



MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE
PARQUE NACIONAL DE SÃO JOAQUIM

Av. Pedro Bernardo Warmling, 1542, - Urubici - CEP 88650000
Telefone: (49)32784994

PLANO DE TRABALHO - PIBIC/ICMBIO
17º EDITAL DE SELEÇÃO – CICLO 2023/2024

**Título do Plano de Trabalho:**

IMPACTOS ECOLÓGICOS DE INCÊNDIOS FLORESTAIS SOBRE A RIQUEZA E A DIVERSIDADE DE ZOOPLÂNCTON DE RIACHOS NO PARQUE NACIONAL DE SÃO JOAQUIM, SANTA CATARINA

Grande Área do Conhecimento

<input type="checkbox"/> Ciências Exatas e da Terra	<input type="checkbox"/> Ciências da Saúde	<input type="checkbox"/> Ciências Humanas
<input checked="" type="checkbox"/> Ciências Biológicas	<input type="checkbox"/> Ciências Agrárias	<input type="checkbox"/> Linguística, Letras e Artes
<input type="checkbox"/> Engenharias	<input type="checkbox"/> Ciências Sociais Aplicadas	<input type="checkbox"/> Outras áreas

Orientador: Michel Tadeu R. N. de Omena**Unidade do orientador: PARNA SÃO JOAQUIM****Coorientador: Bruno Renaly Souza Figueiredo****Instituição do coorientador: Universidade Federal de Santa Catarina****Estudante: Felipe da Silva Chaves****Instituição do Estudante (Cidade/UF): Universidade Federal de Santa Catarina / Florianópolis / SC****Curso de graduação e semestre atual do estudante: Ciências Biológicas - 4º semestre de 8**

Escolha do(s) tema(s):	Temas estratégicos de pesquisa - Conforme anexo I do 17º Edital PIBIC - 2023/2024
X	1 - Valorização da biodiversidade, serviços ecossistêmicos e patrimônio espeleológico e arqueológico
X	2 - Manejo integrado e adaptativo do fogo
X	3 - Recuperação de habitats terrestres e aquáticos
	4 - Manejo de espécies exóticas invasoras
	5 - Boas práticas e regulação do uso de fauna
X	6 - Diagnóstico das atividades e cadeias econômicas responsáveis pela exploração predatória e/ou ilegal dos recursos da biodiversidade
	7 - Fortalecimento das cadeias produtivas de produtos madeireiros e não-madeireiros em unidades de conservação e em seu entorno
X	8 - Avaliação do estado de conservação das espécies da fauna e flora brasileiras e melhoria do estado de conservação das espécies categorizadas como ameaçadas de extinção (Criticamente em Perigo - CR, Em Perigo - EN, Vulnerável - VU) e com Dados Insuficientes (DD)
X	9 - Monitoramento participativo dos recursos naturais e dos compromissos estabelecidos para a gestão das UC e conservação e uso da biodiversidade
X	10 - Gestão da informação sobre a biodiversidade para subsidiar das ações de conservação
X	11 - Identificação e monitoramento de impactos de atividades antrópicas sobre a biodiversidade e medidas de mitigação que afetem UCs ou espécies da fauna ameaçada
X	12 - Planejamento e implementação de Unidades de Conservação

13 - Criação ou ampliação de unidades de conservação e conectividade

Indique – assinalando com um X – o(s) tema(s) no qual a proposta está inserida:

1- INTRODUÇÃO:

O fogo é um distúrbio capaz de causar elevado impacto ambiental, pois a combustão de biomassa vegetal seca, além de acarretar na perda de abundância e diversidade de espécies vegetais, também representa a redução e simplificação de habitats disponíveis para a biodiversidade, de refúgio contra predadores, redução na oferta de alimento e de energia para os ecossistemas (Bixby et al., 2015). Dessa forma, o fogo afeta a biodiversidade, e atua como um filtro ambiental na distribuição e composição de espécies em vários ecossistemas do mundo (Kraft et al., 2015). Além disso, qualquer queima de biomassa vegetal gera material particulado (isto é, cinzas), que contém em sua composição uma gama maior ou menor de compostos tóxicos, tais como hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA) gases e metais pesados (Nunes et al., 2017; Oo et al., 2021). Tanto os HPAs quanto os metais pesados constituintes das cinzas são conhecidos pelo potencial mutagênico e cancerígeno (Chikere et al., 2018), até mesmo para seres humanos (Santos et al., 2015). Compreender os impactos negativos do fogo e das cinzas residuais sobre os organismos e os ecossistemas é um desafio para a ciência e para toda humanidade (Bowman et al., 2009; Durigan & Ratter, 2015), isto porque um aumento na frequência e na severidade de incêndios é previsto como resposta às mudanças climáticas globais e aumento no desmatamento (Bowman et al., 2009; Pivello et al., 2021). Nesse cenário, sabendo que muitas espécies não conseguirão se adaptar aos regimes de fogo (Pausas & Keeley, 2009) e a poluição pelas cinzas, é fundamental determinar quais espécies e grupos biológicos são mais susceptíveis a este distúrbio, assim como os seus efeitos sobre todo o ecossistema.

Enquanto os efeitos do fogo e das cinzas residuais sobre organismos em ambientes terrestres começam a ser mais amplamente explorados (p. ex., Alho et al., 2019; Lima et al., 2020), ainda é limitado o número de estudos que investigam como os diferentes grupos biológicos de organismos aquáticos respondem à ocorrência de fogo e à chegada das cinzas à água por ação das chuvas e vento (Nunes et al., 2017; Ré et al., 2020; Ré et al., 2021). Estudar a resposta da biota aquática à chegada de contaminantes na água é extremamente relevante, pois além de ameaçar a conservação da biodiversidade (Saaristo et al., 2018) e perturbar o equilíbrio ecossistêmico, tais contaminantes também podem representar um risco à saúde humana, visto que organismos vivos vivendo em águas poluídas acumulam substâncias tóxicas com potencial mutagênico e cancerígeno (Ahmed et al., 2016) em seus tecidos (Jezierska & Witeska, 2006). Estudos recentes têm demonstrado que a presença de cinzas na água pode alterar diversos parâmetros, tais como pH e turbidez (Harper et al., 2019; Brito et al., 2021), o que pode comprometer o suprimento de água para populações humanas (Nunes et al. 2018), gerar mortalidade de peixes (Gonino et al., 2019b) e mesmo em dosagens baixas (subletais) alterar o comportamento natural de organismos aquáticos (Gonino et al., 2019a).

Entre os fatores que podem determinar a severidade do impacto das cinzas na água sobre a biota aquática, estão o tamanho da área queimada e a distância da área queimada para o ambiente aquático. O tamanho da área queimada, se refere a extensão de terra em que o fogo se propaga, e é um indicativo do volume de biomassa vegetal que foi incinerado, portanto pode predizer o volume de cinzas produzidas que tem o potencial de chegar na água em elevadas concentrações (Onofre et al., 2010; Capeche, 2012). Similarmente, embora cinzas possam ser transportadas por longas distâncias e se depositar no sedimento dos corpos aquáticos (Smith et al., 2011), o volume de cinzas que atingem os ambientes aquáticos tende a ser maior quanto mais próximos das áreas queimadas os riachos forem. Compreender como o tamanho da área queimada e a distância dos locais de incêndios estão relacionados com a toxicidade das cinzas pode fornecer subsídios para que gestores de Unidades de Conservação permitam ou proíbam a supressão vegetal por meio do fogo, e mesmo adaptem técnicas de manejo existentes para que as queimas controladas sejam realizadas o mais longe possível de corpos de água, percepções sobre os níveis de intensidade em que as cinzas chegam nestes ambientes e informações cruciais acerca da susceptibilidade ao ecossistema (Fuentes-Ramirez et al., 2020).

Dentre os organismos aquáticos, que podem ser influenciados pela solubilização de cinzas na água, está a comunidade zooplânctônica (Harper et al., 2019). O zooplâncton compreende organismos microscópicos, que vivem na coluna de água e que possuem ciclo de vida curto e dinâmico (Mohanty et al., 2018). O zooplâncton é formado por diferentes grupos taxonômicos (cladocera, copepoda, rotifera e protozoários testáceos), que participam da transferência de energia nos ecossistemas aquáticos, são bioindicadores de ambientes, desempenhando funções no fluxo de energia e ciclagem de nutrientes (Payne, 1986; Payne, 2013). O zooplâncton possui distribuição, composição e abundância dependente das condições do ambiente (Govindasamy & Kannan 1996; Bianchi et al., 2003; Almeida et al., 2012; Abdul et al., 2016; Vaz et al., 2017), e sofrem alterações de acordo com a variação nos parâmetros hidrológicos e de qualidade da água (Mano e Tanaka 2016; Paturej et al., 2017; Sharma et al., 2018). Assim, o biomonitoramento do zooplâncton se revela uma ferramenta vital para a avaliação dos efeitos de alterações climáticas globais sobre a biodiversidade aquática (Jeppesen et al., 2011; Simões et al., 2015). Logo, estudar essa comunidade biológica também tem o potencial de elucidar a toxicidade da solubilização de cinzas na água para os organismos aquáticos.

As Unidades de Conservação (UCs) são uma importante estratégia para a conservação da biodiversidade. Na serra catarinense, o Parque Nacional de São Joaquim (PNSJ) é uma importante UC que é refúgio para a conservação da vida silvestre. A área do PNSJ contempla fitofisionomias típicas do bioma Mata Atlântica, com características ambientais de transição montanha-litoral. Com altitudes variando entre 350 e 1822 metros acima do nível do mar, a sua paisagem diversificada com a presença de cânions, vales, nascentes, riachos, cachoeiras, penhascos, montanhas, sítios históricos e outras formações geológicas (Faxina 2014), de acordo com Carvalho et al., 2022 abriga uma rica diversidade de anfíbios, mamíferos (Sá, 2005; Krobek, 2022), macroinvertebrados (Klunk, 2016), aves (Repenning et al., 2010), plantas (Dallabrida et al., 2019; Wagner and Fiaschi, 2020) e fungos (Ribeiro-Narde, 2022). Dentro do PNSJ, assim como ocorre em outras Unidades de Conservação, há a aplicação do fogo em uma área previamente definida, e cuja extensão é monitorada e controlada para que o fogo não se alastre. Essa técnica, chamada de fogo prescrito, reduz o acúmulo de material combustível no solo e, conseqüentemente, diminui o risco de incêndios descontrolados. Embora o fogo prescrito eficientemente previna incêndios de grandes proporções, ainda há pouco cuidado com o volume de cinzas gerado, a distância segura para corpos de água, e mesmo sobre a toxicidade das cinzas na água.

Neste estudo, serão realizadas amostragens de zooplâncton em riachos dentro do Parque Nacional de São Joaquim, em dois períodos: antes e depois da realização do fogo prescrito. Como esse delineamento, serão testadas as hipóteses de que (1) a toxicidade das cinzas é capaz de reduzir atributos da comunidade de zooplâncton; (2) a extensão da área queimada prediz o tamanho do impacto das cinzas sobre a comunidade de zooplâncton, e (3) a distância das áreas queimadas para os riachos reduz o impacto das cinzas sobre comunidades zooplânctônicas. Essas hipóteses serão suportadas caso os resultados indiquem maior riqueza, abundância e densidade de zooplâncton (1) antes da chegada das cinzas na água do que depois da chegada desse poluente na água; (2) quanto menor for a área queimada; e (3) em riachos distantes das áreas queimadas, que em riachos mais próximos das áreas queimadas. Além do teste de hipótese científica, a realização do estudo produzirá a primeira lista de espécies de zooplâncton que ocorrem no PNSJ, informação vital para a conservação da biodiversidade aquática.

2 - OBJETIVOS GERAIS E ESPECÍFICOS DO PLANO DE TRABALHO**2.1 Objetivo Geral**

O objetivo deste estudo é investigar a toxicidade das cinzas oriundas de incêndios sobre os organismos aquáticos, compilando informações sobre a diversidade de zooplâncton em riachos no Parque Nacional de São Joaquim em Santa Catarina, por meio de amostragens antes e depois de incêndios prescritos. Os resultados dessa pesquisa podem subsidiar gestores de Unidades de Conservação na regulação de técnicas de manejo para prevenção de incêndios descontrolados, usando o fogo controlado em áreas distantes dos corpos de água, reduzindo a chance de contaminação da água por cinzas, e a ameaça à conservação da biodiversidade aquática.

2.2 Objetivos Específicos

- Avaliar como as variáveis físicas e químicas da água são alteradas pela solubilização de cinzas;

- Comparar a riqueza, a abundância e a densidade de zooplâncton antes e depois de um incêndio;
- Testar se a esperada redução na riqueza e na diversidade de zooplâncton varia conforme a distância dos incêndios;
- Analisar se a riqueza e a diversidade de zooplâncton são reduzidas em função da área total queimada.

3 - METODOLOGIA

3.1 Área de Estudo

O estudo será realizado no Parque Nacional de São Joaquim (PNSJ - latitude: 28,19 °S, longitude: 49,53 ° O – Figura 1), que é uma Unidade de Conservação localizada no planalto sul do estado de Santa Catarina, administrada pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) (Figura 1). O PNSJ destaca-se pela proteção de remanescentes do bioma Mata Atlântica, mais especificamente de Floresta Ombrófila Mista (Mata de Araucárias), Floresta Ombrófila Densa (Floresta de Encosta), campos de altitude e matilhas nebulares (Omena & Bacca, 2021). De acordo com a classificação climática Köppen-Geiger, o clima é mesotérmico úmido sem estação seca definida, com verões frescos, pertencente ao tipo Cfb (Kottek et al., 2006). A temperatura média anual é 14°C, a pluviosidade média anual 1400mm e a umidade relativa do ar 85%, com precipitação distribuída ao longo do ano (Souza, 2004, Fernandes e Omena 2015).

A região apresenta uma ampla variedade de recursos hídricos, incluindo nascentes, riachos, cachoeiras e rios, que se estendem por duas sub-bacias principais: a do rio Pelotas e do rio Canoas, ambas pertencentes à bacia do rio Uruguai (Figura 1). Uma análise preliminar da área dos riachos e da água sugere que, em geral, os corpos de água presentes no Parque Nacional de São Joaquim são predominantemente de primeira a terceira ordem, e são nascentes de rios (Castillo, 2007). Além disso, no geral, os riachos do PNSJ possuem alta concentração de oxigênio dissolvido (variando entre 10 e 14mg/L), e baixos valores de pH (com valores próximos de 5), condutividade elétrica (27 $\mu\text{S}/\text{cm}$) e temperatura (entre 14 e 16 °C).

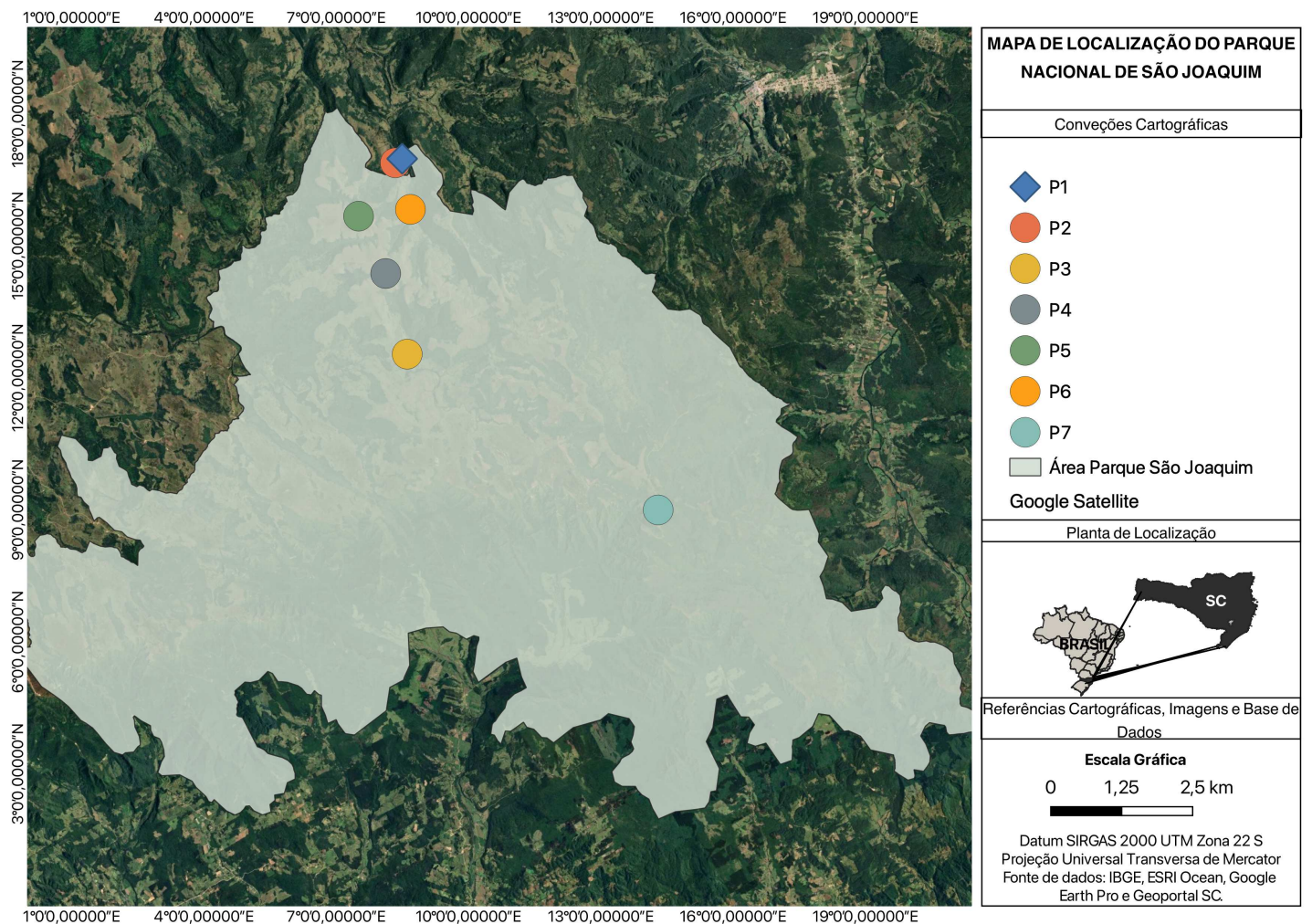


Figura 1 – Mapa de localização e pontos de coleta (P1 a P7) do Parque Nacional de São Joaquim, em Santa Catarina, Brasil (Os autores).

3.2 Delineamento amostral

Serão realizadas amostragens em seis riachos, em dois períodos: antes e depois da realização do fogo prescrito. Os riachos selecionados para amostragem possuem diferentes distâncias dos locais em que o fogo prescrito será aplicado, permitindo testar o efeito da distância entre as áreas queimadas e os riachos sobre os atributos da comunidade zooplanctônica. Além disso, os riachos estudados estão localizados na paisagem em que diferentes extensões de área serão queimadas, permitindo testar o efeito da área queimada sobre a toxicidade de cinzas sobre a comunidade de zooplâncton. O fogo prescrito na área do PNSJ está previsto para ocorrer em meados de setembro de 2023, assim as amostragens biológicas e de água serão realizadas em agosto de 2023 e em outubro de 2023. Em cada riacho, três amostras biológicas serão tomadas, totalizando 18 amostras por período, 32 amostras no total. Além disso, em cada riacho serão tomadas duas amostras de água, visando a caracterização física e química de acordo com Standard Methods (American Public Health Association Inc., 1995).

3.3 Coleta de dados

3.3.1 Amostragem da comunidade zooplanctônica

As amostras do zooplâncton serão por meio de filtragem de organismos em volume padrão controlado (200L) com auxílio de fluxômetro, os organismos serão preservados em formaldeído 4%, tamponado com carbonato de cálcio. As amostras serão analisadas no laboratório de Biodiversidade aquática da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e depositadas na coleção científica da UFSC.

A composição, abundância e densidade zooplânctônica será determinada a partir de câmara de contagem de Sedgewick-Rafter, por meio de microscópio óptico e através de subamostragens de 10 mL com auxílio de pipeta Hensen-Stempel. A abundância será estimada a partir da contagem de indivíduos, pelo menos 100 indivíduos por amostras serão contabilizados de acordo com Rossa et al. (2001). A contribuição dos diferentes táxons para a abundância total do zooplâncton será expressa pela abundância relativa (%) de cada táxon na amostragem total. A densidade dos organismos expressa em indivíduos.m-3. A identificação dos organismos será através de literatura especializada seguindo Koste (1978), Reid (1985), Montú e Gloeden (1986), Segers (1995) e ElMoor-Loureiro (1997).

3.3.2 Amostragem e caracterização física e química da água

Um conjunto de variáveis limnológicas e ambientais serão coletadas simultaneamente na região litorânea e limnética (profundidade, transparência, largura, vazão, substrato de fundo) a fim de caracterizar os riachos estudados, transparência e profundidade será por meio de disco de Secchi; temperatura da água, oxigênio dissolvido, pH e condutividade elétrica com o auxílio de Medidor Multiparâmetro (AK88 - AKSON); turbidez com Turbidímetro (Instrutherm, TD-300), as medidas de largura e vazão através do método do flutuador (Palhares et al., 2007). Serão coletadas também amostras visando os parâmetros: nutrientes (clorofila, amônia, nitrato, nitrito e fósforo total). As amostras para as análises químicas serão coletadas a 30 cm de profundidade, duas amostras por riacho serão tomadas, acondicionadas em frascos de polipropileno de 200 mL e conservadas em caixas de isopor contendo gelo. As análises químicas serão realizadas no Laboratório de Engenharia Química da Universidade Federal de Santa Catarina/UFSC-Campus Florianópolis-SC por meio de colorimetria visível, em equipamento de análise por injeção em fluxo (do inglês FIA) da marca Foss Tecator, modelo FIASTAR 5000.

3.3.3 Área do fogo prescrito e distância entre a área queimada e os riachos

Para este estudo utilizaremos imagens de satélites do tipo Landsat com resolução espacial de 30 metros. A área de estudo será incluída nas cenas de órbita e reprojeta na Projeção Universal Transversa de Mercator (UTM) e zona 23S. As imagens serão disponibilizadas pela NASA através do United States Geological Survey (USGS) da coleção 1 (Higher level science data – Level-2 – ondemand). A detecção e delimitação das áreas queimadas será seguindo a metodologia proposta por Alvarado et al., (2017), utilizando imagens compostas em falsas cores RGB (Red, Green e Blue) obtidas através da fusão de bandas 5-4-3 para os sensores TM e ETM+ e das bandas 6-5-4 para o sensor OLI. As composições geradas terão seus valores de contraste padronizados, a fim de minimizar erros de interpretação por flutuações na intensidade de refletância. A delimitação das áreas queimadas será por detecção visual e vetorização manual das feições, utilizando uma escala gráfica padronizada. Vetores das feições de áreas serão armazenados, agrupados e convertidos em bitmaps, a partir dos vetores obteremos um mapa com escala de distância do tamanho de áreas da queimadas (Alvarado et al, 2017).

3.4 Análise de dados

A riqueza, abundância, densidade dos organismos antes e depois do fogo prescrito em cada período de amostragem serão analisadas por meio de teste-t pareado. O nível de significância assumido será de 0,05. Correlações de Pearson serão realizadas para avaliar a relação entre riqueza e abundância do zooplâncton (separadamente: cladocera, copepoda, rotífera e protozoários testáceos) e os parâmetros físico-químicos da água antes e depois do fogo serão analisadas. As interdependências entre a composição das espécies e os fatores físico-químicos serão analisados por ordenação direta, usando análise de redundância (RDA). O efeito da extensão e distância da área queimada sobre a riqueza e diversidade de espécies será testada por meio de modelos lineares generalizados (GLMs).

Os arquivos vetorizados serão processados no software R (R CORE TEAM, 2018) gerando os rasters binários e a soma de rasters para determinar o tamanho e distância da área queimada em relação aos corpos aquáticos. As análises estatísticas serão realizadas para verificar possíveis diferenças na porcentagem de área queimada, na média de áreas queimadas, distância da área queimada e no número de queima/km², considerando o fator local (parque e buffer) e o fator proteção (antes e depois do fogo prescrito), as médias serão testadas por meio de Análise de Variância para dois fatores e teste de Tukey para comparação de médias. Todas as análises estatísticas serão realizadas no software de código aberto R, versão 4.2.2 usando os seguintes pacotes: corplot, ggplot2, vegan, glm, raster, rgdal e stats.

3.5 Gestão da informação sobre a biodiversidade para subsidiar das ações de conservação

Será realizado um Workshop direcionado aos gestores da área ambiental do estado de Santa Catarina, para apresentar os principais resultados da investigação do impacto das cinzas sobre a biodiversidade aquática e os potenciais riscos à saúde humana, com o objetivo de direcionar e fomentar diretrizes relacionadas ao uso do fogo, criando um canal de comunicação entre o conhecimento científico (população universitária) e gestores ambientais.

Os resultados científicos derivados dessa pesquisa serão publicados em forma de artigo em revista científica, assim como todas as atividades realizadas neste projeto também serão divulgadas no site (<https://biodiversidadeaquatica.ufsc.br>) e nas redes sociais (p. ex. Instagram e TikTok) do Laboratório de Biodiversidade Aquática e Parque Nacional de São Joaquim, a fim de trazer maior visibilidade ao projeto.

4 - RESULTADOS ESPERADOS

Ao final do projeto esperam-se os seguintes resultados:

- Produzir uma lista de espécies de zooplâncton que ocorrem no parque, informação vital para a sua conservação.
- Encontrar evidência empírica revelando maior riqueza, abundância e densidade de zooplâncton (1) antes da chegada das cinzas na água do que depois da chegada desse poluente na água; (2) quanto menor for a área queimada; e (3) em riachos mais distantes das áreas queimadas, que em riachos mais próximos das áreas queimadas.
- Sugerir tamanhos de área máxima queimada para mitigar os impactos negativos das cinzas sobre a biodiversidade nos ambientes aquáticos do parque.
- Obter evidência robusta para fomentar a discussão sobre os cuidados com a distância segura entre a área de aplicação do fogo prescrito e os riachos, para a conservação da biodiversidade nos ambientes aquáticos do parque.
- Divulgar os resultados do projeto em Seminário de pesquisa (SIGPEX, ICMBio) e site (<https://biodiversidadeaquatica.ufsc.br>) e nas redes sociais (p. ex. Instagram e TikTok).

5 - IMPORTÂNCIA DA EXECUÇÃO DA PESQUISA PARA A CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE

O projeto proposto que pretende compreender os efeitos de incêndios sobre a biodiversidade aquática tem efeito direto sobre a conservação pois busca obter resultados relevantes que sejam capazes de promover discussão com gestores públicos e sociedade sobre a necessidade da construção de políticas públicas de prevenção aos incêndios florestais e que visem reduzir o uso do fogo para supressão vegetal, e a conservação da biota em rios e riachos, principalmente na região serrana de Santa Catarina, por meio da conscientização desses atores sobre os riscos na utilização do fogo, ainda que de maneira controlada, para a biodiversidade terrestre e aquática, e sugerindo melhor investimento e melhoramento de unidades de conservação.

Em relação a UC, gestores envolvem-se em muitas atividades, entretanto, muito pouco com aquelas voltadas para conservação da biodiversidade, e assim faz-se necessário a dedicação de políticas públicas que tornem viável a delegação eficaz das responsabilidades e comprometimentos de tais órgãos.

Quadro 1: Temas estratégicos para pesquisas no ICMBio e relações mais relevantes com o projeto.

- 1- Valorização da biodiversidade, serviços ecossistêmicos e patrimônio espeleológico e arqueológico.

Um dos objetivos do Millenium Ecosystem Assessment é a valorização dos serviços ecossistêmicos, dos quais os recursos hídricos (Água) são um deles. Para isso, saber o impacto das queimadas nos corpos hídricos é uma informação importante. Desta forma, os resultados obtidos no projeto proposto, relacionando incêndios e a biodiversidade, através da avaliação das comunidades zooplânctônicas, nos auxiliará como indicador de impactos na fauna e extrapolando na qualidade da água.

2- Manejo integrado e adaptativo do fogo

Essa proposta abrange o manejo integrado e adaptativo do fogo. Coletando dados sobre a influência da fuligem sobre a fauna aquática, poderemos propor melhores formas de utilizar o manejo do fogo dentro das UCs, respeitando os corpos hídricos. Por exemplo, sugerir quais metodologias seriam ideais para o uso do fogo prescrito, por exemplo, qual o distanciamento seguro para a realização da queima, visando à proteção dos organismos que habitam os corpos aquáticos da UC e a qualidade da água.

3- Recuperação de habitats terrestres e aquáticos

São esperados dados que possam auxiliar a proteger o ambiente aquático da ação do fogo, por exemplo, seca de nascentes e contaminação da água.

6 - Diagnóstico das atividades e cadeias econômicas de exploração predatória e/ou ilegal dos recursos da biodiversidade

O nosso estudo trará subsídios para compreensão dos impactos causados pelo fogo, utilizado na “renovação” de pastagens para o gado, principal atividade econômica no entorno e nas áreas não regularizadas da UC.

8- Avaliação do estado de conservação das espécies da fauna e flora brasileiras e melhoria do estado de conservação das espécies categorizadas como ameaçadas de extinção (Criticamente em Perigo - CR, Em Perigo - EN, Vulnerável - VU) e com Dados Insuficientes (DD).

Nosso projeto trará novos dados em relação ao estado de conservação de espécies de zooplâncton, visando gerar novos conhecimentos em relação a distribuição, a diversidade e ocorrência desses organismos no Parque Nacional de São Joaquim. Alterações nas comunidades zooplânctônicas podem afetar toda a cadeia trófica afetando espécies ameaçadas dos demais grupos.

9- Monitoramento participativo dos recursos naturais e dos compromissos estabelecidos para a gestão das UC e conservação e uso da biodiversidade

Monitorar as comunidades zooplânctônicas no ambiente aquático é uma forma de acompanhamento dos recursos naturais do PNSJ, relacionado com o objetivo de conservar a biodiversidade e fazer o manejo do fogo de maneira ordenada com mínimo impacto aos recursos naturais.

10- Gestão da informação sobre a biodiversidade para subsidiar das ações de conservação

Nosso estudo visa coletar dados para melhor entender e caracterizar a biodiversidade de zooplânctons no PNSJ para, dessa forma, apoiar a tomada de decisões quanto a queimas prescritas e controladas, além de áreas sensíveis que precisam ser consideradas no Plano de Manejo Integrado do Fogo.

11 - Identificação e monitoramento de impactos de atividades antrópicas sobre a biodiversidade e medidas de mitigação que afetem UCs ou espécies da fauna ameaçada.

A utilização do fogo na pecuária extensiva na região do PNSJ é uma prática comum, porém geradora de impactos ambientais. Ter dados que possam servir de indicadores para os efeitos da atividade e ajudar também no planejamento da UC, prevendo a proteção de áreas sensíveis, são o foco do nosso projeto.

12 - Planejamento e implementação de Unidades de Conservação.

O manejo integrado do fogo pressupõe boas práticas para a utilização racional do fogo, como a queima prescrita e os aceiros, saber onde fazê-los e onde temos que ter "fogo zero" é um importante planejamento da UC com vistas a proteção da biodiversidade.

6 - ETAPAS E CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO DO PLANO DE TRABALHO

Mês/Ano	Atividades
Abril/23	Inscrição, escrita do projeto
Maio/23	Participação em curso de brigadista para prevenção e controle do fogo. Resultado do processo seletivo
Junho/23	Planejamento das ações do projeto no PNSJ;
Julho/23	Início das ações junto aos gestores do PNSJ; Reuniões entre orientador e estudante para alinhamento.

- Agosto/23 Início da amostragem antes do fogo prescrito (1ª coleta) de zooplâncton no PSNJ;
- Setembro/23 Análise dos dados coletados da 1ª coleta de zooplâncton;
- Outubro/23 Amostragem do zooplâncton pós fogo prescrito (2ª coleta) no PSNJ;
- Novembro/23 Análise dos dados coletados;
- Dezembro/23 Tabulação dos dados analisados, início do relatório parcial;
- Janeiro/24 Elaboração do relatório parcial;
- Fevereiro/24 Análise estáticas e Avaliação dos resultados das diferentes coletas e elaboração do documento final;
- Março/24 Escrita de artigo científico;
- Abril/24 Escrita de artigo científico;
- Mai/24 Finalização da escrita e submissão de artigo científico; Divulgação dos resultados obtidos nas mídias sociais;
- Julho/24 Elaboração e realização do Workshop para os gestores ambientais;
- Agosto/24 Apresentação do documento final

7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdul, W. O., Adekoya, E. O., Ademolu, K. O., Omoniyi, I. T., Odulate, D. O., Akindokun, T. E., & Olajide, A. E. (2016). The effects of environmental parameters on zooplankton assemblages in tropical coastal estuary, South-west, Nigeria. *The Egyptian Journal of Aquatic Research*, 42(3), 281-287.
- Ahmed, M. K., Baki, M. A., Kundu, G. K. (2016). *Wildland fire in ecosystems: fire and nonnative invasive plants*. SpringerPlus 5, p. 1697
- Alho, C. J. R., Mamede, S. B., Benites, M., Andrade, B. S., & Sepúlveda, J. J. O. (2019). Threats to the biodiversity of the Brazilian pantanal due to land use and occupation. *Ambiente & Sociedade*, 22(Ambient. soc., 2019 22), e01891. <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc201701891vu2019L3AO>
- Almeida, V. L., Melão, M. D. G. G., & Moura, A. N. (2012). Plankton diversity and limnological characterization in two shallow tropical urban reservoirs of Pernambuco State, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 84, 537-550.
- Alvarado, S. T., Fornazari, T., Cóstola, A., Morellato, L. P. C., & Silva, T. S. F. (2017). Drivers of fire occurrence in a mountainous Brazilian cerrado savanna: Tracking long-term fire regimes using remote sensing. *Ecological Indicators*, 78, 270-281.
- APHA (1995) *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 19th Edition, American Public Health Association Inc., New York.
- Bianchi, F., Acri, F., Aubry, F. B., Berton, A., Boldrin, A., Camatti, E., ... & Comaschi, A. (2003). Can plankton communities be considered as bio-indicators of water quality in the Lagoon of Venice?. *Marine Pollution Bulletin*, 46(8), 964-971.
- Bixby, Rebecca & Cooper, Scott & Gresswell, Robert & Brown, Lee & Dahm, Clifford & Dwire, K.A.. (2015). Fire effects on aquatic ecosystems: An assessment of the current state of the science. *Freshwater science*. 34. 000-000. 10.1086/684073.
- Bowman, D. M. J. S., Balch, J. K., Artaxo, P.; Bond, W. J., Carlson, J. M., Cochrane, M. A., Antonio, C. M. D., Defries, R. S., Doyle, J. C., Harrison, S. P., Johnston, F. H., Keeley, J. E., Krawchuk, M. A., Kull, C. A., Marston, J. B., Moritz, M. A., Prentice, I. C., Roos, C. I., Scott, A. C., Swetnam, T. W., Werf, G. R., Vander, PYNE, S. J. (2009). Fire in the Earth System. *Science*, v. 80, n. 324, p. 481-484
- Capeche, C. L. (2012). Impactos das Queimadas na Qualidade do Solo – Degradação Ambiental e Manejo e Conservação do Solo e Água. In: II Encontro Científico do Parque Estadual dos Três Picos. 2012, Cachoeiras de Macacu.-SP. Anais do II Encontro Científico do Parque Estadual dos Três Picos, São Paulo, 2012, p. 17-20
- Carvalho-Rocha, V., & Neckel-Oliveira, S. (2021). Anfíbios e Répteis. *Cinco Continentes*.
- Chikere, C. B., Fenibo, E. O. (2018). Distribution of PAH-ring hydroxylating dioxygenase genes in bacteria isolated from two illegal oil refining sites in the Niger Delta, Nigeria. *Scientific African*, v. 1, e00003, 2018
- Dallabrida, J. P., Silva, A. C. D., Higuchi, P., Larsen, J. G., Santos, G. N., Lima, C. L., ... & Nunes, A. D. S. (2019). Expansão da vegetação arbustivo-arbórea em áreas abertas alto-montanas adjacentes a fragmentos florestais, no Planalto Sul Catarinense. *Ciência Florestal*, 29, 130-143.
- Durigan, G., Ratter, J. A. (2015). The need for a consistent fire policy for Cerrado conservation. *Journal of Applied Ecology*, v. 53, n. 1, p. 11-15
- Faxina, T. C. (2014). Dilemas da regularização fundiária amigável no Parque Nacional de São Joaquim: Um estudo de caso – a valorização de áreas silvestres. *Dissertação*. Universidade do Estado de Santa Catarina
- Gonino, G., Branco, P.; BENEDITO, E.; FERREIRA, M. T.; SANTOS, J. M. Short-term effects of wildfire ash exposure on behaviour and hepatosomatic condition of a potamodromous cyprinid fish, the Iberian barbel *Luciobarbus bocagei* (Steindachner, 1864). *Science of the total environment*, v. 665, p. 226-234, 2019a.
- Gonino, G. M. R., Figueiredo, B. R. S., Manetta, G. I., Alves, G. H. Z., Benedito, E. (2019). Fire increases the productivity of sugarcane, but it also generates ashes that negatively affect native fish species in aquatic systems. *Science of the total environment*, 664: 215-221

- Govindasamy, C., & Kannan, L. (1996). Ecology of rotifers of Pichavaram mangroves, southeast coast of India. *Indian Hydrobiol*, 1, 69-76.
- Harper Ashleigh R., Santin Cristina, Doerr Stefan H., Froyd Cynthia A., Albin Dania, Otero Xose Luis, Viñas Lucia, Pérez-Fernández Begoña. (2019). Chemical composition of wildfire ash produced in contrasting ecosystems and its toxicity to *Daphnia magna*. *International Journal of Wildland Fire* 28, 726-737. <https://doi.org/10.1071/WF18200>
- Harper, A. R., Santin, C., Doerr, S. H., Froyd, C. A., Albin D., Otero, X. L., Viñas, L., Pérez-Fernández, B. (2019). Chemical composition of wildfire ash produced in contrasting ecosystems and its toxicity to *Daphnia magna*. *International Journal of Wildland Fire* 28, 726-737
- Jeppesen, E., Nøges, P., Davidson, T. A., Haberman, J., Nøges, T., Blank, K., ... & Amsinck, S. L. (2011). Zooplankton as indicators in lakes: a scientific-based plea for including zooplankton in the ecological quality assessment of lakes according to the European Water Framework Directive (WFD). *Hydrobiologia*, 676, 279-297.
- Jezińska, B., Witeska, M. (2006). The metal uptake and accumulation in fishing living in polluted waters. *Soil and water pollution monitoring*, v. 69, p. 107-114, 2006.
- Klunk, C. L. (2016). Composição e riqueza de formigas em uma área do Parque Nacional de São Joaquim, Sul do Brasil. Dissertação. Universidade do Estado de Santa Catarina
- Kraft, N. J. B., Adler, P. B., Godoy, O., James, E. C.; Fuller, S., Levine, J. M. (2015). Community assembly, coexistence and the environmental filtering metaphor. *Functional Ecology*, v. 29, n. 5, p. 592-599, 2015.
- Krobel, B. N. (2022). Análise de distribuição potencial de *Leopardus guttulus* (Hensel, 1872) no Parque de São Joaquim, Santa Catarina.
- Lima, M., Junior, C. A. S., Pelissari, T. D., Lourençoni, T., Luz, I. M. S., Lopes, F. J. A. (2020). Sugarcane: Brazilian public policies threaten the Amazon and Pantanal biomes. *Perspectives in Ecology and Conservation*, v. 18, n. 3, p. 210-212
- Mano, H., & Tanaka, Y. (2016). Mechanisms of compensatory dynamics in zooplankton and maintenance of food chain efficiency under toxicant stress. *Ecotoxicology*, 25, 399-411.
- Mohanty, R. K., Ambast, S. K., Panigrahi, P., & Mandal, K. G. (2018). Water quality suitability and water use indices: Useful management tools in coastal aquaculture of *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture*, 485, 210-219.
- Nunes, B., Silva, V., Campos, I., Pereira, J. L., Pereira, P., K. (2017). Off-site impacts of wildfires on aquatic systems — Biomarker responses of the mosquitofish *Gambusia holbrooki*. *Science of the Total Environment*, v. 581-582, p. 305-313, 2017
- [Nunes, J.P., S.H. Doerr, G. Sheridan, J. Neris, C. Santin, M.B. Emelko, U. Silins, P.R. Robichaud, W.J. Elliot, J. Keizer. \(2018\). Assessing water contamination risk from vegetation fires: challenges, opportunities and a framework for progress *Hydro. Process.*, 32 \(2018\), pp. 687-694, \[10.1002/hyp.11434\]\(https://doi.org/10.1002/hyp.11434\)](#)
- Oo, H. M., Karin, P., Chollacoop, N., Hanamura, K. Physicochemical characterization of forest and sugarcane leaf combustion's particulate matters using electron microscopy, EDS, XRD and TGA. *Journal of Environmental Sciences*, v. 99, p. 296–310, 2021.
- Pausas, J. G., Keeley, J. E. (2009). A Burning Story: The Role of Fire in the History of Life, *BioScience*, Volume 59, Issue 7, July 2009, Pages 593–601, <https://doi.org/10.1525/bio.2009.59.7.10>
- Paturej, E., Gutkowska, A., Koszałka, J., & Bowszys, M. (2017). Effect of physicochemical parameters on zooplankton in the brackish, coastal Vistula Lagoon. *Oceanologia*, 59(1), 49-56.
- John, D. (1992). Payne, A. I. (1986). The ecology of tropical lakes and rivers. John Wiley & Sons, Chichester. 301 pages. ISBN 0-471-93107-1. Price \$29. *Journal of Tropical Ecology*, 4(4), 498-498. doi:10.1017/S0266467400006830
- Payne, J.R., Borgeat, K., Connolly, D.J., Boswood, A., Dennis, S., Wagner, T., Menaut, P., Maerz, I., Evans, D., Simons, V.E., Brodbelt, D.C. and Luis Fuentes, V. (2013). Prognostic Indicators in Cats with Hypertrophic Cardiomyopathy. *J Vet Intern Med*, 27: 1427-1436. <https://doi.org/10.1111/jvim.12215>
- Pivello, V. R., Vieira, I., Christianini, A. V., Ribeiro, D. B., Menezes, L. S., Berlinck, C. N., Melo, F. P. L., Marengo, J. A., Tornquist, C. G., Tomas, W. M., Overbeck, G. E. (2021) Understanding Brazil's catastrophic fires: Causes, consequences and policy needed to prevent future tragedies. *Perspectives in Ecology and Conservation*, 19(3): 233-255
- Repenning, M., Rovedder, C. E., & Fontana, C. S. (2010). Distribuição e biologia de aves nos campos de altitude do sul do Planalto Meridional Brasileiro. *Revista Brasileira de Ornitologia*, 18(4), 283-306.
- Repenning, M., C. E. Rovedder, and C. S. Fontana. 2010. Distribuição e biologia de aves nos campos de altitude do sul do Planalto Meridional Brasileiro. *Revista Brasileira de Ornitologia* 18: 283– 306.
- Ré, A., Campos, I., Puga, J., KEIZER, J. J., Gonçalves, F. J. M.; Pereira, J. L., Abrantes, N. (2020). Feeding inhibition following in-situ and laboratory exposure as an indicator of ecotoxic impacts of wildfires in affected water bodies. *Aquatic Toxicology*, v. 227, 105587
- Ré, A., Rocha, A. T., Campos, I., Marques, S. M., Keizer, J. J., Gonçalves, F. J. M., Pereira, J. L.; Abrantes, N. (2021). Impacts of wildfires in aquatic organisms: Biomarker responses and erythrocyte nuclear abnormalities in *Gambusia holbrooki* exposed in situ. *Environmental Science and Pollution Research*
- Ribeiro-Nardes, W. I. (2022). Diversidade de fungos entomopatogênicos (Hypocreales, Ascomycota) no Parque Nacional de São Joaquim, Santa Catarina, Brasil, Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Santa Catarina - Florianópolis/SC
- R Core Team. (2016). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org/>.
- Saaristo, M., Brodin, T., Balshine, S., Bertram, M. G., Brooks, B. W., Ehlman, S. M., McCallum, E. S., Sih, A., Sundin, J., Wong, B., Arnold, K. E. (2018). Direct and indirect effects of chemical contaminants on the behaviour, ecology and evolution of wildlife. *Proceedings of the Royal Society B*, v. 285, 20181297
- Santos, F. B., Ferreira, F. C., Esteves, K. E. (2015). Assessing the importance of the riparian zone for stream fish communities in a sugarcane dominated landscape (Piracicaba River Basin, Southeast Brazil). *Environmental Biology of Fishes*, 98: 1895–1912
- Sá LGM d: Análise da predação de Puma concolor em rebanhos domésticos na região do Parque Nacional de São Joaquim e entorno, SC, Brasil. Master thesis. 2005, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Department of Ecology, <http://hdl.handle.net/10183/7083>
- Sharma, M. P., Sharma, S., Goel, V., Sharma, P., & Kumar, A. (2008). Water quality assessment of Ninglad stream using benthic macroinvertebrates. *Life Science Journal*, 5(3), 67-72.

- Simoes, N. R., Nunes, A. H., Dias, J. D., Lansac-Tôha, F. A., Velho, L. F. M., & Bonecker, C. C. (2015). Impact of reservoirs on zooplankton diversity and implications for the conservation of natural aquatic environments. *Hydrobiologia*, 758, 3-17.
- Smith, H. G., Sheridan, G. J., Lane, P. N. J., Nyman, P., and Haydon, S. (2011). Wildfire effects on water quality in forest catchments: a review with implications for water supply. *J. Hydrol.* 396, 170–192. doi: 10.1016/j.jhydrol.2010.10.043
- Vaz AA, Pelizari GP, Biagioni RC and Smith WS, 2017. A Biota Aquática em um Riacho Tropical e suas Relações com Fatores Ambientais. *Revista Biodiversidade Brasileira ICMBio.* 7:55-68.
- Wagner, M. de A., & Fiaschi, P. (2020). Myrtaceae from the Atlantic forest subtropical highlands of São Joaquim National Park (Santa Catarina, Brazil). *Rodriguésia*, 71(Rodriguésia, 2020 71), e04032017. <https://doi.org/10.1590/2175-7860202071006>
- Yofukuji, K. Y., Gonino, G. M. R., Alves, G. H. Z., Lopes, T. M., Figueiredo, B. R. S. (2021). Acute ecotoxicity of exposure to sugarcane ashes on the behaviour of predator and prey fish species. *Water, Soil and Air Pollution*, v. 232, 312

8 - RESSALVAS

Foi inserido o mapa que faltava na figura 1.



Documento assinado eletronicamente por **Michel Tadeu Rodrigues Nolasco De Omena, Analista Ambiental**, em 12/07/2023, às 18:18, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.icmbio.gov.br/autenticidade> informando o código verificador **15266639** e o código CRC **65F9070C**.

