



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA E ZOOLOGIA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA

Melina da Silva

**Dinâmica espaço-temporal de queimadas em Unidades de Conservação no  
estado de Santa Catarina no período de 2000 a 2022**

Florianópolis

2024

Melina da Silva

**Dinâmica espaço-temporal de queimadas em Unidades de Conservação no estado de Santa Catarina no período de 2000 a 2022**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciada em Ciências Biológicas.

Orientadora: Mariana Coutinho Hennemann, Dra.  
Coorientador: Kleber Trabaquini, Dr.

Florianópolis

2024

Ficha catalográfica gerada por meio de sistema automatizado gerenciado pela  
BU/UFSC.

Dados inseridos pela própria autora.

Silva, Melina da

Dinâmica espaço-temporal de queimadas em Unidades de Conservação no estado de Santa Catarina no período de 2000 a 2022 / Melina da Silva ; orientadora, Mariana Coutinho Hennemann, coorientador, Kleber Trabaquini, 2024.

56 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -  
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas, Graduação em Ciências Biológicas,  
Florianópolis, 2024.

Inclui referências.

1. Ciências Biológicas. 2. Queimadas. 3. Unidades de Conservação. 4. Santa Catarina. 5. Sensoriamento Remoto. I. Hennemann, Mariana Coutinho. II. Trabaquini, Kleber. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Ciências Biológicas. IV. Título.

Melina da Silva

## Dinâmica espaço-temporal de queimadas em Unidades de Conservação no estado de Santa Catarina no período de 2000 a 2022

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título de Licenciada em Ciências Biológicas e aprovado em sua forma final pelo Curso de Ciências Biológicas.

Florianópolis, 05 de agosto de 2024.



Documento assinado digitalmente

**Daniela Cristina de Toni**

Data: 06/08/2024 13:47:42-0300

CPF: \*\*\*.080.129-\*\*

Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

---

Coordenação do Curso de Ciências Biológicas

### Banca examinadora



Documento assinado digitalmente

**MARIANA COUTINHO HENNEMANN**

Data: 11/08/2024 18:15:02-0300

CPF: \*\*\*.399.689-\*\*

Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

---

Mariana Coutinho Hennemann, Dra.  
Orientadora



Documento assinado digitalmente

**KLEBER TRABAQUINI**

Data: 06/08/2024 10:11:35-0300

CPF: \*\*\*.316.869-\*\*

Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

---

Kleber Trabaquini, Dr.  
Coorientador



Documento assinado digitalmente

**Mayara Krasinski Caddah**

Data: 07/08/2024 14:50:57-0300

CPF: \*\*\*.769.609-\*\*

Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

---

Profa. Mayara Caddah, Dra.  
UFSC



Documento assinado digitalmente

**Eduardo Juan Soriano Sierra**

Data: 06/08/2024 11:16:13-0300

CPF: \*\*\*.801.499-\*\*

Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

---

Prof. Eduardo Juan Soriano Sierra, Dr.  
UFSC



Documento assinado digitalmente

**FRANCISCO ANTONIO DA SILVA FILHO**

Data: 12/08/2024 07:59:16-0300

CPF: \*\*\*.841.090-\*\*

Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

---

Francisco Antônio da Silva Filho, Me.  
IMA

Florianópolis, 2024.

Dedico este trabalho a todos os que me  
apoiaram ao longo desta caminhada.

*Amo vocês.*

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, por serem a base fundamental para que eu pudesse crescer com amor e educação. Com o meu pai (em memória), aprendi a edificar sonhos. Ele é o meu exemplo de persistência e coragem. Com a minha mãe aprendi a resiliência; apesar das dificuldades, ela sempre se reergueu.

À minha vó Santilha, por todo o carinho e cuidado. Apesar do pouco estudo, é uma das mulheres mais sábias que tive o prazer de conviver. Minha segunda mãe, espero que ainda compartilhe muito conhecimento ancestral com aqueles que a amam..

À minha irmã, que é o meu exemplo de sucesso e superação, e que gerou as duas criaturas que mais amo nesse mundo: o Antônio e a Manu, razão do meu coração se encher de amor. À Camila, que é minha inspiração, meu primeiro grande amor.

À todos da minha família: Rodrigo, Bia, Tio Pedro (em memória) Beba, Nando, Fefê, Tia Marlene (em memória), Guto, Raquel, Pedro, Bernardo, Xandi, Adri, Gerusa, Henrique, Lucas, Tio Zé (em memória), Marquinho, Michella, Mana e Mano. Vocês são a minha base e fizeram parte dessa conquista.

À Universidade Federal de Santa Catarina, pela oportunidade de realizar o Curso de Ciências Biológicas. Agradeço aos melhores e mais capacitados professores com quem tive a oportunidade de aprender e que transformaram a forma como eu vejo a vida. Agradeço também aos meus colegas de curso, que enriqueceram esta jornada com suas experiências e ensinamentos, especialmente às minhas amigas Camila, Evely e Maria, pela nossa amizade além da sala de aula, pelas milhares de horas de estudo juntas, com direito a doce de leite e pão de queijo.

À minha orientadora Mari, minha amiga de infância e grande bióloga que admiro demais. Ela encarou o desafio de me orientar, compreendendo minha rotina, sendo o impulso fundamental para eu dar o primeiro grande passo rumo à realização deste projeto.

Ao meu coorientador Kleber, meu namorado e parceiro de vida há um ano e meio. Ele chegou em um momento turbulento, mas escolheu permanecer para me ajudar a tornar este sonho possível - e muitos outros. Que possamos continuar vivendo

nossas aventuras, cercados pelo amor das nossas famílias. E agora Cazuza talvez precise reescrever sua música “O Tempo não Para”, pois agora temos o “pódio de chegada e o beijo de namorada/o”. Para nós, todo o amor do mundo.

À minha chefe Natália, a quem tenho o prazer de chamar de amiga, por todas as orientações, apoio, ajuda, terapia, festinhas, amor, solidariedade. Sem você, não teria conseguido. E não estou falando apenas deste trabalho.

A todos do meu trabalho que entenderam as trocas de horário, compensação de horas, atrasos e correrias do dia a dia. Meu mais sincero obrigada pela compreensão e apoio constante.

Às minhas amigas por entenderem a minha ausência neste último ano. Malu, minha irmã de alma, Fran, Pati, Cíntia, Kadidja, Letícia, Natalia, Nick, Camila, Mari, Evelyn, Lu, Lu, Lê, Junia, Lígia, Stella e Thays. Vocês foram a minha base, foi em vocês que eu me inspirei. E agora eu posso falar: EU CONSEGUI, AMIGAS.

Aos meus amigos Fifo, Silvano, Pão, Sub Sampaio, Polidoro, Lê, Juju, Dal Dal, Flavio; por todos os papos cabeça e a la 5ª série que tivemos juntos.

A todos que fizeram parte da minha trajetória, tanto na UFSC quanto na minha vida. Sou rodeada de pessoas do bem, que me ajudaram muito ao longo dessa jornada. Agradeço a todos, com todo o meu amor.

Se eu finalizei mais essa etapa da minha vida, foi pela influência de todas as pessoas maravilhosas que conheci ao longo do caminho. Minha força e persistência são reflexos diretos de cada um de vocês.

“Quando o fogo é colocado em seu lugar apropriadamente, ele serve para todos os seres vivos; mas, quando se encontra fora de controle, destrói.” - Pueblo Elders

## RESUMO

A Mata Atlântica é o terceiro maior bioma brasileiro e o segundo mais biodiverso das Américas, desempenhando papéis ecológicos, econômicos e sociais importantes. Em Santa Catarina, que abriga a terceira maior extensão de remanescentes desse bioma, a criação e manutenção de Unidades de Conservação (UCs) são importantes principalmente para a preservação da biodiversidade. No entanto, as UCs enfrentam desafios, como os incêndios, que ameaçam a biodiversidade e os ecossistemas. Diante deste contexto, o presente estudo visou identificar, analisar e quantificar as áreas e a frequência de queimadas nas UCs de Santa Catarina totalizando 5.814 km<sup>2</sup>, utilizando dados do Projeto MapBiomias no período de 2000 a 2022. Foram analisadas 168 UCs, através dos dados *Annual Burned* e *Frequency Burned* processados no *software QGIS*. Além disso, foram analisados quais os meses de maior concentração das queimadas e também através do índice de Seca de Palmer, foi avaliado se os eventos eram relacionados com esta variável climática. A última etapa da metodologia foi analisar os tipos de cobertura e uso da terra que os eventos de queimada estariam ocorrendo no período estudado. Um dos principais resultados diz respeito ao Parque Nacional de São Joaquim, que apresentou a maior área queimada, registrando 83,12 km<sup>2</sup> de área afetada pelo fogo. A Área de Proteção Ambiental da Baleia Franca teve a maior frequência de queimadas, registrando até dezessete ocorrências de queimada no mesmo local. As áreas mais afetadas foram as formações campestre, mosaico de agricultura e pastagem, pastagem e agricultura. Enquanto as florestas plantadas, formações florestais e áreas de restinga foram menos impactadas pelo fogo. O estudo revelou que os incêndios ocorrem com maior frequência em agosto e setembro, coincidindo com a menor precipitação na região. A análise climática revelou que anos de grandes áreas queimadas coincidiram com episódios significativos de seca, enquanto anos com menor área queimada coincidiram com períodos de maior umidade. Apesar da forte relação entre clima e áreas queimadas, houve anos de discordância, indicando a influência de outros fatores além do clima na ocorrência de queimadas. Essas informações são fundamentais para desenvolver estratégias de monitoramento e manejo do fogo, políticas públicas eficazes e maior envolvimento comunitário, visando minimizar impactos ambientais e garantir a conservação e o desenvolvimento sustentável das UCs.

**Palavras-chave:** Incêndios; Queimadas; Unidades de Conservação; Santa Catarina; Sensoriamento Remoto; Landsat; MapBiomias.

## ABSTRACT

The Atlantic Forest is the third largest biome in Brazil and the second most biodiverse in the Americas, playing crucial ecological, economic, and social roles. In Santa Catarina, which hosts the third largest extent of remnants of this biome, the creation and maintenance of Conservation Units (UCs) are especially important for biodiversity preservation. However, UCs face challenges such as fires that threaten biodiversity and ecosystems. In this context, the present study aimed to identify, analyze, and quantify the areas and frequency of fires in the UCs of Santa Catarina, totaling 5,814 km<sup>2</sup>, using data from the MapBiomas Project from 2000 to 2022. A total of 168 UCs were analyzed through Annual Burned and Frequency Burned data processed using QGIS software. Additionally, the study examined the months with the highest concentration of fires and assessed whether these events were related to the Palmer Drought Severity Index. The final step of the methodology was to analyze the types of land cover and use where fire events occurred during the study period. One of the main results pertains to the São Joaquim National Park, which had the largest burned area, recording 83.12 km<sup>2</sup> affected by fire. The Baleia Franca Environmental Protection Area had the highest frequency of fires, with up to seventeen occurrences in the same location. The most affected areas were grasslands, agricultural and pasture mosaics, pasture, and agriculture. In contrast, planted forests, forest formations, and restingas were less impacted by fire. The study revealed that fires occurred more frequently in August and September, coinciding with the lowest precipitation in the region. The climatic analysis showed that years with large burned areas coincided with significant drought episodes, while years with smaller burned areas coincided with periods of higher humidity. Despite the strong relationship between climate and burned areas, there were years of discordance, indicating the influence of other factors beyond climate on fire occurrences. This information is crucial for developing fire monitoring and management strategies, effective public policies, and greater community involvement to minimize environmental impacts and ensure the conservation and sustainable development of UCs.

**Keywords:** Fires; Burned Areas; Conservation Units; Santa Catarina; Remote Sensing; Landsat; MapBiomas.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa das Unidades de Conservação Federais, Estaduais e Municipais de Santa Catarina.....	28
Figura 2: Localização das 168 Unidades de Conservação no estado de Santa Catarina, por região fitoecológica.....	29
Figura 3: Exemplo de processamento das imagens para aquisição da área queimada, demonstrada por imagens Sentinel-2 antes e depois da queimada, e a identificação pelo algoritmo da cicatriz de queimada (em vermelho).....	31
Figura 4: Área total queimada anualmente nas Unidades de Conservação de Uso Sustentável e Proteção Integral localizadas no estado de Santa Catarina no período de 2000 a 2022.....	33
Figura 5: Unidades de Conservação que mais queimaram em área em Santa Catarina durante o período de 2000 a 2022.....	35
Figura 6: Frequência de queimada por pixel na (1) Área de Proteção Ambiental da Baleia Franca e no (2) Parque Nacional de São Joaquim no período de 2000 a 2022..	37
Figura 7: Estratificação anual de áreas queimadas e tipos de usos e cobertura da terra nas Unidades de Conservação de Santa Catarina no período de 2000 a 2022.....	39
Figura 8: Estratificação anual das ocorrências de incêndios no estado de Santa Catarina no período de 2000 a 2020, distribuídas em porcentagens mensais.....	41
Figura 9: Correlação entre área total queimada anualmente nas Unidades de Conservação de Santa Catarina e o Índice de seca no estado de Santa Catarina no período de 2000 a 2022.....	42

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Número e categorias de UCs de Santa Catarina de Proteção Integral (UCPI) nas três esferas administrativas.....	23
Tabela 2: Número e categorias de UCs de Santa Catarina de Uso Sustentável (UCUS) nas três esferas administrativas.....	23

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APABF	Área de Proteção Ambiental da Baleia Franca
APAEC	Área de Proteção Ambiental do Entorno Costeiro
APARARP	Área de Proteção Ambiental da Represa Alto Rio Preto
CNUC	Cadastro Nacional de Unidades de Conservação
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBDF	Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
IMA	Instituto de Meio Ambiente de Santa Catarina
MMA	Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima
PAEST	Parque Estadual da Serra do Tabuleiro
PNA	Parque Nacional das Araucárias
PNSJ	Parque Nacional de São Joaquim
RBMA	Reserva da Biosfera da Mata Atlântica
SEMA	Secretaria Especial do Meio Ambiente
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação
UCs	Unidades de Conservação
UCPI	Unidade de Conservação de Proteção Integral
UCUS	Unidade de Conservação de Uso Sustentável

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>15</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>17</b>
2.1. OBJETIVO GERAL.....	17
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
<b>3. JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>17</b>
<b>4. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>18</b>
4.1. CARACTERIZAÇÃO DA COBERTURA VEGETAL DE SANTA CATARINA.....	18
4.2. UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DE SANTA CATARINA.....	21
4.3. INCÊNDIOS FLORESTAIS NAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO.....	24
4.4. SENSORIAMENTO REMOTO E DETECÇÃO DE QUEIMADAS.....	25
<b>5. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>27</b>
5.1. ÁREA DE ESTUDO.....	27
5.2. DETECÇÃO E ANÁLISE DAS ÁREAS AFETADAS POR INCÊNDIOS.....	30
5.3. ÍNDICE DE SECA.....	32
<b>6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>33</b>
6.1 ÁREAS QUEIMADAS EM UCS.....	33
6.2 FREQUÊNCIA DE QUEIMADAS EM UCS.....	36
6.3 CLASSES DE USO E COBERTURA DA TERRA AFETADAS POR QUEIMADAS EM UCS.....	39
6.4 FATORES TEMPORAIS E CLIMÁTICOS NAS QUEIMADAS EM UCS.....	41
<b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>44</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>47</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Os incêndios demandam atenção especial devido ao seu impacto nos ecossistemas, afetando tanto as condições bióticas quanto as abióticas. A repetição desses eventos pode levar à fragmentação e degradação da paisagem (ADÁMEK et al., 2015).

Para Soares et al. (2017), a ocorrência e a frequência dos incêndios estão relacionadas às condições meteorológicas, à topografia, ao material combustível e ao seu teor de umidade. A ação de cada um destes fatores é diferente para cada região e para cada época do ano, sendo que os maiores e mais destrutivos incêndios ocorreram sob combinações de material combustível e condições meteorológicas.

Alguns ecossistemas possuem uma relação evolutiva com o fogo, mas em outros, os impactos podem ser negativos, incluindo a redução da biodiversidade da fauna e da flora local, a degradação do solo pela perda de nutrientes e uma série de alterações nos ciclos biogeoquímicos, na química atmosférica e no clima local (ANDREAE et al., 2004; MORAES et al., 2005). Além disso, práticas agropastoris, como queimadas para expansão de fronteiras agrícolas bem como a renovação de pastagens, podem facilmente se converter em um incêndio, quando realizadas sem autorização, sem supervisão adequada e sem respeitar as normas de segurança, conforme alertado pelo IBAMA (2023).

No Brasil, a Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, estabelece o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), regulamentando a criação, a implantação e a gestão das Unidades de Conservação (UCs) em todo o território brasileiro. As UCs são fundamentais para a proteção da biodiversidade e dos ecossistemas, preservando áreas de relevância natural através de espaços territoriais legalmente protegidos, conforme legislação específica. Elas são geridas com estratégias voltadas para a preservação, manutenção, uso sustentável, restauração e recuperação do ambiente natural, garantindo a conservação de espécies, habitats e ecossistemas diversos (MMA, 2000).

A importância da preservação das UCs no Brasil é evidenciada pela extensão e diversidade de seus biomas. De acordo com o Relatório Parametrizado de Unidade(s) de Conservação do Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC), atualmente o Brasil conta com mais de 3.000 UCs distribuídas pelos seis biomas: Amazônia, Caatinga, Cerrado, Pantanal, Mata Atlântica e Pampa, sendo a Mata Atlântica o terceiro maior bioma brasileiro, representando 13% da área territorial nacional (IBGE, 2024). Essa relevância da preservação se manifesta de forma expressiva em estados como Santa Catarina, que está totalmente inserido no bioma Mata Atlântica e atualmente é considerado o terceiro estado brasileiro com a maior área de remanescentes deste bioma (RBMA, 2018).

Diante desse cenário, as análises realizadas com dados obtidos por sensoriamento remoto oferecem uma avaliação mais ampla da distribuição temporal e espacial, bem como dos padrões das queimadas em diversas escalas e principalmente num curto espaço de tempo (PEREIRA et al., 2012). As imagens geradas têm sido utilizadas para detectar áreas queimadas, proporcionando a estimativa destas áreas após a ocorrência destes incêndios (TANSEY et al., 2008; LIBONATI et al., 2015). O Brasil utiliza tecnologias avançadas para monitorar e controlar os focos de calor de forma rápida, o que é fundamental para reduzir os impactos das queimadas (GRANEMANN; CARNEIRO, 2009).

Além da detecção de áreas queimadas, o sensoriamento remoto permite captar variações espaço-temporais no uso e cobertura da terra. No Brasil, o projeto MapBiomas mapeia anualmente o uso da terra dos biomas brasileiros utilizando imagens de média/alta resolução espacial (MAPBIOMAS, 2023). A combinação de dados sobre áreas queimadas e dinâmica de uso da terra permite dispor de informações importantes para caracterizar os regimes atuais de queima e compreender as influências antrópicas em suas alterações.

Nesta perspectiva, revela-se a importância de uma adequada caracterização dos padrões espaço-temporais de incêndios sobre áreas protegidas como as UCs, para uma melhor compreensão dos processos ecológicos e dos impactos incidentes sobre a dinâmica da paisagem. Portanto, o presente estudo visa analisar espacial e temporalmente utilizando dados orbitais, as ocorrências de queimadas nas UCs do

Estado de Santa Catarina no período de 2000 a 2022 utilizando dados orbitais do Projeto MapBiomias Fogo.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVO GERAL**

O presente estudo tem por objetivo identificar, analisar e quantificar a área, a frequência e as principais classes de uso e cobertura da terra afetada pelas queimadas ocorridas ao longo do tempo nas Unidades de Conservação Federais, Estaduais e Municipais localizadas no estado de Santa Catarina, através de produtos gerados pelo Projeto MapBiomias no período de 2000 a 2022.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- 2.2.1. Quantificar as áreas queimadas nas UCs em esferas Federais, Estaduais e Municipais localizadas no Estado de Santa Catarina, no período de 2000 a 2022, utilizando o banco de dados MapBiomias Fogo (Coleção 3).
- 2.2.2. Quantificar a frequência de queimadas nas UCs por meio do banco de dados MapBiomias Fogo (Coleção 3) no período de 2000 a 2022.
- 2.2.3. Avaliar quais as principais classes de uso e cobertura da terra afetadas pelas queimadas nas UCs através da Plataforma MapBiomias Uso e Cobertura da Terra (Coleção 8) no período de 2000 a 2022.
- 2.2.4. Avaliar a influência de fatores temporais e climáticos na proporção de áreas queimadas em UCs no período de 2000 a 2022.

## **3. JUSTIFICATIVA**

No Brasil, os incêndios florestais representam uma ameaça contínua às UCs (KOPROSKI et al., 2011), causando danos à biodiversidade. Os prejuízos que são gerados após uma ocorrência de incêndio podem afetar de forma irreversível o bioma, resultando em desaparecimento de espécies sensíveis ao fogo (MOREIRA, 2000;

HOFFMANN; MOREIRA, 2002), na mudança da composição química e física dos solos com possibilidade de erosão (CERTINI, 2005; PÉREZ-CABELLO et al., 2009; ALCAÑIZ et al., 2016) e aumento da emissão de gases de efeito estufa (LEVINE et al., 1995; VAN DER WERF et al., 2010). Além disso, os incêndios ameaçam a segurança das comunidades locais, comprometendo os objetivos essenciais das UCs (KOPROSKI et al., 2011).

O estado de Santa Catarina destaca-se como o terceiro estado brasileiro com maior extensão de remanescentes da Mata Atlântica (RBMA, 2018), ressaltando a importância da preservação das áreas protegidas por UCs. Por isso, surge a necessidade de monitorar as regiões com maior probabilidade de incêndios, visando desenvolver estratégias eficazes de prevenção, manejo e recuperação das áreas protegidas que são afetadas pelo fogo.

Por meio do uso de imagens de satélite e técnicas de sensoriamento remoto, é possível obter informações detalhadas sobre a localização, extensão e frequência dos incêndios de maneira rápida e pouco onerosa, fornecendo resultados tanto quantitativos quanto qualitativos sobre as áreas afetadas. Além disso, os resultados gerados podem ser utilizados como fonte de informações e dados estatísticos que possibilitem analisar as ocorrências de incêndio nas áreas de UCs.

Dessa forma, torna-se viável um melhor planejamento e gestão dessas áreas protegidas, bem como a implementação de medidas eficazes de prevenção e combate aos incêndios florestais, com o objetivo de garantir a conservação dos ecossistemas e a proteção da biodiversidade.

## **4. REVISÃO DE LITERATURA**

### **4.1. CARACTERIZAÇÃO DA COBERTURA VEGETAL DE SANTA CATARINA**

De acordo com o IBGE (2024), a Mata Atlântica ocupa aproximadamente 1.109.125 km<sup>2</sup>, correspondendo a 13% do território nacional. No entanto, apenas 29% dessa área, ou 321.646 km<sup>2</sup>, mantém sua cobertura original (FUNCATE, 2015). Dessas áreas remanescentes, cerca de 126.826 km<sup>2</sup>, ou 12%, são protegidas por Unidades de

Conservação (UCs) (MMA, 2024). Este é o terceiro maior bioma brasileiro, ficando atrás somente da Amazônia e do Cerrado (IBGE, 2024), além disso, é o segundo maior bioma em biodiversidade das Américas (THOMAS et al., 1998; MORELLATO; HADDAD, 2000), abrigando aproximadamente 20 mil espécies de plantas, o que corresponde a 35% das espécies existentes no Brasil. Além disso possui 850 espécies de aves, 370 de anfíbios, 200 de répteis, 270 de mamíferos e 350 de peixes (MMA, 2015). Esses números destacam sua importância para a conservação da diversidade biológica brasileira e mundial.

Em Santa Catarina, estado integralmente inserido na Mata Atlântica, a extensão original de florestas e campos naturais era significativa. Ocupando uma área territorial de 95.730 km<sup>2</sup> (IBGE, 2022), cerca de 85% desse território era coberto por florestas, enquanto aproximadamente 14,4% (13.794 km<sup>2</sup>) consistia em campos naturais no planalto, e 0,6% (575 km<sup>2</sup>) era coberto por matas nebulares (FATMA, 2004). No entanto, devido ao desmatamento e à ocupação humana, o bioma original foi reduzido a apenas 16.620 km<sup>2</sup>, correspondendo a 17,4% de área preservada (RBMA, 2018).

Segundo Klein (1978), o mapa fitogeográfico de Santa Catarina subdivide a Floresta Atlântica Catarinense em três principais tipologias. A primeira delas é a Floresta Ombrófila Densa (FOD), que se estende ao longo do litoral e do Vale do Itajaí até a Serra Geral. Esta área, junto com seus ecossistemas associados, manguezais e restingas, é caracterizada por ser uma floresta sempre verde (perenifólias), com espécies de folhas largas (latifoliadas) que se desenvolvem em ambientes extremamente úmidos (ombrófilas) (FERNANDES, 2003). Possui precipitação bem distribuída ao longo do ano e temperaturas médias acima de 15°C (NIMER, 1979; LEITE; KLEIN, 1990; IBGE, 1992). Atualmente, aproximadamente 22% de sua área original está preservada, e distribuída em remanescentes florestais primários ou em estágio avançado de regeneração (RBMA, 2018).

A segunda tipologia, a Floresta Ombrófila Mista (FOM) ou Floresta de Araucária, é predominante encontrada no Planalto Catarinense. Em alguns pontos desta região, encontram-se campos naturais, caracterizados por terrenos levemente sinuosos, com platôs amplos e vegetação campestre diversificada (MEDEIROS, 2000). O clima da região é subtropical, com precipitação bem distribuída ao longo do ano, sem uma

estação seca definida, e condições que podem incluir geadas e, ocasionalmente, neve (BACKES, 2009). Atualmente, menos de 25% da área original dessa floresta permanece conservada, principalmente devido à forte pressão humana (LEITE; KLEIN, 1990; VIBRANS et al., 2012). A redução é resultado da intensa atividade madeireira e conversão das áreas florestais em terras para agricultura e/ou pecuária (NASCIMENTO et al., 2001; SAMPAIO; GUARINO, 2007; VIBRANS et al., 2011).

Na região mais elevada da Floresta Ombrófila Densa, encontra-se a formação Altomontana, conhecida como Mata Nebular devido à sua constante imersão em neblina (KLEIN, 1978). Situadas acima de 1.000 metros de altitude, essas florestas são influenciadas pelo clima de montanha, onde as baixas temperaturas desempenham um papel significativo. Elas possuem características como árvores de porte reduzido e troncos torcidos (KOEHLER, 2001). Esse ecossistema se destaca por suas condições ambientais únicas, incluindo altitude elevada, solo pouco desenvolvido, presença constante de neblina e topografia íngreme, sendo altamente valorizado por sua importância científica (KOEHLER, 2001).

A terceira classificação proposta por Klein (1978) é a Floresta Estacional Decidual, que cobre o Vale do Rio Uruguai e os seus afluentes, encontrando-se com a Floresta Ombrófila Mista a partir dos 600 metros de altitude (VIBRANS et al., 2012). O clima nesta região é predominantemente quente e úmido ao longo do ano, mas possui períodos frios que limitam a proliferação e o desenvolvimento de muitas espécies tropicais (LEITE; KLEIN, 1990). Segundo Vibrans et al. (2012), cerca de 16,3% de sua área original permanece devido à intensa exploração de recursos florestais (KLEIN, 1972, 1978).

A preservação da Mata Atlântica é fundamental devido à sua alta biodiversidade, abrigando inúmeras espécies de plantas e animais, além de desempenhar um papel fundamental na economia e na sociedade (MMA, 2015). Para garantir essa preservação, a criação e manutenção de UCs são essenciais. Estabelecer novas UCs e gerenciar adequadamente as existentes são medidas fundamentais para assegurar a conservação da biodiversidade e promover o desenvolvimento sustentável no Brasil. Portanto, é importante fortalecer as políticas de conservação e intensificar os esforços de fiscalização e educação ambiental para proteger esse valioso patrimônio natural,

bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, direito de todos os brasileiros (BRASIL, 1988).

#### 4.2. UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DE SANTA CATARINA

Com o aumento da degradação ambiental, a necessidade de estabelecer leis e regulamentos para proteger áreas naturais tornou-se fundamental. A criação e o manejo dessas áreas são partes essenciais de qualquer política ambiental nacional (JUFFE-BIGNOLI et al., 2014; GELDMANN et al., 2013; DUDLEY, 2008). Essa necessidade é de interesse mundial, tanto que os Estados Unidos criou o Parque Nacional de Yellowstone em 1872, marcando o início das UCs. No Brasil, a primeira Unidade de Conservação registrada foi o Parque Nacional de Itatiaia, em 1937, no Rio de Janeiro (DRUMMOND et al., 2010). As UCs são espaços territoriais que possuem grande importância ambiental, por isso, são áreas protegidas através de legislação especial com o objetivo de conservar e preservar a biodiversidade de áreas naturais (BRASIL, 2020).

Com a criação da primeira UC no Brasil, surgiu uma necessidade de padronizar objetivos e critérios para a criação de novas áreas protegidas. Até 1989, essas unidades eram administradas pelo Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF) e pela Secretaria Especial do Meio Ambiente (SEMA), que foram unificados em 1989 para formar o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). No entanto, foi apenas em 2000 que o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) foi estabelecido pela Lei 9.985, de 19 de julho de 2000, definindo critérios e normas para a criação, implantação e gestão das UCs.

O SNUC é supervisionado pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e coordenado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA). Este sistema conta com órgãos executores nas três esferas do poder público: o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) e o IBAMA na esfera federal, além dos órgãos de meio ambiente de cada estado e município nas esferas estadual e municipal, respectivamente. Esses órgãos são encarregados de implementar os objetivos do SNUC, que incluem a preservação da biodiversidade, a promoção do desenvolvimento

sustentável e a proteção das comunidades tradicionais e suas culturas. O sucesso dessa tarefa exige estratégias e ações estruturadas dentro de um sistema de áreas protegidas.

O Brasil é reconhecido por sua grande biodiversidade, sendo o país com a maior variedade biológica do planeta, abrigando entre 10% e 20% das espécies mundiais (PEREIRA, 1999). Essa riqueza se manifesta em diversos biomas, como a Amazônia, a Mata Atlântica, a Caatinga, o Cerrado, o Pantanal e o Pampa. Além disso, o Brasil possui cerca de 30% do seu território protegido, englobando tanto áreas continentais quanto marítimas (MMA, 2024). Com mais de 3.000 UCs distribuídas pelos biomas brasileiros (CNUC, 2024), essas áreas desempenham um papel crucial na preservação da biodiversidade e na promoção do desenvolvimento sustentável.

Em termos de conservação ambiental, alguns estados brasileiros se destacam, como por exemplo Santa Catarina, que apesar de possuir uma área relativamente pequena protegida por UCs, o estado ainda se destaca como um polo de conservação ambiental (RBMA, 2018). Santa Catarina abriga um total de 168 UCs, conforme o Relatório Parametrizado de Unidade(s) de Conservação do CNUC (CNUC, 2024), totalizando cerca de 5.814 km<sup>2</sup> de áreas protegidas, equivalente a 6% da área total do estado (MMA, 2024).

As UCs estão distribuídas entre as três esferas do governo. Em Santa Catarina, no âmbito federal, o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) coordena 90 destas unidades. No nível estadual, o Instituto de Meio Ambiente de Santa Catarina (IMA) gerencia 37 UCs. Já no âmbito municipal, existem 41 unidades, cada uma sendo administrada pelas autoridades municipais competentes (CNUC, 2024).

Essas UCs podem ser divididas em dois grupos distintos de acordo com a sua categoria. As Unidades de Proteção Integral (UCPI) têm como objetivo a preservação da natureza, permitindo apenas o uso indireto dos recursos naturais, isto é, sem envolver consumo, coleta, dano ou destruição desses recursos (BRASIL, 2000). Essas unidades caracterizam-se por abrigarem ecossistemas que necessitam de maiores cuidados devido à sua vulnerabilidade e as suas peculiaridades (MMA, 2014). Esse grupo compreende as seguintes categorias: Estação Ecológica, Reserva Biológica,

Parque Nacional, Monumento Natural e Refúgio de Vida Silvestre (BRASIL, 2000), totalizando 47 UCs em Santa Catarina (Tabela 1).

Tabela 1: Número e categorias de UCs de Santa Catarina de Proteção Integral (UCPI) nas três esferas administrativas.

Categoria	Esfera Administrativa			Total
	Federal	Estadual	Municipal	
<b>Unidades de Proteção Integral</b>				
Estação Ecológica	2	0	0	2
Reserva Biológica	1	2	0	3
Parque	5	7	23	35
Monumento Natural	0	0	3	3
Refúgio de Vida Silvestre	0	0	4	4
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>30</b>	<b>47</b>

Fonte: Informações obtidas a partir do Relatório Parametrizado de Unidade(s) de Conservação do CNUC (CNUC, 2024), disponível em [https://cnucc.mma.gov.br/relatorio\\_ucs](https://cnucc.mma.gov.br/relatorio_ucs).

Por outro lado, as Unidades de Uso Sustentável (UCUS) visam conciliar a utilização de forma sustentável de parte dos seus recursos naturais, permitindo a presença de moradores e a exploração dos recursos (BRASIL, 2000). Esse grupo é composto pelas seguintes categorias: Área de Proteção Ambiental, Área de Relevante Interesse Ecológico, Floresta Nacional, Reserva Extrativista, Reserva de Fauna, Reserva de Desenvolvimento Sustentável e Reserva Particular do Patrimônio Natural (BRASIL, 2000), somando um total de 121 UCs em Santa Catarina (Tabela 2).

Tabela 2: Número e categorias de UCs de Santa Catarina de Uso Sustentável (UCUS) nas três esferas administrativas.

Categoria	Esfera Administrativa			Total
	Federal	Estadual	Municipal	
<b>Unidades de Uso Sustentável</b>				
Área de Proteção Ambiental	2	2	8	12
Área de Relevante Interesse Ecológico	1	0	2	3
Floresta Nacional	4	0	0	4
Reserva Extrativista	1	0	0	1
Reserva de Fauna	0	0	0	0
Reserva de Desenvolvimento Sustentável	0	0	1	1
Reserva Particular do Patrimônio Natural	74	26	0	100
<b>Total</b>	<b>82</b>	<b>28</b>	<b>11</b>	<b>121</b>

Fonte: Informações obtidas a partir do Relatório Parametrizado de Unidade(s) de Conservação do CNUC (CNUC, 2024), disponível em [https://cnucc.mma.gov.br/relatorio\\_ucs](https://cnucc.mma.gov.br/relatorio_ucs).

As UCs enfrentam desafios significativos, como os incêndios florestais que ameaçam a biodiversidade e os ecossistemas. Implementar estratégias eficazes para identificar as áreas de maior risco, prevenir e combater incêndios, junto com a gestão participativa e apoio das comunidades locais, torna-se essencial para garantir a sustentabilidade dessas áreas protegidas.

#### 4.3. INCÊNDIOS FLORESTAIS NAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

Os danos causados por incêndios florestais podem ter impactos significativos no meio ambiente, afetando a fauna e a flora, além de influenciar diretamente atividades econômicas, as propriedades rurais, o turismo e a vida humana (STRAND et al., 2018).

Os incêndios florestais estão entre os principais problemas ambientais enfrentados pelo Brasil. As emissões resultantes da queima de biomassa vegetal colocam o país entre os principais responsáveis pelo aumento dos gases de efeito estufa do planeta, além de contribuir com o aquecimento global e as mudanças climáticas, poluem a atmosfera, causam prejuízos econômicos e sociais aceleram os processos de desertificação, desflorestamento e perda da biodiversidade (IBAMA, 2015).

Ao avaliar as causas mais comuns de incêndio nas UCs Federais entre 2008 e 2012, Torres et al. (2016) encontraram: queima de entulho, incêndio criminoso e “causa desconhecida”, propiciadas por atividades humanas ao redor das UCs (TORRES et al. 2016). É importante ressaltar que as características de um incêndio são afetadas pela combinação entre vegetação, clima (e tempo), topografia e atividades humanas (TORRES et al., 2020).

Dentro dessas interações, o clima regula a umidade do material combustível e a quantidade de biomassa (CHUVIECO; CONGALTON, 1989). As irregularidades climáticas regionais, especialmente ligadas aos fenômenos El Niño e La Niña, exercem influência significativa na ocorrência de incêndios sobre as regiões (RIBEIRO et al., 2011). Durante o El Niño, as regiões do nordeste e do norte do Brasil são assoladas por secas, enquanto as precipitações aumentam nas regiões sul e sudeste (COMUNELLO et al., 2023). Já em anos de La Niña, verifica-se maior precipitação nas regiões norte e nordeste e secas severas na região sul (CPTEC, 2011).

Já a vegetação, o relevo e o uso e cobertura da terra influenciam fatores como a frequência, a velocidade de propagação do fogo e a extensão das áreas queimadas (FERRAZ; VETTORAZZI, 1998). Por outro lado, a intervenção humana altera a frequência, a extensão das áreas queimadas e o padrão de distribuição das ocorrências (WANG et al., 2015).

De acordo com Irland (2013), é importante estudar o histórico de incêndios e entender as estatísticas relacionadas ao tamanho e a área afetada pelos incêndios florestais para melhorar os programas de proteção florestal. Para tanto, é fundamental realizar um diagnóstico das práticas de queima adotadas nas áreas limítrofes das UCs, a fim de que seus gestores possam desenvolver e executar um programa de educação ambiental participativo (MAGALHÃES; LIMA; RIBEIRO, 2012).

Para reduzir os impactos causados pelo fogo, é importante desenvolver estratégias preventivas eficientes. O monitoramento de queimadas através de imagens de satélite, como destacado pelo INPE (2023), é especialmente benéfico em regiões remotas com recursos limitados de observação. Esse método possibilita a detecção precoce de focos de incêndio e a criação de mapas de zonas de risco, sendo fundamental para reduzir os danos causados pelos incêndios.

#### 4.4. SENSORIAMENTO REMOTO E DETECÇÃO DE QUEIMADAS

Barlow et al. (2012a) e Torres et al. (2017) discutem a interdependência entre fatores antrópicos e ambientais, como vegetação, clima, topografia e atividades humanas, que afetam a previsão de incêndios florestais. Borges et al. (2011) ressaltam a importância de compreender o nível de risco associado a uma determinada área para o planejamento eficaz e destinação de recursos no combate a incêndios florestais.

O monitoramento de áreas afetadas pelo fogo pode ser realizado por meio do sensoriamento remoto, especialmente através da análise das imagens de satélite (MENDES et al., 2019; BEZERRA et al., 2020). Segundo Shimabukuro (2020), essa técnica fornece informações sobre a distribuição espacial e temporal em diferentes escalas, identificando também a extensão e a biomassa de áreas queimadas. Yang et al. (2007) destacam que o conhecimento da distribuição espacial dos incêndios

florestais é fundamental para melhorar as estratégias de prevenção, orientando o planejamento e minimizando os riscos.

No mapeamento de incêndios, o uso das imagens de satélite concentra-se na detecção da variação na emissão de energia durante a combustão e na identificação das cicatrizes deixadas pelo fogo, através da diferenciação das respostas espectrais (FRANCO et al., 2020; LOTUFO et al., 2020). A técnica mais utilizada combina índices espectrais com análise da superfície baseada em imagens de satélite capturadas antes e depois do fogo (BA et al., 2019).

Lombardi (2003) destaca que, tratando-se de incêndios florestais, algumas definições sobre a ecologia do fogo são importantes, tais como:

1. Queimada: processo de combustão de fitomassa e/ou subprodutos desta combustão;
2. Área queimada: extensão da superfície afetada por queimadas identificáveis por sensores remotos;
3. Cicatrizes do fogo: Comportamento espectral das áreas queimadas após o fogo ter consumido, total ou parcialmente, o material combustível;
4. Focos ativos: é um termo utilizado para designar o fogo ardendo no momento da passagem do satélite; e,
5. Focos de calor: refere-se às áreas com temperaturas que sensibilizam o sensor termal a bordo do satélite no momento de sua passagem, pode ou não corresponder a uma queimada ou incêndio florestal.

Avanços em sensoriamento remoto possibilitam o desenvolvimento de produtos que monitoram variações espaço-temporais de uso e cobertura da terra. Um exemplo é o MapBiomas Brasil, um projeto formado por ONGs, universidades e startups de tecnologia, que realiza anualmente o mapeamento do uso da terra, além de monitorar mensalmente a superfície de água e as cicatrizes de fogo desde 1985 (MAPBIOMAS, 2023).

Utilizando processamento distribuído e automatizado dos dados com o Google Earth Engine, os dados da plataforma são públicos, gratuitos e de boa acurácia para análises detalhadas em diversos mapas disponibilizados pelo projeto, incluindo uso e cobertura da terra, superfície da água, cicatrizes do fogo, estoque de carbono no solo, cobertura e uso 10 metros, irrigação, qualidade de pastagem, mineração, vegetação secundária e desmatamento.

A plataforma MapBiomas Fogo, dentro da sua Coleção 3, apresenta o mapeamento de cicatrizes de fogo no Brasil ao longo do período de 1985 a 2023, com dados de ocorrências anuais e mensais do fogo, de frequência, de queimada acumulada, de área das cicatrizes e do ano da última ocorrência de fogo. Os dados são complementados pelas classes de uso e cobertura da terra da Coleção 8 do MapBiomas, unificando os dados anuais, acumulados e de frequência do fogo com suas respectivas classes de uso e cobertura da terra, compreendendo a dinâmica de ocupação do solo como resultado das queimadas.

## **5. MATERIAIS E MÉTODOS**

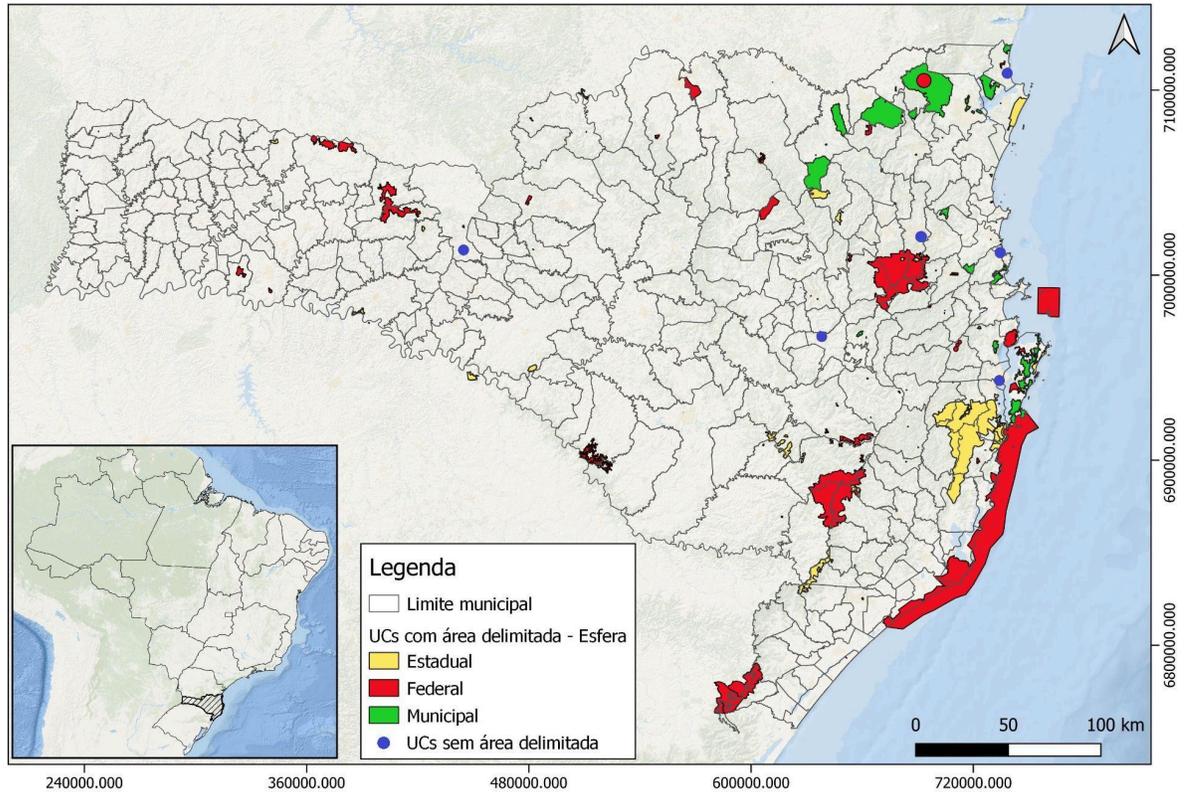
### **5.1. ÁREA DE ESTUDO**

A área de estudo compreende as 168 UCs inseridas no estado de Santa Catarina, totalizando uma área de 5.814 km<sup>2</sup>, considerando tanto área continental quanto área marinha protegidas (CNUC, 2024). Os dados utilizados para esse cálculo estão disponíveis no Painel de Unidades de Conservação Brasileiras disponibilizado pelo Ministério do Meio Ambiente, através do departamento de áreas protegidas, as informações podem ser acessadas na plataforma disponibilizada pelo MMA (Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima).

#### **5.1.1. Seleção das Unidades de Conservação**

As UCs em Santa Catarina foram selecionadas com base nos dados do Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC), acessados através do Relatório Parametrizado de Unidade(s) de Conservação gerado pela plataforma oficial que integra as informações das UCs do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) (MMA, 2024). Este relatório abrange um total de 168 UCs distribuídas nas esferas federal, estadual e municipal. É importante destacar que existem diversas UCs que já foram criadas, mas que, por diversos motivos, ainda não estão cadastradas no CNUC. A Figura 1 ilustra a localização geográfica dessas UCs em Santa Catarina.

Figura 1: Mapa das Unidades de Conservação Federais, Estaduais e Municipais de Santa Catarina.



Fonte: Elaborado com base no Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) (MMA, 2024)

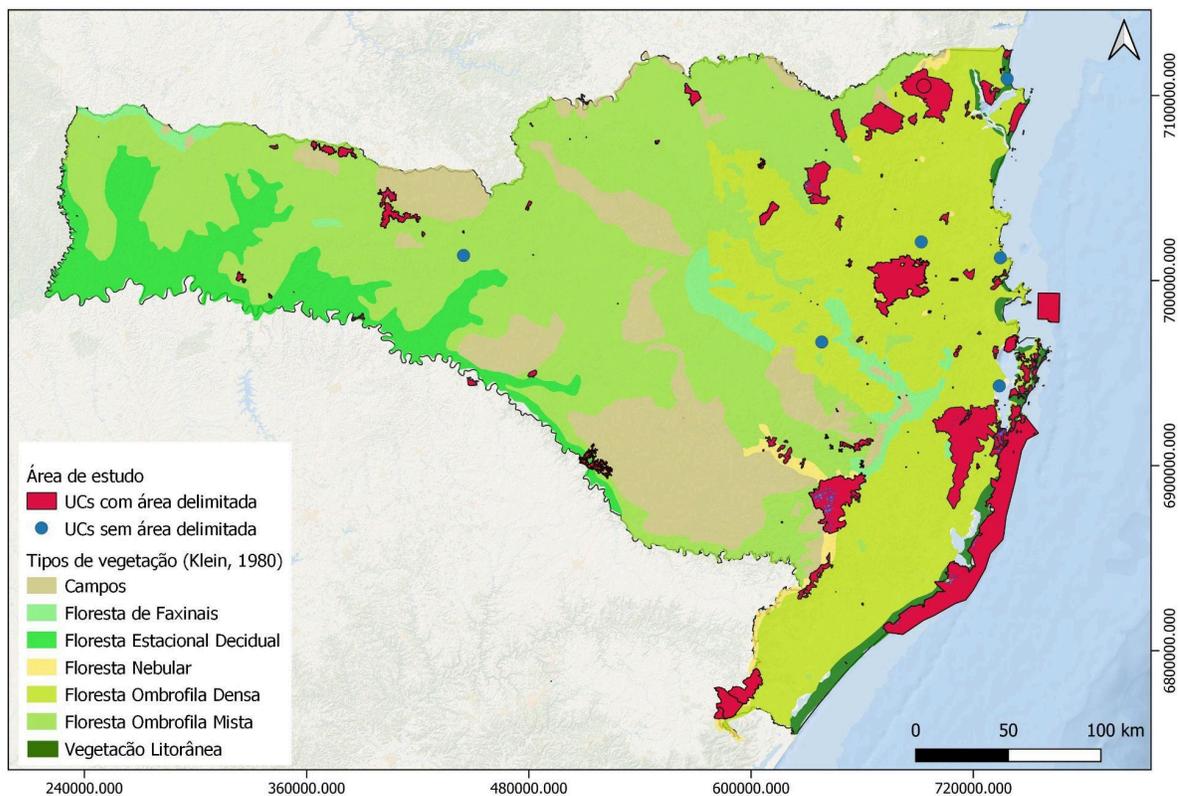
A área de estudo foi delimitada com base nos limites geográficos das UCs em formato shapefile e todo processamento foi executado no Sistemas de Informação Geográfica (SIG) QGIS 3.34.

### 5.1.2. Caracterização da Cobertura Vegetal das Unidades de Conservação

Após a seleção das UCs, foi realizada uma análise da cobertura vegetal dessas áreas, utilizando dados do mapa fitogeográfico de Santa Catarina de Klein (1978). Foram gerados mapas temáticos para representar a distribuição dos tipos de vegetação nas UCs. Cada UC foi caracterizada quanto à sua composição vegetal,

resultando na criação de um mapa que indica a predominância de cada tipo de vegetação. As cores nos mapas foram atribuídas de acordo com os diferentes tipos de vegetação identificados, facilitando a visualização e análise espacial dessas áreas protegidas (Figura 2).

Figura 2: Localização das 168 Unidades de Conservação no estado de Santa Catarina, por região fitoecológica.



Fonte: Elaborado com base no mapa fitogeográfico de Santa Catarina de Klein (1978) e no Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) (MMA, 2024)

## 5.2. DETECÇÃO E ANÁLISE DAS ÁREAS AFETADAS POR INCÊNDIOS

### 5.2.1. Coleta de Dados de Incêndios (MapBiomias Fogo)

A coleta de dados de incêndios para o período de 2000 a 2022 foi realizada com base nas informações fornecidas pelo projeto MapBiomias Fogo, coleção 3. O método adotado pelo projeto consiste na identificação de cicatrizes de queimadas por meio do mapeamento de áreas afetadas pelo fogo em todo o território brasileiro, utilizando mosaicos de imagens dos satélites Landsat, com resolução espacial de 30 metros (MAPBIOMAS, 2023).

Os dados são processados utilizando algoritmos de aprendizagem de máquina (*deep learning*) na plataforma *Google Earth Engine* e armazenados no *Google Cloud Storage*. Os produtos do MapBiomias Fogo incluem informações sobre a área queimada mensal e anual desde 1985 até 2023, bem como a frequência de áreas queimadas e área queimada acumulada ao longo dos anos (MAPBIOMAS, 2023).

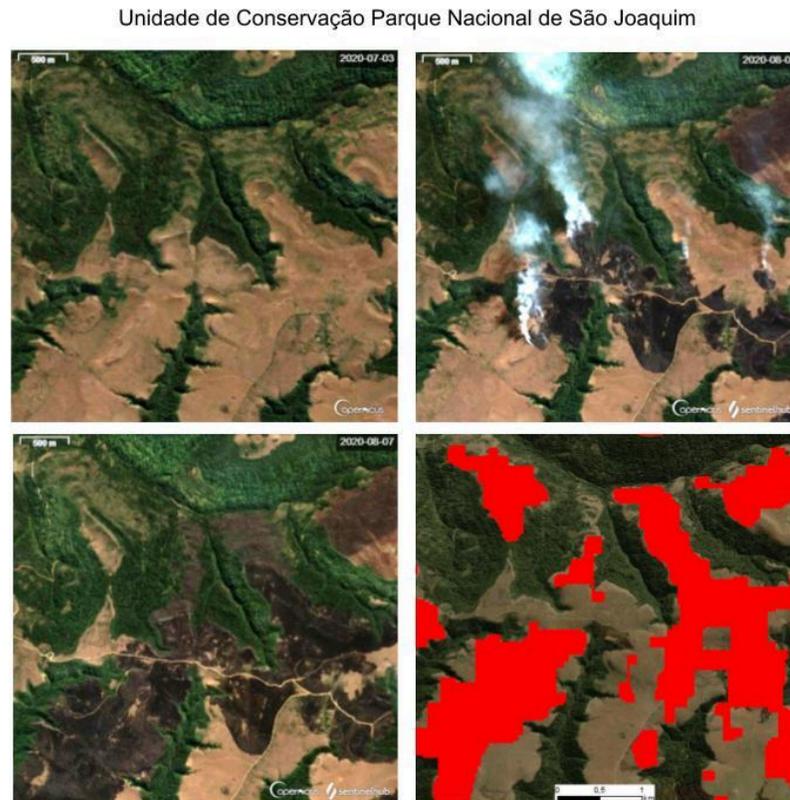
O Projeto utiliza mapas de referência, como o produto de áreas queimadas do MODIS (MCD64A1) com resolução espacial de 500 m, GABAM (*Global Annual Burned Area Map*) com resolução de 30 m, *fire hotspots*, e cicatrizes de queimadas do INPE. (MAPBIOMAS, 2023)

Para criar os mosaicos mensais, é realizada a composição de todas as imagens disponíveis do mês em uma única imagem, utilizando o índice espectral mínimo NBR (*Normalized Burn Ratio*) (KEY; BENSON, 2006) como critério para ordenação dos pixels (Equação 1), demonstrada na Figura 3. A fórmula do NBR é definida pela equação:

$$\text{NBR} = \frac{R_{\text{NIR}} - R_{\text{SWIR1}}}{R_{\text{NIR}} + R_{\text{SWIR1}}} \quad \text{Equação 1}$$

Onde  $R_{\text{NIR}}$  representa a reflectância da banda do infravermelho próximo, e  $R_{\text{SWIR}}$  representa a reflectância da banda do infravermelho de ondas curtas.

Figura 3: Exemplo de processamento das imagens para aquisição da área queimada, demonstrada por imagens Sentinel-2 antes e depois da queimada, e a identificação pelo algoritmo da cicatriz de queimada (em vermelho).



Fonte: Elaborado com base nas imagens do satélite Sentinel-2.

Os dados foram acessados através da plataforma Google Earth Engine (GEE), MapBiomas *User Toolkit* 1.27.0 e selecionados os produtos, *Annual Burned* e *Frequency Burned*, ambos em formato .tiff e recortadas posteriormente para as UCs.

Para ilustrar a variação espaço-temporal das áreas afetadas por incêndios, foram elaborados gráficos que apresentam a área total queimada por ano dentro das UCs estudadas, classificadas por grupo. Posteriormente, foi gerado um gráfico que apresenta as ocorrências de incêndio no estado de Santa Catarina no período de 2000 a 2022. Este gráfico divide as ocorrências anualmente e as distribui em porcentagens mensais, proporcionando uma visão detalhada da sazonalidade dos incêndios.

Além da análise temporal, foi também calculada a frequência das queimadas dentro dos limites das UCs. Este cálculo envolveu a determinação da frequência do

fogo por pixel no intervalo temporal selecionado (2000-2022). Os resultados desta análise foram apresentados em um mapa de frequência de ocorrência de incêndios, destacando as áreas com maior e menor incidência de fogo ao longo do período estudado.

Embora o projeto contenha dados desde 1985, a análise deste estudo se restringe ao período de 2000 a 2022, devido à implementação do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) pela Lei 9.985 em 19 de julho de 2000. A série de mapas pode ser acessada na plataforma do MapBiomias fogo (<https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/fogo>).

### **5.2.2. Análise do uso e cobertura da terra (MapBiomias Cobertura e Uso da Terra)**

A análise de uso e cobertura da terra foi desenvolvida com base nos dados disponibilizados pelo projeto MapBiomias Uso e Cobertura da Terra, coleção 8. Este projeto tem como objetivo investigar a evolução do uso e cobertura da terra ao longo do tempo no Brasil executado por meio de imagens de satélite da constelação Landsat (MAPBIOMAS, 2023). A incorporação de dados do MapBiomias sobre uso e cobertura da terra foi utilizada para avaliar as principais classes afetadas pelas queimadas em cada UC, e segundo dados do projeto, pode haver 12,1% de erro em discordância de área e alocação. Este produto pode ser acessado na plataforma do MapBiomias Cobertura e Uso da Terra (<https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/solo>).

### **5.3. ÍNDICE DE SECA**

A seca no estado de Santa Catarina foi avaliada utilizando o índice de Severidade de Seca de Palmer (*Palmer Drought Severity Index - PDSI*). O PDSI utiliza dados de temperatura e precipitação para estimar a aridez relativa, sendo um índice padronizado que varia de -10 (condições extremamente secas) a +10 (condições extremamente úmidas). Esses dados foram utilizados para criar o gráfico de índice de seca em Santa Catarina, e representam a evolução da seca ao longo dos anos de 2000 a 2022. Este produto pode ser acessado através do seguinte link:

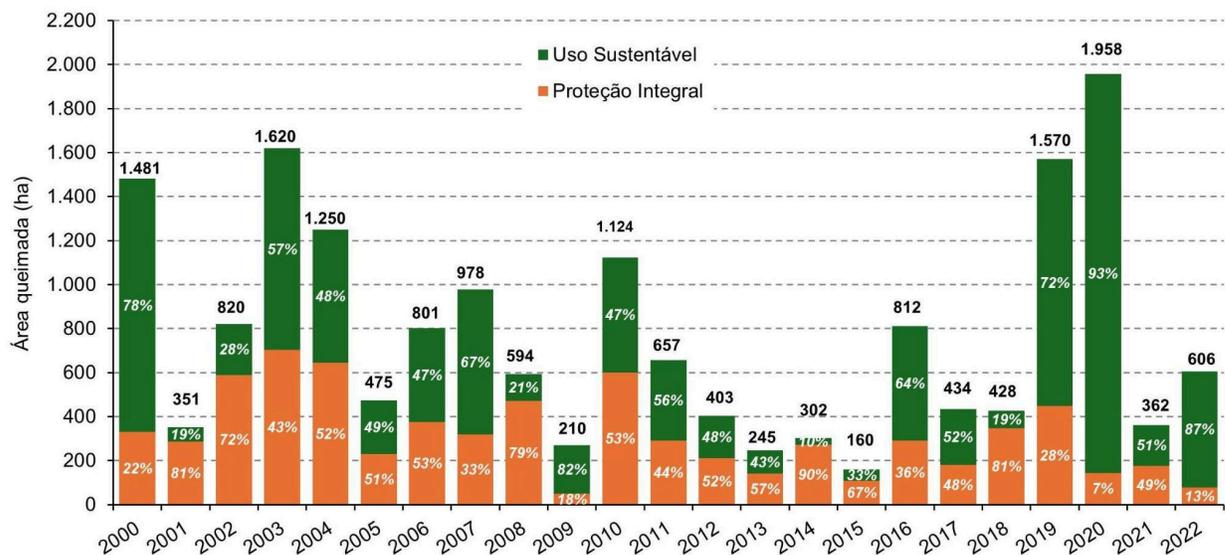
[https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/IDAHO\\_EPSCOR\\_TERRA\\_CLIMATE](https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/IDAHO_EPSCOR_TERRA_CLIMATE).

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1 ÁREAS QUEIMADAS EM UCS

A análise da distribuição temporal das áreas em UCs afetadas por incêndios aponta para uma variabilidade ao longo do tempo e também em relação ao grupo. No total, as UCs queimaram um total de 177 km<sup>2</sup> ao longo do período analisado, o equivalente a 3% da área protegida. Nos anos de 2020, 2003, 2019 e 2000, foram registradas as maiores áreas queimadas, como 1.958 ha (19,58 km<sup>2</sup>), 1.620 ha (16,20 km<sup>2</sup>), 1.570 ha (15,70 km<sup>2</sup>) e 1.481 ha (14,81 km<sup>2</sup>), respectivamente, contrastando com os anos de 2015, 2013, 2009 e 2014, que apresentaram as menores áreas afetadas por fogo, com valores como 160 ha (1,60 km<sup>2</sup>), 245 ha (2,45 km<sup>2</sup>), 210 ha (2,10 km<sup>2</sup>) e 302 ha (3,02 km<sup>2</sup>), respectivamente (Figura 4).

Figura 4: Área total queimada anualmente nas Unidades de Conservação de Uso Sustentável e Proteção Integral localizadas no estado de Santa Catarina no período de 2000 a 2022.



Fonte: Elaborado com base nos dados do MapBiomias.

Essa variabilidade pode estar relacionada a políticas de manejo do fogo. Por exemplo, áreas naturais remanescentes, localizadas em UCs, passaram por um período de aplicação da política de fogo-zero, conhecida como *Fase Zero Fire* (ZFP), no período de 2008 a 2013, favorecendo o acúmulo de material combustível e contribuindo para a ocorrência de grandes incêndios (DURIGAN; RATTER, 2016; FIDELIS et al., 2018). No entanto, nos últimos anos, houve uma mudança nesse cenário, com a adoção de políticas mais adequadas ao papel do fogo nos ecossistemas afetados (BERLINCK; BATISTA, 2020), incentivando o planejamento e a execução de planos de manejo integrado do fogo (SCHMIDT et al., 2018; BERLINCK; BATISTA, 2020).

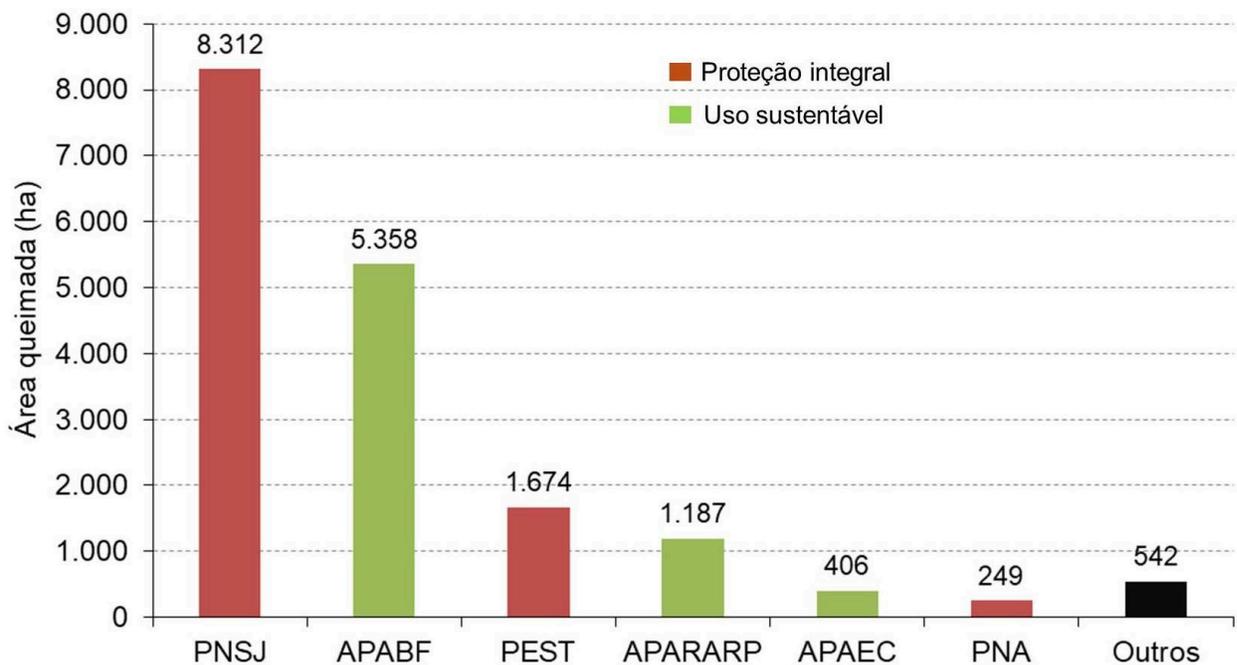
A relação entre o acúmulo de material combustível e a propensão a grandes incêndios pode ser um dos fatores que explicam os padrões observados na variabilidade interanual de queimadas, onde períodos de grande escala de incêndios são frequentemente sucedidos por anos com baixas áreas queimadas (SILVA; SOUZA, 2019). Essa tendência é confirmada por pesquisas que analisam o histórico anual de incêndios em áreas queimadas em escala regional, como evidenciado no Enclave de Cerrado dos Campos Amazônicos (ALVES; PÉREZ-CABELLO, 2017; ALVES et al., 2018), no Parque Nacional da Serra do Cipó (ALVARADO et al., 2017) e no Parque Nacional da Serra das Confusões (ARGIBAY; SPARACINO; ESPINDOLA, 2020).

Observando os grupos de UCs, foi possível identificar uma maior quantidade de UCUS em Santa Catarina, totalizando 121 UCs que abrangem 3.082 km<sup>2</sup>, em comparação a 47 UCPI, que somam 2.732 km<sup>2</sup> (MMA, 2024). Apesar de ocuparem uma área menor, as UCPI apresentaram uma área queimada maior em comparação às UCUS (Figura 4), totalizando 104,16 km<sup>2</sup> de área queimada, correspondendo a 59% do total das áreas queimadas e 3,81% de área queimada dentro do seu grupo. Enquanto as UCUS queimaram um total de 72,84 km<sup>2</sup>, representando 41% do total das áreas queimadas e 2,36% de área queimada dentro desse grupo.

Ao considerar a extensão das áreas afetadas pelos incêndios, o Parque Nacional de São Joaquim (PNSJ) destacou-se como a UC com a maior área queimada entre as estudadas, sendo responsável por 79,80% da área queimada no grupo UCPI e 47% da área queimada entre todas as unidades de conservação, registrando 8.312 ha

(83,12 km<sup>2</sup>) de área queimada ao longo dos 23 anos analisados (Figura 5). Esse resultado pode ser explicado pelas características das UCPI, que geralmente ocupam grandes áreas com acesso limitado às áreas mais remotas e menor presença humana. Essas condições dificultam o monitoramento, a fiscalização e as ações de contenção do fogo, além de facilitar atividades ilegais.

Figura 5: Unidades de Conservação que mais queimaram em área em Santa Catarina durante o período de 2000 a 2022.



Fonte: Elaborado com base nos dados do MapBiomias.

(PNSJ = Parque Nacional de São Joaquim, APABF = Área de Proteção Ambiental da Baleia Franca, PAEST = Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, APARARP = Área de Proteção Ambiental da Represa Alto Rio Preto, APAEC = Área de Proteção Ambiental do Entorno Costeiro, PNA = Parque Nacional das Araucárias)

A análise integrada dos fatores como presença humana, ventos predominantes, material combustível, declividade, uso e cobertura da terra, além da orientação das encostas, revelou, por meio do mapa de zoneamento de risco de incêndios florestais para o PNSJ, elaborado por Farias et al. (2022), que a maior parte do parque se encontra em áreas com risco de incêndios moderado (42,75%) e alto (32,87%), com

algumas áreas apresentando risco muito alto e extremo, 12,04% e 2,54%, respectivamente.

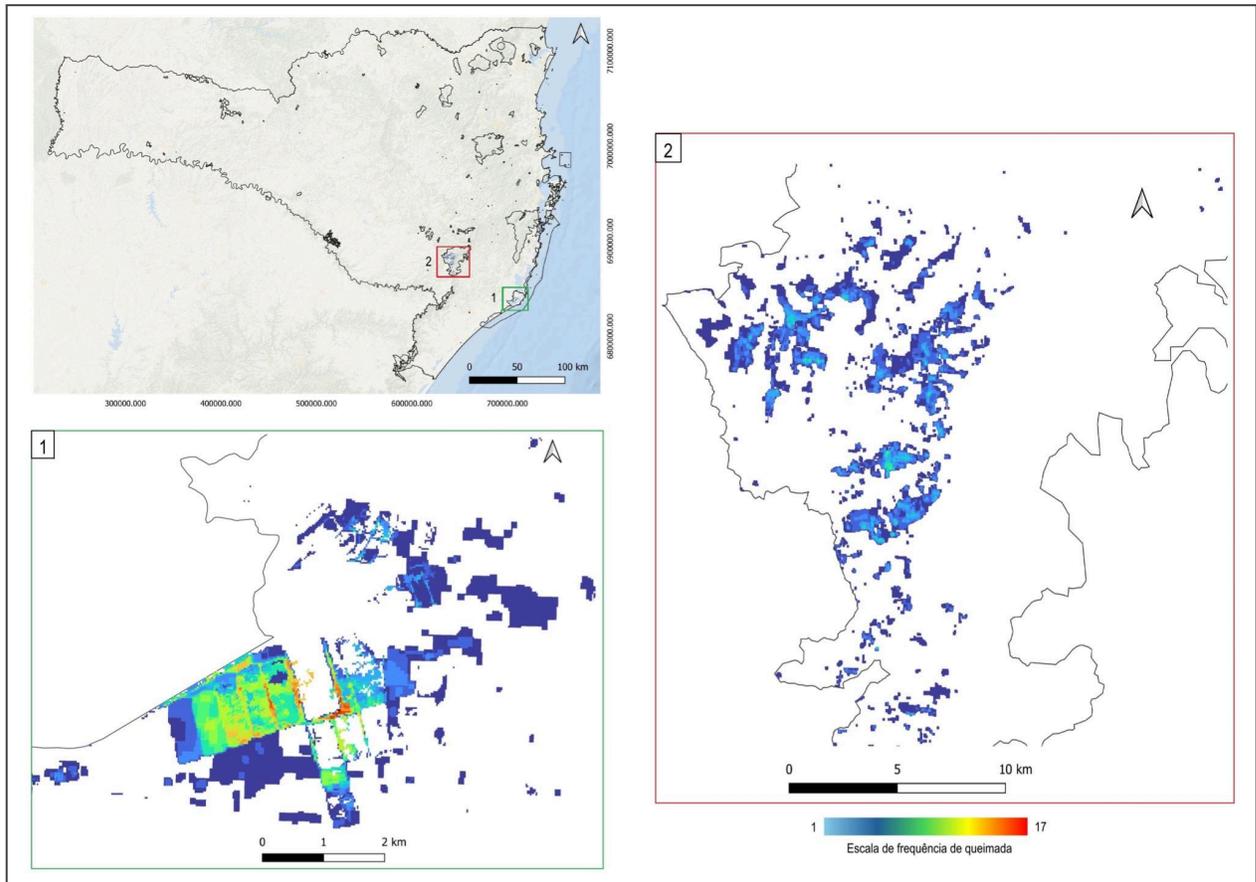
O PNSJ apresenta diferentes tipos de cobertura de terra, desde áreas de floresta natural, como a Floresta Ombrófila Mista (FOM), Campos de Altitude, Matinhas Nebulares e Floresta Ombrófila Densa (FOD) (CASTILHO et al., 2014), classificações características do bioma Mata Atlântica, até áreas agropastoris. Mesmo que "o Parque Nacional seja de posse e domínio públicos, sendo que as áreas particulares incluídas em seus limites serão desapropriadas, de acordo com o que dispõe a lei" (BRASIL, 2000, Art. 10, § 1º), o PNSJ ainda contém áreas dedicadas à agricultura, pecuária e reflorestamento.

Os municípios de Urubici e Bom Jardim da Serra, que fazem parte do PNSJ, são propensos a queimadas em áreas de campo, devido à prática tradicional de queimadas para renovar pastagens naturais usadas na agricultura e pecuária (ARAKI et al., 2016), confirmando os dados encontrados na análise do mapa de uso e cobertura da terra das UCs afetadas por queimadas, onde identificou-se que as formações campestre, mosaico de agricultura e pastagem, pastagem e agricultura foram as mais atingidas por fogo na área de estudo.

## 6.2 FREQUÊNCIA DE QUEIMADAS EM UCS

Complementando a análise das áreas afetadas por queimadas nas UCs, observa-se que a UC com maior maior área queimada não é necessariamente a que apresenta a maior frequência de queimadas. A Área de Proteção Ambiental da Baleia Franca (APABF) apresentou a maior frequência de queimadas por pixel ao longo do período estudado. Conforme analisado na Figura 6.1, a APABF registrou até dezessete ocorrências de queimada no mesmo local entre 2000 e 2022, diferente do PNSJ que apresentou uma frequência de até sete ocorrências de incêndio no mesmo local no mesmo período (Figura 6.2). Esta observação indica uma quantidade maior de eventos de fogo pontuais dentro da área da APABF ao longo do período analisado.

Figura 6: Frequência de queimada por pixel na (1) Área de Proteção Ambiental da Baleia Franca e no (2) Parque Nacional de São Joaquim no período de 2000 a 2022.



Fonte: Elaborado com base nos dados do MapBiomas.

A APABF é formada pelos municípios de Florianópolis, Palhoça, Paulo Lopes, Garopaba, Imbituba, Laguna, Tubarão, Jaguaruna e Balneário Rincão. Apresenta uma área total de aproximadamente 1.550 km<sup>2</sup>, porém, apenas 22% da área, aproximadamente 349 km<sup>2</sup> é continental, enquanto o restante da área protegida é referente a área marinha (MMA, 2024). Apesar de ter uma pequena porcentagem de área continental, a APABF queimou 5.358 ha (53,58 km<sup>2</sup>) ao longo dos 23 anos analisados, que corresponde a 73,5% de área queimada no grupo UCUS e 30% da área queimada entre todas as unidades de conservação. A frequência de queimadas pode ser atribuída ao fato da APABF ser uma UCUS, já que essas áreas permitem atividades humanas controladas que, por vezes, podem resultar em incidentes como incêndios.

Embora as UCPI tenham apresentado uma maior área queimada ao longo de todo o período analisado, nos últimos quatro anos avaliados, de 2019 a 2022, as UCUS apresentaram uma área queimada superior às UCPI (Figura 4). Esse aumento pode ser atribuído à criação de 19 UCUS em comparação com 6 UCPI no mesmo período (CNUC, 2024). Segundo Dourojeanni e Pádua (2001), em 1970, o Brasil contava com 80% de UCPI, mas esse percentual foi reduzido para 40% em 1998 devido ao aumento na criação de UCUS.

A predominância das UCUS em Santa Catarina, especialmente na categoria Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN), pode trazer algumas implicações para a conservação da biodiversidade. Segundo Dourojeanni e Pádua (2001), apenas as categorias de UCPI garantem a preservação integral dos ecossistemas e da biodiversidade, pois nas UCUS é permitida a presença de seres humanos e a exploração dos recursos de forma sustentável.

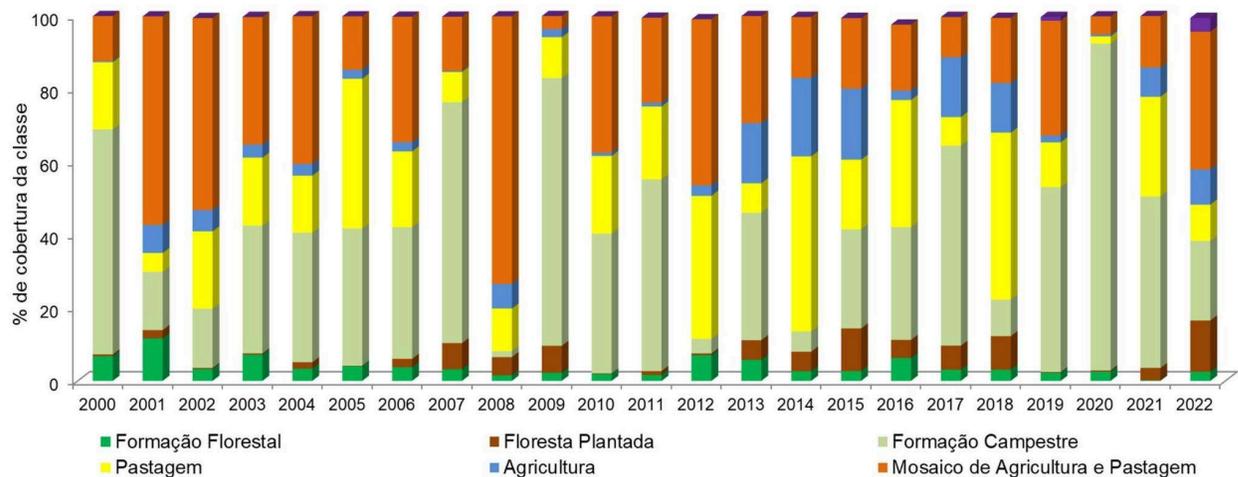
Apesar de serem áreas privadas e de uso sustentável, as RPPNs apresentam uma função importante ao complementar as UCs públicas, preservando áreas remanescentes que funcionam como corredores ecológicos, abrigando espécies animais que transitam em áreas antropizadas ao redor dessas UCs públicas (MESQUITA; VIEIRA, 2004). Em alguns casos, a presença humana pode ser vantajosa, considerando que pode contribuir para a extinção rápida de incêndios, além de facilitar o acesso através da infraestrutura de estradas. No entanto, com o aumento da criação de UCUS, é fundamental incentivar a implementação de práticas de conservação por meio de uma gestão eficiente, a fim de evitar a exploração excessiva de recursos, resultando na degradação ambiental.

Portanto, é importante elaborar planos de manejo detalhados, conforme exigido no Art. 27 da Lei 9.985, de 19 de julho de 2000, que estabeleçam o zoneamento e as normas que devem regular o uso da área e o manejo dos recursos naturais, incluindo a implantação das estruturas físicas necessárias à gestão da UC (BRASIL, 2020). O envolvimento das comunidades locais é fundamental para equilibrar a exploração econômica e o uso/visitação com a conservação ambiental nessas áreas. Essas medidas são essenciais para garantir que as UCs cumpram efetivamente seu papel na conservação da biodiversidade e no desenvolvimento sustentável da região.

### 6.3 CLASSES DE USO E COBERTURA DA TERRA AFETADAS POR QUEIMADAS EM UCS

A partir da análise do mapa de uso e cobertura da terra das UCs afetadas por queimadas, foi possível identificar que as formações campestre, mosaico de agricultura e pastagem, pastagem e agricultura foram as mais atingidas por fogo na área de estudo, enquanto as florestas plantadas, formações florestais e áreas de restinga foram as menos afetadas (Figura 7). Essas proporções se mantêm praticamente constantes anualmente, evidenciando a persistência desses padrões ao longo do tempo.

Figura 7: Estratificação anual de áreas queimadas e tipos de usos e cobertura da terra nas Unidades de Conservação de Santa Catarina no período de 2000 a 2022.



Fonte: Elaborado com base nos dados do MapBiomias.

Para Cano-Crespo et al. (2015), os incêndios causados por atividades humanas aumentam gradativamente ao longo dos anos, principalmente devido à expansão de áreas agropastoris que utilizam o fogo em suas práticas. Tanto as queimadas de conversão quanto as utilizadas na gestão de pastagens após a conversão, tem sido assuntos muito debatidos na literatura científica (NEPSTAD et al., 2001; ADENEY; CHRISTENSEN; PIMM, 2009; CARDOZO et al., 2014), especialmente em regiões com vasta cobertura de pastagens. Essas queimadas, sejam intencionais ou acidentais, tornaram-se uma fonte significativa de incêndios que afetam áreas de vegetação

natural (CANO-CRESPO et al., 2015). Os incêndios rurais têm o potencial de se alastrar pela vegetação periférica, tornando-se a principal razão de ocorrências de incêndios em florestas tropicais (BARLOW et al., 2012b). Com esta análise é possível compreender que formações campestres, áreas de mosaico de agricultura e pastagem, pastagens e áreas agrícolas foram as mais afetadas pelo fogo na área de estudo.

Para Tebaldi et al. (2013) a utilização de técnicas inadequadas de queima para preparo da terra e renovação de pastagens, configura entre as principais causas de incêndios florestais. Esses incêndios, frequentemente originados pela queima de entulhos, tendem a ocorrer durante o inverno e o início da primavera, períodos nos quais a vegetação se encontra seca e as condições meteorológicas são propícias à propagação do fogo (TEBALDI et al., 2013). Nessa época, os agricultores recorrem ao fogo para manejar suas áreas agrícolas, ignorando a baixa umidade do material combustível no solo e as condições meteorológicas favoráveis à propagação do fogo (SOARES; SANTOS, 2002). Além disso, é importante destacar as geadas, frequentes na região sul do país, que também contribuem para criar condições favoráveis à ocorrência de incêndios (SEGER et al., 2018).

Em contrapartida, as formações florestais, florestas plantadas e restingas foram menos afetadas pelas queimadas nas UCs de Santa Catarina. Klein (1978) divide a Floresta Atlântica Catarinense em três tipologias principais, todas caracterizadas por precipitação bem distribuída ao longo do ano, criando condições de florestas úmidas que reduzem o risco de incêndios. Além disso, as florestas plantadas, definidas pelo Decreto N° 8.375/2014 como áreas cultivadas com finalidade econômica e com fins comerciais (BRASIL, 2014), oferecem serviços ambientais como controle de erosão e atuação como barreira contra incêndios. As empresas também investem no treinamento de equipes especializadas em combate a incêndios florestais, o que contribui para a segurança e preservação dessas áreas.

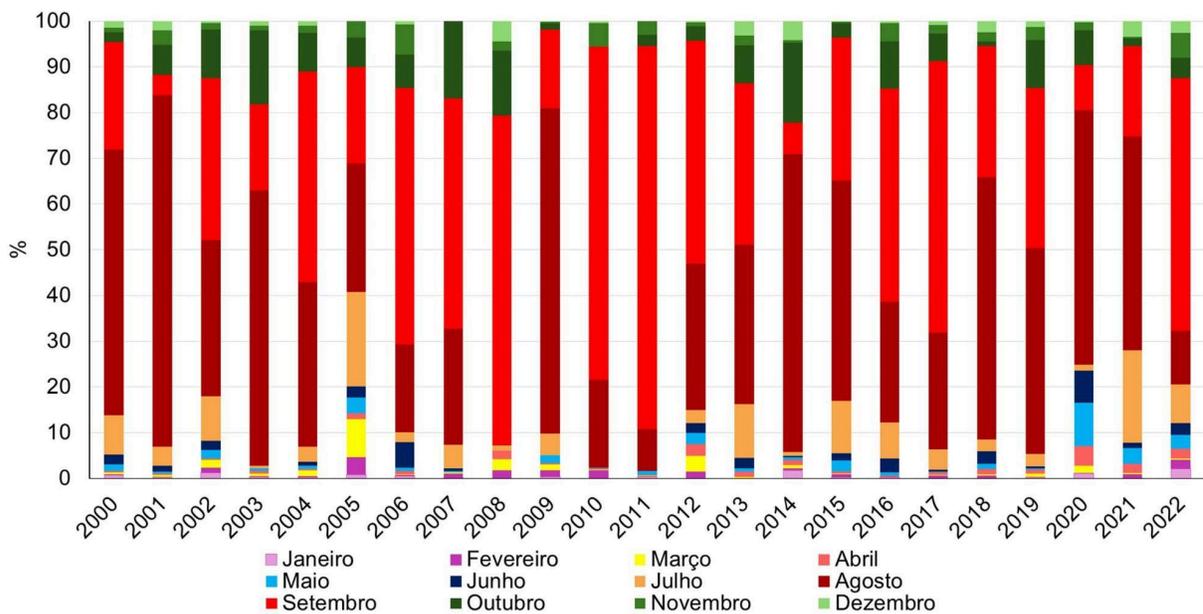
As restingas, por sua vez, apresentam características específicas que as tornam menos suscetíveis a queimadas. A sua proximidade com o ambiente marinho garante maior umidade do ar, enquanto a sua variabilidade de comunidades vegetais (FALKENBERG, 1999) são distribuídas em mosaicos (WAECHTER, 1985; 1990),

reduzindo o acúmulo de material combustível. Esses fatores combinados podem ajudar a limitar tanto a intensidade quanto a extensão dos incêndios nas restingas.

#### 6.4 FATORES TEMPORAIS E CLIMÁTICOS NAS QUEIMADAS EM UCS

A Figura 8 apresenta a porcentagem da distribuição mensal das ocorrências de fogo ao longo do ano em todo o estado de Santa Catarina, no período de 2000 a 2022. Observa-se que as maiores porcentagens de ocorrência de incêndios no estado ocorreram nos meses de agosto e setembro, possivelmente por serem meses mais secos. Já o período de janeiro a abril apresentou as menores porcentagens de ocorrência na maioria dos anos analisados, o que também pode estar relacionado ao maior volume de precipitação observado nessa época do ano.

Figura 8: Estratificação anual das ocorrências de incêndios no estado de Santa Catarina no período de 2000 a 2020, distribuídas em porcentagens mensais.



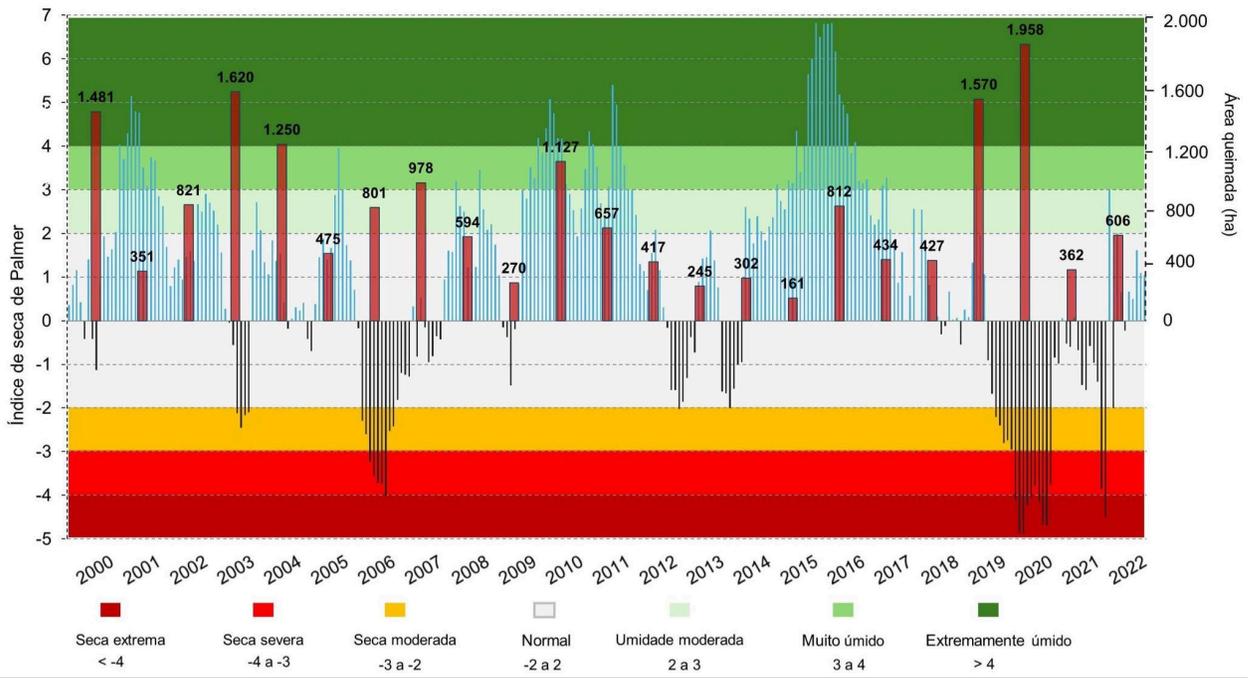
Fonte: Elaborado com base nos dados do MapBiomas.

Os resultados encontrados corroboram os obtidos por Soares e Santos (2002), que identificaram 82,4% das ocorrências de incêndios em áreas protegidas brasileiras

registradas entre 1994 e 1997, ocorreram entre os meses de junho a outubro. Uma pesquisa posterior realizada por Santos, Soares e Batista (2006) entre 1998 e 2002, revelou que 68,9% dos incêndios em áreas protegidas do Brasil ocorreram nos mesmos meses.

Segundo Chuvieco e Congalton (1989), o clima regula a umidade do material combustível e a quantidade de biomassa. Portanto, é importante considerar que a variabilidade das áreas queimadas nas UCs em Santa Catarina também pode ser influenciada pelas condições climáticas, particularmente pelos períodos de seca. Analisando a Figura 7, que representa a evolução da seca ao longo dos anos de 2000 a 2022 em Santa Catarina, é possível observar que o estado passou por episódios significativos de seca que coincidem com anos de grandes áreas queimadas, como os registrados em 2003 e 2020. Da mesma forma, os anos com menor área queimada, como 2013, 2014 e 2015, coincidem com períodos de maior umidade (Figura 9).

Figura 9: Correlação entre área total queimada anualmente nas Unidades de Conservação de Santa Catarina e o Índice de seca no estado de Santa Catarina no período de 2000 a 2022.



Fonte: Elaborado com base nos dados do Índice de Seca de Palmer.

Fernandes et al. (2021) discutem os impactos das secas na região sul do Brasil entre os anos de 1998 a 2020, e segundo os autores, os eventos de secas mais severos e intensos ocorreram entre os anos de 2012, 2013, 2019 e 2020 no estado de Santa Catarina. Esses períodos de seca severa podem contribuir para o aumento do risco de incêndios, criando condições propícias para a propagação rápida do fogo, corroborando com os dados encontrados na Figura 9, que demonstram que em 2019 e 2020 foram os anos de maior área queimada em Santa Catarina.

Apesar da forte correlação entre os fatores climáticos, como o índice de seca, e as áreas queimadas, alguns anos apresentaram discordâncias. Por exemplo, em 2006 e 2007, períodos de grande seca, não foram os anos com a maior extensão de queimadas, apesar de terem resultado em áreas significativas de queimada. Da mesma forma, entre 2015 e 2018, apesar das condições de umidade elevada, ainda ocorreram incêndios, evidenciando a influência de outros fatores além do clima na ocorrência de queimadas. Esse ponto é reforçado por Torres et al. (2020), que destacam como as características de um incêndio são moldadas pela interação entre vegetação, clima, topografia e atividades humanas.

Torres et al. (2016), utilizando dados de UCs federais no Brasil no período de 2008 a 2012 identificou que as principais causas de incêndios florestais “diversos” chegou ao maior percentual (37%), seguido por “queima para limpeza”, com 27% de apontamentos, enquanto “incendiários” foi relatado em 25%, já “operações florestais” chegou a 6%, “raios” com 2%, e “fogos de recreação”, com 1% dos casos. O resultado demonstrou que fenômenos antrópicos têm grande impacto nas ocorrências de incêndio.

Além disso, Soares e Santos (2002) destacaram que os incêndios criminosos podem ocorrer ao longo de todo o ano, independente das condições meteorológicas, porém, tendem a impactar áreas mais extensas durante a estação seca. Incêndios de origem desconhecida ou criminosos também são uma realidade em países com ambientes distintos do Brasil. No Parque Nacional Boêmia Suíça (BSNP), situado na República Tcheca, 83% dos incêndios são atribuídos a causas desconhecidas (ADÁMEK et al., 2015). No sul da França, incêndios causados por atos criminosos representam 42% das ocorrências em áreas maiores que 100 hectares, incluindo

piromaníacos, caçadores e pescadores, seguidos por causa desconhecida (30%) e negligência (20%) (GANTEAUME; JAPPIOT, 2013).

Portanto, é interessante a promoção de ações de educação ambiental, além disso, intensificar a vigilância, especialmente durante os períodos críticos de incêndios (TEBALDI et al., 2013), como os meses de agosto e setembro, que apresentam maior incidência de incêndios em Santa Catarina. Para Soares e Santos (2002), o conhecimento dos meses com maior incidência de incêndios é extremamente importante, pois possibilita o planejamento de medidas preventivas mais eficazes.

Além disso, a prevenção de incêndios é não apenas mais viável operacional e economicamente do que o combate direto (SOARES; SANTOS, 2002), mas também fundamental para evitar custos elevados associados à montagem de operações de combate e à extinção do incêndio em si. Também é importante considerar as perdas econômicas significativas devido à destruição de recursos florestais (JOLLY et al., 2015).

## **7. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A variação espaço-temporal das áreas queimadas nas UCs de Santa Catarina evidencia a influência de fatores climáticos e também das práticas humanas, especialmente nas áreas agropastoris, no regime de incêndios. A persistência dessas práticas ao longo dos anos destaca a necessidade de políticas de manejo e prevenção mais eficazes, integrando a gestão do uso da terra com a conservação ambiental.

Os resultados indicam que as UCPI apresentaram uma maior área queimada ao longo do período analisado, destacando o PNSJ como a UC que registrou uma maior área queimada quando comparada às demais UCs estudadas. Por outro lado, embora as UCUS tenham apresentado uma área menor queimada, essa área tem crescido, especialmente nos últimos anos analisados, de 2019 a 2022. Isso pode ser atribuído ao aumento na criação dessas UCs, onde há uma maior presença humana e a exploração sustentável dos recursos, o que pode contribuir para a frequência elevada de queimadas, como observado na APABF.

Esses dados reforçam a importância de planos de manejo detalhados, conforme exigido pelo Art. 27 da Lei 9.985, de 19 de julho de 2000, que estabelecem o

zoneamento e as normas para o uso das áreas e o manejo dos recursos naturais, bem como de equipes em número suficiente para atender a todo o território das UCs, de forma a garantir sua adequada proteção e monitoramento.

A análise do mapa de uso e cobertura da terra das UCs afetadas por queimadas em Santa Catarina revelou que formações campestre, mosaico de agricultura e pastagem, pastagem e agricultura são as áreas mais sujeitas ao fogo. Esses resultados corroboram estudos anteriores que identificaram que a utilização de técnicas inadequadas de queima para preparo da terra e renovação de pastagens estão entre as principais causas de incêndios florestais. Em contrapartida, florestas plantadas, formações florestais e áreas de restinga mostraram-se menos vulneráveis, possivelmente por contarem com manejo especializado e condições ambientais que reduzem o risco de incêndios e sua capacidade de se alastrar pelos ambientes.

Além das práticas humanas, a variabilidade das áreas queimadas nas UCs de Santa Catarina também pode ser influenciada pelas condições climáticas, particularmente pelos períodos de seca. Portanto, o monitoramento climático contínuo e a implementação de estratégias de adaptação às mudanças climáticas são indispensáveis para reduzir o risco de incêndios. Além disso, é importante intensificar a vigilância das UCs durante os períodos críticos de incêndios, como nos meses de agosto e setembro, quando Santa Catarina enfrenta maior incidência desses eventos. O planejamento de medidas preventivas são tanto operacionalmente quanto economicamente mais viáveis, além de direcionar ações prioritárias de monitoramento e controle de queimadas, sendo essas medidas importantes para minimizar os impactos ambientais e preservar a biodiversidade local.

A plataforma MapBiomias Fogo, Coleção 3, foi essencial neste estudo, fornecendo dados detalhados sobre as cicatrizes de fogo no Brasil de 2000 a 2022. A integração desses dados com as classes de uso e cobertura da terra da Coleção 8 do MapBiomias permitiu uma análise abrangente da dinâmica de ocupação do solo em resposta às queimadas. Além disso, os dados da plataforma são públicos, gratuitos e de boa acurácia, facilitando análises detalhadas em diversos mapas disponibilizados pelo projeto.

Espera-se que os resultados apresentados possam servir como base para a criação de medidas integradas de monitoramento e manejo do fogo, políticas públicas eficientes e maior envolvimento das comunidades locais, visando minimizar os impactos ambientais e preservar a biodiversidade do estado. Estas ações são fundamentais para garantir que as UCs cumpram o seu papel na conservação da biodiversidade e no desenvolvimento sustentável da região. Estudos futuros poderão focar especificamente nos incêndios na APABF, uma vez que há escassez de dados sobre o tema nesta UC, apesar de ser a que registra maior frequência de queimadas.

## REFERÊNCIAS

- ADÁMEK, M.; BOBEK, P.; HADINCOVÁ, V.; WILD, J.; KOPECKÝ, M. Forest fires within a temperate landscape: a decadal and millennial perspective from a sandstone region in Central Europe. *Forest Ecology and Management*, v. 336, p. 81-90, 2015.
- ADENEY, J. M.; CHRISTENSEN, N. L.; PIMM, S. L. Reserves protect against deforestation fires in the Amazon. *PLoS one*, v. 4, n. 4, p. e5014, 2009.
- ALCAÑIZ, M.; OUTEIRO, L.; FRANCOS, M.; FARGUELL, J.; ÚBEDA, X. Long-term dynamics of soil chemical properties after a prescribed fire in a Mediterranean forest (Montgrí Massif, Catalonia, Spain). *Science of the Total Environment*, v. 572, p. 1329-1335, 2016.
- ALVARADO, S. T.; FORNAZARI, T.; CÓSTOLA, A.; MORELLATO, L. P. C.; SILVA, T. S. F. Drivers of fire occurrence in a mountainous Brazilian cerrado savanna: Tracking long-term fire regimes using remote sensing. *Ecological Indicators*, v. 78, p. 270–281, 2017.
- ALVES, D. B.; PÉREZ-CABELLO, F. Multiple remote sensing data sources to assess spatio-temporal patterns of fire incidence over Campos Amazônicos Savanna Vegetation Enclave (Brazilian Amazon). *Science of The Total Environment*, v. 601–602, p. 142–158, 2017.
- ALVES, D. B.; PÉREZ-CABELLO, F.; RODRIGUES MIMBRERO, M.; FEBRER-MARTÍNEZ, M. Accuracy assessment of the latest generations of MODIS burned area products for mapping fire scars on a regional scale over Campo Amazônicos Savanna Enclave (Brazilian Amazon). *Journal of Applied Remote Sensing*, v. 12, n. 2, p. 1–21, 2018.
- ANDREAE, M.; ROSENFELD, D.; ARTAXO, P.; COSTA, A.; FRANK, G.; LONGO, K. M.; SILVA DIAS, M. A. F. Smoking rain clouds over the Amazon. *Science*, v. 303, p. 1342-1345, 2004.
- ARAKI, E. K.; OMENA, M. T. R. N.; SANTOS, P. S.; TANIWAKI, M. H.; SCHIMALSKI, M. B. Zoneamento do risco de incêndio florestal para o Parque Nacional de São Joaquim – SC. *Biodiversidade Brasileira*, v. 6, n. 2, p. 173-186, 2016.
- ARGIBAY, D. S.; SPARACINO, J.; ESPINDOLA, G. M. A long-term assessment of fire regimes in a Brazilian ecotone between seasonally dry tropical forests and savannah. *Ecological Indicators*, v. 113, p. 1-13, 2020.
- BACKES, A. Distribuição geográfica atual da floresta com araucária: condicionamento climático. In: Fonseca, C.R.D.; Souza, A.F.; Leal-Zanchet, A.M.; Dutra, T.L.; Backes, A. & Ganade G. (orgs.). Floresta com araucária: ecologia, conservação e desenvolvimento sustentável. Holos, Ribeirão Preto. Pp. 39-44. 2009.

BARLOW J.; PARRY L.; GARDNER T.A.; FERREIRA J.; ARAGÃO L.E.O.C.; CARMENTA R. et al. The critical importance of considering fire in REDD+ programs. *Biological Conservation*, v. 154, p. 1- 8, 2012a. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2012.03.034>. Acesso: 19/06/2024.

BARLOW, J. et al. Wildfires in bamboo-dominated Amazonian Forest: impacts on above-ground biomass and biodiversity. *PloSone*, v. 7, n. 3, p. e33373, 2012b. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0033373>. Acesso: 19/06/2024.

BERLINCK, C. N.; BATISTA, E. K. L. Good fire, bad fire: it depends on who burns. *Flora*, v. 268, n. December 2019, 2020.

BEZERRA, A. C., SILVA, J. L. B., SILVA, D. A. O., BATISTA, P. H. D., PINHEIRO, L. C., LOPES, P. M. O., MOURA, G. B. A.. Monitoramento Espaço-Temporal da Detecção de Mudanças em Vegetação de Caatinga por Sensoriamento Remoto no Semiárido Brasileiro. *Revista Brasileira de Geografia Física [online]* 13. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v13.1.p286-301>. Acesso em: 16/05/2023.

BORGES T.S.; FIEDLER N.C.; SANTOS A.R.; LOUREIRO, E.B.; MAFIA, R.G. Desempenho de alguns índices de risco de incêndios em plantios de eucalipto no norte do Espírito Santo. *Floresta e Ambiente*, v. 18, n.2, p.153-159. 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.4322/floram.2011.033>. Acesso: 19/06/2024.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm). Acesso em: 08/07/2024.

BRASIL. Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2006/lei/111428.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/111428.htm). Acesso em: 09/06/2023.

BRASIL. Decreto No 8.375, de 11 de dezembro de 2014. Define a política agrícola para florestas plantadas. Brasília: Presidência da República, 2014. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2014/decreto/d8375.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/decreto/d8375.htm). Acesso em: 09/07/2024.

BRASIL. Lei 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: [https://antigo.mma.gov.br/images/arquivos/areas\\_protegidas/snuc/Livro%20SNUC%20PNAP.pdf](https://antigo.mma.gov.br/images/arquivos/areas_protegidas/snuc/Livro%20SNUC%20PNAP.pdf). Acesso em: 02/06/2023.

CANO-CRESPO, A.; OLIVEIRA, P. J. C.; BOIT, A.; CARDOSO, M.; THONICKE, K. Forest edge burning in the Brazilian Amazon promoted by escaping fires from managed pastures. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, v. 120, n. 10, p. 2095–2107, 2015.

CARDOZO, S.; PEREIRA, G.; SHIMABUKURO, Y. E.; MORAES, E. C. Analysis and assessment of the spatial and temporal distribution of burned areas in the Amazon Forest. *Remote Sensing*, n. 6, p. 8002–8025, 2014.

CASTILHO, P. V.; OMENA, M. T. R. N.; TANIWAKI, M. H. Parque Nacional de São Joaquim: Portal do Conhecimento. Santarém: Editora Santarém. 95 p. 2014.

CERTINI, G. Effects of fire on properties of forest soils: A review. *Oecologia*, v. 143, n. 1, p. 1–10, 2005.

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

CNUC. Relatório Parametrizado de Unidade(s) de Conservação. 2024. Disponível em: [https://cnuccmma.gov.br/relatorio\\_ucs](https://cnuccmma.gov.br/relatorio_ucs). Acesso em: 03/06/2023.

DRUMMOND, J. A.; FRANCO, J. L. de A.; OLIVEIRA, D. Uma análise sobre a história e a situação das Unidades de Conservação no Brasil. Brasília: s.n., 2010. Disponível em: [https://www.academia.edu/9228513/Uma\\_análise\\_sobre\\_a\\_história\\_e\\_a\\_situação\\_das\\_unidades\\_de\\_conservação\\_no\\_Brasil](https://www.academia.edu/9228513/Uma_análise_sobre_a_história_e_a_situação_das_unidades_de_conservação_no_Brasil). Acesso em: 02/06/2023.

COMUNELLO, É; GARCIA, R. A.; FLUMIGNAN, D. L.; FIETZ, C. R.. Artigo - El Niño na agricultura: Estratégias para enfrentar um velho conhecido. 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/83430323/artigo---el-nino-na-agricultura-estrategias-para-enfrentar-um-velho-conhecido>. Acesso em: 19 jun. 2024.

CPTEC. Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. 2011. Disponível em: <http://www.cptec.inpe.br/>. Acesso em: 18/06/2024.

DOUROJEANNI, M. J.; PÁDUA, M. T. J. Biodiversidade. A hora decisiva. Curitiba: UFPR. 308 p. 2001.

DUDLEY, Nigel. (Editor). Guidelines for Applying Protected Area Management Categories. Gland, Switzerland: IUCN, 2008.

DURIGAN, G.; RATTER, J. A. The need for a consistent fire policy for Cerrado conservation. *Journal of Applied Ecology*, v. 53, n. 1, p. 11–15, 2016.

FALKENBERG, B. D. Aspectos da flora e da vegetação secundária da restinga de Santa Catarina, sul do Brasil. *Insula*, v. 28, p. 1-30, 1999.

FARIAS, J.; OMENA, M. T. R. N. de; FIGUEIREDO, A. L. C. B.; LIESENBERG, V.; SCHIMALSKE, M. B. Zoneamento de Risco de Incêndios Florestais em Áreas Naturais Protegidas: o Parque Nacional de São Joaquim/SC, Brasil. *Biodiversidade Brasileira*, v. 12, n. 1, p. 318-327, 2022. DOI: 10.37002/biobrasil.v12i1.2022.

FATMA - Fundação do Meio Ambiente de Santa Catarina. Plano de Manejo do Parque Estadual das Araucárias, 2004.

FERNANDES, C. R. Floresta Atlântica: Reserva da Biosfera. 20 ed. Curitiba: Tempo Integral, 2003.

FERNANDES, Valesca Rodriguez et al. Secas e os impactos na região sul do Brasil. Revista Brasileira de Climatologia, [S.l.], v. 28, 27 maio 2021. ISSN 2237-8642 (Eletrônica). 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v28i0.74717>. 10/07/2024.

FERRAZ, S.F.B.; VETTORAZI, C.A.. Mapeamento de risco de incêndios florestais por meio de Sistema de Informações Geográficas (SIG). Scientia Forestalis, 53: 39-48, 1998.

FIDELIS, A.; ALVARADO, S.; BARRADAS, A.; PIVELLO, V. The Year 2017: Megafires and Management in the Cerrado. Fire, v. 1, n. 3, p. 49, 2018.

FRANCO, M. G.; MUNDO, I. A.; VEBLEN, T. T. Field-validated burn-severity mapping in north Patagonian forests. Remote Sensing, v. 12. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/rs12020214>. Acesso em: 19/06/2024.

FUNCATE. Fundação de Ciências, Aplicações e Tecnologias Espaciais. Mapa de vegetação nativa nas áreas de aplicação da Lei nº 11.428/2006 - Lei da Mata Atlântica, ano base 2009. São José dos Campos: FUNCATE, 2015.

GANTEAUME, A.; JAPPIOT, M. What causes large fires in Southern France. Forest Ecology and Management, v. 294, n. 2013, p. 76-85, 2013.

GELDMANN, J.; BARNES, M.; COAD, L.; CRAIGIE, I. D.; HOCKINGS, M.; & BURGESS, N. D. Effectiveness of terrestrial protected areas in reducing habitat loss and population declines. Biological Conservation, 161, 230-238. 2013.

GRANEMANN, D. C.; CARNEIRO, G. L. Monitoramento de Focos de Incêndio e Áreas Queimadas com a Utilização de Imagens de Sensoriamento Remoto. Revista de Engenharia e Tecnologia, v. 1, n. 1, p. 55-62, 2009.

HOFFMANN, W. A.; MOREIRA, A. G. The role of fire in population dynamics of woody plants. In: OLIVEIRA, P. S.; MARQUIS, R. . (Ed.). The Cerrados of Brazil: Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna. New York, EUA: Columbia University Press, 2002.

IBAMA. Uso do Fogo. Queima Controlada, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br/hotsites/pantanalsemincendios/queima-controlada>. Acesso em: 08/07/2024.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual técnico da vegetação brasileira. Rio de Janeiro, 92p. (Manuais Técnicos em Geociências, 1), 1992.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. BDIA - Banco de Dados e Informações Ambientais. 2024. Disponível em: <https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/consulta/pesquisa>. Acesso em: 22/05/2024.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades e Estados. 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sc.html>. Acesso em: 22/05/2024.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Geociências. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html>. Acesso em: 20/04/2023.

ICMBIO. Plano de Manejo - Área de Proteção Ambiental da Baleia Franca. Disponível em: [https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/unidade-de-conservacao/unidades-de-biomas/marinho/lista-de-ucs/apa-da-baleia-franca/arquivos/plano\\_de\\_manejo\\_apa\\_da\\_baleia\\_franca.pdf](https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/unidade-de-conservacao/unidades-de-biomas/marinho/lista-de-ucs/apa-da-baleia-franca/arquivos/plano_de_manejo_apa_da_baleia_franca.pdf). Acesso em: 14/07/2024.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Perguntas Frequentes. 2023. Disponível em: <http://pindara.cptec.inpe.br/qmanova/faq.inicio.logic>. Acesso em: 25/08/2023.

IRLAND, L. C. Extreme value analysis of forest fires from New York to Nova Scotia, 1950-2010. *Forest Ecology and Management*, v. 294, n. 2013, p. 150-157, 2013.

JOLLY, W. M.; COCHRANE, M. A.; FREEBORN, P. H.; HOLDEN, Z. A.; BROWN, T. J.; WILLIAMSON, G. J.; BOWMAN, D. M. J. S. Climate-induced variations in global wildfire danger from 1979 to 2013. *Nature Communications*, London, v. 6, p. 7537, 2015.

JUFFE-BIGNOLI, D.; BURGESS, N.D.; BINGHAM, H.; BELLE, E.M.S.; DE LIMA, M.G.; DEGUIGNET, M.; BERTZKY, B.; MILAM, A.N.; MARTINEZ-LOPEZ, J.; LEWIS, E.; EASSOM, A.; WICANDER, S.; GELDMANN, J.; VAN SOESBERGEN, A.; ARNELL, A.P.; O'CONNOR, B.; PARK, S.; SHI, Y.N.; DANKS, F.S.; MACSHARRY, B.; KINGSTON, N. *Protected Planet Report 2014*. Cambridge: UNEP-WCMC, 2014.

KEY, C. H.; BENSON, N. C. Landscape Assessment (LA). In: LUTES, D. C.; KEANE, R. E.; CARATI, J. F.; KEY, C. H.; BENSON, N. C.; GANGI, L. J. (Eds.). *FIREMON: Fire Effects Monitoring and Inventory System*. USDA Forest Service, Rocky Mountains Research Station General, Technical Report RMRS-GTR-164-CD, p. LA-1–55. Fort Collins, CO. 2006.

KLEIN, R. M. Árvores nativas da Floresta Subtropical do Alto Uruguai. *Sellowia*, v. 24, p. 9-62, 1972.

KLEIN, R. M. Mapa fitogeográfico de Santa Catarina. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1978.

KOEHLER, A. Floresta Ombrófila Densa Altomontana: aspectos florísticos e estruturais do componente arbóreo em diferentes trechos da Serra do Mar, PR. 2001. 89 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2001.

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*, Curitiba, v. 41, n. 3, p. 551-562, 2011.

LEITE, P.F.; KLEIN, R.M. Vegetação. In *Geografia do Brasil: Região Sul*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, v. 2, p.113-150, 1990.

LEVINE, J. S.; COFER, W. R.; CAHOON, D. J.; WINSTEAD, E. L. Biomass burning - a driver for global change. *Environmental Science & Technology*, v. 29, n. 3, p. 120–125, 1995.

LIBONATI, R.; DACAMARA, C.C.; SETZER, A.W.; MORELLI, F.; MELCHIORI, A.E. An Algorithm for Burned Area Detection in the Brazilian Cerrado Using 4 m MODIS Imagery. *Remote Sensing*, v. 7, p. 15782-15803, 2015.

LOMBARDI, R. J. R. Estudo da recorrência de queimadas e permanência de cicatrizes do fogo em áreas selecionadas do cerrado brasileiro, utilizando imagens TM/LANDSAT. 2003. 172 f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2003.

LOTUFO, J. B. S., MACHADO, N. G., TAQUES, L. M., MÜTZENBERG, D. M. S., NETO, N.L., BIUDES, M. S.. Índices Espectrais e Temperatura de Superfície em Áreas Queimadas no Parque Estadual do Araguaia em Mato Grosso. *Revista Brasileira de Geografia Física* [online] 13. 2020. Disponível: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v13.2.p648-663>. Acesso: 19/06/2024.

MAGALHÃES, S. R. de; LIMA, G. S.; RIBEIRO, G. A. Avaliação dos incêndios florestais ocorridos no Parque Nacional da Serra da Canastra – Minas Gerais. *Cerne*, Lavras, v. 18, n. 1, p. 135–141, 2012.

MAPBIOMAS. Projeto Mapbiomas Brasil. 2023. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/>. Acesso em: 25/06/2024.

MEDEIROS, J.D. Da exploração e conservação da *Araucaria angustifolia*. Florianópolis: Ministério Público Federal. 6 p. 2000.

MENDES, O. R., DANELICHEN, V. H. M., PEREIRA, O. A. Avaliação da temperatura da superfície no Pantanal Mato-grossense por Sensoriamento Remoto. *Revista*

Brasileira de Geografia Física [online] 12. 2019. Disponível: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v12.5.p1784-1793>. Acesso em: 01/06/2023.

MMA. CNUC (Cadastro Nacional de Unidades de Conservação). Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-ecossistemas/areas-protetidas/plataforma-cnuc-1>. Acesso em: 22/05/2024.

MMA. Mapa de Vegetação Nativa na Área de Aplicação da Lei no. 11.428/2006 – Lei da Mata Atlântica (ano base 2009). Disponível em: [https://antigo.mma.gov.br/images/arquivos/biomas/mata\\_atlantica/Relatorio%20Final%20Atualizacao%20do%20Mapa%20de%20cobertura%20vegetal%20nativa%20da%20Mata%20Atlantica%201.pdf](https://antigo.mma.gov.br/images/arquivos/biomas/mata_atlantica/Relatorio%20Final%20Atualizacao%20do%20Mapa%20de%20cobertura%20vegetal%20nativa%20da%20Mata%20Atlantica%201.pdf). Acesso em: 03/06/2023.

MMA. Mata Atlântica. 2015. Disponível em: [https://antigo.mma.gov.br/biomas/mata-atlantica\\_emdesenvolvimento.html#:~:text=As%20florestas%20e%20demais%20ecossistemas,óleos%20e%20remédios%3B%20além%20de](https://antigo.mma.gov.br/biomas/mata-atlantica_emdesenvolvimento.html#:~:text=As%20florestas%20e%20demais%20ecossistemas,óleos%20e%20remédios%3B%20além%20de). Acesso em: 03/06/2023.

MMA. Painel de Unidades de Conservação Brasileiras, 2024. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiMGNmMGY3NGMtNWZlOC00ZmRmLWExZWltNTNiNDhkZDg0MmY4IiwidCI6IjM5NTdhMzY3LTZkMzgtNGMxZi1hNGJhLTMzZThmM2M1NTBINyJ9&pageName=ReportSection0a112a2a9e0cf52a827>. Acesso em: 22/05/2024.

MMA. SNUC (Sistema Nacional de Unidades de Conservação). 2000. MMA, SNUC, Brasília. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/areas-protetidas/unidades-de-conservacao/sistema-nacional-de-ucs-snuc.html>. Acesso em: 02/06/2023.

MMA. Unidades de Conservação por Bioma. Disponível em [https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/areas-protetidas-ecoturismo/plataforma-cnuc-1/CNUC\\_FEV20C\\_Bio.pdf](https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/areas-protetidas-ecoturismo/plataforma-cnuc-1/CNUC_FEV20C_Bio.pdf). Acesso em: 02/06/2023.

MESQUITA, C. A. B.; VIEIRA, M. C. W. (ORG.). RPPN – Reserva particular do patrimônio natural da mata atlântica. São Paulo: Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, 2004.

MORAES, E. C.; FRANCHITO, S. H.; BRAHMANANDA RAO, V. Evaluation of surface air temperature change due to the greenhouse gases increase with a statistical-dynamical model, *Journal of Geophysical Research*, v. 110, n. D24109, p. 1-8, 2005.

MOREIRA, A. G. Effects of fire protection on savanna structure in central Brazil. *Journal of Biogeography*, v. 27, n. 4, p. 1021–1029, 2000.

MORELLATO, L. P. C.; HADDAD, C. F. B. Introduction: The Brazilian Atlantic Forest. *Biotropica*, v. 32, n. 4b, p. 786–792, 2000.

NASCIMENTO, A.R.T.; LONGHI, S.J. & BRENA, D.A. Estrutura e padrões de distribuição espacial de espécies arbóreas em uma amostra de Floresta Ombrófila Mista em Nova Prata, RS. *Ciência Florestal* 11: 105-119. 2001.

NEPSTAD, D.; CARVALHO, G.; BARROS, A. C.; ALENCAR, A.; CAPOBIANCO, J. P.; BISHOP, J.; MOUTINHO, P.; LEFEBVRE, P.; SILVA JR., U. L.; PRINS, E. Road paving, fire regime feedbacks , and the future of Amazon forests. *Forest Ecology and Management*, v. 154, p. 397–407, 2001.

NIMER, E. *Climatologia do Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE. 422p, 1979.

PEREIRA, Paula Moraes. *Unidades de Conservação das zonas costeira e marinha do Brasil*. 1999.

PEREIRA, A. A. et al. VALIDAÇÃO DE FOCOS DE CALOR UTILIZADOS NO MONITORAMENTO ORBITAL 335 DE QUEIMADAS POR MEIO DE IMAGENS TM. *CERNE*, v. 18, n. 2, p.335-343, 2012.

PÉREZ-CABELLO, F.; ECHEVERRÍA, M. T.; IBARRA, P.; DE LA RIVA, J. Effects of Fire on Vegetation, Soil and Hydrogeomorphological Behavior in Mediterranean Ecosystems. In: CHUVIECO, E. (Ed.). *Earth Observation of Wildland Fires in Mediterranean Ecosystems*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. p. 111–128. 2009.

PROJETO MAPBIOMAS – Coleção 3 do MapBiomas Fogo. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/metodo-mapbiomas-fogo/>. Acesso em: 25/06/2024.

PROJETO MAPBIOMAS – Coleção 8 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/metodo-mapbiomas-solo/>. Acesso em: 25/06/2024.

QGIS Development Team, 2024. *QGIS Geographic Information System Developers Manual*. Open Source Geospatial Foundation Project. Disponível em: [http://www.qgis.org/wiki/Developers\\_Manual](http://www.qgis.org/wiki/Developers_Manual).

RBMA - Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. Revisão Periódica (2008 - 2018) e Atualização dos Limites e Zoneamento da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica - FASE 7. 2018. Disponível em: <https://rbma.org.br/n/as-fases-da-rbma/>. Acesso em: 22/05/2024.

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

SAMPAIO, M.B. & GUARINO, E.S.G. Efeitos do pastoreio de bovinos na estrutura populacional de plantas em fragmentos de floresta ombrófila mista. *Revista Árvore* 31: 1035-1046. 2007.

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*, Curitiba, v. 36, n. 1, p. 93–100, 2006.

SEGER, C. D.; BATISTA, A. C.; TETTO, A. F.; SOARES, R. V.; BIONDI, D. Caracterização do material combustível fino da estepe gramíneo-lenhosa no estado do Paraná, Brasil. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 28, n. 2, p. 863–874, 2018.

SHIMABUKURO, Y. E., DUTRA, A. C., ARAI, E., DUARTE, V., CASSOL, H. L. G., PEREIRA, G., CARDOZO, F. S.. Mapping Burned Areas of Mato Grosso State Brazilian Amazon Using Multisensor Datasets. *Remote Sensing* [online] 12. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/rs12223827>. Acesso em: 14/05/2023.

SCHMIDT, I. B.; MOURA, L. C.; FERREIRA, M. C.; ELOY, L.; SAMPAIO, A. B.; DIAS, P. A.; BERLINCK, C. N. Fire management in the Brazilian savanna: First steps and the way forward. *Journal of Applied Ecology*, n. October 2017, p. 1–8, 2018.

SILVA, J.; SOUZA, T.. Terreno acidentado e sua relação com a eficácia do combate a incêndios florestais. *Revista da Floresta*, 28(1), pp. 23-30. 2019.

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

SOARES, R. V.; BATISTA, A. C.; TETTO, A. F. Incêndios florestais: controle, efeitos e uso do fogo. 2. ed. Curitiba: Editores independentes, 2017.

STRAND, J.; SOARES-FILHO, B.; COSTA, M.H.; OLIVEIRA, U.; CARVALHO, S.; TOMAN, M. Spatially explicit valuation of the Brazilian Amazon Forest's Ecosystem Services. *Nature Sustainability*, 1, 657–664. 2018.

TANSEY, K., J.-M. GRE´GOIRE, P. DEFOURNY, R. LEIGH, J.-F. PEKEL, E. VAN BOGAERT, AND E. BARTHOLOME´ (2008), A new, global, multi-annual (2000 – 2007) burnt area product at 1 km resolution, *Geophys. Res. Lett.*, 35, L01401, doi:10.1029/2007GL031567. 2008.

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*, Seropédica, v. 20, n. 4, p. 538–549, 2013.

THOMAS, W. W.; CARVALHO, A. M. V. DE; AMORIM, A. M. A.; GARRISON, J.; ARBELAEZ, A. L. Plant endemism in two forests in southern Bahia, Brazil. *Biodiversity and Conservation*, v. 7, n. 3, p. 311–322, 1998.

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

TORRES, F.T.P.; ROQUE, M.P.B.; LIMA, G.S.; MARTINS, S.V.; FARIA, A.L.L. Mapeamento do Risco de Incêndios Florestais Utilizando Técnicas de Geoprocessamento. *Floresta e Ambiente*, v.24, p.1-7. 2017.

TORRES, F. T. P. et al. Manual de Prevenção e Combate de Incêndios Florestais. Universidade Federal de Viçosa, 2020.

VAN DER WERF, G. R.; GIGLIO, L.; RANDERSON, J. T.; KASIBHATLA, P. S.; COLLATZ, G. J.; MORTON, D. C.; DEFRIES, R. S. Assessing variability and long-term trends in burned area by merging multiple satellite fire products. *Biogeosciences*, v. 7, p. 1171–1186, 2010.

VIBRANS, A.C.; SEVEGNANI, L.; UHLMANN, A.; SCHORN, L.A.; SOBRAL, M.; GASPER, A.L.; LINGNER, D.V.; BROGNI, E.; KLEMZ, G.; GODOY, M.B. & VERDI, M. Structure of mixed ombrophylous forests with *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae) under external stress in Southern Brazil. *Revista de Biologia Tropical* 59: 1371-1387. 2011.

VIBRANS, A.C.; GASPER, A.L. DE; UHLMANN, A.; SEVEGNANI, L. & MEYER, L.. Grupos florísticos da Floresta Estacional Decidual em Santa Catarina. In: Vibrans, A.C.; Sevegnani, L.; Gasper, A.L. & Lingner, D.V. (eds.). Inventário florístico florestal de Santa Catarina. Vol. II. Floresta Estacional Decidual. Edifurb, Blumenau. Pp. 125-136. 2012.

WAECHTER, J.L. Aspectos ecológicos da vegetação de restinga no Rio Grande do Sul, Brasil. *Comunicações do Museu de Ciências da PUCRS, Série Botânica*, v. 33, p. 49-68, 1985.

WAECHTER, J. L. Comunidades vegetais das restingas do Rio Grande do Sul. In: ACIESP (org.). *Anais do 2o Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira*. v. 3. p. 228-248, 1990.

WANG, H.H.; WONKKA, C.L.; GRANT, W.E.; ROGERS, W.E.. Range expansion of invasive shrubs: implication for crown fire risk in forestlands of the southern USA. *The open-access journal plants sciences*. 2015. Disponível em: [www.aobplants.oxfordjournals.org](http://www.aobplants.oxfordjournals.org). Acesso em 22/05/2020.

YANG J, HEALY HS, SHIFLEY SR, GUSTAFSON EJ. Spatial patterns of modern period human-caused fire occurrence in the Missouri Ozark Highlands. *Forest Science*; 53(1): 1-15. 2007.