



MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE E MUDANÇA DO CLIMA
INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE
RESERVA EXTRATIVISTA TAPAJÓS-ARAPIUNS

Av. Tapajós nº 2449, - Bairro Lagunho - Santarém - CEP 68.041-148

Telefone:

PLANO DE TRABALHO - PIBIC/ICMBIO
19º EDITAL DE SELEÇÃO – CICLO 2024/2025



Título do Plano de Trabalho: O fogo pegou, aqui e ali: direcionando ações do Manejo Integrado do Fogo na Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns, Pará, Brasil

Grande Área do Conhecimento

<input checked="" 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: Thiago da Costa Dias

Unidade do orientador: Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns

Coorientador: Bruno Delano Chaves do Nascimento

Instituição do coorientador: Floresta Nacional do Tapajós

Estudante: Ana Caroline Maciel Costa

Instituição do Estudante (Cidade/UF): Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém/PA

Curso de graduação e semestre atual do estudante: Engenharia Florestal, 9º semestre

Escolha do(s) eixo(s):	Eixos temáticos prioritários de pesquisa - Conforme anexo I do 19º Edital PIBIC - 2024 /2025
	A tabela disponível no modelo do SEI foi totalmente atualizada e deve ser substituída por esta.
	1 - Sociobiodiversidade, serviços ecossistêmicos e patrimônio espeleológico
	2/3 - Gestão da informação sobre a biodiversidade para subsidiar o planejamento das ações de conservação
	4 - Planejamento e implementação da gestão nas unidades de conservação
	5 - Expansão e conectividade das áreas protegidas
	6 - Avaliação de impacto e licenciamento ambiental
	7 - Gestão pesqueira e cadeias produtivas em unidades de conservação de uso sustentável
	8 - Uso da fauna em unidades de conservação
	9 - Uso de produtos da sociobiodiversidade em unidades de conservação
	10 - Gestão e monitoramento participativos
	11 - Inteligência e efetividade na fiscalização e proteção da biodiversidade
	12 - Manejo de espécies exóticas invasoras
	13 - Restauração de habitats terrestres e aquáticos
	14 - Conservação de espécies ameaçadas
X	15 - Manejo integrado do fogo

1 - INTRODUÇÃO

Florestas tropicais desempenham papel fundamental na regulação dos ciclos do carbono e energia na Terra, além de exercer grande influência na manutenção do clima e diversidade biológica do planeta (MACKEY et al., 2020; PILLAY et al., 2022). Nesse contexto, o futuro da Amazônia, maior floresta tropical do mundo, continua sendo uma das grandes preocupações de pesquisadores, conservacionistas, tomadores de decisão e da sociedade em geral (MORELLO et al., 2020). Durante as últimas décadas, muitos esforços foram implementados buscando monitorar e reduzir as taxas de desmatamento no bioma. Contudo, estudos demonstram que considerar também os efeitos da degradação (que não necessariamente gera a destruição completa das florestas) nesses ecossistemas é fundamental para a conservação da sociobiodiversidade da Amazônia, já que as taxas de degradação chegam a superar as de desmatamento (MATRICARDI et al., 2020).

Incêndios florestais estão entre as maiores causas de degradação ambiental nas florestas amazônicas (LAPOLA et al., 2023), causando sérios prejuízos locais e globais. A ocorrência de incêndios no bioma está majoritariamente relacionada às atividades humanas, e os impactos do fogo na Amazônia podem estar relacionados à prejuízos econômicos (e.g., gastos com combate, redução de recursos florestais, etc.), sociais (e.g., problemas de saúde pública, aumento da insegurança alimentar, violação dos direitos culturais e territoriais) e ambientais (e.g., aumento da emissão de carbono na atmosfera, mudanças no funcionamento, composição e estrutura de ecossistemas, perda de biodiversidade, desregulação microclimática) (LAPOLA et al., 2023). Dentro de Unidades de Conservação (UCs), sabe-se que o fogo, quando utilizado de maneira ordenada e planejada, pode ser benéfico, contribuindo para a subsistência de populações tradicionais sem gerar grandes impactos ambientais. Contudo, quando o uso de boas práticas no manejo do fogo não é levado em consideração, os prejuízos podem ser grandes. Cada território possui sua maneira tradicional de lidar com o fogo, e estas estão intimamente relacionadas aos processos sociais e ecológicos desses locais e suas populações (MISTRY & BIZERRIL, 2011), tornando-se indispensável o conhecimento tradicional associado ao planejamento e gestão das UCs.

Na Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns, UC federal de Uso Sustentável localizada no oeste do Pará, na Amazônia Brasileira, as práticas que compõem o modo de vida das populações tradicionais são moldadas de acordo com os setores produtivos das comunidades e aldeias, entre elas a agricultura, pecuária, pesca, extrativismo, artesanato e turismo (ICMBIO, 2014). O manejo do fogo desempenha papel fundamental para a subsistência das populações da UC, já que grande parte da alimentação e renda das famílias beneficiárias vêm da agricultura de corte-e-queima (ICMBIO, 2014). Os roçados, como são comumente conhecidas as pequenas áreas de roça destinadas à agricultura familiar, são abertos e limpos com o uso do fogo, considerando a praticidade e o baixo custo do método (ICMBIO, 2014; GOMES & PAULETTO, 2018). Anualmente, uma parcela considerável das cerca de 4.000 famílias e 20.000 pessoas beneficiárias da UC, uma das mais populosas do Brasil, solicitam autorização ao órgão gestor (ICMBio) para a confecção de seus roçados, e aproximadamente 2.000 hectares são destinados às práticas agrícolas mencionadas acima, implantados e mantidos majoritariamente em áreas de vegetação secundária (capoeiras), sempre na Zona Populacional da UC (comunicação pessoal, Gestão da Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns).

Historicamente, alguns anos foram marcados pela ocorrência de grandes incêndios florestais na Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns, causados principalmente pelo descontrole no manejo do fogo nos roçados. Nesse sentido, destacam-se os anos de 2015 e 2016, durante um evento de El Niño, com a ocorrência do maior incêndio já registrado no território, responsável por degradar aproximadamente 150 mil hectares da Unidade, pouco menos de um quarto de seus 677.513,24 hectares (SEI Nº 9540170). Em 2023, ano marcado pela ocorrência de um super El Niño que foi responsável por alterar drasticamente as condições climáticas da região, a UC novamente foi palco para a ocorrência de grandes incêndios florestais, distribuídos em seu interior e zonas externas ao longo do limite sul, com área impactada total superando os 10.000 hectares (SEI Nº 17493683). Os estragos não foram maiores graças a mobilização de um grande número de pessoas durante a operação de combate, que custou mais de quatro milhões de reais aos cofres públicos (SEI nº 17190392). Desde 2017, a gestão da UC vêm investindo na formação de brigadas comunitárias, com 11 formadas até o momento. Dessas, três participaram ativamente dos combates no ano de 2023.

Como os recursos para a prevenção de incêndios florestais são limitados, é fundamental que estratégias que busquem direcionar os esforços de prevenção e formação de brigadas comunitárias sejam desenvolvidas. Nesse contexto, ferramentas de priorização espacial emergem como uma das alternativas para a concentração de recursos e implementação destas ações. Até o momento, mesmo com os importantes avanços de Freitas et al. (2023), o território não possui estudos capazes de direcionar efetivamente os recursos humanos e financeiros da UC, levando em conta os importantes aspectos relacionados à propensão de áreas à ocorrência de incêndios florestais, à susceptibilidade de ambientes à degradação e a resposta operacional de combate à focos de incêndio. Ressalta-se que o desenvolvimento de um índice de priorização territorial pode trazer benefícios sociais, econômicos e ambientais ao território, e que o mesmo apresenta potencial para ser aplicado em outras UCs da região, visando reduzir a ocorrência de incêndios florestais e minimizar seus impactos negativos.

2 - OBJETIVOS GERAIS E ESPECÍFICOS DO PLANO DE TRABALHO

Objetivo geral

O objetivo deste projeto é identificar territórios prioritários para implementação de ações relacionadas ao Manejo Integrado do Fogo (MIF) na Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns, como a realização de ações de prevenção, formação de brigadas comunitárias e implementação de estratégias que busquem garantir as boas práticas no uso do fogo nos roçados.

Objetivos específicos

Dentre os objetivos específicos do projeto, destacam-se:

- Detectar áreas com maior propensão à ocorrência de incêndios florestais;
- Classificar os territórios de acordo com os possíveis danos ambientais, sociais e econômicos relacionados aos incêndios florestais;
- Identificar regiões onde a gestão da UC apresenta resposta operacional lenta;
- Desenvolver um índice de priorização espacial para a implementação de ações do MIF.

3 - METODOLOGIA

Área de estudo

A Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns é uma UC federal de uso sustentável que protege 647.610 hectares na Amazônia, localizada no oeste do estado do Pará (municípios de Santarém e Aveiro), entre as coordenadas geográficas 02°20' e 03°40' Sul, e 55°00' e 56°00' Oeste (ICMBIO, 2014). Figurando entre as UCs mais populosas do Brasil, estimativas de 2012 apontaram a presença de aproximadamente 4.581 famílias na Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns, com o número de moradores podendo chegar a 27.027, distribuídos em 72 comunidades (ICMBIO, 2014). O clima da UC é classificado como equatorial continental megatérmico úmido da Amazônia Central, com temperatura média anual indo de 26 a 28° C e umidade média entre 80 e 85% (ICMBIO, 2014). A média da pluviosidade acumulada anual varia de 2.000 a 2.800 mm, com estação chuvosa durante aproximadamente nove meses (novembro a julho) e seca indo de agosto a outubro (ICMBIO, 2014). A principal fitofisionomia da Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns, ocupando aproximadamente 88% do território, é a Floresta Ombrófila Densa, caracterizada pela presença de árvores de grande porte, presença de lianas lenhosas e epífitas em abundância (ICMBIO, 2014). A UC ainda possui áreas de igapó e vegetação secundária (3%) e manchas de savana campestre (1%), além de áreas de pastagem (0,5%) (ICMBIO, 2014).

A principal fonte de geração de renda para as famílias beneficiárias da Unidade é a agricultura familiar (ICMBIO, 2014), que apresenta relações estreitas com a ocorrência da incêndios florestais na Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns, já que quase todos os incêndios florestais da UC são iniciados nos roçados (áreas de até 2 hectares destinadas à plantios agrícolas). O uso do fogo nos roçados do território têm papel social e econômico para os beneficiários da UC, com as práticas de manejo sendo transmitidas entre gerações. Portanto, a agricultura familiar de corte e queima é considerada cultural no território, sendo, inclusive, a principal fonte de geração de renda para as famílias da UC (ICMBIO, 2014). No passado, a prática não devia oferecer grandes riscos relacionados à ocorrência de incêndios florestais, já que a vegetação da Amazônia não queima naturalmente devido aos altos índices de umidade e pluviosidade do bioma. Porém, com a redução das práticas socioculturais que garantiam as boas práticas no manejo do fogo nos roçados (e.g., puxiruns - prática pela qual famílias e pessoas próximas se reuniam para realizar determinada atividade) e a intensificação das mudanças climáticas, o fogo passou a ser preocupação recorrente no território da UC, principalmente durante os extremos causados pelos eventos de El Niño.

Coleta de dados

Os apresentados na Tabela 1 serão acessados, processados e baixados para gerar uma camada espacial que representará a propensão à ocorrência de incêndios florestais na Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns. O peso especificado na tabela refere-se a uma sugestão de pontuação para cada camada de dados descrita. Nesse sentido, sugere-se que a sazonalidade seja levada em conta para a atribuição de maior peso às camadas que representem dados do período da seca na região, já que a ocorrência de incêndios no nordeste da Amazônia é mais frequente entre os meses de agosto e dezembro (CARVALHO et al., 2021). De maneira geral, (1) os dados referentes a acumulação de área queimada retratam a recorrência de queimadas desde 1985, (2) os dados de focos de calor e número de autorizações de supressão representam as possíveis fontes de ignição para incêndios florestais na UC, e (3) os dados de temperatura e pluviosidade estão relacionados aos fatores climáticos que exercem grande influência sobre a probabilidade de ocorrência de incêndios florestais na Amazônia (FERREIRA et al., 2023; MALHI et al., 2008).

Tabela 1. Dados que serão utilizados para a construção da camada de propensão à ocorrência de incêndios florestais, bem como sua descrição, fonte e peso.

Camada	Descrição	Fonte
Acumulação de área queimada	Refere-se a acumulação de eventos de queima por pixel (resolução espacial de 30-m, Landsat-5, 7 e 8), entre 1985 e 2022. Quanto maior o valor do pixel, maior a recorrência de eventos de queimada.	Projeto MapBio
Acumulação de área queimada na seca	Refere-se à acumulação de eventos de queima por pixel no período da seca (entre setembro e dezembro), dos anos de 1985 a 2022 (resolução espacial de 30-m, Landsat-5, 7 e 8). Quanto maior o valor do pixel, maior a recorrência de eventos de queimada na seca.	Projeto MapBio
Número de focos de calor	Ocorrência de focos de queimadas, capturados pelo satélite de referência do INPE entre 2003 e 2023.	Programa Queima
Número de focos de calor na seca	Ocorrência de focos de queimadas no período da seca (entre setembro e dezembro) capturados pelo satélite de referência do INPE entre 2003 e 2023.	Programa Queima
Número de autorizações de supressão	Média do número de Autorizações de Supressão emitidas pelo órgão gestor e utilizadas pelos beneficiários para a abertura de suas roças. Calculada para as comunidades e aldeias da UC, entre 2010 e 2023.	Gestão da Reserva I Tapajós-Arapiuns
Área de floresta secundária	Quantidade de área com cobertura de floresta secundária (resolução espacial de 30-m, Landsat-5, 7 e 8), mais propícia à queima.	Projeto MapBio
Média da temperatura anual	Média da temperatura anual, calculada entre 1970 e 2000.	WorldClim BIO Va
Média da temperatura no quarto mais seco	Média da temperatura anual no quarto mais seco do ano, calculada entre 1970 e 2000.	WorldClim BIO Va
Média da acumulação anual de precipitação	Média da acumulação anual de precipitação, calculada entre 1970 e 2000.	WorldClim BIO Va
Média da precipitação no quarto mais seco	Média da precipitação no quarto mais seco do ano, calculada entre 1970 e 2000.	WorldClim BIO Va
Total		

Também serão acessados dados que representem os prejuízos relacionados a degradação causada por incêndios florestais na UC, considerando os impactos ecológicos, econômicos e sociais do fogo (LAPOLA et al., 2023) (Tabela 2). O peso sugerido foi atribuído buscando classificar os impactos ecológicos (estimativa de biomassa para a Amazônia, altura do dossel, idade da vegetação florestal e ocorrência de espécies ameaçadas, soma = 4), econômicos (serviços ecossistêmicos, soma = 3) e sociais (número de famílias beneficiárias e presença Unidades Básicas de Saúde, soma = 3) de maneira igualitária.

Tabela 2. Dados que serão utilizados para a construção da camada que representa os prejuízos relacionados à degradação por incêndios florestais, levando em consideração os impactos ecológicos, econômicos e sociais do fogo.

Camada	Descrição	Fonte
Estimativa de biomassa para a Amazônia	Estimativa da quantidade de biomassa acima do solo para a Amazônia, calculada em Mg/ha utilizando uma série de camadas derivadas de sensoriamento remoto.	OMETTO et al. (2023)
Altura do dossel	Representação de alta resolução (10 m) da altura da vegetação, calculada utilizando imagens do satélite Sentinel-2 e LiDAR.	LANG et al. (2023)
Idade da vegetação florestal	Camada calculada utilizando dados do Projeto MapBiomias através dos métodos descritos em Dias, Silveira & Francisco (2023) e Rosa et al. (2021).	Projeto MapBiomias
Ocorrência de espécies ameaçadas	Ocorrência de vertebrados ameaçados listados no levantamento do Plano de Manejo da UC (Aves: <i>Penelope pileata</i> , <i>Pyrilia vulturina</i> , <i>Morphnus guianensis</i> e <i>Neomorphus squamiger</i> ; Mamíferos: <i>Panthera onca</i> , <i>Priodontes maximus</i> e <i>Tapirus terrestris</i>).	MMA (2022), GBIF (Global Information Facility), Programa de Conservação
Serviços ecossistêmicos	Camada representando o valor (em US\$) dos pixels de floresta na Amazônia, levando em conta o provimento de serviços ecossistêmicos relacionados à produção de castanha-do-pará, borracha e madeira, mitigação de gases do efeito estufa (CO ₂) e regulação climática.	STRAND et al. (2023)
Número de famílias beneficiárias	Número de famílias beneficiárias por comunidade/aldeia levando em conta a última atualização da Relação de Beneficiários da UC, de 2014.	Gestão da Reserva Extrativista Arapiuns/ICMBio
Presença de Unidades Básicas de Saúde (UBS)	Inverso da presença de Unidades Básicas de Saúde (UBS) na comunidade/aldeia. Para localidades com UBS, o valor atribuído será zero. Para localidades sem UBS, o valor será um.	Gestão da Reserva Extrativista Arapiuns/ICMBio
Total		

Por fim, serão acessados dados relacionados à resposta operacional do órgão gestor da UC para o combate aos incêndios florestais, levando em conta distâncias, vias de acesso, meios de transporte, dificuldade de deslocamento terrestre e distância para as brigadas comunitárias (Tabela 3).

Tabela 3. Dados que serão utilizados para a construção da camada de resposta operacional em caso de combate à incêndios florestais.

Camada	Descrição	Fonte
Distância para a sede	Distância euclidiana da área para a sede do ICMBio em Santarém/PA.	-
Distância para os acessos fluviais	Distância euclidiana para os principais rios que dão acesso a UC (Tapajós, Arapiuns e Maró).	-
Principal meio de transporte em caso de combate	Meio de acesso (terrestre, fluvial e aéreo) utilizado para acessar as áreas do território em caso de necessidade de combate a incêndios florestais.	Gestão da Reserva Extrativista Arapiuns/ICMBio
Distância para estradas	Distância euclidiana para as estradas abertas na UC.	Gestão da Reserva Extrativista Arapiuns/ICMBio
Declividade	Média da declividade como representação da dificuldade de deslocamento terrestre em caso de combate a incêndios florestais.	SRTM/NASA v. 4 (JARVIS)

Camada	Descrição	Fonte
Distância para brigadas comunitárias	Distância euclidiana para as brigadas comunitárias formadas na UC.	Gestão da Reserva Extrativista Arapiuns/ICMBio
Total		

Análises

Todas as análises mencionadas serão realizadas utilizando os softwares livres R, QGIS e Google Earth Engine. Os limites da Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns serão acessados através do Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC) do Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA). Para espacializar as análises descritas abaixo, a UC será dividida em um grid de formato hexagonal com 2 km de distância entre os lados. Os valores das camadas mencionadas na seção anterior para cada célula do grid serão calculados conforme descrito na Tabela 4.

Tabela 4. Método para extração do valor das variáveis para as células do grid.

Grupo	Camada	Cálculo
<i>Propensão a ocorrência de incêndios</i>	Acumulação de área queimada	Média da acumulação de área queimada por pixel para cada célula do grid.
	Acumulação de área queimada na seca	Média da acumulação de área queimada na seca por pixel para cada célula do grid.
	Número de focos de calor	Número de focos de calor registrados por célula do grid.
	Número de focos de calor na seca	Número de focos de calor registrados na seca por célula do grid.
	Número de autorizações de supressão	Média do número de autorizações de supressão (agricultura de corte-e-queima) emitidas entre 2010 e 2023 para células do grid que possuem comunidades/aldeias.
	Área de floresta secundária	Área total de floresta secundária por célula no grid.
	Média da temperatura anual	Média da temperatura anual por célula no grid.
	Média da temperatura no quarto mais seco	Média da temperatura anual no quarto mais seco por célula no grid.
	Média da acumulação anual de precipitação	Média da acumulação anual de precipitação por célula no grid.
	Média da precipitação no quarto mais seco	Média da acumulação anual de precipitação no quarto mais seco por célula no grid.
<i>Prejuízos relacionados a degradação causada por incêndios</i>	Estimativa de biomassa para a Amazônia	Soma da biomassa acumulada por célula no grid.
	Altura do dossel	Média da altura do dossel por célula no grid.
	Idade da vegetação florestal	Média da idade da vegetação florestal por célula no grid.
	Ocorrência de espécies ameaçadas	Será dado valor um (01) para células do grid com ocorrência de espécies ameaçadas e zero (0) para células sem ocorrências.
	Serviços ecossistêmicos	Soma dos valores relacionados ao provimento de serviços ecossistêmicos por célula no grid.
	Número de famílias beneficiárias	Número de famílias beneficiárias para células no grid com comunidades e/ou aldeias.
	Presença de Unidades Básicas de Saúde (UBS)	Será dado valor zero (0) para comunidades/aldeias com UBS e um (01) para localidades sem UBS, somente para células no grid com comunidades/aldeias.
<i>Resposta operacional</i>	Distância para a sede	Distância mínima da célula do grid para a sede do ICMBio em Santarém, PA.
	Distância para os acessos fluviais	Distância mínima da célula do grid para Igarapés, rios e lagos.
	Principal meio de transporte em caso de combate	Facilidade de acesso de acordo com o meio de transporte: será dado valor um (01) para células no grid com acesso terrestre, dois (02) para células com acesso fluvial e cinco (05) para células com acesso aéreo.
	Distância para estradas	Distância mínima da célula do grid para estradas.
	Declividade	Média da declividade por célula no grid.
	Distância para brigadas comunitárias	Distância mínima da célula do grid para comunidades/aldeias com brigadas comunitárias.

Após a extração dos valores, cada variável extraída (com exceção das binárias) para as células do grid serão normalizadas para padronizar sua faixa de valores entre zero e um, através da fórmula $X_c = \frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}}$. Após a normalização, as camadas serão multiplicadas por seus pesos atribuídos. Para reduzir a subjetividade deste processo, serão aplicados formulários para construção participativa do peso das camadas para membros da gestão da UC e outros servidores do ICMBio com experiência no MIF, pesquisadores e membros das brigadas comunitárias e voluntárias atuantes na Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns. Os formulários serão aplicados durante oficinas e encontros da Câmara Técnica do Manejo Integrado do Fogo, vinculada ao Conselho Deliberativo da Unidade. Dessa maneira, os pesos definidos nas Tabelas 1, 2 e 3 são apenas sugestivos, e o resultado final será construído a partir da média dos valores obtidos nos formulários aplicados.

Para cada camada a ser gerada (propensão à ocorrência de incêndios florestais, prejuízos relacionados à degradação ambiental e resposta operacional) os valores do conjunto de dados serão somados e divididos por dez (soma total dos pesos das camadas). As três camadas geradas terão valores indo de zero a um, indicando:

- (1) Propensão a ocorrência de incêndios: valores próximos a zero indicam áreas com menor probabilidade de ocorrência de incêndios, enquanto valores próximos a um estão relacionadas a áreas com alta propensão a ocorrência de incêndios;
- (2) Prejuízos relacionados a degradação ambiental: valores próximos a zero indicam áreas com poucos prejuízos associados em casos de ocorrência de incêndio, enquanto células com valores próximos a um representam áreas com possíveis altos impactos ambientais, sociais e econômicos;
- (3) Resposta operacional: valores próximos a zero indicam áreas com acesso facilitado, onde a resposta operacional em caso de ocorrência de incêndios é mais rápida, enquanto células com valores próximos a um indicam regiões com grande tempo de resposta operacional.

Para construção da camada final (índice) de priorização territorial para implementação de ações do Manejo Integrado do Fogo, as três camadas serão somadas e o resultado será dividido por três.

4 - RESULTADOS ESPERADOS

Com o presente trabalho, espera-se gerar subsídios para o planejamento espacial do Manejo Integrado do Fogo na Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns. **Espera-se responder três questões principais durante o projeto**, que depois serão relacionadas para a priorização de territórios para o manejo conservacionista do fogo: quais as áreas mais propícias à ocorrência de incêndios florestais na UC? Quais regiões estão mais propensas à degradação causada pelos impactos ambientais, sociais e econômicos dos incêndios florestais? Quais são as áreas com as maiores dificuldades logísticas relacionadas a resposta operacional da gestão da UC em caso de incêndios florestais no território?

De acordo com as respostas obtidas através das três questões mencionadas acima, pretende-se gerar um índice de priorização espacial para as ações do MIF no território, como a capacitação de brigadas comunitárias, atividades de educação ambiental e de vistoria/acompanhamento de queima dos roçados. Estes resultados poderão servir de base para estudos mais aprofundados relacionados à priorização espacial de territórios para implementação de ações do MIF na Unidade, e também como um modelo para outras UCs que pretendam desenvolver trabalhos semelhantes.

Com os recentes grandes incêndios florestais que ocorreram na Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns em 2023, e o histórico de incêndios no passado, que ocorreram principalmente em anos de El Niño e chegaram a degradar mais de 150.000 ha entre 2015 e 2016, espera-se que este trabalho possa servir de base para o planejamento espacial das ações do MIF na UC durante os próximos anos.

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

Atualmente, incêndios florestais figuram entre os fenômenos que mais degradam os ecossistemas florestais da Amazônia. De 2001 a 2019, entre 10 e 18 milhões de hectares de florestas no bioma foram impactadas pelo fogo, potencialmente afetando habitats de 77,3 a 85,2% das espécies ameaçadas da região (FENG et al., 2021). Em alguns casos, esses impactos podem chegar a afetar até 64% da área de distribuição dessas espécies (FENG et al., 2021). A Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns abriga, pelo menos sete espécies de vertebrados ameaçados de extinção (*Penelope pileata*, *Pyrilia vulturina*, *Morphnus guianensis*, *Neomorphus squamiger*, *Panthera onca*, *Priodontes maximus* e *Tapirus terrestris*) (ICMBIO, 2014), e este número deve ser consideravelmente maior, dado o contexto geográfico no qual a UC está inserida. Além disso, estudos apontam para as consequências de incêndios florestais na estrutura de comunidades de aves deste território, com diferentes guildas trópicas sendo afetadas desproporcionalmente e espécies sensíveis a distúrbios sendo menos comumente encontradas em áreas afetadas pelo fogo (BARLOW et al., 2002).

Entre 2001 e 2018, a degradação causada pelo fogo, efeitos de borda e extração seletiva de madeira já afetava mais de 36 milhões de hectares na Amazônia (LAPOLA et al., 2023). Se somarmos a estes dados as áreas afetadas pelas secas extremas, temos aproximadamente 250 milhões de hectares de florestas afetadas na Amazônia, representando 38% da cobertura florestal do bioma (LAPOLA et al., 2023). Esses dados são ainda mais preocupantes se considerarmos projeções que indicam que essas quatro fontes de degradação continuarão a ser grandes ameaças à conservação da biodiversidade da Amazônia e fontes de emissão de carbono na atmosfera em 2050, independente das taxas de desmatamento (LAPOLA et al., 2023).

Na Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns, que abriga aproximadamente 20.000 pessoas em seu território, os impactos do fogo podem ir além, e incêndios florestais podem afetar ativamente as populações tradicionais do local. O fogo já foi responsável por destruir uma das aldeias da UC (Aldeia Muruary), forçando aldeados a um processo de exodo para outros locais, dentro e fora da Unidade, e construções utilizadas para o beneficiamento em cadeias produtivas responsáveis por garantir renda para famílias (PERES et al., 2003). Além disso, incêndios florestais podem dizimar locais sagrados de cunho religioso para as populações locais, utilizados durante rituais, principalmente pelas populações indígenas. Além disso, a degradação causada pelo fogo pode atingir áreas utilizadas pelos beneficiários para a agricultura, aumentando os níveis de insegurança alimentar de uma população que, em sua maioria, já se encontra em vulnerabilidade social. Em estudo realizado no início dos anos 2000, Peres et al. (2003) reportaram a destruição total ou parcial de 96% dos roçados de entrevistados após um grande incêndio na UC, além da perda de importantes recursos como pés de açaí e cupuaçu que representaram a perda de US\$4.000,00 a US\$5.000,00 na renda anual de uma família. Neste trabalho, também foi relatada a perda de recursos florestais não madeireiros e impactos para a fauna cinegética da região, colocando famílias inteiras em níveis extremos de insegurança alimentar (PERES et al., 2003).

Dessa maneira, a pesquisa proposta visa direcionar, através da definição de áreas prioritárias para implementação de ações do manejo conservacionista do fogo, ações que busquem a prevenção e a maior efetividade nas respostas operacionais em casos de combate à incêndios florestais, através da implementação de brigadas comunitárias. Além de garantir a conservação de espécies ameaçadas da fauna e flora, o estudo apresenta potencial para minimizar riscos sociais e econômicos às populações tradicionais em vulnerabilidade social.

6 - ETAPAS E CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO DO PLANO DE TRABALHO

Abaixo, estão discriminadas as principais etapas de execução do projeto de pesquisa e o cronograma mês a mês (Tabela 4).

- Etapa 1: Levantamento bibliográfico;
- Etapa 2: Levantamento de dados;
- Etapa 3: Aplicação de formulários para definição dos pesos das camadas;
- Etapa 4: Análise de dados;
- Etapa 5: Apresentação em eventos;
- Etapa 6: Relatório parcial;
- Etapa 7: Relatório final;
- Etapa 8: Submissão do trabalho em periódico científico.

Etapa	Set/24	Out/23	Nov/24	Dez/24	Jan/25	Fev/25	Mar/25	Abr/25	Mai/25	Jun/25	Jul/25	Ago/25
1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
2	X	X	X	X								
3			X	X	X	X						
4						X	X	X				
5									X	X	X	X
6						X						
7											X	X
8												X

7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARLOW, Jos; HAUGAASEN, Tor; PERES, Carlos A. Effects of ground fires on understory bird assemblages in Amazonian forests. *Biological Conservation*, v. 105, n. 2, p. 157-169, 2002.

CARVALHO, Nathalia S. et al. Spatio-temporal variation in dry season determines the Amazonian fire calendar. *Environmental Research Letters*, v. 16, n. 12, p. 125009, 2021.

- DIAS, Thiago da Costa; SILVEIRA, Luís Fábio; FRANCISCO, Mercival Roberto. Spatiotemporal dynamics reveals forest rejuvenation, fragmentation, and edge effects in an Atlantic Forest hotspot, the Pernambuco Endemism Center, northeastern Brazil. *Plos one*, v. 18, n. 9, p. e0291234, 2023.
- FENG, Xiao et al. How deregulation, drought and increasing fire impact Amazonian biodiversity. *Nature*, v. 597, n. 7877, p. 516-521, 2021.
- FERREIRA, Igor JM et al. Assessment of fire hazard in Southwestern Amazon. *Frontiers in Forests and Global Change*, v. 6, p. 1107417, 2023.
- FREITAS, Ana et al. Fire exposure index as a tool for guiding prevention and management. *Frontiers in Physics*, v. 10, p. 1064162, 2023.
- GOMES, Vanessa Sousa; PAULETTO, Daniela. Uso tradicional do fogo: avaliação de queima controlada na agricultura de subsistência exercida na Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns. *Terceira Margem Amazônia*, v. 3, n. 11, 2018.
- JARVIS, Andy et al. Hole-filled SRTM for the globe Version 4. available from the CGIAR-CSI SRTM 90m Database (<http://srtm.csi.cgiar.org>), v. 15, n. 25-54, p. 5, 2008.
- LANG, Nico et al. A high-resolution canopy height model of the Earth. *Nature Ecology & Evolution*, v. 7, n. 11, p. 1778-1789, 2023.
- LAPOLA, David M. et al. The drivers and impacts of Amazon forest degradation. *Science*, v. 379, n. 6630, p. eabp8622, 2023.
- MACKEY, Brendan et al. Understanding the importance of primary tropical forest protection as a mitigation strategy. *Mitigation and adaptation strategies for global change*, v. 25, n. 5, p. 763-787, 2020.
- MALHI, Yadvinder et al. Climate change, deforestation, and the fate of the Amazon. *science*, v. 319, n. 5860, p. 169-172, 2008.
- MATRICARDI, Eraldo Aparecido Trondoli et al. Long-term forest degradation surpasses deforestation in the Brazilian Amazon. *Science*, v. 369, n. 6509, p. 1378-1382, 2020.
- MENDONÇA, Mário Jorge Cardoso et al. The economic cost of the use of fire in the Amazon. *Ecological Economics*, v. 49, n. 1, p. 89-105, 2004.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Portaria MMA nº 148, de 7 de junho de 2022. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2020/P_mma_148_2022_altera_anexos_P_mma_443_444_445_2014_atualiza_especies_ameaca. Acesso em 8 de abril de 2024.
- MISTRY, Jayalaxshmi; BIZERRIL, Marcelo. Por que é importante entender as inter-relações entre pessoas, fogo e áreas protegidas? Why it is important to understand the relationship between people, fire and protected areas. *Biodiversidade Brasileira*, v. 1, n. 2, p. 40-49, 2011.
- MORELLO, Thiago Fonseca et al. Predicting fires for policy making: Improving accuracy of fire brigade allocation in the Brazilian Amazon. *Ecological Economics*, v. 169, p. 106501, 2020.
- OMETTO, Jean Pierre et al. A biomass map of the Brazilian Amazon from multisource remote sensing. *Scientific Data*, v. 10, n. 1, p. 668, 2023.
- PERES, Carlos A.; BARLOW, Jos; HAUGAASEN, Torbjørn. Vertebrate responses to surface wildfires in a central Amazonian forest. *Oryx*, v. 37, n. 1, p. 97-109, 2003.
- PILLAY, Rajeev et al. Tropical forests are home to over half of the world's vertebrate species. *Frontiers in Ecology and the Environment*, v. 20, n. 1, p. 10-15, 2022.
- ROCHA, Rudi; SANT'ANNA, André Albuquerque. Winds of fire and smoke: Air pollution and health in the Brazilian Amazon. *World Development*, v. 151, p. 105722, 2022.
- ROSA, Marcos R. et al. Hidden destruction of older forests threatens Brazil's Atlantic Forest and challenges restoration programs. *Science advances*, v. 7, n. 4, p. eabc4547, 2021.
- STRAND, Jon et al. Spatially explicit valuation of the Brazilian Amazon forest's ecosystem services. *Nature Sustainability*, v. 1, n. 11, p. 657-664, 2018.
- VALENTE, Fernanda; LAURINI, Márcio. A spatio-temporal analysis of fire occurrence patterns in the Brazilian Amazon. *Scientific Reports*, v. 13, n. 1, p. 12727, 2023.

8 - RESSALVAS

Avaliador 2

- (1) Há mistura de informações de diferentes seções ao longo do texto que podem ser melhor posicionadas, facilitando o entendimento até mesmo da execução do projeto.
- (2) Alguns aspectos dos métodos de análise precisam ser melhor esclarecidos.
- (3) Sugiro atenção aos tempo dedicado à coleta de dados via aplicação de formulário. Pode demorar mais do que se espera, portanto sugiro antecipar a execução dessa etapa.



Documento assinado eletronicamente por **Thiago da Costa Dias, Analista Ambiental**, em 05/09/2024, às 17:08, 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 **19659603** e o código CRC **C7CD5F43**.