

Anuário
2022

TREES

**PRINCIPAIS RESULTADOS DE 17 ESTUDOS
DO GRUPO DE PESQUISA TREES**

Laboratório de Ecossistemas Tropicais e Ciências Ambientais

SUMÁRIO

03	Apresentação - TREES
04	Editorial
05	Carta dos líderes aos leitores
08	Dinâmica do fogo
26	Desmatamento e degradação
38	Emissões de carbono
44	Extremos climáticos
48	Inteligência artificial
52	Perfil do grupo
58	Créditos fotográficos



TREES
TRopical Ecosystems and
Environmental Sciences lab

Desde 2009, o laboratório TREES (do inglês Tropical Ecosystems and Environmental Sciences) se dedica ao estudo dos impactos das mudanças ambientais nos ecossistemas tropicais. O TREES é um laboratório da Divisão de Observação da Terra e Geoinformática (DIOTG), da Coordenação-Geral de Ciências da Terra, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). O laboratório TREES combina pesquisas de campo com análise de imagens de satélites e uma infinidade de instrumentos, tecnologias, técnicas e abordagens multidisciplinares com o objetivo de fornecer à comunidade científica e à sociedade uma visão cada vez mais exata do que está acontecendo em nossos ecossistemas naturais. O grupo de pesquisa, liderado pelo Dr. Luiz Aragão (INPE) e pela Dra. Liana Anderson (CEMADEN), é formado por cientistas (graduandos, mestrandos, doutorandos, pós-doutorandos e assistentes de pesquisa), cuja formação abrange as áreas de biologia, física, geociências, computação, ciências ambientais, engenharia florestal, engenharia ambiental, processamento de dados e geoprocessamento.

EDITORIAL

Revisão

Aline Pontes-Lopes
Guilherme Mataveli
Henrique Luis Godinho Cassol
Marcus V. F. Silveira
Thaís Pereira de Medeiros

Diagramação

Paulo Henrique Alves Leão

Direção de arte

Paulo Henrique Alves Leão
Thaís Pereira de Medeiros

Revisão final

Liana O. Anderson
Luiz Aragão

TREES (*Tropical Ecosystems and Environmental Sciences lab*)

Avenida dos Astronautas, 1.758 - Jd. Granja - CEP 12227-010
São José dos Campos - SP - Brazil
+55 12 3208-6446
<http://www.treeslab.org/>
luiz.aragao@inpe.br



CARTA AOS LEITORES

Luiz Aragão & Liana O. Anderson



Em nossa segunda edição do Anuário TREES, trazemos para você, leitor, uma síntese das pesquisas em desenvolvimento ou publicadas pelo grupo durante o ano de 2022. Para os leitores que não são da área acadêmica, temos que em média, um estudo científico leva entre 1 e 3 anos, desde seu início até sua publicação. Dependendo da complexidade da pesquisa, este processo pode se estender ainda mais. Neste Anuário 2022, você encontrará resultados de pesquisas abordando cinco grandes eixos: fogo, desmatamento e degradação florestal, emissões de carbono, extremos climáticos e o uso de inteligência artificial para o monitoramento ambiental.

Na temática do fogo, focamos nos grandes incêndios que ocorreram no mundo e em nossos biomas Pantanal e Amazônia. Quantificar o que queimou, como a paisagem favoreceu os incêndios e como o clima contribuiu para estes eventos foram as principais informações destacadas aqui. Também fomos instigados a saber se nossas Áreas Protegidas estão de fato seguras frente à crescente ameaça do fogo, e neste volume você poderá acessar o diagnóstico que temos para este século. Além disso, estudos que visam subsidiar ações voltadas à sustentabilidade são apresentados no Anuário 2022 em duas frentes: produtos tecnológicos que possam auxiliar estratégias de prevenção de incêndios e o entendimento dos desafios da governança do fogo. A degradação florestal vai além dos incêndios. Aqui apresentamos um estudo sobre o avanço da exploração madeireira na Amazônia, ao longo de 12 anos, visando promover o entendimento deste processo e de seus impactos. Para aprender sobre esta temática, você terá a oportunidade de ler sobre algumas das múltiplas ameaças que os povos originários estão expostos, enquanto como Nação ainda enfrentamos dificuldades políticas, legais e sociais para reconhecer os direitos destes povos historicamente e sistematicamente marginalizados. O desmatamento, o fogo, a mineração ilegal foram avaliados utilizando diferentes recortes geográficos, demonstrando que temos todo potencial para aprimorarmos a gestão destas ameaças utilizando um método de priorização, associado à inteligência artificial, para a seleção de áreas estratégicas monitoradas pelos órgãos responsáveis.

As mudanças climáticas, associadas à atual trajetória de desenvolvimento insustentável que estamos trilhando, nos torna mais vulneráveis à seus impactos. Nossa Amazônia, conforme um estudo apresentado aqui, está mais quente e mais seca durante os meses de estiagem, o que favorece ainda mais os incêndios florestais, além de ameaçar a produção agropecuária local. Na última década, as emissões de carbono na porção oeste do bioma foram até 10 vezes superiores às demais regiões devido a um maior nível de desmatamento e incêndios florestais.

Estamos já em Setembro de 2023 e temos a perspectiva de um evento El Niño que desafiará a capacidade nacional de prevenção de impactos esperados ao longo dos próximos 12 meses. Podemos colocar em prática o que aprendemos durante o último El Niño em 2015/16. As perguntas preparatórias para este próximo evento seriam: Como evitamos hoje os impactos socioambientais ocasionados pelas altas temperaturas e secas que observamos em diversas regiões central e norte do país em 2015/16? As lições aprendidas, a ciência e o conhecimento empírico estão sendo utilizados por nossos representantes nas esferas mais altas da tomada de decisão? Como melhorar a comunicação da ciência para os diferentes grupos e atores sociais?

Nos vemos em 2024, e esperamos trazer dentre outros avanços científicos, dados e informações para ajudar na formação do pensamento crítico em nossa sociedade.

COMO FICHAMOS OS ARTIGOS

Para cada pesquisa que realizamos nos últimos anos, preparamos um resumo na forma de ficha. Cada ficha ocupa duas páginas. Elas são compostas por seis blocos de texto e sete selos, que representam as principais contribuições do estudo para a ciência e a sociedade. Veja a seguir como ler cada componente da ficha.

Área do conhecimento

Status do estudo

Foto ilustrativa:

Selos

No conjunto da obra, o valor de toda a pesquisa do TREES pode ser traduzido em sete tipos de contribuição para a ciência e para a sociedade. Mas essa contribuição não é uniforme de um estudo para outro. Para o leitor identificar facilmente quais estudos contribuem mais em quais aspectos, aplicamos os selos correspondentes em cada ficha, na forma de "ícones destacados", mantendo "apagados" aqueles que não se aplicam.

Título do estudo

Nome do Autor

Problema

Descreve a situação que motivou o estudo, o ponto de partida da análise e a forma como foi delimitado o foco do problema que o estudo pretendeu resolver.

Numeração da página

Palavras-chave

Dinâmica do Fogo

Pesquisa em andamento



Avaliação da ocorrência de fogo em áreas protegidas da Bacia Amazônica de 2003 a 2020

Ana Carolina M. Pessoa

! Problema

Os últimos anos têm sido marcados por retrocessos na governança ambiental de áreas protegidas e pelo aumento de atividades ilegais que resultam em degradação florestal dentro e fora de suas fronteiras. Assim, fornecer evidências para a formulação de políticas públicas e informar os tomadores de decisão e gestores sobre o papel das áreas protegidas na mitigação da degradação florestal causada por fogo é essencial.

14

Palavras-chave: Áreas protegidas, Terras indígenas, Econometria

Selos



RECORTE DO PROBLEMA

Indica que o olhar do pesquisador ou grupo de pesquisa foi especialmente novo e perspicaz na identificação do foco do problema que precisava ser resolvido com a ajuda do estudo.



INCIDÊNCIA POLÍTICA

Indica que a descoberta tem potencial de aplicação prática imediata e futura na realidade, em especial no aprimoramento de políticas públicas de preservação e proteção socioambiental.



CAMPO EM EXPANSÃO

Indica que o estudo se insere em uma área de pesquisa que está atraindo interesse crescente e tende a receber mais recursos para alcançar mais resultados, mais rapidamente.



VANGUARDA TECNOLÓGICA

Indica que o TREES utilizou o ferramental mais avançado no campo de pesquisa em questão para obter as respostas ou resultados alçados.



RESULTADO INÉDITO

Indica que as respostas alcançadas nunca haviam sido alcançadas antes, por qualquer outra pesquisa dentro do mesmo campo.



CONCLUSÃO SURPREENDENTE

Indica que a descoberta possibilita um novo olhar sobre o problema e abre novas perspectivas para o campo de pesquisa e/ou para sua aplicação.



INOVAÇÃO METODOLÓGICA

Indica que o caminho de pesquisa escolhido foi especialmente inovador, em relação aos estudos realizados anteriormente sobre o mesmo problema.

Objetivo

O objetivo principal desta pesquisa em andamento é responder três questões: (i) no contexto amazônico, há diferença quantitativa e espacial na área queimada identificada por produtos globais, sobre coberturas florestais e não florestais?; (ii) o fogo é uma ameaça iminente e crescente às áreas protegidas da Bacia Amazônica?; e (iii) as áreas protegidas tiveram algum efeito sobre a ocorrência de fogo na Bacia Amazônica de 2003 a 2020?

Metodologia

Usaremos dados espaciais de uso e cobertura do solo, em conjunto com dados de cicatrizes de fogo de 2003 a 2020, para identificar o que queima na Bacia Amazônica e o padrão temporal do fenômeno. Finalmente, usamos modelos econométricos de pareamento e de diferenças-em-diferenças para estimar com robustez o efeito das áreas protegidas sobre o fogo na Bacia Amazônica.

Descoberta

Os resultados obtidos até o momento mostram que, do total de área queimada entre 2003 e 2020 na Bacia Amazônica, apenas 28% foi registrado em áreas protegidas. Considerando estas, em média, 17% da área queimada anualmente é registrada em terras indígenas. Ainda, em média, 85% do que queima anualmente dentro de áreas protegidas são incêndios iniciados fora delas. Além disso, a Bolívia é o país que queima relativamente a maior área em floresta, considerando a área total de floresta em cada país. As estimativas econométricas de diferenças-em-diferenças revelaram um efeito estatisticamente negativo da área protegida tanto na área queimada quanto nos incêndios ativos, mostrando assim que a proteção foi capaz de reduzir a ocorrência de fogo. As estimativas demonstram que se, em média, um pixel-ano se tornasse protegido, haveria uma diminuição da área queimada em cerca de 0,02 km² (2 ha/pixel/ano). Isto significa que para cada 2.800 ha protegidos, 2 ha deixariam de queimar por ano.

Objetivo

Descreve a(s) pergunta(s) que os pesquisadores esperam responder ou o resultado a que pretendem chegar a partir da metodologia escolhida.

Metodologia

Descreve resumidamente o que e como os pesquisadores fizeram a fim de obter as respostas ou o resultado que perseguiram.

Descoberta

Descreve as principais respostas ou o resultado que os pesquisadores alcançaram depois de colocar a metodologia escolhida em prática.

Presente

Descreve como a descoberta alcançada pode ser aplicada imediatamente.

Futuro

Sugere novos estudos e/ou novas formas de aplicar a descoberta alcançada para resolver o problema descrito no início.



Presente

Dada a relevância das áreas protegidas para a conservação da maior floresta tropical do mundo, concomitante ao nível de ameaça a que estão expostas, este estudo traz evidências para a necessidade de criação de novas áreas protegidas e o aprimoramento da gestão das existentes como prioridade nas agendas ambientais nacionais.



Futuro

Futuramente será necessário entender os mecanismos responsáveis pelo efeito negativo das áreas protegidas sobre o fogo. Sabendo disso, poderemos replicar experiências exitosas e multiplicar resultados positivos.

Link para a publicação: <http://urlib.net/ibi/8JMKD3MGP3W34T/488BPNL>

15

Link do artigo publicado

DINÂMICA DO

FOGO

Este capítulo traz estudos sobre os processos de degradação ambiental e impactos socioeconômicos causados pelo fogo. Na Amazônia, o fogo impacta os ecossistemas, levando à perda de estoques de carbono, à mortalidade de árvores e à redução na biodiversidade local. A destruição das áreas naturais e produtivas em decorrência de incêndios leva a prejuízos econômicos significativos. A fumaça gerada pelo fogo, por sua vez, causa danos à saúde da população. Além de descrever como e onde esses problemas acontecem, os artigos a seguir apontam meios para minimizar riscos dessas ocorrências e seus impactos.

10

Impacto conjunto do uso da terra e do clima extremo no recorde de fogo no Pantanal brasileiro em 2020

12

A ocorrência do fogo entre 2003 a 2020 na Amazônia: onde e quais tipos de uso e cobertura da terra mais queimaram?

14

Avaliação da ocorrência de fogo em áreas protegidas da Bacia Amazônica de 2003 a 2020

16

Padrões temporais e espaciais do fogo no bioma Pantanal e sua relação com as mudanças da paisagem

18

Previsão da Probabilidade de Fogo: ocorrências pós-alerta na Amazônia Maranhense

20

Comparação e fusão de produtos de área queimada na Amazônia Maranhense

22

Governança de incêndios florestais na fronteira trinacional do sudoeste da Amazônia: capacidades e vulnerabilidades

24

A ameaça crescente dos incêndios florestais



Impacto conjunto do uso da terra e do clima extremo no recorde de fogo no Pantanal brasileiro em 2020

Maria Lucia Ferreira Barbosa

! Problema

O fogo tem se tornado uma problemática crescente ao redor do mundo, causando impactos na biodiversidade, economia e saúde humana. O Pantanal evoluiu com o fogo natural como parte de sua dinâmica. No entanto, o fogo causado pelo homem não faz parte desse ciclo natural. Em 2020, o Pantanal teve quase um terço de sua área afetada pelo fogo, impactando a fauna, flora e economia local. Porém, estudos sobre os padrões de fogo e seus impactos ainda são insuficientes, evidenciando a importância de estudos como este.



Objetivo

O objetivo do estudo foi avaliar os padrões espaço-temporais do clima, mudanças na área alagada e do uso e cobertura da terra na Bacia do Rio Paraguai para entender como essas variáveis contribuíram para explicar o fogo sem precedentes no Pantanal brasileiro em 2020.



Metodologia

Foram calculadas anomalias climáticas e de área queimada e calculou-se a correlação de Spearman entre a precipitação e a temperatura da superfície do mar. Foi avaliada a cobertura hídrica da região para identificar o impacto da seca de 2020. Além disso, foram produzidos mapas de recorrência de fogo, em que foram identificadas as áreas que queimaram pela primeira vez em 2020. A perda de carbono em 2020 por classe de uso da terra também foi estimada. Por fim, avaliamos as áreas queimadas dentro das classes de uso e posses da terra (Terras Indígenas, Propriedades Rurais e Unidades de Conservação).



Descoberta

As anomalias mostraram que o clima estava mais quente e seco em 2020 do que a média histórica. As áreas alagadas vem reduzindo desde 2003 e em 2020 a redução foi 34% maior que a média anual. Os resultados mostraram que o fogo em 2020 foi 200% mais extenso que a média anual e 35% desse fogo ocorreu pela primeira vez pelo menos desde 2003. Um total de 84% desse fogo foi registrado em vegetação natural. Deste total, 39% ocorreu em florestas, um aumento de 514%. Os incêndios em áreas de floresta foram responsáveis por 47% da perda de carbono em 2020. Por fim, 70% dos incêndios em 2020 ocorreram em propriedades rurais, 5% em terras indígenas e 10% em áreas protegidas.



Presente

Os resultados aumentam a compreensão da dinâmica de fogo na região do alto rio Paraguai e permite a criação de políticas públicas eficazes para a gestão de risco de fogo no bioma.



Futuro

Mais estudos são necessários para entender os impactos de fogo no Pantanal tendo em vista sua complexidade e características únicas. Ainda, é importante a expansão desses estudos para as porções do bioma inseridas na Bolívia e Paraguai, aumentando a integração desses países junto ao Brasil na tomada de decisão.



A ocorrência do fogo entre 2003 a 2020 na Amazônia: onde e quais tipos de uso e cobertura da terra mais queimaram?

Marcus V. F. Silveira

! Problema

A ciência sobre a dinâmica do fogo na Amazônia ainda é muito voltada para o território brasileiro, enquanto informações para a maioria dos outros países amazônicos ainda são escassas. Ao compararmos a ocorrência do fogo entre as regiões amazônicas dos diferentes países, é possível identificar as regiões com demandas mais críticas para a intervenção. Para nortear políticas públicas, falta conhecimento de quais tipos de uso ou cobertura da terra estão sendo mais queimados em toda a Amazônia, considerando as duas últimas décadas e os vários países que compõem a região. Informações sobre a ocorrência do fogo em 2020 são especialmente importantes devido à pandemia de COVID-19, devido ao fato deste ano ter sucedido a crise do fogo em 2019 na Amazônia, e à intensificação do desmatamento na Amazônia brasileira nos últimos anos.



Objetivo

Este estudo objetivou avaliar a dinâmica das queimadas na região amazônica entre 2003 e 2020, considerando cada um dos países que a compõem e os diferentes usos e coberturas da terra. Também avaliamos a proporção de anomalias anuais nos focos de fogo, desmatamento, e déficit hídrico e a relação entre essas anomalias. Por fim, realizamos uma avaliação focada no ano de 2020, analisando a distribuição espacial do fogo, desmatamento e déficit hídrico em relação aos demais anos.



Metodologia

Utilizamos dados de focos de fogo e área queimada derivados do sensor orbital MODIS, mapas anuais de uso e cobertura da terra produzidos pelo projeto MapBiomas para computar as áreas com desmatamento; e dados de precipitação do produto CHIRPS para computar o déficit hídrico da vegetação. Além disso, dividimos o território Amazônico em uma grade celular de 10km x 10km e calculamos as anomalias anuais no número de focos de fogo, área desmatada e déficit de chuvas para identificar se estas variáveis em um determinado ano se diferenciaram significativamente da sua média anual na mesma célula de grade no período entre 2003 e 2020.



Descoberta

Identificamos que o Brasil e a Bolívia contribuíram, respectivamente, em média, com cerca de 73% e 14.5% dos focos de fogo anuais, e em média 56% e 33% da área queimada anualmente. Do total de área queimada anualmente na Amazônia, em média, 32% são áreas agrícolas (pastagens e cultivos agrícolas), 29% são campos naturais, 16% são florestas maduras e 13% são zonas úmidas. A maior parte das queimadas em áreas agrícolas e florestas ocorrem na Amazônia brasileira, e as de campos naturais e áreas úmidas na Amazônia boliviana. Também observamos uma tendência de que quanto maior a extensão anual de áreas com alto desmatamento, maior a extensão anual de áreas com alta ocorrência de focos de fogo. Em 2020, a área total queimada na Amazônia foi a maior desde 2010, ultrapassando a seca extrema de 2015/2016; além disso, houve um recorde de queima de áreas agrícolas na porção amazônica da Bolívia, Venezuela e Guiana, e a maior proporção de focos de fogo associados ao desmatamento desde 2004.



Presente

Este trabalho destaca que a intensificação do desmatamento e do uso do fogo na agricultura tem agravado a ocorrência das queimadas na Amazônia nos últimos anos e aumentado o risco de incêndios florestais, sendo essencial reforçar ações de combate ao desmatamento ilegal e de incentivo a práticas sustentáveis na agricultura.



Futuro

As áreas queimadas anualmente para cada uso e cobertura da terra, levantadas neste estudo podem auxiliar na contabilização de emissões de carbono associadas ao fogo na Amazônia, e orientar estratégias de prevenção de incêndios florestais de acordo com as especificidades de cada país amazônico.



Dinâmica do Fogo

Pesquisa em andamento



Avaliação da ocorrência de fogo em áreas protegidas da Bacia Amazônica de 2003 a 2020

Ana Carolina M. Pessoa

! Problema

Os últimos anos têm sido marcados por retrocessos na governança ambiental de áreas protegidas e pelo aumento de atividades ilegais que resultam em degradação florestal dentro e fora de suas fronteiras. Assim, fornecer evidências para a formulação de políticas públicas e informar os tomadores de decisão e gestores sobre o papel das áreas protegidas na mitigação da degradação florestal causada por fogo é essencial.



Objetivo

O objetivo principal desta pesquisa em andamento é responder duas questões: (i) o fogo é uma ameaça iminente e crescente às áreas protegidas da Bacia Amazônica? e (ii) as áreas protegidas tiveram algum efeito sobre a ocorrência de fogo na Bacia Amazônica de 2003 a 2020?



Metodologia

Foram utilizados dados espaciais de uso e cobertura do solo, em conjunto com dados de cicatrizes de fogo de 2003 a 2020, para identificar o que queima na Bacia Amazônica e o padrão temporal do fenômeno. Finalmente, modelos econométricos de pareamento e de diferenças-em-diferenças foram aplicados para estimar com robustez o efeito das áreas protegidas sobre o fogo na Bacia Amazônica.



Descoberta

Os resultados obtidos até o momento mostram que, do total de área queimada entre 2003 e 2020 na Bacia Amazônica, apenas 28% foi registrado em áreas protegidas. Nestas, em média, 17% da área queimada anualmente foi registrada em terras indígenas. Ainda, em média, 85% do que queima anualmente dentro de áreas protegidas são incêndios iniciados fora delas. A Bolívia é o país que queima relativamente a maior área em floresta, considerando a área total de floresta em cada país. As estimativas econométricas de diferenças-em-diferenças revelaram um efeito estatisticamente negativo da área protegida tanto na área queimada quanto nos incêndios ativos, mostrando assim que a proteção foi capaz de reduzir a ocorrência de fogo. As estimativas demonstraram que se, em média, um pixel-ano se tornasse protegido, haveria uma diminuição da área queimada em cerca de 0,02 km² (2ha/pixel/ano). Isto significa que para cada 2.800 ha protegidos, 2ha deixariam de queimar por ano.



Presente

Dada a relevância das áreas protegidas para a conservação da maior floresta tropical do mundo, concomitante ao nível de ameaça a que estão expostas, este estudo traz evidências para a necessidade de criação de novas áreas protegidas e o aprimoramento da gestão das existentes como prioridade nas agendas ambientais nacionais.



Futuro

Futuramente, será necessário entender os mecanismos responsáveis pelo efeito negativo das áreas protegidas sobre o fogo. Sabendo isso, poderemos replicar experiências exitosas e multiplicar resultados positivos.



Padrões temporais e espaciais do fogo no bioma Pantanal e sua relação com as mudanças da paisagem

Thais Pereira de Medeiros

! Problema

O Pantanal é a maior planície de inundação de água doce do mundo, mas seu equilíbrio ecológico têm sido fortemente impactado pelas atividades humanas, levando à intensificação das queimadas, aumento da fragmentação da paisagem e modificação do ciclo hidrológico. Em geral, a intensificação da ocorrência do fogo resulta em uma ampla gama de impactos ecológicos e sociais negativos.

🎯 Objetivo

Com base nesta problemática, buscamos caracterizar os padrões temporais e espaciais do fogo em toda a extensão do bioma Pantanal (Brasil, Paraguai e Bolívia). Além disso, investigamos qual a relação entre o fogo e fragmentação da paisagem no bioma.



🔍 Metodologia

Foram utilizados dados de área queimada e dados de uso e cobertura da terra para realizar as análises. Os dados de área queimada são advindos do Global Fire Atlas, um conjunto de dados global que rastreia a dinâmica diária das cicatrizes individuais de incêndios e, os dados de uso e cobertura da terra são advindos do Dynamic World, um mapeamento global de uso e cobertura da terra. Extraímos para os anos de 2016, 2017 e 2018, métricas de fogo e métricas da paisagem. Finalmente, analisamos a relação entre as métricas do fogo e as métricas da paisagem a partir de métodos estatísticos não-paramétricos.

📄 Descoberta

O ano de 2016 foi o que mais queimou na série histórica, cujo mês de Setembro foi responsável por 48% da área queimada (6285 km²). Além disso, observamos que as coberturas mais afetadas pelo fogo foram as áreas de Florestas e as áreas de Campos e Savanas. Analisando a relação entre o fogo e a paisagem, observamos que os incêndios florestais atingem sua máxima extensão nas áreas com maior densidade de borda, número de fragmentos e baixa proporção de florestas. Em geral, as áreas de bordas terão condições muito mais propícias para a ocorrência e propagação de incêndios.



Presente

Uma melhor compreensão dos padrões do fogo permite o desenvolvimento de políticas públicas mais eficientes. Além disso, entender a relação do fogo com as mudanças da paisagem é fundamental para evitar grandes eventos de queima como os ocorridos em 2016



Futuro

É de grande importância adicionar anos mais recentes na série temporal analisadas. Sabemos que a dinâmica do fogo no Pantanal é extremamente complexa e heterogênea. Em 2020, por exemplo, a área queimada foi 200% maior que a média. Além disso, podemos ampliar as análises com a inclusão de novas variáveis, como velocidade e expansão do fogo e, métodos estatísticos mais robustos, como extração de tendência espacial Mann Kendall.



Dinâmica do Fogo

Pesquisa em andamento



Previsão da Probabilidade de Fogo: ocorrências pós-alerta na Amazônia Maranhense

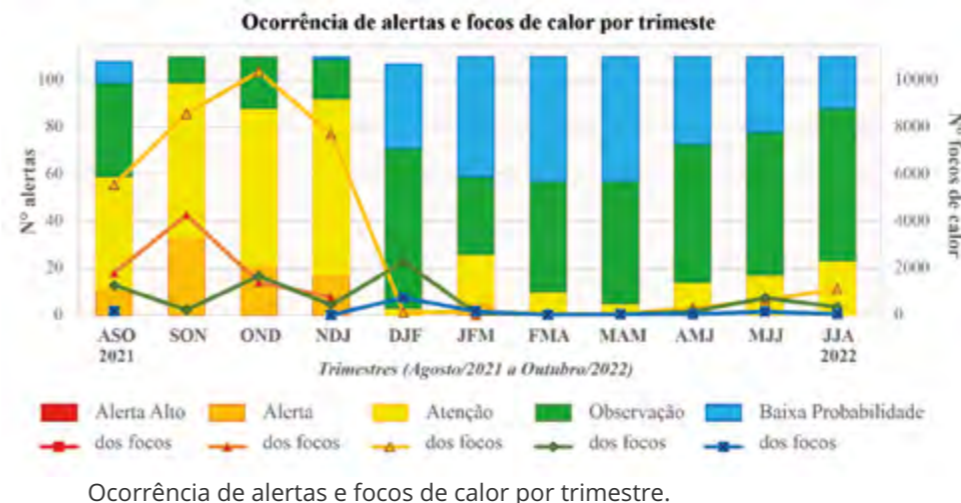
! Problema

Os sistemas de alerta precoces, com antecedência, figuram como um componente importante nas discussões para a redução do risco de desastres. Com a utilização desses sistemas é possível não apenas evitar a perda de vidas, como também o impacto econômico dos desastres.

Objetivo

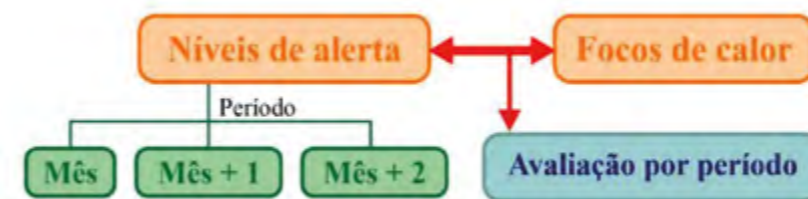
Identificar o comportamento da ocorrência de focos de calor, que representam o fogo ativo, frente ao previsto no produto de probabilidade de risco de fogo do CEMADEN.

Ana Larissa Ribeiro de Freitas



Metodologia

Foram obtidos 11 períodos de previsão de probabilidade de risco de incêndio na Amazônia maranhense entre agosto de 2021 e agosto de 2022. As ocorrências de focos de calor referente ao nível de alerta previsto foram comparadas com o número de focos registrados pelos sensores orbitais para o trimestre visando validar a exatidão das previsões.



Avaliação da ocorrência de focos de calor x níveis de alerta

Descoberta

A dinâmica de ocorrência e extensão das queimadas e incêndios florestais no Maranhão é modulada pelo comportamento dos padrões sazonais climáticos do estado. A maior ocorrência de focos de calor, 83,5%, está concentrada nos primeiros quatro trimestres de previsão (ASO, SON, OND e NDJ), com picos de ocorrência em nível de Atenção e Alerta, de 19,5% em OND/2021 e 8% em SON/2021, respectivamente. A utilização do produto confirma sua função no planejamento de atividades, ações de comunicação, priorização de áreas e mobilização de recursos e pessoal para prevenir queimadas e incêndios florestais.



Presente

Identificamos um padrão de maior ocorrência de focos correspondente aos maiores níveis de alerta. A utilização do produto é funcional para melhorar a eficácia das ações de prevenção e combate aos incêndios florestais, garantindo uma resposta rápida e precisa aos focos de fogo e maximizando o uso de recursos disponíveis.



Futuro

A inclusão do contexto espacial é crítica para melhoria de estudos futuros, visando uma análise precisa e abrangente dos dados, uma melhor compreensão das áreas mais propensas a incêndios florestais e a tomada de decisões mais assertivas na prevenção e combate a esses eventos.



Comparação e fusão de produtos de área queimada na Amazônia Maranhense

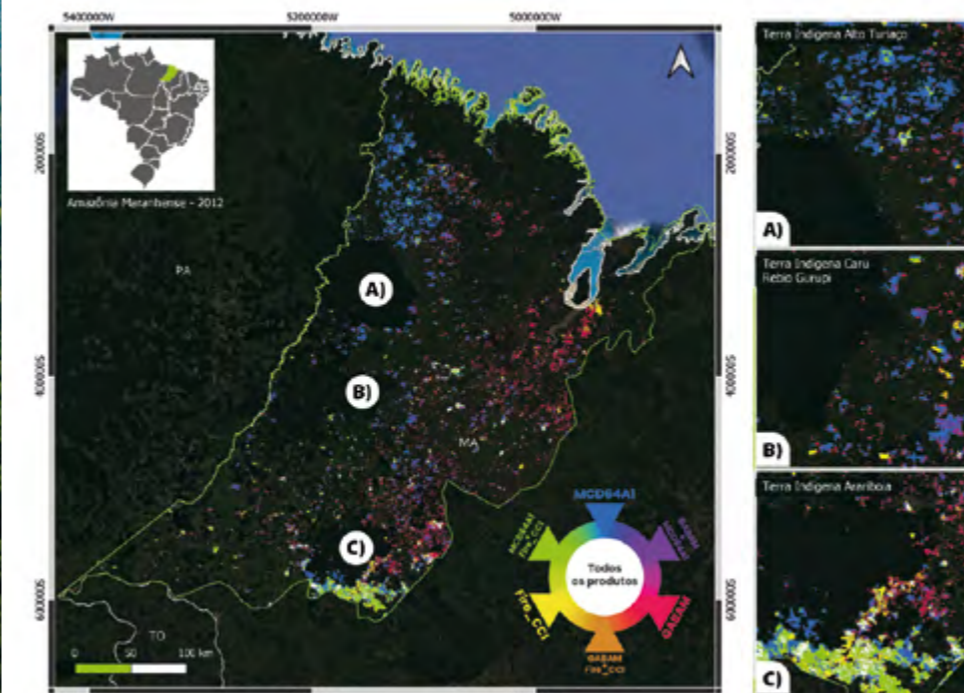
! Problema

Paulo Henrique Alves Leão

O Maranhão possuía originalmente uma cobertura florestal de 110.400 km² (cerca de 33% do estado). Porém, desde meados da década de 60, o desmatamento em grande escala voltado para a agricultura e pecuária, além da ocorrência de queimadas e incêndios florestais, resultou na perda significativa da cobertura original da floresta amazônica maranhense para 24% (23.967 km²) em 2019. Além disso, visto que o fogo gerado de forma natural é raro no bioma amazônico, quase todos os incêndios florestais atuais são provocados por queimadas acidentais ou intencionais que saem do controle. Diante da preocupação de identificar e quantificar áreas queimadas, diversas abordagens metodológicas têm sido desenvolvidas utilizando aplicações de sensoriamento remoto para detecção e monitoramento de queimadas e incêndios florestais. Acreditamos que a soma de diferentes produtos pode trazer resultados mais próximos aos da realidade de área queimada do que a utilização de apenas um produto.

Objetivo

Partindo dessa premissa, foi avaliado neste trabalho três produtos de área queimada para os anos de 2012 a 2019 na Amazônia Maranhense. O intuito foi entender as diferenças e vantagens de cada produto para a formulação de uma única informação de área queimada mais consistente, resultante da combinação dos produtos.



Representação espacial e classificada do produto final de área queimada para o ano de 2012. Enfoque nas Ti Alto Turiáço, Caru e Araribóia (A, B e C) e na Rebio Gurupi (B).

Metodologia

Nesta pesquisa, três produtos globais amplamente citados na literatura foram utilizados para o recorte da Amazônia maranhense (MODIS MCD64A1, Fire CCI, e GABAM), para o período de 2012 a 2019, conforme a disponibilidade de dados. A partir dessas informações, foi analisada a distribuição espacial e as sobreposições dos dados, identificados como: MCD64A1; MCD64A1 + Fire_CCI; Fire_CCI; Fire_CCI + GABAM; GABAM; GABAM + MCD64A1 e todos os produtos.

Descoberta

O produto que mais contribuiu para a combinação dos produtos foi o MCD64A1, identificando entre 30% e 56% da área total queimada anualmente durante o período selecionado. Seguindo do GABAM, com contribuições únicas que variam entre 17% e 32%, e do Fire_CCI com 7% e 22%. A combinação dos produtos adicionou de 24% a 50% de área queimada mapeada ao produto que mais detectou essas áreas, o MCD64A1. As áreas queimadas identificadas pelo Fire_CCI concentraram-se mais ao sul e as identificadas pelo MCD64A1 mais ao norte. Em suma, a soma de todos os produtos representa a melhor forma de trabalhar o dado de área queimada quando se quer a informação mais confiável e abrangente das áreas que possam ter sofrido queimadas.



Presente

A soma de produtos de área queimada aproxima o dado da realidade e pode auxiliar em estudos sobre a dinâmica de fogo, biomassa e ciclo de carbono, além de dar base para trabalhos de manejo de fogo em áreas de fogo prescrito.



Futuro

O dado de área queimada com a soma de todos os produtos pode ser aprimorado e validado para ter uma melhor representatividade. Podem ser desenvolvidos métodos automatizados para a identificação de cicatrizes de fogo em larga escala para auxiliar na validação dos produtos.



Dinâmica do Fogo

Artigo Publicado



Governança de incêndios florestais na fronteira trinacional do sudoeste da Amazônia: capacidades e vulnerabilidades

! Problema

Gleiciane de O. Pismel

Na região de fronteira trinacional MAP que integra o sudoeste da Amazônia, composta por Madre de Dios (PE), Acre (BR) e Pando (BO), os incêndios florestais são um perigo crescente, podendo extrapolar os limites que separam os três países. As queimadas que escapam para áreas de floresta e causam incêndios, devido ao uso indiscriminado para o manejo da agricultura ou pecuária, são práticas recorrentes na região. No entanto, seu uso vem impactando negativamente a biodiversidade, economia regional e mesmo a saúde da população local. Observa-se ainda uma ineficiência das organizações e legislações nos três países em barrar tal prática, nesse sentido o estudo buscou mapear e discutir as capacidades e vulnerabilidades da governança regional em combater o problema do fogo.

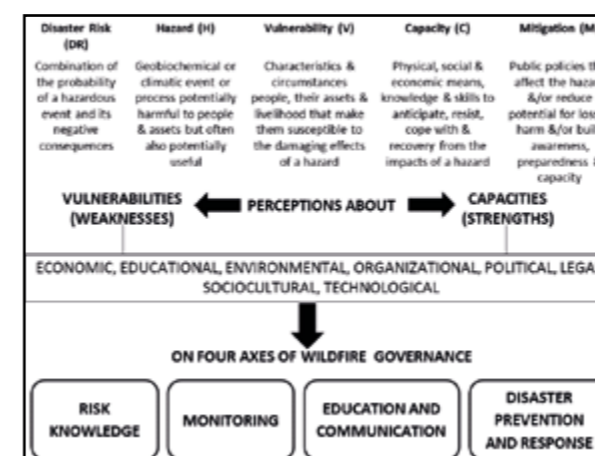
Objetivo

Este estudo teve como objetivo entender como funciona a governança contra queimadas e incêndios florestais na região MAP, mapear e discutir suas capacidades e vulnerabilidades por meio da percepção dos stakeholders envolvidos, e identificar gargalos para boas práticas de governança.



Metodologia

Foi aplicado um questionário virtual no Google forms, contendo 43 perguntas (abertas e fechadas) organizadas em cinco seções: i) perfil dos respondentes; ii) conhecimento dos riscos; iii) monitoramento; iv) educação e comunicação; e v) prevenção e resposta (Anderson et al, 2019). Os participantes foram consultados entre julho de 2020 e fevereiro de 2021 por meio de três workshops virtuais sobre o tema (um em cada país da região MAP) organizados pela equipe de pesquisa do projeto MAP-Fire. Um total de 111 stakeholders (profissionais autônomos, tomadores de decisão, representantes de ONGs e cientistas) da região participaram da pesquisa. A análise dos dados foi guiada pela estrutura proposta na figura abaixo, atrelado ao método de análise temática (Williamson et al, 2018)



Descoberta

Cerca de 60% dos participantes consideraram que o desmatamento é a principal ameaça para ocorrência de incêndios florestais na região, seguido da utilização do fogo na gestão agrícola (58%). As principais vulnerabilidades da governança são as de caráter organizacional (64%) e sociocultural (50%). A vulnerabilidade organizacional é, de acordo com os stakeholders, resultante principalmente da redução de pessoal e recursos financeiros limitados. A vulnerabilidade sociocultural advém do uso tradicional do fogo pelas populações da região. Para fins de manejo da terra muitos utilizam o fogo pois é uma ferramenta barata, portanto, acessível para os grupos em vulnerabilidade econômica. Em termos de capacidades, foi identificada uma forte articulação envolvendo universidades e ONGs. Conclui-se que a região MAP apresenta múltiplas vulnerabilidades, além das já citadas somam-se as vulnerabilidades políticas (42%), econômicas (38%), legais (32%), educacionais (31%).



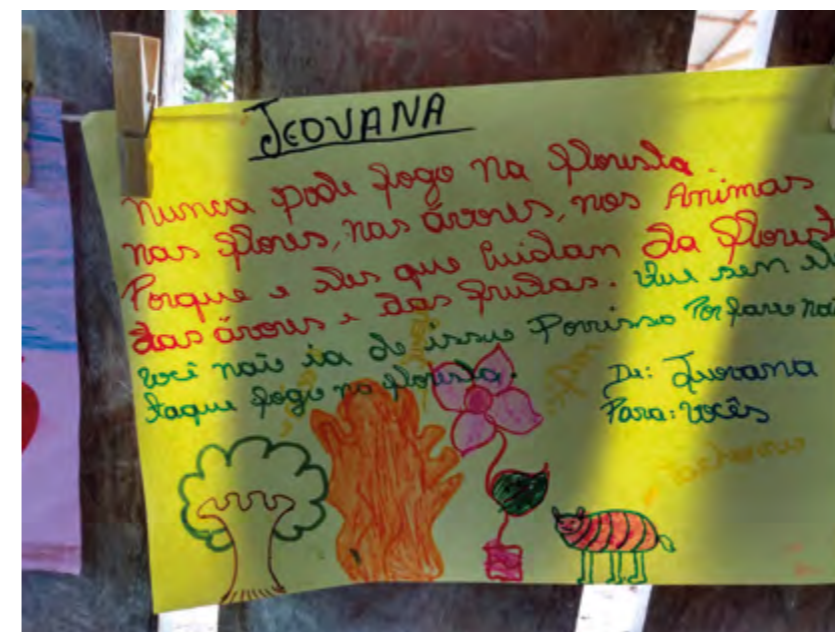
Presente

Os resultados podem direcionar o planejamento e a reestruturação do quadro de servidores de organizações ligadas à pasta ambiental, uma vez que demonstram que é necessário aumentar a quantidade de funcionários e recursos aplicados à prevenção e combate de incêndios florestais. Ainda, faz-se necessário maiores ações voltadas à educação e práticas sustentáveis. Incentivos financeiros que possibilitem o uso de práticas agrícolas livres do fogo são também essenciais.



Futuro

O estudo permite entender que desastres socioambientais de fronteira exigem uma governança também transfronteiriça, uma vez que as causas e os impactos extrapolam os limites jurisdicionais. Nesse sentido, abre-se margem para novos estudos na mesma direção, impulsionando novas contribuições para a construção dessa governança e evitando a tendência de estudos comparativos. No longo prazo os resultados indicam efeitos positivos das interações transnacionais entre governos e organizações, principalmente, se estas forem oficializadas.



Créditos: RAS - Rede Amazônia Sustentável (RAS). Expedição de campo em Março de 2019, Resex Tapajós-Arapiuns, comunidade Vila Amorim.



A ameaça crescente dos incêndios florestais

! Problema

Liana O. Anderson

Os incêndios em diferentes tipos de vegetação e cobertura da terra estão tornando-se mais intensos e atingindo maiores extensões. Os incêndios estão mudando devido às alterações nas condições que eles ocorrem: o clima propício para incêndios, como o aumento de secas, altas temperaturas do ar, baixa umidade relativa, relâmpagos e ventos fortes, resultam em períodos de ocorrência de incêndios mais longos, secos e quentes. O ambiente também está mudando, o avanço do desmatamento para as áreas de vegetação prístina, a conversão de áreas naturais em sistemas produtivos que utilizam o fogo, a degradação da vegetação e a fragmentação florestal são alguns dos elementos observados em diferentes regiões do planeta, e também em nosso país. O aumento da frequência e magnitude das condições climáticas e ambientais favoráveis aos incêndios faz com que vegetações que normalmente não queimavam, como as florestas tropicais, permafrost e pântanos de turfa, agora queimem.

Objetivo

Os objetivos dos trabalhos sintetizados aqui foram prover um diagnóstico da crescente ameaça dos incêndios no planeta e explorar o ano de 2020, que foi notavelmente catastrófico em termos de incêndios na Austrália, Estados Unidos, América do Sul e Sibéria. Uma melhor compreensão das condições e forçantes dos riscos e impactos sociais e ambientais provocados por incêndios permite o delineamento de políticas de mitigação e estratégias de prevenção mais eficazes. Deve-se ser ressaltado que durante os grandes incêndios que ocorreram nos últimos dois anos, seguramente, estes fizeram parte de um desastre composto, atingindo as populações que enfrentaram tanto a COVID-19 quanto a poluição atmosférica resultante de incêndios.

Metodologia

Os estudos que contribuíram para a elaboração desta síntese, representada por um artigo de abertura em uma edição especial sobre incêndios na revista *Global Ecology and Biogeography* e o relatório técnico preparado sob demanda do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente [UNEP] foram baseados em uma gama de dados e metodologias, abrangendo: observações empíricas, detecção remota e modelagem, estudos baseados em revisões da literatura para construção de modelos conceituais, entrevistas com populações tradicionais e povos originários, análises antropológicas e a integração de conhecimentos de diversas áreas e com diferentes recortes geográficos.

Descoberta

O aquecimento do planeta está transformando as paisagens em armadilhas propícias para o fogo sem controle, enquanto que um clima mais extremo significa ventos mais fortes, secas mais extremas e mais material combustível fornecido pela vegetação que não tolera estas novas condições. Demasiadas vezes, a reação da sociedade e autoridades é tardia, algumas vezes nem reconhecimento a magnitude e importância que estes tipos de desastres causam para toda sociedade, desde a escala local, afetamento diretamente pessoas e seus bens materiais e imateriais, seu entorno causando prejuízos econômicos e ambientais e mesmo global, devido às emissões de gases de efeito estufa pelos incêndios.



Presente

Para melhor nos prepararmos e limitarmos os danos generalizados causados pelos incêndios, precisamos trabalhar em consonância com a natureza e as comunidades, aproveitar os conhecimentos locais e integrá-los às descobertas científicas, investir dinheiro e capital político na redução dos vetores que deflagram os incêndios, e diminuir o risco de perdas quando estes ocorrem.



Futuro

É necessário quantificar as perdas econômicas associadas aos incêndios e investir em planejamento, prevenção e recuperação, e não apenas em ações de resposta. Devemos aprender com as boas práticas que já existem e obtiveram sucesso em outros locais, adaptando-as para a realidade local. Precisamos trabalhar de forma interdisciplinar e multi-institucional.

DES

DESMATAMENTO E DEGRADAÇÃO

MENTO

Este capítulo trata de dois processos que têm relevância global. Combater o desmatamento e a degradação florestal é fundamental para o desenvolvimento sustentável pois ajuda a manter a estabilidade de processos ecossistêmicos vitais, tais como garantir o provimento de chuva e umidade ao ambiente, como também de alimentos e energia para os seres humanos e animais ali presentes. Frear e reverter esses processos impacta na qualidade de vida de todos, ao mesmo tempo em que produz riquezas socioeconômicas e culturais. Os estudos a seguir trazem fatos de grande relevância para a produção científica e a ação política.

28

Como a relação entre fragmentação florestal e fogo pode ajudar a entender o processo de desmatamento em Boca do Acre, Brasil?

30

Quantificação da intensidade da degradação florestal na Amazônia brasileira através da integração de dados LiDAR aerotransportados e dados de campo

32

O Planejamento Baseado em Ciência e Tecnologia Pode Auxiliar no Combate ao Desmatamento e Outras Pressões Antrópicas na Amazônia

34

Desmatamento por degradação sucessiva e fogo na Amazônia Brasileira

36

Mapeamento da Exploração Madeireira e Desmatamento de 2007 a 2019 no Município de Boca Do Acre, Amazonas



Como a relação entre fragmentação florestal e fogo pode ajudar a entender o processo de desmatamento em Boca do Acre, Brasil

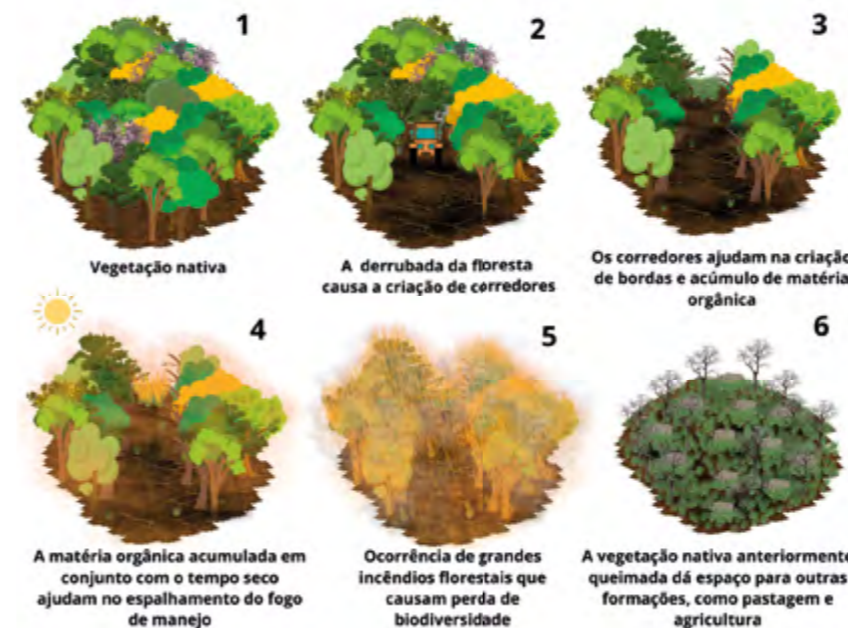
! Problema

Débora Joana Dutra

As ações antrópicas, provindas das atividades madeireiras e da expansão agrícola, têm ocasionado um avanço do desmatamento no município de Boca do Acre (AM). Devido à proximidade da área com o arco do desmatamento da Amazônia, esta região tem se tornado suscetível ao avanço da fronteira do desmatamento, principalmente quando associado à degradação florestal presente na região de estudo. O desmatamento proporciona a fragmentação de grandes áreas florestais e o aumento das áreas de bordas, que facilitam a ocorrência de incêndios florestais, principalmente durante o manejo de áreas rurais com fogo. Dessa forma, estudos envolvendo a relação entre alteração da paisagem e queimadas tem se tornado importante para a criação de políticas públicas que visem diminuir os impactos ambientais causados por incêndios florestais, como perda da biodiversidade e dos estoques de carbono.

Objetivo

O objetivo deste trabalho foi analisar como o processo de fragmentação florestal favorece a expansão da área queimada e a consequente expansão da fronteira do desmatamento na região de Boca do Acre (AM), Brasil.



Metodologia

Utilizamos três mapeamentos de área queimada (GABAM, GWIS e MCD64A1), agregados em uma grade de 5 km x 5 km, para avaliação da relação entre a expansão da área queimada e a fragmentação florestal no município de Boca do Acre no período de 2003-2020. As análises de fragmentação florestal foram elaboradas no software GUIDOS toolbox, onde aplicamos a metodologia Morphological Spatial of Patterns Analysis (MSPA) para identificação das áreas núcleos e das áreas de borda. Além disso, analisamos as anomalias climáticas, ou seja, o quanto a precipitação e a temperatura em um determinado ano se diferenciou da média anual, e aplicamos um teste de tendência para analisar o comportamento das mudanças temporais da área queimada e da fragmentação florestal na região de estudo.

Descoberta

A análise demonstrou que a região é propícia para o avanço do arco do desmatamento. Além disso, ao longo da série temporal analisada, percebemos que as áreas núcleos tendem a ser desmatadas e dar origem à formação de bordas. As bordas favorecem o acúmulo de matéria orgânica que serve como combustível para o fogo utilizado na manutenção de regiões de uso agropecuário. Esse processo se agrava durante os períodos secos, correspondentes aos meses de agosto a outubro. O avanço do fogo causa a perda da vegetação nativa e déficit de regeneração florestal. Dessa forma, quando associado ao desmatamento, o uso do fogo em conjunto com a fragmentação florestal favorece a transformação da paisagem, uma vez que as regiões de florestas nativas acabam se transformando em áreas antropizadas, como pastagens e agricultura.



Presente

Estes resultados podem subsidiar a criação de políticas públicas para a diminuição da fragmentação florestal, da expansão de área queimada e do desmatamento na região de Boca do Acre.



Futuro

Estudos futuros devem buscar a criação de modelos que possam prever o comportamento das mudanças da paisagem em Boca do Acre, fornecendo informações ainda mais detalhadas para a criação de políticas públicas de preservação florestal e combate ao uso inadequado do fogo.



Desmatamento e degradação

Pesquisa em Andamento



Quantificação da intensidade da degradação florestal na Amazônia brasileira através da integração de dados LiDAR aerotransportados e dados de campo

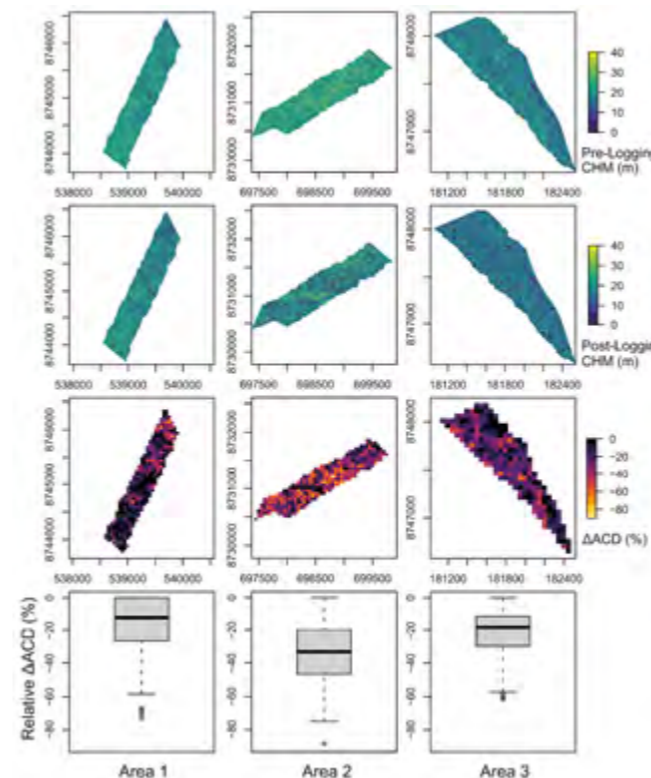
Ricardo Dalagnol e Daniel Braga

! Problema

A degradação florestal é um processo influente no balanço de carbono de florestas tropicais, entretanto, a extensão de florestas degradadas existentes na Amazônia ainda é subestimada e a intensidade da degradação ainda é pouco estudada. Dados LiDAR aerotransportados, obtidos por escaneamento a laser, correspondem à forma mais precisa existente na atualidade para analisar a estrutura e o estoque de carbono florestal, sendo uma importante ferramenta para estimar a intensidade da degradação florestal.

Objetivo

Esta pesquisa busca quantificar as perdas de carbono em florestas degradadas devido à exploração madeireira nas florestas do Estado do Mato Grosso através da integração de dados de campos e múltiplos dados de escaneamento por laser (LiDAR) aerotransportado.



Modelo de altura do dossel da floresta pré-corte (primeira linha), pós-corte (segunda linha) e mudança relativa na densidade de carbono acima do solo (terceira e quarta linhas) Adaptado de Dalagnol et al. (2023).

Metodologia

Identificamos áreas exploradas usando imagens Planet da Norway's International Climate and Forest Initiative (NICFI), como descrito no estudo apresentado anteriormente, e estimamos a densidade de carbono usando a estrutura do dossel da floresta, a partir de dados LiDAR aerotransportados adquiridos antes e depois da exploração de madeira. Estes dados LiDAR foram adquiridos em iniciativas anteriores pelo Serviço Florestal Brasileiro (SFB), Projeto Paisagens Sustentáveis (EMBRAPA/Serviço Florestal Americano), e Projeto Estimativa de Biomassa na Amazônia (EBA/INPE). A combinação desses novos mapeamentos de degradação com dados LiDAR consistem numa excelente oportunidade para testar a viabilidade desta metodologia inovadora para monitoramento em larga escala da degradação florestal na Amazônia.

Descoberta

A extração de madeira causou perdas de carbono entre 16-35% da densidade de carbono original, mas também chegou a 89% em áreas fortemente exploradas. Nossas descobertas trazem estimativas locais, por isso recomendamos cautela ao usá-las para estimativas de perda de carbono em outros lugares.



Presente

Este trabalho está em fase de testes estatísticos iniciais. As primeiras estimativas já foram obtidas e a integração já foi iniciada. Além disso, estamos testando o potencial da inclusão do índice espectral VARI durante a identificação do corte seletivo de árvores, derivado de imagens de satélite.



Futuro

Estimativas especializadas e contínuas devem ser exploradas em estudos futuros conectando estimativas provenientes de dados LiDAR com outros conjuntos de dados de sensoriamento remoto óptico e radar.



O Planejamento Baseado em Ciência e Tecnologia Pode Auxiliar no Combate ao Desmatamento e Outras Pressões Antrópicas na Amazônia

Guilherme Mataveli

! Problema

Durante a Conferência do Clima das Nações Unidas realizada em 2021 (COP26), o Brasil traçou metas ambiciosas para combater as mudanças climáticas. Estas incluem zerar o desmatamento ilegal até 2028 e reduzir em 50% as emissões de gases do efeito estufa até 2030, quando comparadas aos níveis de 2005. No entanto, as crescentes pressões antrópicas sobre as florestas da Amazônia, que incluem o aumento do desmatamento e da mineração em Terras Indígenas e o aumento do fogo associado ao desmatamento ao longo dos últimos anos, mostram uma realidade muito distante destas metas. A reversão deste cenário passa, em um estágio inicial, por formas mais eficientes de fiscalizar o território amazônico. Soluções alternativas baseadas em ciência de ponta, como por exemplo prever o desmatamento por meio da inteligência artificial, podem contribuir para o Brasil retornar ao papel de protagonista na preservação ambiental e combate às mudanças climáticas.



Objetivo

Os trabalhos realizados tiveram como objetivo realizar um diagnóstico sobre o desmatamento em Terras Indígenas da Amazônia entre 2012 e 2021, quantificar a mineração em Terras Indígenas da Amazônia entre 1985 e 2020 e identificar em quais delas a mineração está mais presente no período atual, e por fim, analisar a ocorrência de focos de calor na Amazônia durante os meses de agosto e setembro de 2022. Ainda, um dos trabalhos desenvolveu um método de previsão de desmatamento, baseado em inteligência artificial, para priorizar áreas de combate ao desmatamento na Amazônia.



Metodologia

A análise do desmatamento em Terras Indígenas foi realizada a partir dos mapas de desmatamento do PRODES. O trabalho sobre a mineração baseou-se nos mapas de uso e cobertura da terra do MapBiomas, dados PRODES e DETER, enquanto a análise do fogo foi realizada a partir dos focos de calor fornecidos pelo Programa Queimadas do INPE e na categorização destes de acordo com o tipo de desmatamento e classe fundiária disponibilizada no portal TerraBrasilis. Já o método de priorização de áreas de combate ao desmatamento por meio da previsão do desmatamento futuro baseou-se no algoritmo Random Forest e utilizou como dados de entrada variáveis relacionadas ao desmatamento, infraestrutura e queimadas.



Descoberta

Nas Terras Indígenas (TIs), a taxa média anual de desmatamento de 2019 a 2021 ficou 80,9% acima da média desde 2012. Da mesma forma, a mineração em TIs aumentou em 1271% em 2020 quando comparado a 1985; 81% das TIs da Amazônia tiveram aumento na mineração com significância estatística. Ainda, o acumulado de focos de calor na Amazônia em agosto e setembro de 2022 (> 74 mil) foi o maior desde 2010, sendo que 62% destes ocorreram em áreas de desmatamento recente e 35% ocorreram em terras públicas como UCs e TIs. O método de priorização proposto, baseado na predição do desmatamento, detectou mais de 60% do desmatamento mapeado pelo PRODES em áreas de alta prioridade, enquanto cobre 27% menos território do que o Plano Amazônia 21/22.



Presente

Os resultados encontrados apontam epicentros na Amazônia em que a pressão antrópica é maior no período atual, especialmente nas TIs. São nestas áreas que as ações de combate à ilegalidades na Amazônia, como o desmatamento e a mineração ilegal, devem focar.



Futuro

O método para priorizar áreas de combate ao desmatamento pode ser prontamente avaliado pelas autoridades legais ao direcionar a fiscalização para as áreas de alta prioridade que não são contempladas pelo Plano Amazônia 21/22, como aquelas localizadas no estado do Acre. Ainda, pode-se definir as áreas prioritárias a cada 15 dias, ao invés de anualmente, ao adaptar o método para utilizar como dados de entrada os alertas do DETER.



Desmatamento e degradação

Pesquisa em andamento



Desmatamento por degradação sucessiva e fogo na Amazônia Brasileira

Alber Sánchez

! Problema

A degradação da floresta Amazônica é tão importante e até mesmo mais extensa que o desmatamento, porém recebe menos atenção. O fogo nas áreas de floresta da Amazônia se constitui como um tipo de degradação que, se recorrente, pode levar ao desmatamento.

Objetivo

Esta pesquisa objetiva utilizar os dados oficiais de desmatamento e degradação produzidos pelo INPE (PRODES e DETER) para melhor caracterizar o processo de degradação florestal na Amazônia, especialmente o processo contínuo que leva ao desmatamento por degradação sucessiva pelo fogo.

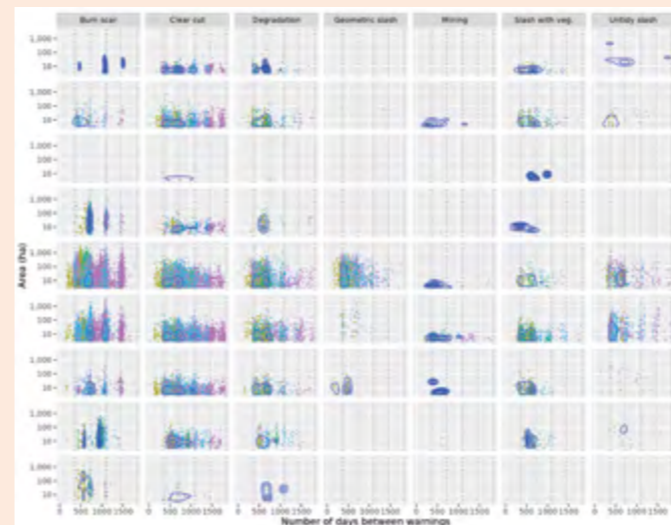


Figura 1: boxplots com o tempo entre o primeiro e o último alerta DETER das subáreas (eixo Y) agrupadas por área (eixo X). As colunas correspondem às unidades federativas e as linhas com o número total de alertas DETER das subáreas.

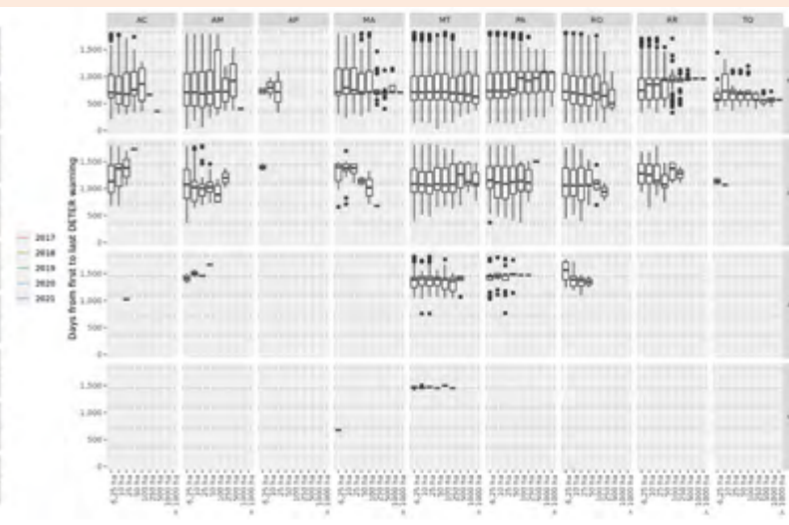


Figura 2: Subáreas com ao menos 2 alertas DETER. Os pontos estão organizados por área (eixo Y), por número de dias entre alertas DETER (eixo X), por classe do primeiro alerta DETER (colunas) e por unidade federativa (filas). As cores representam o ano do primeiro alerta. As linhas verticais tracejadas marcam os dias múltiplos de 365 dias. As isolinhas identificam a densidade dos pontos em cada figura.

Metodologia

A nossa principal fonte de dados é o sistema DETER. Até o momento, utilizamos todos os alertas emitidos por este sistema entre 2016 e 2022 e realizamos uma sobreposição espacial para identificar subáreas que contêm mais de uma alerta ao longo do tempo. Estas subáreas serão posteriormente analisadas a partir de suas propriedades espaciais e temporais e serão correlacionadas com dados do PRODES e produtos globais de área queimada (por exemplo Fire_cci, MOD64A1, e GABAM) e focos de calor (MOD14 e MYD14).

Descoberta

As subáreas identificadas na primeira etapa da pesquisa têm até 5 alertas DETER ao longo do período analisado. O tempo médio entre o primeiro e o segundo alerta é 2 anos e depois é um ano só. As subáreas com 5 alertas tem uma diferença de tempo, em média, de 4 anos (ver Figura 1). Os alertas DETER referentes à cicatriz de queimada, degradação, e corte geométrico tem um marcado comportamento anual (ver as isolinhas na primeira, terceira e quarta colunas da Figura 2), ao contrário das demais classes de alerta.



Futuro

Os resultados da nossa pesquisa podem servir para melhor caracterizar a degradação na Amazônia e, potencialmente, melhorar a identificação deste processo.



Desmatamento e degradação

Artigo Publicado



Mapeamento da Exploração Madeireira e Desmatamento de 2007 a 2019 no Município de Boca Do Acre, Amazonas

Beatriz Figueiredo Cabral

! Problema

O município de Boca do Acre é uma nova fronteira de expansão madeireira, ocupando o quarto lugar no estado do Amazonas entre os municípios com mais área explorada. O monitoramento da degradação florestal por meio de imagens de satélite e técnicas de sensoriamento remoto oferece a oportunidade de acompanhar a evolução espaço-temporal das atividades humanas que impactam negativamente a floresta amazônica, tal como a atividade madeireira.



Objetivo

O objetivo deste estudo foi analisar a evolução espaço-temporal da atividade madeireira e do desmatamento no município de Boca do Acre, estado do Amazonas, no período de 2007 a 2019.



Metodologia

Através da imagem-fração solo, obtida pelo Modelo Linear de Mistura Espectral, realizou-se o mapeamento da exploração madeireira ao longo da série temporal por meio da interpretação visual para os anos de 2007 a 2019. Este mapeamento foi integrado aos mapas anuais de uso e cobertura da terra derivados do projeto MapBiomas para analisar o desmatamento na área de estudo, incluindo assim as áreas mapeadas que foram exploradas por corte raso. Com o intuito de identificar as áreas de atividade madeireira e validar o mapeamento de exploração madeireira no município de Boca do Acre e seu entorno, foram realizadas campanhas de campo para a área de estudo no ano de 2021.



Descoberta

Cerca de 2,4% da floresta primária teve exploração madeireira até 2019. Devido a extensão da área de estudo (2.195.274 ha) não foi possível realizar a validação de todo o mapeamento com os dados coletados em campo. Porém, algumas das áreas exploradas identificadas no mapeamento foram observadas durante as campanhas de campo no ano de 2021. O campo também permitiu identificar padrões espaciais, já que observou-se que a pressão da atividade madeireira vem principalmente de municípios adjacentes à Boca do Acre, no estado do Acre, por onde é possível acessar as florestas através de estradas.



Presente

A crescente pressão sobre a floresta primária da Amazônia, de grande importância para a manutenção da biodiversidade e do clima, torna necessário que o poder público amplie o investimento em ações de fiscalização para conter e evitar a degradação proveniente da exploração madeireira ilegal.



Futuro

O mapeamento das áreas exploradas auxilia na compreensão do processo de degradação por corte seletivo e desmatamento, subsidiando a simulação de cenários futuros para projetar as dinâmicas observadas. Essas projeções permitem detectar padrões e novas variáveis que se associam à degradação florestal.



EMISSÕES DE CARBONO

A maior parte das emissões nacionais de carbono é consequência da destruição de florestas e contribui diretamente com o aquecimento global. Metade do peso de cada árvore é carbono. O desmatamento, as queimadas e a degradação de florestas destroem as árvores e liberam o carbono acumulado em sua estrutura para a atmosfera. Essas emissões contribuem com a elevação da temperatura do planeta, comprometem o Acordo de Paris e ainda limitam o desenvolvimento de uma economia sustentável que poderia gerar riquezas para o país. Os estudos a seguir evidenciam aspectos relevantes relacionados a esta problemática.

40

Amazônia como fonte de carbono está ligada ao desmatamento e mudanças climáticas

42

Integração de dados de campo e imagens de satélite para a quantificação das mudanças nos estoques de carbono de uma floresta na Amazônia Central



Amazônia como fonte de carbono está ligada ao desmatamento e mudanças climáticas

Luciana V. Gatti e Henrique Cassol

! Problema

Muitos modelos matemáticos têm demonstrado que vem ocorrendo uma redução do potencial da Floresta Amazônica em atuar como sumidouro de carbono e compensar as emissões oriundas de fogo e desmatamento. As mudanças climáticas associadas às mudanças de uso da terra têm acelerado os processos de mortalidade de árvores, aumentando a frequência e intensidade dos incêndios florestais e fazendo com que a floresta emita mais carbono do que absorva. Pela primeira vez, este efeito foi observado por medidas de gases coletados por aeronaves. As coletas permitem que os modelos sejam calibrados para dados observados e apresentem um panorama mais realista do balanço de carbono na Amazônia. Anteriormente, este balanço era apenas realizado por modelos de inversão que usam de torres e fluxos de carbono de circulação global ou por modelos que se baseiam em medidas de campo como inventários florestais.



Objetivo

O objetivo deste trabalho foi realizar o balanço líquido de carbono na Amazônia com dados de CO₂ coletados em situ, relacionando estes com dados climáticos e de desmatamento.



Metodologia

Foi realizada a medição de 590 perfis verticais de aeronaves em baixas concentrações troposféricas de dióxido de carbono e monóxido de carbono em quatro locais na Amazônia de 2010 a 2018. O modelo lagrangeano de transporte de partículas, Hysplit, foi utilizado para encontrar as áreas de influência trimestrais das trocas gasosas entre a atmosfera e a biosfera nestes quatro locais. O monóxido de carbono foi utilizado para obter a porção do fluxo observado (emitido total) que foi oriundo da combustão de biomassa (incêndios). As trocas líquidas do fluxo de carbono são resultado de processos de absorção de gases como a fotossíntese e de emissões como os incêndios florestais. Dados satelitais de área queimada, desmatamento, e séries históricas de temperatura e precipitação foram usados para correlacionar com os fluxos observados.



Descoberta

Descobrimos que na porção leste da Amazônia, área conhecida como fronteira agrícola, as emissões de carbono são 10 vezes superiores à porção oeste (fluxo diário de 0,35 gCm²/dia contra 0,03 gCm²/dia), devido a um maior nível de desmatamento e incêndios florestais. O sudeste da Amazônia, em particular, atua como uma fonte líquida de carbono (fluxo total de carbono menos emissões de incêndios) para a atmosfera. Nos últimos 40 anos, a temperatura aumentou > 2 °C e a precipitação caiu 24% (60 mm) durante o pico da estação seca (ASO) nesta região, fornecendo maiores estresses térmicos e hídricos para o funcionamento do ecossistema.



Presente

Os resultados sugerem que a floresta perdeu sua capacidade de absorver carbono no sudeste da Amazônia e que ações para zerar ou minimizar o desmatamento nesta área devem ser tomadas para que a situação não se agrave ou seja observada em outras regiões.



Futuro

Novas medidas de gases serão realizadas para se obter um prognóstico mais preciso do futuro da Amazônia, pois as causas da redução da capacidade de acúmulo de carbono da Floresta ainda não estão totalmente esclarecidas. As informações geradas serão úteis para estabelecer ações mitigatórias contra o desmatamento e às mudanças climáticas.



Integração de dados de campo e imagens de satélite para a quantificação das mudanças nos estoques de carbono de uma floresta na Amazônia Central

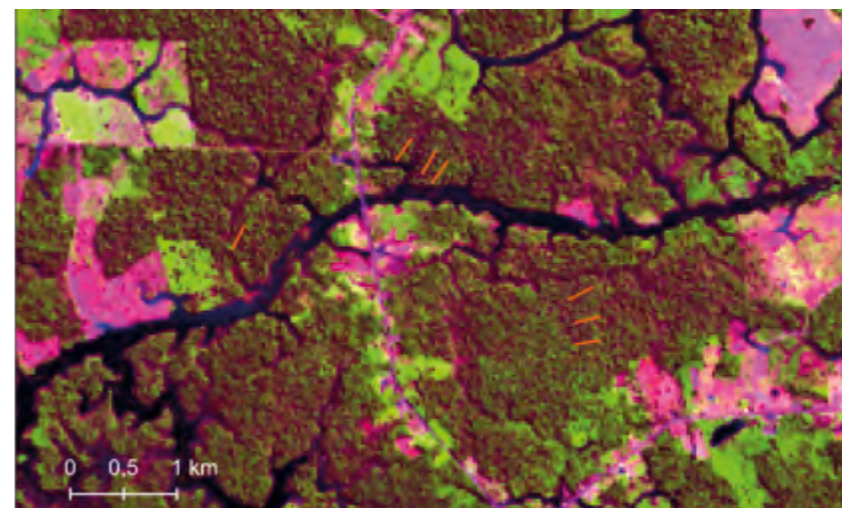
Aline Pontes-Lopes

! Problema

Para desenvolver mapas de perda de biomassa e emissões de carbono por incêndios florestais em larga escala é preciso utilizar variáveis — estimadas por dados de satélite — que integrem diversos e complexos fatores relacionados com o impacto do fogo. A biomassa florestal existente antes do fogo é uma promissora variável integrativa. Estudos anteriores utilizaram a biomassa antes do fogo, através de mapas de biomassa acima do solo, para estimar a biomassa restante após o fogo em grandes regiões da Amazônia a partir da aplicação de fatores de perda ajustados com dados de campo. Entretanto, estes fatores foram desenvolvidos apenas para o primeiro ano pós-fogo. Mudanças temporais em índices espectrais derivados de imagens de satélite são potenciais variáveis integrativas, porém nenhum trabalho anterior havia utilizado estas variáveis para estimar mudanças na biomassa de florestas na Amazônia.

🎯 Objetivo

Este trabalho objetivou investigar, ao longo de três anos após um incêndio ocorrido em uma floresta na Amazônia Central, como a biomassa existente antes do fogo e mudanças em índices derivados de imagens Landsat 8 podem ajudar na predição das mudanças na biomassa florestal causadas pelo fogo.



Legenda: Parcelas de inventário florestal (linhas) sobre uma imagem Landsat 8 da área de estudo amplamente afetadas por um incêndio florestal

🔍 Metodologia

Este estudo utilizou dados anuais de parcelas permanentes de inventário florestal em uma área afetada por um incêndio de sub-bosque na Amazônia Central durante a seca extrema de 2015 e dados de imagens Landsat 8 obtidas nas mesmas épocas dos inventários florestais. Inicialmente, estes dados foram usados para verificar as relações existentes entre as mudanças temporais na biomassa florestal pós-fogo (Δ AGB) e a biomassa inicial (pré-fogo) e mudanças temporais de índices espectrais derivados de imagens Landsat 8. Os índices avaliados foram: Normalized Burn Ratio (NBR), Non-Photosynthetic Vegetation (NPV) e Green Vegetation (GV). Posteriormente, estas variáveis foram utilizadas para treinar modelos de aprendizagem de máquina (Random Forest - RF) e verificar como cada uma das variáveis de entrada afeta o desempenho dos modelos de perda de biomassa.

📄 Descoberta

A biomassa inicial e as mudanças temporais nos índices espectrais (Δ NBR, Δ NPV e Δ GV) foram boas preditoras das mudanças temporais na biomassa florestal após o fogo, mesmo com a mortalidade de árvores concentrada nas camadas médias e inferiores do dossel. Regressões lineares a partir da biomassa inicial indicaram que quanto menor a biomassa inicial maior a perda de biomassa. Esta variável teve a maior importância para os modelos de inteligência artificial usados para estimar a perda da biomassa dentro de um ano após o fogo. No entanto, as mudanças nos índices espectrais melhoraram significativamente as estimativas de perda de biomassa e a precisão dos modelos dentro de dois anos após o fogo, sendo que o Δ GV foi a variável mais importante, seguida pelo Δ NBR e Δ NPV.



Presente

Este trabalho indica como mudanças temporais na biomassa florestal (e nos estoques de carbono) medidas em campo com parcelas permanentes podem ser escalonadas para o nível de paisagem a partir de dados de satélite amplamente disponíveis, como imagens Landsat 8.



Futuro

Espera-se que, no futuro, sejam desenvolvidos modelos de emissões de carbono por incêndios florestais para grandes regiões da Amazônia que incluam variáveis estruturais e espectrais, como aquelas testadas por este trabalho. Entretanto, a expansão das redes de monitoramento em campo será necessária para treinar e validar adequadamente tais modelos.



EXTREMOS CLIMÁTICOS

Neste capítulo, abordamos a temática dos extremos climáticos, um desafio crescente enfrentado pela sociedade. Enchentes, secas, tempestades intensas e outros eventos climáticos extremos têm se tornado mais frequentes e intensos, causando impactos significativos em diversas regiões. É crucial compreender e lidar com esses extremos climáticos, tanto em termos de prevenção quanto de resposta a desastres. Melhorar o preparo para enfrentar esses desafios é essencial para proteger vidas, reduzir danos e fortalecer a resiliência da sociedade diante das mudanças climáticas em constante evolução.

46

É hora de melhorar o preparo para desastres no Brasil



Extremos climáticos

Carta Publicada



É hora de melhorar o preparo para desastres no Brasil

Isadora Haddad e Maria Lucia Ferreira Barbosa

! Problema

A ausência de ações para redução de risco aos desastres no Brasil eleva a vulnerabilidade da população a eventos extremos. A ausência de ações e investimento em órgãos como as defesas civis, condiciona o aumento da magnitude dos desastres que estão cada vez mais intensos e frequentes. Essa negligência sobre o tema expõe as cidades, comunidades e populações a eventos extremos cada vez mais intensos e frequentes, às quais estão suscetíveis e sem preparo para o enfrentamento e se tornam ainda mais vulneráveis devido à ausência de ações e políticas públicas. Com isso, é emergencial que gestores e candidatos a cargos públicos se comprometam a reduzir os riscos de desastres e atuem na mitigação e adaptação das comunidades a esses eventos. Mas será que a sociedade reconhece essa problemática?



Objetivo

O objetivo foi alertar sobre os desafios acerca dos desastres no Brasil que serão enfrentados pelo novo governo federal e recomendar especial atenção às ações de prevenção aos desastres.



Metodologia

Foram coletados dados do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2iD), a nível nacional, sobre a ocorrência de desastres no período de 2013 a 2022. Acerca do orçamento destinado ao CEMADEN e Defesas Civis, consultas no portal da transparência também foram realizadas para o mesmo período. Sobre os planos de governos apresentados pelos candidatos presidenciais, uma análise quanto ao uso das palavras “desastres”, “redução de riscos” e “defesas civis” foi conduzida, para avaliar as menções sobre o tema. Ademais, artigos e relatórios científicos sobre o tema abordado (desastres no Brasil) foram utilizados para embasar a discussão apresentada pelas autoras.



Descoberta

As defesas civis municipais se encontram em situação precária e os investimentos em ações de proteção e defesa civil diminuíram e não têm sido totalmente aplicados. Em 2020, do total do orçamento disponível, apenas 50% (US\$ 154 milhões) foi utilizado e em 2021 apenas 41% (US\$ 90 milhões). Considerando apenas a região Nordeste do Brasil, estima-se que US\$ 625 milhões foram perdidos com inundações e deslizamentos de terra em 2021. Os novos gestores públicos deverão rever o orçamento e sua aplicação para promover ações efetivas de redução de riscos aos desastres. No entanto, os planos de governo apresentados pelos candidatos à presidência do Brasil não abordam o tema “desastres”, “redução de riscos” e “defesas civis”.



Presente

A discussão apresentada trás um alerta para o/a próximo/a presidente do Brasil sobre a emergência de fortalecer os órgãos para enfrentamento aos desastres e a adoção de práticas e ações para redução dos riscos de desastres no país.



Futuro

Políticas que assegurem orçamentos mínimos e planos de ação para os órgãos que atuam em ações de prevenção a desastres no país, são fundamentais para garantir a atuação efetiva sobre a redução de risco de desastres no presente e futuro do Brasil.

INTE

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

GA

Este capítulo introduz a aplicação da inteligência artificial em análises ambientais e sensoriamento remoto. A combinação dessas áreas permite o desenvolvimento de soluções avançadas para o monitoramento e preservação do meio ambiente. A inteligência artificial possibilita a análise eficiente de grandes conjuntos de dados e a identificação de padrões e informações relevantes para a tomada de decisões. No contexto do sensoriamento remoto, a utilização de imagens de alta resolução espacial oferece detalhes cruciais para a compreensão e monitoramento dos recursos naturais. Essa integração promissora da inteligência artificial e do sensoriamento remoto abre caminho para avanços significativos na gestão ambiental e na conservação dos ecossistemas.

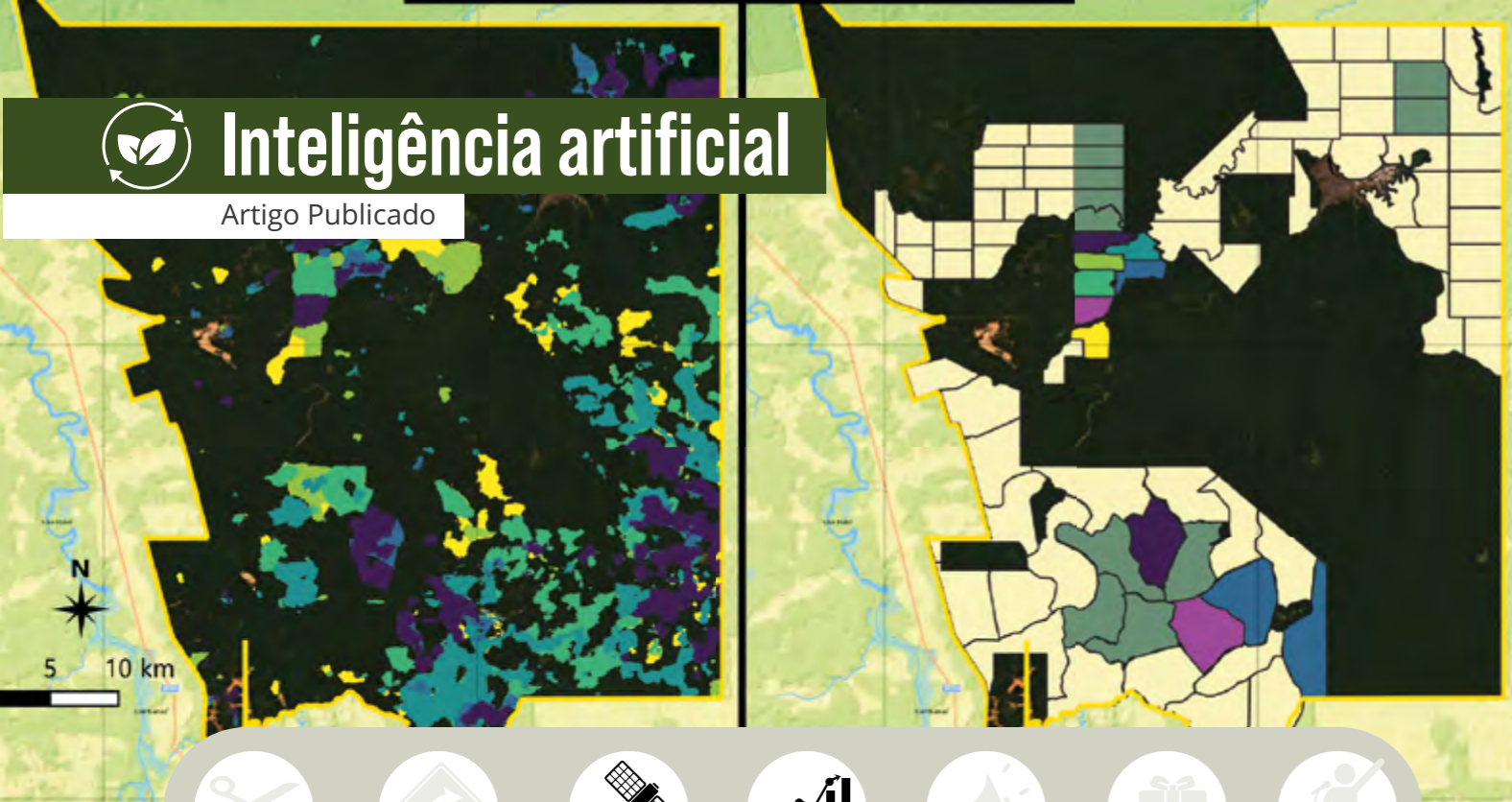
50

Mapeamento de exploração madeireira na Amazônia brasileira usando imagens de alta resolução espacial e inteligência artificial: estudo de caso na Floresta Nacional do Jamari



Inteligência artificial

Artigo Publicado



Mapeamento de exploração madeireira na Amazônia brasileira usando imagens de alta resolução espacial e inteligência artificial: estudo de caso na Floresta Nacional do Jamari

! Problema

Daniel Braga e Ricardo Dalagnol

A Amazônia é a maior floresta tropical do mundo e ainda assim é ameaçada incessantemente por processos como desmatamento e degradação florestal. Acreditamos que a área estimada de degradação florestal é subestimada, o que representa um problema para a aplicação de políticas públicas, fiscalização ambiental e quantificação de emissões de carbono. A partir dessa situação, mapear a degradação florestal buscando padrões de corte seletivo legal e ilegal com mais nitidez— realidade de muitas Florestas Nacionais (FLONAS) — se torna relevante. Embora haja iniciativas coerentes, não existem ainda produtos atualizados que mapeiem com exatidão os padrões de degradação florestal por corte seletivo, sendo esta a inovação trazida pelo acesso a imagens de alta resolução espacial.



Objetivo

Desenvolver e avaliar a precisão de um modelo de deep learning (inteligência artificial) voltado para a detecção da degradação florestal identificando padrões de exploração madeireira (corte seletivo) na Floresta Nacional do Jamari (FLONA do Jamari, Rondônia), utilizando imagens de alta resolução espacial Planet e a rede neural convolucional U-net.



Metodologia

Um modelo de deep learning foi treinado para mapear a degradação florestal por corte seletivo usando imagens Planet (resolução espacial média = 4,77 m) para a Floresta Nacional do Jamari, pertencente à Amazônia brasileira. A aquisição das imagens foi possibilitada pelo Norway's International Climate and Forest Initiative (NICFI). A amostragem foi realizada por meio da vetorização de polígonos de presença e ausência de feições de corte seletivo no software QGIS. A validação dos resultados gerados se deu através do cruzamento com um banco de dados criado para as Florestas Nacionais do Brasil, elaborado a partir de informações do Serviço Florestal Brasileiro. Posteriormente, o modelo foi avaliado estatisticamente para verificar sua precisão.



Descoberta

O modelo se mostrou promissor para identificar áreas de exploração madeireira por corte seletivo na Amazônia, detectando padrões como estradas florestais, pátios de estocagem de madeira e clareiras geradas pelo corte das árvores. O modelo detectou 513 km² com presença de corte seletivo entre 2015 e 2021 na FLONA do Jamari, com um nível preliminar de acerto de 67%. Esta área equivale a 23,31% da área total da FLONA. Desse percentual, 298 km² (58%) estavam dentro das Unidades de Manejo Florestal (UMFs), sendo os 42% restantes considerados como corte potencialmente ilegal. Destaca-se que o corte potencialmente ilegal na porção sudeste do limite da FLONA chama muita atenção e está atrelado a uma situação social delicada, envolvendo os assentamentos locais e invasão possivelmente não permitida do território da FLONA para exploração seletiva de madeira.



Presente

O modelo está em fase de aprimoramento e expansão da área de aplicação, embora os resultados preliminares tenham se apresentado bastante eficazes.



Futuro

Nosso objetivo futuro é desenvolver um modelo capaz de quantificar a intensidade da exploração de madeira, assim como a densidade de árvores por hectare e métricas relativas às alterações no balanço de carbono da área. Para isso, pretendemos integrar dados LiDAR aerotransportados e de campo no treinamento do modelo.

EQUIPE

QUEM SOMOS



ALBER SÁNCHEZ

Engenheiro em Cadastro e Agrimensor e Mestre em Ciências da Informação e Comunicação com Ênfase em Sistemas de Informação pela Universidad Distrital Francisco José de Caldas; Mestre em Geoinformática pela Westfälische Wilhelms-Universität Münster; PhD. em Ciência do Sistema Terrestre pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Especialista em Gerenciamento de Projetos, Infraestruturas de Dados Espaciais, Mudanças de Uso e Cobertura da Terra, e análise de grandes quantidades de dados de Observação da Terra. Atualmente trabalha na análise do desmatamento pela recorrência de fogo na floresta Amazônica.

E-mail: alber.ipia@inpe.br



ALINE PONTES LOPES

Engenheira florestal pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), mestre em ciências de florestas tropicais pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) e doutora em sensoriamento remoto pelo INPE. Tem ampla experiência na organização de levantamentos de campo e processamento de dados de sensoriamento remoto multitemporal ativo (LiDAR) e passivo (óptico) aplicados à ecologia de florestas tropicais. Atualmente é pesquisadora de pós-doutorado no INPE, onde desenvolve um projeto ligado ao Research Centre for Greenhouse Gas Innovation (RCGI), trabalhando na quantificação de emissões de gases de efeito estufa por incêndios florestais na Amazônia

E-mail: alinepopes@gmail.com



ANA CAROLINA M. PESSÔA

Pesquisadora do Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia - IPAM e pesquisadora colaboradora do TREES. Doutora em sensoriamento remoto pelo INPE, mestre em sensoriamento remoto também pelo INPE e bióloga pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Natural de Nova Friburgo, RJ. Tem como especialidade análises de efetividade de políticas públicas contra a degradação florestal, com foco no papel das áreas protegidas na mitigação de incêndios florestais na Amazônia. Mãe, amante da natureza e das cirandas!

E-mail: acmoreirapessoa@gmail.com



ANA LARISSA RIBEIRO DE FREITAS

Geógrafa pela UFC, mestre em Sensoriamento Remoto pelo INPE e pós-graduada em Ciência de Dados pela UNOPAR. Pesquisadora Colaboradora no Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais. Desenvolve pesquisa sobre os riscos de queimadas e incêndios florestais, integrando dados biofísicos, sociais e de gestão territorial. Atualmente está realizando a avaliação do modelo operacional de previsão sazonal da probabilidade do fogo e atua no engajamento com partes interessadas.

E-mail: alarisig@gmail.com



BEATRIZ FIGUEIREDO CABRAL

Engenheira Florestal pela UFLA e mestre em Ciências de Florestas Tropicais pelo INPA. Natural de Caxambu, MG. Tem experiência em: técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto para análise espaço-temporal do desmatamento e da degradação na Amazônia; estudos relacionados à regularização fundiária; e modelagem dinâmica espacial. Atualmente é colaboradora no Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden) e no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), atuando no mapeamento e na modelagem de cenários futuros para a exploração madeireira na Amazônia.

E-mail: beatriz.figueiredocabral@gmail.com



DÉBORA JOANA DUTRA

Mestre em análise e modelagem de sistemas ambientais pela UFMG e engenheira ambiental e sanitária pelo CEFET - MG. Colaborador no Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden), com foco em análises de mapeamento e modelagem de cenários futuros de queimadas e incêndios florestais na Amazônia. Natural de Belo Horizonte, MG. Especialidade: análises de séries temporais com foco em clima e uso do solo; aplicação de sensoriamento remoto para análise de seca em bacias hidrográficas; integração de dados de sensoriamento remoto e estatísticos; e estudos relacionados às mudanças climáticas e incêndios florestais.

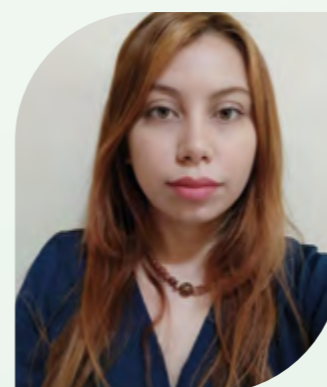
E-mail: ddutra.ambiental@gmail.com



DANIEL ALVES BRAGA

Licenciado em Geografia pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). Graduando em Geografia (Bacharelado) pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Cursando Técnico Subsequente em Geoprocessamento pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais (IFSULDEMINAS). Bolsista de Iniciação Científica (PIBIC) do CNPQ/INPE desde 2021, atuando nas áreas de mapeamento de degradação florestal na Amazônia, LiDAR e deep learning.

E-mail: danielalvezbraga@gmail.com



GLEICIANE DE O. PISMEL

Socióloga pela Universidade Federal do Acre, desde 2016 estuda as complexidades socioambientais da região MAP (Madre de Dios, Acre e Pando). Já desenvolveu estudos sobre sob a lente da sociologia do trabalho, interseccionalidades e impactos socioambientais no contexto amazônico. De 2020 a 2022 liderou estudo sobre a governança associada aos incêndios florestais na região MAP. Integra redes e grupos de pesquisa e ativismo dedicados à compreensão da coesão social e à incidência de desastres socioambientais na Amazônia. Natural do Acre, atualmente é mestranda do PPGS da Universidade Federal Fluminense.

E-mail: gleicianepismel@id.uff.br



GUILHERME MATAVELI

Pesquisador de pós-doutorado (FAPESP) na Divisão de Observação da Terra e Geoinformática do INPE. Mestre em sensoriamento remoto pelo INPE, PhD. em geografia física pela USP, geógrafo pela UNIFAL (MG). Natural de Poços de Caldas, MG. Especialidade: estimativa das emissões de gases traços e aerossóis associadas à queima de biomassa na América do Sul e mudanças de uso e cobertura da terra por meio de modelagem e sensoriamento remoto; análises de padrões espaciais e temporais do fogo no Brasil.

E-mail: guilherme.mataveli@inpe.br



HENRIQUE L. G. CASSOL

Engenheiro florestal pela UFSM/RS e mestre e doutor em sensoriamento remoto pela UFRGS/RS e INPE, respectivamente. Atualmente é pós-doutorando do Centro de Ciências do Sistema Terrestre (CCST/INPE), com intercâmbio na Universidade de Edimburgo, Escócia, com o objetivo de estudar, compreender e modelar os processos de emissões de gases de efeito estufa decorrentes de mudanças de uso e cobertura da terra e incêndios florestais no bioma Amazônia. É natural de Tapera, RS

E-mail: hlcassol@hotmail.com



ISADORA HADDAD

Gestora e Analista Ambiental pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), mestra e doutoranda em Sensoriamento Remoto pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), e atualmente integra o laboratório TREES. Bolsista da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) com um projeto ligado ao Research Centre for Greenhouse Gas Innovation (RCGI), desenvolve pesquisa acerca do provimento de serviços ecossistêmicos de regulação climática (precipitação, evapotranspiração, regulação térmica e carbono) na Amazônia brasileira, por ecossistemas florestais em crescimento secundário, a partir da integração de multisensores e técnicas de machine learning.

E-mail: isadora.rhaddad@gmail.com



LIANA O. ANDERSON

Bióloga pela UNICAMP, com mestrado em sensoriamento remoto pelo INPE, doutorado e pós-doutorado pela Universidade de Oxford, na Inglaterra. Atualmente é pesquisadora do Cemaden/MCTI, com interesses que incluem: monitoramento de florestas e gestão dos riscos e impactos associados a incêndios florestais e extremos climáticos nos ecossistemas e nas comunidades; tradução do conhecimento científico; ações de capacitação e transformações sociais por meio da ciência. Natural de São José dos Campos, SP.

E-mail: liana.anderson@cemaden.gov.br



LUIZ ARAGÃO

Doutor em sensoriamento remoto pelo INPE. Natural do Rio de Janeiro, formou mais de 50 estudantes brasileiros, que hoje atuam no Brasil e no exterior. Atua na área de inovação científica e tecnológica para a quantificação de emissões e remoções de carbono pelas florestas, utilizando dados de satélites e novos sensores remotos. É presidente do comitê científico do Programa de Grande Escala Biosfera-Atmosfera na Amazônia. Contribuiu com mais de 200 artigos científicos, incluindo estudos publicados em periódicos como Science e Nature.

E-mail: luiz.aragao@inpe.br



MARCUS V. F. SILVEIRA

Doutorando e mestre em sensoriamento remoto pelo INPE, Engenheiro Florestal pela UFV. Natural de Governador Valadares, MG. Tem experiência em: análises espaço-temporais de mudanças ambientais, com foco no desmatamento e fogo; relação entre desmatamento e o clima; integração de dados de sensoriamento remoto e dados estatísticos. Atualmente investiga os impactos climáticos do desmatamento na Amazônia e suas implicações para a sustentabilidade da agricultura.

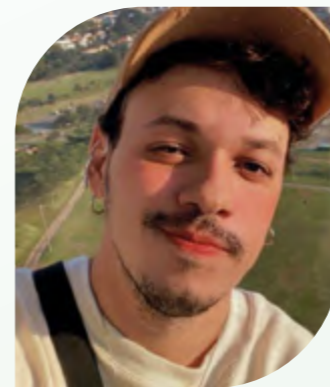
E-mail: marcus.silveira@inpe.br



MARIA LUCIA FERREIRA BARBOSA

Doutoranda em sensoriamento remoto pelo INPE, mestre em ciências ambientais e florestais pela UFRRJ, engenheira florestal pela UFRRJ. Natural de São Gonçalo, RJ. Interessada nas mudanças climáticas e seus efeitos na ocorrência de incêndios florestais no Brasil. Tem como foco entender os fatores determinantes do fogo no Brasil e como a probabilidade de fogo pode mudar no futuro. Seu objetivo principal é auxiliar a formulação de políticas públicas e a tomada de decisão no que se refere ao fogo no Brasil.

E-mail: malucsp@gmail.com



PAULO HENRIQUE ALVES LEÃO

Engenheiro florestal formado pela UEMASUL (2018) e mestre em Agricultura e Ambiente pela UEMA (2022). Atualmente trabalha como pesquisador assistente no CEMADEN participando do projeto MAPFire Maranhão, onde tem por objetivo o mapeamento da biomassa acima do solo, além de criar a plataforma online para a visualização das informações sobre queimadas, desmatamento, acúmulo de combustível, e emissão e remoção de CO₂. Natural do Maranhão e com uma paixão por artes visuais, sente-se entusiasmado em contribuir para a proteção e preservação dos recursos naturais, aplicando seus conhecimentos e suas habilidades artísticas para transmitir informações valiosas sobre o impacto humano no meio ambiente.

E-mail: henri.leaos@gmail.com



RICARDO DALAGNOL

Engenheiro Ambiental (2011), Mestre (2014) e Doutor (2020) em Sensoriamento Remoto pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE/Brasil). Tem experiência com diversas aplicações na área de Biogeociências, com foco em ecologia tropical, conservação da natureza e monitoramento ambiental na floresta amazônica. Ele é especialista em conduzir pesquisas quantitativas usando tipos avançados de dados, como dados LIDAR aerotransportados e ópticos de satélite de alta resolução, bem como métodos como redes neurais convolucionais de aprendizado profundo. Atualmente trabalha como pesquisador postdoc na Universidade da Califórnia Los Angeles (UCLA), investigando o mapeamento de degradação florestal com deep learning.

E-mail: ricds@hotmail.com



THAÍS PEREIRA DE MEDEIROS

Geógrafa graduada pela Universidade Estadual Paulista (UNESP, Rio Claro) nas modalidades Licenciatura Plena e Bacharel com ênfase em análise ambiental e geoprocessamento. Mestra e Doutoranda em Sensoriamento Remoto pelo INPE. Natural de Caçapava, SP. Tem experiência na aplicação de técnicas e ferramentas de geoprocessamento, sensoriamento remoto e aprendizado de máquina para o entendimento das dinâmicas da vegetação. Tem interesse no estudo da ocorrência do fogo nos biomas brasileiros e sua relação com mudanças da paisagem.

E-mail: thais.pereira@inpe.br

CRÉDITOS

Capa



Para criar a capa do anuário deste ano, mergulhei na vanguarda da tecnologia, utilizando a versão beta da inteligência artificial do Photoshop. Inspirado pelo estilo pós-impressionista de Vincent van Gogh, combinei o poder da inteligência artificial para recriar o estilo de cores e as pinceladas ousadas do artista, tendo como base imagens do topo de florestas tropicais e replicando o padrão natural do crescimento vegetal. O resultado é uma capa que encapsula a essência e a beleza da floresta de maneira única, uma fusão de arte clássica e modernidade que espero que todos apreciem como uma homenagem ao nosso maior tesouro: as florestas.

Paulo Henrique A. Leão

Créditos fotográficos

Pag 10 - Rogério Florentino
Pag 12 - Liana O. Anderson
Pag 14 - Ana Carolina M. Pessôa
Pag 16 - Paulo Henrique A. Leão (IA Photoshop)
Pag 18 - Paulo Henrique A. Leão (IA Photoshop)
Pag 20 - Paulo Henrique A. Leão (IA Photoshop)
Pag 22 - Paulo Henrique A. Leão (IA Photoshop)
Pag 24 - Liana O. Anderson
Pag 28 - Paulo Henrique A. Leão (IA Photoshop)
Pag 30 - sterlitepower.com
Pag 32 - Guilherme Mataveli
Pag 34 - Paulo Henrique A. Leão (IA Photoshop)
Pag 36 - Beatriz Cabral
Pag 40 - Luciana Gatti
Pag 42 - Paulo Henrique A. Leão (IA Photoshop)
Pag 46 - Paulo Henrique A. Leão (IA Photoshop)
Pag 50 - Daniel Braga

Pag 17 - Thaís Medeiros
Pag 19 - Ana Larissa Ribeiro de Freitas
Pag 21 - Paulo Henrique Alves Leão
Pag 23 - Gleiciane de O. Pismel
Pag 25 - RAS - Rede Amazônia Sustentável (RAS)
Pag 29 - Débora Dutra
Pag 31 - Daniel Braga
Pag 35 - Alber Sánchez
Pag 43 - Aline Pontes-Lopes