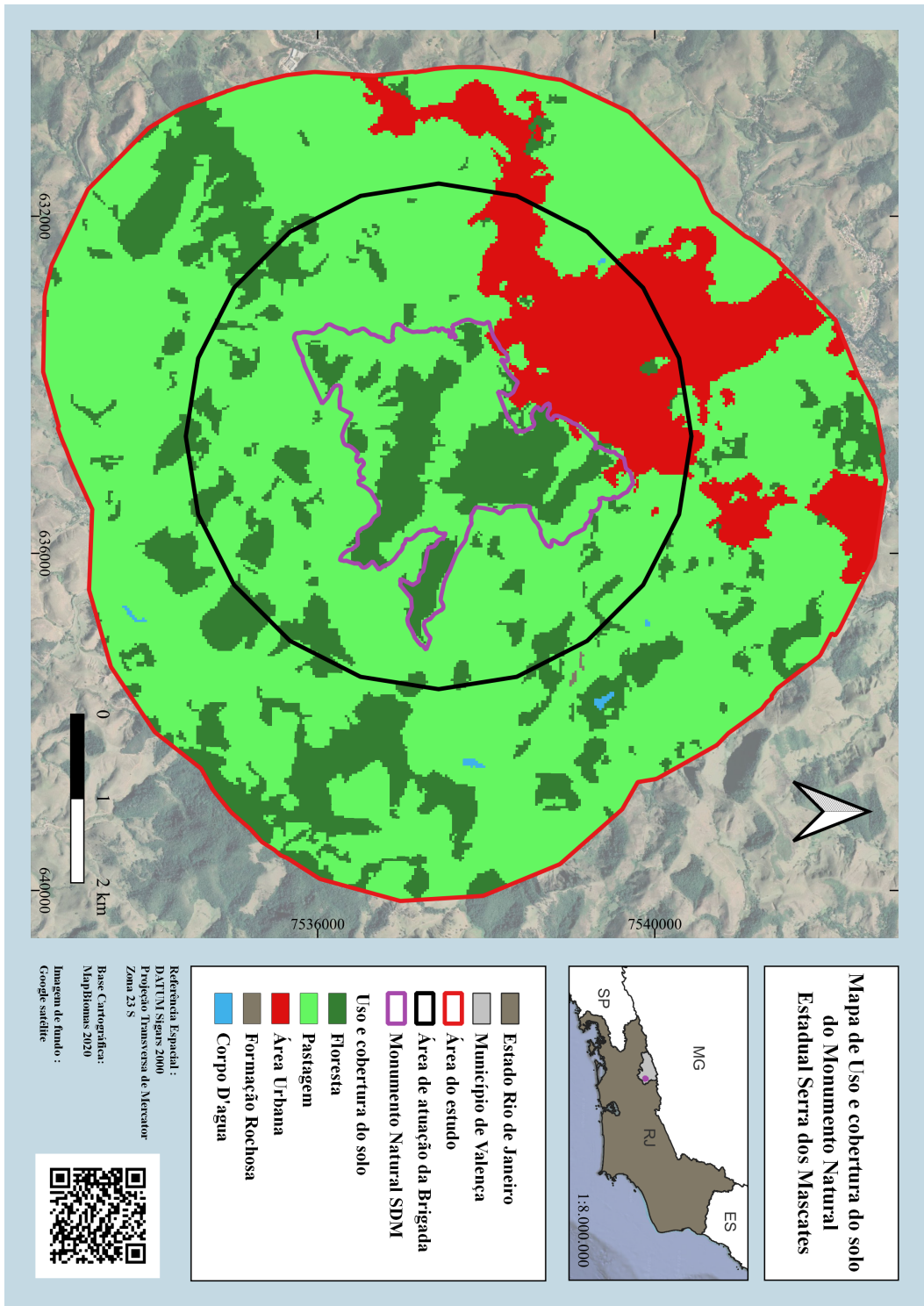


Figura 8.1: Mapa do Uso e Cobertura do Solo de 2020 do Mona SDM



Apêndice II

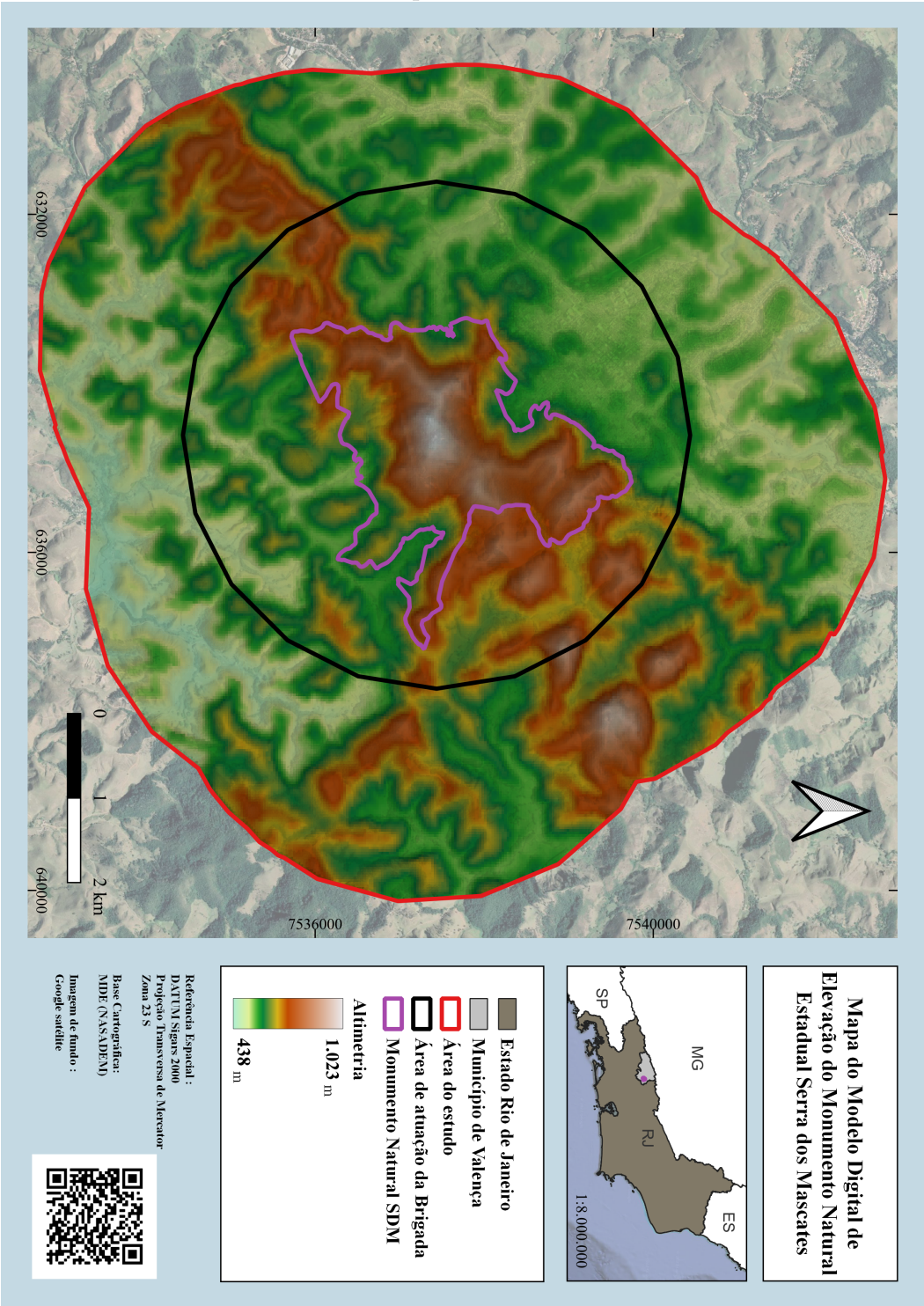


Figura 8.2: Modelo Digital de Elevação do Mona SDM



Apêndice III

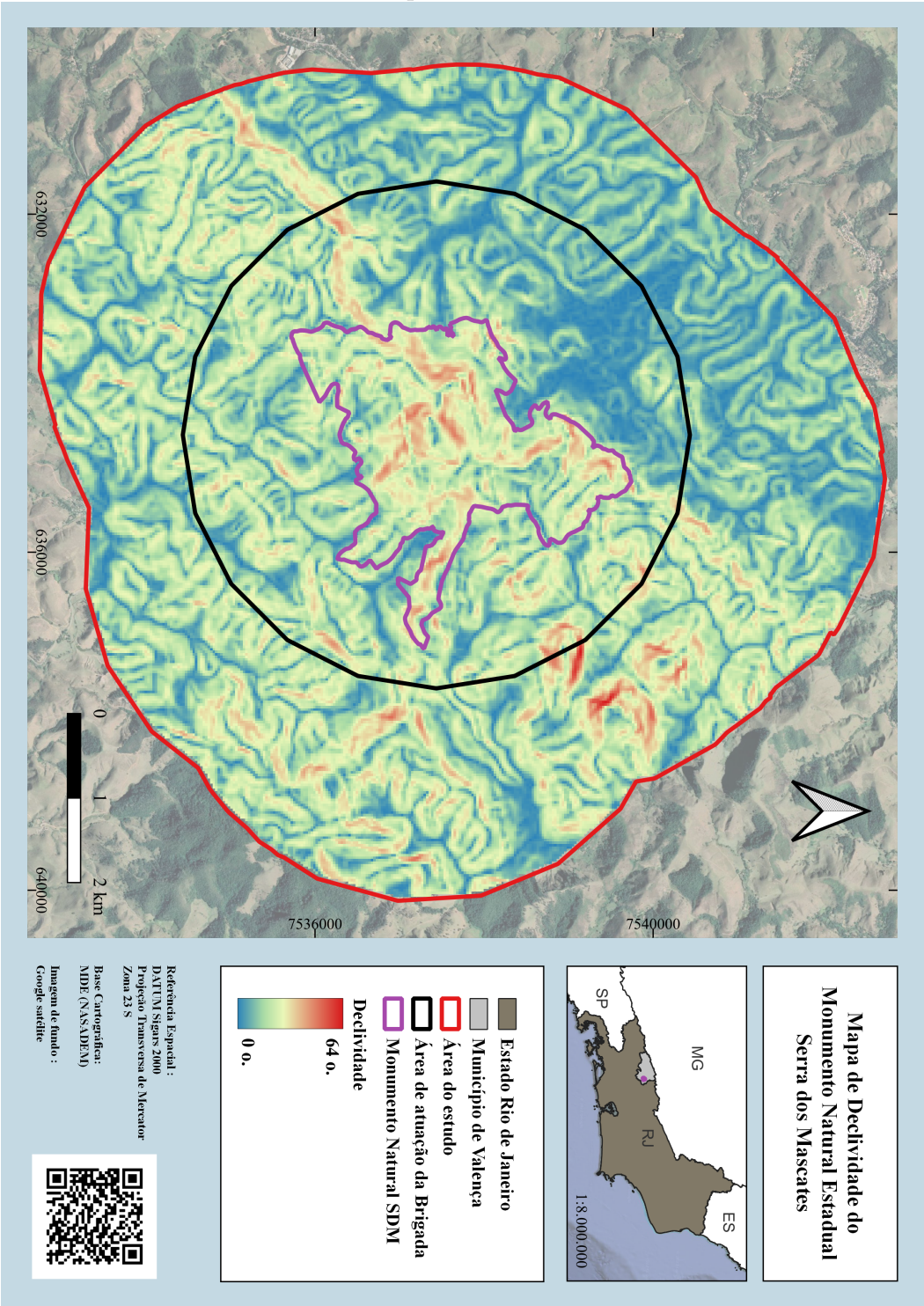


Figura 8.3: Mapa de Declividade do Monna SDM

Apêndice IV

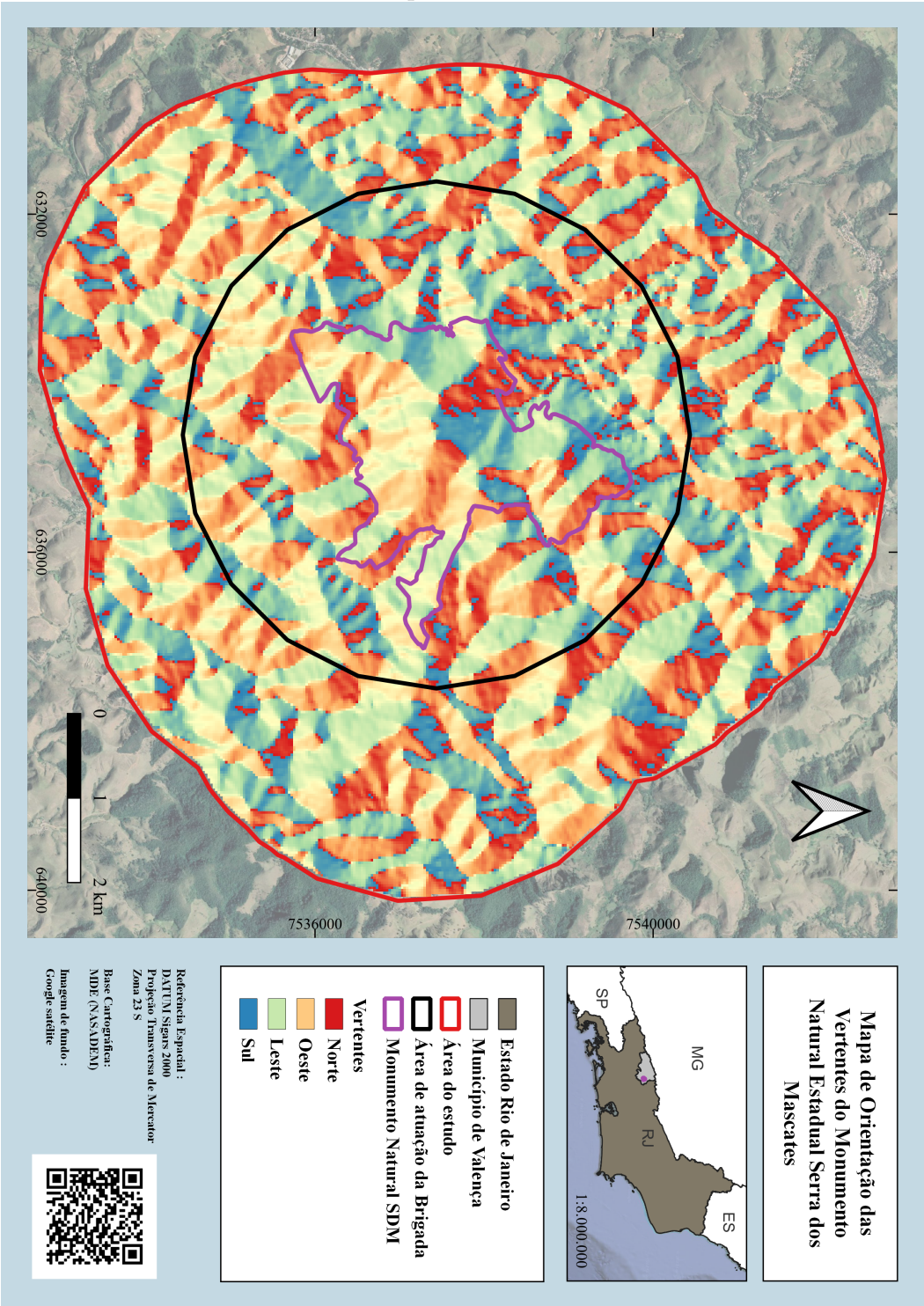


Figura 8.4: Mapa de Orientação das Vertentes do Monu SDM

Apêndice V

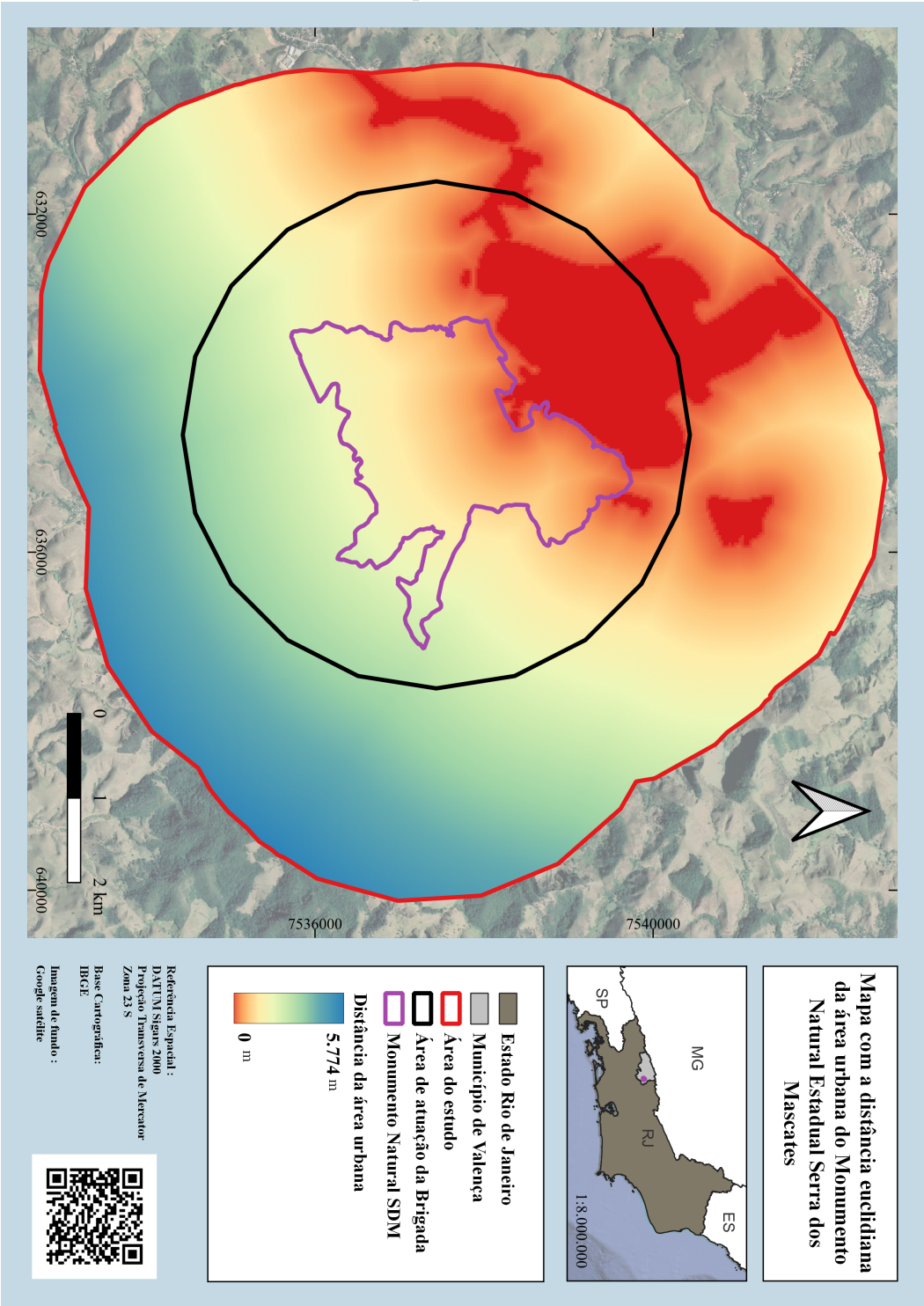


Figura 8.5: Mapa da distância euclidiana do centro urbano do Monarca SDM



Apêndice VI

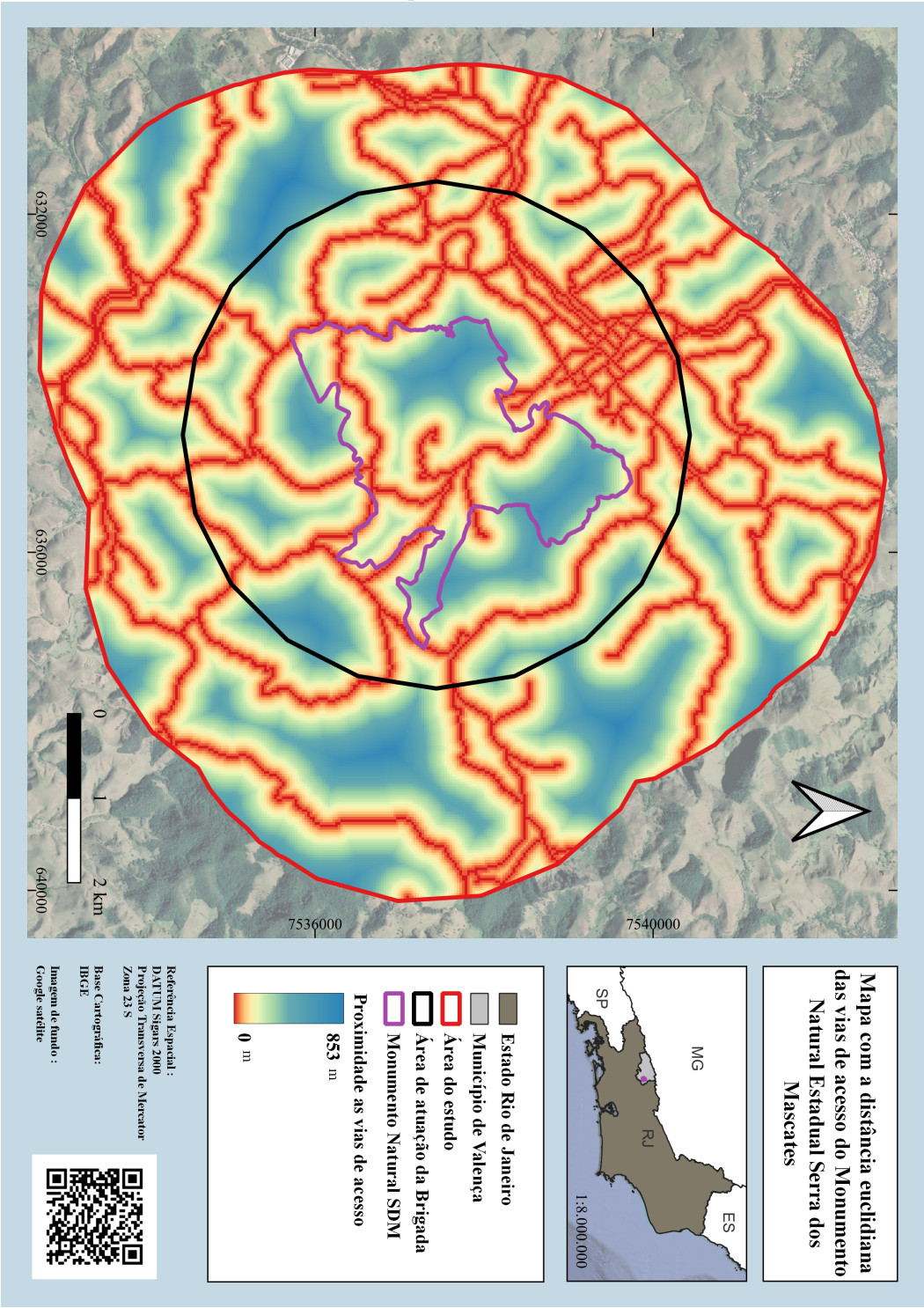


Figura 8.6: Mapa distância euclidiana das vias de acesso do Monarca SDM

## Referências bibliográficas

AGUIAR, P. C. B. de; MOREAU, A. M. S. dos S.; FONTES, E. de O. Áreas naturais protegidas: um breve histórico do surgimento dos parques nacionais e das reservas extrativistas. **Revista Geográfica de América Central**, Universidad Nacional, v. 1, n. 50, p. 195–213, 2013.

ARRUDA, V. L. et al. An alternative approach for mapping burn scars using landsat imagery, google earth engine, and deep learning in the brazilian savanna. **Remote Sensing Applications: Society and Environment**, Elsevier, v. 22, p. 100472, 2021.

BATISTA, A. C. Mapas de risco: uma alternativa para o planejamento de controle de incêndios florestais. **Floresta**, v. 30, n. 1/2, 2000.

BATISTA, A. C. Detecção de incêndios florestais por satélites. **Floresta**, v. 34, n. 2, 2004.

BUCKLEY, S. et al. Document change log. 2022.

CÂMARA, G. et al. Álgebra de mapas. **Introdução à ciência da geoinformação. São José dos Campos: INPE**, p. 211–240, 2001.

DRUMMOND, J. A.; FRANCO, J. L. d. A.; OLIVEIRA, D. d. Uma análise sobre a história e a situação das unidades de conservação no brasil. **Conservação da biodiversidade: legislação e políticas públicas. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, Edições Câmara**, p. 341–385, 2010.

ESCOBAR, A. O lugar da natureza ea natureza do lugar: globalização ou pós-desenvolvimento? Clacso, Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales, 2005.

FERRAZ, S. d. B.; VETTORAZZI, C. A. Mapeamento de risco de incêndios florestais por meio de um sistema de informações geográficas (sig). **Scientia Forestalis**, n. 53, p. 39–48, 1998.

FERREIRA, A. F.; ANDRADE, S. C. Mapeamento geoecológico da susceptibilidade à ocorrência de incêndios no parque estadual da serra da concórdia–valença rj. **Revista Eletrônica TECCEN**, v. 12, n. 2, p. 45–58, 2019.

GARROTE, M. S. et al. Evolução das políticas conservacionistas e a criação de unidades de conservação no vale do itajaí-sc. **Holos**, v. 1, p. 61–80, 2018.

GOBBO, S. et al. Uso da terra no entorno do parna-caparaó: preocupação com incêndios florestais. **Floresta e Ambiente**, SciELO Brasil, v. 23, p. 350–361, 2016.

GOLOBOVANTE, R. F. S.; CARVALHO, d. N. **O porquê da criação de unidades de conservação: a Area de Proteção Ambiental-APA-Alter do Chão no contexto de desenvolvimento sustentável para a Amazônia [Rationale for**

**the creation of conservation units: the Environmental Protected Area-APA-Alter do Chão in the context of sustainable development for the Amazonia], XXI Encontro Nacional da Geografia Agrária, Universidade Federal de Uberlândia. 2012.**

HAMADA, E.; GONÇALVES, R. R. do V. Introdução ao geoprocessamento: princípios básicos e aplicação. EMBRAPA Meio Ambiente, 2007.

JØRGENSEN, D. The roots of the english royal forest. **Anglo-Norman Studies**, v. 32, p. 114–128, 2010.

KOPROSKI, L. et al. 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, 2011.

LAZOS, A. et al. Cenários do passado no vale do rio paraíba do sul ea entrada do antropoceno no sudeste brasileiro. **Geografia Histórica do Café no Vale do Rio Paraíba do Sul**, p. 61–82, 2018.

LIN, D. et al. Ecological footprint accounting for countries: updates and results of the national footprint accounts, 2012–2018. **Resources**, MDPI, v. 7, n. 3, p. 58, 2018.

MAPBIOMAS, P. **Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo do Brasil. MapBiomas v. 3.0.** 2018.

MARCHESAN, J. et al. Risco de incêndios na estação ecológica do taim, rio grande do sul. **Nativa**, v. 8, n. 1, p. 112–117, 2020.

MEDEIROS, R.; PEREIRA, G. S. Evolução e implementação dos planos de manejo em parques nacionais no estado do rio de janeiro. **Revista Árvore**, SciELO Brasil, v. 35, p. 279–288, 2011.

MOTTA, D. S. Identificação dos fatores que influenciam no comportamento do fogo em incêndios florestais. 2008.

NOVO, E. M. de M. **Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações.** [S.l.]: Editora Blucher, 2010.

OLIVEIRA, R. R. et al. Significado ecológico da orientação de encostas no maciço da tijuca, rio de janeiro. **Oecologia brasiliensis**, v. 1, n. 1, p. 523–541, 1995.

PECCATIELLO, A. F. O. Políticas públicas ambientais no brasil: da administração dos recursos naturais (1930) à criação do sistema nacional de unidades de conservação (2000). **Desenvolvimento e Meio ambiente**, v. 24, 2011.

PRUDENTE, T. D. et al. Geotecnologias aplicadas ao mapeamento de risco de incêndio florestal no parque nacional da chapada dos veadeiros e área de entorno. Universidade Federal de Uberlândia, 2010.

RENA, A. Proposta de criação do monumento natural estadual pico da ibituruna. 2010.

REZENDE, F. S. de et al. Áreas potenciais para implantação de aterro sanitário em ilha grande-rj. **CEP**, v. 24, p. 340, 2011.

ROSA, R.; BRITO, J. L. S. Introdução ao geoprocessamento. **UFU: Apostila. Uberlândia**, 2013.

SALES, G. et al. O café ea floresta: composição florística, estrutura e trajetórias sucessionais de cinco fragmentos florestais do vale do paraíba. **Geografia histórica do café no Vale do Rio Paraíba do Sul (RR Oliveira & AEL Ruiz, orgs.)**. Editora da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, p. 207–234, 2018.

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

SEHLI, D. A. et al. Sistemas de unidades de conservação: estudo comparativo entre os preceitos da international union for conservation of nature (iucn) e as realidades brasileira e norte-americana. **Revista Olam: Ciência e Tecnologia**, v. 1, n. 2, p. 149–168, 2013.

SILVA, O. V. d.; SANTOS, S. G. d. Poder público e meio ambiente: Retrospectiva da criação e implementação das unidades de conservação ambiental. 2010.

SOARES, R. V. Novas tendências no controle de incêndios florestais. **Floresta**, v. 30, n. 1/2, 2000.

SPAMER, H.; SILVA, A. T. R. da. Territorialidade e identidade pomerana no processo de criação e regulamentação do monumento natural dos pontões capixabas em pancas/es. **Revista Tecnologia e Sociedade**, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, v. 14, n. 31, p. 125–139, 2018.

TORRES, F. T. P. et al. Mapeamento da suscetibilidade a ocorrências de incêndios em vegetação na área urbana de ubá-mg. **Revista Árvore**, SciELO Brasil, v. 38, p. 811–817, 2014.

TORRES, F. T. P. et al. Mapeamento do risco de incêndios florestais utilizando técnicas de geoprocessamento. **Floresta e Ambiente**, SciELO Brasil, v. 24, 2017.

VASCONCELOS, D. Zoneamento de risco a incêndios florestais para o morro do cristo em juiz de fora- mg. 2008.

VERGARA, S. C. Projetos e relatórios de pesquisa. **São Paulo: Atlas**, 2006.

WWF. 2017. <[https://www.wwf.org.br/natureza\\_brasileira/especiais/pegada\\_ecologica/pegada\\_ecologica\\_global/](https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/especiais/pegada_ecologica/pegada_ecologica_global/)>. Accessed: 2021-11-12.