



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE

INGRIDE NATANE MIGUEL SANTOS

**POTENCIALIDADE DA UTILIZAÇÃO DE LIQUENS COMO BIOINDICADORES
DO HISTÓRICO DE INCÊNDIOS NO PARQUE NACIONAL SERRA DE
ITABAIANA/SE**

São Cristóvão-SE

Janeiro/2022

INGRIDE NATANE MIGUEL SANTOS

**POTENCIALIDADE DA UTILIZAÇÃO DE LIQUENS COMO BIOINDICADORES
DO HISTÓRICO DE INCÊNDIOS NO PARQUE NACIONAL SERRA DE
ITABAIANA/SE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Sergipe – PRODEMA/UFS – para a obtenção do Título de Mestra em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Área de concentração: Dinâmica e Avaliação Ambiental.

Orientação: Prof^a. Dr^a. Rosemeri Melo e Souza.

Coorientação: Prof^a. Dr^a. Larissa Monteiro Rafael.

São Cristóvão-SE

Janeiro/2022

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

S237 Santos, Ingride Natane Miguel.
p Potencialidade de utilização de líquens como bioindicadores do
histórico de incêndios no Parque Nacional Serra de Itabaiana/SE /
Ingride Natane Miguel Santos; orientadora Rosemeri Melo e Souza.
– São Cristóvão, SE, 2022.
93 f.; il.

Dissertação (mestrado em Desenvolvimento e meio ambiente) –
Universidade Federal de Sergipe, 2022.

1. Líquens. 2. Incêndios florestais. 3. Indicadores biológicos. 4.
Savanas. 5. Geologia ambiental. I. Souza, Rosemeri Melo e, orient. II.
Parque Nacional Serra de Itabaiana - Sergipe. III. Título.

CDU 630*43

INGRIDE NATANE MIGUEL SANTOS

**POTENCIALIDADE DA UTILIZAÇÃO DE LIQUENS COMO BIOINDICADORES
DO HISTÓRICO DE INCÊNDIOS NO PARQUE NACIONAL SERRA DE
ITABAIANA/SE**

Aprovada em: 31/01/2022

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Sergipe – PRODEMA/UFS – como requisito para a obtenção do título de Mestra em Desenvolvimento e Meio Ambiente submetido à apreciação da seguinte Banca Examinadora.

Banca Examinadora



Rosemeri Melo e Souza (DEAM e PRODEMA/UFS)
Orientadora



Larissa Monteiro Rafael (DGEI e PPGCN)
Coorientadora



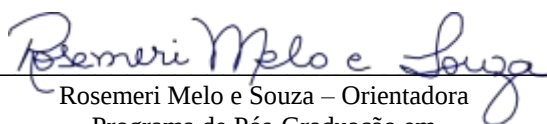
Heloísa Thaís Rodrigues de Souza (FANESE)
Avaliadora Externa


Prof. Dr. Jailton de Jesus Costa

Jailton de Jesus Costa (PRODEMA/UFS)
Avaliador Interno

DECLARAÇÃO DE VERSÃO FINAL

Este exemplar corresponde à versão da Dissertação de Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente, concluído no Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA) da Universidade Federal de Sergipe (UFS).



Rosemeri Melo e Souza – Orientadora
Programa de Pós-Graduação em
Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA
Universidade Federal de Sergipe – UFS



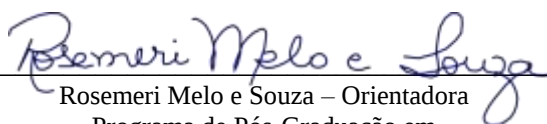
Larissa Monteiro Rafael – Coorientadora
Programa de Pós-Graduação em
Ciências Naturais – PPGCN
Universidade Federal de Sergipe – UFS

CESSÃO DE DIREITOS

É concedido ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA) da Universidade Federal de Sergipe (UFS) responsável pelo Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente permissão para disponibilizar, reproduzir cópia desta Dissertação e emprestar ou vender tais cópias.



Ingrid Natane Miguel Santos
Programa de Pós-Graduação em
Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA
Universidade Federal de Sergipe – UFS



Rosemeri Melo e Souza – Orientadora
Programa de Pós-Graduação em
Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA
Universidade Federal de Sergipe – UFS



Larissa Monteiro Rafael – Coorientadora
Programa de Pós-Graduação em
Ciências Naturais – PPGCN
Universidade Federal de Sergipe – UFS

À minha avó materna Maria Joelina (*in memoriam*), que sempre cuidou de mim e torceu para que eu pudesse conquistar todos os meus sonhos. Não está presente em vida nas minhas conquistas mais importantes, mas sei que olha por mim e continua a torcer para que eu conquiste o mundo. À minha mãe Josefa e ao meu pai Jailton, que são meus alicerces, nunca desistiram de mim, colocam muita fé em tudo o que faço e decolam comigo em todos os meus voos, sonhos e conquistas. Eu os amo mais que tudo nesta vida.

AGRADECIMENTOS

Durante todo o percurso dessa caminhada para finalização desta pesquisa, passei por várias experiências, conheci pessoas mesmo que de forma virtual, pois esses dois anos de mestrado foram realizados diante de uma pandemia.

Agradeço imensamente a Deus pela vida, saúde e força para alcançar meus objetivos e continuar caminhando diante de tantas batalhas.

Agradeço aos meus pais por todo ensinamento, força e apoio em tudo o que faço e pelo incentivo para eu continuar estudando e por sempre intensificarem os valores humanos: honestidade, humanidade e integridade.

Considero-me uma pessoa de muita sorte por ter sido orientada por uma mulher inteligente, compreensiva, sensível e sobretudo muito humana, sempre muito paciente. A minha gratidão à professora Rosemeri Melo e Souza é imensurável. Muito obrigada por me receber de braços abertos.

Outra sorte que tenho é desde a graduação em Geografia, tendo como orientadora e agora no mestrado como coorientadora uma mulher maravilhosa, empática, amiga, sensível, inteligente, compreensiva e sempre muito paciente. Tenho imensa admiração e carinho pela professora Larissa Monteiro Rafael. Muito obrigada por sempre estar de braços abertos.

Agradeço aos meus tios que são como meus pais, Irailde Miguel e João Oliveira, por sempre acreditarem no meu potencial e me ajudarem de todas as formas. À minha tia Romilda eu agradeço por sempre confiar em mim e vibrar com todas as minhas conquistas. Amo muito vocês!

Aos meus primos/irmãos Suellington, Suelen e Ruan, que foram minha válvula de escape dos momentos mais tenebrosos de pandemia e das seleções de mestrado. Vocês são fundamentais na minha vida.

Ao meu namorado Nauan, que esteve comigo desde as minhas primeiras seleções de mestrado que deram errado até a que deu certo, sempre esteve ao meu lado, me incentivando e me apoiando com suas poucas palavras e com seu amor intenso.

Aos professores e coordenadores do PRODEMA por todo ensinamento, paciência e carinho com os alunos. À secretária Luzia por sempre estar disposta a ajudar e responder todas as dúvidas possíveis.

Agradeço aos colegas do BioLanCon, em especial Bartira, que sempre esteve disposta a me ajudar quando eu estava em apuros nos últimos campos. Junto a ela, agradeço a Danilo pela companhia e pelo apoio nessa fase final de mestrado.

A todos os meus amigos que estiveram comigo de forma direta ou indireta: Ane, André, João Pedro, Gleice, Alice, Deysi, Riclaudio. Sei que posso contar com vocês para tudo.

Nessa caminhada tive de aprender muita coisa, e uma das pessoas que me ajudou a caminhar com leveza e atenção, me ensinando a quebrar o gelo e viver o mestrado de forma mais leve, provando para mim que sou capaz de enfrentar todos os obstáculos pensando em alternativas para resolvê-los, foi a minha psicóloga Rafaela.

A pandemia foi um momento de muita solidão, não foram anos fáceis, sobretudo, na questão de fazer o mestrado de forma remota, não tendo o prazer de conhecer minha turma de perto. Mas Deus foi tão maravilhoso que tive o prazer e a sorte de fazer dois amigos na turma que quero levar para o resto da minha vida: Ruana e Ítalo. Tivemos momentos de risos, desespero, publicações e força para lutar, porque não foi fácil.

Aos brigadistas e ao gestor do parque, que contribuíram muito para o desenrolar desta pesquisa.

Às alunas que fazem parte do laboratório de Liquenologia do *Campus* Alberto Carvalho e à professora Dr^a. Marcela Cárceres, que foram essenciais na identificação dos líquens e me ensinaram muito tanto da família que estudei, quanto de outras famílias e espécies.

“O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.”

RESUMO

SANTOS, I. N. M. **POTENCIALIDADE DA UTILIZAÇÃO DE LIQUENS COMO BIOINDICADORES DO HISTÓRICO DE INCÊNDIOS NO PARQUE NACIONAL SERRA DE ITABAIANA/SE.** Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2022.

Os incêndios florestais no Parque Nacional Serra de Itabaiana/SE (PARNASI) ocorrem praticamente todos os anos; esses eventos são decorrentes de ações antrópicas, segundo o plano de manejo do parque, que aponta o turismo, o vandalismo e a agricultura, sendo que esta se destaca devido ao uso e à ocupação da terra. Tais ações impactam na dinâmica da paisagem, sobretudo, na área de pesquisa, a formação savânica (cerrado). A pesquisa teve como principal objetivo identificar o potencial de líquens da família *Cladoniaceae* para bioindicação do histórico de incêndio florestal na unidade de paisagem de formação aberta natural no Parque Nacional Serra de Itabaiana – Sergipe. Buscou-se testar a hipótese do padrão de distribuição dos líquens, principalmente sendo os da família *Cladoniaceae*, podendo mostrar-se como potenciais bioindicadores da ocorrência de incêndios florestais em áreas de formações abertas naturais. Embasa-se em um referencial teórico tratando dos incêndios florestais e dos impactos na dinâmica da paisagem, do líquen da família *Cladoniaceae* como um potencial bioindicador e do processo dinâmico da paisagem do parque em um cenário pós-fogo. Na metodologia, caracteriza-se a área de estudo e se apresentam o método e os procedimentos utilizados na pesquisa. Para análise dos dados, foi feito um levantamento das cicatrizes de incêndios com um recorte temporal de 1985-2020, seguindo metodologia do MapBiomas Fogo, e com a realização da entrevista projetiva com gestor e brigadistas, usando o mapa de localização do PARNASI para localização temporal dos eventos dos incêndios, de modo a validar o papel dos líquens da família *Cladoniaceae* como bioindicador de incêndios no parque. A ocorrência dos líquens da família *Parmeliaceae* na área de ocorrência de incêndios no PARNASI teve um percentual significativo em áreas em que não houve registro de incêndios, corroborando o potencial bioindicador de incêndios florestais no parque e para monitorar as áreas com possíveis perturbações antrópicas. O líquen, sendo um organismo extremamente sensível às alterações ambientais, é capaz de bioindicar tais eventos, de modo que possa recuperar as áreas que foram tomadas pelo fogo.

Palavras-chave: Bioindicador. *Cladoniaceae*. Incêndio florestal. PARNASI.

ABSTRACT

SANTOS, I. N. M. **POTENTIALITY OF THE USE OF LICHENS AS BIOINDICATORS OF THE HISTORY OF FIRES IN THE SERRA DE ITABAIANA/SE NATIONAL PARK.** Dissertation (Master in Development and Environment) – Federal University of Sergipe, São Cristóvão, 2022.

Forest fires in the Serra de Itabaiana/SE National Park (PARNASI) occur practically every year, these events are the result of anthropic actions, according to the park's management plan, tourism, vandalism and agriculture stand out due to the use and land occupation. Such actions impact the dynamics of the landscape, especially in the research area, the savanna formation (cerrado). The main objective of the research was to identify the potential of lichens of the Cladoniaceae family for bioindication of the history of forest fire in the natural open formation landscape unit in the Serra de Itabaiana National Park - Sergipe. We sought to test the hypothesis of the distribution pattern of lichens, mainly those of the Cladoniaceae family, which could be shown as potential bioindicators of the occurrence of forest fires in areas of natural open formations. Based on a theoretical framework dealing with forest fires and the impacts on landscape dynamics, the lichen of the Cladoniaceae family as a potential bioindicator and the dynamic process of the park landscape in a post-fire scenario. In the methodology, it characterizes the study area, presents the method and procedures used in the research. For data analysis, a survey of fire scars was carried out with a temporal cut of 1985-2020 following the methodology of MapBiomass Fogo, and with the accomplishment of the projective interview with manager and brigadistas, using the PARNASI location map for temporal location of events of fires, in order to validate the role of lichens of the Cladoniaceae family as a bioindicator of fires in the park. The occurrence of lichens of the Parmeliaceae family in the area of fire occurrence in PARNASI had a significant percentage, as well as in areas where there was no record of fires, corroborating the bioindicator potential of forest fires in the park and to monitor areas with possible anthropic disturbances. Lichen, being an organism extremely sensitive to environmental changes, is able to bioindicate such events so that it can recover areas that were taken by fire.

Keywords: Bioindicator. *Cladoniaceae*. Forest fire. PARNASI.

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Povoados situados no interior e no entorno do PARNASI e distância em linha reta em relação aos limites da UC.....	22
Tabela 02: Dados de manchas de fogo mensal no Parque Nacional Serra de Itabaiana.....	57
Tabela 03: Dados de pontos de coletas Parque Nacional Serra de Itabaiana.....	73
Tabela 04: Análise da distribuição das Famílias de líquens identificadas em diferentes pontos de coletas no Parque Nacional Serra de Itabaiana.....	74

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Serra do Cajueiro – PARNASI em área de formações abertas naturais.....	20
Figura 02: Classificação dos Serviços Ambientais.....	24
Figura 03: Produtos florestais para geração de renda do país.....	25
Figura 04: Série histórica do total de focos de incêndios ativos detectados pelo MapBiomass Fogo.....	27
Figura 05: Comparativo dos dados do ano corrente com os valores de incêndios florestais máximos, médios e mínimos por meses.....	27
Figura 06: Líquens no Parque Nacional Serra de Itabaiana (PARNASI) com realce para a família <i>Cladoniaceae</i>	29
Figura 07: Mapa de localização no Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe, com ênfase no condicionamento topográfico.....	33
Figura 08: Combate direto com uso de abafadores (Serra Comprida, à direita, em 2009, e à esquerda, em 2015).....	34
Figura 09: Mapa da zona de amortecimentos do Parque Nacional Serra de Itabaiana.....	36
Figura 10: Área Queimada (ha) no PARNASI, entre os anos de 2004 e 2013.....	37
Figura 11: Matriz de degradação baseada em Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2017).....	39
Figura 12: Serra do Cajueiro/SE, vegetação de formações abertas naturais. Área com manchas de incêndio.....	41
Figura 13: Esquema da pesquisa.....	43
Figura 14: Esquema explicativo quanto à abordagem da pesquisa.....	44
Figura 15: Processo de levantamento do histórico de incêndios.....	47
Figura 16: 1 Campo na Serra do Cajueiro; 2 Campo na Serra Comprida.....	49
Figura 17: Malha de 50x50cm utilizada para subparcela.....	50
Figura 18: Mapa de Unidade de Paisagens do Parque Nacional Serra de Itabaiana.....	53
Figura 19: Mapa de frequência de cicatrizes de fogo no Parque Nacional Serra de Itabaiana entre os anos de 1985-2020.....	56
Figura 20: Mapa cicatrizes de Fogo no Parque Nacional Serra de Itabaiana do ano de 2005....	58
Figura 21: Mapa cicatrizes de Fogo no Parque Nacional Serra de Itabaiana do ano de 2016....	60
Figura 22: Mapa de frequência de incêndio florestal no Parque Nacional Serra de Itabaiana e localização de parcelas.....	62
Figura 23: Participante 01 e Participante 02 localizando os locais de incêndios florestais que eles combateram.....	64

Figura 24: Serra do Cajueiro/SE, líquen <i>Parmeliaceae</i> em rocha exposta em parcela Q-0. Área com manchas de incêndio.....	66
Figura 25: Serra do Cajueiro/SE, líquen <i>Parmeliaceae</i> em rocha exposta em parcela Q-35 01. Área com manchas de incêndio.....	67
Figura 26: 1 Serra do Cajueiro/SE, líquen da família <i>Cladoniaceae</i> em rocha exposta em parcela Q-15. Área sem manchas de incêndio. 2 Parcela no topo onde havia manchas de fogo.....	68
Figura 27: Solo da Serra Comprida com manchas de incêndios florestais.....	69
Figura 28: Líquens da família <i>Parmeliaceae</i> em áreas de ocorrência de incêndios na Serra Comprida.....	70
Figura 29: Líquens da família <i>Parmeliaceae</i> em áreas de poucas ocorrências de incêndios na Serra Comprida na parcela Q-30.....	71
Figura 30: Líquens da família <i>Parmeliaceae</i> em áreas de poucas ocorrências de incêndios na Serra Comprida parcela Q-25.....	72
Figura 31: Vegetação de formações abertas naturais na Serra Comprida.....	73

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
ICMBIO	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPA	Índice de Pureza Atmosférica
MMA	Ministério do Meio Ambiente
PARNASI	Parque Nacional Serra de Itabaiana
RAPELD	Rapid Assessment Program
SAVI	Soil-Adjusted Vegetation Index
SNIF	Sistema Nacional de Informações Florestais
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza
UC	Unidade de Conservação
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	15
CAPÍTULO 1 INCÊNDIOS FLORESTAIS NO PARQUE NACIONAL SERRA DE ITABAIANA – SE.....	19
1.1 Savana (cerrado): visão sobre a classificação e subgrupos.....	19
1.2 Incêndios florestais e alterações na Savana Gramíneo-lenhosa no Parque Nacional Serra de Itabaiana – SE.....	21
1.3 Líquens <i>Cladoniaceae</i> e <i>Parmeliaceae</i> como potencial bioindicador de incêndio florestal.....	28
CAPÍTULO 2 MATERIAL E MÉTODOS.....	32
2.1 Caracterização do recorte espacial.....	32
2.2 Procedimentos metodológicos.....	38
2.2.1 Princípios teórico-metodológicos da Geoecologia da paisagem: Dinâmicas do enfoque evolutivo da paisagem e processos geoecológicos degradantes.....	38
2.2.2 Método hipotético-dedutivo.....	41
2.2.3 Quanto aos procedimentos.....	44
2.3 Coleta e análise dos dados.....	45
2.3.1 Mapeamento da unidade de Savana (cerrado) no PARNASI.....	45
2.3.2 Levantamento dos históricos de incêndios florestais no PARNASI e na região adjacente e entrevista com brigadista, e gestor do parque.....	46
2.3.3 Levantamento dos líquens rupícolas predominantes e a identificação dos líquens da família <i>Cladoniaceae</i> presentes nas rochas coletados.....	48
CAPÍTULO 3 INCÊNDIOS FLORESTAIS NO PARNASI: IMPACTOS SOCIOECOLÓGICOS E OCORRÊNCIA LIQUÊNICA.....	52
3.1 Localização das Unidades de Savana (cerrado).....	52
3.2 Levantamento do histórico dos incêndios florestais no Parque Nacional Serra de Itabaiana entre os anos 1985-2020.....	55
3.3 Impactos socioecológicos dos incêndios.....	63
3.4 Ocorrência da família <i>Cladoniaceae</i> em áreas de incêndio florestal.....	65
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	75
REFERÊNCIAS.....	77
APÊNDICE 01 – Entrevista com brigadistas e gestor do Parque.....	83
APÊNDICE 02 – Termo de Consentimento.....	84
ANEXO 01 – Mapa retirado do plano de manejo utilizado para realizar as entrevistas.....	87
ANEXO 02 – Autorização para atividades com finalidade científica.....	88
ANEXO 03 – Aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa.....	90

INTRODUÇÃO

A biodiversidade dos biomas na América do Sul é reconhecidamente alta no que diz respeito às florestas tropicais secas, porém seus limites, sua estrutura, sua dinâmica e suas relações biogeográficas são ainda pouco caracterizados e, especialmente os padrões bióticos dos biomas de vegetação aberta são ainda pouco definidos (WERNECK, 2011).

A vegetação de campos abertos naturais é bastante propensa ao fogo, segundo Medeiros et al. (2003), se tornando material combustível e se transformando em material morto acima do solo; abaixo se forma uma camada de tecidos vivos das plantas herbáceas que ficam protegidas das chamas, dando características a uma vegetação bastante adaptada aos incêndios.

Os incêndios florestais são causados, em sua maioria, pelas ações e atividades antrópicas. Para a identificação de focos de calor, é preciso avaliar todo o contexto que compõe a paisagem, sendo a topografia, os solos, a vegetação e, sobretudo, o clima da região os mais relevantes (DE ANGELIS et al., 2015). O conhecimento das variáveis preditoras de incêndio e das condições climáticas do local permite evitar proporções maiores de incêndio florestal e combater o fogo, reduzindo os prejuízos tanto para a natureza quanto para os seres humanos.

A relação entre o ser humano e a natureza, longe de estar dissociada, deve ser compreendida tanto por leis naturais quanto pela influência antrópica dentro de uma unidade espacial. Essa lógica remete ao entendimento humboldtiano, de acordo com Figueiró:

Todavia, não nos parece que esteja neste ponto a principal contribuição de Humboldt para a abordagem geográfica no campo da Biogeografia. Mesmo quando buscava compreender as leis que regulam a distribuição dos seres vivos no espaço, Humboldt não abria mão do sentido de unidade e do entendimento sobre o papel dos seres humanos nesta unidade (2021, p. 5).

Nesse sentido, a dinâmica de incêndios florestais exige uma compreensão dessa unidade, configurada tanto por processos antrópicos quanto naturais. No Parque Nacional Serra de Itabaiana (PARNASI), em Sergipe, nas relações econômicas ligadas à comunidade local, onde predominam práticas agrícolas tradicionais, verifica-se o uso do fogo ligado diretamente à cultura dos moradores. O parque tem como gestor o Sr. Marleno Costa e, desde a sua criação, enfrenta junto com as comunidades os impactos causados. Ribeiro discute essa questão cultural dos agricultores e explica que

Ao lado das questões econômicas, essa prática envolve, também, aspectos culturais. As técnicas agrícolas de manejo da terra são repassadas de pai para filho ao longo do tempo. O fogo, por exemplo, é utilizado pelos agricultores por ser considerado um meio prático para diversas finalidades, como limpar o terreno a fim de eliminar restos vegetais; favorecer a disponibilidade de nutrientes ao solo e, conseqüentemente, aumentar sua capacidade produtiva; reduzir a incidência de pragas e doenças e reduzir gastos com mão-de-obra e com os custos de produção (2004, p. 244).

Na paisagem do PARNASI, verifica-se também a presença de elementos naturais que podem favorecer a ocorrência de incêndios florestais, como a presença de uma formação natural aberta com frequente ocorrência de herbáceas e Neossolos Quartzarênicos. Em levantamento das fitofisionomias do Parque Nacional Serra de Itabaiana, Dantas e Ribeiro (2010) apontaram três grandes grupos para a região: formações florestais (com fisionomias de matas primárias, ou secundárias); formações abertas naturais (Areias Brancas e campos gramíneos úmidos ou secos) e formações abertas antropizadas (solos expostos, capoeira e plantações e/ou com retirada de solo).

A compreensão dessa dinâmica representa um desafio ainda maior, uma vez que o parque está situado em uma região de transição climática (de clima úmido a subúmido), com fator orogenético atuante, configurando uma heterogeneidade à biota desse complexo (floresta úmida e seca). A própria origem e a classificação das formações abertas naturais, apontadas por Dantas e Ribeiro (2010), são ainda tema de discussão. De acordo com esses autores, estudos associam essas formações ou às restingas de cordões arenosos ou ao cerrado. Para eles, essas áreas devem ser classificadas como Refúgio Ecológico, sendo a classificação de campos rupestres a que melhor se adéqua.

A utilização de bioindicadores pode auxiliar na compreensão da dinâmica da relação sociedade-natureza que conforma as unidades de formação aberta natural no PARNASI, uma vez que são capazes de evidenciar a gênese de modificação das paisagens, seja por fatores naturais ou antrópicos. Os líquens são organismos sensíveis às alterações ambientais. Por essa característica, estudos demonstram seu potencial para o biomonitoramento e a bioindicação de modificações na paisagem (BRAZ, 2020). Após eventos extremos, como a ocorrência de incêndios florestais, os líquens podem ser dizimados da paisagem ou, em algumas situações, espécies mais características, como aquelas associadas à família *Cladoniaceae*, podem persistir na paisagem.

Estudos de Mistry e Berard (2005) no Cerrado da região central brasileira evidenciam o papel dos líquens como indicadores da história do fogo em trecho de cerrado. Os incêndios florestais têm um papel significativo para os líquens, pois podem dizimar a população destes,

sendo então necessários pelo menos cinco anos para o início da recolonização e mais de duas décadas para o estabelecimento de uma comunidade liquênica (MARCELLI, 1998).

Considerando que os incêndios florestais que ocorrem historicamente no PARNASI alteram as condições ambientais e que os líquens são organismos sensíveis às alterações ambientais, acredita-se que o líquen se mostrou um bioindicador do histórico de incêndio do PARNASI. Foram utilizadas como questões norteadoras da pesquisa: (1) os líquens podem ser bioindicadores dos incêndios florestais?; (2) quais os impactos na vegetação e na paisagem do parque no pós-fogo? (3); como esses incêndios impactam nas questões socioeconômicas dos moradores?

O estudo em questão foi realizado em unidades de formações abertas naturais com ocorrência de Neossolos Quartzarênicos, devido à grande diversidade de espécies de líquens da família *Cladoniaceae*. Considerando que os incêndios florestais que ocorrem historicamente no PARNASI alteram as condições ambientais e que os líquens são organismos sensíveis às alterações ambientais, acredita-se que o líquen se mostrará um bioindicador do histórico de incêndio do PARNASI.

Buscou-se identificar o potencial de líquens da família *Cladoniaceae* para bioindicação do histórico de incêndio florestal na unidade de paisagem de formação aberta natural no Parque Nacional Serra de Itabaiana – Sergipe. Divide-se em quatro objetivos gerais: (1) Classificar as áreas de formação aberta natural no PARNASI; (2) Estruturar o histórico dos incêndios florestais registrados para o PARNASI e região adjacente; (3) Analisar os impactos advindos dos incêndios que afetam as questões socioecológicas da região estudada; (4) Verificar a ocorrência dos líquens da família *Cladoniaceae* em parcelas afetadas por incêndios florestais no PARNASI.

Intervenções sustentáveis para o manejo dos incêndios florestais são requeridas, porém necessita-se da compreensão das causas desses eventos (WILDFIRES AND POLITICS, 2020). O presente trabalho associa informações de natureza socioeconômica e ambiental para compreender os impactos da ocorrência dos incêndios florestais para o PARNASI e seu entorno e pretende, assim, entregar como produto um material de divulgação dos impactos da ocorrência dos incêndios florestais para os sistemas socioecológicos.

Dentro das ciências ambientais, a pesquisa teve como foco de estudo os problemas ambientais advindos dos incêndios florestais em uma Unidade de Conservação de proteção integral. Essa problemática é considerada pelos moradores e gestores do Parque Nacional Serra de Itabaiana um evento histórico, pois ocorre antes da sua criação. Diante do impacto desse

evento ao meio ambiente, buscou-se analisar as modificações na dinâmica da paisagem posterior ao fogo e utilizar o líquen como um bioindicador desses incêndios.

A utilização do líquen como bioindicador do histórico de incêndio no PARNASI mostra-se como uma ferramenta útil tanto para compreender os eventos-fonte de impacto para a paisagem (se natural ou antrópico) quanto para estabelecer uma temporalidade desse impacto, permitindo o estabelecimento de estratégias de restauração da paisagem.

A recorrência dos incêndios florestais no PARNASI acarreta impacto para economia, uma vez que a fonte de renda da população residente no PARNASI e região do entorno é baseada na agricultura, e esse evento pode modificar a fertilidade do solo (KETTERINGS; BIGHAM, 2000). Compreender a dinâmica espacial e temporal da ocorrência de incêndios no PARNASI auxiliará em práticas de manejo do fogo orientadas espacialmente e contribuirá para a conservação do parque, visto que aponta aquelas áreas mais impactadas.

Os incêndios florestais no Parque Nacional Serra de Itabaiana são um tema que se destaca pela sua recorrência anual e histórica. Foi desde então que surgiram as questões para abordar o tema na dissertação. Por ser moradora do entorno do parque por alguns anos, já presenciei diversas vezes esse evento e me dediquei a estudar tais perturbações e os impactos para a paisagem do parque. O estudo dos líquens foi realizado na graduação, utilizando o IPA para a área urbana de Itabaiana/SE, logo, ao fazer as análises sobre o índice de pureza atmosférica na área urbana do município de Itabaiana/SE, resolvi trazer para a realidade do parque, estudando especificamente a família *Cladoniaceae*, que se destaca pelo seu potencial de bioindicar as áreas fragilizadas pelos incêndios florestais.

O capítulo 1, a que chamamos de “Incêndios florestais no Parque Nacional Serra de Itabaiana – SE”, busca descrever as características da Savana (cerrado) e as fitofisionomias do parque classificadas por Dantas e Ribeiro (2010) e no Plano de Manejo.

No capítulo 2, intitulado “Material e Métodos”, delineia-se todo o processo metodológico da pesquisa.

O capítulo 3, nomeado “Incêndios florestais no PARNASI: impactos socioecológicos e ocorrência botânica”, mostra os resultados obtidos nos campos realizados nas serras Comprida e Cajueiro, além da elaboração de mapas que mostram a frequência de incêndios no parque num recorte histórico.

CAPÍTULO 1 INCÊNDIOS FLORESTAIS NO PARQUE NACIONAL SERRA DE ITABAIANA – SE

1.1 Savana (cerrado): visão sobre a classificação e subgrupos

A paisagem do PARNASI é representada por um conjunto de unidades tanto nucleares da Mata Atlântica, localizada na região denominada Mata da Cafuz, como de áreas ecotonais onde a origem e a dinâmica que as conformam não são ainda amplamente conhecidas. Essas áreas de transição entre o domínio Atlântico e o Semiárido são conhecidas no Nordeste como “Agreste” (IBGE, 2012). A designação da formação vegetal característica dessas áreas tem diferentes terminações a depender do autor (IBGE, 2012). De forma geral, o Manual Técnico da Vegetação Brasileira denomina essa formação como Savana (cerrado), termo utilizado para designar vegetação xeromorfa que ocorre em diferentes tipos climáticos (IBGE, 2012).

Utilizando como base para caracterização da vegetação do PARNASI essa classificação do Manual Técnico, Dantas e Ribeiro (2010) delimitaram a formação Savana (cerrado) como formação aberta natural. Essa unidade compreende, de acordo com os autores, as áreas popularmente conhecidas como “areias brancas” (aqui denominadas de Nossolo Quartzarênico) e os campos gramíneos úmidos ou secos. É importante ressaltar que a classificação dessa vegetação como Savana (cerrado) não está associada às disjunções do bioma Cerrado, mas à fitofisionomia.

O que Dantas e Ribeiro (2010) classificam como formação natural aberta pode ser designada, seguindo a classificação do Manual Técnico, como o subgrupo de formação Gramíneo-lenhosa (Figura 01). O presente estudo não visa aprofundar a discussão relativa à classificação mais adequada à paisagem do PARNASI, apenas ressalta que é um tema em aberto e que adotou para o estudo da ocorrência de incêndio florestal no parque a classificação do Manual Técnico de Classificação da Vegetação (IBGE, 2012) e a classificação da vegetação do PARNASI de Dantas e Ribeiro (2010).

A ocorrência de incêndios florestais se dá, em sua maioria, pela ação antrópica devido às modificações de uso e ocupação da terra em função da expansão da agricultura e pecuária extensiva. Na Savana (cerrado), os incêndios florestais podem se comportar como fenômenos necessários para a dinâmica da biota, pois ajudam a manutenção de espécies pirofíticas como *G. Lanígera* A. Cunn, que necessita do fogo para sua germinação.

O fogo deve quebrar a dormência de *G. ortizad* – além de outras espécies já estudadas como de *Froelichiella grisea*, *G. prostrata*, *G. hermogenesii* e *Pfaffia sp.* -estudados por Carvalho et al. (2010), estimulando tanto a rebrota das porções aéreas quanto a floração e frutificação. Essas observações são compatíveis com as observações realizadas para outras espécies dessa família (SIQUEIRA, 1992; CARVALHO et al., 2010) (COUTINHO et al., 2014, p. 41).

No contexto do Nordeste brasileiro, principalmente nas áreas denominadas de “Agreste” ou região de transição climática entre o clima úmido e semiárido, apesar de ser possível encontrar espécies pirofíticas, historicamente a paisagem não é resistente ao fogo. Assim, a presença de espécies pirofíticas pode estar associada ao manejo do fogo ou pastoreio comum nessas áreas.

Figura 01: Serra do Cajueiro – PARNASI em área de formações abertas naturais



Fonte: A autora (2021).

No PARNA Serra de Itabaiana, a Savana (cerrado) será encontrada predominantemente nas serras do Cajueiro e Comprida e em setores da Serra de Itabaiana, onde predominam gramíneas e arbustos com caules finos e tortuosos, além de folhas pequenas e esclerófilas. Enquanto resposta e recuperação à ocorrência do fogo, esse tipo vegetacional pode ser classificado como influenciado pelo fogo, apresentando espécies sensíveis e resistentes a ele, sendo que, após um evento, as resistentes geralmente permanecem e reestruturam a paisagem (SCHMIDT et al., 2016).

1.2 Incêndios florestais e alterações na Savana Gramíneo-lenhosa no Parque Nacional Serra de Itabaiana – SE

Em diversos ecossistemas do mundo, o fogo representa um fenômeno cuja importância tem crescido. O efeito desse fogo passa a ter maior relevância quando os eventos desencadeantes, inicialmente de ordem natural, passam também a ser derivados de ações antrópicas, tornando-se incontrolado e se propagando livremente, consumindo distintos tipos de material combustível das florestas. Os eventos dessa natureza – incontrolados – denominados de incêndio florestal têm ainda mais relevância, uma vez que um valor econômico vem sendo atribuído às florestas nativas e às áreas de reflorestamento (SOARES; BATISTA, 2007).

Os incêndios florestais impactam, dependendo da sua proporção, na perda da biodiversidade e da biota. Muitas vezes as queimadas fogem ao controle do produtor e destroem remanescentes florestais e outros tipos de cobertura vegetal; os incêndios fragmentam a paisagem, alteram a biodiversidade e afetam a dinâmica dos ecossistemas (EMBRAPA, 1991).

No Brasil, as Unidades de Conservação de proteção integral são estabelecidas pela Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), com vistas à manutenção dos ecossistemas livres de alterações causadas por interferência humana, admitido apenas o uso indireto dos seus atributos naturais (BRASIL, 2000). Parque Nacional é uma das categorias do grupo de UC de Proteção Integral.

No Parque Nacional Serra de Itabaiana, em Sergipe, a ocorrência dos incêndios florestais é um fenômeno histórico e diretamente relacionado à dinâmica de uso e ocupação da terra na Unidade de Conservação e seu entorno. Os efeitos desse fogo na estrutura e dinâmica das paisagens ainda são pouco abordados (MMA/ICMBIO, 2016).

O planejamento dos parques nacionais deve seguir o estabelecido pelos objetivos do SNUC. De acordo com o SNUC, todas as Unidades de Conservação criadas devem, em um prazo máximo de cinco anos após a data de criação, ter um plano de manejo (PM) elaborado. Esse plano deverá associar as regras para uso e ocupação do território dentro da unidade, garantindo sua função socioecológica. Na tabela disponível no plano de manejo e adaptada a seguir, verifica-se a proximidade dos povoados ao PARNASI, sendo 20 no total (Tabela 01).

Tabela 01: Povoados situados no interior e no entorno do PARNASI e distância em linha reta em relação aos limites da UC

MUNICÍPIOS	POVOADOS	DISTÂNCIA (EM METROS)
Parcialmente dentro do PNSI		
Itabaiana	Alto do Vento	156
Areia Branca	Água Fria	530
Fora do PNSI		
Itabaiana	Povoado Rio das Pedras	928
	Povoado Barro Preto	1.379
	Povoado Bom Jardim	509
	Povoado Cajaíba	1.750
	Povoado Gandu	1.342
	Povoado Mangabeira	2.524
	Povoado Ribeira	454
	Povoado São José	4.301
	Povoado Serra	1.076
Areia Branca	Povoado Serra Comprida	776
	Povoado Mangueira	1.253
	Povoado Pedrinhas	621
	Povoado Junco	1.117
	Povoado Cajueiro	273
	Povoado Caroba	314
	Povoado Chico Gomes	130
	Povoado Boqueirão	490
	Povoado Canjinha	371
Malhador	Povoado Areias	751
	Localidade Sarafina	140

Fonte: Adaptada do Plano de Manejo do Parque Nacional Serra de Itabaiana/SE (2005).

Os incêndios mais recorrentes no parque são situados nos povoados Cajueiro, Chico Gomes e Serra Comprida, no município de Areia Branca/SE, devido ao uso e à ocupação da terra e ao manejo do fogo de forma incorreta, o que acarreta a queima da vegetação. Os incêndios em sua maioria são decorrentes da queima de resíduos sólidos, da produção agrícola e da queima do terreno na preparação do solo para plantação (MMA/ICMBIO, 2016).

O Parque Nacional Serra de Itabaiana é objeto de estudo das mais diversas áreas devido a suas características, seja da biota, dos solos, do seu desenvolvimento cultural ou da sua riqueza socioecológica, além de haver abundância de trabalhos científicos e uma literatura vasta sobre esse ambiente.

Como problema de pesquisa, são trazidos os impactos socioambientais causados pelos incêndios florestais e as suas modificações no ambiente. Tendo em vista que os moradores do parque retiram dele recursos naturais para sua sobrevivência, a prática do fogo é ainda muito

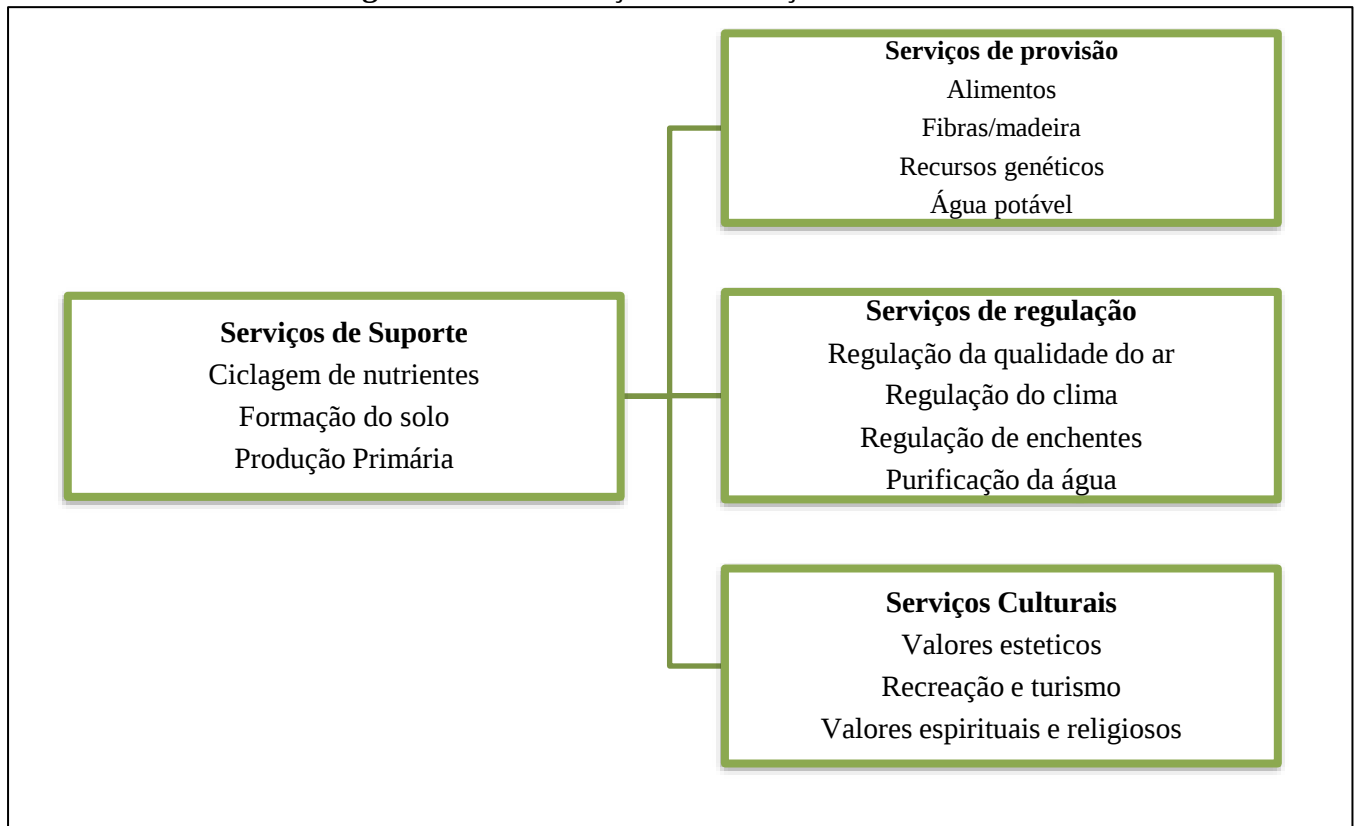
latente, algo que já se tornou cultural. Sendo assim, se observa que é importante a prestação dos serviços ambientais para essas comunidades.

Os Serviços Ecossistêmicos (SE) ou Serviços Ambientais (SA) vêm tratar do tripé da sustentabilidade: econômico, ambiental e social, evidenciando as relações entre a regulação dos ecossistemas e o bem-estar do ser humano, que se serve dos recursos oferecidos pela natureza. Definidos por Farley (2012, p. 45), os serviços ecossistêmicos são “aspectos do ecossistema consumido e/ou utilizado para produzir bem-estar humano. Considera organização do ecossistema (estrutura), processos e fluxos, bem como eles são consumidos direta ou indiretamente pelo homem”.

A natureza se torna “coisificada” (LEAKEY; LEWIN, 1997) com os ecossistemas sendo a todo o momento extintos em decorrência das ações antrópicas, perdendo espaço para espécies exóticas. Figueiró (2021), sobre o Relatório de Avaliação Global sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos, publicado pela Plataforma Intergovernamental de Políticas Científicas sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (IPBES), aponta que o relatório indica que cerca de um milhão de espécies de plantas e animais enfrentam a extinção causada por fontes antropogênicas, “a maior parte desta perda não consiga sequer ser registrada pela ciência” (FIGUEIRÓ, 2021, p. 22).

Com a ausência de uma educação ambiental firme no cotidiano das pessoas, ocorrerão em anos futuros marcas de um passado em que não se teve cautela com o meio ambiente, e então gerações futuras vivenciarão uma “crise civilizatória”: “[...] responsabilidade – a tarefa de coadjuvar este processo de reconstrução, educar para que os novos homens e mulheres do mundo sejam capazes de suportar a carga desta crise civilizatória e convertê-la no sentido de sua existência, para o reencantamento da vida e para a reconstrução do mundo” (LEFF, 2009, p. 24).

Costanza et al. (1997) definem os serviços prestados pelos ecossistemas como “[...] os benefícios para populações humanas que derivam, direta ou indiretamente, das funções dos ecossistemas”. Com essa noção, Ferraz e colaboradores (2019) salientam que as funções e os serviços ecossistêmicos se caracterizam por serem processos dinâmicos e espacialmente heterogêneos. Portanto, são dependentes da escala de observação. Com o modelo esquemático disponibilizado pelo portal da Embrapa (Figura 02), é possível explicar quais são as categorias dos Serviços Ambientais.

Figura 02: Classificação dos Serviços Ambientais

Fonte: EMBRAPA (2005).

Devem ser levados em consideração a importância e o valor dos serviços ambientais prestados pelas florestas, sendo elas as maiores fontes de diversidade biológica e uma das maiores riquezas do país, ainda pouco conhecidas e valorizadas. Tendo uma grande importância para a economia do Brasil, se utilizam dos recursos naturais para a produção. O Sistema Nacional de Informações Florestais (SNIF, 2020) mostra as cadeias produtivas e a matéria-prima utilizada (Figura 03).

Figura 03: Produtos florestais para geração de renda do país

Cadeias Produtivas	Origem da matéria-prima
Lenha e Carvão	Florestas plantadas e naturais
Madeira Sólida	Florestas plantadas
Papel e Celulose	Basicamente de florestas naturais
Painéis reconstituídos	Florestas plantadas e naturais
Produtos não madeireiros	-
Serviços Ambientais	-

Fonte: Sistema Nacional de Informações Florestais (SNIF), 2020.

A ocorrência dos incêndios florestais recorrentes, além de ocasionar a conversão de formações florestais para campos gramíneos (COCHRANE, 2003), também acarreta impactos econômicos e sociais de médio e longo prazo para a população do entorno. Em 2020, foi observada a intensificação desses incêndios provocados por ação antrópica tanto em paisagens brasileiras quanto em áreas semiáridas do planeta, resultando numa elevação da emissão de CO₂ (BBC NEWS, 2020).

A área de estudo compreende a unidade de paisagem de Savana Gramíneo-lenhosa. Nessa área, ocorrem Neossolos Quartzarênicos, Litólicos e Regolíticos, resultando em paisagem propícia à diversidade de líquens da família *Cladoniaceae*. Ademais, principalmente nas unidades com presença do Neossolo Quartzarênico, tanto a prática da agricultura quanto da mineração (extração de areia) exerce pressão sobre essa paisagem.

É importante ressaltar a relevância dessas áreas localizadas em zonas de transição, pois nelas ocorrem tipos de vegetação mais distintos que oferecem uma importante oportunidade de especiação, resultando em áreas de endemismo (SILVA; BATES, 2002). Assim, essas áreas são de extrema relevância para conservação por seu caráter diferenciado do contexto regional e, principalmente, pela sensibilidade da vegetação. Estudos recentes destacam o risco da recorrência de incêndios florestais em áreas historicamente livres do fogo, uma vez que eles podem conduzir à dominância de gramíneas e impedir a sucessão para florestas com o dossel fechado (BARLOW et al., 2018).

Além disso, Prata (2019, p. 35) “indica algumas variáveis preponderantes para a ocorrência dos incêndios dentro das plantações de eucaliptos e como se dispersam essas chamas, um dos principais agentes são os fatores climáticos e biométricos”. Com base nisso,

faz-se referência ao PARNASI, onde essas variáveis serão importantes para a avaliação das áreas delimitadas para estudo.

No levantamento dos incêndios florestais no PARNASI realizado por White (2010), entre as áreas classificadas como formações abertas naturais (DANTAS; RIBEIRO, 2010), na unidade de Neossolo Quartzarênico foram verificadas maior altura das chamas (2m), maior intensidade na linha de fogo (1186 W/m) e maior energia calorífera (9.628 Kj/m²). Portanto, a presença do fogo nessas áreas com uma determinada frequência poderá converter a vegetação herbáceo-arbustiva para herbáceo, além de modificar toda a dinâmica da paisagem, tendendo à sua homogeneização.

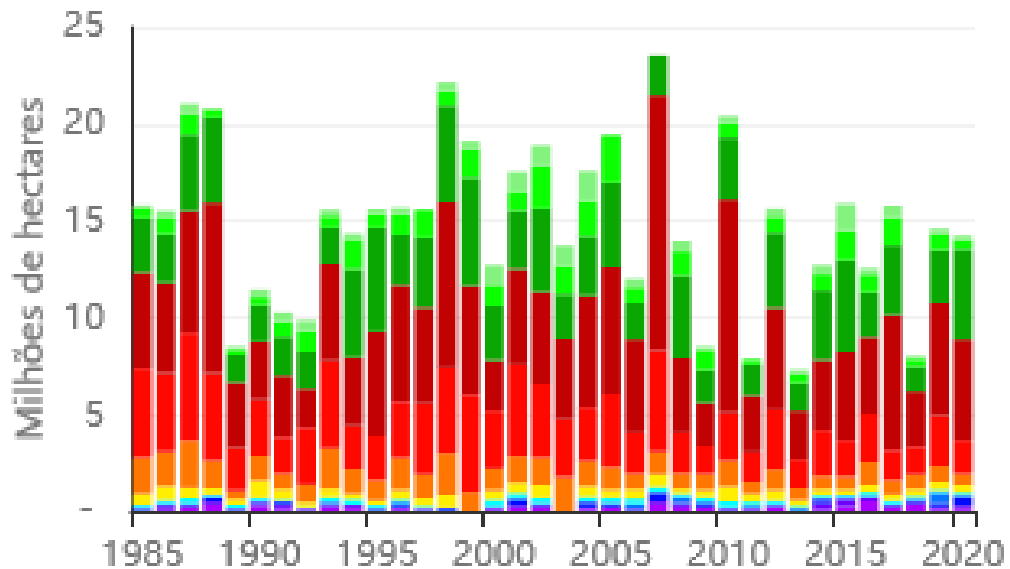
O risco de incêndio florestal está associado às condições meteorológicas da região, havendo uma influência direta da umidade, da vegetação e dos conjuntos de elementos físicos e bióticos. Para tanto, Narciso parte da análise dos níveis de riscos de incêndios:

A maior parte dos índices de risco utiliza parâmetros meteorológicos (principalmente precipitação, umidade relativa e temperatura do ar) para determinar as condições da vegetação, pois medidas diretas de umidade de vegetação são complexas e requerem custosas amostragens espaciais (2009, p. 221).

A Educação Ambiental tem como gerir e até reduzir os números de incêndios florestais – em sua maioria causados pela ação antrópica – e promover medidas cabíveis para então aumentar a resiliência local. Colaço (2017, p. 22) explica a importância da Educação Ambiental para o aumento da resiliência em áreas de florestas em Portugal que sofreram com os impactos causados pelo fogo e diz: “se o objetivo da sociedade moderna é minimizar estes impactos então é necessário atuar diretamente sobre as vulnerabilidades e sobre a resiliência”.

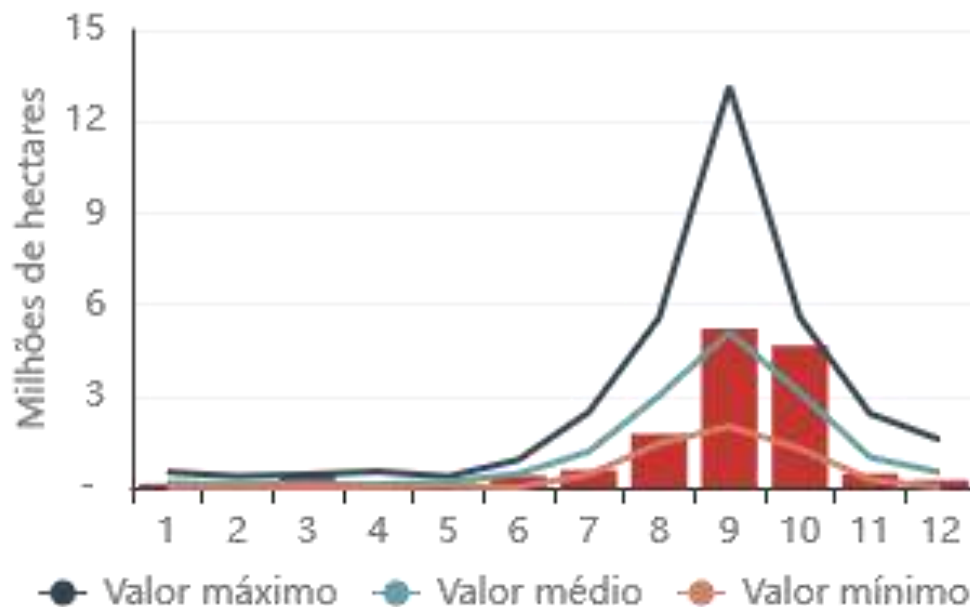
Através dos gráficos estatísticos elaborados pelo MapBiomias Fogo, filtrando os incêndios florestais ocorridos no Parque Nacional Serra de Itabaiana, é possível observar um crescimento significativo entre os anos de 1985-2020, sendo que alguns pontos se destacam mais, como no ano de 2009 e 2011. Essa prática frequente e intensa de incêndios vem de um contexto histórico (Figura 04). Como estatísticas mensais dos incêndios florestais, mostra-se com mais frequência os meses de setembro e outubro marcados pelo final do inverno e início da primavera; isso se dá pelo fator de clima, destacando-se o relevo e a vegetação da região do parque e as atividades antrópicas (Figura 05).

Figura 04: Série histórica do total de focos de incêndios ativos detectados pelo MapBiomas Fogo



Fonte: MapBiomas Fogo, 2021.

Figura 05: Comparativo dos dados do ano corrente com os valores de incêndios florestais máximos, médios e mínimos por meses



Fonte: MapBiomas Fogo, 2021.

Os principais efeitos dos incêndios florestais dizem muito sobre os impactos ecológicos na biota, além das modificações causadas na dinâmica da paisagem; é importante salientar a

importância da resiliência da área estudada diante do fogo. Melo e Durigan (2010) trazem a resiliência de Florestas Estacionais Semidecíduais que sofrem com os impactos causados pelo fogo, acarretando a perda na comunidade vegetal e a perda da biomassa, havendo, também, a conversão da vegetação nativa e a proliferação de lianas e gramíneas.

1.3 Líquens *Cladoniaceae* e *Parmeliaceae* como potencial bioindicador de incêndio florestal

A ocorrência de líquens da família *Cladoniaceae* (Figura 06), que são comuns em áreas de tabuleiros arenosos costeiros e no Cerrado, demonstra seu papel como um bioindicador para essas formações. O estudo de Ahti, Stenroos e Xavier-Filho (1993) já evidenciava a presença de líquens dessa família na Serra de Itabaiana, descrevendo a paisagem como semelhante ao Cerrado. Os autores ressaltam que, apesar da ocorrência de incêndios florestais comuns nessa região, as espécies de *Cladoniaceae* voltam a recolonizar em certos estágios após os incêndios.

Figura 06: Líquens no Parque Nacional Serra de Itabaiana (PARNASI) com realce para a família *Cladoniaceae*



Fonte: Larissa Monteiro Rafael (2019).

Os líquens da família *Cladoniaceae* tendem a ocorrer como espécies pioneiras posteriores a episódios de incêndio. Eles são comuns em áreas de tabuleiros arenosos de vegetação semelhante à Savana (cerrado), incluindo a Serra de Itabaiana (AHTI; STENROOS; XAVIER-FILHO, 1993). Em vista disso, relacionando com os líquens que serão trabalhados dentro da pesquisa, Pereira (2019, p. 2306), citando Nash III (2008), classifica a família *Cladoniaceae* como pertencente

[...] à Ordem Lecanorales, Classe Ascomycetes e seus fotobiontes constituem algas verdes unicelulares. Eles produzem um talo, também chamado de podécio, com um dimórfico natureza, começando como uma forma de escamuloso ou crustoso e evoluindo para um talo.

Essa associação simbiótica entre fungos (micobiontes) e algas ou cianobactérias (fotossimbiontes) tem sido usada para avaliar diferentes tipos de alterações ambientais,

incluindo poluição, alterações climáticas, desmatamento e fogo. Ainda que existam estudos sobre os efeitos do fogo em vegetais superiores, poucos abordam a capacidade dos líquens como bioindicadores (MISTRY; BERARD, 2005).

Os líquens são organismos amplamente distribuídos nos ambientes terrestres, ocorrendo com maior frequência em ambientes pouco degradados, em substratos estáveis (MARCELLI, 1992). Por terem crescimento lento, sua recolonização pode levar décadas para ocorrer. Assim, a alta diversidade da comunidade líquênica em um ambiente indica a idade avançada desse ecossistema ou o período em que não houve modificação no ambiente.

Os fungos liquenizados, por sua vez, mostram o papel econômico para o meio ambiente, com a liberação de ácidos graxos sob a superfície das rochas que serão degradadas e auxiliar na formação de solo; são fixadores de nitrogênio, bioindicadores de poluição atmosférica e decompositores, sendo que os fotobiontes não decompõem a matéria orgânica, já que fazem fotossíntese para se manterem vivos. Nash (2010) considera a intemperização por parte desses organismos onde ocorre de forma biomecânica, através da qual ocorre a penetração do micobionte, proporcionando a fragmentação da rocha subjacente e dos minerais que a compõem.

De acordo com Syers e Iskandar (1973 apud BARBOSA, 2014, p. 68):

[...] os efeitos químicos destes organismos sobre rochas têm sido cada vez mais relevantes, principalmente pela influência direta que exercem na pedogênese como também pela sua eficácia ao promover a biodeterioração. A solubilização de minerais por contribuição dos líquens pode ocorrer através da geração de processos químicos como a liberação de CO₂ no processo respiratório, a excreção de ácido oxálico e a produção de compostos (fenóis) com habilidade de complexação/quelação com os minerais do substrato.

Segundo Barbosa (2014), o nitrogênio volatilizado do solo pode ser absorvido pelos líquens, aumentando seu metabolismo e a produção de fenóis, que, ao percolar, podem variar a composição química do solo. Algumas espécies líquênicas têm a capacidade de reduzir o nitrogênio atmosférico se abastecendo desse elemento, sendo capazes de crescer em lugares inóspitos, assim contribuindo para a manutenção de um *status* nitrogenado no meio. Como resultado, essa condição favorece a instalação e o crescimento de plantas por ceder o líquen ao meio ambiente parte de seu nitrogênio fixado.

Nesse sentido, a possibilidade de identificação de um bioindicador de ocorrência do fogo e do estágio de sucessão ecológica torna-se relevante para a compreensão dos efeitos dos incêndios florestais ocorridos no PARNASI e da história ambiental da região.

A família *Parmeliaceae* tem uma maior distribuição nos trópicos e subtrópicos, com aproximadamente 2.300 espécies descritas no mundo e aproximadamente 725 na América Central e do Sul. Essa família no Brasil tem uma maior ocorrência no bioma do cerrado; além disso, espécies consideradas típicas desse domínio ocorrem sempre em áreas expostas a excesso de luminosidade e ventos, logo se espalham por ambientes urbanos que possuem características semelhantes a esses locais (JUNGBLUTH, 2006).

As características da família *Parmeliaceae* englobam indivíduos de talo folioso, subcrostoso ou fruticoso, lobado (a laciniado, adição do autor), heterômero em ambas as superfícies, usualmente com rizinas no lado de baixo, ocasionalmente com hápteros, rizzo hifas ou hipotálamo, ou raramente sem estruturas de fixação no lado inferior, marrom a negro, cinza a verde ou verde amarelado a amarelo; córtex de hifas periclinais a raramente anticlinais (BURIL, 2015).

A *Parmeliaceae* é uma das maiores famílias de fungos formadores de líquen, tendo assim uma distribuição mundial, incluindo a taxa *Flavoparmelia caperata*, *F. soledians*, *Hypotrachyna sinuosa*, *Parmelia sulcata*, *Parmotrema perlatus*, *Punctelia subrudecta* e *Xanthoparmelia pulla* (NASH, 2008).

CAPÍTULO 2 MATERIAL E METÓDOS

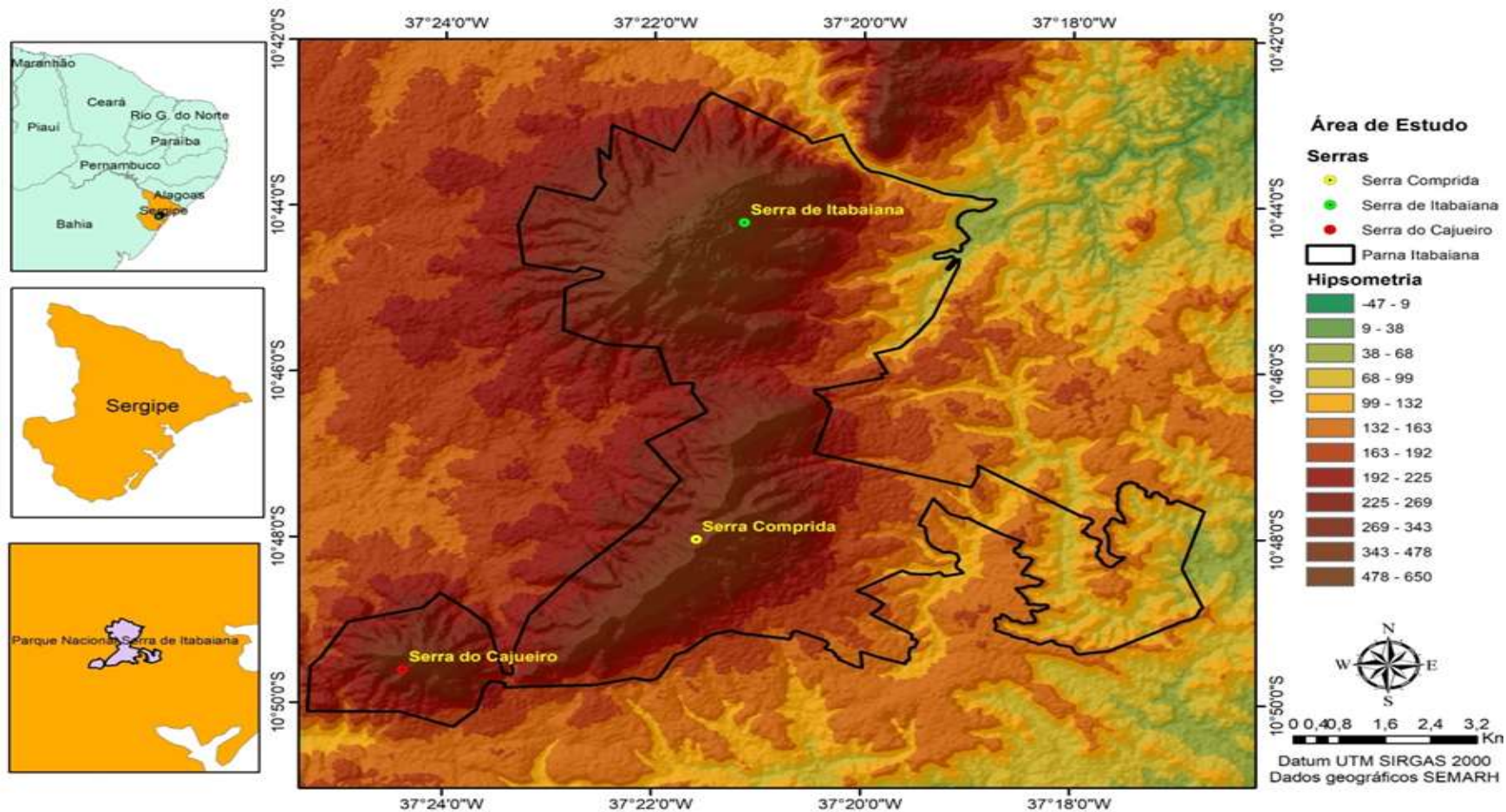
2.1 Caracterização do recorte espacial

O Parque Nacional Serra de Itabaiana (PARNASI) era conhecido como Estação Ecológica. Em 2005, houve a reclassificação, sendo o primeiro parque nacional do estado de Sergipe. Segundo o Ministério do Meio Ambiente, a unidade possui uma área que abrange 7.960 ha (MMA/ICMBIO, 2016). Tem uma alta importância na conservação da biodiversidade, sobretudo, na prestação dos serviços para a sociedade. Seu plano de manejo foi criado em julho de 2016 e, assim como previsto na Lei 9.985/2000, consiste em um “documento técnico mediante o qual, com fundamento nos objetivos gerais de uma unidade de conservação, se estabelece o seu zoneamento e as normas que devem presidir o uso da área e o manejo dos recursos naturais, inclusive a implantação das estruturas físicas necessárias à gestão da unidade” (MMA/ICMBIO, 2016, Art. 2º - XVII).

Está inserido numa região de ecótono entre os domínios fitogeográficos Mata Atlântica e Caatinga. Abrange os municípios de Areia Branca, Itabaiana, Laranjeiras, Itaporanga D’ajuda e Campo do Brito, ocupando uma área de aproximadamente 79,9km². De acordo com a classificação climática da Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado (SEMARH, 2010), a porção leste do parque está sob influência da região climática tropical úmida, com elevada temperatura e umidade. Já a porção oeste está na região tropical sub-úmida mais seca.

Na paisagem do PARNASI, predominam as serras de Itabaiana, Comprida, Cajueiro e a mata da Cafuz. Esse complexo encontra-se na área de transição entre a Depressão Sertaneja e os Tabuleiros Costeiros. As cotas altimétricas variam entre 60m nas partes mais baixas e 659m no ponto mais alto, localizado na Serra de Itabaiana (MMA/ICMBIO, 2016) (Figura 07).

Figura 07: Mapa de localização no Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe, com ênfase no condicionamento topográfico



Fonte: Larissa Monteiro Rafael (2019).

Os fragmentos florestais mais preservados estão situados nos canais fluviais na mata da Cafuz e nas baixas encostas das serras que compõem o PARNASI. É justamente na porção dos fragmentos preservados, onde o relevo é suave, que se verificam também as maiores pressões em função do uso e da ocupação da terra (MMA/ICMBIO, 2016). Essa configuração de relevo favorece as atividades agropecuária e mineradora, que geram impactos por incêndios, entre outros.

As atividades conflitantes de maior incidência de danos à vegetação do parque consistem em retirada de madeira, lenha, cipó, frutos; pequenos desmatamentos; pressão da urbanização; extração mineral (areia, pedra, argila, cascalho) no entorno da Unidade; atividades agropecuárias nas áreas não indenizadas; resíduo de práticas religiosas deixadas na Unidade; caça e atropelamento de fauna; presença de torres de comunicação e linha de transmissão no interior da Unidade; acúmulo de lixo e incêndios florestais (MMA/ICMBIO, 2016).

No Parque Nacional Serra de Itabaiana, a ocorrência do incêndio florestal é um fenômeno histórico e diretamente relacionado à dinâmica de uso e ocupação do solo na Unidade de Conservação e seu entorno (Figura 08). Os efeitos desse fogo na estrutura e dinâmica das paisagens ainda são pouco abordados (MMA/ICMBIO, 2016).

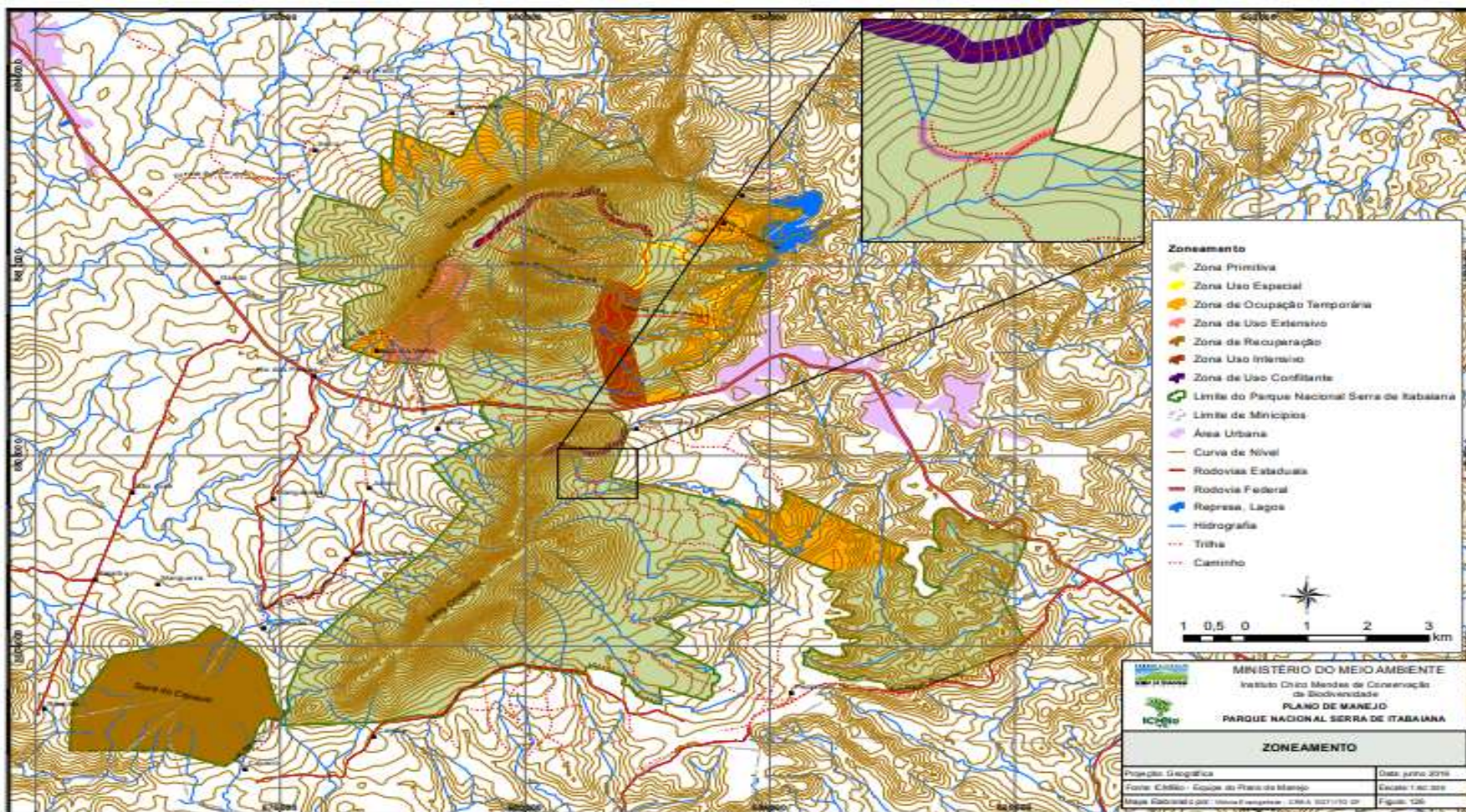
Figura 08: Combate direto com uso de abafadores (Serra Comprida, à direita, em 2009, e à esquerda, em 2015)



Fonte: Plano de Manejo, Parque Nacional Serra de Itabaiana/SE (2005).

O zoneamento constitui um instrumento de ordenamento territorial, usado como recurso para se atingir melhores resultados no manejo da UC, pois estabelece usos e normas diferenciadas para cada zona, conforme seus atributos e objetivos de manejo. (MMA/ICMBIO, 2016). As zonas de amortecimento do parque são de fundamental importância para a conservação do parque já que a zona que ele está inserido passa por um processo intenso de urbanização (Figura 09). Sobretudo, na área dos povoados do município de Areia Branca/SE, dentre estes o que mais se destaca nesse processo é o povoado Chico Gomes.

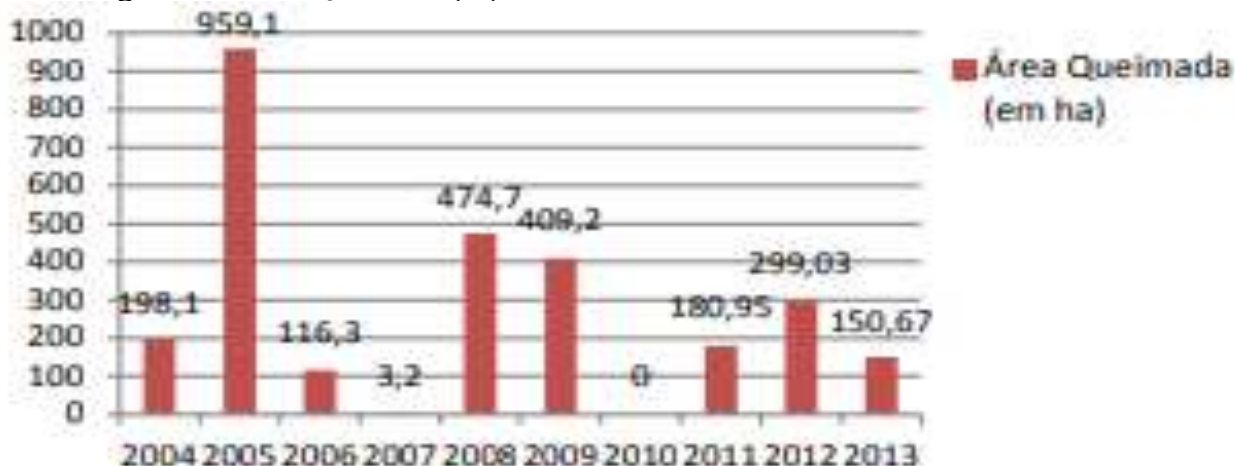
Figura 09: Mapa da zona de amortecimentos do Parque Nacional Serra de Itabaiana



Fonte: Plano de Manejo (2016).

Com base no plano de manejo do parque (MMA/ICMBIO, 2016), os maiores incêndios ocorridos foram nos anos de 1993, antes da criação, ocasião em que o fogo tomou uma área de 60% da Serra de Itabaiana, e outro foi na criação do parque, tomando 10% da área. Os lugares considerados críticos e propensos à presença do fogo são as áreas em que há moradores ao redor, onde a prática agrícola é intensa e acaba sendo feito de maneira incorreta o manejo do fogo, sendo as serras do Cajueiro e Comprida as mais afetadas. Além disso, os incêndios ocorrem às margens da rodovia federal BR-235 (COSTA; FALLEIRO, 2010) (Figura 10).

Figura 10: Área Queimada (ha) no PARNASI, entre os anos de 2004 e 2013



Fonte: Plano de Manejo (2016).

Analisando as áreas que foram queimadas no período de 2005-2015, quando nesse período houve um alto número de incêndios, buscou-se, a partir do conhecimento dos brigadistas e do gestor, saber como se dão esses incêndios, através da realização de entrevistas em que, com base no conhecimento dos participantes, foi possível gerar dados para melhor avaliar as áreas de formações abertas naturais, além de verificar como a gestão do parque está agindo em relação a esses incêndios (Apêndice 01).

Vieira (2018, p. 17-18), por exemplo, “trabalha com entrevistas com gestores da APA tendo como objetivo saber quais esforços o governo está tendo sobre essas áreas”. Assim, diante dessas entrevistas, buscou-se aplicar ações educativas que sejam compensadoras para os moradores e gerem menos custos relacionados ao combate aos incêndios.

A utilização do *Soil Adjusted Vegetation Index* – SAVI será feita para avaliar em um espaço temporal a ocorrência de incêndio florestal nas áreas de formações abertas naturais. Será primordial para identificar padrões de espécies de líquens da família *Cladoniaceae* e seu poder

de regeneração no pós-fogo, além da capacidade de resiliência da paisagem dessas áreas. A utilização dessa técnica foi utilizada por Oliveira (2017) na identificação da capacidade de resiliência da candeia dentro de um determinado espaço-tempo, e escreve:

O padrão de resiliência encontrado na área queimada durante o tempo avaliado é bastante coerente com as características da espécie avaliada. A Candeia, por ser uma espécie heliófila, germina somente quando sua necessidade de luz é suprida (SCOLFORO *et al* 2008). Dessa forma, a enorme clareira aberta pelo fogo e a presença de árvores porta sementes vizinha a área afetada, podem ter contribuído para a rápida regeneração de indivíduos após 6 anos do incêndio (OLIVEIRA, 2017, s/p).

2.2 Procedimentos metodológicos

2.2.1 Princípios teórico-metodológicos da Geoecologia da paisagem: Dinâmicas do enfoque evolutivo da paisagem e processos geoecológicos degradantes

Os problemas causados pelos incêndios florestais são devastadores, sobretudo, no que diz respeito à biota, ao solo e a tudo o que está inserido na área estudada. Rodriguez (2017) trata de explanar os processos geoecológicos degradantes como “consequência ou do reforço dos processos naturais ou constituem no produto direto resultante da ação antrópica”. A pesquisa buscará mostrar em uma matriz de degradação os problemas que são causados provenientes dos incêndios florestais causados pela ação antrópica.

O estudo se sustenta na perspectiva da análise geoecológica funcional da paisagem que define a dinâmica funcional. O elemento trazido na pesquisa para analisar o nível de degradação são os incêndios florestais, pois é sabido o quanto modificam a paisagem, causando perda de biomassa a partir da combustão e da fusão dos materiais que serão queimados nessas áreas. Com relação às alterações devido às fitofisionomias do Parque Nacional Serra de Itabaiana, sobretudo na área estudada, as áreas de formações abertas naturais, o fogo se torna mais intenso e difícil de conter pelo fato de haver uma grande quantidade de material combustível (gramíneas).

As modificações que os incêndios causam na paisagem geoecológica, a partir dos requisitos estabelecidos por Rodriguez (2017), são: estável (não alterado), medianamente estável (sustentável), instável (insustentável), crítico e muito crítico. Com base na matriz de degradação (Figura 11) elaborada por Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2017), foi possível adaptar ao problema da pesquisa, como exemplificado a seguir:

Figura 11: Matriz de degradação baseada em Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2017)

CLIMA (úmido e sub-úmido)	Vegetação de transição ou de ecótonos. Fisionomia associada às formações abertas naturais	⇒	Formações abertas naturais (Areias Brancas e campos gramíneos úmidos ou secos). Vegetação herbácea arbustiva conservada	⇒	A vegetação predominante sofre impacto relacionado ao incêndio florestal nos meses que têm menor distribuição de chuva na região do PARNASI	⇒	Perda de vegetação e nutrientes do solo decorrente de incêndio florestal
RELEVO Morfogênese	Morfogênese Atenuada	⇒	Maior infiltração	⇒	Erosão hídrica e eólica	⇒	Solo exposto
SOLO Pedogênese	Solos mais extensos e profundos (Neossolos Quartzarênicos)	⇒	Degradação físico-biológica	⇒	Processos erosivos e compactação do solo devido à movimentação de veículos pesados	⇒	Ação antrópica: utilização de trilhas para fins turísticos
PAISAGEM Gênese e desenvolvimento da paisagem	Paisagem em estabilidade homeostática	⇒	A estabilidade natural se modifica antropogenicamente	⇒	Decorre das atividades conflitantes no PARNASI	⇒	Excede a capacidade de carga da paisagem
SISTEMA AGRÍCOLA	Geossistema Natural	⇒	Produtividade baixa com menos alterações nos geocomplexos	⇒	Retirada da vegetação para plantações nas bordas do PARNASI	⇒	Limpeza de áreas agricultáveis com a utilização do fogo
NÍVEL DE DEGRADAÇÃO	Sem degradação	⇒	Pouco degradada	⇒	Degradada	⇒	Muito degradada

Incremento do impacto humano, do ingresso de energia externa e do grau de dependência

Incremento do nível das relações homeostáticas e da integração espacial

Fonte: Adaptado de Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2017).

Com base na matriz e observando a sequência de degradação, é possível visualizar os processos e os níveis degradantes do determinado estado da paisagem, fazendo compreender o

que veio causar tais impactos e alterações nesse sistema. Vale ressaltar os impactos causados pelo ser humano e o grau que consegue atingir esse geocomplexo, além de relacionar com o equilíbrio dessa unidade de paisagem.

No seu estudo, Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2017) trabalham de forma delineada a dinâmica evolutiva da paisagem, e como objetivo do presente estudo é possível trazer essa análise para compreender o incêndio florestal no PARNASI e os impactos causados na dinâmica da paisagem, além de associar isso com a dinâmica evolutiva no pós-fogo, utilizando-se de variáveis como o clima local e as cotas altimétricas e do quanto interferem em todo o contexto do complexo da paisagem.

Para uma melhor compreensão da paisagem através da concepção de Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2017), tem-se que a paisagem passa por processos dos seus estados, sejam eles funcionais ou dinâmicos subdivididos em periódica, cíclica e rítmica. Considerando a problemática da pesquisa ligada aos incêndios florestais do PARNASI, faz-se possível relacionar com as análises postas pelos autores no que diz respeito aos processos.

Sendo assim, segundo Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2017), para fazer uma investigação da evolução da paisagem, devemos nos dirigir a ela como uma unidade de espaço e tempo, ou seja, como unidades integradas com uma estreita relação entre as mudanças temporais e espaciais. Dessa forma, conclui-se que todas as paisagens são formações históricas, sendo as paisagens momentos e memórias.

Para contribuição do planejamento ambiental partindo da perspectiva geoecológica, com o objetivo de minimizar os impactos causados pela ação do fogo na Unidade de Conservação (UC) Parque Nacional Serra de Itabaiana – SE (PARNASI), aplicou-se os princípios teóricos-metodológicos da Geoecologia da paisagem (RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2017).

Como classificação para as áreas de Savana (cerrado) do Parque Nacional Serra de Itabaiana, foi utilizada a matriz de degradação desenvolvida por Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2017), com a finalidade de identificar os processos degradantes e as variações dos níveis, podendo assim classificar como se dão na dinâmica da paisagem no pós-fogo. Dentro dos elementos estabelecidos na matriz de sequência de degradação, há os processos e seus níveis, e, em vista disso, se pode verificar essa atuação na Serra do Cajueiro/SE (Figura 12), onde se encontra a unidade de Savana Gramíneo-lenhosa, que sofre com os impactos do fogo frequente.

Figura 12: Serra do Cajueiro/SE, vegetação de formações abertas naturais. Área com manchas de incêndio



Fonte: Larissa Monteiro Rafael (2021).

2.2.2 Método hipotético-dedutivo

Esse método surgiu diante de críticas feitas por Karl Popper no que remete ao método indutivo e dedutivo. Quando se tem informações insuficientes para explicar o fenômeno,

surgem os problemas, e junto surgem as hipóteses, para então testá-las e/ou refutá-las. Logo, faz-se necessária a análise da filosofia da ciência para discutir o problema da presente pesquisa. Então, diante desse percurso, adotam-se as concepções de Popper e o seu método hipotético-dedutivo, partindo de uma hipótese e seguindo a lógica do autor da falseabilidade.

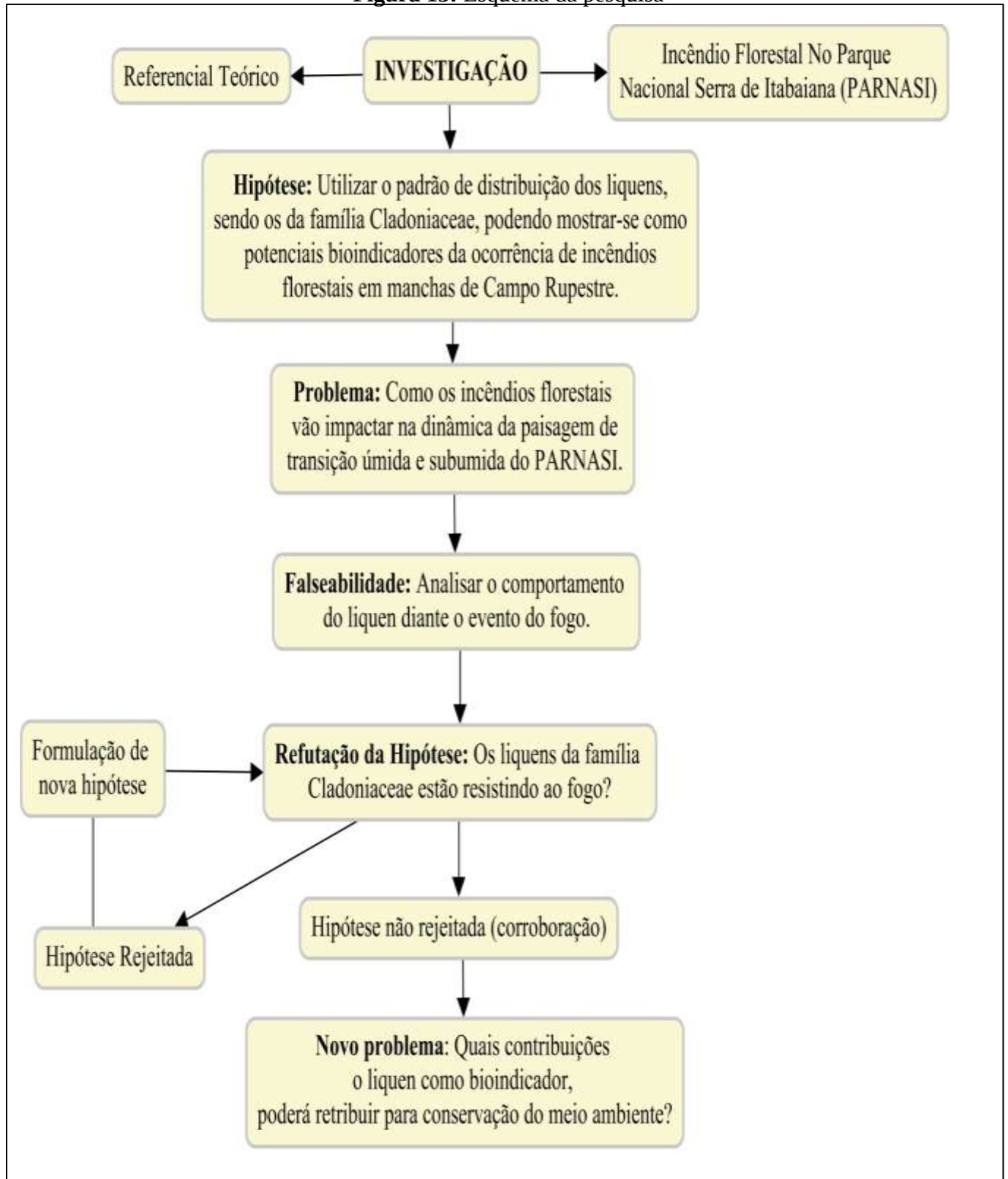
No exemplo do cisne branco para o cisne negro, Popper considera uma falseabilidade da solução do problema de indução, que é o que ele defende, ou seja, o observador pode pensar que todos os cisnes são brancos, e, se no meio deles existir um cisne negro, o fato que é tratado como processo de um determinado enunciado universal é falso, pois é possível que exista o cisne negro e que nem todos os cisnes sejam brancos, como é colocado durante todo esse enunciado singular.

A pesquisa irá partir do método hipotético-dedutivo de Karl Popper (1975), em que surge um problema (P1), logo após uma possível solução de uma teoria-tentativa (TT), passando a criticar a solução e eliminando um erro (EE), dando surgimento a novos problemas (P2). Lakatos explica como funciona esse método na pesquisa científica: “Se a hipótese não supera os testes, estará falseada, refutada, e exige nova reformulação do problema e da hipótese, que, se superar os testes rigorosos estarão corroborados, confirmada provisoriamente, não definitivamente como querem os indutivistas” (2003, p. 96).

De forma esquemática, Lakatos (2003) explana como funciona o método hipotético-dedutivo de Popper:

P1_____TT_____EE_____P2

A partir do que foi apresentado, segue um possível esquema para a pesquisa (Figura 13).

Figura 13: Esquema da pesquisa

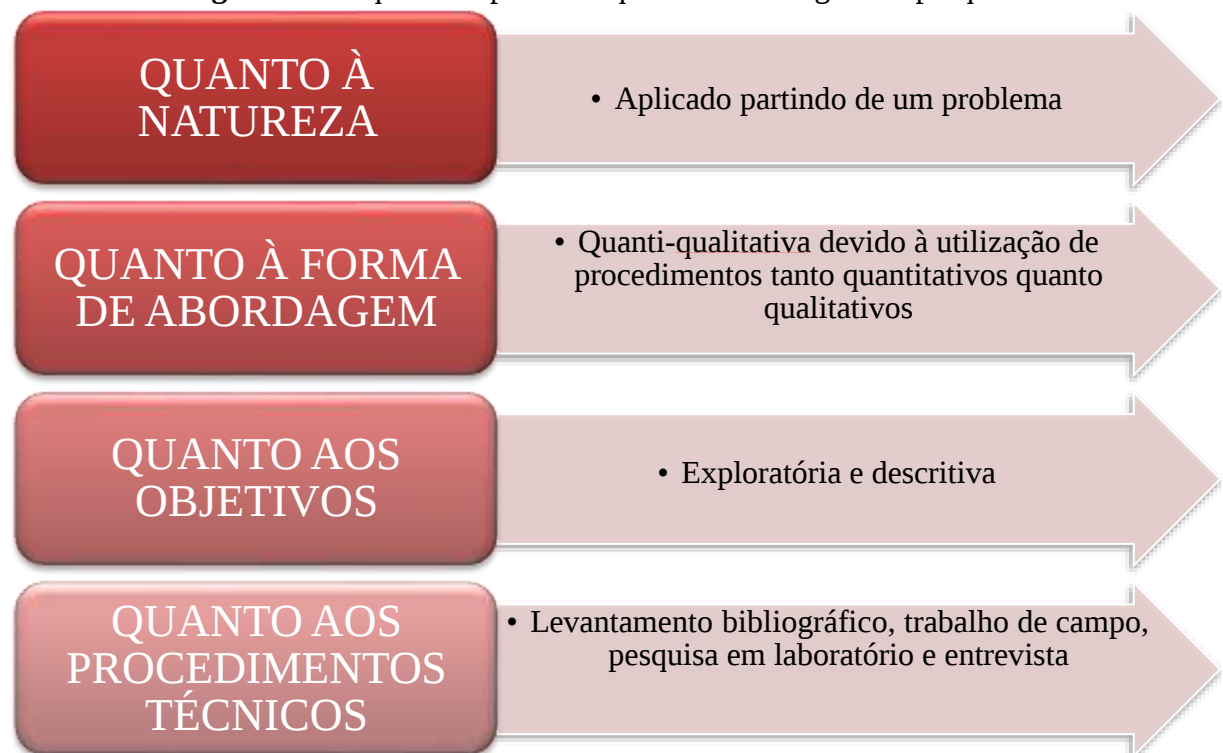
Fonte: Elaborado pela autora (2021).

2.2.3 Quanto aos procedimentos

A pesquisa tem cunho quanti-qualitativo (Figura 14), podendo ser tratada como quantitativo-descritiva (LAKATOS, 2003), e serviu para avaliar a relação dos gestores com o Parque Nacional Serra de Itabaiana frente aos incêndios, utilizando-se de dados quantitativos para mapear as unidades de Savana (cerrado) e de análises laboratoriais para identificação dos líquens da família *Cladoniaceae*. Destaca-se que esses dados aproximam a realidade e a compreensão da vida social através de cálculos e da síntese dos dados.

Já a pesquisa qualitativa busca formas de representar um caráter exploratório sem a preocupação com dados numéricos. Esse tipo de abordagem preocupa-se em interpretar aspectos mais profundos, fornecendo uma análise mais detalhada de hábitos, atitudes e tendências de comportamento (LAKATOS; MARCONI, 2011).

Figura 14: Esquema explicativo quanto à abordagem da pesquisa



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

O levantamento realizado foi com o intuito de mostrar a relação sociedade/natureza diante da ocorrência do fogo e descrever os motivos pelos quais se dão esses incêndios

florestais. A pesquisa buscou levar em consideração a localidade do incêndio registrado para posterior georreferenciamento.

Vale considerar os problemas causados pelos incêndios florestais para a população local, para a gestão da sociobiodiversidade e, ainda, para a economia da região, pois, se a floresta úmida for convertida em áreas gramíneas, haverá implicações futuras para as nascentes dos rios presentes no PARNASI.

Para tanto, a presente pesquisa se utiliza de metodologias tanto da análise espacial remota quanto de análise de campo. Teixeira (2015) utiliza o método RAPELD de rede em parcelas para averiguar a caracterização florística do Cerrado, investigando a riqueza de espécies arbustivo-arbóreas.

Dessa forma, procurou-se relacionar o histórico do incêndio florestal registrado no PARNASI a partir do uso e da ocupação da terra e seus impactos causados pelo fogo e como os líquens se comportam e se relacionam diante das modificações causadas pelos incêndios no sentido de se obter propostas de ações que sejam acessíveis aos moradores sobre os impactos dos incêndios florestais para a dinâmica socioecológica e econômica da região.

2.3 Coleta e análise dos dados

A coleta de dados foi realizada em três etapas principais, que incluem (1) o mapeamento das unidades de Savana (cerrado) no PARNASI; (2) o levantamento do histórico de incêndios florestais no PARNASI e na região adjacente a partir de análise documental e entrevista com brigadistas, e gestor do parque; (3) o levantamento dos líquens rupícolas predominantes e a identificação dos líquens da família *Cladoniaceae* presentes nas rochas.

2.3.1 Mapeamento da unidade de Savana (cerrado) no PARNASI

Para mapear as manchas de Savana (cerrado) no PARNASI, foi realizado um levantamento da literatura que caracteriza as fitofisionomias do parque. Inicialmente, o Plano de Manejo da UC (MMA/ICMBIO, 2016) e trabalhos já reconhecidos (DANTAS; RIBEIRO, 2010) foram utilizados como norteadores para elaboração de um mapa base para delimitação das Unidades de Paisagem presentes no PARNASI. A delimitação de Unidades de Paisagem do parque foi realizada de acordo com metodologia adaptada de Cavalcanti (2018), que realizou o mapeamento dos aspectos gerais dos Geossistemas no semiárido brasileiro utilizando a

resolução espectral do Índice de Vegetação Ajustado para os Efeitos do Solo (*Soil Adjusted Vegetation Index* – SAVI).

$$SAVI = \frac{(NIR - Red)}{(NIR + Red + L)}$$

A metodologia realiza a modelagem de dados a partir de três temas principais: (1) modelo do relevo; (2) vegetação; (3) solo. Após a produção do mapa das Unidades de Paisagem do PARNASI, incorporando a contribuição da literatura revisada, foram realizadas visitas a campo com o intuito de confirmar as informações referentes às unidades de paisagem verificadas.

A vegetação e o clima são variantes importantes para delinear a pesquisa com a matriz da sequência de degradação de Rodriguez (2017). É possível direcionar uma grande perda na resiliência da paisagem com os impactos causados naquele ambiente e as modificações causadas pelo fogo.

O mapa das Unidades de Paisagens fora delimitado a partir da utilização dos dados temáticos (Unidades Geomorfológicas e Vegetação). Esses serão sobrepostos em ambiente SIG (ArcGIS 1.18) para construção do quadro de correlação com base em coincidência espacial das diferentes variáveis (relevo, litologia, solo, vegetação). Essa técnica representa uma útil abordagem inicial para o conhecimento das unidades de paisagem (CAVALCANTI, 2018).

2.3.2 Levantamento dos históricos de incêndios florestais no PARNASI e na região adjacente e entrevista com brigadista, e gestor do parque

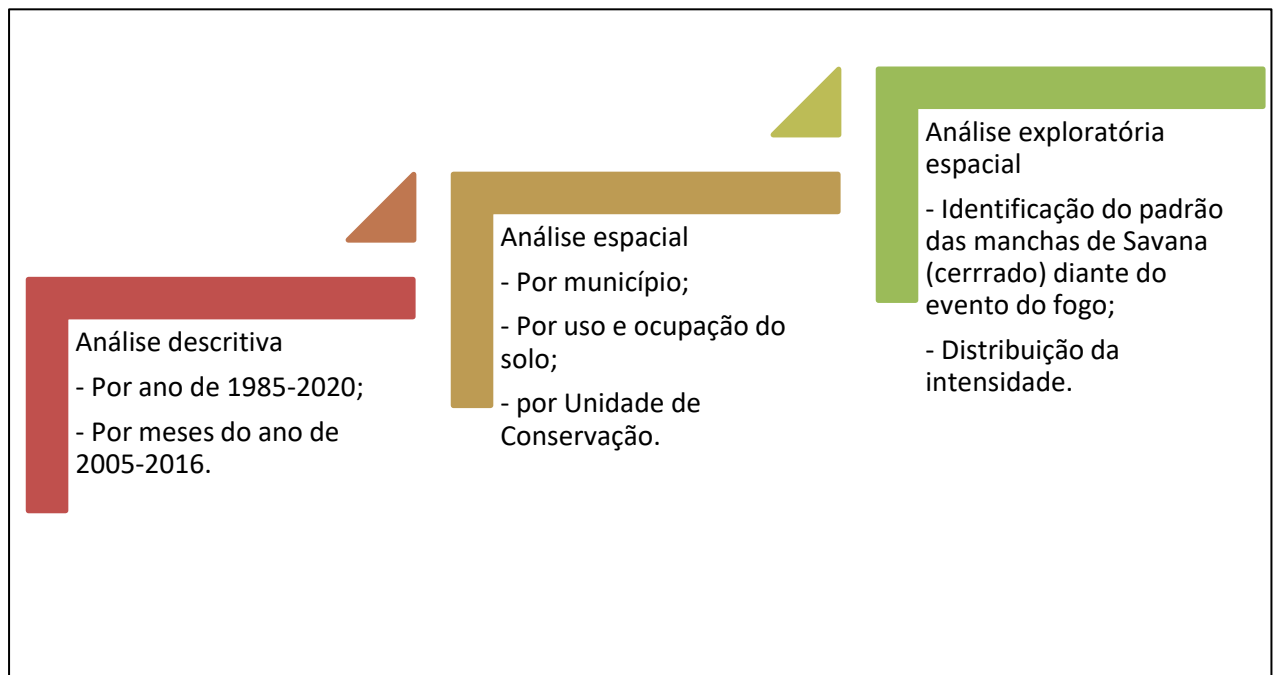
Foi conduzido o levantamento do histórico dos incêndios florestais ocorridos tanto na área do PARNASI quanto em regiões adjacentes e que tenham atingido o parque. Para tanto, foram feitos: (1) levantamento de bibliografia que relate ou registre a ocorrência dos incêndios; (2) entrevista com o gestor do PARNASI e os representantes dos órgãos ambientais competentes que tenham esse registro; (3) entrevista com brigadistas. A pesquisa levou em consideração a localidade do incêndio registrado para posterior georreferenciamento utilizando o software ArcGIS 1.18.

As informações referentes aos incêndios florestais foram georreferenciadas para elaboração de mapas temporais, evidenciando a espacialidade dos históricos dos incêndios registrados. Utilizou-se uma entrevista projetiva com o gestor e dois brigadistas do PARNASI

orientada pelas questões ligadas (1) à relação da gestão com o parque e as comunidades; (2) qual serra teve ocorrência de incêndios no semestre em que estava a serviço do parque?; (3) sabe o que são liquens e qual sua importância para o meio ambiente? e (4) quais as dificuldades que o parque enfrenta no que se refere à administração? Além de utilizar um mapa base como recurso para sinalizar as possíveis áreas de ocorrência de incêndio no parque, levadas a um ambiente SIG e georreferenciadas. Os meses utilizados na análise descritiva foram dados pelos brigadistas durante as entrevistas.

Os dados utilizados para realizar o levantamento do histórico de incêndio florestal do parque seguiram três etapas, conforme o esquema (Figura 15).

Figura 15: Processo do levantamento do histórico de incêndios



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

A etapa da análise descritiva focou nos incêndios anuais, sabendo qual a variação durante esses anos, bem como a quantidade de ocorrências. Já a etapa da análise espacial foi realizada com base nas queimadas em decorrência do uso e da ocupação da terra pelo município estudado e pela Unidade de Conservação; a etapa exploratória espacial foi fundamental para o levantamento de unidades de Savana (cerrrado) e para saber como se dá a distribuição da intensidade do fogo.

As entrevistas foram conduzidas utilizando-se a técnica projetiva (MARQUES et al., 2014), partindo de entrevistas individuais (Apêndice 01) com perguntas abertas para melhor

fluir a entrevista, utilizando o mapa de localização do PARNASI que está disponível no Plano de Manejo (PM) (Anexo 01). Em seguida, foi realizada uma oficina com o mesmo mapa em uma dimensão de 50x60cm para que os brigadistas sinalizassem as áreas de ocorrência de incêndios no parque. Esse momento foi registrado com um gravador de voz digital do modelo Sony ICD-PX240. Importante salientar que na aplicação da entrevista projetiva foi disponibilizado o termo de consentimento (Apêndice 02) para os entrevistados.

Foram entrevistados dois brigadistas, sendo um que esteve na brigada de incêndios do parque nos anos da sua criação (2005/2006) e outro que esteve na brigada em um ano mais recente (2015/2016) para se fazer um comparativo relacionado às serras que têm o maior número de incêndios e assim poder avaliar de forma precisa sobre a frequência dos incêndios e as mudanças na paisagem ao longo dos anos. O gestor da UC foi entrevistado, podendo informar sobre a frequência e as causas mais frequentes dos incêndios anuais e as dificuldades em gerir o parque.

Com isso, se pôde identificar onde ocorreu o fogo em anos diferentes, em sua maioria nas serras do Cajueiro e Comprida, por questões do uso e da ocupação da terra, incluindo o manejo do fogo de forma equivocada.

Tal levantamento norteou a pesquisa de modo a conseguir georreferenciar a presença dos incêndios no parque, sobretudo em áreas de formações abertas naturais e em regiões adjacentes, que acabam impactando em toda a dinâmica da paisagem.

O mapa de localização extraído do plano de manejo do parque foi de fundamental importância para o mapeamento da área que teve ocorrência de incêndios, e assim os entrevistados puderam sinalizar onde ocorreram dentro de um espaço-tempo, levando em consideração o histórico de tais incêndios e o período em que atuaram na brigada do Parque Nacional Serra de Itabaiana (PARNASI).

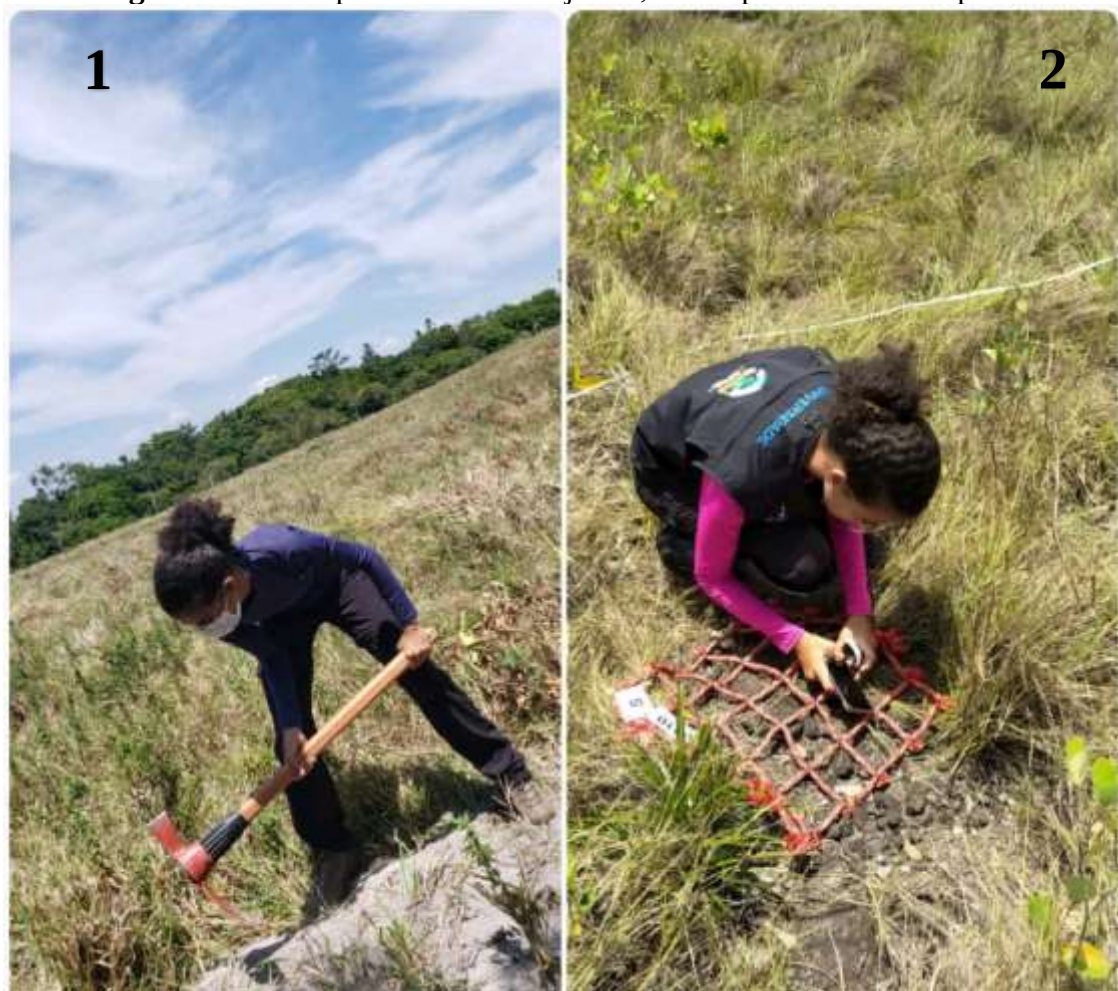
2.3.3 Levantamento dos líquens rupícolas predominantes e a identificação dos líquens da família Cladoniaceae presentes nas rochas coletados

Os dados foram coletados a partir dos campos nas serras Comprida e do Cajueiro (Figura 16) com o estabelecimento de parcelas de 40x5m nas unidades de Savana (cerrado) presentes no PARNASI, nos setores com maior frequência de registro da ocorrência de incêndio florestal. A título de controle dos dados coletados, foram montadas quatro parcelas, sendo duas na base

e duas no topo de ambas as serras, em áreas em que se verificou e onde não se verificou registro da ocorrência de incêndios.

Essas parcelas foram plotadas preferencialmente nas áreas que vêm sendo estudadas por professores do Departamento de Geografia e Biociências da Universidade Federal de Sergipe, *Campus* de Itabaiana. Em cada parcela, levantou-se as espécies rupícolas predominantes. Informações adicionais foram coletadas seguindo a metodologia de Mistry e Berard (2005), que destacam a variedade de fatores que podem afetar a abundância de líquens nos trópicos e a relação entre esses fatores em regiões do Cerrado com histórico de incêndio florestal.

Figura 16: 1 Campo na Serra do Cajueiro; 2 Campo na Serra Comprida



Fonte: A autora (2021).

Assim, dentro da parcela de 40x5m, foram plotadas subparcelas de 50x50cm a cada 5m da linha central (40m). As subparcelas foram plotadas a partir de uma rede subdividida em quadrados de 5x5cm (Figura 17), totalizando para cada parcela uma amostra de 7 (sete)

subparcelas. Dentro da área da malha foram registrados os seguintes dados: o número de espécies líquênicas por rocha, frequência de espécies de líquens por quadrado da malha, percentual de cobertura de líquens sob a superfície da malha, cobertura por quadrado da malha com evidência de fogo e cobertura de líquens rupícolas com evidência de fogo.

Figura 17: Malha de 50x50cm utilizada para subparcela



Fonte: A autora (2022).

Para a identificação das espécies de líquens da família *Cladoniaceae* nas rochas ou no solo, foram retiradas amostras de um indivíduo por espécie registrada na parcela onde tinha a presença dessa família e levadas para a identificação delas. Tal identificação foi conduzida através da utilização de materiais como microscópio e lupa, averiguando através da estrutura líquênica a qual família pertencia. Esse processo de identificação se deu em parceria com o Laboratório de Liquenologia (LALIQ) da Universidade Federal de Sergipe - *Campus* Alberto Carvalho – Itabaiana, liderado pela prof^a. Dr^a. Marcela Cáceres.

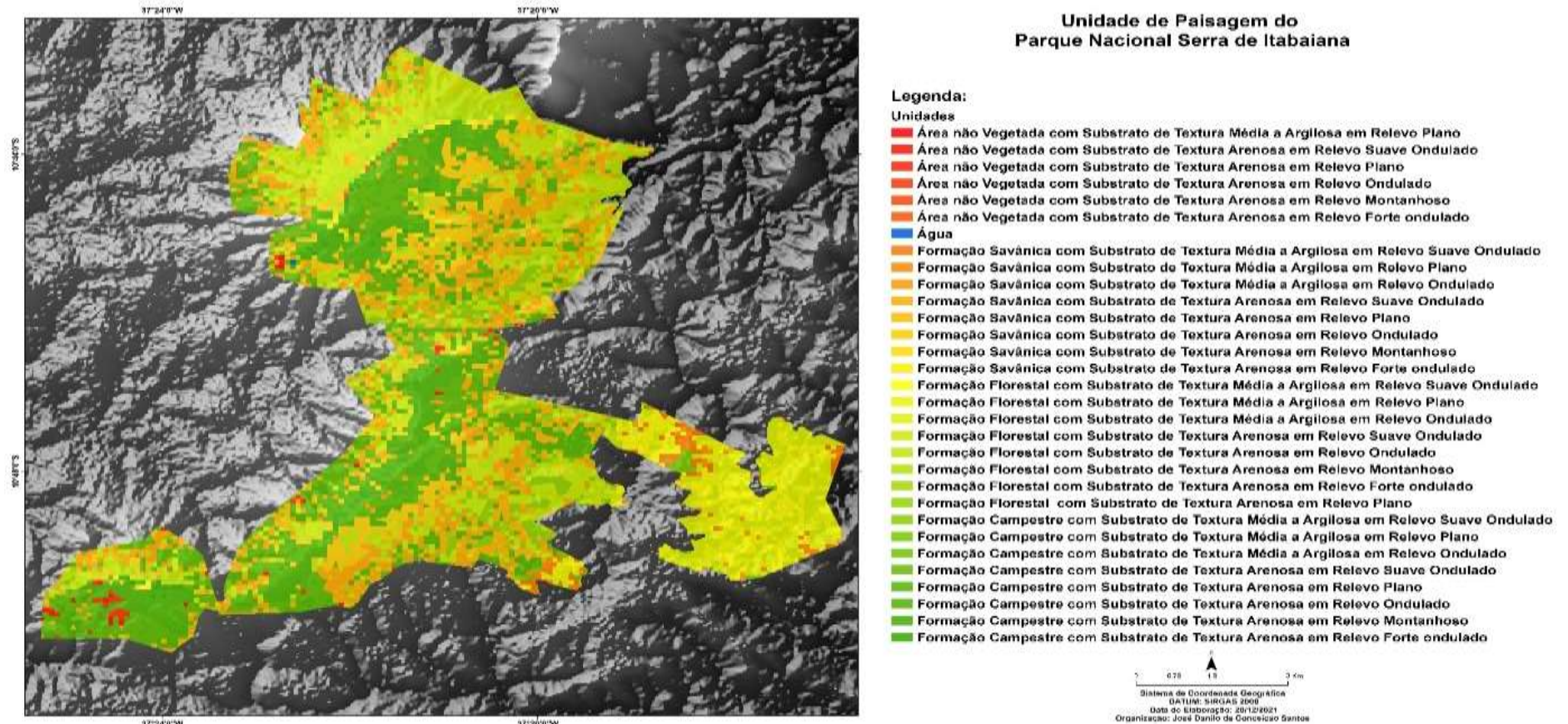
As coletas que foram realizadas no Parque Nacional Serra de Itabaiana/SE foram realizadas após a aprovação do SISBIO (Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade) (Anexo 02) e do Comitê de Ética e Pesquisa (Anexo 03).

CAPÍTULO 3 INCÊNDIOS FLORESTAIS NO PARNASI: IMPACTOS SOCIOECOLÓGICOS E OCORRÊNCIA LIQUÊNICA

3.1 Localização das Unidades de Savana (cerrado)

Com a elaboração do mapa de Unidades de paisagens do Parque Nacional Serra de Itabaiana, foi possível aplicar um mapeamento que permite a comparação entre diferentes elementos da paisagem. Para a classe de vegetação, utilizou-se como base a classificação do MapBiomas para Cobertura e Uso da terra, sendo as seguintes mapeadas no PARNASI: Formação Florestal, Formação Savânica e Formação Campestre. Também foram analisadas as variações da cobertura superficial e da declividade (Figura 18).

Figura 18: Mapa de Unidade de Paisagens do Parque Nacional Serra de Itabaiana



Organização: SANTOS, J.D.C; SANTOS, I.N.M (2022).

Nos setores mais elevados das serras que compõem o PARNASI, observa-se o predomínio da formação Campestre e Savânica, classificadas por Dantas e Ribeiro (2010) como Formações Abertas Naturais. Nesses setores, predominam solos classificados como Neossolo. A depender da declividade do terreno, esse Neossolo pode variar entre o Litólico (nas encostas com declividade maior que 30°) e o Regolítico (nas áreas de deposição). Na base das encostas, predominam os Neossolos Quartzarênicos.

A Serra do Cajueiro situa-se na região Agreste de Sergipe, entre os municípios de Itabaiana, Areia Branca, Campo do Brito, Laranjeiras e Itaporanga D'ajuda e distancia-se aproximadamente 60 km da capital. A Serra do Cajueiro é conhecida e visitada por fazer parte do conjunto das serras que compõem o Parque Nacional Serra de Itabaiana (LOUREIRO, 2013).

As encostas da Serra Comprida e do Cajueiro possuem solos rasos e com afloramentos rochosos, declividade significativa e com ventos relativamente fortes e umidade concentrada, principalmente na base das serras e em setores onde a direção dos ventos tende a convergir, como entre os limites dessas duas serras. Nelas, a vegetação é contínua e composta predominantemente por gramíneas e subarbustos mesófilos emergentes ao estrato herbáceo. De acordo com a caracterização de Dantas e Ribeiro (2010), essas áreas estão inseridas na vegetação aberta natural, dentro da subclassificação dos campos gramíneos e de Areias Brancas.

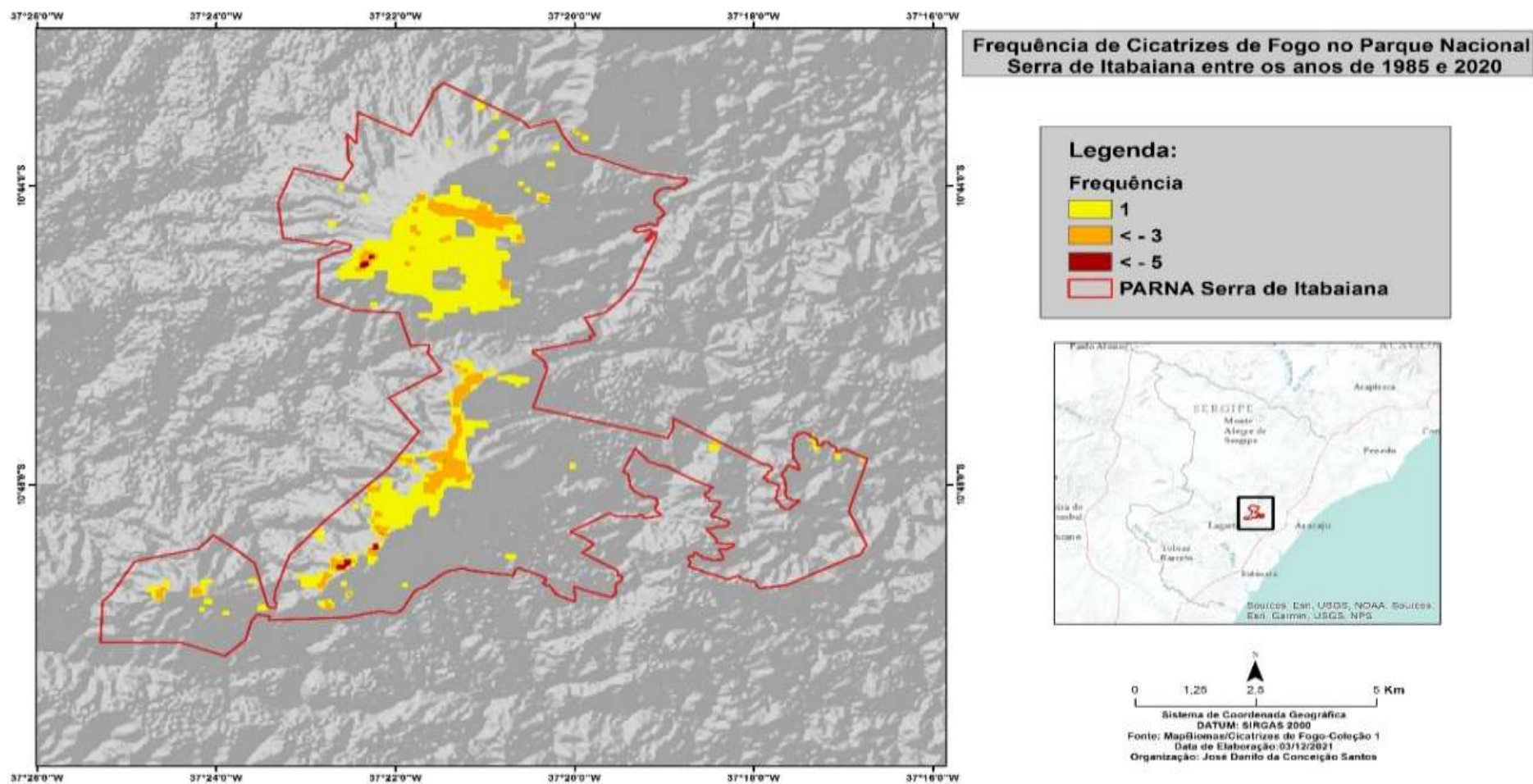
Foram plotadas duas parcelas em cada uma dessas serras citadas. Essa escolha está associada aos incêndios florestais que tendem a ocorrer com maior frequência nessas duas serras. Inseridas em unidades de paisagem semelhantes (Formação Savânica e Formação Campestre), observa-se a presença de espécies comuns às duas serras e características de ambiente Savânico (cerrado, como *Curatella americana* L. e *Schefflera macrocarpa* (Cham. & Schltdl.) Frodin).

Nos pontos onde foram plotadas as parcelas, a declividade observada do relevo variou entre moderada (10-25°) a forte (25-45°). Na Serra do Cajueiro, observou-se cobertura do terreno com elevada pedregosidade (>50%); na Serra Comprida, a pedregosidade é entre 15 e 50%, e também uma rochosidade entre 1 a 25%. Nos setores de Neossolo Litólico, predominam na paisagem espécies herbáceas da família *Poaceae* e pequenas manchas esparsadas de espécies arbustivas e subarbustivas.

3.2 Levantamento do histórico dos incêndios florestais no Parque Nacional Serra de Itabaiana entre os anos 1985-2020

A partir do levantamento anual da frequência dos incêndios florestais (Figura 19) realizado pelo banco de dados do MapBiomas Fogo, foi possível vislumbrar dentro do período de 1985-2020 as manchas de cicatrizes de incêndios em todo o parque, sobretudo nas áreas da Serra de Itabaiana, Serra do Cajueiro e Serra Comprida. Além de realizar um levantamento mensal partindo da entrevista com os brigadistas que relataram incêndios nos anos que eles estavam a serviço da brigada de incêndios do Parque Nacional Serra de Itabaiana, condizia com os dados presentes no MapBiomas.

Figura 19: Mapa de frequência de cicatrizes de fogo no Parque Nacional Serra de Itabaiana entre os anos de 1985-2020



Organização: SANTOS, J.D.C; SANTOS, I.N.M. (2021).

Os anos que foram levados em consideração para o levantamento do histórico de incêndios florestais do PARNA Serra de Itabaiana foram os anos de 2005/2006 e 2015/2016, anos esses relatados pelos participantes 02 e 03, que estiveram à frente da brigada de incêndios florestais. Dos anos relatados pelos participantes, 2005 e 2016 foram os que tiveram a presença de manchas de incêndios mais intensas; para realizar esses levantamentos, utilizou-se os dados do MapBiomas Fogo. Além de verificar a frequência dos incêndios (1985-2020) e anual (2005/2006 e 2015/2016), foi realizada ainda uma observação mensal desses anos (Tabela 02).

Tabela 02: Dados de manchas de fogo mensal no Parque Nacional Serra de Itabaiana

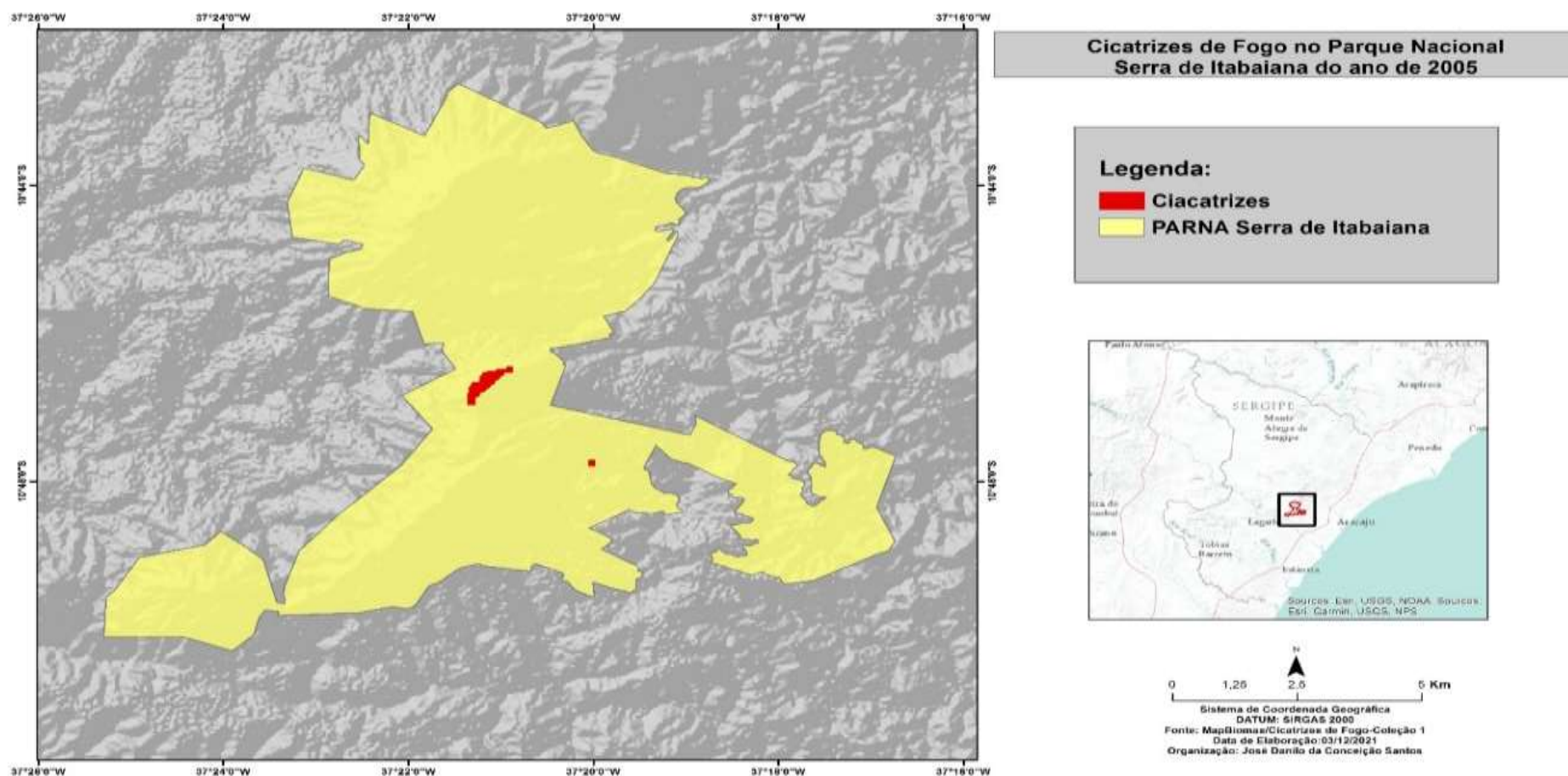
FREQUÊNCIA MENSAL				
ANO	MÊS	SERRA	COORDENADAS	
			Latitude	Longitude
2005	FEVEREIRO	COMPRIDA	8808072.17 m S	680092.86 m E
			8808321.66 m S	680365.74 m E
			8807719.74 m S	679845.16 m E
			8806054.57 m S	682195.77 m E
2006	SEM REGISTRO	-	-	-
2015	SEM REGISTRO	-	-	-
2016	JANEIRO	ITABAIANA	8812423.78 m S	679023.52 m E
			8811731.62 m S	679697.14 m E
			8811668.41 m S	679569.04 m E
		COMPRIDA	8806142.57 m S	679948.20 m E
			8805832.54 m S	680049.42 m E
			8805757.75 m S	679875.67 m E
			8805882.03 m S	679840.88 m E
			8805699.13 m S	679330.78 m E
			8805532.40 m S	679325.42 m E

Organização: A autora (2021).

No mapa a seguir, do ano de 2005, as cicatrizes de fogo se mostram mais frequentes na parte norte da Serra Comprida e a leste dela. Esses incêndios frequentes na Serra Comprida se dão devido aos impactos causados tanto pelo uso e ocupação da terra quanto pela rodovia que corta o parque. O uso do fogo é frequente na agricultura para queima e renovação da pastagem para plantações, e essa realidade ainda é recorrente no parque. Apesar de existirem restrições legais relacionadas aos incêndios florestais, são geralmente feitos com pouco ou nenhum controle e sem orientação técnica adequada. Devido a esse fato, o fogo frequentemente alcança os remanescentes florestais, principalmente nos meses entre novembro e abril.¹ (Figura 20).

¹ Entre esses seis meses a brigada de incêndios se efetiva para conter o fogo dentro desse período de tempo.

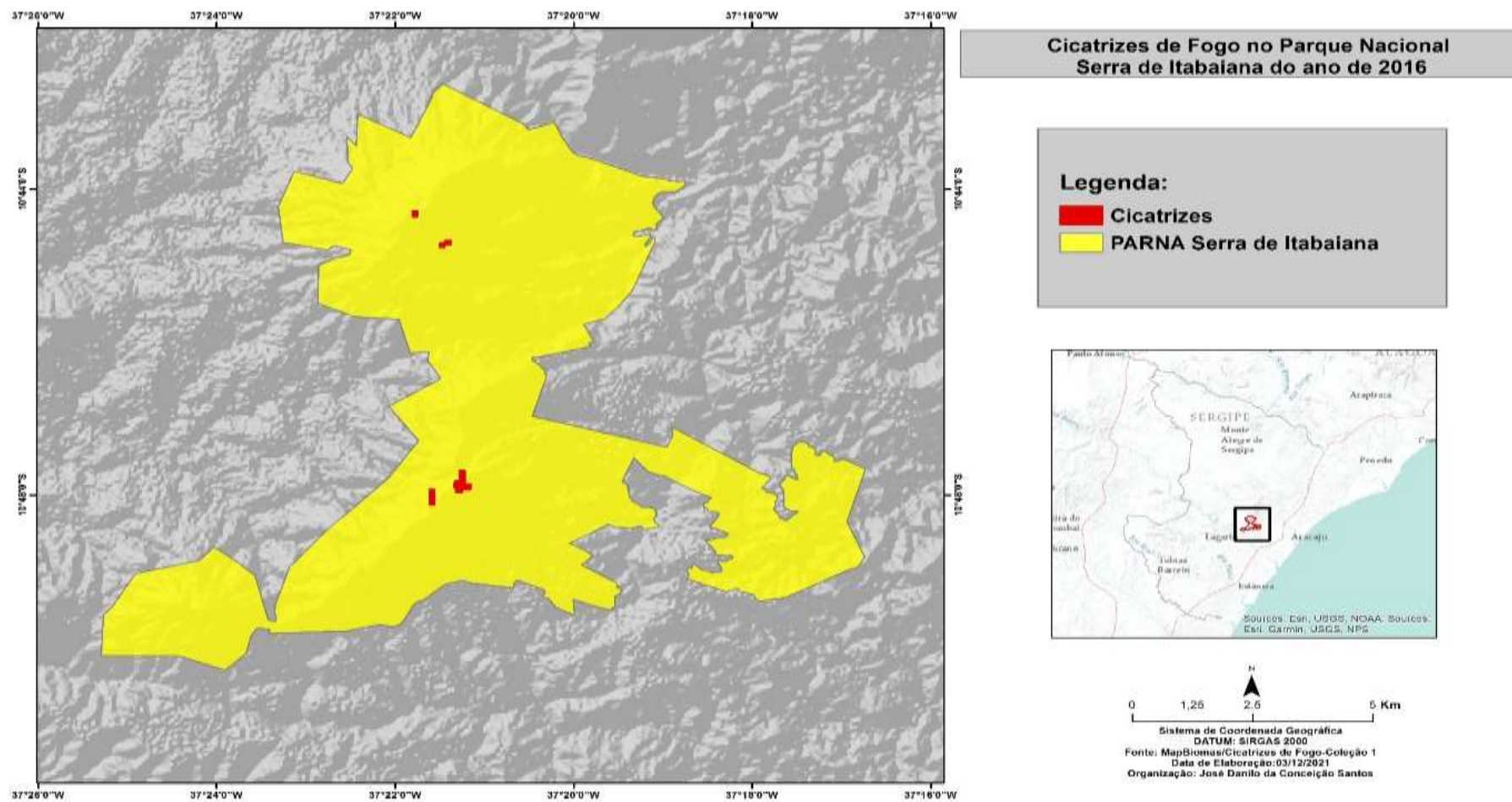
Figura 20: Mapa cicatrizes de Fogo no Parque Nacional Serra de Itabaiana do ano de 2005



Organização: SANTOS, I.N.M; SANTOS, J.D.C (2021).

No ano de 2016, as cicatrizes de fogo não se concentraram apenas na Serra Comprida, mas se espalharam para a Serra de Itabaiana (Figura 21). Como relatado no plano de manejo do parque, os incêndios na Serra de Itabaiana se dão em decorrência de diversos fatores, mas os principais são: o manejo incorreto do fogo sem observar a direção dos ventos, o horário da queima, além do número de visitantes que descartam cigarros, fazem fogueiras e acabam tomando outras proporções. Todos esses relatos também foram dados pelos três participantes.

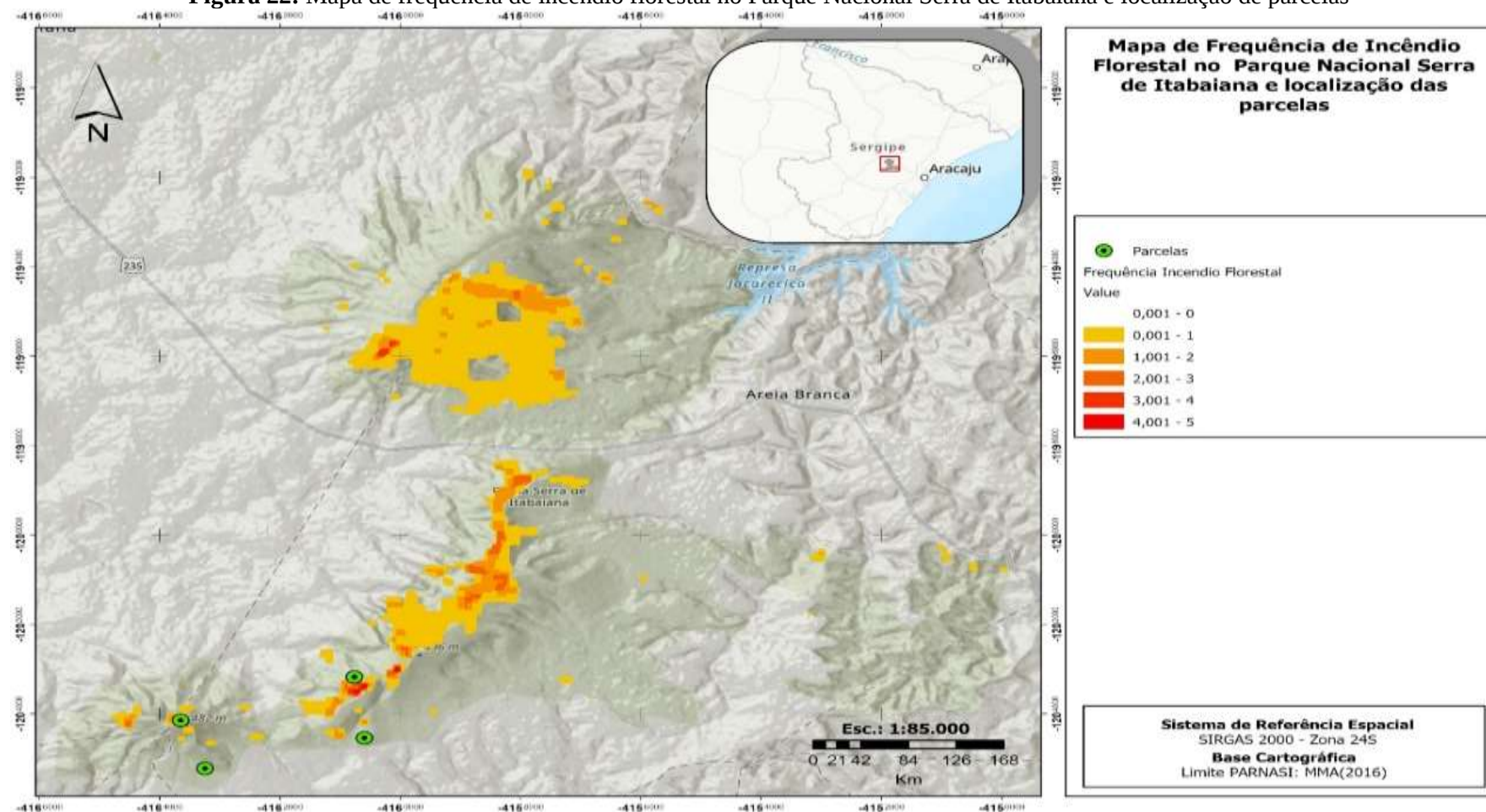
Figura 21: Mapa cicatrizes de Fogo no Parque Nacional Serra de Itabaiana do ano de 2016



Organização: SANTOS, I.N.M; SANTOS, J.D.C (2021).

A ocorrência de incêndios florestais no Parque Nacional Serra de Itabaiana sofre grandes influências ligadas aos fatores climáticos, como também à dinâmica de direção e à velocidade dos ventos e aos dados de precipitação e temperatura.

Figura 22: Mapa de frequência de incêndio florestal no Parque Nacional Serra de Itabaiana e localização de parcelas



Fonte: RAFAEL, L.M. (2022).

Os pontos plotados foram onde se realizaram os campos e as coletas dos líquens na Serra do Cajueiro e na Serra Comprida (Figura 22) em áreas que tiveram maior grau de intensidade dos incêndios na região e em áreas com baixa intensidade de fogo, para assim se fazer um comparativo entre áreas onde houve o incêndio e a que não ocorreu e ter como resposta a potencialidade líquen como bioindicador.

3.3 Impactos socioecológicos dos incêndios

Com base nas entrevistas realizadas com brigadistas e gestor do PARNASI, pode-se inferir sobre informações relacionadas à gestão do parque e suas demandas e necessidades, desde as condições relacionadas a recursos humanos, fiscalização, controle de incêndios e a necessidade de mais brigadistas e materiais. Roubo e furto fazem com que reduzam os visitantes. O Participante 01 relatou que “Em 2000 a 2014 tinha um número de 30 a 35 mil visitantes, em 2016 de 3 a 7 mil e 2018 teve menos de 1000 e 2020 não teve nenhuma visita decorrente do roubo e furto de celular principalmente. A falta de segurança fez com que reduza a pesquisa”.

Durante a entrevista, o Participante 01 relatou sobre quantitativo de 192 pessoas morando no polígono da Unidade de Conservação (UC) de proteção integral, assim é sabido dizer das questões relacionadas às ocorrências dos incêndios, pois ele menciona as causas desses eventos, os quais na sua maioria são provenientes das ações antrópicas, sendo elas plantações, queima do pasto, e não de forma natural, pelo fato de não ter espécies de plantas pirofíticas ou qualquer outro material combustível natural.

Os Participantes 02 e 03 relataram as dificuldades de combate aos incêndios, o acesso que dificulta a subida deles com as bombas costais e os abafadores, principalmente na Serra do Cajueiro, por ser íngreme e com um grande quantitativo de rochas. Também falaram da redução de efetivos, e isso afeta diretamente e de forma negativa essas ações que são necessárias para uma gestão firme. Esses participantes foram selecionados para entrevista de acordo com o tempo de brigada e por trabalharem em anos diferentes. Mas os relatos de ambos são semelhantes (Figura 23).

Figura 23: Participante 01 e Participante 02 localizando os locais de incêndios florestais que eles combateram



Fonte: A autora (2021).

A Serra Comprida tem o mesmo histórico de ocorrência de incêndio como a Serra do Cajueiro, devido à sua face barlavento ser cortada pela BR-235, onde são arremessadas bitucas de cigarro, vidro, sendo que esses materiais podem iniciar um grande incêndio que pode tomar a serra, como ocorreu no ano de 2019. O Participante 02 relatou que foram feitos aceiros para barrar eventuais incêndios naquelas áreas.

Os três participantes desconheciam o que são líquens, a importância para o meio ambiente e que podem ser utilizados como bioindicadores de atividades poluentes que venham a ocorrer.

Foi obtido um quantitativo de resultados para uma análise precisa quanto ao histórico dos incêndios florestais dentro do período da criação do parque até os dias atuais, num prazo de tempo de pelo menos 10 anos. Assim, vamos analisar os líquens da família *Cladoniaceae*

como um bioindicador de incêndio florestal nas áreas de maior ocorrência no parque, sendo elas a Serra Comprida e a Serra do Cajueiro.

A presente pesquisa produziu um conjunto de dados que, analisados, fornecem informações relacionadas aos incêndios florestais no Parque Nacional Serra de Itabaiana/SE que consideram o papel de distintos atores sociais (gestão, comunidade do entorno, brigadistas e academia) na conformação desse problema. Para tanto, o estudo dos líquens como bioindicadores de incêndios florestais se mostra uma ferramenta de monitoramento ambiental capaz de auxiliar tanto a identificação de áreas já acometidas pelos incêndios quanto a capacidade potencial da área para ser reutilizada para usos distintos, garantindo assim a manutenção dos serviços ambientais esperados para Unidades de Conservação.

É importante salientar a necessidade de ações que sejam compensatórias e previnam a ocorrência de incêndios e reduzam os custos tidos com o combate ao incêndio florestal. Cabe destacar que o causador desse evento é o ser humano, e, para minimizar essas práticas do uso do fogo, é preciso ter como objetivo básico utilizar meios educativos (RIBEIRO, 2004). Para ambos, foi importante explicar o que são os líquens e sua importância, pois não conheciam e não sabiam o quão valiosos são para o meio ambiente.

3.4 Ocorrência da família *Cladoniaceae* em áreas de incêndio florestal

Foram plotadas quatro parcelas, sendo elas na Serra do Cajueiro e na Serra Comprida, aplicando a metodologia adaptada do RAPELD, em que cada parcela de 40x5m foi plotada mantendo-se na mesma curva de nível. Dentro desta, as subparcelas de 50x50cm foram instaladas iniciando em Q-0 (entre 0 e 5 m) a Q-35 (entre 35 e 40m), identificando a presença dos líquens da família *Cladoniaceae* e de outras famílias, inseridos nas unidades de Savana (cerrado). Os líquens encontrados foram classificados em conjunto com as discentes que fazem parte do Laboratório de Liquenologia (LALIQ) a partir de amostras de rochas ou fotografias das subparcelas. Através de lupa e microscópio, 65% dos líquens encontrados foram da família *Parmeliaceae*, diferentemente do que se esperava, que seria encontrar líquens da família *Cladoniaceae*. Assim, pode-se entender a família *Parmeliaceae* como líquen bioindicador da ocorrência de incêndios, tendo em vista que foram os primeiros a recolonizar as áreas onde houve registro de ocorrência de incêndios (Figura 24).

Figura 24: Serra do Cajueiro/SE, líquen *Parmeliaceae* em rocha exposta em parcela Q-0. Área com manchas de incêndio



Fonte: A autora (2021).

Na parcela Q-35 01, ainda na Serra do Cajueiro, foram identificadas outras espécies de *Parmeliaceae*, amostra em rocha que foi levada ao Laboratório de Liquenologia (LALIQ) do Campus Alberto Carvalho – UFS. Elas foram vistas e coletadas nas áreas onde havia manchas de incêndios florestais recentes, sendo visualizado na Figura 25.

Figura 25: Serra do Cajueiro/SE, líquen *Parmeliaceae* em rocha exposta em parcela Q-35 01. Área com manchas de incêndio



Fonte: A autora (2021).

Nos trabalhos de campo na Serra do Cajueiro, foram encontradas colônias da família *Cladoniaceae* localizadas em manchas sem ocorrência de incêndio, sendo elas na parcela Q-10 na base da serra, havendo maior predominância de espécie por quadrantes na área do que na parcela plotada. No topo da mesma serra, foram encontradas famílias da *Cladoniaceae* e áreas com manchas de fogo consideradas recentes (Figura 26).

Figura 26: 1 Serra do Cajueiro/SE, líquen da família *Cladoniaceae* em rocha exposta em parcela Q-15. Área sem manchas de incêndio. 2 Parcela no topo onde havia manchas de fogo



Fonte: RAFAEL, L.M. (2021).

Pode ser observada nesses líquens uma forma de bioindicador dos incêndios florestais da Serra do Cajueiro devido à sua recolonização nas áreas com manchas com ocorrência de incêndios recentes.

O campo foi realizado na Serra Comprida, a qual tem um histórico de incêndio frequente, sendo possível visualizar pela estrutura do solo como um todo e na parcela que foi fixada (Figura 27). Na Serra de Itabaiana, não foi realizado campo para identificação de líquens.

Os focos principais foram a Serra do Cajueiro e a Serra Comprida devido ao alto índice de incêndios florestais anualmente, como relatado pelo gestor e pelos brigadistas do parque, bem como pelo levantamento de histórico dos incêndios do MapBiomias.

Figura 27: Solo da Serra Comprida com manchas de incêndios florestais



Fonte: RAFAEL, L.M. (2021).

Assim como no trabalho em campo na Serra do Cajueiro, foram encontradas espécies da família *Parmeliaceae*; na Serra Comprida (Figura 28), também foi identificada essa família

em áreas que haviam sido queimadas recentemente dentro das parcelas Q-0 e Q-35. Foi possível observar que ela estava se regenerando naquele espaço. Não foram encontrados nessa parcela líquens da família *Cladoniaceae*.

Figura 28: Líquens da família *Parmeliaceae* em áreas de ocorrência de incêndios na Serra Comprida



Fonte: A autora (2021).

Na Serra Comprida, foram plotadas duas parcelas – uma na base, que de acordo com o mapa de incêndios florestais, essa região teve um ou nenhum evento de fogo e no topo teve evento de escala cinco, sendo assim com um potencial maior para aquela área. Na base onde foi plotada a quinta, parcela a presença da família *Cladoniaceae* não foi identificada e da família *Parmeliaceae* foi encontrado um ou nenhum indivíduo (Figura 29).

Os líquens que foram localizados e coletados nas Serras Comprida e Cajueiro estão inseridos nas Formações Campestre e Formações Savânicas e na Mata do Cafuz, e as poucas famílias encontradas estão inseridas na Formação Florestal. Portanto, as unidades de paisagem que têm a maior ocorrência dos líquens são as Formações Campestre e as Formações Savânicas, o que pode significar para fins de conservação que essas áreas são as que mais são acometidas pelos incêndios florestais.

Figura 29: Líquens da família *Parmeliaceae* em áreas de poucas ocorrências de incêndios na Serra Comprida na parcela Q-30



Fonte: A autora (2021).

Na parcela plotada no topo da serra, pode ser observada a mudança da paisagem e do solo, sendo que isso está ligado diretamente aos eventos de alta frequência do fogo. Dentro da parcela foram encontrados líquens das famílias *Parmeliaceae* em maior número (Figura 30).

Figura 30: Líquens da família *Parmeliaceae* em áreas de poucas ocorrências de incêndios na Serra Comprida parcela Q-25



Fonte: A autora (2021).

A vegetação da Serra Comprida foi caracterizada como formações abertas naturais, apresentando uma predominância herbáceo-arbustiva, com a presença eventual de arvoretas pouco desenvolvidas. Envolve um complexo de vegetação que agrupa paisagens em microrrelevos com espécies típicas, ocupando trechos de afloramentos rochosos. Algumas espécies de cajueiro apareceram em todos os campos nessa serra, se mostrando resilientes na paisagem após os eventos de incêndios (Figura 31).

Os pontos de coletas (Tabela 03) dos campos realizados no Parque Nacional Serra de Itabaiana foram organizados em: Pontos de coletas; Localização; Ocorrência de Incêndio Florestal; Tipo de Líquen; Cobertura de líquens e Características.

Figura 31: Vegetação de formações abertas naturais na Serra Comprida

Fonte: A autora (2021).

Tabela 03: Dados de pontos de coletas Parque Nacional Serra de Itabaiana

Ponto de Coleta	Localização	Ocorrência de Incêndio Florestal	Tipo de líquen	Cobertura de líquens	Características
1	Serra do Cajueiro	Não	<i>Cladoniaceae</i>	<50%	Folioso
		Sim	<i>Parmeliaceae</i>	<30%	
2	Serra Comprida	Sim	<i>Parmeliaceae</i>	<70%	Crostoso
3	Serra do Cajueiro	Sim	<i>Cladoniaceae</i>	<75%	Folioso
		Sim	<i>Parmeliaceae</i>	<25%	
4	Serra Comprida	Não	<i>Parmeliaceae</i>	<50%	Crostoso
			<i>Cladoniaceae</i>	>50%	Folioso

Organização: A autora (2021).

Os pontos de coleta foram selecionados a partir do histórico dos incêndios florestais no parque e onde a malha do RAPELD foi plotada para identificação e coleta dos líquens. Foi elaborada uma tabela com localização, tipo de líquen coletado e número de líquens por amostra de malhas em relação à ocorrência dos incêndios (Tabela 04).

As famílias identificadas nas serras estudadas são famílias distintas pelas suas características e formas de talos, como a *Cladoniaceae*, que é caracterizada pelo talo dimórfico e pela produção de esporos hialinos, simples e fusiformes, e a *Parmeliaceae*, caracterizada pelos lobos de ápices largos e arredondados.

Ambas são consideradas bioindicadores de qualidade do ar em função da sua sensibilidade à poluição atmosférica e por se mostrarem resilientes em áreas onde ocorreram os incêndios florestais nas serras em que foram realizados os campos. A família *Parmeliaceae* aparece em áreas que estão mais degradadas e a *Cladoniaceae* em áreas de restituição.

Tabela 04: Análise da distribuição das Famílias de líquens identificadas em diferentes pontos de coletas no Parque Nacional Serra de Itabaiana

Família	Indivíduos	%Total	Unidades Amostrais
<i>PARMELIACEAE</i>	25	65%	01,02,03,04,05,06
<i>CLADONIACEAE</i>	10	50%	01,02,03

Organização: A autora (2021).

Com base na análise da distribuição das espécies (Tabela 04), foi possível apontar quais espécies se mostraram mais presentes nos diversos pontos de coletas. A que mais se destacou foi a família das *Parmeliaceae*, se mostrando resiliente nas áreas que foram afetadas com os incêndios florestais no Parque Nacional Serra de Itabaiana.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa revelou que a predominância de líquens da família *Cladoniaceae* nas serras do Cajueiro tem um percentual de 50% em áreas em que ocorreram incêndios florestais em que foram plotadas as parcelas. Foi observado que a família que mais predomina nessas áreas do parque com manchas de fogo e sem manchas de fogo são as da família *Parmeliaceae*, que se mostraram resilientes, estando em 65% da área da parcela que tinha marcas de incêndios recentes.

Além de contribuir para a melhoria da gestão de áreas protegidas, a partir de uma Unidade de Conservação no Estado de Sergipe, tendo em vista que as Ciências Ambientais, como um ramo essencialmente interdisciplinar, focam no estudo de problemas ambientais e suas mitigações, vale assinalar que a conversão de fragmentos ricos em biodiversidade para áreas antropizadas tem se mostrado um desafio nos estudos ambientais, principalmente quando essa conversão ocorre impulsionada pelos incêndios florestais.

As Serras do Cajueiro e Comprida, diferentemente da Serra de Itabaiana, sofrem maior pressão pela presença de povoados tanto inseridos dentro dos limites do PARNASI quanto em região adjacente próxima e que tem como base produtiva a agricultura. Estudos que correlacionem a origem da vegetação savânica na área são de extrema necessidade para indicar se os efeitos do incêndio florestal sobre a paisagem podem implicar uma savanização dessa paisagem, inicialmente de formação florestal úmida.

Após a análise realizada através de ambiente SIG sobre os incêndios florestais utilizando o SAVI para a elaboração dos mapas de frequência de incêndios florestais fazendo o recorte de 1985-2020 pelo MapBiomias, a serra que se mostrou mais impactada foi a Serra Comprida, sendo de maior escala no ano de 2019, isso foi relatado pelos brigadistas e pelo gestor do parque.

Com os dados obtidos em campo e com as entrevistas, foi possível afirmar que o líquen da família *Cladoniaceae* é um potencial bioindicador de incêndios florestais do Parque Nacional Serra de Itabaiana, com 50%, além de identificar uma outra família que se mostrou resistente ao fogo nas áreas em que foram realizados os campos, sendo essa a família *Parmeliaceae*.

Portanto, evidencia-se que os problemas advindos dos incêndios afetam as questões socioecológicas e econômicas da região estudada. Posto isso, a compreensão do histórico do fogo associada ao apontamento de um bioindicador para representação dessa ocorrência deverá auxiliar gestores e pesquisadores de áreas protegidas e determinar o tempo para recuperação da

área degradada devido às implicações do retorno dos serviços ambientais para a população que reside próximo à área de conservação.

Vale ressaltar a importância da análise dos bioindicadores para aprimorar o monitoramento nessas áreas que foram afetadas com os incêndios florestais, tendo em vista a recorrência dos incêndios nas áreas selecionadas no período de 2005 até 2016, locais em que houve incêndios recorrentes e as áreas atingidas com menores frequências. Logo, pode ser visualizada a diferença de padrões de distribuição da família *Cladoniaceae*, que, apesar de menor colônia nos pontos de incêndios, foi resiliente.

A prevenção de atividades causadas pelo fogo é de extrema importância, devendo ser feita em conjunto com as comunidades, dando ênfase maior nos pequenos agricultores, nas escolas e na gestão. Em conjunto com essas esferas da sociedade, é possível manter a conservação do parque sem maiores impactos.

Vale ressaltar que, junto com a conscientização da prevenção do fogo, é oportuno mostrar a importância dos líquens no meio ambiente, visto que muitos desconhecem o seu potencial, dando respostas sobre as alterações climáticas, além de responder à pureza do ar. Com isso, pode-se pensar em guias ilustrativos que retratem a prevenção do fogo e em conjunto a conservação dos líquens.

O uso de indicadores biológicos, no caso os líquens, permite uma avaliação da qualidade do ambiente, inclusive com diagnósticos precoces quando os efeitos visuais (macroscópicos) ainda não são evidentes.

Nesse seguimento, realça-se a importância da pesquisa para a conservação da biodiversidade da Unidade de Conservação e também para o funcionamento do turismo ecológico consciente e responsável, contribuindo para a literatura científica, a comunidade e os visitantes do Parque Nacional Serra de Itabaiana.

Pode ser feito um comparativo com os campos realizados na Serra Comprida, nas áreas que tiveram ocorrência de incêndios florestais e nas áreas em que não ocorreram, logo pode ser identificado um número significativo de líquens da família *Cladoniaceae*, podendo ser um bioindicador dos incêndios florestais e resilientes na paisagem do parque.

REFERÊNCIAS

- AB’SABER, A. N. Contribuição à Geomorfologia dos Cerrados. *In*: FERRI, M. G. (Ed.). **Simpósio Sobre o Cerrado**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1963. p. 117-124.
- _____. **Os Domínios de Natureza no Brasil**: potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial. 3. ed. [S.l: s.n], 2005. 159p.
- AHTI, T.; STENROOS, S.; XAVIER-FILHO, L. The lichen family Cladoniaceae in Paraíba, Pernambuco and Sergipe, Northeast Brazil. **Tropical Bryology**, v. 7, p. 55-70, 1993.
- ARAÚJO, H. J. B.; VASCONCELOS, S. S.; CORREIA, M. F. **Impactos de incêndio florestal sobre a composição de espécies de uma floresta primária no estado do Acre**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/acre/busca-de-publicacoes/-/publicacao/943312/impactos-de-incendio-florestal-sobre-a-composicao-de-especies-de-uma-floresta-primaria-no-estado-do-acre>. Acesso em: 29 set. 2020.
- BALLEN, L. A. C. **Análise da configuração da paisagem na área de proteção ambiental do Cariri – PB/Brasil**. 2016. 150f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal da Paraíba, 2016.
- BARBOSA, H. M. S. **Intemperismo biogeoquímico e ciclagem de nitrogênio pela interação do líquen *Cladonia substellata* Vainio com granito e basalto**. 233 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Pernambuco, CFCH, Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2014.
- BARLOW, J. et al. The future of hyperdiverse tropical ecosystems. **Nature**, v. 559(7715), p. 517-526, 2018.
- BBC NEWS. **Incêndios florestais pelo mundo são os maiores ‘em escala e em emissões de CO2’ em 18 anos**. 2020. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-54202546>. Acesso em: 22 dez. 2020.
- 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**. Brasília, DF. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9985.htm. Acesso em: 8 set. 2020.
- BRAZ, S. N. **Líquens como bioindicadores de qualidade ambiental em áreas de borda de florestas urbanas**. 2020. 114p. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade, Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, 2020.
- BURIL, M. L. L. **Levantamento de líquens foliosos (Parmeliaceae) do Semiárido de Pernambuco – NE, Brasil**. 2015. 314f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal) – Universidade Federal de Pernambuco, 2015.

CAVALCANTI, L. C. S. Geosystems of Curaçá, Bahia. **Clio Arqueológica**, v. 32, n. 3, p. 61-87, 2017.

COCHRANE, M. A. Fire science for rainforests. **Nature**, n. 421, p. 913-919, 2003.

COLAÇO, M. C. A. **Bases para uma educação ambiental orientada para a diminuição dos riscos e aumento da resiliência das comunidades aos incêndios florestais em Portugal**. Tese (Doutorado). 2017.

CONTI, J. B.; FURLAN, S. A. Geoeologia: o Clima, os Solos e a Biota. *In*: ROSS, J. S. (Org.). **Geografia do Brasil**. 4. ed. 1. reimpr. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2003.

COSTA, M.; FALLEIRO, R. de M. **Plano Operativo de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais – Parque Nacional Serra de Itabaiana**. Aracaju: ICMBio, Prevfogo, MMA. Relatório Interno. 2010.

COSTANZA, R.; D'ARGE, R. The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital. **Nature**, v. 387, p. 253-260, 1997.

DANTAS, T. V. P.; RIBEIRO, A. S. Caracterização da vegetação do Parque Nacional da Serra de Itabaiana, Sergipe – Brasil. **Biotemas**, v. 23, n. 4, p. 9-18, 2010.

DE ANGELIS, A.; RICOTTA, C.; CONEDERA, M.; PEZZATTI, G. B. Modelling the Meteorological Forest Fire Niche in Heterogeneous Pyrologic Conditions. **PLoS ONE**, 10(2), e0116875, 2015. Doi:10.1371/journal.pone.0116875. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0116875>. Acesso em: 19 dez. 2020.

EMBRAPA. **O que são os Serviços Ambientais ou Serviços Ecossistêmicos?**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-servicos-ambientais/perguntas-e-respostas>. Acesso em: 21 nov. 2020.

EMBRAPA. **Bioma Cerrado**. 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/cerrados/colecao-entomologica/bioma-cerrado>. Acesso em: 4 nov. 2020.

FARLEY, J. Ecosystem services: The economics debate. **Ecosystem Services**, v. 1, p. 40-49, July 2012.

FELFILI, M.; SOUSA-SILVA, J. C.; SCARIOT, A. Biodiversidade, Ecologia e Conservação do Cerrado: Avanços no Conhecimento. *In*: SCARIOT, A.; SOUSA-SILVA, J. C.; FELFILI, J. M. **Cerrado: Ecologia, Biodiversidade e Conservação**. Ministério do Meio Ambiente. 2005.

FERRAZ, Rodrigo Peçanha Demonte et al. (Editores Técnicos). **Marco Referencial em Serviços Ecossistêmicos**. Brasília, DF: EMBRAPA, 2019. 20p.

FIGUEIRÓ, Adriano S. **Biogeografia: dinâmicas e transformações da natureza**. São Paulo: Oficina de Textos. 2015. p. 127-135.

FIGUEIRÓ, Adriano S. Biogeografia, historicidade e episteme: notas para a compreensão de uma natureza híbrida no Antropoceno. **Humboldt - Revista de Geografia Física e Meio Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 2, e57367, 2021.

IBGE. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. 2. ed. Rio de Janeiro. 2002. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=263011>. Acesso em: 23 dez. 2021.

INPE. **Monitoramento dos Focos Ativos**. Disponível em: http://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/portal-static/estatisticas_estados/. Acesso em: 17 jan. 2021.

JUNGBLUTH, P. **A família Parmeliaceae (fungos liquenizados) em fragmentos de cerrados do Estado de São Paulo**. Dissertação (Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente). 311f. Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2006.

LAKATOS, E. M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

LEBLANC, F; DE SLOOVER, J. Relation between industrialization and the distribution and growth of epiphytic lichens and mosses in Montreal. **Canadian Journal of Botany**, 48, p. 1485-1496, 1970.

LEFF, E. Complexidade, Racionalidade Ambiental e Diálogo de Saberes. **Educação & Realidade**, v. 34, n. 3, p. 17-24, 2009.

LOUREIRO, M. A. **Percepções e práticas em relação ao patrimônio “Serra do cajueiro”, Itabaiana, Sergipe**. 102p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2013.

MACHADO, G. C. **Efeitos dos incêndios florestais na vegetação do cerrado utilizando dados do sensor MODIS**. 53p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

MAGNUSSON, W. E. et al. RAPELD: a modification of the Gentry method for biodiversity surveys in long-term ecological research sites. **Biota Neotropica**, v. 5, p. 1924, 2005.

MARCELLI, M. P. History and current knowledge of Brazilian lichenology. In: MARCELLI, M. P.; SEAWARD, M. R. W. (Eds.). **Lichenology in Latin America: history, current knowledge and applications**. CETESB. São Paulo. 1998.

MARCELLI, M. P. Ecologia Liquênica nos Manguezais do Sul-Sudeste Brasileiro. **Bibliotheca Lichenologica**, v. 47, p. 1-288, 1992.

MARQUES, Heitor Romero et al. **Metodologia da pesquisa e do trabalho científico**. 4. ed. rev. e atual. Campo Grande: UCDB, 2014.

MEDEIROS, M. B.; FIEDLER, N. C. Incêndios Florestais no Parque Nacional da Serra da Canastra: desafios para a conservação da biodiversidade. Trabalho realizado em consultoria ao Instituto Terra Brasilis, através do projeto de Revisão do Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Canastra, sob demanda do IBAMA, financiado pelo Consórcio UHE Igarapava. **Ciência Florestal** [online], v. 14, n. 2, pp. 157-168, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/198050981815>. ISSN 1980-5098. Acesso em: 14 jan. 2022.

MELO, Antônio Carlos Galvão de; DURIGAN, Giselda. Impacto do fogo e dinâmica da regeneração da comunidade vegetal em borda de Floresta Estacional Semidecidual (Gália, SP, Brasil). **Revista Brasil. Bot.**, v. 33, n. 1, p. 37-50, jan./mar. 2010.

MISTRY, J.; BERARDI, A. Effects of phorophyte determinants on lichen abundance in the cerrado of central Brazil. **Plant Ecology**, v. 178, p. 61-76, 2005.

MMA/ICMBIO. **Plano de Manejo do Parque Nacional Serra de Itabaiana**. 2016. Disponível em: http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/plano-demanejo/dcom_plano_de_manejo_Parna_Serra_de_Itabaiana.pdf. Acesso em: 8 set. 2020.

MORAES, C. S. B. **Planejamento e gestão ambiental**: Uma proposta metodológica. 2006. 277f. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2006.

NARCISO, M. G.; SORIANO, B.M.A. Utilização de sistema de informação de dados climáticos para cálculo de índices de risco de incêndio para a sub-região da Nhecolândia. In: **Anais 2º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal**, Corumbá, 7-11 novembro 2009, Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p. 220-229.

NASCIMENTO, I. V. Cerrado: fogo como agente ecológico. **Territorium: Revista portuguesa de riscos, prevenção e segurança**, n. 8, p. 25-35, 2001.

OLIVEIRA, I. M. S; SALES, A. D. Análise multitemporal da regeneração natural da candeia após ocorrência de incêndio florestal. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, ISSN 1981-8203, Pombal – PB, v. 12, n. 2, p. 192-197, abr./jun., 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/320468481_Analise_multitemporal_da_regeneracao_natural_da_candeia_apos_ocorrencia_de_incendio_florestal. Acesso em: 4 jan. 2021.

PEREIRA, E. C. Interaction of Cladoniaceae Lichens with Quartzarenic Neosols in Northeastern Brazil: A Mini Review. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 12, n. 06, 2019.

PRANCE, G. T. Islands in Amazonia. **Philosophical Transactions: Biological Sciences**, v. 351, p. 823-833, 1996.

POPPER, Karl S. **A lógica da pesquisa científica**. 2. ed. São Paulo: Cultrix, 1975a.

PRATA, G. A. **Mapeamento da probabilidade de incêndio e de cicatrizes de dano como suporte ao manejo florestal**. 2019. 97f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2019.

QUEIROZ NETO, J. P. Solos da Região dos Cerrados e Suas Interpretações. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 6, p. 1-12, 1982.

RIBEIRO, G. A. Estratégias de prevenção contra os incêndios florestais. **Revista Floresta**, v. 34, n. 2, p. 243-247, 2004.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. As principais fitofisionomias do bioma cerrado. *In*: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. de. (Eds.). **Cerrado: ambiente e flora**. Brasília: EMBRAPA, 2008. p. 152-212.

RIZZINI, C. T. **Tratado de fitogeografia do Brasil** – Aspectos ecológicos. v. 2. São Paulo: Hucitec, Edusp. 1997. 747p.

RODRIGUEZ, José Manuel Mateo (Org.). **Geoecologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. 5. ed. Fortaleza: Edições UFC, 2017.

SANTOS, T. K. S; GOMES, L. J. Avaliação das ações impactantes nas reservas particulares do Patrimônio Natural do estado de Sergipe. *In*: **XI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Vitória/ES**. 2020.

SCHMIDT, I. B.; FONSECA, C. B.; FERREIRA, M. C.; SATO, M. N. Experiências Internacionais de Manejo Integrado do Fogo em Áreas Protegidas – Recomendações para Implementação de Manejo Integrado de Fogo no Cerrado. **Biodiversidade Brasileira**, v. 6, n. 2, p. 41-54, 2016.

SEMARH – Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado de Sergipe. **Plano Estadual de Recursos Hídricos de Sergipe PERH-SE** [Sumário Executivo]. 2010. 68p. Disponível em: http://caop.mpse.mp.br/Documentos/AbrirDocumento.aspx?cd_documento=1695. Acesso em: 8 set. 2020.

SILVA, J. M. C.; BATES, J. M. Biogeographic Patterns and Conservation in the South American Cerrado: A Tropical Savanna Hotspot. **BioScience**, v. 52, n. 3, p. 225-234, 2002.

SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. **Incêndios Florestais: controle, efeitos e uso do fogo**. Curitiba, 2007. 264p.

TEIXEIRA, A. M. C. **Florística e estrutura da vegetação em Cerrado sentido restrito no Parque Estadual de Terra Ronca, Goiás: método RAPELD**. 2015. 96f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

TROPPEMAIR, H. Geossistemas. **Mercator**, n. 10, p. 79-89, 2006.

VIEIRA, Monique Scarpellini. **Desmatamento do cerrado e fragilidade da gestão em áreas de proteção ambiental em Goiás**. 2018. 107f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal da Paraíba, PRODEMA, João Pessoa, 2018.

WERNECK, F. P. The diversification of eastern South American open vegetation biomes: Historical biogeography and perspectives. **Quaternary Science Reviews**, v. 30, p. 1630-1648, 2011.

WHITE, Benjamin Leonardo Alves. **Incêndios florestais no Parque Nacional Serra de Itabaiana – Sergipe**. 2010. 144 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2010.

WILDFIRES AND POLITICS. **Nature Sustainability**, v. 669, sept. 2020. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41893-020-00613-2#article-info>. Acesso em: 2 out. 2020.

APÊNDICE 01 – Entrevista com brigadistas e gestor do Parque

- 1) Nome completo?
- 2) Quanto tempo o senhor trabalha com o combate ao fogo?
- 3) Com que frequência ocorrem anualmente os incêndios nas serras:

A) Serra de Itabaiana: () 0 () 0<50 () 50<75 () 75<100
B) Serra Comprida: () 0 () 0<50 () 50<75 () 75<100
C) Serra do Cajueiro: () 0 () 0<50 () 50<75 () 75<100
- 4) Quais os desafios encontrados na relação gestão-comunidade?
- 5) Dentro dessas áreas no mapa do parque, onde teve incêndio no semestre em que o senhor trabalhou?
- 6) Qual das serras tem o pior acesso para combater o fogo? Por quê?
- 7) O senhor sabe o que são os líquens (limo, sujeira na árvore)?
- 8) Sabe qual a importância para o meio ambiente?

APÊNDICE 02 – Termo de Consentimento

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (PARA MAIORES DE 18 ANOS OU EMANCIPADOS - Resolução 466/12)

Convidamos o(a) Sr.(a) para participar como voluntário(a) da pesquisa *Potencialidade da utilização de liquens como bioindicadores do histórico de incêndios no Parque Nacional Serra de Itabaiana/SE*, que está sob a responsabilidade da pesquisadora Ingrid Natane Miguel Santos, com endereço na Rua Heráclito Diniz, 805, Areia Branca, Sergipe. CEP 49580-000. Telefone para contato (79) 9 9944-7469, endereço de e-mail: ingridmigeo@hotmail.com, e está sob a orientação de: Rosemeri Melo e Souza. Telefone para contato: (79) 9 9977-2461, e-mail rome@academico.ufs.br.

Este Termo de Consentimento pode conter alguns tópicos que o(a) senhor(a) não entenda. Caso haja alguma dúvida, pergunte à pessoa que está te entrevistando para que o(a) senhor(a) esteja bem esclarecido(a) sobre tudo o que está respondendo. Após ser esclarecido(a) sobre as informações a seguir, caso aceite fazer parte do estudo, rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Em caso de recusa, o(a) Sr.(a) não será penalizado(a) de forma alguma. Também garantimos que o(a) Sr.(a) tem o direito de retirar o consentimento da sua participação em qualquer fase da pesquisa, sem qualquer penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

Este trabalho tem a intenção de fazer um mapa de incêndios florestais da região onde o Sr.(a) mora a partir do seu ponto de vista e da Unidade de Conservação que cerca essa área. Para conseguir isso, gostaria de fazer algumas perguntas simples e que não querem testar o que o Sr.(a) sabe, mas como você enxerga essa terra. A entrevista pode oferecer como risco ao(a) senhor(a) o constrangimento em responder algumas das perguntas. Devido a essa possibilidade, a entrevista será realizada no local onde o(a) senhor(a) julgar como ideal. Esse mapa pode servir de base para futuras ações que a comunidade queira realizar no território de vocês. Esse mapa também será visto por pessoas fora da comunidade, permitindo que elas possam perceber essa região a partir do ponto de vista do(a) senhor(a) e seus(suas) colegas. As informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo

assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa, como gravações, entrevistas e fotos, ficarão armazenados no computador pessoal do responsável pelo trabalho pelo período de cinco anos.

O(A) senhor(a) não pagará nada para participar desta pesquisa. Se houver necessidade, as despesas para a sua participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento de transporte e alimentação). Fica também garantida indenização em casos de danos comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extrajudicial. Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFS no endereço: Av. Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão-SE, 49100-000, tel: (79) 3194-6771.

(assinatura do pesquisador)

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO VOLUNTÁRIO(A)

Eu, _____, CPF _____, abaixo assinado, após a leitura (ou a escuta da leitura) deste documento e de ter tido a oportunidade de conversar e ter esclarecido as minhas dúvidas com o pesquisador responsável, concordo em participar do estudo *Potencialidade da utilização de liquens como bioindicadores do histórico de incêndios no Parque Nacional Serra de Itabaiana/SE*, como voluntário(a). Fui devidamente informado(a) e esclarecido(a) pela pesquisadora sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isso leve a qualquer penalidade.

Local e data _____

Assinatura do participante: _____

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e o aceite do(a) voluntário(a) em participar. (02 testemunhas não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome: _____

Assinatura: _____

Nome: _____

Assinatura: _____

ANEXO 02 – Autorização para atividades com finalidade científica



Ministério do Meio Ambiente - MMA

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio

Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 78738-8	Data da Emissão: 09/07/2021 16:29:01	Data da Revitalização: 09/07/2022
De acordo com o art. 38 da Lei 6329/14, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser renovada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades e ser emitida por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário da sua emissão.		

Nome: Ingrid Helena Miguel Santos	CPF: 055.040.365-01
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE Endereço: Rua José de Alencar, 1300 - Jd. São Luiz, 41300-000 - São Cristóvão, SE Instituição/CE	
Nome da Instituição: Fundação Universidade Federal de Sergipe	CNPJ: 13.801.543/0001-04

Cronograma de atividades

#	Descrição da atividade	Início (mês/ano)	Fim (mês/ano)
1	Entrega do relatório das atividades	06/2022	06/2022
2	Entrevistas	07/2021	06/2022
3	Montagem e coleta de dados nos parques	07/2021	06/2022

Equipe

#	Nome	Função	CPF	Nacionalidade
1	Letícia Monteiro Rafael	Pesquisador	051.676.704-30	Brasileira

Observações e ressalvas

1	O pesquisador somente poderá exercer atividade de campo após a término da etapa de emergência devido à COVID-19, sendo dispensado por falta autoridade competente.
2	Esta autorização ICMBio tem a natureza de autorização para a realização de pesquisas científicas e não se trata de uma autorização para a realização de atividades de natureza comercial ou industrial. A realização de pesquisas científicas em áreas protegidas é regida pela Lei nº 7.162, de 11 de julho de 1989, Decreto nº 4.274, de 4 de junho de 2003, entre outros.
3	Esta autorização ICMBio tem a natureza de autorização para a realização de pesquisas científicas e não se trata de uma autorização para a realização de atividades de natureza comercial ou industrial. A realização de pesquisas científicas em áreas protegidas é regida pela Lei nº 7.162, de 11 de julho de 1989, Decreto nº 4.274, de 4 de junho de 2003, entre outros.
4	O titular desta licença ou de licença por renovação, assim como os membros de sua equipe, quando desenvolverem as atividades previstas, ou quando da realização de pesquisas científicas, deverão fornecer informações relevantes que subsidiem a gestão da área, podendo, mediante decisão motivada, ter a autorização ou licença suspensa ou revogada pelo ICMBio, nos termos da legislação ambiental em vigor.
5	Esta documentação somente poderá ser utilizada para os fins previstos na Instrução Normativa ICMBio nº 03/2014 ou na Instrução Normativa ICMBio nº 1/2021, ou que eventualmente houverem, não podendo ser utilizada para fins comerciais, industriais ou exportação. O material científico coletado deverá ser utilizado para atividades científicas ou didáticas no âmbito do ensino superior.
6	As atividades de campo realizadas por pesquisadores aflições às instituições, em toda e qualquer ocasião, que impliquem deslocamento de seus recursos humanos e materiais, tendo por objeto coleta de dados, monitoramento biológico e ambiental, pesquisas integradas de ecologia, conservação, educação ambiental, gestão e planejamento, deverão ser realizadas em conformidade com as diretrizes do plano de manejo, o plano de pesquisa, o plano de trabalho e a autorização do Ministério do Ciência e Tecnologia.
7	O titular da licença ou autorização e os membros de sua equipe deverão obter por escrito do titular do sistema de autorização de campo e documentação, sempre que possível, as seguintes informações de interesse, incluindo a morte ou danos significativos a outros grupos, e sempre que possível, os dados que não comprometam a estabilidade do grupo ou a integridade do sistema de conservação em questão.

Este documento foi expedido com base na Instrução Normativa nº 01/2014. Sempre que o código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade do registro deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 0787388120210703

Página 04



Ministério do Meio Ambiente - MMA

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio

Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SIBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 78738-1	Data da Emissão: 09/07/2021 16:29:01	Data da Revitalização: 09/07/2022
De acordo com o art. 38 da IN 003/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser renovada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do SIBIO no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

Nome: Inglide Nazare Miguel Santos	CPF: 055.040.265-01
Nome da Instituição: Fundação Universidade Federal de Sergipe	
CNPJ: 13.631.547/0001-04	

Observações e ressalvas

8	Esta autorização LICENÇA o pesquisador titular e os membros de sua equipe de execução de obter as análises previstas em outros instrumentos legais, bem como de consentimento decorrentes para fins, públicos ou privados, sendo não vedada a utilização, inclusive de imagem, gravação de áudio, vídeo, fotografias (PUBG) da unidade de conservação, distal ou próxima, ou de equipamentos, aparelhos, peças e acessórios de área dentro dos limites de unidade de conservação federal supracitada de regularização ambiental ambiental em curso.
10	Em caso de pesquisa em LICENÇA DE COMERCIALIZAÇÃO, o pesquisador titular desta autorização deverá fornecer a administração da unidade a fim de COMPANHAR O CUMPRIMENTO das exigências, as condições para realização das atividades de uma infraestrutura da unidade.

Outras ressalvas

1		COMF
2	Condições de concessão: 1. Que o pesquisador deve manter periodicamente a cronograma de atividades previstas no ato de e deverá enviar os dados aos gestores, informando os pontos de coleta de amostras e resultados. 2. Após a conclusão do projeto, o pesquisador deve enviar os resultados (qualitativos ou quantitativos) em qualquer outro material resultante desta pesquisa (como artigos e outros) para a Unidade de Conservação. 3. O pesquisador deverá manter a documentação autorizada e manter em dia a identificação pessoal. 4. Os equipamentos e materiais que pertencem à unidade de conservação não serão utilizados para fins comerciais ou para fins de lucro. 5. Todos os equipamentos e materiais de apoio, bem como materiais e instalações, deverão ser retirados imediatamente das atividades. 6. Pesquisas com os gestores e unidades de conservação dos resultados desta pesquisa nas comunidades próximas da área de estudo. 7. Serão mantidos os dados coletados e não serão divulgados. 8. Em função da pandemia de COVID 19, recomendamos manter os dados de coleta, pois os dados coletados não serão divulgados, portanto, não haverá necessidade de divulgação de dados de coleta. 9. Em caso de emergência, o pesquisador deverá manter a documentação e a documentação de coleta de dados em dia.	ESP Fundação

Locais onde as atividades de campo serão executadas

#	Descrição do local	Município-UF	Dioma	Caverna?	Tipo
1	Parque Nacional do Sertão de Itabaiana	SE	Matá Adâmica	Não	Dentro da UC Federal

Atividades

#	Atividade	Grupo de Atividade
1	Pesquisa socioambiental em UC Federal	Dentro da UC Federal
2	Coleta/transferência de material botânico, fúngico ou microbiano	Dentro da UC Federal
3	Levantamento de dados abióticos em UC Federal	Dentro da UC Federal

Este documento foi gerado com base na Instrução Normativa nº 003/2014. Confira o código de autenticação abaixo, guarde cuidadosamente, pois será necessário registrá-lo neste documento, por meio da página do SIBIO/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sibio).

Código de autenticação: 0787380100210709

Página 3/4

ANEXO 03 – Aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa

UFS - UNIVERSIDADE
FEDERAL DE SERGIPE

**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Título da Pesquisa: Potencialidade da utilização de líquens como bioindicadores do histórico de incêndios no Parque Nacional Serra de Itabaiana/SE **Pesquisador:** INGRIDE NATANE MIGUEL SANTOS **Área Temática:**

Versão: 2

CAAE: 48730921.8.0000.5546

Instituição Proponente: Universidade Federal de Sergipe

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.036.646

Apresentação do Projeto:

As informações elencadas nos campos “Apresentação do Projeto”, “Objetivo da Pesquisa” e “Avaliação dos Riscos e Benefícios” foram retiradas do arquivo “Informações Básicas da Pesquisa” (PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1782853.pdf), postado em 15/09/2021.

Introdução

A biodiversidade dos biomas na América do Sul é reconhecidamente alta no que diz respeito às florestas tropicais secas, porém seus limites, sua estrutura, sua dinâmica e suas relações biogeográficas são ainda pouco caracterizados, e especialmente os padrões bióticos dos biomas de vegetação aberta são ainda pouco definidos (WERNECK, 2011). Os incêndios florestais são causados, em sua maioria, pelas ações e atividades antrópicas. Para a identificação de focos de calor, é preciso avaliar todo o contexto que compõe a paisagem, sendo a topografia, os solos, a vegetação e, sobretudo, o clima da região (DE ANGELIS et al., 2015) os mais relevantes. Tendo uma noção dos modelos das variáveis de incêndio e das condições climáticas do local, é possível evitar proporções maiores de incêndio florestal e combate ao fogo, podendo, com isso, prevenir esse tipo de ocorrência que acarreta uma série de prejuízos tanto para a natureza quanto para a população local. Sendo assim, é importante salientar a necessidade de ações que sejam compensatórias e previnam a ocorrência de incêndios e reduzam os custos tidos com o combate ao incêndio florestal. Cabe destacar que o causador desse evento é o ser humano, e, para

Endereço: Rua Cláudio Batista s/nº

Bairro: Sanatório

CEP: 49.060-110

UF: SE

Município: ARACAJU

Telefone: (79)3194-7208

E-mail: cep@academico.ufs.br



UFS - UNIVERSIDADE
FEDERAL DE SERGIPE



Continuação do Parecer: 5.036.646

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

ARACAJU, 14 de Outubro de 2021

Assinado por:
FRANCISCO DE ASSIS PEREIRA
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Cláudio Batista s/nº

Bairro: Sanatório

UF: SE

Município: ARACAJU

CEP: 49.060-110

Telefone: (79)3194-7208

E-mail: cep@academico.ufs.br