

Ana Larissa Ribeiro de Freitas

Avaliação dados ambientais e sociais para mitigação de riscos de incêndios florestais na FLONA Tapajós e RESEX Tapajós-Arapiuns, Pará, Brasil.

Mestrado

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais / Pós-graduação em Sensoriamento Remoto

Ana Larissa Ribeiro de Freitas, Bacharelado em Geografia

<http://lattes.cnpq.br/1292522175432708>

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Divisão de Sensoriamento Remoto, Avenida dos Astronautas, Jardim da Granja, 12227010 - São José dos Campos, SP – Brasil;

Liana Oighenstein Anderson, Pós-doutorado, Pesquisadora, Docente

Permanente do Curso de Pós-graduação em Sensoriamento Remoto do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)

<http://lattes.cnpq.br/7834780583735756>

Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais, Estrada Doutor Altino Bondensan, Eugênio de Mello, 12247016 - São José dos Campos, SP – Brasil;

## **1. Introdução e justificativa**

A incidência de escapes do fogo do manejo da terra e por desmatamento tem aumentado na Amazônia, devido a incidência de secas extremas, e mudanças nos padrões de residências e ocupação e uso da terra (Anderson et al., 2015, Aragão et al, 2018, Silva Junior et al., 2018). Embora exista uma preocupação no desenvolvimento de políticas públicas de prevenção de incêndios florestais, estas se distanciam das realidades locais em alguns aspectos, o que pode apontar o insucesso das ações propostas (Carmenta et al., 2013). Além disso, a falta de articulação entre instituições, dados e informações, assim como de capacidade local para trabalhar com a gestão do risco de incêndios florestais contribui para a ocorrência destes eventos (Anderson et al., 2019, Malhado et al., 2017).

Observa-se que parte das comunidades tradicionais da Amazônia têm seus modos de vida apoiados na utilização do fogo para subsistência (Carmenta et al., 2013), uma vez que este é um método rápido e barato para o preparo da terra para o plantio das culturas

sazonais (roçados). Neste sentido, o manejo integrado do fogo representa uma problemática de caráter socioambiental, em que as soluções devem envolver abordagens social e ecológica, e especialmente elaboradas de forma participativa e integrando os diferentes atores envolvidos nessa temática (Carmenta et al., 2011).

O aumento da frequência e intensidade de incêndios florestais descontrolados em florestas do Bioma Amazônia reflete o avanço das transformações ambientais, climáticas e, especialmente, a complexidade inerente ao manejo do fogo nas paisagens rurais do Brasil (Alencar et al., 2015; Cochrane, 2001). Por exemplo, as grandes secas de 2005, 2010 e 2015/16 levaram a grandes extensões de incêndios florestais na região (Aragão et al., 2007, Aragão et al., 2018). Adicionalmente, observa-se os impactos indiretos do desmatamento que cria bordas florestais inflamáveis (Cochrane, 2001, Vedovato et al., 2016, Silva Junior et al., 2018) e reduz a precipitação da região (Spracklen & Garcia-Carreras, 2015), além da prevalência da extração madeireira que gera aberturas no dossel da floresta (Uhl and Kauffman, 1990, Asner et al., 2005).

Os impactos ecológicos das queimadas e os mecanismos-chave que influenciam a flamabilidade das florestas e as chances de reincidência de queimadas são conhecidos (Berenguer et al., 2014; Zhao & Running, 2010; Barlow & Peres, 2006; Balch et al., 2015; Barlow et al., 2006, 2003b; Barlow and Peres, 2008), e embora existam estimativas sobre a magnitude das perdas econômicas ocasionadas por incêndios descontrolados para populações rurais (Mendonça et al., 2004, Campanharo et al., 2019), pouco se sabe sobre suas consequências socioculturais.

Dessa forma, as comunidades rurais vivendo em áreas dominadas por florestas queimadas e formações vegetacionais mais inflamáveis podem enfrentar maiores desafios para o manejo do fogo, e maiores perdas e risco de insegurança alimentar causadas por incêndios, em comparação às comunidades rodeadas por florestas bem conservadas. Isso é particularmente importante se considerarmos a extensão das Reservas de Uso Sustentável na Amazônia Legal, que compreende mais de 700 mil km<sup>2</sup>, sendo estas áreas protegidas, voltadas para conservação da biodiversidade em coexistência com os direitos à terra e meios de vida de comunidades extrativistas (Veríssimo et al., 2011), que frequentemente dependem do fogo como ferramenta para produção agrícola.

Durante o El Niño em 2015-16, a região de Santarém foi fortemente afetada por incêndios florestais, impactando uma área de cerca de 1 milhão de hectares de florestas

primárias e 20 mil hectares de florestas secundárias (Withey et al., 2018). Especificamente, na Floresta Nacional (FLONA) Tapajós e na Reserva Extrativista (RESEX) Tapajós-Arapiuns, áreas de interesse deste projeto, tiveram aproximadamente 12% e 23% de suas áreas afetadas por estes incêndios florestais, respectivamente. Portanto, o entendimento da dinâmica do uso do fogo, e as consequências socioambientais que a perda de seu controle geram, são chave para contribuir com a criação de estratégias de gestão do risco destes desastres.

## **2. Objetivo geral**

Avaliar as consequências socioambientais do uso do fogo e perda de seu controle em comunidades tradicionais da FLONA Tapajós e RESEX Tapajós-Arapiuns, a partir da integração de dados de sensoriamento remoto e dados socioculturais coletado em campo.

### **2.1 Objetivos Específicos**

- I) Quantificar o uso do fogo, suas fontes de ignição e área queimada, extraídos de dados de sensoriamento remoto para gerar um mapa de vulnerabilidade de incêndios florestais;
- II) Diagnosticar, através de análises de sensoriamento remoto e metodologias participativas, as condições socioambientais das comunidades tradicionais impactadas por incêndios florestais e sua relação com o uso cultural do fogo;
- III) Entender as condicionantes do escape do fogo e as consequências socioambientais para as comunidades;
- IV) Integrar os resultados dos Objetivos I a III para propor estratégias de gestão do risco de incêndios florestais;

## **3. Metodologia**

Esta seção está dividida em três partes. Na primeira apresenta-se uma breve descrição da área de estudo. Na segunda seção apresentam-se os dados a serem utilizados. Finalmente são apresentados os métodos.

### **3.1 Área de Estudo**

No Brasil, incentivado em decorrência de acontecimentos mundiais direcionados à preservação dos recursos naturais, houve uma crescente discussão acerca da temática para garantir a preservação e proteção da fauna e flora através de marcos legais como: Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA); Art. 225; Conselho Nacional do Meio

Ambiente (CONAMA); Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA); Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC); Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais (PNPCT).

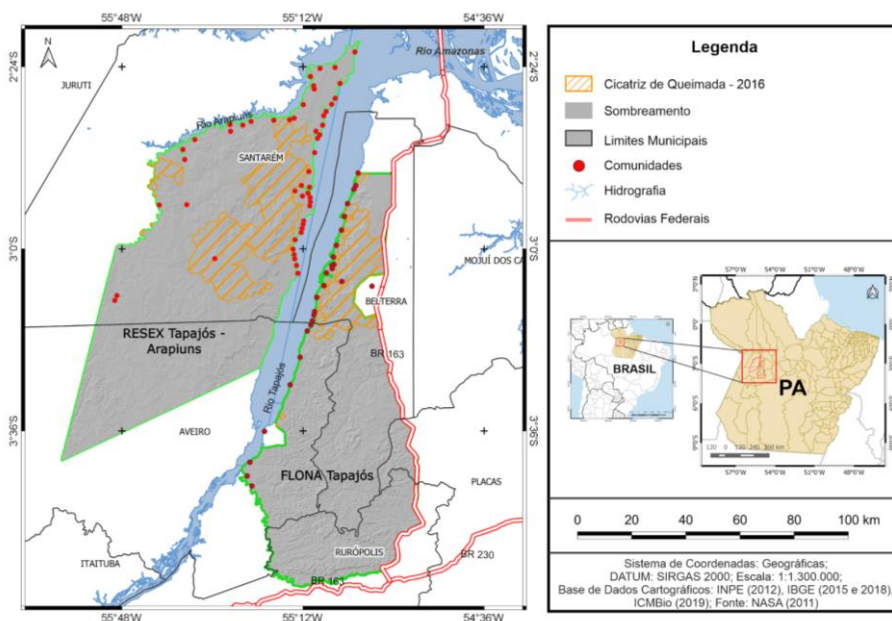
No entanto, as discussões não se restringiram apenas ao ambiente, e ficou clara a necessidade de garantir a segurança dos modos de vidas de comunidades que subsistem do uso extrativista dos territórios, levando em consideração de que estas comunidades não realizam atividades que degradam o território, logo, contribuem para a manutenção da floresta.

Neste sentido são institucionalizadas as Unidades de Conservação, como meio de garantir proteção a territórios que apresentam características ecológicas e ambientais relevantes e devem ser mantidos sob um regime especial de administração, bem como oportunidade de garantir a mesma proteção aos povos e comunidades tradicionais, através do SNUC, criado com a promulgação da Lei n. 9.985, de 18 de julho de 2000, que classifica as Unidades de Conservação em dois grupos distintos em vistas do tipo de uso e manejo que podem ser realizados, sendo estes: Proteção Integral e Uso Sustentável.

A primeira possui viés ecológico, e tem por objetivo central a pesquisa científica, educação ambiental e turismo ecológico. A segunda, busca um equilíbrio entre comunidades e meio ambiente através da compatibilidade entre práticas de manejo e produção das comunidades, em que a intervenção social não degrade a natureza existente, uma vez que estas extraem apenas o necessário para subsistirem. Vale ressaltar que o Bioma Amazônia possui 27,74% das áreas de UCs, somando um total de 1.164.761,5km<sup>2</sup>, sendo a maior parte de Uso Sustentável (ICMBio, 2019).

Os Artigos 17 e 18 da Lei n. 9.985/2000 versam sobre duas categorias de UCs de Uso Sustentável, Floresta Nacional e Reserva Extrativista, respectivamente: i) área de cobertura florestal de espécies predominantemente nativas e tem como objetivo básico o uso múltiplo sustentável dos recursos florestais e a pesquisa científica, com ênfase em métodos para exploração sustentável de florestas nativas; e, ii) área utilizada por populações extrativistas tradicionais, com subsistência baseada no extrativismo, práticas de criação de animais de pequeno porte e agricultura de subsistência, e tem como objetivos básicos proteger os meios de vida e a cultura dessas populações, e assegurar o uso sustentável dos recursos naturais da unidade.

Neste contexto, o escopo da pesquisa inclui duas categorias de UCs de Uso Sustentável: FLONA Tapajós, criada a partir do Decreto nº 73.684 de 19 de fevereiro de 1974/ Lei nº 12.678 de 25 de junho de 2012, com 5306,2065km<sup>2</sup>, e RESEX Tapajós-Arapiuns pelo Decreto s/nº de 06 de novembro de 1998, com 6775,1324km<sup>2</sup>. Ambas sob Coordenação Regional 3 – Santarém/PA (Mapa 01).



Mapa 1: Localização das Unidades de Conservação

Esta região apresenta relevo suavemente ondulado, com ocorrência de planícies próximas às margens do rio Tapajós e relevo acidentado ao sul. O clima é característico de uma floresta tropical úmida (tipo Ami de Köeppen), com temperatura média de 26°C, com precipitação pluviométrica anual entre 1.700 e 2.000 mm e a estação seca acontece de julho a dezembro, sendo este fortemente influenciado pelo fenômeno El Niño, quando o período de seca é mais longo e intenso, o que deixa a vegetação extremamente vulnerável a incêndios florestais (ICMBIO, 2014).

Em 2016, a FLONA possuía em seu interior 21 comunidades tradicionais e três aldeias indígenas, formadas por 923 famílias e 3.889 habitantes, que desenvolvem como uso direto e econômico o manejo florestal comunitário sustentável, a agricultura familiar, o extrativismo de produtos florestais não madeireiros, a pesca, turismo, serviços públicos municipais, programas de transferência de renda e benefícios previdenciários (ICMBio, 2019). No entorno da FLONA é comum a ocorrência de desmatamentos, que em seguida,

algumas destas áreas são abandonadas, formando-se áreas de sucessão secundária (Espírito-Santo et al., 2005).

Quanto à RESEX está organizada em 37 associações comunitárias, abrangendo 64 comunidades, com mais de 3 mil famílias e população superior a 18 mil. As atividades agrícolas possuem características diferentes entre as desenvolvidas na Bacia do Arapiuns, por serem realizadas numa área afastada do núcleo populacional denominada por “colônia”, com cultivos perenes e roçados. Enquanto que no rio Tapajós, as comunidades fazem seu plantio em áreas simples de roçados mais próximos às casas, poucas famílias possuem colônia (ICMBio, 2014).

Ainda na RESEX são desenvolvidas atividades de pecuária, criação de peixes em tanques, e de animais de pequeno porte, abelhas nativas, caça (destinada apenas ao consumo interno), pesca, além do extrativismo vegetal voltado para a fabricação de óleos e borracha, construção de casas, e artesanato (ICMBio, 2014).

## **3.2 Dados**

### **3.2.1 Sensoriamento Remoto**

Serão utilizadas três bases de dados satelitais. A primeira base de dados refere-se aos dados de última geração de detecção de queimadas e incêndios florestais. A segunda base de dados refere-se a mapas de uso e cobertura da terra. E a terceira base de dados refere-se a dados meteorológicos.

- i) *Detecção de queimadas e incêndios florestais*: Serão utilizados o produto de detecção de focos de calor MODIS MCD14ML coleção 6.1 (Giglio et al., 2018), o produto de ignição do fogo e área queimada MCD64A1, derivados do Atlas do fogo – “*Fire Atlas*” (Andela et al., 2019), recobrando a série temporal de 2003 a 2018.
- ii) *Dados de uso e cobertura da terra*: serão utilizados os produtos Programa de Monitoramento do Desmatamento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite (Prodes/INPE), para o período de 2002 a 2018, que fornece o mapeamento de áreas de florestas primárias desmatadas, e o produto TerraClass/INPE, que fornece mapas a cada dois anos de uso e cobertura da terra para os anos de 2004 a 2016, sendo que este último será disponibilizado em breve.

- iii) Dados meteorológicos: será utilizado o produto CHIRPS de precipitação mensal (Funk et al., 2015) com resolução espacial de 5 km e dados de temperatura de superfície do produto MODIS MOD11A2 v006, que possui uma resolução espacial de 1 km e resolução temporal de 8 dias.

### **3.2.2 Dados socioeconômicos e culturais**

Os dados a serem utilizados para esta componente do projeto pertencem a duas bases de dados. A primeira refere-se a uma amostragem ecológica e socioeconômica (Garett et al., 2017) realizada entre 2009 e 2011 para a área de estudo, pela Rede Amazônia Sustentável (RAS). A segunda base de dados será coletada durante a execução deste projeto através da aplicação de metodologias participativas, como a cartografia social (Cortines et al., 2018), em que os resultados são discutidos através de diálogos com o intuito de identificar os diferentes pontos de vista na linha de frente sobre os riscos cotidianos. Durante os encontros, serão coletados dados para subsidiar o diagnóstico das condições socioambientais de práticas dependentes do uso do fogo em comunidades afetadas pelos incêndios florestais, assim como as consequências que estes eventos trouxeram para eles, buscando atender ao Objetivo Específico 3.

### **3.3 Métodos**

Os dados de focos de calor (MCD14ML) serão utilizados para identificar as áreas de maior ocorrência e recorrência do uso do fogo, assim como a sazonalidade intra e inter-anual do uso do fogo. Os dados de áreas queimadas (MCD64A1) serão utilizados para identificar as regiões que queimaram, que associados aos dados de uso e cobertura da terra (produto PRODES e TerraClass, INPE), fornecerá o impacto da queimada, identificando se a queimada foi realizada em uma área de produtiva (pastagem ou agricultura), em uma floresta primária ou secundária, ou associada a um processo de desmatamento. Estas análises fornecerão, de forma espacialmente explícita, a quantificação do uso do fogo e os fins deste uso para as comunidades das duas Unidades de Conservação. Em seguida, serão realizadas análises utilizando o produto de fonte de ignição (Fire Atlas – Andele et al., 2019), para identificar a origem das queimadas e incêndios florestais. A integração destes dados permitirá identificar as áreas e as atividades que possuem maior relação com o uso do fogo, assim como os locais em que a ignição do fogo levou a uma perda do controle, ocasionando os incêndios florestais, componente do Objetivo específico 2. Finalmente, a interpretação dos resultados das

análises anteriores e sua integração irá subsidiar a geração de um mapa de vulnerabilidade a incêndios florestais, atingindo assim o Objetivo específico 1.

Em seguida, os dados de temperatura de superfície (MOD11A2 v006) serão processados para gerar médias e máximas mensais, e em seguida serão reamostrados para a resolução espacial de 5km para serem analisados em conjunto com os dados de precipitação mensal derivados do produto CHIRPS. Serão realizadas cálculos de anomalias mensais e anuais (Eq. 1) (Anderson et al., 2010) para ambas as bases de dados.

$$A_{i,j} = (V_{i,j} - X_{i,j})/Y_{i,j} \quad \text{Eq. 1}$$

onde:  $A_{i,j}$  (A anomalia do pixel na posição  $i,j$ );  $V_{i,j}$  (valor do pixel na posição  $i,j$ );  $X_{i,j}$  (média temporal do pixel na posição  $i,j$ ) e  $Y_{i,j}$  (desvio padrão da média temporal do pixel na posição  $i,j$ ). Com base nos resultados desta análise, será realizada uma regressão múltipla para investigar a relação temporal entre a variação dos dados meteorológicas (chuva e temperatura) e sua relação com a ocorrência de queimadas e incêndios (focos de calor). Em seguida, serão realizadas análises espaciais para investigar as relações espaço-temporal entre os dados meteorológicos e os dados de fonte de ignição e área queimada, de forma a caracterizar as condições de contorno para a ocorrência de incêndios florestais.

A integração dos resultados de identificação do uso e cobertura da terra que queimaram (Objetivo 1), com os resultados das relações de anomalia de chuvas e temperatura, fornecerá o diagnóstico das condições ambientais, baseadas em dados de sensoriamento remoto, das áreas impactadas por incêndios, contribuindo para atingir o Objetivo Específico 2.

Para a realização das atividades que utilizam metodologias participativas, serão realizadas duas missões de campo, durante a estação das chuvas e de seca, no mesmo período previsto para ocorrerem as Reuniões Gerais de Conselho da FLONA e RESEX, agendadas a cada 3 meses, e conta com a intensa participação de moradores das diferentes comunidades.

A primeira missão de campo terá caráter de geração de dados e informações juntos aos comunitários relacionadas aos usos dos territórios e elaboração dos produtos participativos, como os mapas e calendário agrícola, que após passarem por uma etapa

de digitalização e tratamento, serão validados junto aos moradores e gestores das Unidades de Conservação na segunda missão de campo, com a subsequente apresentação do resultado final no seminário de Pesquisa da FLONA Tapajós e da RESEX Tapajós-Arapiuns, como devolutiva aos participantes. Detalhes das duas missões são apresentados a seguir.

Durante a primeira missão de campo, serão realizadas atividades de cartografia social, com o objetivo de identificar padrões de usos tradicionais da terra (Gaillard, J. C. & Mercer, J. 2013, Larrain, A. A.; McCall, M. K. 2018, Cortines et al., 2018). A seguir, serão realizadas rodas de conversas com os comunitários (Gaillard, J. C. & Mercer, J. 2013) para gerar um diagnóstico em grupo, sob a perspectiva das pessoas que vivenciaram o desastre, e quais as condições socioambientais que levaram a ocorrência dos incêndios florestais. Duas comunidades afetadas por diferentes intensidades durante os incêndios serão identificadas para cada Unidade de Conservação, onde serão coletadas as informações mais detalhadas sobre os impactos dos incêndios florestais, realizados através de entrevistas e visitas às áreas afetadas. A integração dos mapas gerados através da cartografia social, com os relatos coletados durante as conversas e visita as comunidades irá compor a segunda parte do Objetivo Específico II.

A etapa seguinte, que refere-se ao cumprimento dos Objetivos Específicos III, que consta em entender as condicionantes do escape do fogo e as consequências socioambientais para as comunidades. Para atingir este objetivo, será realizada a integração dos mapas gerados com base nos dados de sensoriamento remoto (Objetivo Específico I) com os mapas de cartografia social (Objetivo específico II) interpretados sob a luz dos fatores que levaram ao escape do fogo e seus impactos, oriundos das conversas com os comunitários (Objetivo Específico II).

Baseando-se nestes dois conjuntos de dados, será produzido um diagnóstico, e um mapa final que integrará as vulnerabilidades socioeconômicas e ambientais. Estes materiais serão então utilizados para subsidiar a segunda missão de campo, na discussão e validação dos resultados, e adicionalmente na realização de ajustes, junto aos comunitários tanto na escala de Unidade de Conservação, durante a Reunião de Conselho, quanto na escala local, através da revisita as comunidades selecionadas. Ainda durante esta segunda missão de campo, será feita uma reflexão conjunta sobre possíveis estratégias para mitigar a ocorrência de novos incêndios florestais. Finalmente, nesta

missão de campo, será feita a devolutiva aos comunitários e gestores, sobre os resultados parciais do projeto.

A última etapa do projeto refere-se a proposição de estratégias de gestão do risco de incêndios florestais. Através da conciliação dos diagnósticos de condições socioambientais e de impactos de incêndios florestais, associados ao entendimento da forma e objetivos do uso do fogo, serão pensadas ações que podem diminuir o risco de ocorrência de incêndios florestais. Um produto esperado deste exercício é a elaboração do calendário agrícola, estratificado pelas UC e por comunidade. Outros produtos poderão ser gerados, segundo a discussão dos resultados e demandas das comunidades a fim de apontar caminhos futuros.

Os resultados finais do projeto, além de gerarem uma Dissertação e artigo científico, serão divulgados para (i) os comunitários, através de um folheto explicativo com infográficos, e (ii) para gestores e tomadores de decisão, através de uma carta de recomendação de boas práticas e lições aprendidas. Ambos materiais serão gerados no formato impresso e digital.

#### **4. Atividades previstas**

As atividades a serem desenvolvidas e previstas no cronograma associados à coluna ID são as seguintes:

1. Levantamento das condições ambientais através de banco de dados geográficos e análises de sensoriamento remoto, com a aplicação técnicas de processamento digital de imagem, como fusão de imagens, registro de imagens (uma vez que serão obtidas imagens de múltiplos sensores orbitais), além da aplicação de índices de vegetação, dentre outros.
2. Relacionamento das condições ambientais com os dados de uso de fogo, na elaboração do mapa base de vulnerabilidade de incêndios, a ser combinados com os resultados das oficinas participativas.
3. Pré-determinação das condicionantes de escape do fogo, considerando os dados secundários já levantados.
4. Reuniões Geral dos Conselhos Gestores, com a apresentação das atividades a serem desenvolvidas para os períodos de atividade campo.
5. Elaboração do calendário agrícola, com as práticas de manejo, tipos de cultura, período de plantio e pousio, região da Unidade de Conservação em que se concentram as atividades, dentre outras.

6. Elaboração dos Mapas Participativos, com os usos e distribuição da ocupação antrópica, de forma a compreender a pressão exercida pela presença da população aliada às suas apropriações do território.
7. Reunião participativa para a determinação da percepção das condicionantes de escape do fogo, através do conhecimento empírico e tradicional passado através das gerações.
- 8 e 9. Digitalização dos mapas elaborados e realização das análises espaciais dos dados socioambientais, considerando que os dados obtidos ao longo do processo sejam suficientes para iniciar os processos de elaboração de propostas de gestão.
10. Exposição dos resultados preliminares no Seminário de Pesquisa da FLONA Tapajós e da RESEX Tapajós-Arapiuns.
11. Validação dos Mapas Participativos já digitalizados.
12. Elaboração das propostas de gestão do risco de incêndios e entrega dos mapas.
13. Mapa da vulnerabilidade à incêndios, agora relacionando as variáveis sociais e ambientais.
- 14 e 15. Publicação em artigo, e defesa da dissertação, apresentando a sistematização de todas as análises e dados levantados.

### **5. Infraestrutura física e tecnológica a ser utilizada**

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) é considerado globalmente como uma instituição líder no monitoramento de florestas tropicais usando sensoriamento remoto. O INPE é um dos Institutos do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação provendo infraestrutura compatível para cumprir a missão de produzir conhecimento científico e tecnologia de ponta em ambas as áreas espacial e de ecossistemas terrestres.

O grupo TRopical Ecosystems and Environmental Sciences lab (TREES), que tem expertise na avaliação de impactos das mudanças ambientais nos ecossistemas tropicais usando sensoriamento remoto e levantamentos de campo. Com mais de 20 membros diretamente relacionados, entre cientistas, pós-doutorandos, doutorandos e mestrandos, treinados em uma gama multidisciplinar de técnicas e uma infinidade de instrumentação, tecnologias e abordagens, desenvolvendo pesquisas a nível nacional e internacional.

A Estação de Pesquisa do LBA, na FLONA-Tapajós, conta com infraestrutura adequada para apoio às pesquisas científicas e atividades didáticas, as quais vêm sendo

utilizadas pela equipe de pesquisa nos últimos nove anos de atuação na região. Essa estação dispõe de alojamento para cerca de 30 pessoas, refeitórios e laboratórios contendo estufa para secagem de amostras, moinhos e bancadas.

E ainda, o apoio dos gestores de ambas Unidades de Conservação e o Sindicato dos trabalhadores e trabalhadoras rurais de Santarém, na articulação das comunidades, e pelas estruturas que serão utilizadas para a realização das atividades.

## 6. Cronograma

ID	Atividade e produtos do Projeto	2020				2021
		J/F/M	A/M/J	J/A/S	O/N/D	J/F/M
1	Levantamento das condições ambientais através de banco de dados geográficos e análises de sensoriamento remoto					
2	Relacionamento das condições ambientais com os dados de uso de fogo (Mapa base de vulnerabilidade de incêndios)					
3	Pré-determinação das condicionantes de escape do fogo					
4	Reuniões Geral dos Conselhos Gestores (Apresentação das atividades a serem desenvolvidas no período)					
5	Elaboração do calendário agrícola (práticas de manejo, cultura, período, região da UC, dentre outras)					
6	Elaboração dos Mapas Participativos (uso e ocupação do território)					
7	Reunião participativa para a determinação da percepção das condicionantes de escape do fogo					
8	Digitalização dos Mapas elaborados					
9	Análises espaciais dos dados socioambientais					
10	Exposição dos resultados preliminares no Seminário de Pesquisa da FLONA Tapajós e da RESEX Tapajós-Arapiuns					
11	Validação dos Mapas Participativos					
12	Elaboração das propostas de gestão do risco de incêndios					

13	Mapa da vulnerabilidade à incêndios (relacionados as variáveis sociais e ambientais)					
14	Publicação dos resultados em artigo					
15	Defesa da Dissertação					

## 7. Planilha de orçamento com estimativa dos gastos previstos

Bolsas Funbio - Conservando o Futuro  
ANEXO I - Orçamento Detalhado

CHAMADA N º 02/2019

Título do projeto	Avaliação dados ambientais e sociais para mitigação de riscos de incêndios florestais na FLONA Tapajós e RESEX Tapajós-Arapiuns, Pará, Brasil.	
Nome do Proponente	Ana Larissa Ribeiro de Freitas	
Instituição de Ensino e Programa	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais	
Tipo de Bolsa (Mestrado ou Doutorado)	Mestrado	
Total requisitado (R\$)	R\$ 20.000	

Orçamento da Pesquisa						
Categoria de despesa	Descrição dos itens	Material será cedido para Instituição (Sim ou Não)	Quantidade	Unidade (un; litro; metro; dia; km)	Valor Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)
Uso e consumo (descrever cada item)	Impressão de Mapas em A0	Não	10	un	R\$ 35,00	350,00
	Impressão de material para oficinas participativas	Não	400	un	R\$ 1,00	400,00
	Combustível	Não	500	litro	R\$ 4,40	2.200,00
	Materiais diversos (cartolina, papel A3 e A4, pincéis, canetas, lápis, borrachas, e afins)	Não	40	un	R\$ 40,00	1.600,00
	Impressão de imagens de satélites para produção dos mapas	Não	10	un	R\$ 35,00	350,00
Serviço de Terceiros Pessoa Física	Assistente de campo/Guia/Mateiro	Não	30	dia	R\$ 70,00	2.100,00
Serviço de terceiros Pessoa Jurídica	Material de Divulgação dos Resultados em A3	Não	500	un	R\$ 2,00	1.000,00
	Aluguel de veículos	Não	30	dia	R\$ 100,00	3.000,00
Viagens	Passagens (São Paulo/Santarém/São Paulo).	Não	4	un	R\$ 600,00	2.400,00
	Passagem (São José dos Campos/Guarulhos/São José dos Campos)	Não	4	un	R\$ 30,00	120,00
	Hospedagem	Não	34	dia	R\$ 60,00	2.040,00
	Alimentação	Não	34	dia	R\$ 60,00	2.040,00
Equipamentos	HD externo	Sim	1	un	R\$ 300,00	300,00
	Câmera digital	Sim	1	un	R\$ 1.700,00	1.700,00
	Microfone lapela	Sim	1	un	R\$ 200,00	200,00
	Gravador	Sim	1	un	R\$ 200,00	200,00
<b>TOTAL</b>						<b>20.000,00</b>

## 8. Resultados esperados e impacto previsto do projeto

Um importante resultado é a promoção a troca de saberes entre pesquisadores e diferentes atores locais e regionais da Amazônia, e permitir avanços no conhecimento e na implementação efetiva do manejo do fogo e os impactos socioambientais causados pelos incêndios florestais, pretende-se alcançar os seguintes resultados e produtos até o final da execução do presente projeto.

Espera-se que as discussões que serão envolvidas na elaboração deste projeto, permita a compreensão dos pontos de inflexão e como a capacidade de manejo pode ser prejudicada, de forma que favoreça a escolha de áreas prioritárias para o desenvolvimento de estratégias de ações de conservação, e para o aprimoramento das técnicas de manejo

integrado do fogo na FLONA e na RESEX. De forma que os mapas gerados com a participação ativa dos membros da comunidade, associados aos levantamentos ambientais sejam representativos dos usos associados às Unidades e a vulnerabilidade a incêndios.

Além da produção de uma nova base de dados socioculturais, relacionados aos impactos dos incêndios florestais, o manejo do fogo e a vulnerabilidade/capacidade adaptativa na segurança alimentar de comunidades amazônicas, esta última com a elaboração de um calendário e mapa de distribuição espacial agrícola participativo com as práticas de manejo.

Ressalta-se ainda a grande importância da realização deste trabalho na minha formação acadêmica, reafirmando contribuição dos saberes tradicionais no entendimento da dinâmica ambiental, e na construção conjunta de soluções sustentáveis no manejo do fogo a partir da relação de ambos os conhecimentos.

## **9. Referências Bibliográficas**

Alencar, A.A., Brando, P.M., Asner, G.P., Putz, F.E., 2015. Landscape fragmentation, severe drought, and the new Amazon forest fire regime. *Ecol. Appl.* 25, 1493–1505. doi:10.1890/14-1528.1

Andela, N., Morton, D. C., Giglio, L., Paugam, R., Chen, Y., Hantson, S., van der Werf, G. R., and Randerson, J. T.: The Global Fire Atlas of individual fire size, duration, speed and direction, *Earth Syst. Sci. Data*, 11, 529-552, <https://doi.org/10.5194/essd-11-529-2019>, 2019.

Anderson, L. O.; Marchezin, V.; Morello, T. F.; Cunningham, C. A. Conceptual model of disaster risk management and warning system associated with wildfires and public policy challenges in Brazil. *Territorium: Revista Portuguesa de riscos, prevenção e segurança*, 2019, n. 26, p.43-61. Coimbra University Press.

Anderson, L.O., Aragão, L.E.O.C., Gloor, M., Arai, E., et al. 2015. Disentangling the contribution of multiple land covers to fire-mediated carbon emissions in Amazonia during the 2010 drought. *Global Biogeochem. Cycles* 29, 1739–1753. doi:10.1002/2014GB005008

Anderson, Liana O.; Aragão, L.E.O.C.; Gloor, M.; Arai, E.; Adami, M.; Saatchi, S.; Malhi, Y.; Shimabukuro, Y.; Barlow, J.; Berenguer, E.; Duarte, V. Disentangling the

contribution of multiple land covers to fire-mediated carbon emission in Amazonia during the 2010 drought. *Global Biogeochemical Cycles*, 28, doi:10.1002/2014GB005008.

Anderson, Liana O.; Malhi, Y.; Aragão, L. E. O. C.; Ladle, R.; Arai, E.; Barbier, N.; Phillips, O. Remote sensing detection of droughts in Amazonian forest canopies. *New Phytologist*, v. 187, p. 733-750, 2010. doi: 10.1111/j.1469-8137.2010.03355.x.

Aragao, L. E. O. C. ; Malhi, Y. ; Roman-Cuesta, R. M. ; Saatchi, S. ; Anderson, L. O. ; Shimabukuro, Y. E. . Spatial patterns and fire response of recent Amazonian droughts. *Geophysical Research Letters*, v. 34, p. doi:10.1029/2007.

Aragão, L. E. O. C.; Malhi, Y.; Roman-Cuesta, R. M.; Saatchi, S.; Anderson, L. O.; Shimabukuro, Y. E. Spatial patterns and fire response of recent Amazonian droughts. *Geophysical Research Letters*, v. 34, p. L07701, 2007.

Aragão, L.E.O.C.; Anderson, L.O.; Fonseca, M.G.; Rosan, T.M.; Vedovato, L.; Wagner, F.; Silva, C.; Junior, C.; Arai, E.; Aguiar, A.P.; Barlow, J.; Berenguer, E.; Deeter, M.; Domingues, L.; Gatti, L.; Gloor, M.; Malhi, Y.; Marengo, J.; Miller, J.; Phillips, O.; Saatchi, S. 21st Century drought-related fires counteract the decline of Amazon deforestation carbon emissions. *Nature Communications*, 2018, 9, (536), doi:10.1038/s41467-017-02771-y

Asner, G. P., Knapp, D. E., Broadbent, E. N., Oliveira, P. J. C., Keller, M., Silva, J. N. Selective Logging in the Brazilian Amazon. *Science*, [s.l.], v. 310, n. 5747, p.480-482, 21 out. 2005. American Association for the Advancement of Science (AAAS). <http://dx.doi.org/10.1126/science.1118051>.

Barlow, J., Peres, C. a., Lagan, B.O., Haugaasen, T., 2003b. Large tree mortality and the decline of forest biomass following Amazonian wildfires. *Ecol. Lett.* 6, 6–8. doi:10.1046/j.1461-0248.2003.00394.x

Barlow, J., Peres, C.A., 2006. Effects of single and recurrent wildfires on fruit production and large vertebrate abundance in a central Amazonian forest. *Biodivers. Conserv.* 15, 985–1012. doi:10.1007/s10531-004-3952-1

Barlow, J., Peres, C.A., 2006. Effects of single and recurrent wildfires on fruit production and large vertebrate abundance in a central Amazonian forest. *Biodivers. Conserv.* 15, 985–1012. doi:10.1007/s10531-004-3952-1

Barlow, J., Peres, C.A., Henriques, L.M.P., Stouffer, P.C., Wunderle, J.M., 2006. The responses of understorey birds to forest fragmentation, logging and wildfires: An Amazonian synthesis. *Biol. Conserv.* 128, 182–192. doi:10.1016/j.biocon.2005.09.028

Berenguer, E., Ferreira, J., Gardner, T.A., Aragão, L.E.O.C., De Camargo, P.B., Cerri, C.E., et al. 2014. A large-scale field assessment of carbon stocks in human-modified tropical forests. *Glob. Chang. Biol.* 2005, 1–14. doi:10.1111/gcb.12627

Campanharo, Wesley; Lopes, Aline; Anderson, Liana; Da Silva, Thiago; Aragão, Luiz. Translating Fire Impacts in Southwestern Amazonia into Economic Costs. *Remote Sensing*, v. 11, p. 764, 2019.

Carmenta, R., Parry, L., Blackburn, A., Vermeulen, S., Barlow, J., 2011. Understanding human-fire interactions in tropical forest regions: a case for interdisciplinary research across the natural and social sciences. *Ecol. Soc.* 16. doi:53.

Carmenta, R., Vermeulen, S., Parry, L., Barlow, J., 2013. Shifting Cultivation and Fire Policy: Insights from the Brazilian Amazon. *Hum. Ecol.* 41, 603–614. doi:10.1007/s10745-013-9600-1.

Cochrane, M.A., 2001. Synergistic Interactions between Habitat Fragmentation and Fire in Evergreen Tropical Forests. *Conserv. Biol.* 15, 1515–1521. doi:10.1046/j.1523-1739.2001.01091.x.

Cochrane, M.A., 2001. Synergistic Interactions between Habitat Fragmentation and Fire in Evergreen Tropical Forests. *Conserv. Biol.* 15, 1515–1521. doi:10.1046/j.1523-1739.2001.01091.x.

Cortines, A.C., Possidônio, R.D., Bahia, N.C.F., Oswaldo Cruz, J.C.H., Esteves de Freitas, L., Gallo, E., 2018. Social Cartography and the Defense of the Traditional Caiçara Territory of Trindade (Paraty, RJ, Brazil). pp. 445–456. doi:10.1007/978-3-319-56946-8\_27.

Espírito-Santo, F. D. B.; Shimabukuro, Y.E.; Aragão, L. E. O. C.; Machado, E. L. M. Análise da composição florística e fitossociológica da floresta nacional do Tapajós com o apoio geográfico de imagens de satélites. *Acta Amazonica*, 2005, 35:155-173.

Funk, C., Peterson, P., Landsfeld, M., Verdin, J., Shukla, S., Husak, G., Rowland, J., Harrison, L., Hoell, A., Michaelsen, J. The climate hazards infrared precipitation with stations—a new environmental record for monitoring extremes. *Scientific Data*, [s.l.], v. 2, n. 1, p.1-2, dez. 2015. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/sdata.2015.66>.

Gaillard, J. C. & Mercer, J. From knowledge to action: Bridging gaps in disaster risk reduction. *Prog. Hum. Geogr.* 37, 93–114 (2013).

Garrett, R.D., Gardner, T.A., Morello, T.F., Marchand, S., Barlow, J., et al. 2017. Explaining the persistence of low income and environmentally degrading land uses in the Brazilian Amazon. *Ecol. Soc.* 22, art27. doi:10.5751/ES-09364-220327.

Giglio, V. J., Pinheiro, H. T., Bender, M. G., Bonaldo, R. M., Costa-Lotufo, L. V., Ferreira, C. E. L., Floetere, S. R., Freiree, A., Gasparinig, J. L., Joyeuxg, J. C., Krajewskie, J. P., Lindnere, A., Longoh, G. O., Lotufoi, T. M. C., Loyolaj, R., Luizk, O. J., Macieiral, R. M., Magrism, R. A., Mellon, T. J., Quimbayoa,, J. P., Rochab, L. A., Segale, B., Teixeirag, J. B., Vila-Nova, D. A., Vilarg, C. C., Zilberbergo, C., Francini-Filho, R. B. Large and remote marine protected areas in the South Atlantic Ocean are flawed and raise concerns: Comments on Soares and Lucas (2018). *Marine Policy*, [s.l.], v. 96, p.13-17, out. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpol.2018.07.017>

ICMBio. Plano de Manejo: Floresta Nacional do Tapajós. Brasília: MMA. 2019. 316 p.

ICMBio. Plano De Manejo: Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns. Brasília: MMA. 2014. 159 p.

Larrain, A.A., McCall, M.K., 2018. Participatory Mapping and Participatory GIS for Historical and Archaeological Landscape Studies: a Critical Review. *J. Archaeol. Method Theory*. doi:10.1007/s10816-018-9385-z

Malhado, A. C. M.; Costa, M. H.; Correia, R. A.; Malhado, A. C. M.; De La Fuente, M. F. C.; Da Costa, A. M.; Batinga, J. V.; Bragagnolo, C.; Ladle, R. J. Are capacity deficits

in local government leaving the Amazon vulnerable to environmental change?. *LAND USE POLICY*, v. 69, p. 326-330, 2017.

Mendonça, M.J.C., Vera Diaz, M. del C., Nepstad, D., Seroa da Motta, R., Alencar, A., Gomes, J.C., Ortiz, R.A., 2004. The economic cost of the use of fire in the Amazon. *Ecol. Econ.* 49, 89–105. doi:10.1016/j.ecolecon.2003.11.011.

Mendonça, M.J.C., Vera Diaz, M. del C., Nepstad, D., Seroa da Motta, R., Alencar, A., Gomes, J.C., Ortiz, R.A., 2004. The economic cost of the use of fire in the Amazon. *Ecol. Econ.* 49, 89–105. doi:10.1016/j.ecolecon.2003.11.011.

Silva Junior, C.; Aragão, L.; Fonseca, M.; Almeida, C.; Vedovato, L.; Anderson, L. Deforestation-Induced Fragmentation Increases Forest Fire Occurrence in Central Brazilian Amazonia. *Forests*, v. 9, p. 305, 2018.

Spracklen, D. V., Garcia-Carreras, L., 2015. The impact of Amazonian deforestation on Amazon basin rainfall. *Geophys. Res. Lett.* 42, 9546–9552. doi:10.1002/2015GL066063.

Uhl, C., Kauffman, J.B., 1990. Deforestation, Fire Susceptibility, and Potential Tree Responses to Fire in the Eastern Amazon. *Ecology* 71, 437–449. doi:10.2307/1940299.

Vedovato, L. B.; Fonseca, M. G.; Arai, E.; Anderson, L. O.; Aragão, L. E. O. C. The extent of 2014 forest fragmentation in the Brazilian Amazon. *Regional Environmental Change (Print)*, v. 16, p. 2485-2490, 2016.

Veríssimo, A., Rolla, A., Maior, A.P.C., Monteiro, A., Brito, B., Souza-Jr., C., Augusto, C.C., Cardoso, D., et al. 2011. *Áreas protegidas na Amazônia brasileira: avanços e desafios*. Belém/ São Paulo.

Zhao, M., Running, S.W., 2010. Drought-Induced Reduction in Global Terrestrial Net Primary Production from 2000 Through 2009. *Science* (80-. ). 329, 940–943. doi:10.1126/science.1192666.