

Amazônia



ANO 19
NÚMERO 147
NOVEMBRO/2025



CRISE INVISÍVEL DA AMAZÔNIA
A HUMANIDADE RUMO
“AO CAOS CLIMÁTICO”
NATUREZA ON MAPEIA ÁREAS DE RISCO



ines249

Ouv
SUS 136
Ouvidoria-Geral do SUS



DOAÇÃO DE ÓRGÃOS.

Você diz sim, o Brasil inteiro agradece.

**Converse com sua família
e seja um doador.**



RITA DE KÁSSIA

Autorizou a doação
dos órgãos do filho

Faltam
palavras,
sobra
gratidão.

Saiba mais em
gov.br/doeorgaos

GOVERNO DO BRASIL
**DO LADO
DO POVO
BRASILEIRO**

Agora tem
ESPECIALISTAS
Da consulta ao tratamento

SUS
35 ANOS

MINISTÉRIO DA
SAÚDE

GOVERNO DO
BRASIL
DO LADO DO POVO BRASILEIRO

#AGROPALMANACOP30

Somos a mudança que queremos ver no mundo

E estamos certos de que o futuro
que desejamos nós fazemos hoje, juntos.

COM NOSSA NOVA USINA DE BIODIESEL EM BELÉM, ESTIMULAMOS A TRANSIÇÃO ENERGÉTICA E A ECONOMIA REGIONAL

Mais de 340 pessoas empregadas e menos 39 mil toneladas de CO₂ despejadas na atmosfera por ano – essas são apenas algumas das contribuições da retomada da nossa produção de biodiesel. Primeira no estado a produzir o biocombustível a partir de uma reação 100% enzimática, uma tecnologia inovadora e menos agressiva para o meio ambiente, a usina tem como prioridade atender à demanda da região. Como uma empresa paraense, que atua na Amazônia e tem operações na cidade-sede da COP30, fazemos questão de reafirmar nosso compromisso com o desenvolvimento sustentável e, assim, demonstrar que é possível criar valor sem destruir.

Tatiane Almeida Bastos
Supervisora de Processo Industrial na Usina
de Biodiesel da Agropalma, em Belém (PA)



www.agropalma.com.br



EXPEDIENTE

PUBLICAÇÃO

Editora Círios SS LTDA
ISSN 1677-7158
CNPJ 03.890.275/0001-36
Rua Timbiras, 1572-A
Fone: (91) 3083-0973
Fone/Fax: (91) 3223-0799
Cel: (91) 9985-7000
CEP: 66033-800
Belém-Pará-Brasil



EDITORA CÍRIOS

DIRETOR

Rodrigo Barbosa Hühn
pauta@revistaamazonia.com.br

PRODUTOR E EDITOR

Ronaldo Gilberto Hühn
amazonia@revistaamazonia.com.br

COMERCIAL

Alberto Rocha, Rodrigo B. Hühn
comercial@revistaamazonia.com.br

ARTICULISTAS/COLABORADORES

Agência Brasil, Agência Espacial Europeia, AmazonFace, Constantin Zohner, Evan Gora, Global Change Biology, Hamish Clarke, Ian James, Instituto Cary de Estudos Ecosistêmicos, Instituto da Terra da Universidade de Columbia, Krystal Kasal, Phys.org, Rebecca Fowler, Ronaldo G. Hühn, Sarah Harris, Science, Universidade de Melbourne, Universidade Estadual do Colorado, Universidade Técnica de Munique;

FOTOGRAFIAS

Agência Brasil, Audiovisual G20, Biogeosciences, Bourgoin et al., 2025, Centro Comum de Pesquisa da Comissão Europeia, Charles Ver Straeten, Chinadaily.com.cn, Constantin Zohner, Crowther Lab, CSU, Denis Onyodi / IFRC/DRK/Climate Centre/flickr (CC BY-NC 2.0), Departamento de Energia dos EUA, Divulgação, Earth Institute da Universidade de Columbia, ECMWF, Environmental Research Letters (2025), Earth System Science Data (2025), ESA, ETH Zurich, Evan Gora, Global Change Biology IISD/ENB/Anastasia Rodopoulou - IUCN World Congress, IISD/ENB/ Angeles Estrada Vigil - IUCN World Congress, IMAGO / Spotlight Royal, INPA, Instituto Cary de Estudos Ecosistêmicos, Instituto Centro de Vida, IPCC, INPA, iStockphoto.com / Leonid Andronov, João M. Rosa/AmazonFACE, Josh Burkinshaw, Joédson Alves/Agência Brasil, Katie Nigro, Kristen Pelz/USDA Forest Service, Maria Clara Ferreira Guimarães/Unicamp, Marinha do Brasil, Marilzida Cruppe / Greenpeace, Matt Palmer/Unsplash, NASA Worldview, NASA/JPL-Caltech, Nature, New Phytologist, Nolan Zunk, NYSM, OMM / Vanessa Mazarese, OMM / Xuan NG, Pixabay/CCO Dominio Público, Rawpixel.com / shutterstock, Science (2025), Shutterstock, Tarcisio Schneider / shutterstock, The Conversation, Thomas Crowther, UNFCCC, Universidade de Melbourne, Universidade Estadual do Colorado, Universidade Técnica de Munique, Unsplash, Unsplash/CCO Dominio Público, Unsplash/ Gitterwinter, Vinicius Silguero, Yibiao Zou, WRI, WWA;

EDITORAÇÃO ELETRÔNICA

Editora Círios SS LTDA

DESKTOP

Rodolph Pyle

Para receber edições da Revista Amazonia gratuitamente é só entrar no grupo www.bit.ly/Amazonia-Assinatura ou aponte para o QR Code



NOSSA CAPA

As florestas cobrem 31% da superfície terrestre do planeta e são cruciais para o bem-estar planetário. Elas ajudam a mitigar as mudanças climáticas e abrigam a maior parte da biodiversidade terrestre do planeta. Elas melhoram a qualidade do solo, do ar e da água, serviços que corremos o risco de perder devido ao desmatamento, à degradação florestal e a outras ameaças. Mais de 1,6 bilhão de pessoas em todo o mundo dependem diretamente das florestas para alimentação, abrigo, energia, medicamentos e renda. Salve a COP30 - A COP da Floresta! Foto: Anzeletti/iStock, na 20ª Sessão do UNFF



ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE EDITORES DE ATUALIDADE



ORGANIZAÇÃO PARCEIRA PELO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Portal Amazônia
www.revistaamazonia.com.br



CONGRESSO MUNDIAL DE CONSERVAÇÃO DA IUCN 2025

O mundo vive um momento decisivo, faltando apenas cinco anos para atingir as metas globais de clima, biodiversidade e desenvolvimento sustentável. O Congresso Mundial de Conservação (CMI) de 2025 da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN) busca despertar a determinação necessária para alcançar uma vitória duradoura para a natureza e as pessoas na corrida rumo à linha de chegada de 2030. O dia de abertura do CMI da IUCN em Abu Dhabi...



CRISE INVISÍVEL DA AMAZÔNIA

Perturbações da Floresta Tropical Úmida (TMF) Pan-Amazônica (2001-2024), incluindo desmatamento (cinza escuro), degradação em pequena escala (laranja) e degradação em grande escala (vermelho escuro) da TMF. A área de floresta queimada (linha vermelha) representa anomalias térmicas do GWIS sobrepostas à degradação histórica da TMF e perturbações da TMF de 2023-2024, onde o GWIS detectou o incêndio no mesmo ano ou no ano anterior. Mapa da Flores-ta Tropical Úmida: degradação florestal da TMF...



AMAZONFACE: TORRES GIGANTES PARA PREVER REAÇÃO DA AMAZÔNIA AO AUMENTO DE CO2

A característica central do programa é um experimento de campo de alcance sem precedentes que irá expor uma área da floresta madura na Amazônia a uma concentração de CO2 prevista para o futuro, em uma estação de pesquisa perto de Manaus, Brasil, usando a tecnologia "FreeAir CO2 Enrichment" (FACE). Um maior conhecimento sobre o funcionamento da maior floresta tropical do mundo à luz das mudanças climáticas e o uso desse conhecimento para orientar...



CONGRESSO DA OMM ENDOSSA ALERTA PRECOCE PARA SALVAR VIDAS

Esperamos que esta reunião em Genebra marque um ponto de virada: um compromisso global para garantir que cada alerta emitido seja uma oportunidade para salvar vidas e construir esperança. Que cada alerta emitido seja um compromisso renovado com a vida, a solidariedade e o futuro da humanidade", disse Sua Excelência Daniel Francisco Chapo, Presidente da República de Moçambique. Moçambique reduziu o número de mortos e as perdas econômicas...



PLATAFORMA MAPEIA ÁREAS DE RISCO CLIMÁTICO NO BRASIL

A ferramenta, chamada Plataforma Natureza ON, será apresentada oficialmente durante a 30ª Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança Climática (COP30), que será realizada em novembro na cidade amazônica de Belém. Seu lançamento está previsto para 11 de novembro, durante o painel "Dados, inteligência artificial e novas tecnologias aliadas à ação climática". Desenvolvida com a tecnologia Google Cloud, a plataforma



PARQUE DE BIOECONOMIA NO PARÁ TRANSFORMA FLORESTA EM INOVAÇÃO

O Parque de Bioeconomia e Inovação da Amazônia, concebido e entregue pelo Governo do Estado do Pará, emerge como o primeiro de seu tipo no mundo para explorar o potencial da floresta viva como fonte de conhecimento, renda e transformação social. Instalado nos Armazéns 5 e 6 do Complexo Porto Futuro, o empreendimento reúne ciência de ponta, tecnologia e saberes tradicionais em uma estrutura...

MAIS CONTEÚDO

[06] A humanidade rumo ao "caos climático" [10] Congresso Mundial de Conservação da IUCN 2025 [14] Relatório da Convenção do Clima da ONU 2025(UNFCCC) [16] Crise invisível da Amazônia [19] AmazonFace: Torres gigantes para prever reação da Amazônia ao aumento de CO2 [22] Aumento recorde de CO2 mostra que a Amazônia está vacilando [25] A fragmentação aumentou em mais de metade das florestas globais entre 2000 e 2020 [28] Congresso da OMM endossa alerta precoce para salvar vidas [31] As mudanças climáticas estão transformando incêndios florestais globais em monstros [34] Plataforma mapeia áreas de risco climático no Brasil [36] A floresta com árvores de 385 milhões de anos [38] 320 milhões de árvores são mortas por raios a cada ano [41] Algumas árvores tropicais se beneficiam ao serem atingidas por raios [44] Impacto da seca extrema nos ecossistemas globais de pastagens e arbustais [48] Florestas amazônicas queimadas permanecem quentes e estressadas por décadas [52] As árvores podem precisar da nossa ajuda para sobreviver às alterações climáticas [56] Parque de Bioeconomia no Pará transforma floresta em inovação [59] Turfeiras [62] Conversão de luz solar em água doce sem energia externa [64] Desestabilização dos elementos de inflexão do sistema terrestre



A ENERGIA
QUE CONECTA
A RAFAELA À
UNIVERSIDADE
É PRODUZIDA
UTILIZANDO
MINERAIS.

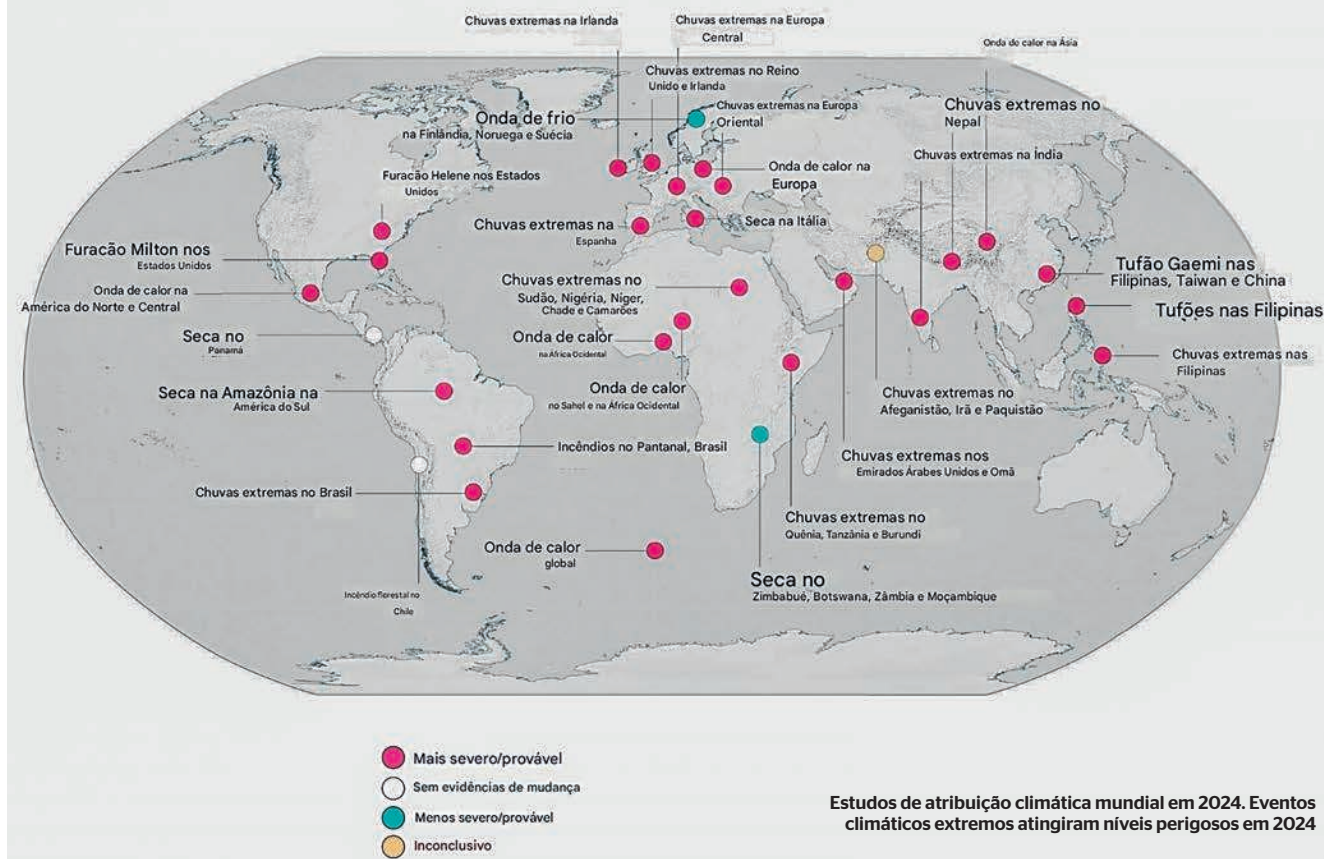
MINERAIS.

PRESENTES NO QUE
VOCÊ IMAGINAR.

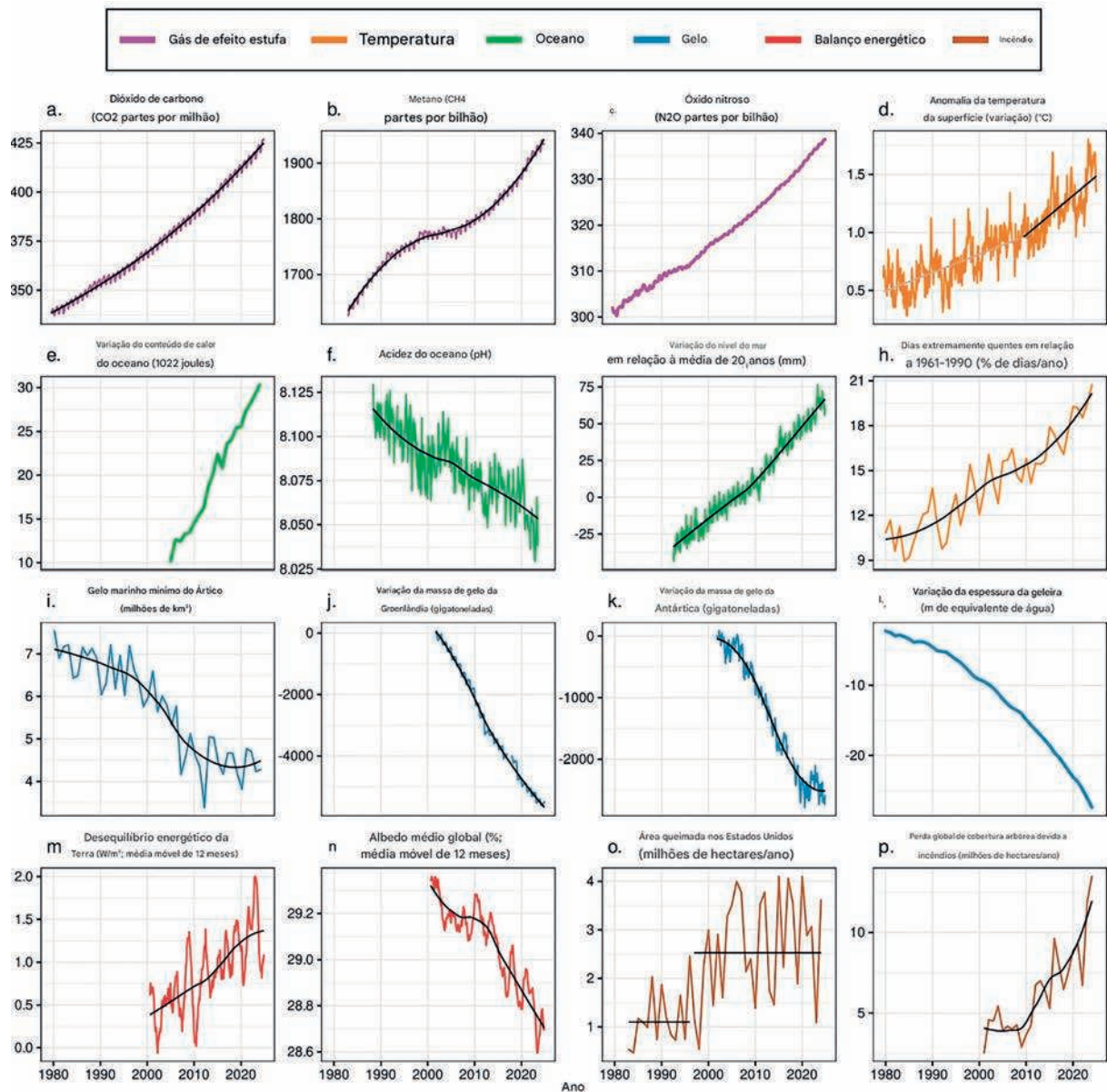
Os minerais como o cobre, ferro, silício, lítio, nióbio, bauxita, terras raras e mais, são as matérias-primas que contribuem com a descarbonização. Com eles, é possível a utilização de energias renováveis, gerando desenvolvimento e criando soluções sustentáveis que protegem o meio ambiente. É com essa energia que a Rafaela pode estudar, se conectar com o mundo e construir o futuro.

 **por** *lan James

Estudos de Atribuição do Clima Mundial 2024



Em 2024, eventos climáticos extremos e desastres devastadores, incluindo ondas de calor, tempestades, inundações e incêndios florestais



Pressão humana em turfeiras globais, visualizada aqui usando um limite de fração de turfa de 5% no mapa Peat-ML. Pressão humana medida usando o Índice de Impacto Humano, discretizado em categorias baixa (< 400), média (400-700) e alta (> 700).

Para a anomalia da temperatura da superfície (d), as estimativas baseadas em um modelo de regressão linear segmentada são mostradas em cinza (antes de 2010) e preto (a partir de 2010). Para a área queimada (o), as linhas horizontais pretas mostram as estimativas do modelo de ponto de mudança, que indicam

mudanças abruptas. Para outras variáveis com variabilidade relativamente alta, as linhas de tendência de regressão local são mostradas em preto. As variáveis foram medidas em várias frequências (por exemplo, anual, mensal, semanal). Os rótulos no eixo x correspondem aos pontos médios dos anos

“Os sinais vitais do planeta estão em alerta máximo”, escreveram os cientistas em seu relatório anual sobre o estado do clima. “A janela de oportunidade para evitar os piores desfechos está se fechando rapidamente”.

Alguns dos “sinais vitais” mais alarmantes da Terra, segundo os pesquisado-

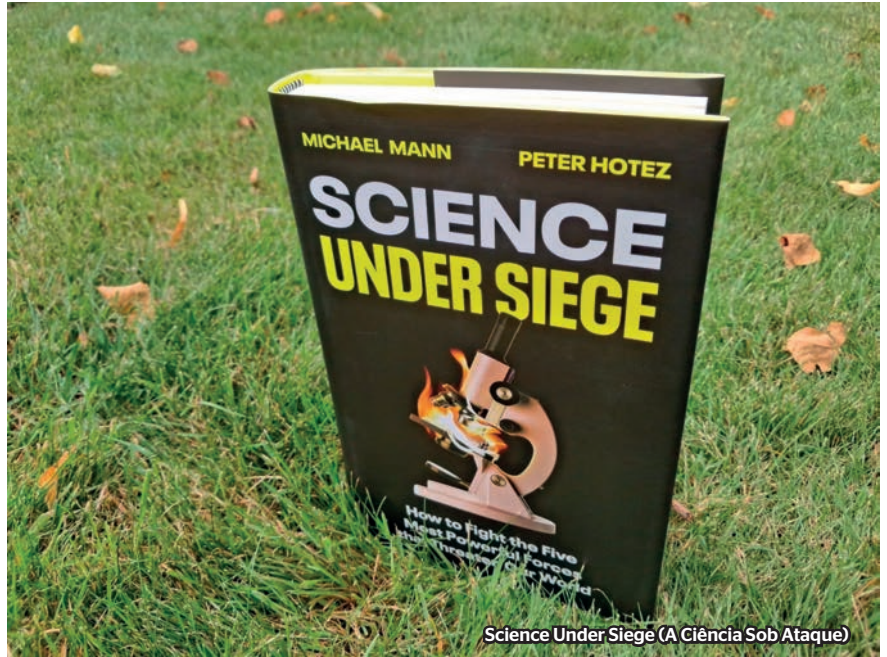
res, incluem o calor recorde nos oceanos, que está devastando os recifes de coral, o rápido derretimento das calotas polares e o aumento das perdas de florestas queimadas em incêndios ao redor do mundo. Eles afirmaram que a extrema intensidade do furacão Melissa nesta semana é mais um sinal de como as mudanças cli-

máticas estão ameaçando vidas e comunidades em uma escala sem precedentes. “A crise climática atingiu um estágio realmente perigoso”, disse William Ripple, coautor principal do relatório e professor da Universidade Estadual do Oregon. “É vital que limitemos o aquecimento futuro o mais rápido possível”.

Ainda há tempo para limitar os danos, disse Ripple. Isso significa mudar para eletricidade produzida de forma limpa, transporte limpo, menos gado de corte e leiteiro e outras fontes de gases nocivos. Essas transições estão acontecendo em alguns lugares, embora não com a rapidez necessária.

Por exemplo, o uso de combustíveis fósseis na verdade caiu na China no primeiro semestre deste ano, uma mudança notável para um país que continua sendo o maior poluidor climático do mundo. A energia renovável está sendo instalada em um ritmo acelerado por lá, superando em muito as instalações no resto do mundo. E na Califórnia, a energia limpa forneceu dois terços da eletricidade em 2023.

No entanto, o uso total de combustíveis fósseis aumentou 1,5% em 2024, disseram os pesquisadores, citando dados do Instituto de Energia. As emissões de dióxido de carbono e outros gases que aquecem o planeta, relacionadas à energia, também atingiram um recorde histórico — exatamente o oposto do que precisa acontecer para combater as mudanças climáticas. O relatório observa que as temperaturas mais elevadas estão contribuindo para o aumento da demanda por eletricidade.

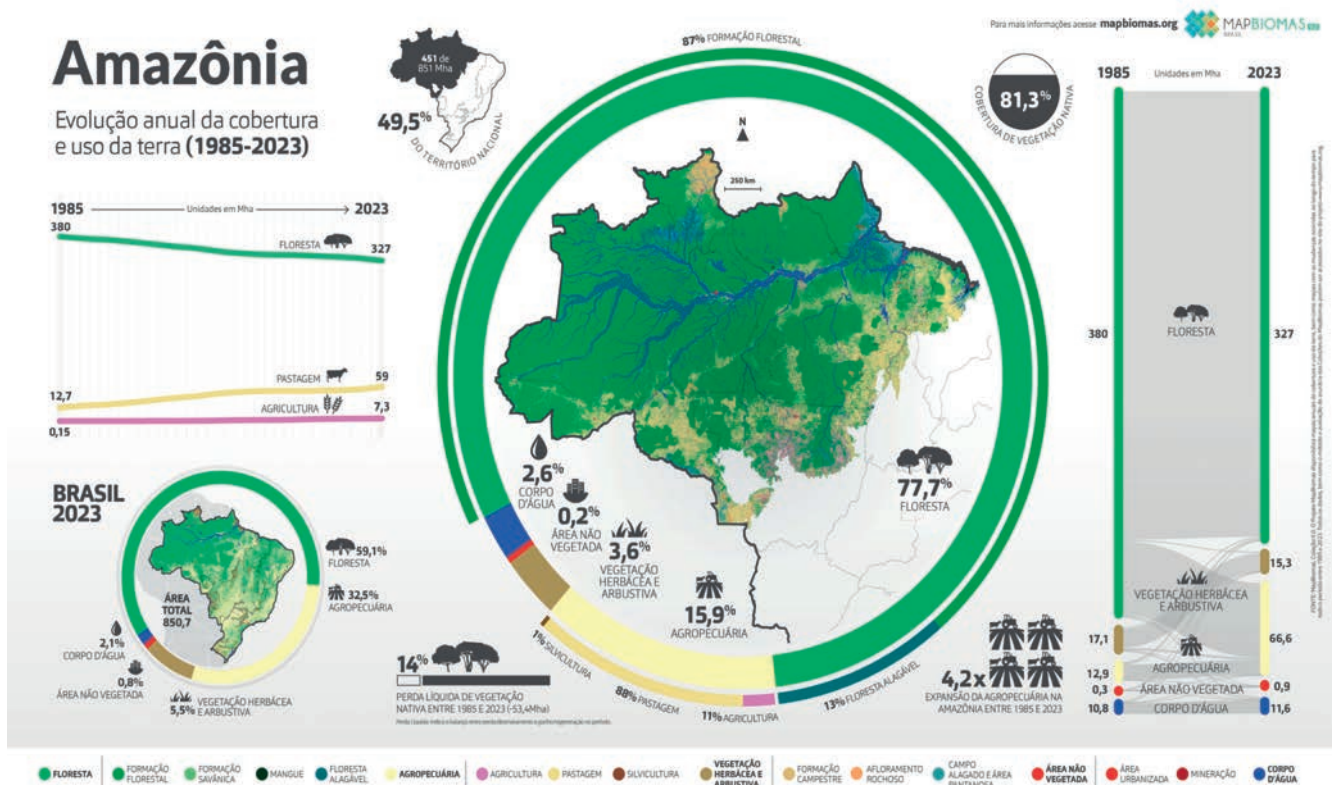


“Evitar cada fração de grau de aquecimento é crucial”, escreveram os cientistas. “Estamos entrando em um período em que somente ações ousadas e coordenadas podem evitar consequências catastróficas”.

O relatório, publicado na BioScience, é a sexta avaliação anual que Ripple e

seus colegas compilam desde que escreveram um artigo em 2020 declarando uma emergência climática — uma declaração que mais de 15.800 cientistas assinaram em apoio.

Os cientistas afirmaram que o ritmo atual do aquecimento aumenta consideravelmente os riscos de ultrapassarmos



A COP30, em Belém-Pará, Amazônia, no Brasil, em novembro, poderá ser um ponto de virada se os países se comprometerem com mudanças ousadas e transformadoras, disse William Ripple.

pontos de inflexão climáticos perigosos, incluindo ciclos viciosos como o colapso das calotas polares, o degelo do permafrost rico em carbono e a morte generalizada de florestas.

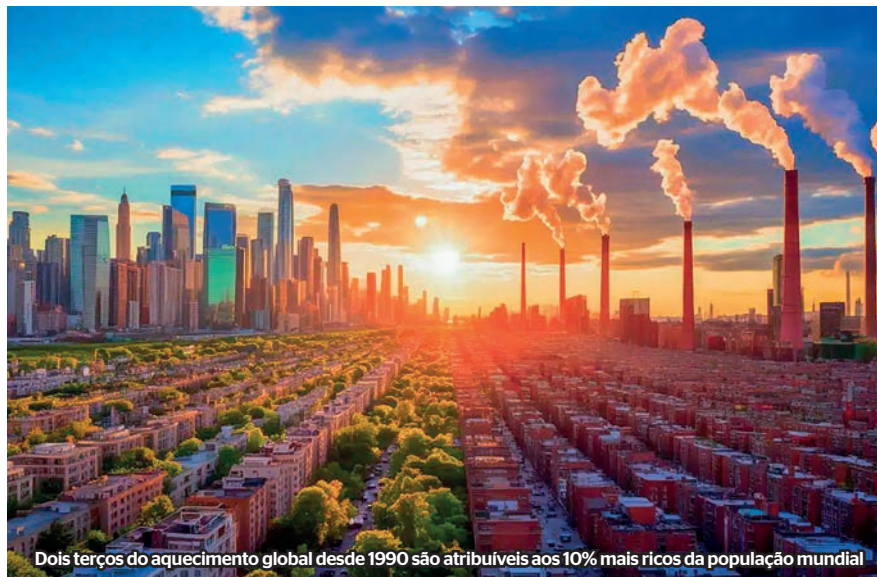
Ripple e seus colegas enfatizaram que a adoção de soluções agora para reduzir as emissões pode trazer benefícios rapidamente e que essas soluções serão muito menos dispendiosas do que lidar com as consequências das mudanças climáticas descontroladas.

Os esforços do presidente Donald Trump e de sua administração para impulsionar a produção de petróleo, gás e carvão ameaçam seriamente desacelerar a transição para energia limpa, afirmou Michael Mann, cientista climático e professor da Universidade da Pensilvânia.

Ele e o coautor Peter Hotez argumentam no livro recente “Science Under Siege” (A Ciência Sob Ataque) que outras nações devem assumir uma liderança maior agora que os EUA e outros governos que promovem o petróleo estão trabalhando para bloquear ações contra as mudanças climáticas.

Outros cientistas que ajudaram a redigir o relatório afirmaram que o governo Trump está ignorando ameaças como a elevação do nível do mar, o agravamento das secas e dos incêndios florestais e a diminuição da produção agrícola.

“É um escândalo que os EUA estejam recuando em qualquer esforço para enfrentar os desafios ambientais”, disse Peter Gleick, cofundador e pesquisador sênior do Pacific Institute, um think tank em Oakland. “O resto do mundo deveria ignorar os esforços dos EUA para atrasar o progresso nesses problemas... e tenho esperança de que outros países conti-



nem a intensificar seus esforços.”

A próxima conferência climática das Nações Unidas, em Belém-Pará, Amazônia, no Brasil, em novembro, poderá ser um ponto de virada se os países se comprometerem com mudanças ousadas e transformadoras, disse Ripple.

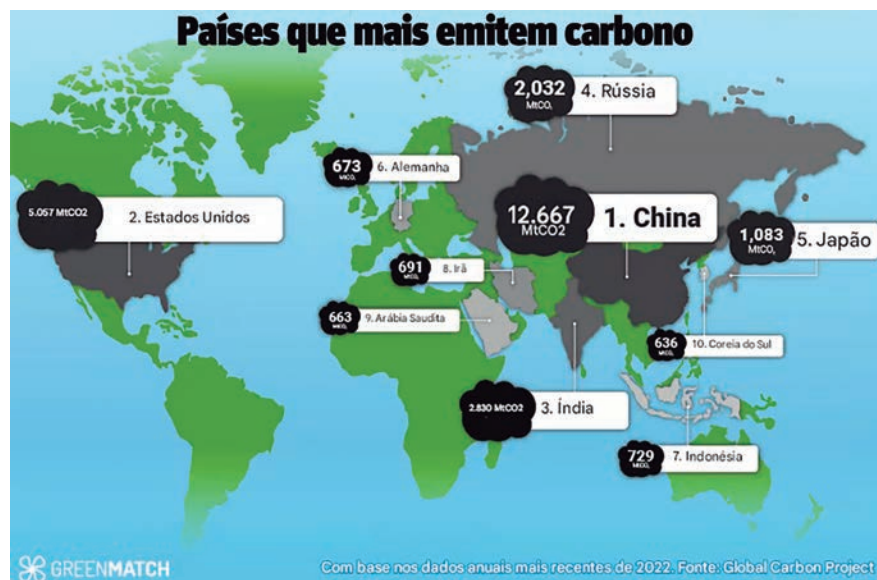
As soluções devem envolver não apenas a eliminação gradual dos combustíveis fósseis, disseram os cientistas, mas também o enfrentamento do fato de que as pessoas estão consumindo recursos mais rapidamente do que a natureza consegue repô-los. Os pesquisadores, observaram eles, estimaram que dois terços do aquecimento desde 1990 são atribuíveis aos 10% mais ricos da população mundial devido a “estilos de vida de alto consumo, alto uso per capita de combustíveis fósseis e investimentos”.

Os cientistas pediram mudanças, in-

cluindo a “redução do consumo excessivo” entre os ricos, a proteção e restauração dos ecossistemas e a transição de dietas ricas em carne para alimentos de origem vegetal. “Não se trata apenas de reduzir as emissões. Lidar com as mudanças climáticas exige mais”, disse Ripple. “Exige uma mudança profunda e sistêmica na forma como as sociedades valorizam a natureza, estruturam suas economias, consomem recursos e definem o progresso

Em outro estudo inovador, pesquisadores estabeleceram uma ligação direta entre a pegada de carbono dos indivíduos mais ricos e os impactos climáticos tangíveis. De acordo com Sarah Schoengart, autora principal e cientista da ETH Zurich, esta pesquisa representa uma mudança de paradigma, passando da mera contabilização das emissões de carbono para a responsabilização dos indivíduos pelas consequências climáticas de seus atos. O 1% mais rico, por exemplo, contribui 26 vezes mais para ondas de calor que ocorrem uma vez a cada século e 17 vezes mais para secas na Amazônia, em comparação com a média global.

O estudo destaca que as emissões dos 10% mais ricos em países como a China e os Estados Unidos aumentaram significativamente a frequência de eventos de calor extremo. Esses países, sozinhos, são responsáveis por quase metade da poluição global de carbono, o que ressalta a necessidade crucial de ações climáticas direcionadas. Ao rastrear as emissões de diferentes grupos de renda globais, os pesquisadores forneceram uma visão mais clara de como a concentração de riqueza agrava os riscos climáticos.



Congresso Mundial de Conservação da IUCN 2025

O maior encontro de conservação do mundo teve como objetivo moldar diálogos, decisões e iniciativas que trarão resultados transformadores para a natureza e as pessoas

Fotos: IISD/ENB | Anastasia Rodopoulou e Angeles Estrada Vigil - IUCN World Congress

O mundo vive um momento decisivo, faltando apenas cinco anos para atingir as metas globais de clima, biodiversidade e desenvolvimento sustentável. O Congresso Mundial de Conservação (CMI) de 2025 da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN) busca despertar a determinação necessária para alcançar uma vitória duradoura para a natureza e as pessoas na corrida rumo à linha de chegada de 2030.

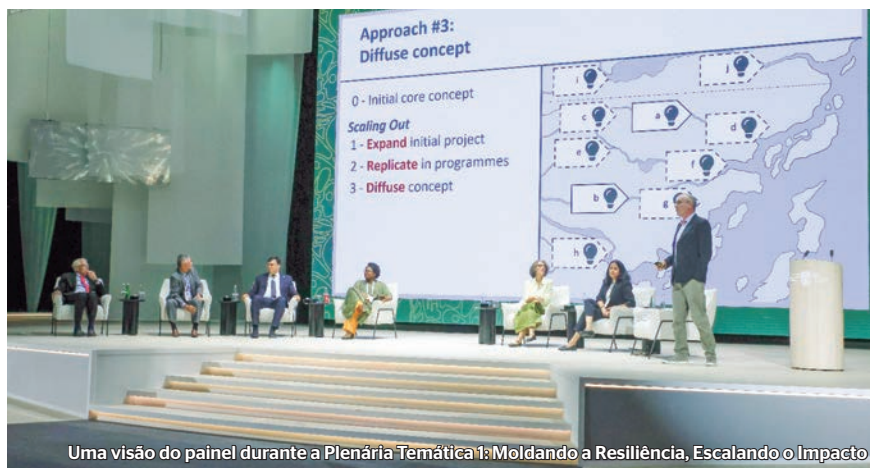
O dia de abertura do CMI da IUCN em Abu Dhabi estabeleceu um tom poderoso de unidade, urgência e esperança. Delegados de todo o mundo se reuniram sob o tema “Revitalizando a governança global para a natureza e as pessoas”, que repercutiu durante toda a cerimônia de abertura em apresentações, discursos e um diálogo de alto nível.

Plenárias Temáticas

A plenária sobre como moldar a resiliência e dimensionar o impacto explorou maneiras práticas de ampliar os esforços de conservação globalmente. Os palestrantes destacaram a necessidade de financiamento de longo prazo, planejamento estratégico e condições favoráveis. Eles também refletiram sobre abordagens eficazes, como vincular



Durante a cerimônia de abertura Congresso Mundial de Conservação (CMI) de 2025, da IUCN



Uma visão do painel durante a Plenária Temática 1: Moldando a Resiliência, Escalando o Impacto

a produção à proteção, investir nas pessoas e mudanças culturais. A plenária sobre tudo, em todos os lugares, tudo ao mesmo tempo abordou os riscos de superação climática, que exigem ações urgentes e coordenadas, além de soluções justas para limitar o aquecimento global a 1,5°C. Os painelistas destacaram estratégias-chave, incluindo a rápida eliminação dos combustíveis fósseis, a conservação liderada por povos indígenas e o reforço do financiamento para adaptação. Eles também destacaram o papel do alívio da dívida para apoiar os países em desenvolvimento.



Uma visão do painel durante a Plenária Temática 2: Tudo, em todos os lugares, tudo ao mesmo tempo - Enfrentando os riscos de superação climática

Durante a plenária sobre como impulsionar a equidade e repensar a conservação inclusiva, os participantes se concentraram em maneiras de garantir a tomada de decisões inclusivas em conservação por meio, entre outros, do engajamento de múltiplas partes interessadas e de abordagens baseadas em direitos. A sessão destacou a necessidade de fechar a lacuna de financiamento da biodiversidade e investir em soluções locais, regionais e lideradas por povos indígenas para garantir resultados de conservação duradouros e equitativos.

A plenária sobre um futuro positivo para a natureza: transformar promessas em investimentos centrou-se no papel



Durante a Plenária Temática 3: Impulsionando a Equidade, Repensando a Conservação Inclusiva



Uma visão do painel durante a Plenária Temática 4: Futuro Positivo para a Natureza - Transformando Promessas em Investimentos

de investimentos direcionados em ativos naturais, como o ecoturismo, para gerar benefícios para as comunidades locais. A necessidade de financiamento inovador, como financiamento combinado e modelos de investimento escaláveis, surgiu como um consenso.

A plenária sobre inovação inclusiva e liderança ousada destacou abordagens para inovação disruptiva e liderança para conservação por meio de, entre outras, abordagens de baixo para cima, parcerias público-privadas, iniciativas lideradas pela comunidade e apoio a inovadores subfinanciados.

O dia terminou com uma recepção oficial de boas-vindas oferecida pelos Emirados Árabes Unidos.

O Diálogo “ A Natureza é um Negócio

de Todos” marcou a abertura da Cúpula Empresarial do Congresso da IUCN, realizada paralelamente às sessões do Fórum. Os palestrantes se concentraram na mobilização de recursos financeiros para a biodiversidade e a resiliência da natureza. Eles ressaltaram que as empresas dependem de ecossistemas saudáveis e enfatizaram que investir na natureza protege seus empreendimentos.

O Diálogo “Salvaguardando a Vida” reuniu líderes de diferentes áreas de políticas de conservação e enfatizou o papel dos direitos e conhecimentos indígenas na conservação da biodiversidade. Também ressaltou a responsabilidade do setor de mineração e a importância de uma visão holística para enfrentar os desafios ambientais. Os participantes refletiram sobre a atual reação às políticas ambientais, tanto na esfera privada quanto na pública.

Um Tributo a Jane Goodall reuniu a comunidade conservacionista para comemorar a vida e o legado da primatologista pioneira. À noite, em um evento de alto nível, os delegados lançaram



Aplicando o Padrão Global da IUCN para Soluções Baseadas na Natureza™

21 estudos de caso ao redor do mundo

Emmanuelle Cohen-Shacham, Edna Cabecinha, and Angela Andrade (Editors)



o Padrão Global da IUCN atualizado para Soluções Baseadas na Natureza, uma versão revisada e aprimorada de

um dos principais produtos de conhecimento da União. Angela Andrade, presidente da Comissão de Gestão de Ecossistemas da IUCN, destacou as várias inovações, entre elas: maior clareza e utilidade, incluindo uma ferramenta de autoavaliação aprimorada; maior ênfase em direitos e equidade; e uma nova estrutura de governança. Em um painel de discussão, os palestrantes chamaram a atenção para o lugar das soluções baseadas na natureza em outros processos, como a Convenção sobre Zonas Úmidas e a Convenção sobre Diversidade Biológica, e exploraram maneiras de envolver o setor privado na implementação do Padrão Global atualizado.

No Diálogo de Alto Nível “Uma Saúde: O Único Futuro Saudável para Pessoas, Animais e Ecossistemas”: Foram abordados os temas do Congresso sobre a redução dos riscos de superação climática e a ampliação de ações de conservação resilientes. Ashley Lashley,

Conselheira da Juventude do Secretário-Geral da ONU para Mudanças Climáticas, moderou.



No Congresso Mundial de Conservação (CMI) de 2025, da IUCN, para moldar diálogos, decisões e iniciativas que trarão resultados transformadores para a natureza e as pessoas

A Diretora-Geral da UICN, Grethel Aguilar, reiterou o apoio da UICN à abordagem Uma Saúde por meio de comprometimento, colaboração e advocacy. Ela destacou os esforços para reunir as partes interessadas e mobilizar parcerias para fortalecer o diálogo e o compartilhamento de conhecimento e alertou que “se destruímos a natureza, destruímos nossa própria sobrevivência”. Tedros Ghebreyesus, Diretor-Geral da Organização Mundial da Saúde (OMS), participou por vídeo para discutir como as Soluções Baseadas na Natureza (SbN) apoiam a abordagem Uma Saúde, fazendo referência ao relatório conjunto de 2024 da UICN e da OMS.



Chamado à Ação de Abu Dhabi



A Dra. Susan Lieberman da WCS teve a honra de revelar o documento ao lado de Ahmed Esmail Alsayed Alhashmi, Diretor Executivo da Agência Terrestre e Marinha de Biodiversidade, Abu Dhabi

Quase 10.000 participantes do governo, sociedade civil, organizações de conservação, povos indígenas e comunidades locais, mulheres, jovens, fé e tradições espirituais, setor privado e academia de mais de 189 países se reuniram no Congresso Mundial de Conservação da IUCN em Abu Dhabi. Em mais de 1.000 eventos, incluindo pavilhões, pôsteres, plenárias, uma zona de aprendizagem e um centro de conhecimento, os participantes concluíram que o mundo atingiu um momento crítico e que a natureza enfrenta uma grave crise, apesar de décadas de esforços de conservação e restauração. Mudanças climáticas,

degradação, perda de biodiversidade, colapso de ecossistemas, poluição e crises globais de saúde estão sendo agravadas pela superexploração dos recursos do nosso planeta e pela crescente instabilidade, tensões geopolíticas e econômicas, crimes que afetam o meio ambiente, como o tráfico de vida selvagem, desafios de governança e disparidades socioeconômicas, com efeitos devastadores, muitas vezes irreversíveis, sobre os sistemas naturais dos quais dependem a natureza e a sobrevivência da humanidade. A comunidade global deve tomar medidas ousadas imediatas em todos os setores da sociedade para reverter essas tendências, pois o tempo está se esgotando

O Chamado à Ação de Abu Dhabi define um conjunto focado de prioridades-chave que refletem os desafios e oportunidades globais mais urgentes discutidos no Congresso Mundial de Conservação da UICN, em Abu Dhabi, Emirados Árabes Unidos. Ele reúne os resultados coletivos, compromissos e apelos à ação expressos ao longo do Congresso, centrados na reafirmação da natureza como base do bem-estar humano e planetário; no fortalecimento do multilateralismo e da ação coletiva; na garantia da justiça e da participação inclusiva; no avanço da ciência, do conhecimento, da inovação e da educação; e na ampliação e alinhamento de recursos para a ação em prol da natureza e do clima.

Um processo de consulta, revisão e aconselhamento baseado nos membros da IUCN moldou o Chamado à Ação, que foi apresentado e recebido por aclamação durante a 9ª sessão da Assembleia de Membros em 15 de outubro de 2025.

Leia completo em: www.bit.ly/3Lk4Rwh

Encerramento

No último dia do Congresso Mundial de Conservação da IUCN 2025, os Membros concluíram as deliberações e aprovaram uma série de moções pendentes, relacionadas à governança da IUCN e outros tópicos relevantes. No total, os Membros adotaram cerca de 150 moções. A Assembleia de Membros também aprovou o Chamado à Ação de Abu Dhabi, o principal documento final do Congresso de 2025, e comemorou a reeleição de Razan Al Mubarak como presidente da UICN.



COP30
COUNTDOWN

Exemplo da realeza em contraste com muitos outros países: o Reino Unido apresentou uma NDC ambiciosa numa fase inicial. A UNFCCC não pode fornecer projeções ou estimativas de temperatura em sua síntese atual de NDCs porque apenas um terço dos países apresentou seus relatórios

Relatório da Convenção do Clima da ONU 2025 (UNFCCC)

A análise do Relatórios de síntese CMA 7, da UNFCCC abrangeu 64 Contribuições nacionalmente determinadas (NDCs, entregues à ONU entre 1º de janeiro de 2024 e 30 de setembro de 2025

Fotos: IMAGO / Spotlight Royal, IPCC, UNFCCC, Unsplash, WRI

Relatório de Síntese das NDC 2025

Este relatório fornece novos insights valiosos, embora de escopo limitado, com base nas 64 novas NDCs apresentadas por 64 Partes do Acordo de Paris e registradas no registro de NDCs entre 1º de janeiro de 2024 e 30 de setembro de 2025, abrangendo cerca de 30% do total de emissões globais em 2019. Não é possível tirar conclusões ou inferências abrangentes em nível global a partir deste conjunto limitado de dados. No entanto, o relatório destaca muitas lições importantes, sobre o progresso que está sendo feito e os principais desafios futuros, emergentes das NDCs sintetizadas:

1. As novas NDC mostram uma progressão em termos de qualidade, credibilidade e cobertura econômica, com 89 por cento das Partes a comunicarem metas para toda a economia (em comparação com 81 por cento nas suas NDC anteriores);

2. As novas NDCs incluem respostas aos resultados do primeiro GST, com 88% das Partes indicando que suas NDCs foram informadas pelos resultados do GST e 80% especificando como;

3. As trajetórias de emissões definidas nas novas NDCs são amplamente consistentes com uma trajetória linear das metas de 2030 das Partes para suas metas de zero líquido de longo prazo, mostrando que as Partes estão estabelecendo etapas claras em direção ao zero líquido, embora a aceleração da ação ainda seja necessária;

4. Coletivamente, as novas NDC mostram uma redução nas emissões projetadas de 17 (11-24) por cento abaixo do nível de 2019;

5. Todas as NDC vão além da mitigação para incluir elementos, entre outros, sobre adaptação, financiamento, transferência de tecnologia, capacitação e tratamento de perdas e danos, refletindo o escopo abrangente do Acordo de Paris;

6. Adaptação e resiliência estão se destacando mais nas NDCs, com 73% das novas NDCs incluindo um componente de adaptação;

7. A implementação das novas NDCs exige uma cooperação internacional forte e contínua, além de abordagens novas e inovadoras para liberar financiamento e apoio às Partes dos países em desenvolvimento em grande escala.

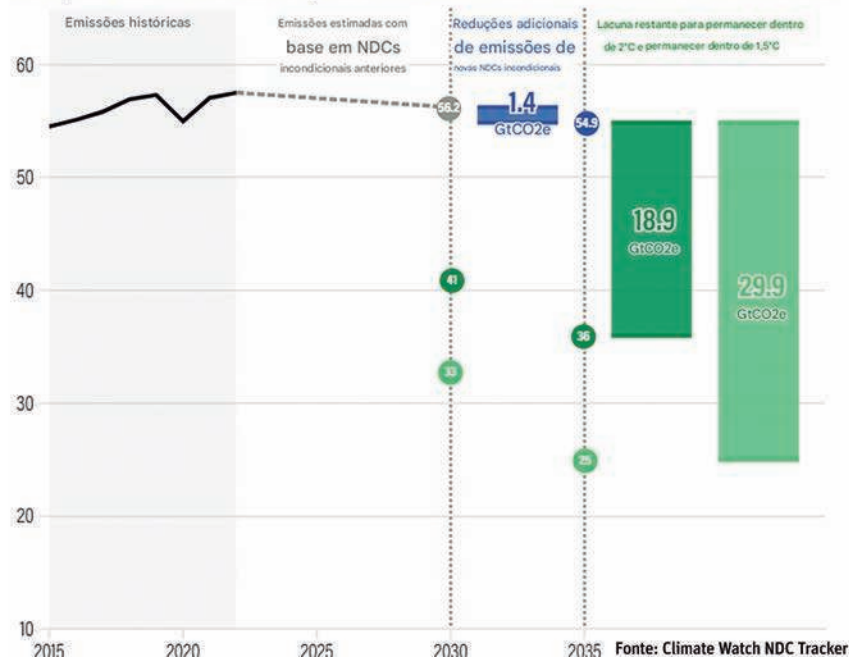


O relatório da UNFCCC diz que a energia solar a redução do desmatamento e o reflorestamento são áreas com forte potencial e necessidade de apoio

Segundo a WRI, em comparação com as metas anteriores para 2030, as NDCs apresentadas até agora tiveram um impacto modesto na lacuna de emissões para 2035: a diferença entre onde as emissões precisam estar para se alinhar com o limite de 1,5 graus Celsius e onde elas devem estar de acordo com os planos climáticos dos países.

Se implementadas integralmente, as novas “NDCs incondicionais” (aquelas que não exigem apoio internacional) deverão reduzir as emissões em mais 1,4 gigatoneladas de dióxido de carbono equivalente (GtCO₂e) até 2035, em comparação com 2030. Isso deixa uma lacuna de emissões de 29,9 GtCO₂e para limitar o aquecimento a 1,5°C. Quando as “NDCs condicionais” (aquelas que exigem apoio internacional) são incluídas, as reduções de emissões projetadas sobem para 1,6 GtCO₂e, deixando uma lacuna de 26,6 GtCO₂e.

Em que medida as NDCs para 2025 reduziram a lacuna de emissões?



Essas 64 NDCs representam cerca de um terço das emissões globais, sendo um panorama bastante limitado. Para fornecer um panorama mais amplo do progresso global antes da COP30, foram feitos alguns cálculos adicionais capturando novas NDCs ou metas apresentadas ou anunciadas até a publicação deste relatório, inclusive na Cú-

pula do Clima do Secretário-Geral, em Nova York. Este panorama mais amplo, embora ainda incompleto, mostra que as emissões globais cairão cerca de 10% até 2035.

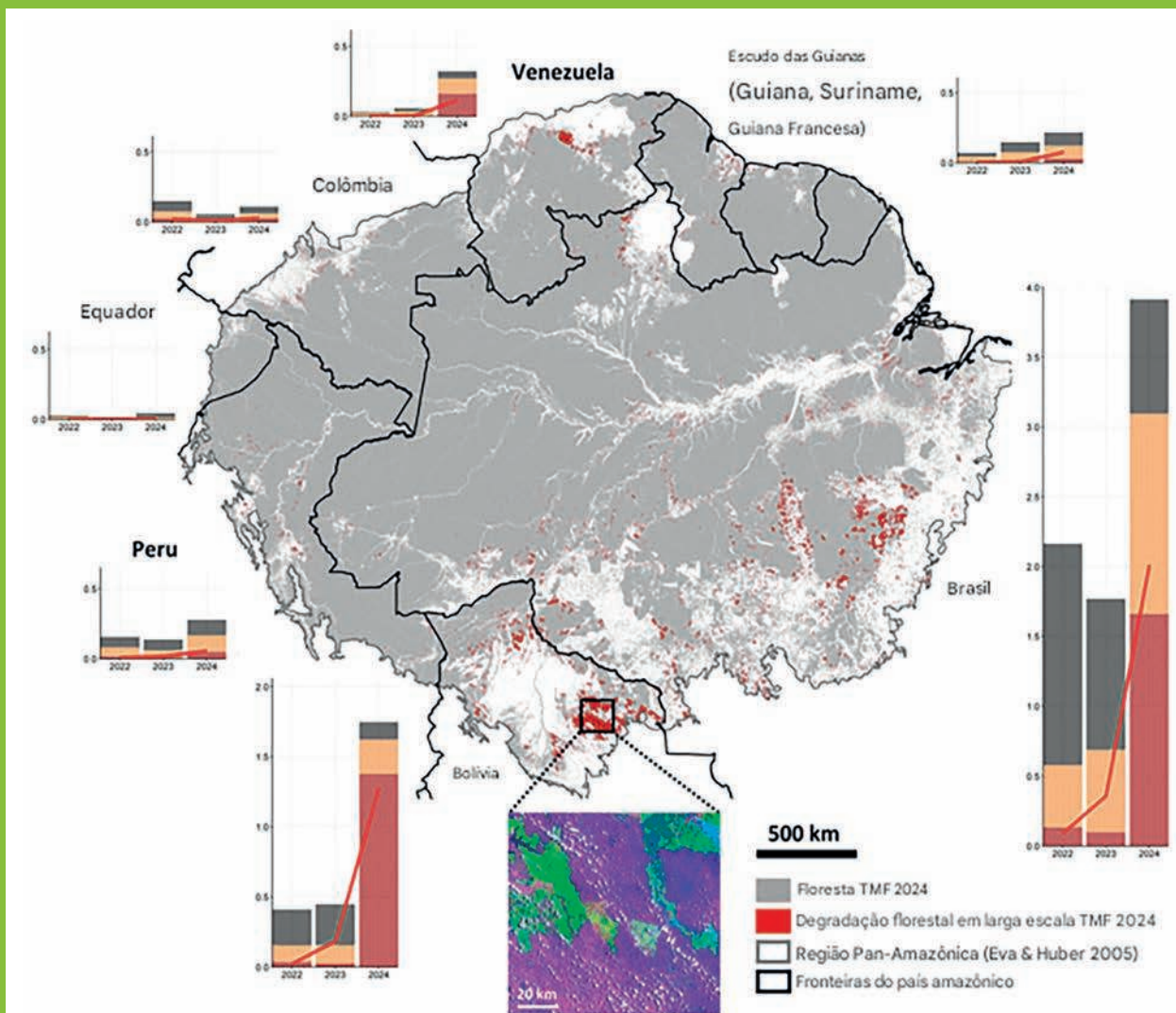
Porém, por falta de dados, não foi possível estimar o quanto a temperatura do planeta aumentaria caso todas as NDCs fossem cumpridas.

Em outras palavras, as NDCs apresentadas até agora atingem menos de 6% das reduções adicionais de emissões necessárias até 2035 para fechar a lacuna para 1,5 graus Celsius.

Crise invisível da Amazônia

Danos causados por incêndios agora são piores que o desmatamento

Fotos: Biogeosciences, Bourgoign et al., 2025, o Centro Comum de Pesquisa da Comissão Europeia, Joédson Alves/Agência Brasil, Marizilda Cruppe / Greenpeace



O Brasil sofreu a maior degradação em larga escala absoluta em 2024 (1,66 Mha, ou 50% da degradação em larga escala da Pan-Amazônia)

(a) Perturbações da Floresta Tropical Úmida (TMF) Pan-Amazônica (2001-2024), incluindo desmatamento (cinza escuro), degradação em pequena escala (laranja) e degradação em grande escala (vermelho escuro) da TMF. A área de floresta queimada (linha vermelha) representa anomalias térmicas do GWIS sobrepostas à degradação histórica da TMF e perturbações da TMF de 2023-2024, onde o GWIS detectou o incêndio no mesmo ano ou no ano anterior. (b) Mapa da Floresta Tropical Úmida: degradação florestal da TMF em grande escala de 2024 e

perturbações recentes da floresta do país (legenda e unidades como no painel (a)). O encarte mostra imagens do Landsat-8 (cortesia do Serviço Geológico dos EUA USGS/NASA), com cicatrizes de queimadas em roxo e floresta intacta em verde (21 de outubro de 2024; RGB: bandas 6, 5, 4). A região Pan-Amazônica de Eva e Huber (2005) compreende as regiões “Amazônia stricto sensu” e “Guiana”. As Figuras A1-A3 fornecem mais detalhes sobre a integração de dados TMF-GWIS e perturbações florestais absolutas e/ou relativas em nível nacional.

A floresta amazônica, historicamente resistente ao fogo, está enfrentando um aumento alarmante de incêndios florestais devido a extremos climáticos e à atividade humana. A seca de 2023-2024, que superou recordes anteriores, combinada com a fragmentação florestal, aumentou drasticamente a vulnerabilidade ao fogo. Analisando os conjuntos de dados da Floresta Tropical Úmida (TMF) e do Sistema Global de Informação sobre Incêndios Florestais (GWIS), encontramos um aumento de 152% nas perturbações florestais por desmatamento e degradação em 2024, atingindo um pico de 6,64 Mha (milhões de hectares) em duas décadas. A degradação florestal, particularmente a degradação em larga escala associada a incêndios, aumentou em mais de

400%, superando em muito o desmatamento. O Brasil e a Bolívia sofreram os impactos mais severos, com a Bolívia tendo 9% de sua floresta intacta queimada em 2024. A degradação florestal causada por incêndios na Pan-Amazônia liberou 791 86 Mt CO₂ (milhões de toneladas de dióxido de carbono equivalente, ± 1 desvio padrão) em 2024, um aumento de 7 vezes em comparação aos 2 anos anteriores, superando as emissões do desmatamento. A crescente ocorrência de incêndios, impulsionada pelas mudanças climáticas e pelo uso insustentável da terra, ameaça empurrar a Amazônia para um ponto de inflexão catastrófico. Esforços urgentes e coordenados são cruciais para mitigar esses fatores e prevenir danos irreversíveis ao ecossistema.

A floresta amazônica acaba de passar por algo que os cientistas não previram. Em 2024, os incêndios florestais causaram mais emissões de carbono do que o desmatamento pela primeira vez na história, liberando na atmosfera aproximadamente o equivalente às emissões anuais da Alemanha e sinalizando o que os pesquisadores estão chamando de uma nova fase perigosa no declínio ecológico da região.

A mudança representa uma mudança fundamental na forma como a Amazônia está sendo destruída. Embora as taxas de desmatamento tenham caído 20% no ano passado, os incêndios devastaram 3,3 milhões de hectares de



floresta, uma área maior que a Bélgica. Não foram as conflagrações massivas que ganham as manchetes internacionais. Em vez disso, foram os que os cien-

tistas chamam de “incêndios de degradação”, que queimaram o sub-bosque e mataram árvores sem necessariamente nivelar toda a floresta.

A Ameaça Oculta

Essa invisibilidade as torna particularmente insidiosas. Em imagens de satélite, florestas degradadas frequentemente parecem intactas, com sua cobertura vegetal ainda visível de cima. Mas, no solo, elas perderam até 60% de sua biomassa. Ao contrário das áreas desmatadas, que aparecem nitidamente nos sistemas de monitoramento, essas florestas danificadas frequentemente passam despercebidas pelas estruturas contábeis nacionais e pelos acordos climáticos internacionais.

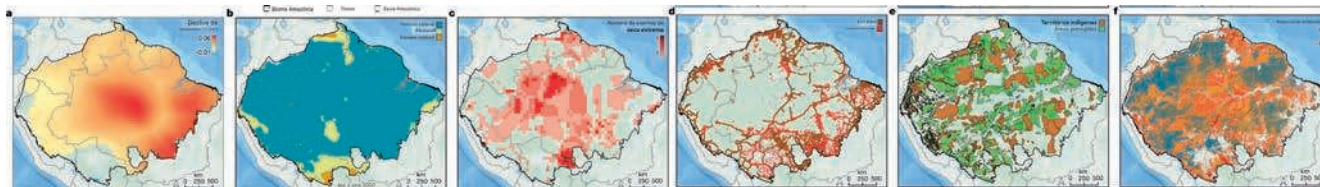
Os incêndios de 2024 liberaram cerca de 791 milhões de toneladas de dióxido

de carbono na atmosfera, o que equivale aproximadamente às emissões anuais da Alemanha. O Centro Comum de Pesquisa da Comissão Europeia, que publicou os resultados recentemente na revista *Biogeosciences*

Utilizou uma abordagem inovadora para detectar esses incêndios. Combinando dados do sistema de monitoramento de Florestas Úmidas Tropicais com o Sistema Global de Informação sobre Incêndios Florestais e filtrando sinais falsos de queimadas agrícolas, os pesquisadores identificaram a degradação causada pelo

fogo com precisão sem precedentes em nove países da bacia amazônica.

A Bolívia sofreu o impacto da destruição em termos relativos. Nove por cento das florestas intactas remanescentes do país queimaram no ano passado, uma proporção impressionante para uma região que historicamente funcionou como reservatório de biodiversidade e sumidouro de carbono. O Brasil, por sua vez, registrou suas maiores emissões de degradação florestal em termos absolutos, respondendo por 61% da liberação total de carbono da região relacionada a incêndios.



Explorando o potencial de transição do ecossistema no bioma da floresta amazônica como resultado de perturbações compostas

Um ciclo de auto-reforço

Os incêndios decorrem de uma combinação tóxica de fatores. A seca de 2023-2024 quebrou recordes anteriores, criando condições que aumentaram tanto a probabilidade quanto a gravi-

dade dos incêndios. Mas a atividade humana desempenha um papel igualmente crítico. A maioria dos incêndios na Amazônia não são naturais; eles resultam de “incêndios de escape” que se

espalham a partir de terras recentemente desmatadas ou são deliberadamente provocados por grileiros para facilitar o desmatamento ilegal futuro. O que mais preocupa os pesquisadores é o ciclo de

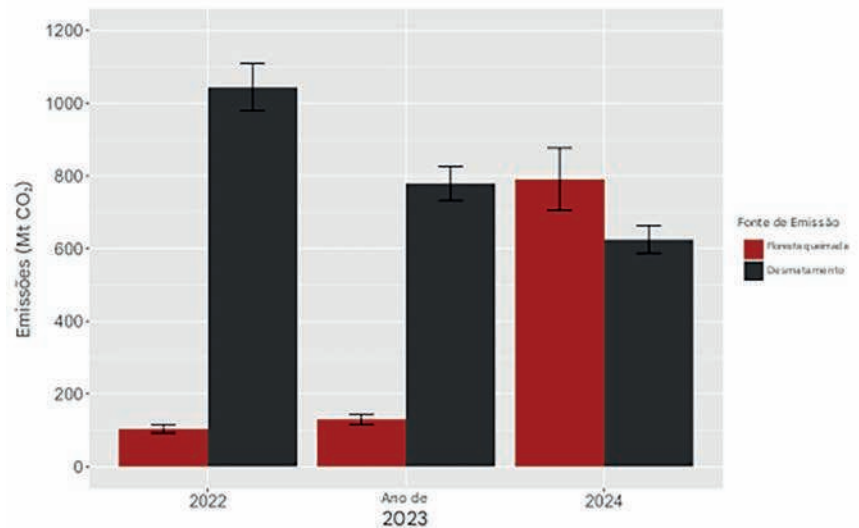
retroalimentação que está se instalando. Florestas fragmentadas secam mais rápido. Árvores mortas de incêndios anteriores se tornam combustível para incêndios futuros. Cada incêndio torna o próximo mais provável e mais grave.

A degradação florestal causada por incêndios na Pan-Amazônia liberou 791 ± 86 Mt de CO₂ em 2024, um aumento de 7 vezes em comparação aos 2 anos anteriores, superando as emissões do desmatamento.

As consequências ecológicas vão muito além da contabilização do carbono. Florestas degradadas perdem a capacidade de regular os padrões climáticos e meteorológicos locais. Comunidades indígenas enfrentam crises de saúde respiratória devido à exposição à fumaça e veem a floresta intacta em seus territórios desaparecer. E como essas florestas podem atuar como fontes líquidas de carbono por até 7 anos após a queima, os danos climáticos se agravam com o tempo.

Os pesquisadores utilizaram simulações de Monte Carlo para estimar as emissões e suas incertezas, seguindo as melhores práticas do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas. Eles levaram em conta variáveis como densidade de biomassa acima do solo, completude da combustão e porcentagem de cobertura florestal afetada pelo fogo. Os intervalos de confiança resultantes fornecem o que eles descrevem como uma referência robusta para monitorar as consequências de incêndios florestais tropicais sobre o carbono.

Alertas anteriores sobre a destruição da Amazônia se concentraram quase exclusivamente em motosserras e tratores. Este estudo revela que o fogo se tornou a ameaça mais urgente, uma ameaça que corrói a integridade da floresta de forma gradual, em vez de eliminá-la completamente. A distinção é importante para as políticas. Os mecanismos internacionais de financiamento climático e as estruturas de proteção florestal



Emissões na Pan-Amazônia decorrentes de desmatamento e degradação causada por incêndios florestais em 2022-2024. Emissões provenientes de processos de degradação em pequena escala (por exemplo, exploração madeireira seletiva) ou de perturbações em áreas onde as anomalias térmicas do GWIS não se sobrepõem à degradação florestal da TMF não estão incluídas nesta análise. As barras representam os valores médios e as barras de erro verticais indicam os desvios-padrão, ambos derivados da combinação de incertezas usando simulação de Monte Carlo.



tal ignoram amplamente a degradação, concentrando-se, em vez disso, na prevenção do desmatamento total

O estudo pede ações imediatas: redução do uso de fogo, fortalecimento das políticas de proteção florestal e apoio aos esforços de gestão indígena.

Também destaca a necessidade de sistemas de monitoramento aprimorados que possam detectar e contabilizar a degradação florestal, não apenas o desmatamento. Sem essas mudanças, alertam os pesquisadores, as tendências atuais levarão a Amazônia a um ponto de inflexão catastrófico que poderá desencadear um colapso irreversível do ecossistema e acelerar a instabilidade climática global. A temporada de incêndios de 2024 pode representar uma prévia do futuro da Amazônia diante das mudanças climáticas. O que antes era um ecossistema úmido e resistente ao fogo está se tornando cada vez mais vulnerável às chamas. A reversão dessa transformação depende de ações tomadas a curto prazo, antes que os ciclos de retroalimentação se tornem impossíveis de romper.



AmazonFace: Torres gigantes para prever reação da Amazônia ao aumento de CO₂

O AmazonFACE, projeto científico, em Manaus, que simula os efeitos das mudanças do clima, aumentando os níveis de CO₂, para prever como a Floresta Amazônica reagirá no futuro e sua capacidade de adaptação ao aquecimento global

Fotos: Audiovisual G20, Divulgação AmazonFACE, Agência Brasil, INPA, João M. Rosa/AmazonFACE, Maria Clara Ferreira Guimarães/Unicamp

A característica central do programa é um experimento de campo de alcance sem precedentes que irá expor uma área da floresta madura na Amazônia a uma concentração de CO₂ prevista para o futuro, em uma estação de pesquisa perto de Manaus, Brasil, usando a tecnologia “Free- Air CO₂ Enrichment” (FACE).

Um maior conhecimento sobre o funcionamento da maior floresta tropical do mundo à luz das mudanças climáticas e o uso desse conhecimento para orientar políticas regionais sobre mitigação e adaptação às mudanças climáticas fazem parte do legado que o programa tenta estabelecer.

O experimento, previsto para durar dez anos, é o maior já realizado em uma floresta tropical, com objetivo de entender se a vegetação continuará funcionando como sumidouro de carbono ou se poderá liberar mais gases do efeito estufa do que absorve.

Cada torre sustenta tubos que liberam CO₂, elevando a concentração local em 200 partes por milhão (ppm), simulando cenários projetados para meados do século.

O projeto inclui áreas de controle, onde não há injeção de CO₂, para que os efeitos possam ser comparados com precisão científica.



Monitoramento detalhado e integração de dados

Mais de cem pesquisadores e técnicos realizam medições no solo, nas copas das árvores e nas raízes. Equipamentos como câmeras fenológicas, drones e guias com gondolas registram variações de temperatura, crescimento das árvores, fotossíntese e evapotranspiração. Armadilhas coletam folhas, frutos, sementes e restos de animais para análise detalhada em laboratórios.

As medições incluem fluxo de seiva, crescimento das raízes e composição do carbono no solo, com dados coletados a cada 30 minutos. Algoritmos processam essas informações em índices que ajudam a compreender como a floresta responde ao aumento do CO₂, permitindo uma visão integrada dos processos que sustentam o ecossistema.

O AmazonFace também vai avaliar o impacto potencial na precipitação regional, agricultura e geração de energia hidrelétrica, já que mudanças na

floresta podem afetar a disponibilidade de água em outras regiões da América do Sul. O projeto tem potencial para fornecer informações essenciais para políticas ambientais, modelos climáticos e compromissos internacionais do Brasil no Acordo de Paris.

Testando a resiliência da Amazônia

AmazonFACE é um projeto inovador para entender como a Floresta Amazônica poderá responder às mudanças climáticas previstas para os próximos anos. Será um dos maiores laboratórios ao ar livre do mundo, e abordará uma lacuna crítica na pesquisa internacional de ciência climática. O experimento AmazonFACE é composto por seis anéis FACE, sendo três deles tratamento, com atmosfera enriquecida em CO₂, e outros três anéis são controle, com a aspersão de ar ambiente, isto é, sem aumento da concentração atmosférica de CO₂.

Mais de cem pesquisadores e técnicos realizam medições no solo, nas copas das árvores e nas raízes. Equipamentos como câmeras fenológicas, drones e guias com gôndolas registram variações de temperatura, crescimento das árvo-

res, fotossíntese e evapotranspiração. Armadilhas coletam folhas, frutos, sementes e restos de animais para análise detalhada em laboratórios.

As medições incluem fluxo de seiva, crescimento das raízes e composição do carbono no solo, com dados coletados a cada 30 minutos. Algoritmos processam essas informações em índices que ajudam a compreender como a floresta responde ao aumento do CO₂, permitindo uma visão integrada dos

processos que sustentam o ecossistema.

O AmazonFace também vai avaliar o impacto potencial na precipitação regional, agricultura e geração de energia hidrelétrica, já que mudanças na floresta podem afetar a disponibilidade de água em outras regiões da América do Sul.

O projeto tem potencial para fornecer informações essenciais para políticas ambientais, modelos climáticos e compromissos internacionais do Brasil no Acordo de Paris.



Ministros de ciência e tecnologia de países do G20 tiveram a oportunidade de observar o experimento AmazonFACE de cima. A partir de um guindaste de 45 metros de altura eles avistaram a floresta e toda a infraestrutura do experimento



AmazonFACE, composto por seis anéis FACE, sendo três deles tratamento, com atmosfera enriquecida em CO₂, e outros três anéis são controle, com a aspersão de ar ambiente



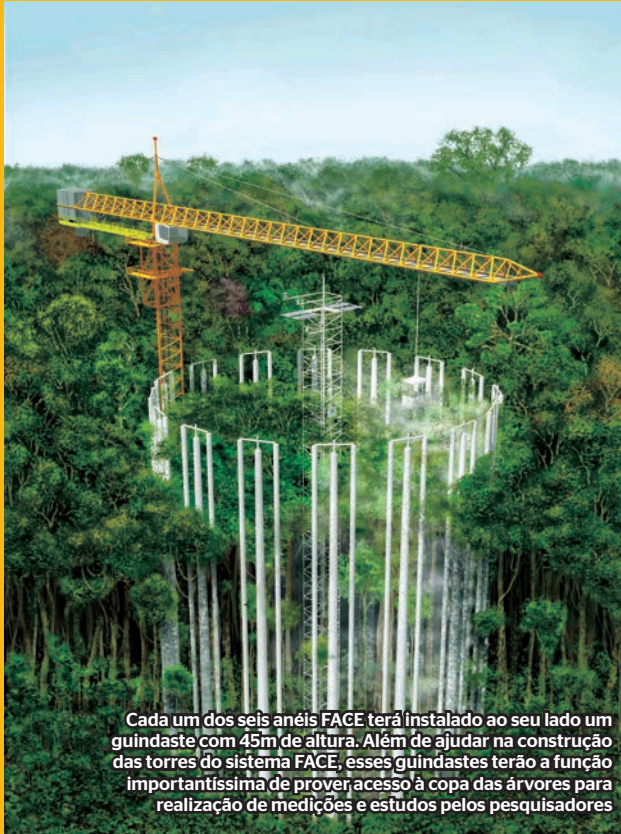
AmazonFACE: Bombendo dióxido de carbono no dossel da floresta para simular as condições atmosféricas previstas para o futuro, com o objetivo de avaliar como o bioma se adapta. Será discutido na cúpula climática da ONU COP30, em Belém

A característica central do programa é um experimento de campo de alcance sem precedentes que irá expor uma área da floresta madura na Amazônia a uma concentração de CO₂ prevista para o futuro, em uma estação de pesquisa perto de Manaus, Brasil, usando a tecnologia “Free-Air CO₂ Enrichment” (FACE). Um maior conhecimento sobre o funcionamento da maior floresta tropical do mundo à luz das mudanças climáticas e o uso desse conhecimento para orientar políticas regionais sobre mitigação e adaptação às mudanças climáticas fazem parte do legado que o programa tenta estabelecer.

Componentes do programa

ines249

Como o aumento do CO₂ atmosférico afeta a Amazônia, a biodiversidade que ela abriga e os serviços ambientais que ela provê? Ao reconhecer que o aumento da concentração de dióxido de carbono (CO₂) na atmosfera provavelmente alterará a resposta da floresta às mudanças climáticas, estamos iniciando um experimento de alcance sem precedentes que irá expor uma porção de floresta amazônica madura a uma concentração de CO₂ elevada.



Cada um dos seis anéis FACE terá instalado ao seu lado um guindaste com 45m de altura. Além de ajudar na construção das torres do sistema FACE, esses guindastes terão a função importantíssima de prover acesso à copa das árvores para realização de medições e estudos pelos pesquisadores

Carbono



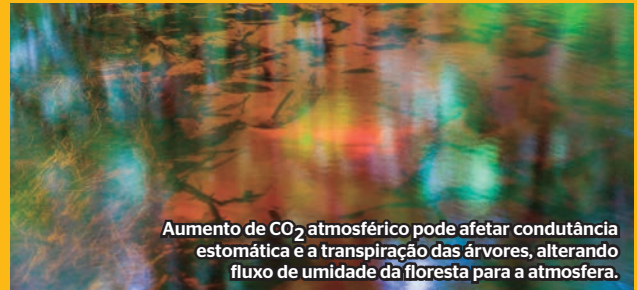
Fluxos e armazenamento de carbono em diferentes tecidos vegetais, na serrapilheira e no solo

Nutrientes



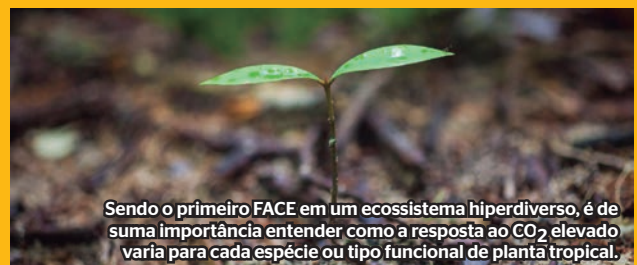
Ciclagem de nutrientes, sobretudo nitrogênio e fósforo dentro dos anéis FACE e como a falta de fósforo no solo pode limitar a resposta da floresta ao aumento de CO₂.

Água



Aumento de CO₂ atmosférico pode afetar condutância estomática e a transpiração das árvores, alterando fluxo de umidade da floresta para a atmosfera.

Biodiversidade



Sendo o primeiro FACE em um ecossistema hiperdiverso, é de suma importância entender como a resposta ao CO₂ elevado varia para cada espécie ou tipo funcional de planta tropical.

Socioambiental



Como o aumento de CO₂ atmosférico e mudanças climáticas podem impactar a provisão de serviços ecossistêmicos pela floresta para populações da região Amazônica e do mundo. Trabalhar a interface entre ciência climática e política pública.

Modelagem



Fazer uso de modelos computacionais de vegetação desde o início do experimento para formulação de hipóteses e também utilizar os dados de campo para melhor parametrizar e avaliar projeções oriundas desses modelos.

Aumento recorde de CO₂ mostra que a Amazônia está vacilando

Fotos: NASA/JPL-Caltech, Rawpixel.com / shutterstock, Tarcisio Schneider / shutterstock, The Conversation

O dióxido de carbono atmosférico (CO₂) aumentou mais rápido em 2024 do que em qualquer ano desde o início dos registros — muito mais rápido do que os cientistas esperavam.

Nossa nova análise por satélite mostra que a floresta amazônica, que há muito tempo absorve carbono em grande escala, está tendo dificuldades para acompanhar esse ritmo. E, preocupantemente, o satélite que fez essa descoberta pode ser desativado em breve.

Medições sistemáticas de CO₂ na atmosfera começaram no final da década de 1950, quando o observatório Mauna Loa, no Havaí (escolhido por sua localização remota e ar puro), registrou cerca de 315 partes por milhão (ppm). Hoje, são mais de 420 ppm.



A floresta amazônica, que há muito tempo absorve carbono em grande escala, está tendo dificuldades para acompanhar esse ritmo. O satélite que detectou isso pode ser desligado em breve



O OCO-2 foi lançado em 2014 e pode continuar existindo por décadas

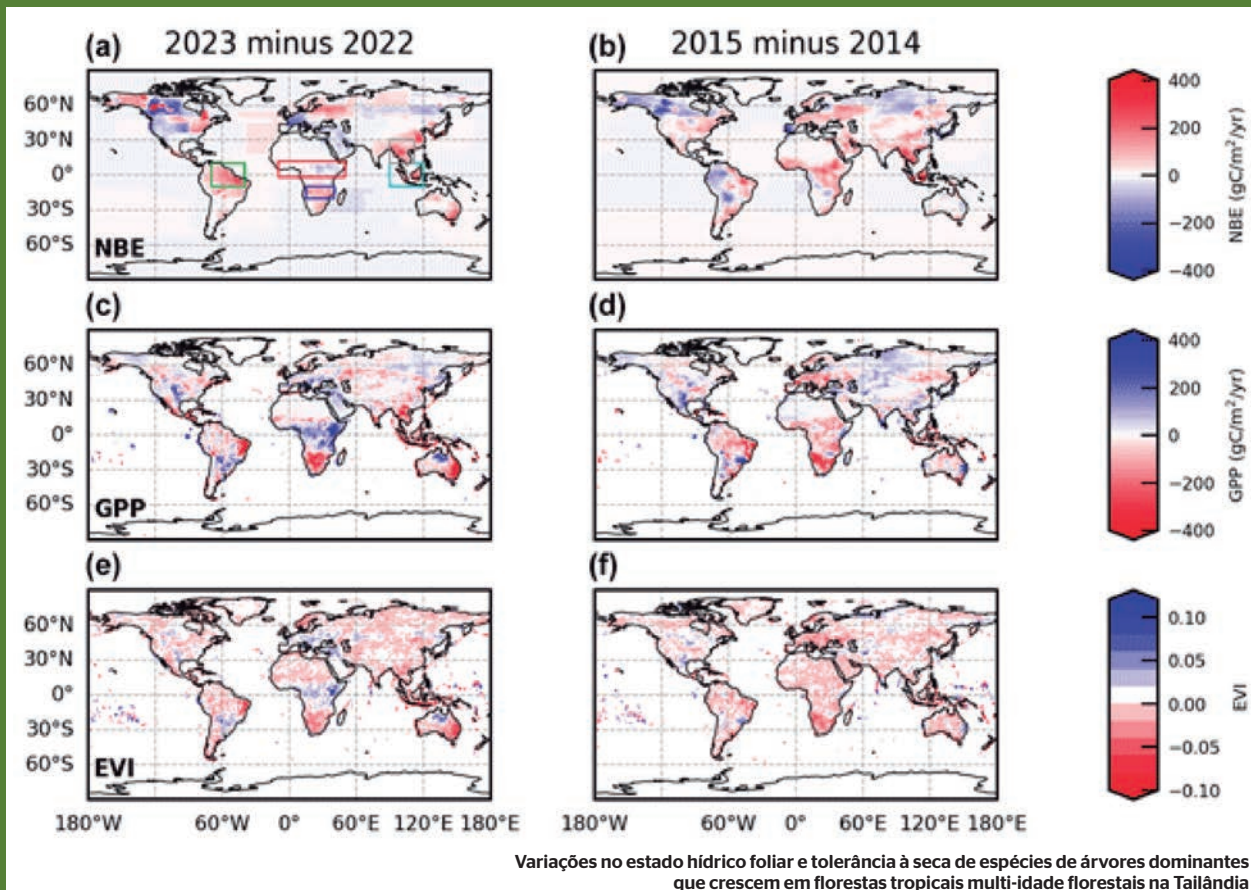
Mas tão importante quanto isso é a taxa de mudança. O aumento anual de CO₂ global passou de menos de 1 ppm na década de 1960 para mais de 2 ppm por ano na década de 2010. Cada ppm extra representa cerca de 2 bilhões de toneladas de carbono — aproximadamente quatro vezes a massa combinada de cada ser humano vivo hoje.

Ao longo de seis décadas de medições, o CO₂ atmosférico aumentou gradualmente. Houve alguns desvios significativos, porém temporários, normalmente associados a condições climáticas incomuns causadas por um El Niño no Pacífico. Mas a tendência de longo prazo é clara. Em 2023, o CO₂ na atmosfera aumentou cerca de 2,70 ppm. É um grande aumento, mas não é incomum. No entanto, em 2024, atingiu um nível sem precedentes de 3,73 ppm.

Como os satélites observam o CO₂ atmosférico

Até recentemente, só podíamos monitorar o CO₂ por meio de estações terrestres como a do Havaí.

Isso mudou com satélites como o Observatório Orbital de Carbono (OCO-2) da NASA, lançado em 2014.



O resultado

(a, b), produção primária bruta (GPP) estimada a partir de dados do OCO-2 SIF (c, d) e índices de vegetação aprimorados (EVI) inferidos a partir de dados do Moderate

Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) (e, f) para 2022-2023 (painéis esquerdos, a, c e e) e 2014-2015 (painéis direitos, b, d e f). Os retângulos mostrados no painel (a) descrevem as regiões geográficas nas quais nos concentramos para nossos ajustes multivariados

O satélite OCO-2 analisa a luz solar refletida pela Terra. O dióxido de carbono atua como um filtro, absorvendo comprimentos de onda específicos da luz. Ao observar quanta dessa luz específica está ausente ou atenuada quando atinge o satélite, os cientistas podem calcular com precisão a quantidade de CO₂ presente na atmosfera.

Mas o ar está sempre em movimento. O CO₂ acima de qualquer ponto pode vir de muitas fontes — emissões locais, florestas próximas ou ar transportado de longe. Para desvendar essa mistura, os cientistas usam modelos computacionais que simulam como os ventos transportam o CO₂ ao redor do globo.

Eles então ajustam esses modelos até que correspondam ao que o satélite vê. Isso nos dá a estimativa mais precisa possível de onde o carbono está sendo liberado e onde está sendo absorvido.

O registro de dados de uma década do OCO-2 nos permite colocar 2023 e 2024 em contexto histórico.

A partir dos dados de satélite, inferimos que as maiores mudanças nas emissões e absorção de CO₂ durante 2023 e 2024, em comparação com o ano base de 2022, ocorreram em terras tropicais.

A maior mudança ocorreu na Amazônia, onde muito menos CO₂ está sendo absorvido. Desacelerações semelhantes também ocorreram no sul da África e sudeste da Ásia, partes da Austrália, leste dos EUA, Alasca e oeste da Rússia.

Por outro lado, detectamos mais carbono sendo absorvido na Europa Ocidental, nos EUA e no Canadá central.

Outros dados corroboram essa afirmação. Por exemplo, as plantas emitem um brilho tênue durante a fotossíntese — surpreendentemente, podemos ver esse brilho do espaço.

Medições desse brilho, juntamente com o verde da vegetação, mostram que os ecossistemas tropicais foram menos ativos em 2023 e 2024.

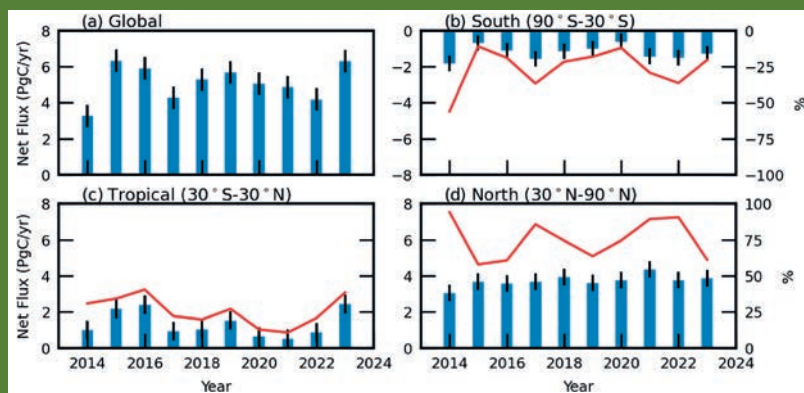
Nossa análise sugere que temperaturas mais altas explicam a maior parte da capacidade reduzida da Amazônia de absorver carbono. Em outras regiões dos trópicos, mudanças na precipitação e na umidade do solo foram mais importantes.

Em muitos aspectos, esses anos se assemelharam a anos anteriores de El Niño, como 2015-16, quando a seca e o calor levaram a uma menor absorção de carbono e a mais incêndios florestais. Mas o interessante sobre 2023-24 é que o evento El Niño responsável foi comparativamente fraco.

Algo mais deve estar amplificando o efeito. O culpado mais provável é a seca extensa e recorde que atingiu grande parte da bacia amazônica.

Quando as plantas já estão estressadas pela falta de água, mesmo um aquecimento modesto pode levá-las além de sua tolerância, reduzindo sua capacidade de absorver carbono. Aproximadamente metade do CO₂ emitido pelos humanos permanece na atmosfera. A outra metade é absorvida, mais ou menos igualmente, pela terra e pelos oceanos. Se a seca ou o calor fizerem com que as plantas tenham menos capacidade de absorver carbono, mesmo que temporariamente, uma parte maior das nossas emissões permanecerá no ar. Nossa capacidade de atingir as metas climáticas depende da natureza continuar fornecendo esse armazenamento vital de carbono.

Descubra as últimas novidades em ciência, tecnologia e espaço com mais de 100.000 assinantes que confiam no Phys.org para insights diários. Assine nossa newsletter gratuita e receba atualizações sobre avanços, inovações e pesquisas relevantes — diária ou semanalmente.



Estimativas a posteriori médias anuais do fluxo de CO₂ inferidas a partir de dados de OCO-2 para o globo, os extratrópicos do sul, os trópicos e os extratrópicos do norte

Por que 2023 e 2024 foram especiais

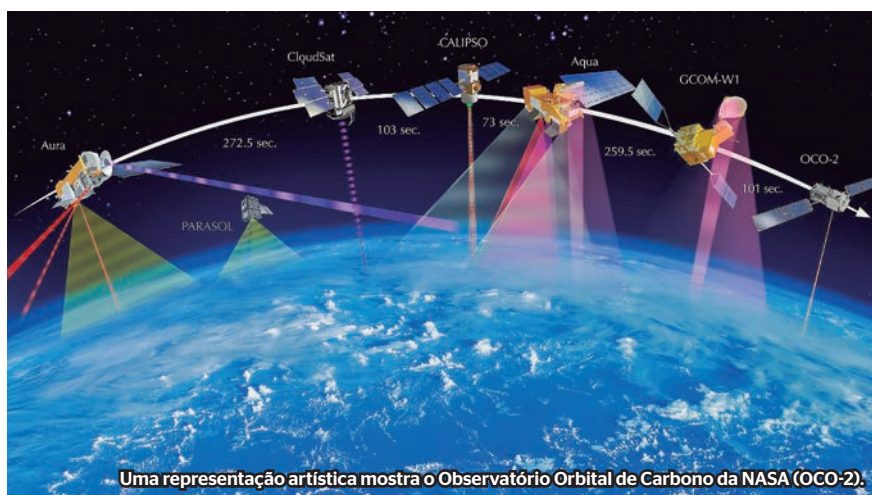
As finas linhas verticais pretas indicam os valores de 1 σ em relação aos valores médios anuais. As linhas vermelhas nos painéis (b) a (d) indicam a contribuição percentual para os fluxos líquidos globais.

Desligamento do satélite

Ainda não está claro se 2023–24 é uma mudança de curto prazo ou um sinal precoce de uma mudança de longo prazo. Mas as evidências apontam para uma situação cada vez mais frágil, à medida que as florestas tropicais são pressionadas por condições quentes e secas. Entender exatamente como e onde esses ecossistemas estão mudando é essencial se quisermos saber seu papel futuro no clima e se a seca atrasará sua recuperação. Uma medida é enviar cientistas urgentemente aos ecossistemas tropicais para documentar pessoalmente as mudanças recentes.

É aí também que entram satélites como o OCO-2. Eles oferecem cobertura global e quase em tempo real de como o dióxido de carbono está se movendo entre a terra, os oceanos e a atmosfera, nos ajudando a separar efeitos temporários, como o El Niño, de mudanças mais profundas.

No entanto, apesar de estar em forma, saudável e ter combustível suficiente para continuar funcionando até 2040, o OCO-2 corre o risco de ser desativado devido aos cortes orçamentários propostos pela NASA. Não seríamos cegos sem ele, mas enxergaríamos com muito menos clareza. Perder o OCO-2 significaria perder nossa melhor ferramenta para monitorar mudanças no ciclo do carbono, e todos nós seremos cientificamente mais pobres por isso. A Amazônia está nos enviando um alerta. Precisamos continuar atentos — enquanto ainda podemos.



A fragmentação aumentou em mais de metade das florestas globais entre 2000 e 2020

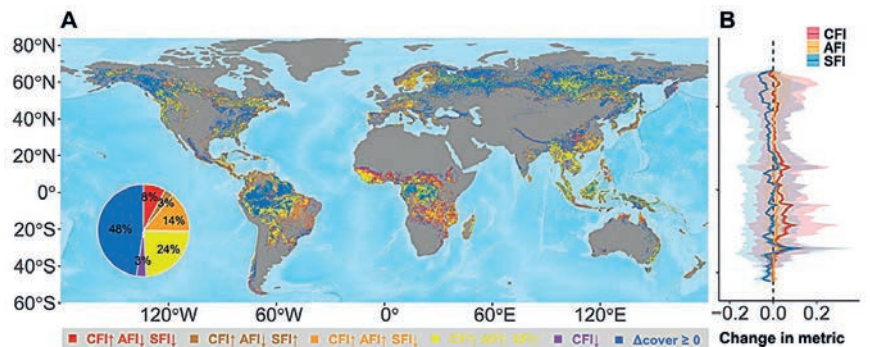
Novas métricas indicam que essas mudanças sugerem uma degradação florestal generalizada que vai além dos efeitos diretos da perda de habitat. Essas métricas baseadas em conectividade revelaram que 51 a 67% das florestas globalmente — e 58 a 80% das florestas tropicais — tornaram-se mais fragmentadas, o que é quase o dobro da taxa

 **por** * Krystal Kasal, Phys.org

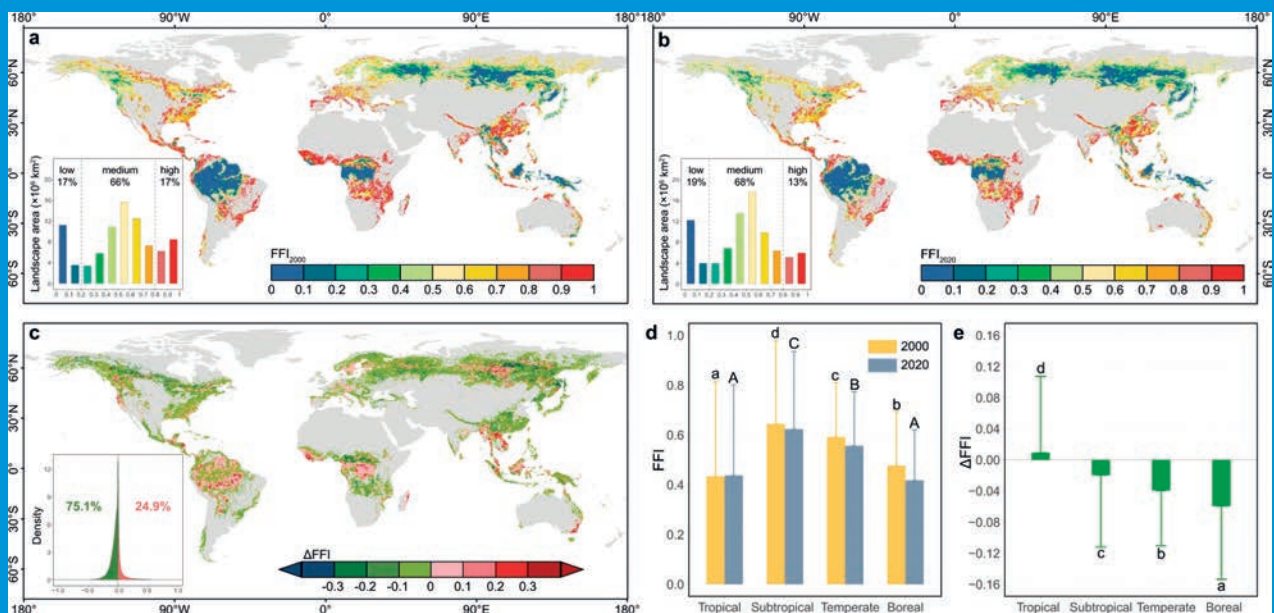
Fotos: Constantin Zohner, Thomas Crowther, Crowther Lab., Science (2025), Yibiao Zou

O desmatamento é um problema bem conhecido que afeta a biodiversidade e o armazenamento de carbono, mas a fragmentação das florestas também é um fator determinante na redução da biodiversidade e da capacidade de armazenamento de carbono do mundo.

A fragmentação ocorre quando florestas maiores são divididas em fragmentos menores e isolados, reduzindo assim a conectividade e o tamanho dos habitats. A fragmentação se agrava quando



Padrões globais de fragmentação florestal mudam de 2000 a 2020



Distribuições globais do índice de fragmentação florestal estático (FFI) e do FFI dinâmico (ΔFFI) para paisagens florestais globais

a FFI estático em 2000, (b) FFI estático em 2020, (c) ΔFFI de 2000 a 2020; e comparações de (d) valores de FFI para 2000 e 2020, e (e) valores de ΔFFI entre zonas climáticas. d, e As alturas das barras mostraram o valor médio, e as barras de erro mostraram um desvio padrão. A significância das diferenças em FFIs estáticos e ΔFFI entre zonas climáticas foi testada usando o teste Tukey-HSD de dois lados, que se ajustou para

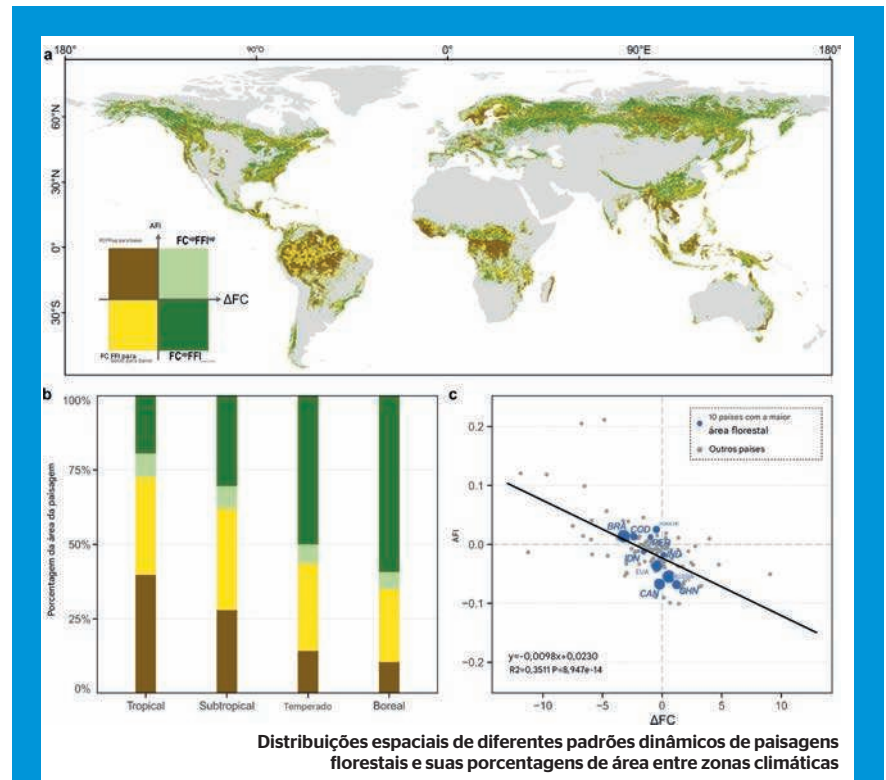
comparações múltiplas, e as letras em cada barra mostraram diferenças post-hoc em FFIs estáticos médios e ΔFFI com $P < 0,001$. d Os números de pixels florestais (n) das zonas tropicais às boreais são 581.649, 381.768, 1.031.907 e 1.384.718 em 2000, e 569.260, 378.518, 1.055.401 e 1.385.159 em 2020, respectivamente. e Os números de pixels florestais (n) das zonas tropicais às boreais são 553.655, 363.858, 1.021.172 e 1.320.564, respectivamente

esses fragmentos encolhem, se dividem, adquirem formas mais complexas ou se distanciam mais uns dos outros.

No entanto, os cientistas ainda estão tentando descobrir a melhor maneira de quantificar a fragmentação de habitats e a taxa em que ela ocorre. Um novo estudo, publicado na Science, sugerir que a fragmentação está aumentando em mais da metade das florestas do mundo, particularmente nas florestas tropicais, apesar de um estudo de 2023 sugerir um declínio na fragmentação nos últimos 20 anos.

Os autores do novo estudo acreditam que a discrepância reside nas métricas consideradas. O estudo de 2023 baseou-se apenas em métricas baseadas em estrutura —aquelas que envolvem o número, o tamanho e o comprimento da borda do fragmento. No entanto, outros estudos com foco em métricas de conectividade e agregação indicaram um aumento da fragmentação, especialmente nos trópicos. Métricas focadas em agregação avaliam o quão aglomeradas as manchas estão, mas também podem ignorar a extensão geral. Métricas focadas em conectividade incorporam tanto a área da mancha quanto a configuração espacial, oferecendo uma perspectiva ecologicamente mais relevante. Como cada uma captura diferentes aspectos da fragmentação, selecionar métricas ecologicamente significativas é fundamental para monitorar com precisão o progresso em direção às metas de conservação”, explicam os autores.

Para incorporar todos os fatores relevantes, a equipe utilizou nove métricas de fragmentação agrupadas em estrutura, agregação e conectividade, e desenvolveu índices compostos para cada grupo de métricas. Utilizando dados de satélite de alta resolução, eles analisaram a cobertura florestal global de 2000 a 2020 e também compararam tendências



O padrão dinâmico da paisagem é definido pelas mudanças no índice de fragmentação florestal (FFI) e na cobertura florestal (FC), e as marcas de “para cima” e “para baixo” após FFI ou FC representam uma tendência de aumento e diminuição durante 2000-2020, respectivamente. a Distribuição espacial global de quatro padrões dinâmicos de paisagens florestais, (b) porcentagens relativas de área dos quatro padrões dinâmicos de paisagens florestais entre zonas climáticas, e (c) a relação entre ΔFFI e ΔFC para paisagens florestais em escala nacional usando a correlação linear de Pearson (n = 131 países). A significância estatística em (c) foi obtida com um teste t de Student bilateral

dentro e fora das áreas protegidas.

As métricas baseadas em conectividade mostraram um aumento da fragmentação em 51% a 67% das florestas globais e em 58% a 80% das florestas tropicais entre 2000 e 2020, e as métricas de agregação mostraram que 57% a 83% das florestas se tornaram mais fragmentadas. Enquanto isso, as métricas baseadas em estrutura da equipe

indicaram apenas uma fragmentação de 30% a 35% no mesmo período.

O estudo também analisou os fatores que impulsionam a fragmentação, incluindo a agricultura itinerante (37% globalmente, 61% nos trópicos), a silvicultura (34% globalmente), incêndios florestais e, em menor grau, o desmatamento causado por commodities. Constatou-se também que as áreas protegidas sofreram 82% menos fragmentação do que as áreas desprotegidas, em grande parte devido à redução da atividade agrícola. Isso sugere que grande parte do aumento da fragmentação é potencialmente reversível, visto que frequentemente é impulsionado por usos reversíveis da terra, como agricultura, exploração madeireira ou causas naturais, como incêndios florestais. Se protegidas, essas áreas podem ser restauradas ao longo do tempo.



“Esses resultados destacam a eficácia e a importância das áreas tropicais protegidas na limitação da fragmentação causada pelo homem e ressaltam a necessidade urgente de expandir a proteção nas regiões tropicais”, afirmam os autores do estudo.

Os pesquisadores também observam possíveis limitações devido à resolução de dados de satélite e dificuldades em detectar estradas estreitas, distinguindo florestas naturais de sistemas agroflorestais — possivelmente subestimando a perda de florestas naturais — e também dificuldades em capturar o crescimento florestal abaixo de 5 m de altura.

O estudo ressalta a necessidade de melhores métricas de fragmentação em estudos futuros. “Nosso estudo revela declínios generalizados na integridade ecológica das florestas nas últimas duas décadas, impulsionados em grande parte pela atividade humana. A grande divergência entre as métricas de fragmentação ressalta a necessidade urgente de ferramentas ecologicamente relevantes para avaliar e abordar essas mudanças com precisão”.

Esta fragmentação é causada principalmente por distúrbios humanos

Fatores da fragmentação

- Desmatamento causado por commodities
- Agricultura itinerante
- Silvicultura
- Incêndios florestais
- Urbanização

Conclusões

Ao combinar mudanças na paisagem e múltiplas características da fragmentação, nossa abordagem supera o problema de considerar apenas o estado estático da fragmentação em vez da mudança dinâmica, aprimorando assim nossa compreensão dos padrões de fragmentação florestal global. Ela também reflete de forma mais eficaz a realidade das mudanças

na paisagem florestal e é valiosa para a formulação e o ajuste oportunos de políticas relevantes.

Além disso, existem estados negativos de florestas para a maioria dos 10 países com as maiores áreas florestais, o que demonstra notável expansão de terras agrícolas, extração de madeira e distúrbios por incêndios florestais nos últimos anos, bem como um aumento geral em outros distúrbios.

Essas mudanças resultam em maior perda de área florestal, intensificação da fragmentação e degradação das funções do ecossistema. No entanto, a relação negativa significativa entre ΔFFI e ΔFC em escala nacional sugeriu que os esforços que visavam aumentar a área florestal ainda eram eficazes na mitigação da fragmentação. Medidas direcionadas de florestamento e proteção são abordagens importantes para evitar maior deterioração da fragmentação globalmente. Nossas descobertas destacam que uma compreensão da dinâmica do desmatamento e da fragmentação precisa ser incorporada ao processo de formulação de políticas nesses países para minimizar danos irreversíveis a ecossistemas florestais vitais e redirecionar o curso do desenvolvimento em direção à sustentabilidade

Mais da metade das florestas globais se tornaram mais fragmentadas nos últimos vinte anos

Aumento da fragmentação:
Florestas divididas em fragmentos menores e isolados

Sua nova experiência está aqui!



Rua E, 835 – Cidade Nova – Parauapebas

94 99222-1101



Congresso da OMM endossa alerta precoce para salvar vidas

Vamos proteger a humanidade através de sistemas de alerta precoce baseados na ciência

Fotos: Denis Onyodi /IFRC/DRK/Climate Centre/flickr (CC BY-NC 2.0), OMM / Vanessa Mazarese, OMM / Xuan NG,

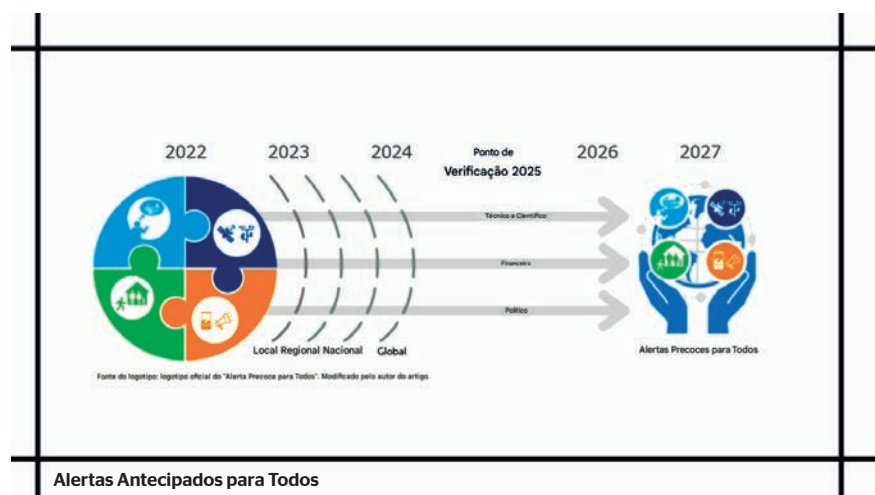
“**E** speramos que esta reunião em Genebra marque um ponto de virada: um compromisso global para garantir que cada alerta emitido seja uma oportunidade para salvar vidas e construir esperança. Que cada alerta emitido seja um compromisso renovado

WEATHER CLIMATE WATER
TEMPS CLIMAT EAU



WMO OMM

World Meteorological Organization
Organisation météorologique mondiale
Organización Meteorológica Mundial
Всемирная метеорологическая организация
المنظمة العالمية للأرصاد الجوية
世界气象组织



com a vida, a solidariedade e o futuro da humanidade”, disse Sua Excelência Daniel Francisco Chapo, Presidente da República de Moçambique.

Moçambique reduziu o número de mortos e as perdas econômicas dos ciclones tropicais graças ao investimento em melhores sistemas de observação e comunicações para garantir que os avisos cheguem às pessoas que precisam deles.

“Aprendemos uma lição fundamental: um aviso oportuno salva vidas. Quando o alerta chega a tempo, a resposta é mais rápida, a ação é mais eficaz e o impacto é menor”, disse ele. Portanto, a iniciativa Alertas Precoces para Todos é,



Alertas Antecipados para Todos. Imenso significado global de nossa missão



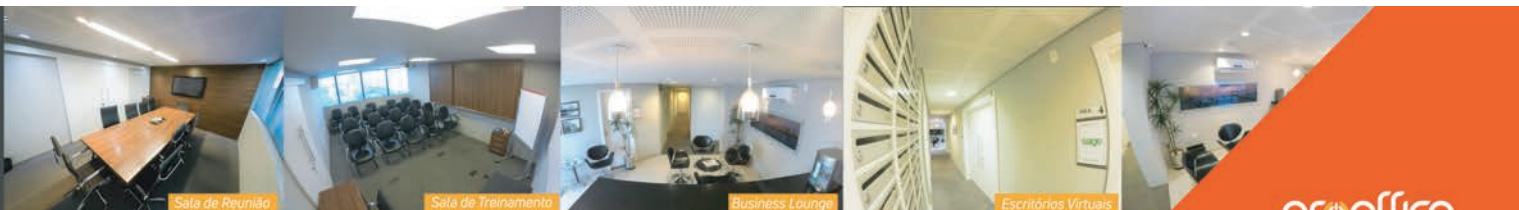
para Moçambique, uma prioridade nacional e uma causa ética”.

Os comentários do presidente Chapo foram ecoados por ministros e funcionários de alto nível da Espanha, Gana, Burkina Faso, Azerbaijão, República Dominicana e Eslovênia.

“As ferramentas existem. Os padrões estão em vigor. Os fluxos de dados. O que resta é a vontade coletiva de agir na velocidade e escala necessárias. A iniciativa Alertas Precoces para Todos é mais do que um slogan, é uma promessa de dignidade, segurança e prosperidade. Peço a todos nós que nos unamos para entregar Alertas Antecipados para Todos, por Todos. A hora é agora”, disse Celeste Saulo.

A iniciativa Alertas Precoces para Todos foi lançada pelo secretário-geral da ONU, António Guterres, em 2022. É liderado pela OMM, o Escritório das Nações Unidas para a Redução do Risco de Desastres (UNDRR), a União Internacional de Telecomunicações (UIT) e a Federação Internacional das Sociedades da Cruz Vermelha e do Crescente Vermelho (IFRC).

“Sua presença ressalta o imenso significado global de nossa missão, particularmente quando cruzamos



prooffice
Soluções de Espaços Executivos

São 10 anos de pioneirismo em soluções de espaços executivos para uma pessoa ou até mesmo equipes inteiras. Reduza os custos com endereço comercial, temos serviço de atendimento telefônico, gestão de correspondência usufruindo de espaços flexíveis de trabalhos, perfeitos para alavancar negócios.

**EXPERIMENTE A PROOFFICE
POR 01 DIA. AGENDE AGORA**

(92)9286-1381 / 3878-2600

<http://prooffice.net.br>

@proofficemanaus

Prooffice Business - Rua Salvador, 120 - 12º Andar
Vierlves Business Center - Adrianópolis - Manaus

a metade do caminho desde o anúncio da iniciativa Alertas Precoces para Todos (EW4All)”, disse o presidente da OMM, Abdulla Al Mandous.

O Early Warnings for All visa cobrir toda a cadeia de valor e reduzir sistematicamente o risco de desastres e salvar vidas por meio de sistemas abrangentes de alerta precoce que detectam perigos, avaliam riscos, disseminam alertas oportunos e permitem ações eficazes de resposta da comunidade.

Cada dólar investido pode render até quinze dólares economizados em impactos reduzidos de desastres, de acordo com o Call to Action. Ele diz que os fundamentos são claros: troca de dados livre e aberta, financiamento sustentável, adesão a padrões internacionais e cooperação científica coordenada.

A necessidade é primordial. Nos últimos 50 anos, os riscos relacionados ao clima, à água e ao clima ceifaram mais de 2 milhões de vidas, com 90% dessas mortes ocorrendo em países em desenvolvimento. Os custos e impactos econômicos estão aumentando à medida que o clima se torna mais extremo.



António Guterres discursando no Congresso Meteorológico Mundial e 75º aniversário da OMM, em 22 de outubro

O Secretário-Geral das Nações Unidas à Organização Meteorológica Mundial, na visita à OMM para celebrar seu 75º aniversário, fez um discurso elogiando-a como “um barômetro da verdade... uma fonte confiável e lúcida de dados e informações sobre o planeta que compartilhamos... e um exemplo brilhante da ciência apoiando a humanidade”.

Na oportunidade, o Congresso Extraordinário da OMM, composta por

193 membros, marcava e Comemorava o 75º aniversário da organização e o ponto médio da Iniciativa de Alertas Antecipados para Todos. Ao final de seu discurso, disse Guterres:

Finalmente, nós devemos trair o problema das catástrofes climáticas na região – isso é uma luta contra a rápida recuperação do planeta.

Iniciado na Conferência das Nações Unidas sobre as mudanças climáticas, em novembro no Brasil, todos os países devem apresentar novos planos nacionais de ação climática – planos ambiciosos e em conformidade com o objetivo de limitar a recuperação a 1,5 graus Celsius. Eles devem incluir compromissos para reduzir as emissões de gás com efeito de estufa ao longo dos próximos anos.

Mas a ciência é clara: precisamos ser muito mais ambiciosos..

No Brasil, os dirigentes deverão organizar um plano credível para mobilizar, para os países em desenvolvimento, 1 300 mil milhões de dólares até 2035 para financiar a acção climática.

Os países desenvolvidos devem honrar seu compromisso de dobrar o financiamento da adaptação, para o porter, no mínimo, de 40 bilhões de dólares neste ano, e implantar rapidamente ferramentas de reconhecimento para bloquear bilhões de dólares suplementares de financiamento concessional.

O Fundo de Perdas e Danos deve ser dotado de contribuições substanciais.

Os dirigentes também devem explorar plenamente o poder e o potencial ilimitado das energias renováveis.

No Acordo de Paris de 2015, a maioria dos países do mundo concordou em manter o aumento da temperatura média global abaixo de 2 graus, de preferência abaixo de 1,5 grau, em comparação aos tempos pré-industriais.



O Secretário-Geral das Nações Unidas ao lado de Celeste Saulo, Secretária-Geral da OMM



O Fundo de Perdas e Danos deve ser dotado de contribuições substanciais



Incêndios florestais extremos

As mudanças climáticas estão transformando incêndios florestais globais em monstros

Prever incêndios florestais é difícil mesmo nos melhores momentos. Mas, à medida que as mudanças climáticas devastam os sistemas climáticos do planeta, está cada vez mais difícil e importante acertar



por *Hamish Clarke e Sarah Harris, Universidade de Melbourne

Fotos: ECMWF, Josh Burkinshaw, Marinha do Brasil, Matt Palmer/Unsplash, NASA Worldview, Universidade de Melbourne

Eo comportamento dos incêndios florestais em todo o mundo no último ano nos mostrou o quão imprevisíveis e devastadores esses incêndios se tornaram.

O segundo relatório anual sobre o Estado dos Incêndios Florestais, publicado anualmente na revista Earth System Science Data, é liderado por uma equipe do Reino Unido e conta com colaboradores de todos os continentes propensos a incêndios na Terra. E isso inclui nós, coautores e colaboradores australianos.

E revela um quadro sombrio da temporada de incêndios de 2024–25 em nosso mundo.

Uma área maior que a Índia — totalizando 3,7 milhões de quilômetros quadrados — foi devastada por incêndios florestais em todo o mundo. Esses incêndios afetaram 100 milhões de pessoas e colocaram em risco cerca de US\$ 215 bilhões em casas e infraestrutura.



Incêndios florestais extremos

De acordo com o Dr. Douglas Kelley, do Centro de Ecologia e Hidrologia do Reino Unido (UKCEH) e colíder do relatório, nossos relatórios estão construindo evidências inequívocas de como as mudanças climáticas estão aumentando a frequência e a gravidade de incêndios florestais extremos.

A prova cabal

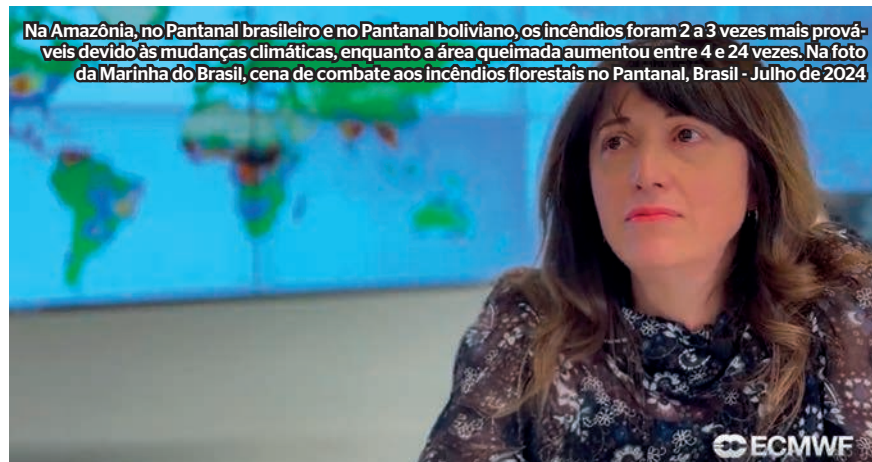
As conclusões do relatório para o período de março de 2024 a fevereiro de 2025 são alarmantes.

As mudanças climáticas fizeram com que os incêndios florestais na região do Pantanal-Chiquitano, na América do Sul, fossem 35 vezes maiores.

Se observarmos os incêndios mortais no sul da Califórnia, eles eram duas vezes mais prováveis e 25 vezes maiores, em termos de área queimada, no clima atual do que seriam em um mundo sem aquecimento global causado pelo homem.

E os incêndios recordes que devastaram partes da Amazônia e do Congo foram acelerados pelas mudanças climáticas, mas também contribuíram para elas, liberando bilhões de toneladas de CO₂.

De acordo com a Dra. Francesca Di Giuseppe, do Centro Europeu de Previsões Meteorológicas de Médio Prazo (ECMWF) e colíder do relatório, as mudanças climáticas não estão apenas criando condições climáticas mais perigosas e



propensas a incêndios, mas também estão influenciando as taxas de crescimento da vegetação e fornecendo combustível para a propagação dos incêndios.

Usando observações de satélite e modelagem avançada para identificar e investigar as causas dos incêndios florestais da última temporada de incêndios, nossa equipe de cientistas internacionais investigou o papel que as mudanças climáticas e no uso da terra desempenharam.

Os incêndios devastadores em Los Angeles em janeiro de 2025, que causaram 30 mortes, forçaram 150.000 evacuações, destruíram pelo menos 11.500 casas e resultaram em perdas econômicas totalizando US\$ 140 bilhões, são um

exemplo disso.

Nossa análise destaca o papel crítico do clima extremo e do combustível nos incêndios de Los Angeles, com o clima excepcionalmente úmido nos 30 meses anteriores contribuindo para o forte crescimento da vegetação e estabelecendo as bases perfeitas para a ocorrência de incêndios florestais quando condições excepcionalmente quentes e secas chegaram em janeiro.

A quantidade e a secura da vegetação também desempenharam um papel crítico durante os incêndios florestais extremos na Amazônia e no Congo, onde florestas e pântanos anormalmente secos permitiram que os incêndios se espalhassem mais rápido e mais longe.



Incêndios florestais no estado de Nova Gales do Sul se transformam no que os bombeiros apelidaram de "megaincêndio", na Austrália

E se observarmos as emissões de incêndios florestais, o Canadá viu seu segundo ano consecutivo de emissões de CO₂ provenientes de incêndios florestais ultrapassando um bilhão de toneladas, enquanto a Bolívia teve seu maior total de emissões de CO₂ neste século, assim como vários estados da América do Sul.

A vista da Austrália

Embora a atividade de incêndios não tenha atingido a extensão ou o impacto geral das temporadas anteriores na Austrália, como os incêndios do Verão Negro de 2019-20, ainda houve incêndios significativos nas paisagens altamente diversificadas e propensas a incêndios da Oceania.

Isso incluiu mais de 1.000 grandes incêndios que queimaram cerca de 470.000 hectares na Austrália Ocidental, mais de cinco milhões de hectares queimados na Austrália Central e grandes incêndios ao redor do Monte Isa, em Queensland.

Em Victoria, fortes raios secos desencadearam grandes incêndios em paisagens culturalmente sensíveis. O Parque Nacional Grampians teve dois terços de sua área queimada e o incêndio Little Desert queimou 90.000 hectares em menos de oito horas.

Olhando para o futuro, a turbulência nas previsões climáticas da Austrália está tornando a previsão de futuros incêndios florestais ainda mais desafiadora.



Um apelo para ação contra incêndios florestais na COP30

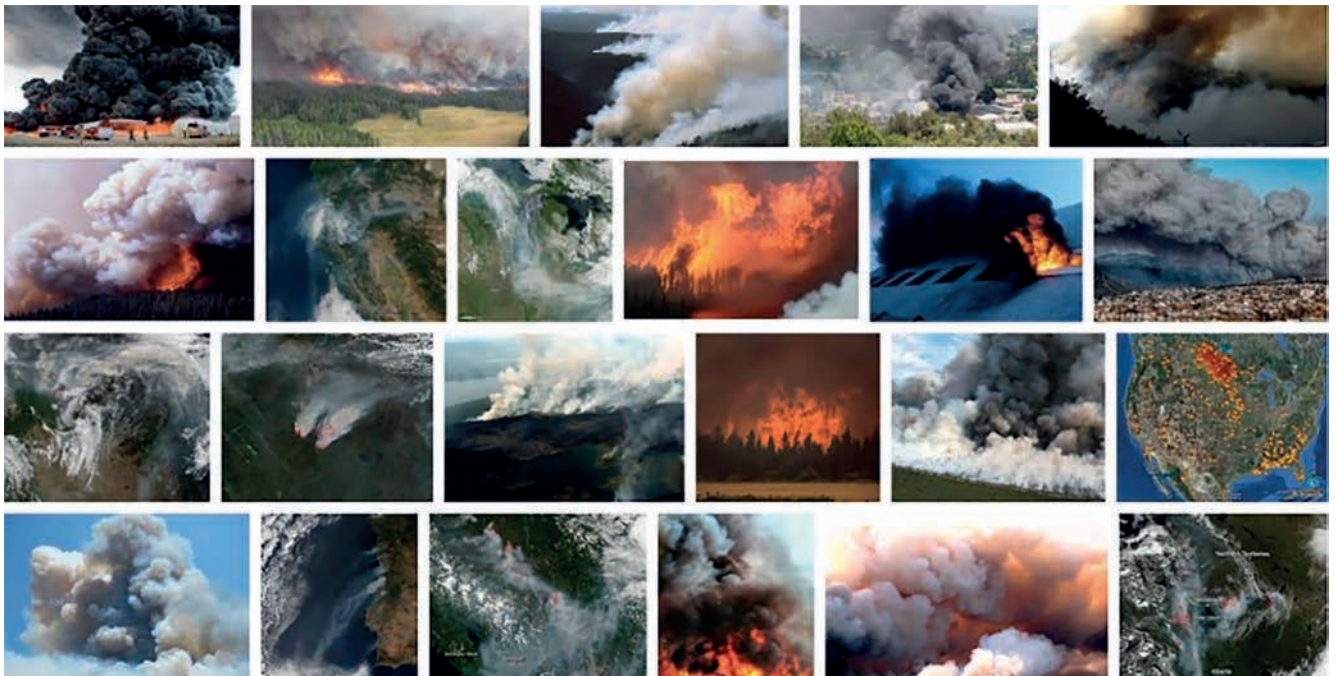
Em novembro, líderes mundiais, cientistas, ONGs e a sociedade civil irão ao Brasil para a 30ª Conferência Anual das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (COP30) para discutir como enfrentar as mudanças climáticas.

Nosso relatório pede ação imediata diante de incêndios florestais mais intensos, rápidos e frequentes.

De acordo com um dos autores do relatório, Dr. Matt Jones, da Universidade de East Anglia, os líderes mundiais na COP30 devem assumir compromissos ousados para reduzir rapidamente as emissões de gases de efeito estufa nesta década.

Esta é a contribuição mais poderosa que a maioria das nações desenvolvidas pode fazer para evitar os piores impactos dos incêndios florestais extremos nas gerações vivas e futuras.

Embora o futuro pareça desafiador, nosso relatório enfatiza que não é tarde demais para agir. Reduzir o desmatamento, melhorar as práticas de gestão da terra e aprimorar os sistemas de alerta precoce estão entre as medidas que podem ajudar a mitigar os riscos de incêndios florestais. Enquanto a Austrália enfrenta sua própria temporada imprevisível de incêndios, o que está acontecendo no resto do mundo serve como um lembrete claro da natureza interconectada da nossa crise climática e da necessidade urgente de uma ação internacional coordenada. 🌱



As políticas de combate a incêndios devem ter ação imediata da COP30 para mitigar a gravidade de incêndios florestais extremos



Plataforma mapeia áreas de risco climático no Brasil

Uma nova plataforma digital desenvolvida pela rede MapBiomias e pela Fundação Grupo Boticário mapeará áreas vulneráveis às mudanças climáticas em todo o Brasil e oferecerá alternativas sustentáveis para reduzir riscos e impactos ambientais

A ferramenta, chamada Plataforma Natureza ON, será apresentada oficialmente durante a 30ª Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança Climática (COP30), que será realizada em novembro na cidade amazônica de Belém. Seu lançamento está previsto para 11 de novembro, durante o painel “Dados, inteligência artificial e novas tecnologias aliadas à ação climática”.

Desenvolvida com a tecnologia Google Cloud, a plataforma será de acesso público e gratuito e oferecerá informações em todo o país.

Seu objetivo é apoiar gestores públicos, pesquisadores e a sociedade civil na identificação de soluções baseadas na natureza (SBN) para enfrentar eventos climáticos extremos, como inundações, secas e deslizamentos de terra.

Marcos Rosa, coordenador técnico do MapBiomias, explicou que eles organizam dados climáticos, geológicos e topo-

gráficos que permitem gerar cenários de vulnerabilidade e risco climático em um serviço público transparente e acessível. Segundo ele, a iniciativa busca fornecer informações consistentes que possam ser utilizadas para diagnosticar, priorizar e monitorar políticas de adaptação.

A plataforma permitirá que os usuários visualizem o nível de vulnerabilidade de uma rua, bairro, município ou bacia hidrográfica, e exibirá os principais riscos climáticos da área, juntamente com recomendações de medidas sustentáveis de mitigação. As soluções sugeridas in-



cluem arborização urbana, criação de parques lineares, renaturalização de rios e sistemas de drenagem natural, como jardins de chuva ou telhados verdes.

Em uma área com risco de inundação, por exemplo, a plataforma poderá recomendar estratégias para aumentar a permeabilidade do solo, como bioválvulas, lagoas de retenção ou parques irrigáveis, explicaram o MapBiomias e a Fundação Grupo Boticário em comunicado conjunto.

Desde 2015, o MapBiomias é reconhecido por seu trabalho em monitoramento ambiental utilizando dados de satélite. A iniciativa produz anualmente mapas de cobertura e uso da terra no Brasil e já validou mais de 470 mil alertas de desmatamento, sendo 280 mil na Amazônia. Além disso, o sistema identifica potenciais atividades ilegais, como garimpo e pistas de pouso clandestinas, com mais de 2.800 registros somente no estado do Amazonas, incluindo 70 em territórios Yanomami.

A diretora executiva da Fundação Grupo Boticário, Malu Nunes, enfatizou que, além do monitoramento de riscos, é fundamental definir estratégias de adaptação diante da nova realidade climática. A ferramenta auxiliará na recomendação de soluções efetivas para os desafios dos territórios, especialmente nos centros urbanos, onde a adaptação



Malu Nunes, diretora executiva da Fundação Grupo Boticário



A plataforma digital será apresentada em painel na COP30 no dia 11 de novembro

às mudanças climáticas é uma demanda urgente de toda a sociedade, observou.

De acordo com as entidades responsáveis, a Plataforma Natureza ON também orientará políticas públicas para

um planejamento urbano resiliente e contribuirá para a criação de planos locais de prevenção de desastres naturais.

O banco de dados será atualizado continuamente, incorporando novos indicadores ambientais e climáticos à medida que forem gerados. Com esta iniciativa, o Brasil fortalece seu papel como líder regional no uso de tecnologia e dados abertos para gestão territorial e adaptação climática, em um contexto em que eventos extremos - como inundações, secas prolongadas e ondas de calor - estão se tornando cada vez mais frequentes.

Soluções Baseadas na Natureza – SBN

São inovadoras, que buscam enfrentar desafios ambientais, sociais e econômicos, por meio da conservação, restauração e gestão sustentável de ecossistemas. Essas soluções são inspiradas e apoiadas pela natureza, aproveitando os processos naturais para gerar benefícios tanto para as pessoas, quanto para a biodiversidade.

Compreendem soluções de engenharia, que imitam ou se espelham nos processos naturais, com o objetivo de promover um ambiente urbano mais sustentável e resiliente.



[*] Informações e fotos: Agência Brasil

A floresta com árvores de 385 milhões de anos

A Floresta Fóssil do Cairo é a segunda mais antiga do mundo. Essas florestas marcam um ponto de virada na história da Terra porque alteraram a composição da atmosfera, dizem os cientistas

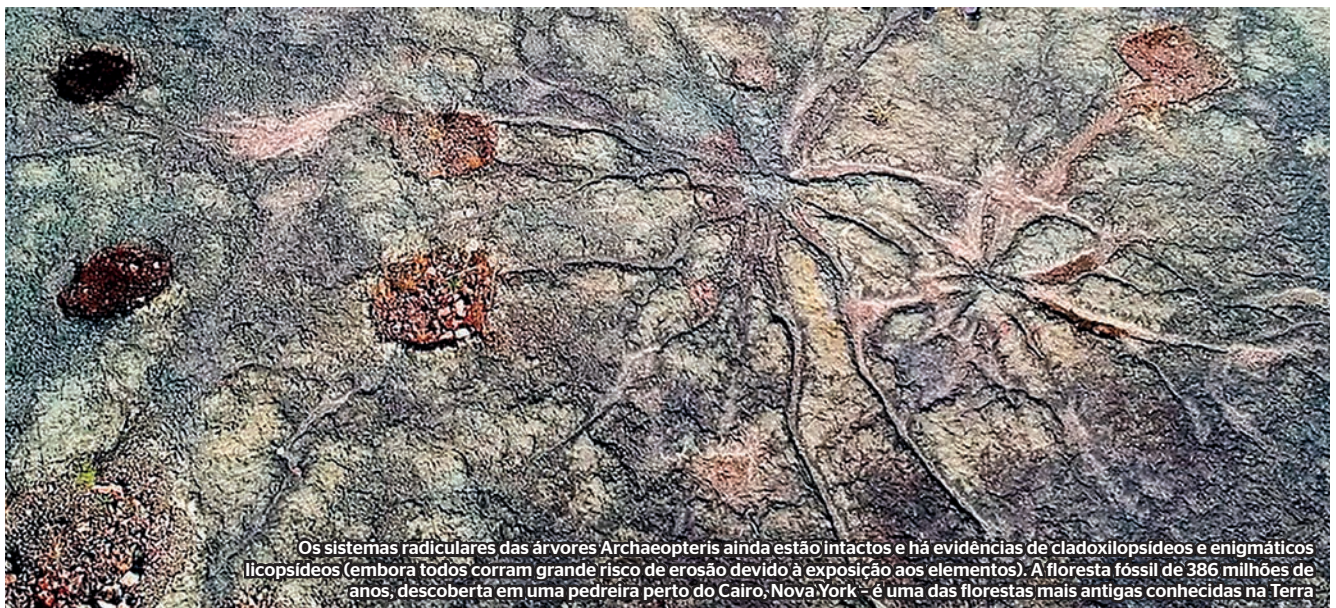
Fotos: Charles Ver Straeten, NYSM, Unsplash

A região ao redor do Cairo, no Egito, abriga alguns dos sítios arqueológicos humanos mais importantes do mundo, com vestígios de civilização milenares. Agora, o Cairo está fazendo história arqueológica mais uma vez, mas desta vez é o Cairo, em Nova York, e não o Cairo, no Egito.

Cerca de 385 milhões de anos atrás, árvores cresceram e caíram em uma floresta antiga no norte do estado de Nova York. Em 2009, cientistas do Museu Estadual de Nova York, incluindo o Dr. Charles Ver Straeten (curador de rochas sedimentares do Museu do Estado de Nova York), descobriram o que se tornou o mais antigo vestígio de floresta fóssil do Devoniano do mundo.



Sistema radicular das árvores *Archaeopteris* no sítio da floresta fóssil do Cairo, em Nova York



Os sistemas radiculares das árvores *Archaeopteris* ainda estão intactos e há evidências de cladoxilopsídeos e enigmáticos licopsídeos (embora todos corram grande risco de erosão devido à exposição aos elementos). A floresta fóssil de 386 milhões de anos, descoberta em uma pedreira perto do Cairo, Nova York, é uma das florestas mais antigas conhecidas na Terra



Nas árvores enterradas sob o chão da pedreira, os padrões na superfície revelam onde os troncos e raízes das árvores estavam ancorados no solo. Algumas das raízes fossilizadas têm quase 15 centímetros de espessura, e as maiores redes de raízes se estendem por 11 metros a partir dos troncos.

Em uma região internacionalmente reconhecida pela arte e literatura, a ciência está agora levando as Catskills de volta às suas raízes mais antigas. Paleontólogos descobriram a pegada arqueológica do que se acredita ser a primeira floresta pré-histórica. Esta descoberta supera seu sítio arqueológico mais conhecido em Gilboa, localizado a cerca de 42 quilômetros a oeste do Cairo, e amplamente reconhecido até agora como o sítio florestal mais antigo de seu tipo.

O sítio arqueológico do Cairo, localizado em uma pedreira abandonada, está atraindo atenção global após ser mapeado pelo Dr. Bill Stein, professor associado de ciências biológicas na Universidade Estadual de Nova York em Binghamton, e pelo Dr. Chris Berry, paleobotânico da Universidade de Cardiff, no País de Gales.

Os professores Stein e Berry, juntamente com cientistas do Museu Estadual de Albany e de Sheffield, na Inglaterra, descobriram os restos de dois tipos de árvores antigas, incluindo a *Archaeopteris* e a *Eospermatopteris*, semelhante a uma samambaia. O que parece ser um terceiro tipo de fóssil de árvore continua sendo estudado.

Outra surpresa foi a detecção de fósseis de peixes oceânicos no local, uma descoberta incomum para uma floresta costeira e provavelmente indicativa de eventos cataclísmicos, como um maremoto ou um furacão. E em notícias que certamente divertirão os moradores locais que enfrentam os invernos rigo-

rosos no norte do estado de Nova York, pesquisadores relatam que a área era antigamente tropical e que a massa de terra na qual a Floresta do Cairo está localizada se originou perto do equador, migrando para sua posição atual como resultado da deriva continental.

O surgimento das árvores na Terra há milhões de anos mudou fundamentalmente o ecossistema do nosso planeta e ajudou a abrir caminho para formas de vida mais avançadas. A evolução contínua de plantas, árvores e animais criou um ambiente que sustentou os dinossauros e, centenas de milhões de anos depois, os humanos.

Árvores e civilização humana estão inextricavelmente interligadas, uma noção exemplificada pela Árvore da Vida,

um motivo antigo e recorrente que atravessa as fronteiras de muitas religiões, filosofias e mitologias.

Assim como as árvores, os humanos estão enraizados na terra, vivem no ar do céu, bebem água e absorvem os raios do sol. Todos esses elementos são essenciais tanto para as árvores quanto para os humanos e nos conectam a uma época, eras antes da existência dos humanos, quando a atmosfera da Terra e a paisagem terrestre eram profundamente diferentes. Descobertas como essa nos lembram o quão extraordinário é o nosso planeta —e que árvores e florestas são a chave para a vida como a conhecemos. Quer ajudar o meio ambiente? Plante árvores hoje para causar um impacto duradouro! 🌱



Nas árvores enterradas sob o chão da pedreira, os padrões na superfície revelam onde os troncos e raízes das árvores estavam ancorados no solo. Algumas das raízes fossilizadas têm quase 15 centímetros de espessura, e as maiores redes de raízes se estendem por 11 metros a partir dos troncos.

320 milhões de árvores são mortas por raios a cada ano

Novo modelo indica perda considerável de biomassa. Os raios têm um impacto maior nas florestas, pela simulação da mortalidade de árvores induzida por raios no modelo de vegetação global dinâmica LPJ-GUESS, do que se pensava anteriormente



por *Universidade Técnica de Munique

Fotos: Global Change Biology, Pixabay/CCO Domínio Público, Shutterstock, Universidade Técnica de Munique

Pesquisadores da Universidade Técnica de Munique (TUM) desenvolveram novos cálculos de modelos que, pela primeira vez, estimam a influência global dos raios nos ecossistemas florestais.

De acordo com suas descobertas na Global Change Biology, estima-se que 320 milhões de árvores morram a cada ano devido a raios. As perdas de árvores causadas por incêndios florestais de origem direta por raios não estão incluídas nesses números. No futuro, a mortalidade de árvores induzida por raios poderá aumentar devido ao aumento da frequência dos raios.

Danos causados por raios em florestas costumam ser difíceis de detectar e só foram estudados sistematicamente em alguns locais. Até agora, não estava claro quantas árvores no mundo morrem a cada ano devido a danos diretos causados por raios.



crescimento, antes ignoradas, agora parecem ser responsáveis por cerca de metade das mortes de árvores em florestas tropicais, rivalizando com a seca e o calor como a principal ameaça às florestas ricas em carbono



Raios matam grandes árvores em florestas tropicais, reduzindo o armazenamento de carbono

A equipe de pesquisa da TUM desenvolveu o primeiro método para estimar quantas árvores são tão severamente afetadas por raios que acabam morrendo. A conclusão: o impacto ecológico dos raios tem sido subestimado.

Enquanto estudos anteriores se concentravam em observações de campo em florestas individuais, os pesquisadores da TUM adotaram uma abordagem matemática. Eles ampliaram um modelo de vegetação global amplamente utilizado, integrando dados observacionais e padrões globais de raios.

“Agora podemos não apenas estimar quantas árvores morrem anualmente devido a raios, mas também identificar as regiões mais afetadas e avaliar as implicações para o armazenamento global de carbono e a estrutura florestal”, explica Andreas Krause, principal autor do estudo e pesquisador da Cátedra de Interações entre a Superfície Terrestre e a Atmosfera.

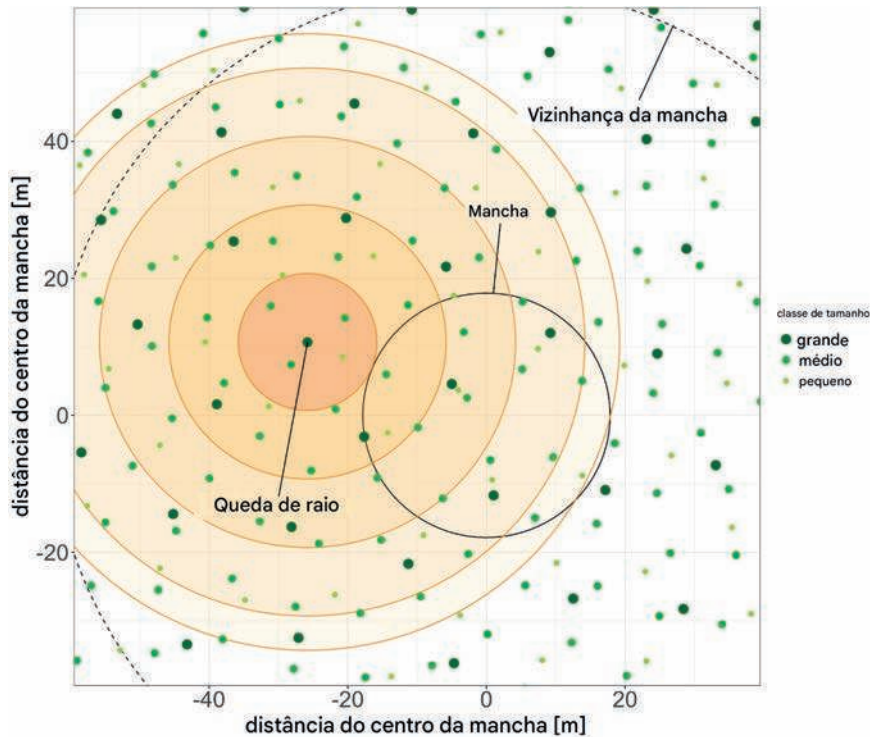
O número de árvores mortas pode aumentar no futuro

Segundo suas estimativas, raios matam cerca de 320 milhões de árvores anualmente, o que representa de 2,1% a 2,9% de toda a perda anual de biomassa vegetal. Estima-se que essa degradação da biomassa emita entre 0,77 e 1,09 bilhão de toneladas de CO₂ anualmente.

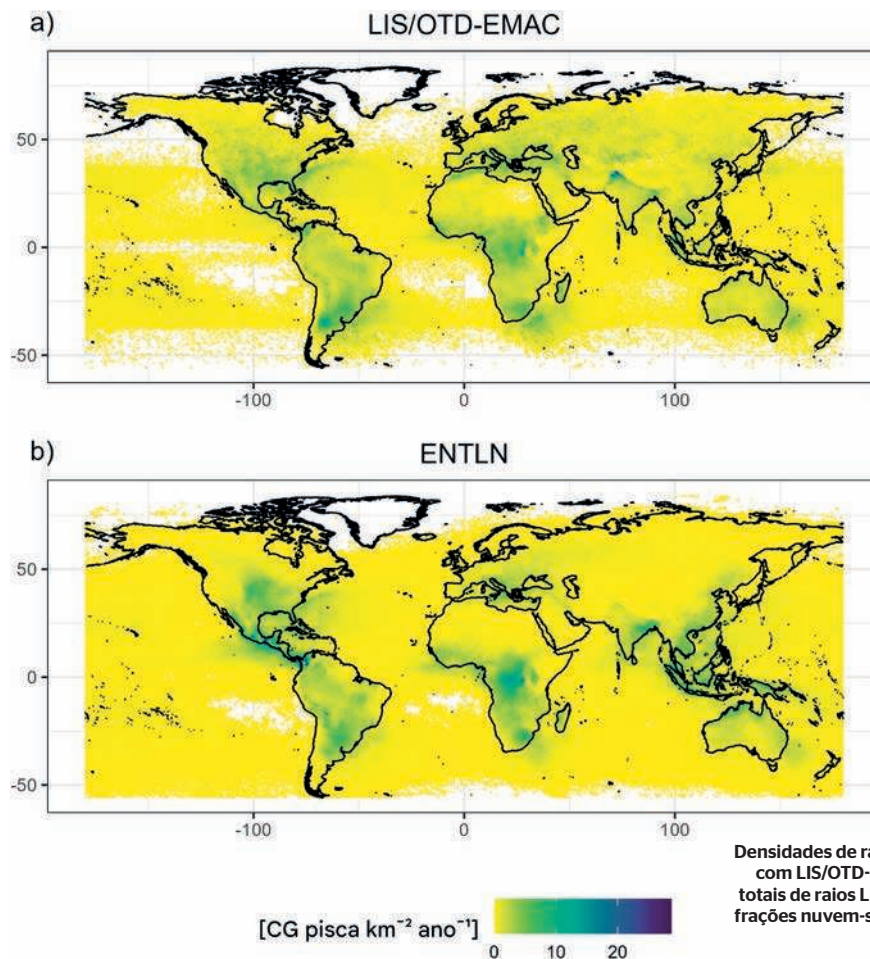
Os pesquisadores enfatizam que essas emissões são surpreendentemente altas: são comparáveis em magnitude aos aproximadamente 1,26 bilhão de toneladas de CO₂ liberados anualmente pela combustão de plantas vivas em incêndios florestais.

No entanto, as emissões totais de CO₂ provenientes de incêndios florestais são substancialmente maiores — cerca de 5,85 bilhões de toneladas por ano —, visto que também incluem a queima de madeira morta e material orgânico do solo.

“A maioria dos modelos climáticos projeta um aumento na frequência de raios nas próximas décadas, então vale a pena prestar mais atenção a essa perturbação amplamente negligenciada”, diz Krause.



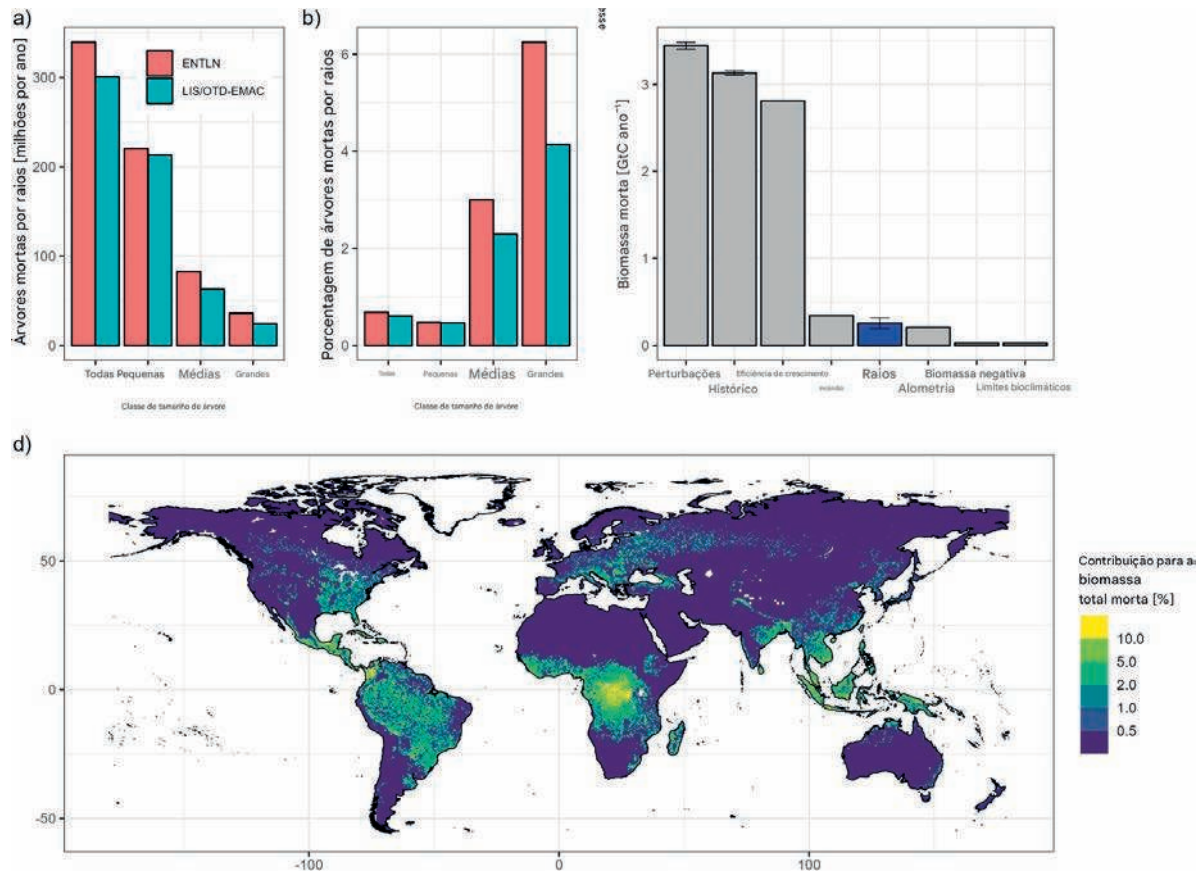
Representação esquemática de raios no LPJ-GUESS. Um raio pode matar árvores a até 45 m de distância do local do impacto (Richards et al. 2022; Yanoviak et al. 2020). Portanto, consideramos não apenas raios dentro de uma área, mas também raios na vizinhança da área, que ainda estão próximos o suficiente para matar árvores dentro da área. Neste exemplo, a densidade de árvores é 0 para árvores pequenas, 0,006 indivíduos por m² para árvores pequenas, 0,012 para árvores médias e 0,004 para árvores grandes



Densidades de raios nuvem-solo de acordo com LIS/OTD-EMAC (ou seja, densidades totais de raios LIS/OTD multiplicadas pelas frações nuvem-solo EMAC) (a) e ENTNLN (b).

[CG pisca km⁻² ano⁻¹]





Simulação de mortalidade global por raios. Número total de árvores mortas (a) e porcentagem de árvores mortas por raios (b) para diferentes classes de tamanho, contribuição dos raios para a biomassa total morta (c) e mapas da contribuição dos raios para a biomassa total morta (d). (c, d) mostram a média das simulações LIS/OTD-EMAC e ENTLN

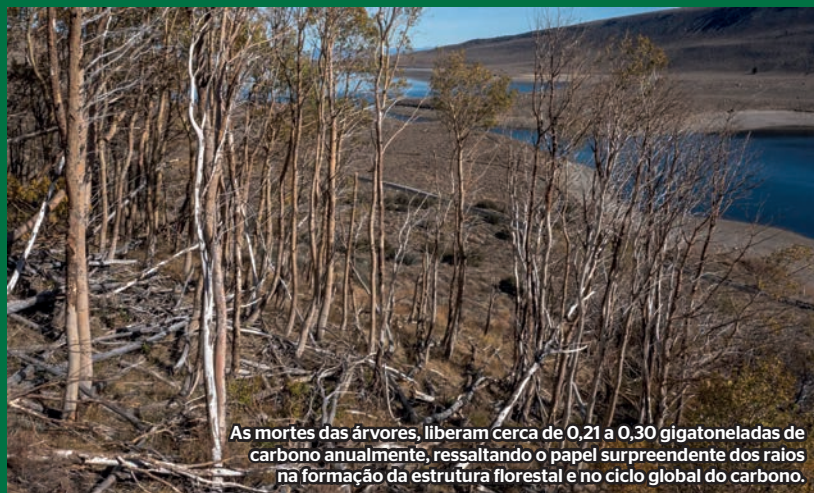
Atualmente, a mortalidade de árvores induzida por raios é maior em regiões tro-

picais. No entanto, modelos sugerem que a frequência de raios aumentará principal-

mente em regiões de latitudes médias e altas, o que significa que a mortalidade por raios também poderá se tornar mais relevante em florestas temperadas e boreais.

Conclusões

Relâmpagos são uma perturbação importante nos ecossistemas florestais. No entanto, a mortalidade direta por raios (ou seja, não relacionada a incêndios) é até agora frequentemente subestimada e, consequentemente, negligenciada em modelos computacionais usados para estudar como os ecossistemas florestais respondem a mudanças ambientais. Ao implementar um módulo de mortalidade por raios no modelo ecossistêmico LPJ-GUESS, descobrimos que raios matam cerca de 320 milhões de árvores a cada ano, causando assim ~0,25 GtC de biomassa morta. Essas descobertas confirmam estudos existentes que argumentam que a mortalidade por raios é uma causa importante da mortalidade de árvores em muitas florestas.



As simulações pela dinâmica LPJ-GUESS revelaram:

- 301-340 milhões de árvores (>10 cm de diâmetro) são mortas anualmente por raios
- 24-36 milhões delas são árvores grandes (>60 cm de diâmetro)
- Os raios causam anualmente 0,21-0,30 GtC de biomassa morta
- Num mundo sem raios, a biomassa florestal global seria 1,3%-1,7% superior

[*] Universidade Técnica de Munique.
Global Change Biology

Algumas árvores tropicais se beneficiam ao serem atingidas por raios

*As evidências são de *Dipteryx oleifera* e outras árvores de grande porte*



por *Instituto Cary de Estudos Ecosistêmicos

Fotos: Evan Gora, Instituto Cary de Estudos Ecosistêmicos, New Phytologist



O técnico Cesar Gutierrez sobe em uma torre para detectar e localizar raios na área de estudo. Após a detecção, drones e equipes em terra monitoram os impactos do raio.

Os raios matam centenas de milhões de árvores anualmente, mas seu papel na formação da história de vida e diversidade das árvores é amplamente desconhecido. Nesse estudo, foram usados dados de um sistema exclusivo de localização de raios para mostrar que algumas árvores individuais se beneficiam contra intuitivamente de serem atingidas por raios. Os raios mataram 56% de 93 árvores atingidas diretamente e causaram uma média de 41% de morte da copa entre as sobreviventes. No entanto, entre essas árvores atingidas, 10 raios diretos causaram danos insignificantes às árvores *Dipteryx oleifera*, matando 78% de suas lianas e 2,1 Mg de biomassa de árvores competidoras. Nove árvores de outros táxons de vida longa sobre-

viveram a raios com benefícios semelhantes. Em média, uma árvore *D. oleifera* > 60 cm de diâmetro é atingida por raios pelo menos cinco vezes durante sua vida, conferindo esses benefícios repetidamente. Estimamos que a capacidade de sobreviver a raios aumenta a fecundidade vitalícia em 14 vezes, em grande parte devido à competição reduzida de lianas e árvores vizinhas. Além disso, as alturas incomuns e as copas largas de *D. oleifera* aumentam a probabilidade de um impacto direto em 49-68% em relação a árvores do mesmo diâmetro com alometrias médias. Esses padrões sugerem que os raios desempenham um papel subestimado na competição entre árvores, estratégias de história de vida e coexistência de espécies

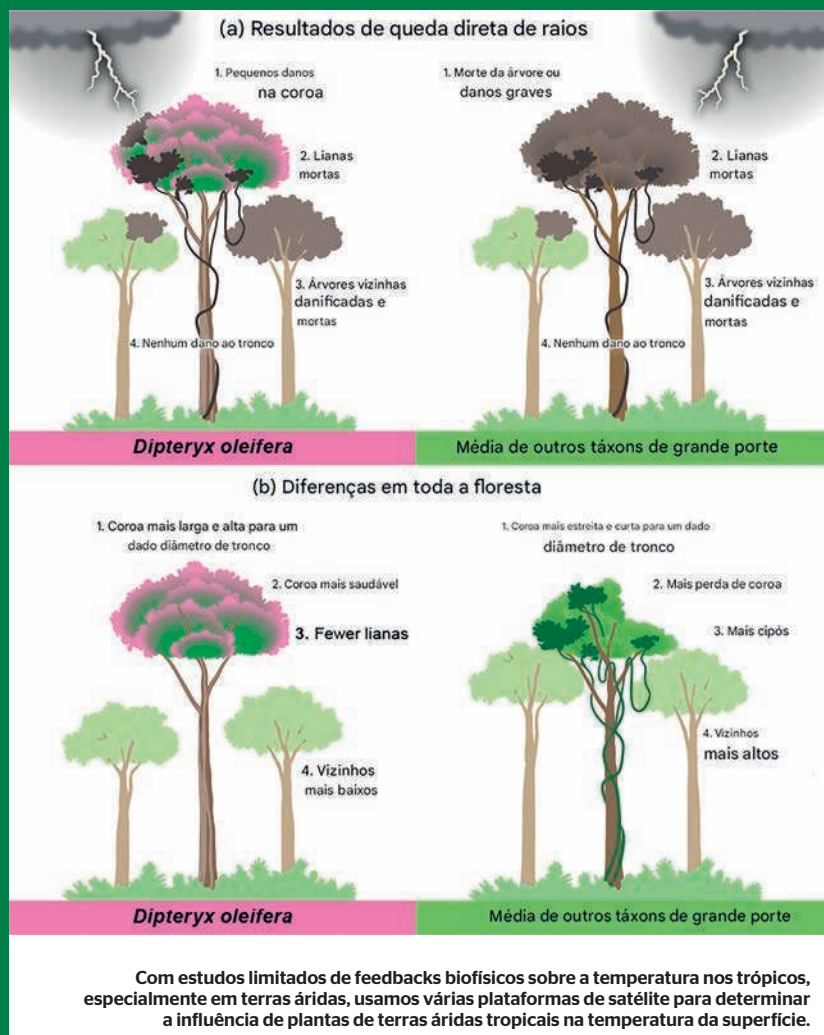
Nas densas florestas do Panamá, onde a competição pela luz solar é feroz, uma espécie de árvore desenvolveu uma estratégia de sobrevivência incomum — ser atingida por um raio. Uma nova pesquisa revela que as árvores *Dipteryx oleifera* não apenas sobrevivem a raios diretos com danos mínimos, mas também prosperam depois, ganhando vantagens competitivas significativas no ecossistema tropical lotado.

O estudo no *New Phytologist*, desafia a sabedoria convencional sobre a força destrutiva dos raios nas florestas. Liderada por Evan Gora do Cary Institute of Ecosystem Studies, a pesquisa fornece a primeira evidência concreta de que algumas árvores podem se beneficiar de raios.

“Ver que há árvores que são atingidas por raios e ficam bem foi simplesmente alucinante”, lembrou Gora, cujo interesse foi despertado em 2015, quando sua equipe encontrou uma árvore *Dipteryx* que havia sobrevivido a um impacto poderoso — um choque forte o suficiente para destruir uma videira parasita em sua copa e matar mais de uma dúzia de árvores vizinhas.

Essa observação casual levou a uma investigação sistemática. Ao longo de dois a seis anos, a equipe de Gora rastreou 93 árvores atingidas por raios no Monumento Natural Barro Colorado, no Panamá, incluindo nove espécimes de *Dipteryx*. O contraste nos resultados foi gritante.

Todas as nove árvores *Dipteryx* sobreviveram com danos mínimos, enquanto árvores diretamente atingidas de outras espécies sofreram severamente — perdendo quase seis vezes mais folhagem e experimentando uma taxa de mortalidade de 64% em dois anos. Quando um raio atingiu uma árvore *Dipteryx*,



Descobrimos que, enquanto a vegetação nos trópicos tende a resfriar a superfície, as plantas de terra seca reduzem esse resfriamento tropical em pelo menos 14%, ao contrário do resfriamento aprimorado encontrado em alguns estudos anteriores. A redução do resfriamento em sequeiro é atribuída à menor evaporação de suas plantas devido à aridez e proporcionalmente maior absorção vegetal da radiação solar



O cientista Evan Gora inspeciona um raio em uma área florestal na Ilha Barro Colorado, no Panamá

ele matou uma média de 9,2 árvores vizinhas, pois a eletricidade viajou pela vegetação interconectada.

Talvez o mais intrigante seja que os raios reduziram as infestações de cipós parasitas em árvores *Dipteryx* em 78%. Esses cipós, conhecidos como lianas, normalmente competem com as árvores por luz e nutrientes. Sua remoção representa uma vantagem competitiva significativa na floresta tropical de recursos limitados.

Usando tecnologia de drones, os pesquisadores criaram modelos 3D mostrando que as árvores *Dipteryx* geralmente são cerca de quatro metros mais altas que suas vizinhas. Essa diferença de altura provavelmente resulta de raios matando árvores vizinhas mais altas, dando aos espécimes de *Dipteryx* acesso incontestado à luz solar — uma mercadoria preciosa no chão da floresta.

“Esses dados fornecem a primeira evidência de que algumas árvores se beneficiam ao serem atingidas por raios”, escrevem os autores em seu artigo. Ou, como Gora coloca de forma mais clara,

“É melhor para uma árvore *Dipteryx* oleífera ser atingida do que não ser.”

A pesquisa sugere que essas árvores podem ter evoluído para atrair raios. Sua altura distinta e copas anormalmente largas as tornam até 68% mais propensas a serem atingidas do que árvores comuns, de acordo com os cálculos da equipe. Com uma expectati-



Uma lacuna no dossel da floresta, criada depois que um raio matou este pedaço de árvores. As florestas podem se recuperar de forma diferente de raios do que de outras formas de dano, favorecendo algumas espécies em detrimento de outras

va de vida potencialmente superior a 1.000 anos e uma frequência estimada de queda de uma vez a cada 56 anos, árvores individuais podem sobreviver a múltiplas quedas durante sua vida. Os pesquisadores até documentaram uma árvore que foi atingida duas vezes em apenas cinco anos. Essa tolerância a raios fornece uma vantagem reprodu-

tiva notável. De acordo com os cálculos dos cientistas, ela aumenta a capacidade da espécie de produzir descendentes em 14 vezes, em comparação ao que seria esperado sem essa adaptação.

As implicações vão além da mera curiosidade científica. Com as mudanças climáticas aumentando a frequência de raios em muitas regiões, espécies tolerantes a raios como *Dipteryx* oleífera podem ganhar mais vantagens. Isso pode remodelar a composição da floresta, afetando tanto a biodiversidade quanto a capacidade de armazenamento de carbono.

A equipe de pesquisa, que inclui cientistas do Instituto de Pesquisa Tropical Smithsonian, do Laboratório Nacional de Oak Ridge, da Universidade da Costa do Golfo da Flórida, da Universidade de Alabama em Huntsville e da Universidade de Louisville, planeja investigar quais características específicas permitem que essas árvores sobrevivam a raios e se outras espécies compartilham essa capacidade notável.

À medida que as florestas continuam a enfrentar múltiplos desafios relacionados ao clima, entender essas relações ecológicas inesperadas pode ser crucial para os esforços de conservação e estratégias de reflorestamento tropical. Às vezes, parece que o que não te mata realmente te torna mais forte — especialmente se você for uma árvore *Dipteryx* em uma tempestade de raios.



Evan Gora, ecologista florestal e cientista e parte da equipe do Cary Institute of Ecosystem Studies

Impacto da seca extrema nos ecossistemas globais de pastagens e arbustais

A intensidade e a duração da seca interagem para amplificar as perdas na produtividade primária

Fotos: Chinadaily.com.cn, Nolan Zunk, Science

À medida que as secas se tornam mais longas e intensas, espera-se que os impactos na produtividade primária terrestre aumentem progressivamente. No entanto, alguns ecossistemas parecem se aclimatar à seca pluri-anual, com reduções constantes ou decrescentes na produtividade conforme a duração da seca aumenta. Quantificamos os efeitos combinados da duração e da intensidade da seca na produtividade acima do solo em 74 pastagens e matagais distribuídos globalmente. A aclimação do ecossistema à seca pluri-anual foi observada de forma geral, exceto

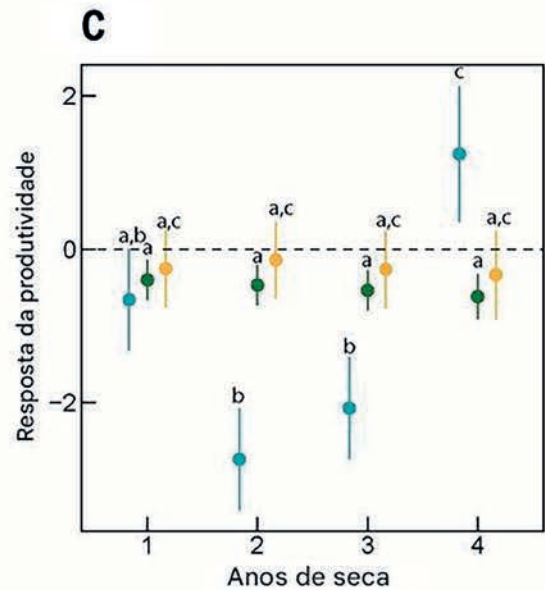
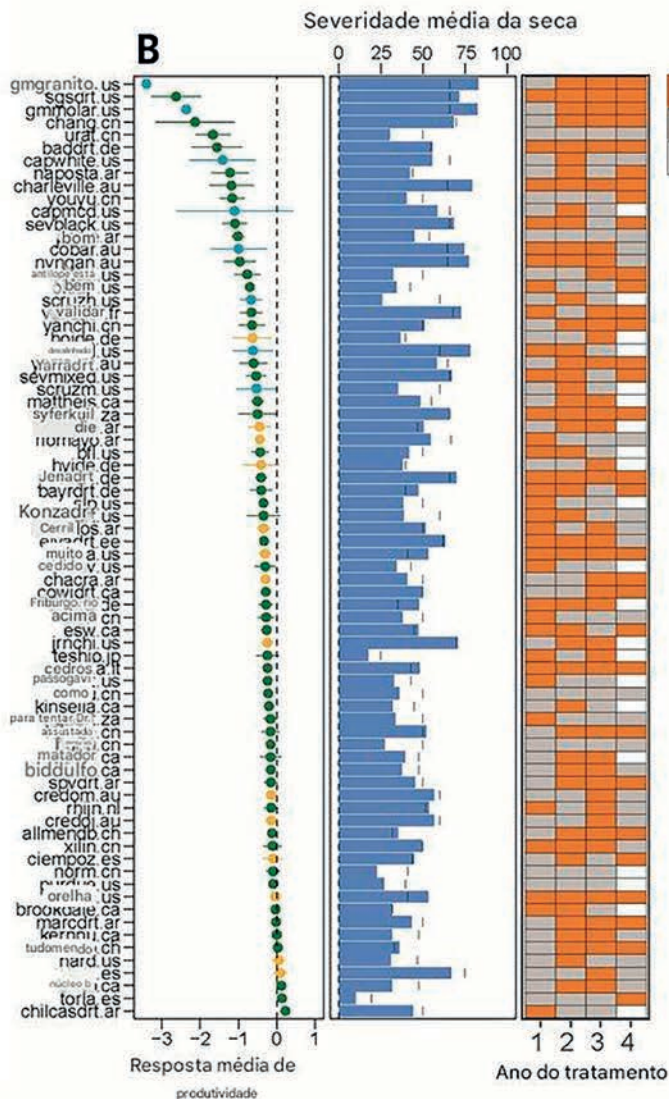
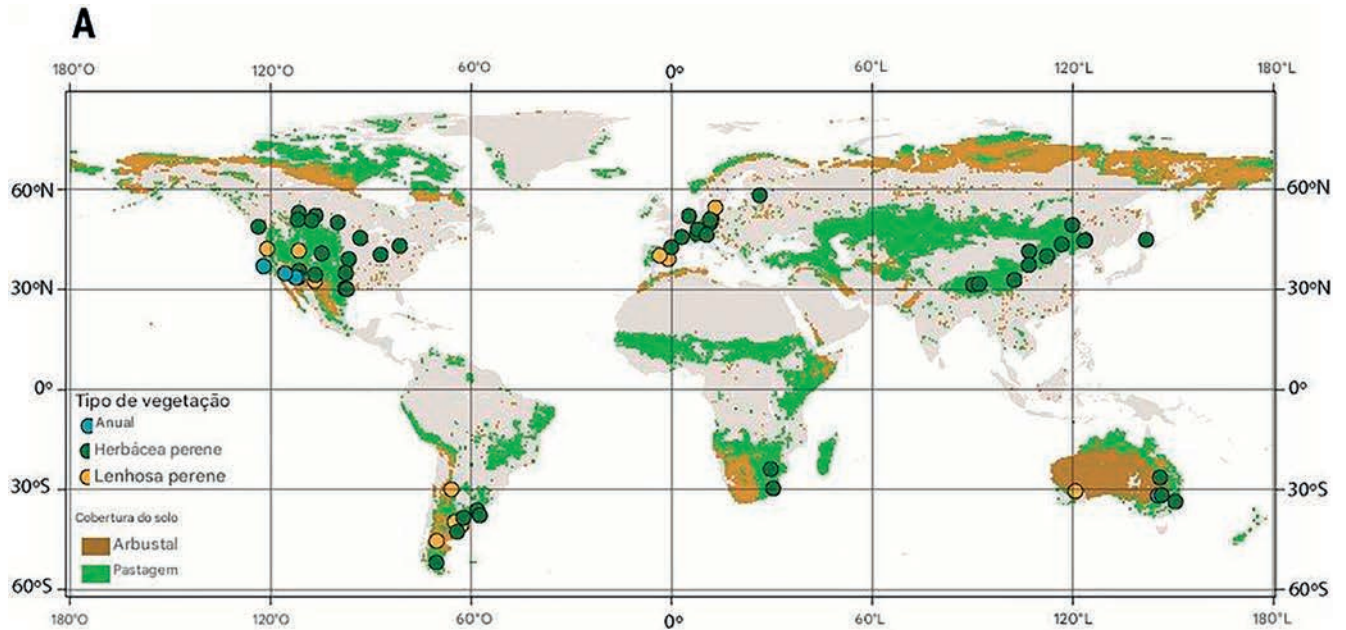
quando as secas foram extremas (ou seja, probabilidade de ocorrência ≤ 1 em 100 anos). As perdas de produtividade após quatro anos consecutivos de seca extrema aumentaram em cerca de 2,5 vezes em comparação com as do primeiro ano. Esses resultados prenunciam uma mudança fundamental no comportamento do ecossistema se a duração e a intensidade da seca aumentarem, da manutenção de um funcionamento reduzido ao longo do tempo para perdas progressivas e profundas de produtividade quando as secas são extremas

Observamos que, embora os ecossistemas normalmente apresentem um certo grau de resiliência adaptativa durante secas pluri-anuais, essa capacidade se desfaz completamente em condições extremas comparáveis a eventos que ocorrem uma vez a cada século”, explicou o Professor Yu. Após quatro anos consecutivos de seca extrema, as perdas de produtividade aumentaram aproximadamente 2,5 vezes em comparação com o primeiro ano. Essas descobertas indicam que, à medida que as secas se intensificam e persistem, os ecossistemas podem sofrer transformações fundamentais —passando de uma funcionalidade reduzida para um colapso rápido e potencialmente irreversível.

O estudo apresenta a primeira análise em escala global de como a intensidade e a duração da seca interagem, superando a limitação de longa data de examinar esses fatores isoladamente. Ele



A perda de pastagens e matagais devido à seca prolongada pode ter impactos de grande alcance na dinâmica planetária global



Tipo de vegetação

- Anual (n=8)
- Herbácea perene (n=52)
- Lenhosa perene (n=14)

Os locais do IDE foram estabelecidos em seis continentes e abrangem amplos gradientes de precipitação, temperatura e ambientais. Todos os locais do IDE utilizam uma abordagem experimental comum: abrigos passivos de manipulação da chuva que simulam seca durante todo o ano (365 dias), por até 4 anos

responde a uma questão central na pesquisa sobre mudanças climáticas: como secas mais intensas e prolongadas remodelam os ecossistemas?

As descobertas servem como um alerta crucial de que secas extremas podem levar os ecossistemas a ultrapassarem pontos de inflexão, aumentando drasticamente o risco de degradação e exigindo estratégias de adaptação proativas.

Este estudo aprimora as previsões de como os ecossistemas terrestres respondem às futuras condições climáticas. Ele também oferece uma base científica para o manejo adaptativo de pastagens e matagais, estimativas mais precisas do sumidouro de carbono e o desenvolvimento de políticas de mitigação do risco de seca.

O artigo lista o Professor Yu Qiang, juntamente com a Professora Melinda Smith e o Dr. Timothy Ohlert, da Universidade Estadual do Colorado, como coautores correspondentes. A Professora Melinda Smith e o Dr. Timothy Ohlert também atuaram como copríncipais autores.

Conclusões

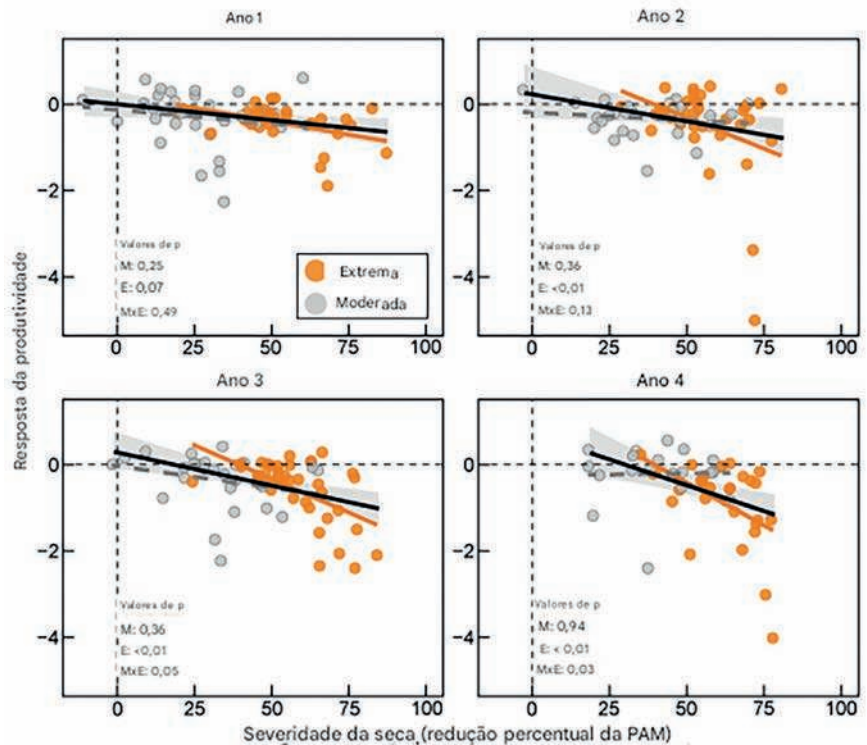
Os resultados ajudam a reconciliar padrões contrastantes de respostas à duração da seca relatados anteriormente. Os resultados do IDE mostram que, após uma perda inicial de função no primeiro ano, os ecossistemas submetidos a vários anos de seca moderada (ou menos severa) provavelmente manterão esse nível de funcionamento limitado (ou seja, exibirão aclimação do ecossistema). Por outro lado, um aumento na se-

veridade para níveis historicamente extremos resultará em um padrão de perda cumulativa de função ao longo do tempo. Existem vários mecanismos que podem resultar em padrões de aclimação do ecossistema versus efeitos cumulativos da seca, incluindo mudanças demográficas e comunitárias resultantes de mortalidade ou falha no estabelecimento (levando à perda de função), bem como respostas plásticas ou adaptativas à seca ao longo do tempo (levando à mitigação

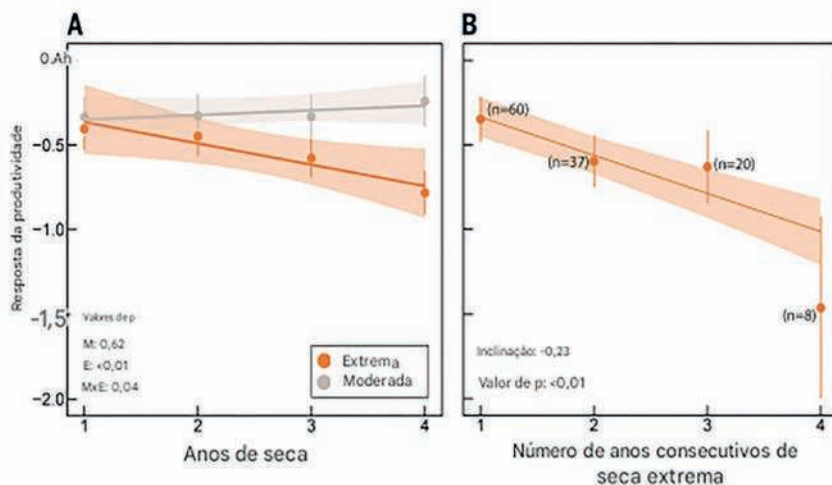
da perda ao longo do tempo).

Embora o IDE não tenha sido projetado para testar rigorosamente tais mecanismos, os dados disponíveis de 49 locais sobre ganhos e perdas de espécies, bem como mudanças na riqueza de espécies, sugerem que provavelmente ocorreram mudanças demográficas e comunitárias e, ao longo do tempo, maiores perdas de espécies estiveram significativamente relacionadas ao aumento das perdas de produtividade com a seca. Embora pesquisas adicionais sejam necessárias para testar os mecanismos que podem determinar a aclimação versus as respostas cumulativas à seca, essa compreensão mecanicista é crucial em um futuro onde secas extremas se tornem a norma.

A ausência do efeito de duração com intensidade de seca moderada não é totalmente surpreendente, visto que muitos ecossistemas de pastagens e arbustos ocorrem em uma ampla gama de climas semiáridos a áridos, como ocorreu na maioria dos locais do IDE. A capacidade desses sistemas com disponibilidade hídrica limitada de responder rapidamente a flutuações de curto prazo na precipitação, mas também de manter o funcionamento



Relações entre a resposta da produtividade do ecossistema à seca e a severidade da seca em todos os locais (linha preta) e seca moderada (pontos cinza) versus seca extrema (pontos laranja) para cada um dos 4 anos do experimento



Impacto da duração da seca na resposta da produtividade em condições de seca moderada e extrema

por períodos secos mais prolongados, é consistente com a estabilidade de longo prazo desses ecossistemas. De fato, vale a pena destacar que um subconjunto de locais foi resistente a vários anos de seca, independentemente da severidade. Pode ser que esses ecossistemas sejam menos limitados pela água e, portanto, menos impactados pela seca, como observado em pastagens mesófilas [por exemplo. No entanto, também deve-se notar que experimentos de seca podem subestimar os efeitos da seca e, embora abrigos passivos contra chuva alterem as entradas de precipitação e a umidade do solo de maneiras que simulam com precisão as mudanças na precipitação durante secas naturais, eles não reproduzem atributos auxiliares da seca, como temperaturas mais altas e déficits de pressão de vapor que normalmente acompanham eventos de seca.

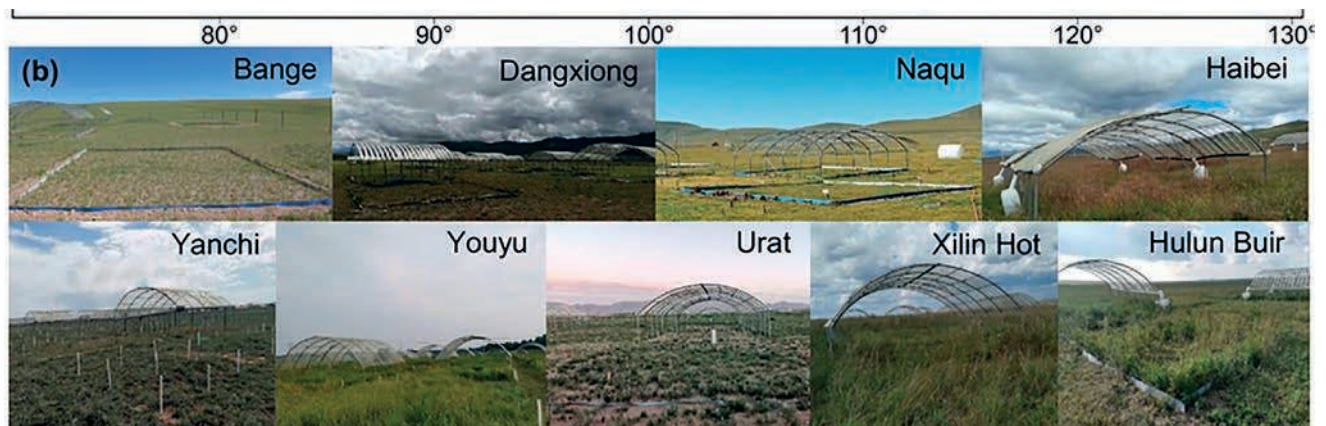
Embora os efeitos diretos da temperatura não sejam particularmente fortes em pastagens, um aumento nos déficits de pressão de vapor durante a seca tem o potencial de reduzir a fotossíntese e a produtividade, e a falta de manipulação da temperatura nes-



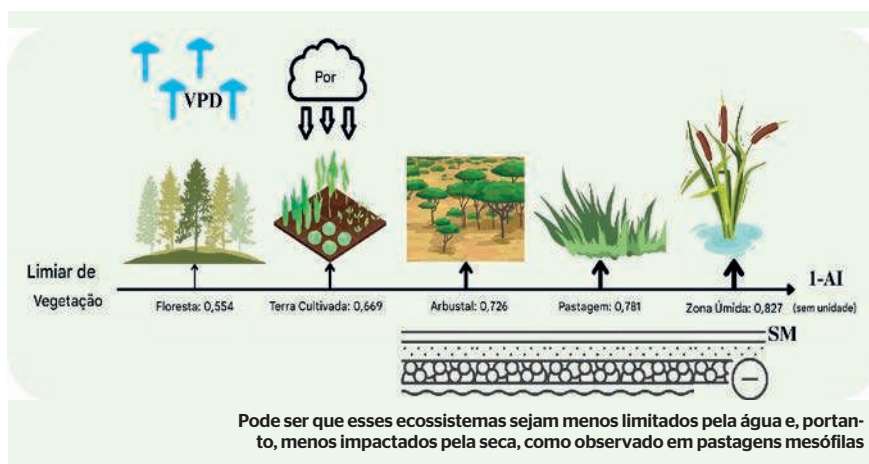
te estudo pode explicar parcialmente por que alguns locais do IDE não responderam à seca ao longo do tempo.

A descoberta de que a resistência à duração da seca em pastagens e mata-gais se erode rapidamente com secas prolongadas de extrema intensidade prenuncia um futuro incerto para esses

ecossistemas, ameaçando sua estabilidade a longo prazo e os bens e serviços ecossistêmicos que eles fornecem. Particularmente alarmantes foram as reduções de produtividade 160% maiores (ou 2,5 vezes maiores) observadas quando anos de seca extrema ocorrem consecutivamente. Espera-se que anos



Experimentos de tratamento de precipitação em campo



de seca extrema e consecutiva, incluindo megasecas, aumentem no futuro com as mudanças climáticas.

Embora as preocupações com a estabilidade do ecossistema diante do aumento contínuo tanto na magnitude quanto na duração da seca tenham sido expressas há décadas, os resultados fornecem evidências experimentais que corroboram observações recentes de que o funcionamento desses ecossistemas globalmente importantes está em risco devido a secas mais longas e intensas.

Florestas amazônicas queimadas permanecem quentes e estressadas por décadas



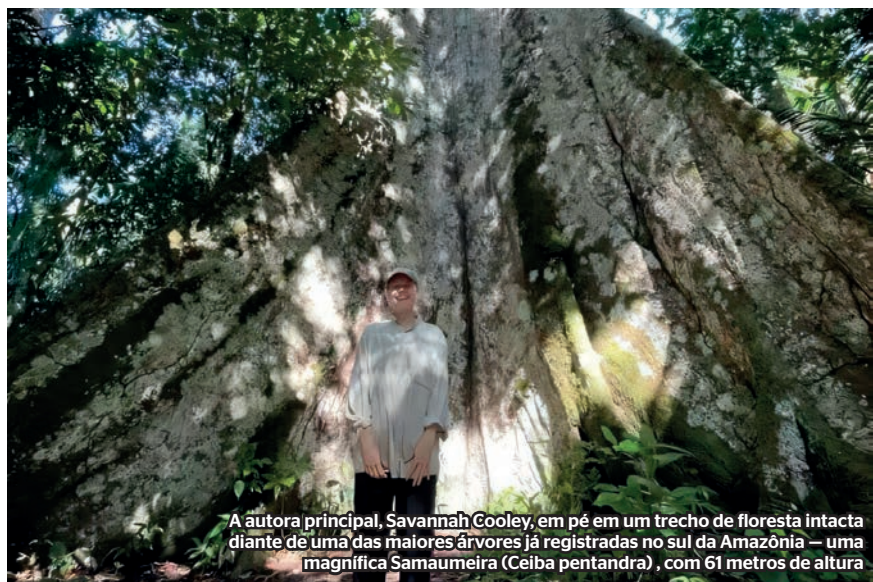
por *Rebecca Fowler, Instituto da Terra da Universidade de Columbia

Fotos: Earth Institute da Universidade de Columbia, Environmental Research Letters (2025), Vinicius Silguero, Instituto Centro de Vida

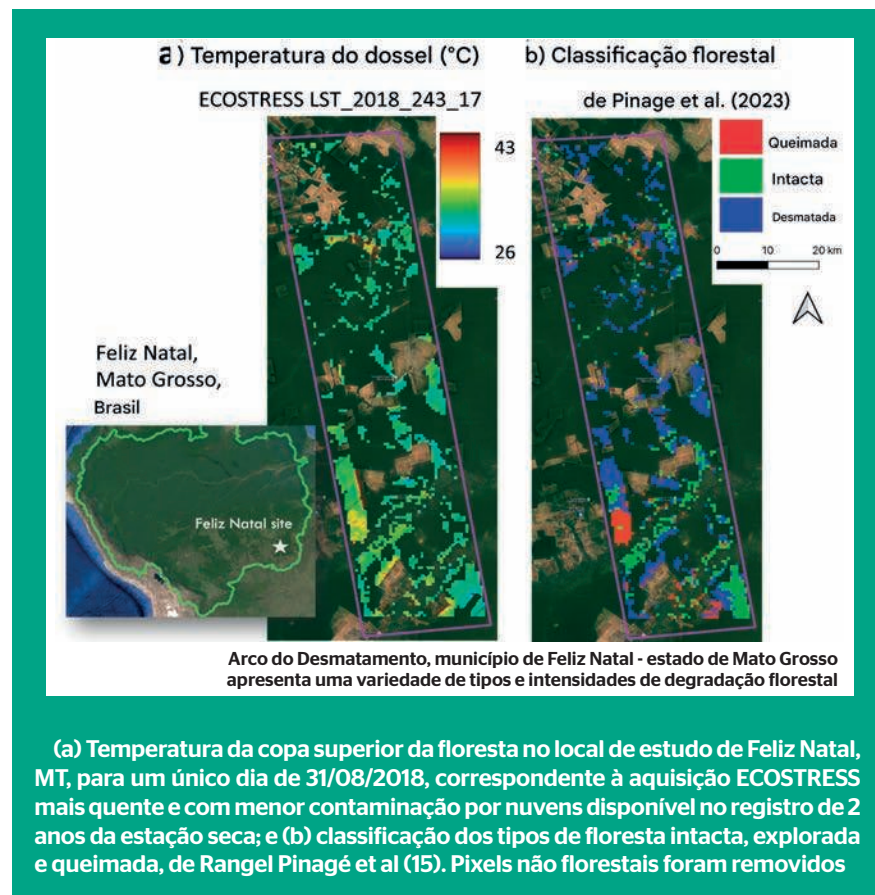
Estresse térmico em florestas degradadas no Arco do Desmatamento da Amazônia Brasileira

As florestas da Amazônia brasileira danificadas pelo fogo permanecem cerca de 2,6°C (4,7°F) mais quentes do que as florestas vizinhas intactas ou exploradas seletivamente, e o calor extra pode persistir por pelo menos 30 anos, de acordo com um novo estudo publicado em Environmental Research Letters.

Essas descobertas sugerem que o fogo altera as florestas tropicais de maneiras que retardam sua recuperação e podem enfraquecer sua capaci-



A autora principal, Savannah Cooley, em pé em um trecho de floresta intacta diante de uma das maiores árvores já registradas no sul da Amazônia — uma magnífica Samaumeira (Ceiba pentandra), com 61 metros de altura



dade de tolerar o estresse climático e armazenar carbono — um papel crucial que essas florestas desempenham na mitigação climática global.

“Estamos descobrindo que as queimadas têm grandes impactos ecológicos em larga escala e que a regeneração está muito mais em risco — é mais lenta ou nem acontece”, disse a autora principal, Savannah S. Cooley, pesquisadora do Centro de Pesquisa Ames da NASA e recém-graduada em doutorado pelo programa de Ecologia, Evolução e Biologia Ambiental (E3B) da Universidade de Columbia. (Cooley foi coorientada por Duncan Menge e Ruth DeFries, professora e reitora cofundadora da Escola de Clima da Universidade de Columbia.)

Ao contrário de ecossistemas adaptados ao fogo, como savanas ou florestas de pinheiros, as florestas tropicais da Amazônia evoluíram em condições úmidas, onde incêndios naturais eram raros. Como resultado, muitas espécies de árvores tropicais não desenvolveram características para tolerar ou se recuperar dos danos causados pelo fogo.

Além de serem, em média, mais quentes, as florestas queimadas na área de estudo apresentaram maior instabilidade térmica. Em comparação com florestas exploradas seletivamente ou intactas, elas apresentaram maiores flutuações diárias de temperatura e maior probabilidade de ultrapassar limites fisiológicos que prejudicam a função das árvores. Durante o pico de calor da estação seca, quase 87% das folhas expostas à luz solar em florestas queimadas perdem mais energia da respiração do que ganham da fotossíntese, em comparação com 72% a 74% em florestas exploradas seletivamente ou intactas.

Florestas queimadas também tiveram 10 vezes mais probabilidade de ultrapassar o limite de danos duradouros.

Essas diferenças de temperatura refletem mudanças fundamentais na estrutura da floresta, que deixam as áreas queimadas mais vulneráveis ao calor. Os incêndios afinam o dossel superior, removem a vegetação de nível médio e inferior e reduzem a área foliar, diminuindo a sombra e a transpiração que normalmente resfriam uma floresta.

A redução da quantidade de folhas permite que a luz solar aqueça as superfícies expostas e o ar próximo ao dossel.

As queimadas também criam bordas próximas à terra desmatada, permitindo que o ar mais quente se mova para dentro. A floresta retém esse calor extra até que suas camadas de vegetação se reconstru-

am, um processo que pode levar décadas.

O estudo sugere que o fogo é o principal fator de estresse térmico prolongado em florestas amazônicas degradadas. Em áreas onde a exploração madeireira seletiva deixou o dossel praticamente

intacto, as temperaturas foram semelhantes às de florestas intocadas. O contraste destaca a prevenção de incêndios e a exploração madeireira de baixo impacto como estratégias essenciais para manter a saúde das florestas tropicais.

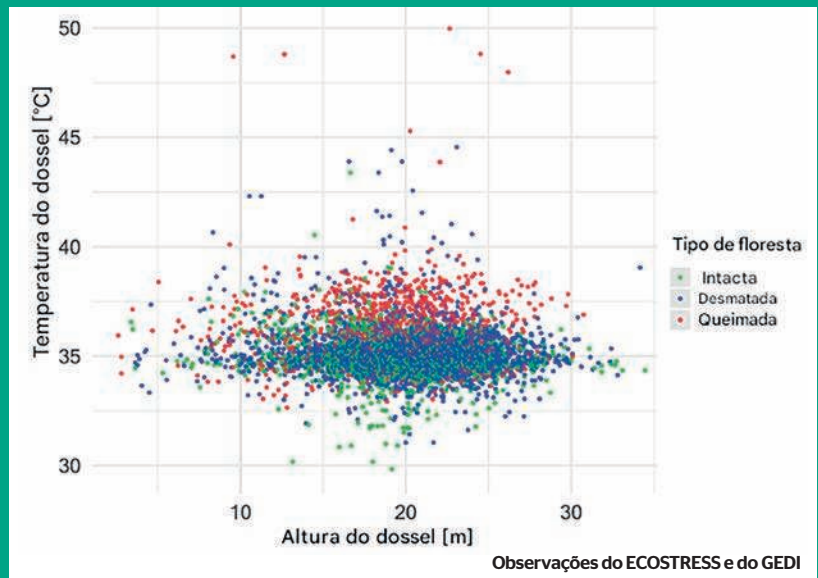
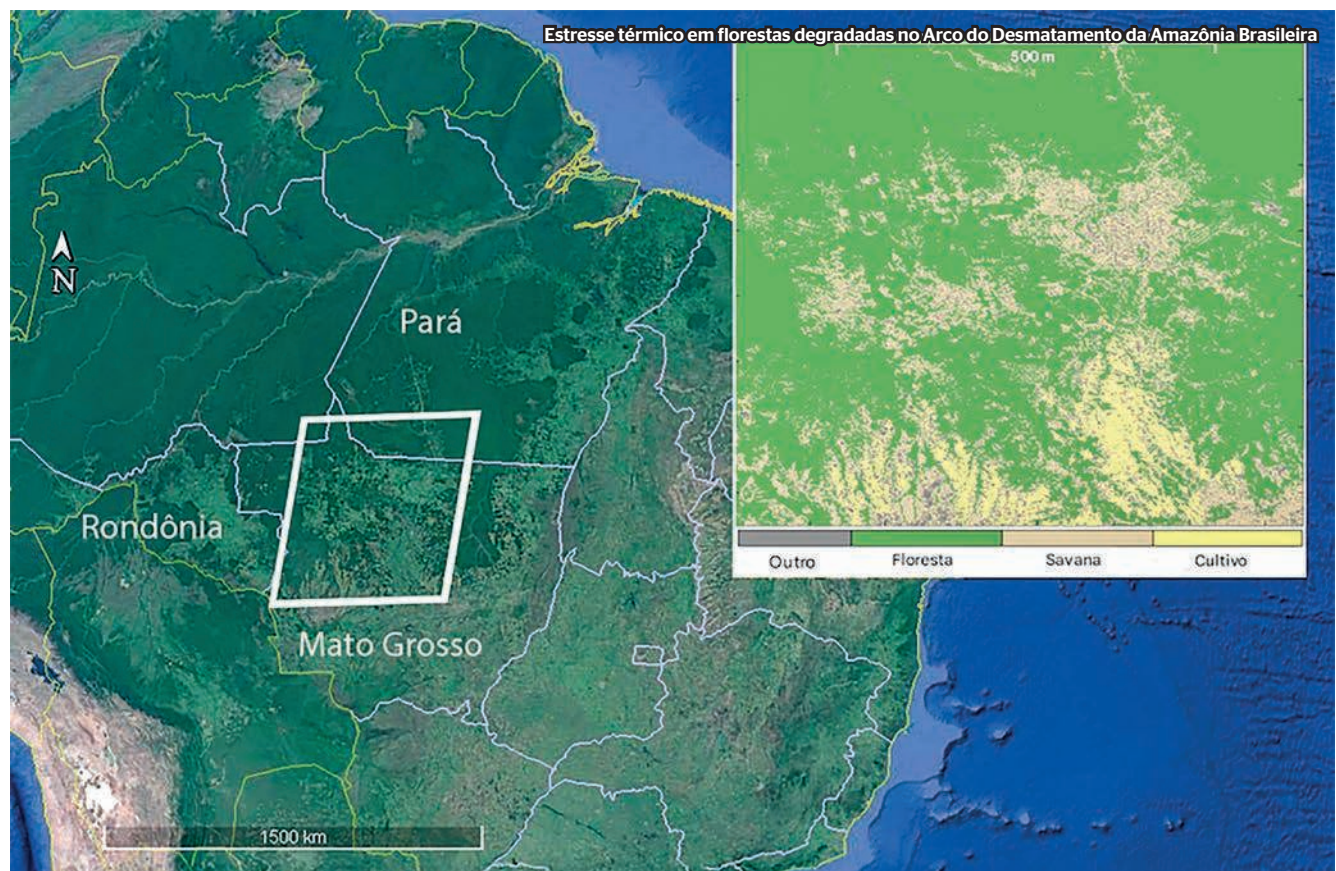


Gráfico da altura do dossel (m) versus temperatura do dossel superior (°C) colorido por tipo de degradação florestal. Cada ponto representa uma única amostra de AGB do GEDI com uma observação correspondente da temperatura do dossel superior do ECOSTRESS para os tipos de floresta queimada (pontos vermelhos), explorada (pontos azuis) e intacta (pontos verdes)





Florestas tropicais como esta na Amazônia removem grandes quantidades de dióxido de carbono atmosférico

Insights do espaço

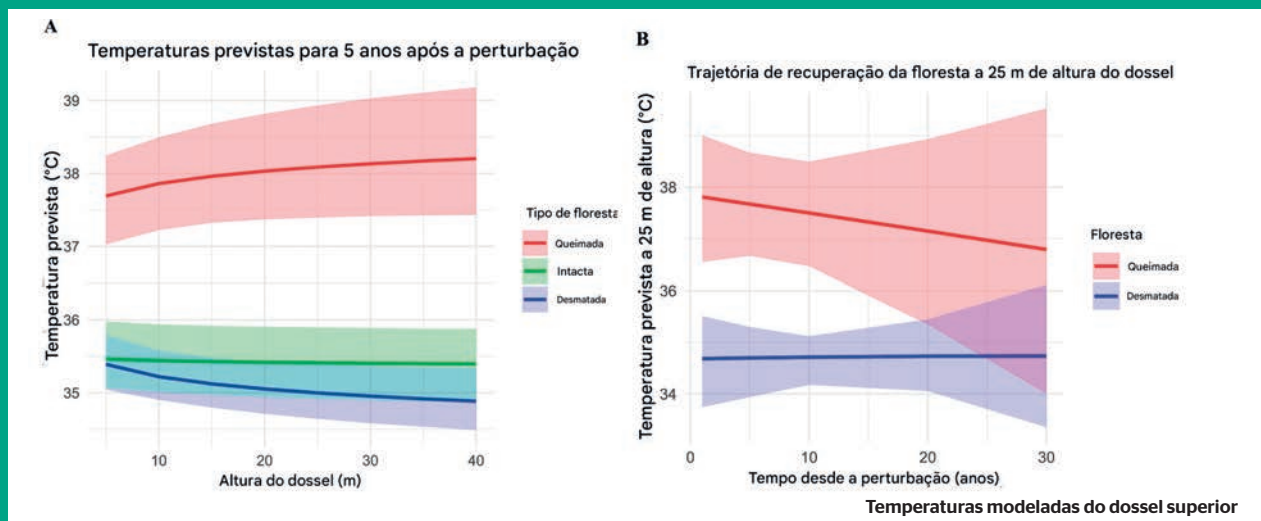
O estudo é baseado em imagens de satélite do município de Feliz Natal, no Arco do Desmatamento do Brasil, uma região no sudeste da Amazônia onde incêndios e exploração madeireira têm se acelerado desde a década de 1980. Os pesquisadores conduziram a primeira comparação térmica sistemática de florestas queimadas, exploradas seletivamente e intactas na área usando

observações integradas de satélite.

Eles combinaram três anos de dados de temperatura da superfície terrestre do instrumento ECOSTRESS da NASA com dados de estrutura de cobertura 3D da missão lidar GEDI, uma análise que se baseou em mais de 6.700 observações correspondentes coletadas durante a estação seca da Amazônia.

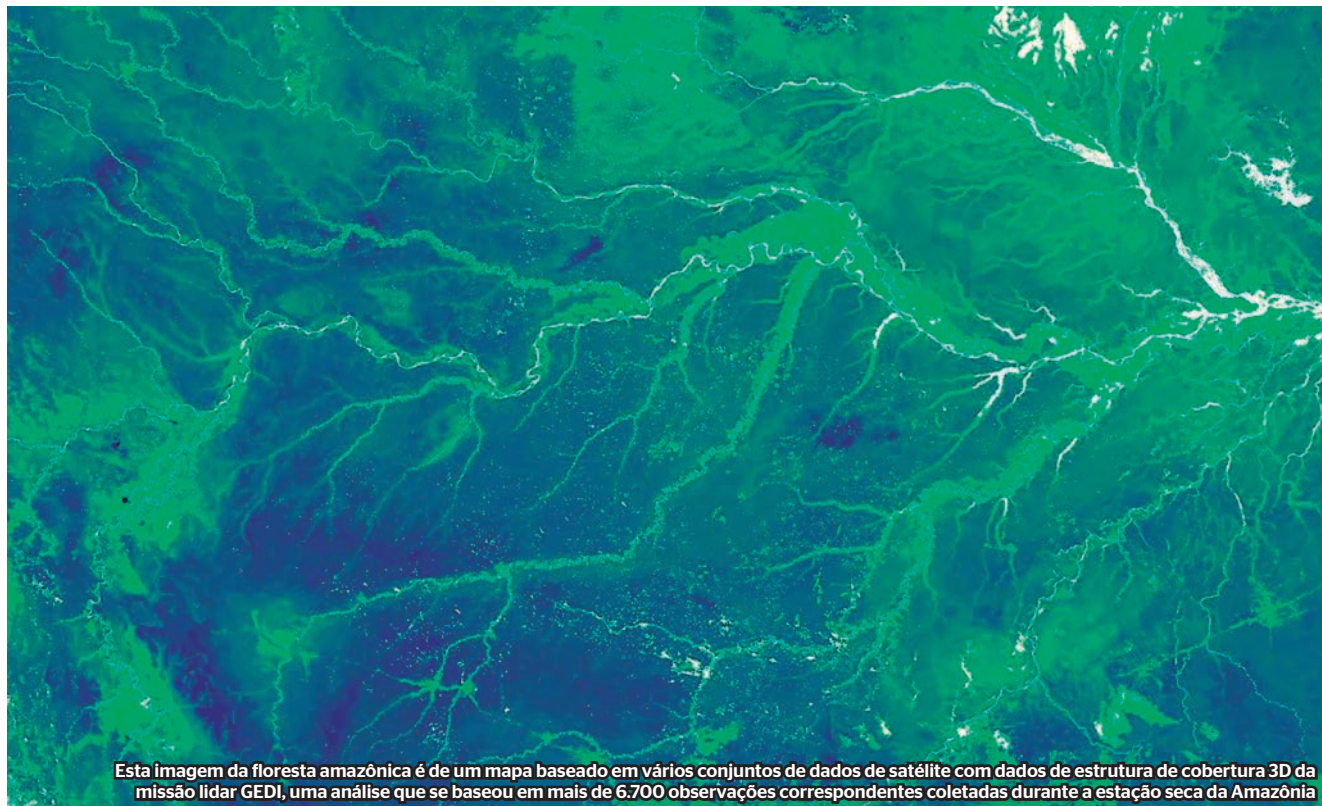
Utilizando um modelo hierárquico, a equipe integrou dados de temperatura e estrutura para rastrear a frequência

com que as folhas iluminadas pelo sol excediam os limites de desaceleração da fotossíntese ou danos aos tecidos. Considerando a altura do dossel e o tempo desde a perturbação, eles reconstruíram a recuperação térmica a longo prazo em todas as camadas da floresta. O resultado é uma visão única, em nível foliar, de quanto tempo o estresse térmico persiste após a perturbação e como a estrutura da floresta influencia a vulnerabilidade térmica ao longo do tempo.



(A) Temperatura prevista para o dossel superior com limites de incerteza de intervalo crível de 5% a 95% em função da altura do dossel (modelada após 5 anos de recuperação para florestas exploradas e queimadas). **(B)** Temperatura prevista para o dossel superior (com IC de 5% a 95%) em função do

tempo desde a perturbação, modelada a 25 m de altura do dossel para todos os tipos de floresta. As estimativas são baseadas em distribuições de hiperparâmetros posteriores para cada tipo de floresta: intacta, explorada e queimada. Todas as outras covariáveis são constantes e iguais à sua média



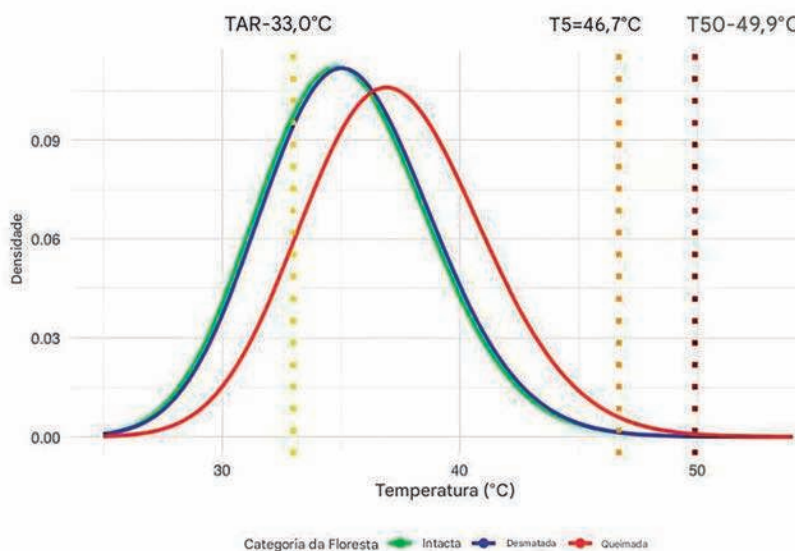
Calor oculto revela novos riscos para restauração e resiliência

Os resultados fornecem nuances para a compreensão de como as políticas climáticas abordam a degradação das florestas tropicais.

As estratégias de mitigação de carbono e restauração florestal frequentemente tratam as florestas degradadas como uma única categoria.

No entanto, o estudo revela que o fogo tem impactos térmicos mais duradouros, que não são detectáveis apenas por imagens ópticas de satélite convencionais. Em imagens ópticas de satélite, as florestas danificadas pelo fogo podem parecer ter regenerado, mas muitas ainda sofrem estresse térmico elevado.

A distinção é importante porque as florestas tropicais removem grandes quantidades de dióxido de carbono da atmosfera a cada ano e são um componente essencial dos programas globais de restauração e compensação. Se as florestas danificadas pelo fogo permanecerem sob estresse térmico por décadas, os benefícios de carbono da regeneração passiva podem ser superestimados. A incorporação de dados fisiológicos de calor pode fornecer uma avaliação mais realista da função florestal em estratégias climáticas.



Distribuições modeladas de temperatura foliar no dossel superior com base em observações térmicas do ECOSTRESS de fragmentos florestais (intactos, explorados e queimados) na observação mais quente e sem nuvens em um registro de estação seca de 2 anos (31-08-2018). Os resultados para os fragmentos mais quentes (quartil superior) são apresentados

Embora as descobertas destaquem desafios, Cooley disse que ações significativas são possíveis. “Ecossistemas tropicais degradados, especialmente florestas queimadas, estão sofrendo estresse térmico”, disse ela. “Mas há muito que podemos fazer para minimizar os danos à biodiversidade e às espécies

que estão sofrendo esse estresse — tanto em termos de manejo florestal, ajudando a reduzir os incêndios na Amazônia, quanto em termos de mitigação de carbono, continuando a reduzir as emissões de forma agressiva e rápida, e fazendo a transição para uma economia de energia sustentável e limpa”.

As árvores podem precisar da nossa ajuda para sobreviver às alterações climáticas



por * Universidade Estadual do Colorado

Fotos: CSU, Katie Nigro, Kristen Pelz/USDA Forest Service, Nature, Universidade Estadual do Colorado

Um estudo liderado pela CSU descobriu que as florestas não estão se regenerando rápido o suficiente para acompanhar as mudanças climáticas, incêndios florestais, insetos e doenças.

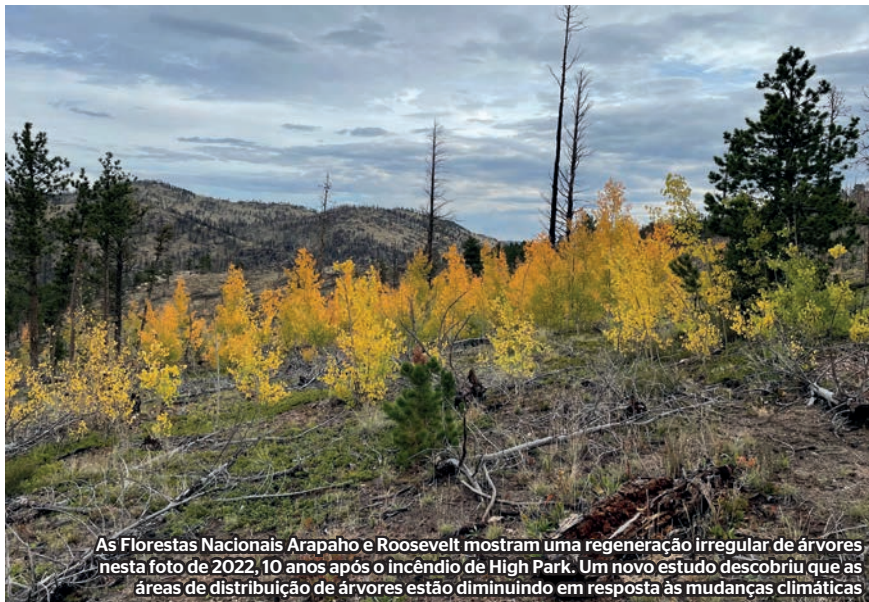
Esse estudo da Universidade Estadual do Colorado sobre o interior do oeste dos EUA descobriu que as áreas de distribuição de árvores estão geralmente se contraindo em resposta às mudanças climáticas, mas não se expandindo para climas mais frios e úmidos, sugerindo que as florestas não estão se regenerando rápido o suficiente para acompanhar as mudanças climáticas, incêndios florestais, insetos e doenças.

À medida que o clima se torna muito quente para árvores em certos lugares, espera-se que as áreas de distribuição de árvores mudem para condições mais ideais. O estudo analisou dados do inventário florestal nacional para mais de 25.000 parcelas no oeste dos EUA, excluindo estados costeiros, e descobriu que as árvores não estavam se regenerando nas partes mais quentes de suas áreas de distribuição – um resultado esperado.



Alguns anos após o incêndio de High Park em 2012 ter queimado o bosque de pinheiros lodgepole que havia sido severamente afetado pelo besouro do pinheiro da montanha, mudas de lodgepole e álamo estavam se recuperando nesta encosta nas Florestas Nacionais Arapaho e Roosevelt.

O que mais surpreendeu os pesquisadores foi que a maioria das 15 espécies de árvores comuns estudadas não estavam ganhando terreno em áreas onde as condições eram mais favoráveis, indicando que a maioria das espécies de árvores provavelmente não conseguirá migrar para climas mais favoráveis sem assistência.



As Florestas Nacionais Arapaho e Roosevelt mostram uma regeneração irregular de árvores nesta foto de 2022, 10 anos após o incêndio de High Park. Um novo estudo descobriu que as áreas de distribuição de árvores estão diminuindo em resposta às mudanças climáticas.



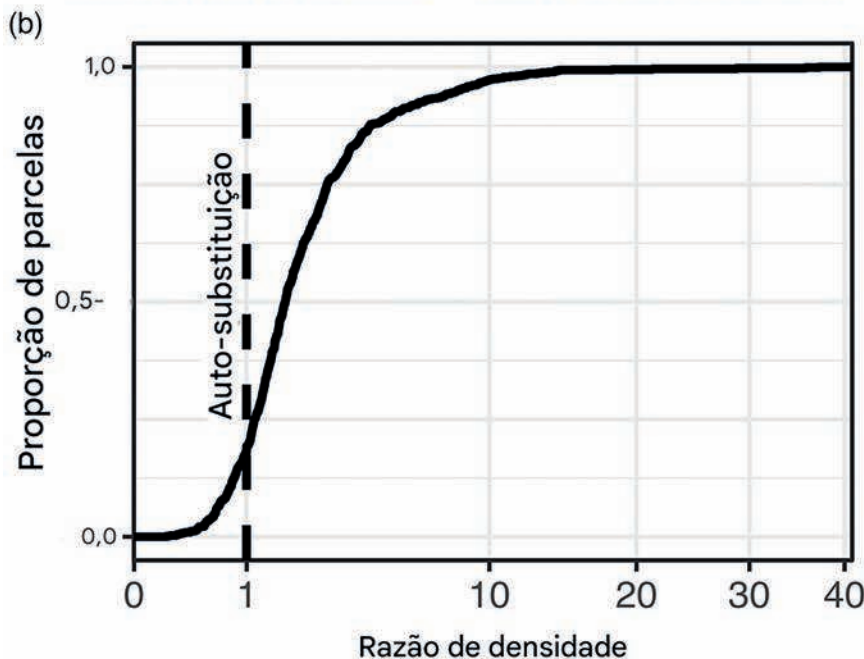
Katie Nigro no campo, depois de um dia procurando mudas de álamo

“As árvores fornecem muito valor aos humanos em termos de água limpa, ar limpo, habitat para a vida selvagem e recreação”, disse a autora.



Razão de baixa densidade

Taxa de alta densidade



Variabilidade no potencial de recuperação pós-surto em parcelas de campo em florestas subalpinas nas Montanhas Rochosas do Sul, EUA

O potencial de recuperação é resumido usando a razão de densidade - a densidade pós-surto de todas as árvores (≥ 3 m de altura), mudas ($\geq 1,4$ m e < 3 m) e juvenis ($< 1,4$ m) dividida pela densidade pré-surto de árvores e mudas. Em (a), as fotos são exemplos de parcelas de campo com razões de densidade baixas (0,1; esquerda) e altas (13,2; direita) após surtos de besouros da casca. Em (b), a distribuição cumulativa da razão de densidade é dada em todas as parcelas de campo, onde a linha tracejada vertical é centralizada em 1; valores maiores que 1 são sugestivos de potencial auto-substituição para quaisquer árvores ou mudas mortas. Observe que as quebras do eixo x em (b) estão em uma escala não linear para facilitar a interpretação

principal Katie Nigro, que conduziu o estudo como uma estudante de pós-graduação da CSU. “Se os administradores florestais quiserem manter certas árvores na paisagem, nosso estudo mostra onde elas ainda podem existir ou onde podem precisar de ajuda”.

Intervalos de redução foram prevalentes em áreas não perturbadas, bem como aquelas impactadas por incêndios florestais, insetos e doenças. Usando 30 anos de dados de perturbação, os pesquisadores testaram a ideia de que perturbações – particularmente incêndios florestais – podem catalisar o movimento de árvores para áreas mais frias e úmidas, matando árvores adultas e eliminando a competição por mudas para se estabelecerem em sua zona climática preferida.

“Assim como nós e todas as espécies, as árvores só podem funcionar dentro de uma certa tolerância climática, e espécies diferentes têm tolerâncias climáticas diferentes”, disse Nigro.

“Eu pensei que encontraríamos mais mudanças para zonas mais frias, especialmente em áreas queimadas.”

Os resultados do estudo, na *Nature Climate Change*, dão uma visão geral do padrão predominante – uma falha geral na regeneração nas porções mais quentes e secas da área de distribuição de uma árvore, mas também falha na expansão ao longo da borda mais fria e úmida da área de distribuição. Nigro alertou que é possível que não tenha passado tempo suficiente para ver o estabelecimento de novas árvores em áreas mais frias e úmidas, especialmente para espécies subalpinas de crescimento lento. Ela acrescentou que mais estudos locais são necessários para determinar quais espécies sobreviverão onde.

O artigo defende a migração de árvores auxiliada pelo homem porque o aquecimento rápido causado pelas mudanças climáticas provavelmente ultrapassará a regeneração.

“Um dos problemas potenciais é que podemos ter descompassos cada vez maiores entre onde as árvores vivem e seu clima ideal”, disse Nigro.

O aumento de incêndios florestais, insetos e doenças causados pelas mudanças climáticas também pode impedir a regeneração ao remover as fontes de sementes, e as sementes literalmente enfrentam uma batalha difícil para tentar ganhar terreno nas encostas, onde as condições são mais frias.

“Há muitas coisas que impedem que uma semente se mova para cima, incluindo a gravidade”, disse a coautora Monique Rocca, professora associada de ciência do ecossistema e sustentabilidade. “Muitas condições precisam estar presentes para que uma árvore consiga se mover para locais mais frios e úmidos”.

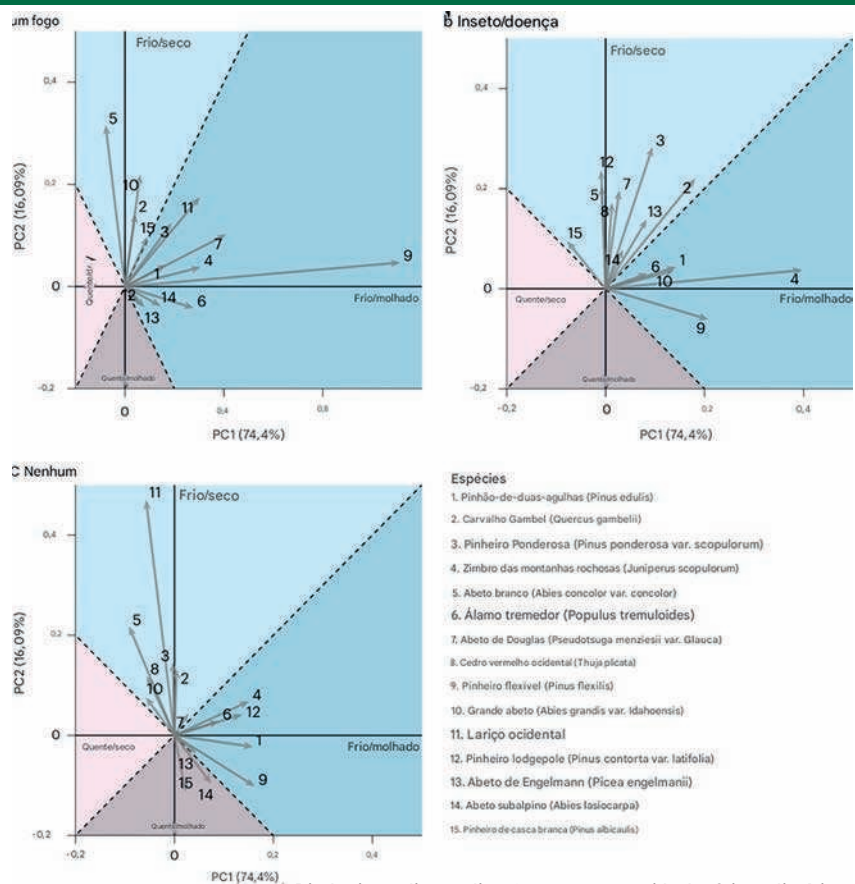
Ela continuou: “Este estudo investiga alguns detalhes de onde as árvores estão ficando na paisagem por conta própria versus onde podemos precisar intervir se nosso objetivo é manter as paisagens ocidentais cobertas de árvores”.

Algumas espécies se saíram melhor do que outras. Das quatro espécies que continuaram a se regenerar nas áreas que já ocupavam, independentemente das mudanças climáticas, incêndios florestais e surtos de insetos e doenças, três delas são mais raras na paisagem, então é mais difícil avaliar com precisão sua resposta, e uma, o carvalho Gambel, é uma espécie de rebrota resiliente, tolerante ao calor e à seca.

O estudo usou dados de campo de longo prazo do programa de Inventário e Análise Florestal do Serviço Florestal do USDA, às vezes chamado de “censo de árvores” nacional. Parcelas de estudo em áreas florestais por todo o país são pesquisadas continuamente para rastrear o crescimento ou perdas de árvores individuais por meio de colheita, doença ou morte. Kristen Pelz, líder da equipe de análise do programa de inventário e análise, foi coautora do estudo.

“A Dra. Nigro aproveitou o poder dos nossos dados coletados em campo para mostrar como as florestas estão mudando no interior do Oeste – não teoricamente, mas hoje”, disse Pelz.

“Seu trabalho é importante porque considera como coisas como fogo e insetos nativos interagem com o clima,



Árvores que buscam temperaturas mais baixas enfrentam batalha difícil

As caudas das setas representam centroides adultos centrados na origem e as pontas das setas representam centroides de mudas para cada espécie em cada tipo de perturbação: fogo (a), inseto/doença (b), nenhum (c). O sombreamento de fundo corresponde aos quatro quadrantes do biplot PCA que representam condições quentes/secas, quentes/úmidas, frias/úmidas e frias/secas. PC1 é mais correlacionado com CMD e PC2 é mais correlacionado com precipitação média de verão



Este estudo investiga alguns detalhes de onde as árvores estão ficando na paisagem por conta própria versus onde podemos precisar intervir se nosso objetivo é manter as paisagens ocidentais cobertas de árvores



Katie conduzindo pesquisas de campo em busca de álamos e caracterizando as condições do local



Os membros da equipe de Inventário e Análise Florestal Alysum Cohen e Erin Miller coletam dados de campo

o que é essencial onde as perturbações naturais têm sido um motor primário da dinâmica florestal por milênios”.

Em vez de olhar para as mudanças na extensão média das árvores, como estudos anteriores fizeram, este estudo foi um passo além e examinou as margens frias e quentes das extensões das espécies – as bordas dianteiras e traseiras – que especificam como as extensões das árvores estão mudando em mais detalhes e fornecem insights acionáveis para os gestores florestais. Se as árvores estivessem se expandindo para áreas mais frias por conta própria, a migração assistida não seria tão importante.

“Esta pesquisa pode ajudar os administradores de terras e os silvicultores a decidir se devem manter as árvores nas partes mais quentes de suas áreas de distribuição pelo maior tempo possível ou fazer a transição para um sistema mais tolerante ao calor e à seca”, disse Nigro, acrescentando que às vezes a migração assistida pode ser feita com sementes da mesma espécie que são adaptadas a um ambiente mais quente.

Em sua pesquisa atual como bolsista de pós-doutorado do Oak Ridge Institute for Science and Education com a Rocky Mountain Research Station, Ni-



Árvores de abeto Engelmann mortas pelo besouro do abeto na Floresta Nacional Rio Grande do Colorado. Insetos e doenças foram os principais culpados por fazer com que as florestas do Colorado se tornassem uma fonte de carbono nos últimos anos

gro está tentando identificar quais sementes de uma única espécie podem ter as melhores chances de sobreviver em condições climáticas mais severas.

A coautora Miranda Redmond, que foi orientadora de doutorado de Nigro na CSU, também está dando continuidade a essa pesquisa estudando adaptações de espécies de árvores na UC Berkeley.

“Esses esforços estão se tornando cada vez mais críticos devido ao ritmo rápido e à escala da morte de árvores por incên-

dios florestais, secas e outras perturbações climáticas, juntamente com falhas na regeneração de árvores observadas em muitas áreas”, disse Redmond. Nigro acrescentou: “O plantio provavelmente será necessário para manter as árvores na paisagem onde elas são mais valorizadas, e podemos precisar aceitar novos ecossistemas em áreas que inevitavelmente mudarão. Nossas florestas futuras podem parecer diferentes e conter árvores diferentes das que têm hoje”.

Parque de Bioeconomia no Pará transforma floresta em inovação

Na orla histórica de Belém, à beira da Baía do Guajará, ergue-se um novo símbolo de inovação para o Norte do Brasil



por Igor Nascimento

Fotos: Bruno Cecim / Ag. Pará, Jucarepa, Marco Santos / Ag. Pará, Pedro Guerreiro / Ag. Pará



Nos armazéns 5 e 6 do novo Complexo Porto Futuro, o Parque de Bioeconomia e Inovação da Amazônia. O maior polo de bioeconomia da América Latina e o único parque tecnológico do mundo voltado à bioeconomia florestal

O Parque de Bioeconomia e Inovação da Amazônia, concebido e entregue pelo Governo do Estado do Pará, emerge como o primeiro de seu tipo no mundo para explorar o potencial da floresta viva como fonte de conhecimento, renda e transformação social. Instalado nos Armazéns 5 e 6 do Complexo Porto Futuro,

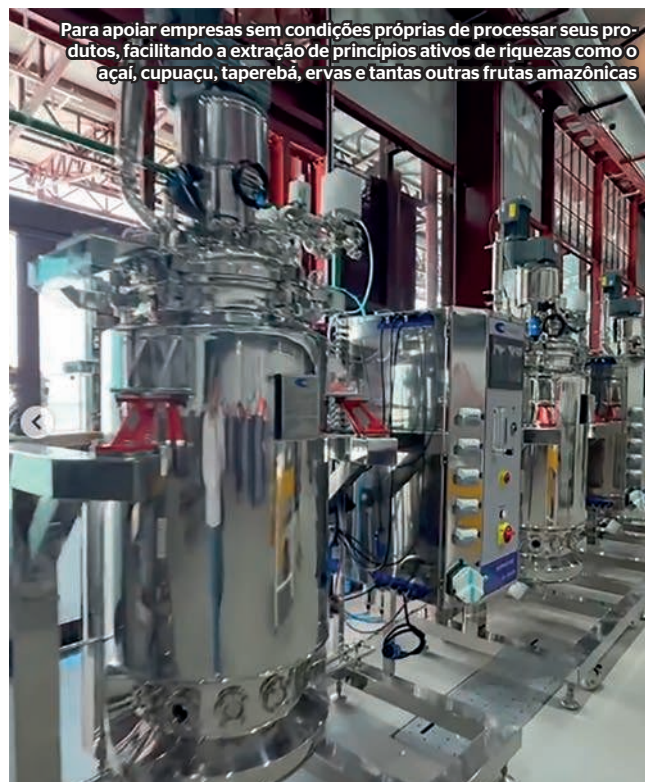
o empreendimento reúne ciência de ponta, tecnologia e saberes tradicionais em uma estrutura que conecta comunidades da floresta, startups, pesquisadores e investidores.

Em 6 mil m², o complexo abriga centros de inovação, laboratórios, coworkings, incubadoras, e o Centro de Sociobioeconomia, que promove a valorização de saberes tradicionais

e a formação técnica voltada ao manejo sustentável. Integrando ciência, tecnologia e saberes tradicionais para transformar a biodiversidade amazônica em negócios sustentáveis. A iniciativa é um dos pilares do Plano Estadual de Bioeconomia (PlanBio) e posiciona o Pará como referência global em desenvolvimento sustentável, às vésperas da COP30.



Estruturas com espaços de co-working



Para apoiar empresas sem condições próprias de processar seus produtos, facilitando a extração de princípios ativos de riquezas como o açaí, cupuaçu, taperebá, ervas e tantas outras frutas amazônicas



Armazém 5, denominado Centro de Negócios, abriga o Centro de Sociobioeconomia e o Centro de Gastronomia Social

No Armazém 6, o Laboratório-Fábrica integra o Centro de Inovação, dotado de planta-piloto para produção experimental de alimentos, cosméticos e químicos finos derivados de insumos amazônicos —um lugar onde o saber ancestral dá lugar à aplicação contemporânea.

“O parque representa um compromisso com o futuro e com o bem-viver da população amazônica”, afirma a secretária adjunta da Secretaria de Estado de Meio Ambiente, Clima e Sustentabilidade do Pará (Semas), Camille Bemerguy.

Segundo o governador do Pará, Helder Barbalho, o parque é um importante passo para a criação do Vale Bioamazônico de Tecnologia, inspirado no modelo do Vale do Silício, mas com foco na floresta e na biodiversidade em vez da tecnologia digital.

O Armazém 5, denominado Centro de Negócios, abriga o Centro de Sociobioeconomia e o Centro de Gastronomia Social. Neste espaço estão concentrados coworking, incubadoras, aceleradoras, espaços para startups e fundos de investimento, showroom, salas fixas e salas de reuniões, espaços para eventos e um Balcão Único de serviços especializados, que conecta empreendedores a soluções tecnológicas e produtivas.



No Armazém 6, planta-piloto para produção experimental de alimentos e Pesquisa & Desenvolvimento (P&D) em cosméticos e químicos finos a partir de insumos florestais

A ideia central é clara: transformar a floresta que antes era vista apenas como “paisagem” em solução. A floresta viva passa a ser infraestrutura de inovação e de geração de valor, sem ser destruída no processo. Para agricultores, empreendedores de comunidades tradicionais e startups locais, o parque abre novas portas. Esse é o caso de Leonardo Modesto, chefe de cozinha e membro da startup “Maniua”, que viaja entre o uso de tecnologia de ponta e os conhecimentos de sua comunidade. “No Parque de Bioeconomia a gente consegue fundir os dois e levar para o mundo”, comenta. Para ele, trata-se de “um salto não só de bioeconomia, mas na sustentabilidade da comunidade”.

O momento não poderia ser mais oportuno. Com a realização da COP30 em Belém às portas, o parque reforça o papel estratégico do Pará no cenário global de desenvolvimento sustentável. Segundo a governança estadual, o complexo com seus seis mil metros quadrados posiciona o Estado como epicentro da bioeconomia nas Américas e como protagonista de uma nova economia amazônica que alia conservação, inovação e inclusão.

Mas o projeto vai além da beleza institucional e dos discursos: os números indicam avanço concreto.

Em 2019, eram citados 80 negócios de bioeconomia no Estado; em 2025, já se destacavam cerca de 300 negócios ativos segundo um dos relatórios.

Esse crescimento revela que a transição proposta —de extração sem valor agregado para economia baseada na sociobiodiversidade —começa a se consolidar.



Aqui, a floresta viva passa a ser infraestrutura de inovação e de geração de valor



O parque “possibilita que empresas que trabalham com os insumos da sociobiodiversidade amazônica possam agregar mais valor à produção

Há ainda um aspecto de justiça social que permeia o projeto: comunidades tradicionais, povos da floresta e saberes ancestrais foram integrados desde a concepção. Como afirmou a empreendedora Juliana Monteiro, da empresa “Jucarepa”, o parque “possibilita que empresas que trabalham com os insumos da sociobiodiversidade amazônica possam agregar mais valor à produção”. O acesso a maquinários de alta tecnologia dentro do Estado é, para ela, “uma mudança de paradigma para os negócios locais e para a própria Amazônia”.

Mas o significado vai além de produção ou economia local. Trata-se de pensar a floresta como um ativo estratégico de uma economia amazônica que tem enfoque de baixo carbono, inclusão e preservação —uma alternativa ao modelo tradicional de degradação e exportação de matéria-prima.

No escopo do plano estadual de bioeconomia (PlanBio), coordenado pela Semas, o parque representa uma peça da engrenagem que visa integrar pesquisa, desenvolvimento, inovação, valorização de saberes e acesso a mercados.

Em suma, o Parque de Bioeconomia e Inovação da Amazônia abre a porta para ver a floresta viva não apenas como cenário ou reserva ambiental, mas como fonte de renda, conhecimento e protagonismo. Ele convida a imaginar uma Amazônia que transforma sua biodiversidade em valor, que integra povos tradicionais na cadeia de inovação, que faz da ciência e da tecnologia aliadas da floresta e não inimigas dela. É um salto rumo a um novo capítulo para a economia amazônica —uma economia em pé, vibrante, justa e inventiva.



O Parque de Bioeconomia e Inovação da Amazônia abre a porta para ver a floresta viva não apenas como cenário ou reserva ambiental, mas como fonte de renda, conhecimento e protagonismo

Turfeiras

O escudo climático oculto da América do Sul



por *Johan Kieft **Judith Walcott ***Sofia Arocha **Fotos:** Austin et al., 2025, Kristell Hergoualch/CIFOR-ICRA, Mongabay, Programa ONU-REDD

As turfeiras estão entre os ecossistemas mais densos em carbono do mundo, mas, na América do Sul, sua importância como solução climática natural muitas vezes passa despercebida. Pesquisas, no entanto, desafiam a suposição generalizada de que a Ásia abriga as maiores áreas de turfeiras tropicais.

Um estudo do Centro de Pesquisa Florestal Internacional (CIFOR) revelou que aproximadamente 44% da área e do volume global de turfeiras tropicais estão localizados na América do Sul, enfatizando a importância desses ecossistemas na região para a regulação climática e o sequestro de carbono.

A pesar de cobrirem apenas uma fração da superfície do continente, as turfeiras sul-americanas abrigam uma notável variedade de flora e fauna. Espécies como a onça-pintada (*Panthera onca*), a ariranha (*Pteronura brasiliensis*) e o flamingo-andino (*Phoenicoparus andinus*) dependem desses habitats de zonas úmidas para sobreviver. Esses densos ecossistemas também servem como áreas de reprodução para aves migratórias e espécies endêmicas raramente encontradas em qualquer outro lugar do mundo. As turfeiras ocorrem em uma vasta gama de paisagens. Na América do Sul, incluem planícies costeiras, áreas perimarinhas, como manguezais e pântanos, planícies de inundação, margens de lagos, vales montanhosos e vales depressivos com canais fluviais de drenagem lenta nos Andes.



REPRESENTA QUASE 50 POR CENTO DO TOTAL GLOBAL DE TURFAS TROPICAIS

Distribuição de turfeiras na América Latina e no Caribe, em 1.000 hectares



A maioria dos países da América Latina e do Caribe não possui inventários de turfeiras. A área de turfeiras pode ser significativamente maior do que se supunha anteriormente

Bofedales, as áreas úmidas de alta altitude dos Andes na Colômbia, Peru, Chile e Argentina, são turfeiras vegetadas, tipicamente encontradas acima de 3.800 metros. Esses ecossistemas podem atingir profundidades de 7 a 10 metros e estima-se que armazenem aproximadamente 1.040 megagramas de carbono por hectare. Em contraste, as florestas andinas abaixo de 3.000 metros servem como fortes sumidouros de carbono acima do solo, sequestrando cerca de $0,67 \pm 0,08$ megagramas de carbono por hectare anualmente. Das terras baixas ricas em turfa da Guiana às bacias alpinas dos Andes, a distribuição geográfica desses ecossistemas é tão diversa quanto crítica para a resiliência climática (ver Figura 1). No entanto, os Bofedales estão cada vez mais ameaçados por práticas de pastoreio insustentáveis e pelos impactos das mudanças climáticas.

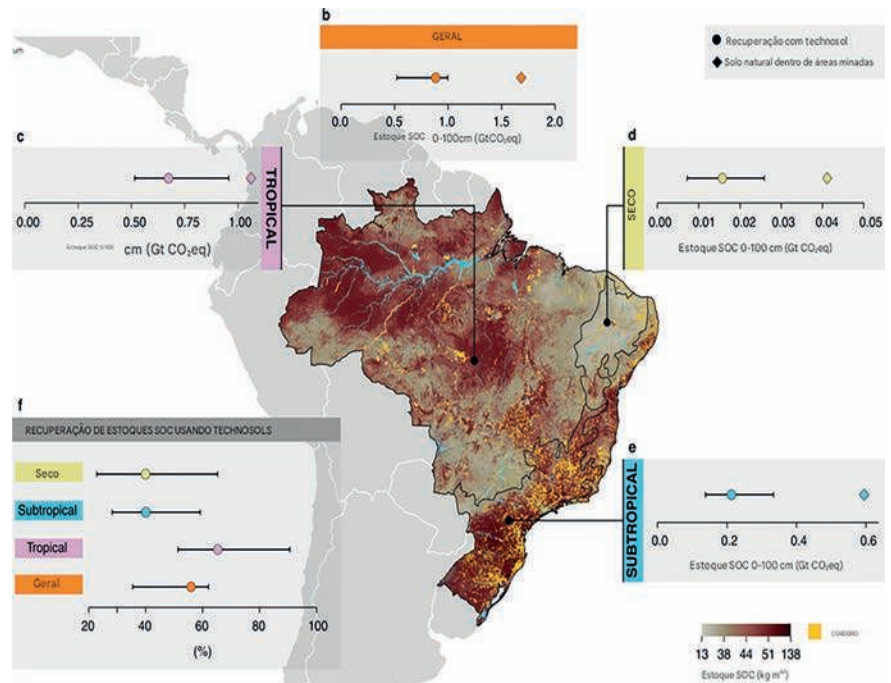
As turfeiras da Bacia Amazônica, particularmente a bacia de Pastaza-Marañón, no norte do Peru, estão entre as mais extensas e ricas em carbono. Esses ecossistemas acumularam vastas reservas de carbono ao longo de milênios. No entanto, as mudanças climáticas e o uso insustentável da terra – como o desmatamento, a mineração de ouro e a drenagem de turfa para expansão agrícola – estão degradando sua função vital como sumidouros de carbono.

Só no Brasil, 3.540 km² de solos orgânicos são utilizados na agricultura, emitindo cerca de 18 Mt de CO₂ anualmente — provavelmente uma subestimação devido ao monitoramento insuficiente.

No Peru, turfeiras amazônicas dominadas por *Mauritia flexuosa* (palmeira buriti) sofreram perdas de carbono que variam de 32 a 78,7 Mg C ha⁻¹ em cinco anos, devido a práticas de extração tradicionais e comerciais.

O principal foco é o Pantanal brasileiro, a maior área úmida tropical do mundo. Nos últimos anos, a região tem sofrido com incêndios florestais recorrentes, agravados por secas prolongadas e desmatamento. Incêndios em turfeiras, que ardem lentamente no subsolo e são difíceis de detectar e extinguir, tornaram-se uma ameaça persistente.

A região do Cerrado no Brasil, com estoques de carbono do solo estimados em 3,19 gigatoneladas de carbono, é particularmente vulnerável devido a intervenções humanas como drenagem, agricultura e expansão de infraestrutura. A rápida conversão de vegetação nativa em agricultura industrial e plantações



Estoques de carbono orgânico do solo (COS), no Brasil

de madeira também está acelerando a degradação e a perda de turfeiras.

Notavelmente, a Península Mitre, na Argentina, abriga 84% das turfeiras do país, armazenando aproximadamente 315 milhões de toneladas métricas de carbono – o equivalente a três anos de emissões nacionais. As ameaças diretas nessa área incluem a ausência de regulamentação do uso da terra e a disseminação de espécies exóticas, colocando em risco a fauna nativa, como o caracará-estriado (*Phalacrocorax australis*) e a lontra-do-rio-austral (*Lontra provocax*).

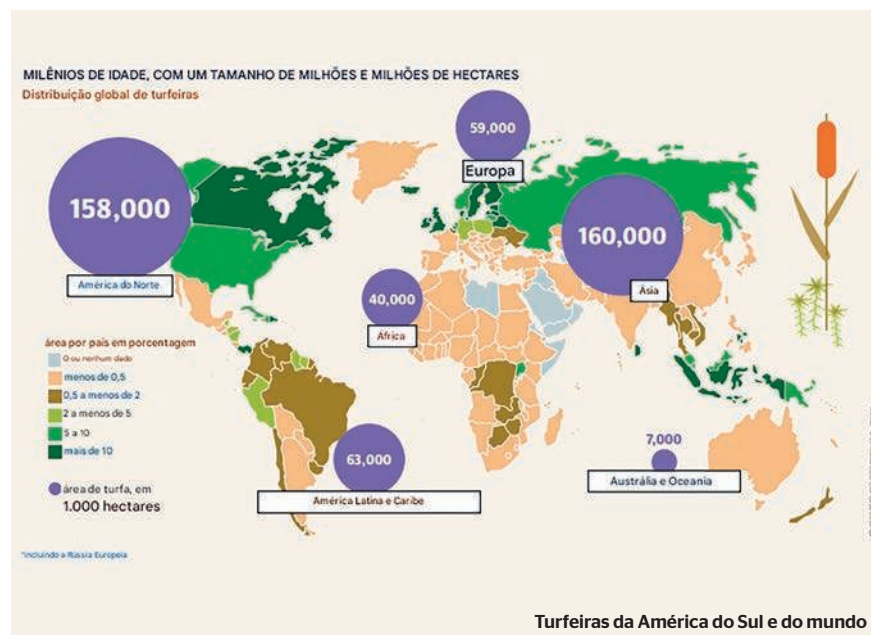
Hora de agir: Protegendo as turfeiras da América do Sul e do mundo, para o clima e as comunidades

Proteger esses ecossistemas ricos em carbono é essencial para salvaguardar os meios de subsistência, garantir a segurança alimentar e hídrica e conservar a biodiversidade, que é crucial para as pessoas e para o planeta.

O monitoramento das mudanças no uso da terra em áreas de turfeiras continua sendo uma lacuna crítica. Emissões não declaradas de gases de efeito estufa (GEE) provenientes de drenagem, incêndios de turfa e invasão urbana contribuem para a instabilidade climática. Para lidar com isso, a solução é aprimorar a contabilização de emissões, o planejamento informado do uso da terra e mecanismos de financiamento baseados em resultados.

A urgência em compreender e conservar as turfeiras da América do Sul envolverá aprender com outros esforços de conservação bem-sucedidos ao redor do mundo. Na província de Riau, na Indonésia, abordagens jurídicas para a proteção de turfeiras no âmbito do REDD+ testaram modelos de pagamento por desempenho que vinculam ações locais a benefícios climáticos globais.

A replicação e a adaptação desses modelos podem gerar benefícios semelhantes em outros lugares.

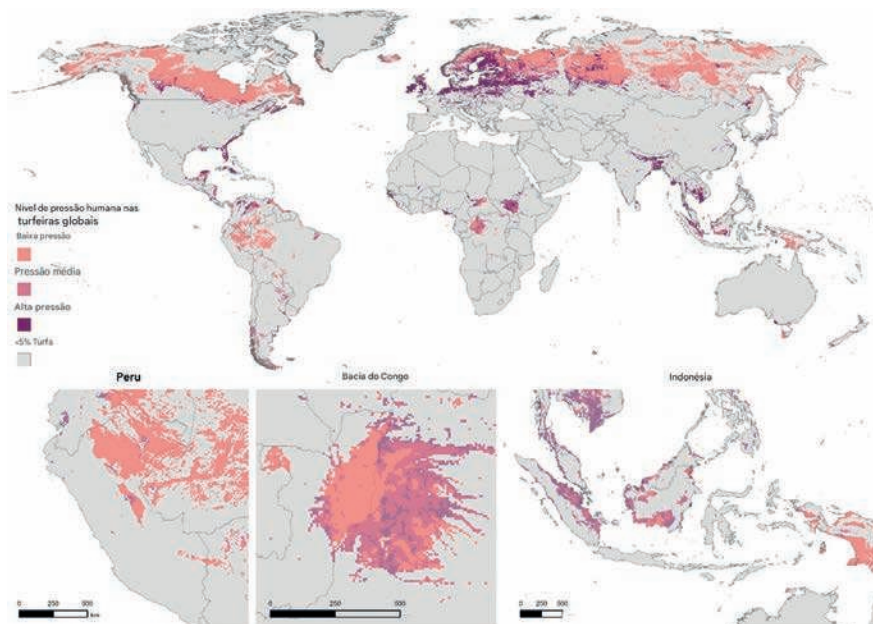


Turfeiras da América do Sul e do mundo

Isso requer pesquisas robustas sobre hidrologia, ecologia e fluxos de carbono em turfeiras; marcos regulatórios claros para prevenir a degradação; engajamento de povos indígenas e comunidades locais na gestão; e investimento em programas de financiamento escaláveis e baseados em resultados.

Proteger as turfeiras da América do Sul não é mais opcional e não pode ser ignorado – é um imperativo climático. À medida que os riscos climáticos aumentam e as pressões sobre a terra aumentam, manter a integridade desses ecossistemas vitais é essencial não apenas para a biodiversidade e a regulação da água, mas também como uma linha de frente de defesa contra as mudanças climáticas

O Programa ONU-REDD está pronto para apoiar os países na integração de turfeiras em suas estratégias climáticas e de desenvolvimento susten-



Turfeiras da América do Sul e do mundo

Proteger as turfeiras da América do Sul não é mais opcional e não pode ser ignorado - é um imperativo climático. À medida que os riscos climáticos aumentam e as pressões sobre a terra aumentam, manter

a integridade desses ecossistemas vitais é essencial não apenas para a biodiversidade e a regulação da água, mas também como uma linha de frente de defesa contra as mudanças climáticas



Troncos cortados de *M. flexuosa* em uma turfeira degradada de palmeiras

tável por meio de políticas baseadas em evidências, parcerias estratégicas e mecanismos de financiamento. Isso inclui o trabalho contínuo para operacionalizar pagamentos baseados em resultados para a restauração de turfeiras, como na província de Riau, na Indonésia, e esforços para proteger turfeiras degradadas e impactadas por incêndios. Na América Latina, o Programa ONU-REDD continua a apoiar a conservação de turfeiras — particularmente no Peru e na Colômbia — incorporando sua proteção às estratégias de REDD+ e fomentando o intercâmbio regional de conhecimento. Além de seu papel como sumidouros vitais de carbono, as turfeiras oferecem benefícios não relacionados ao carbono significativos, incluindo regulação hídrica, conservação da biodiversidade, proteção do solo e valor cultural para os povos indígenas. O fortalecimento da proteção de turfeiras contribui não apenas para os objetivos de REDD+, mas também para metas mais amplas de clima, biodiversidade e desenvolvimento sustentável. 🌱

[*] Especialista técnico regional [**] Coordenador Regional da LAC, Unidade de Mitigação Climática [***] Especialista em Gestão de Conhecimento e Comunicações da LAC PNUMA

Conversão de luz solar em água doce sem energia externa

por *JooHyeon Heo, Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Ulsan

Fotos: Advanced Energy Materials, Dr. Saurav Chaule, UNIST

Uma equipe de pesquisa da UNIST revelou uma nova tecnologia de dessalinização solar que aproveita a luz solar de forma eficiente para evaporar a água do mar e gerar água potável limpa — completamente independente de eletricidade externa. É importante ressaltar que este sistema avançado aborda problemas comuns, como o acúmulo de sal, que pode prejudicar o desempenho ao longo do tempo, oferecendo uma solução promissora para regiões com escassez de água em todo o mundo.

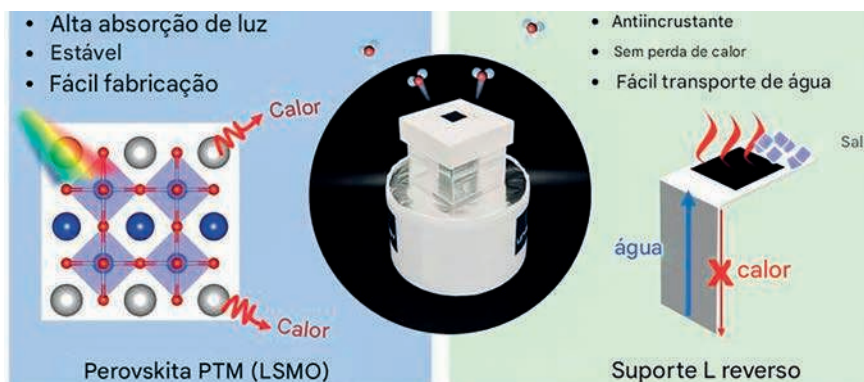
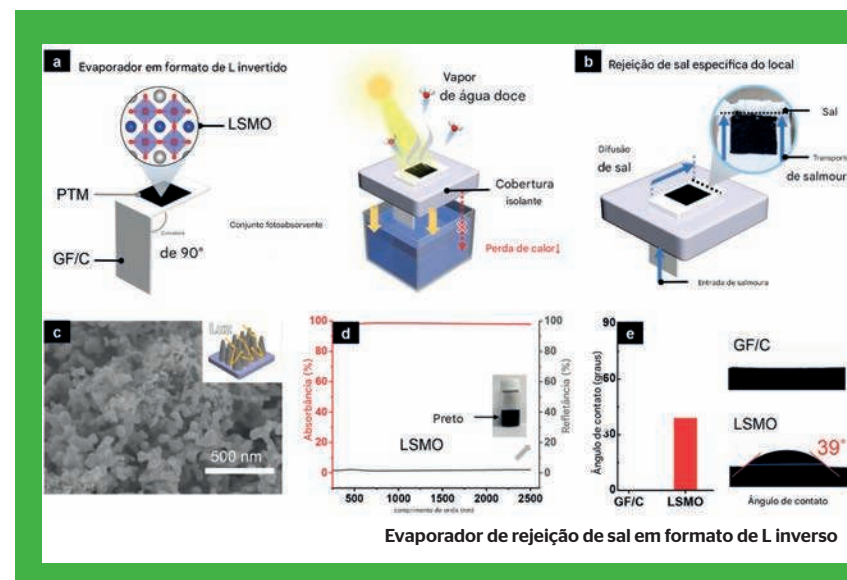


Ilustração esquemática do conjunto do evaporador em forma de L invertido com rejeição de sal e a fotografia do dispositivo em escala de laboratório

A dessalinização solar oferece uma solução sustentável para a produção de água doce com emissões mínimas de carbono, utilizando energia solar. No entanto, a eficiência da geração de vapor solar é frequentemente limitada devido às suas altas demandas de energia, resultando em baixas taxas de evaporação de água sob luz solar natural. Para superar esse desafio, $\text{La}_{0,7}\text{Sr}_{0,3}\text{MnO}_3$, uma perovskita de óxido, é introduzida e atua como um material fototérmico altamente eficiente. Ela converte efetivamente a energia solar em calor, formando estados de armadilha intrabanda, que facilitam a recombinação não radiativa de elétrons e lacunas fotoexcitados, aumentando assim a liberação de calor por meio da termalização. Um obstáculo fundamental na dessalinização solar é o acúmulo

de sal, que podem degradar o desempenho do material ao longo do tempo. Para mitigar isso, um novo projeto de dispositivo é desenvolvido que permite o fluxo de fluido unidirecional, estabelecendo um gradiente de sal que empurra o sal para as bordas do material fototérmico, reduzindo significativamente a incrustação e a blindagem de luz. Combinando $\text{La}_{0,7}\text{Sr}_{0,3}\text{MnO}_3$ com este design inovador, obtém-se uma impressionante taxa de evaporação solar de $3,40 \text{ kg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ sob um único sol, garantindo ao mesmo tempo fortes capacidades antiincrustantes em ambientes complexos. Este trabalho demonstra uma abordagem inovadora para aumentar a eficiência e a durabilidade da dessalinização solar por meio de engenharia de materiais avançada e design inteligente.



Liderada pelo Professor Ji-Hyun Jang, da Escola de Engenharia Química e Energética, a equipe apresentou um dispositivo projetado para evitar o

a) Fabricação do conjunto evaporador em forma de L invertido com rejeição de sal. b) Vista superior do dispositivo de dessalinização e principais características do evaporador em forma de L invertido voltado para rejeição de sal. c) Imagem SEM de vista superior do LSMO sintetizado. d) Espectros de refletância difusa do LSMO, medidos por UV-vis-NIR na faixa de 250-2500 nm. e) Medição do ângulo de contato do LSMO, mostrando hidrofili- cidade em uma membrana GF/C, que foi usada como substrato para o LSMO.

acúmulo de sal em sua superfície, garantindo durabilidade a longo prazo e operação confiável — considerações essenciais para implantação em países em desenvolvimento que enfrentam escassez de água. O trabalho foi publicado na *Advanced Energy Materials*.

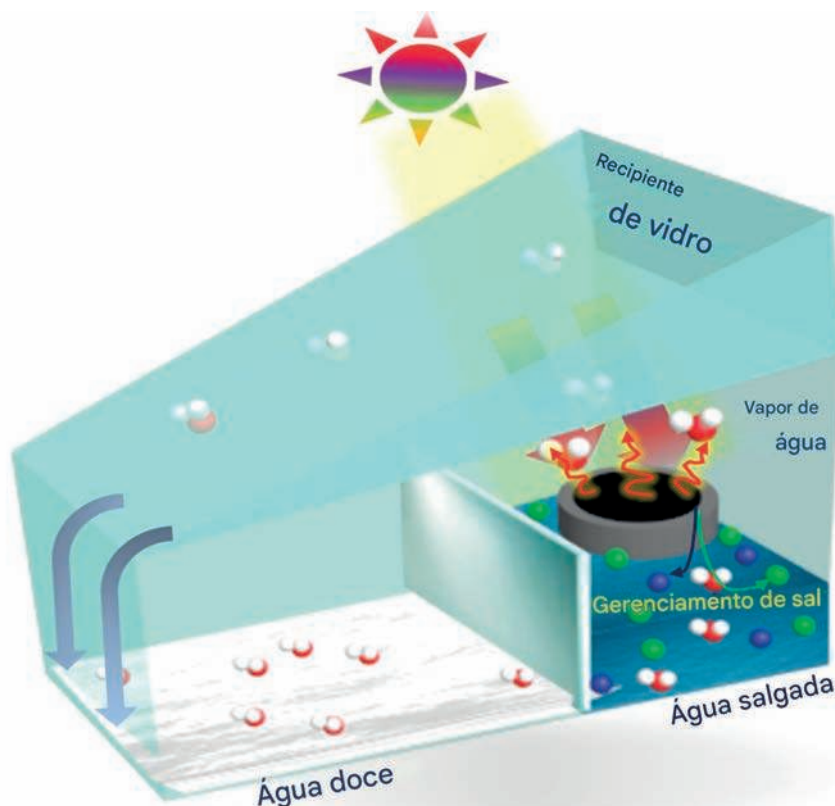
O núcleo deste evaporador solar apresenta uma estrutura de papel distinta em forma de L invertido.

Graças às suas propriedades de absorção de água, semelhantes às do papel de tornassol, a água do mar sobe naturalmente ao longo da coluna de papel. Ao atingir o topo, a água encontra um material fototérmico aquecido que a converte rapidamente em vapor sob a luz solar. O material utilizado, $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{MnO}_3$ (LSMO), um semicondutor à base de perovskita, apresenta alta eficiência térmica, permitindo taxas de evaporação de 8 a 10 vezes mais rápidas do que os métodos convencionais.

Devido à sua geometria exclusiva em L invertido, os íons de sal são direcionados para as bordas do dispositivo, onde se cristalizam como depósitos sólidos. Este mecanismo integrado de rejeição de sal não só previne a formação de incrustações, como também facilita a coleta e a reutilização do sal, mantendo a superfície fototérmica limpa e com ótimo desempenho ao longo do tempo.

O sistema atinge uma impressionante taxa de evaporação de $3,40 \text{ kg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ (aproximadamente 3,4 litros), superando amplamente os $0,3\text{--}0,4 \text{ kg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ típicos observados sob luz solar natural.

Testes de durabilidade demonstraram ainda uma operação estável por duas semanas em soluções salinas altamente concentradas com 20% de teor de sal, excedendo a salinidade da água do mar normal.



A evaporação de água movida a energia solar utiliza a luz solar como única fonte de energia para vaporizar a água. O sistema obtém água doce da água do mar por meio da evaporação solar.



A equipe de pesquisa da UNIST que revelou uma nova tecnologia de dessalinização solar que aproveita a luz solar de forma eficiente para evaporar a água do mar e gerar água potável limpa.

O autor principal, Dr. Saurav Chaule, explicou: “O evaporador em formato de L invertido oferece uma abordagem sustentável para a produção de água doce e tem aplicações potenciais na recuperação de recursos ecológicos, como a coleta de sal”.

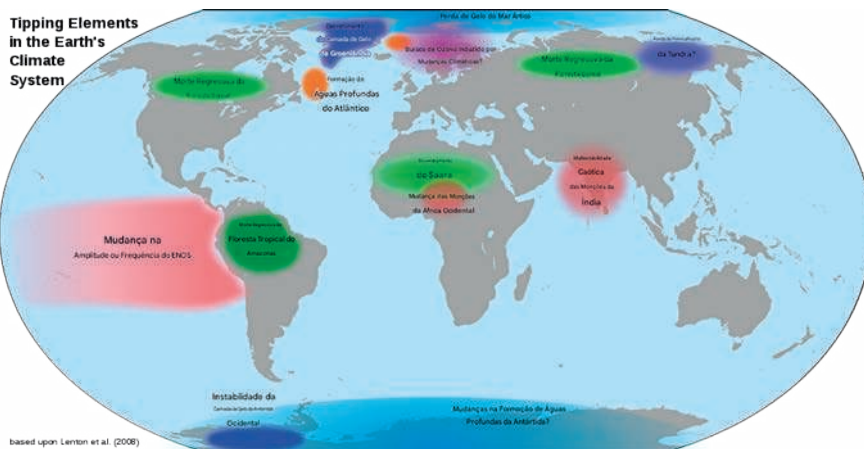
O Professor Jang enfatizou: “Ao integrar um design estrutural inovador com um material fototérmico à base de perovskita, desenvolvemos um dispositivo econômico e sem consumo de energia, capaz de produzir 3,4 kg de água doce por hora. Este avanço oferece uma solução prática e escalável para a crise global de escassez de água”.

Desestabilização dos elementos de inflexão do sistema terrestre

Quatro componentes principais do sistema terrestre estão perdendo estabilidade: a camada de gelo da Groenlândia, a Circulação Meridional do Atlântico, o sistema de monções da América do Sul e a floresta amazônica

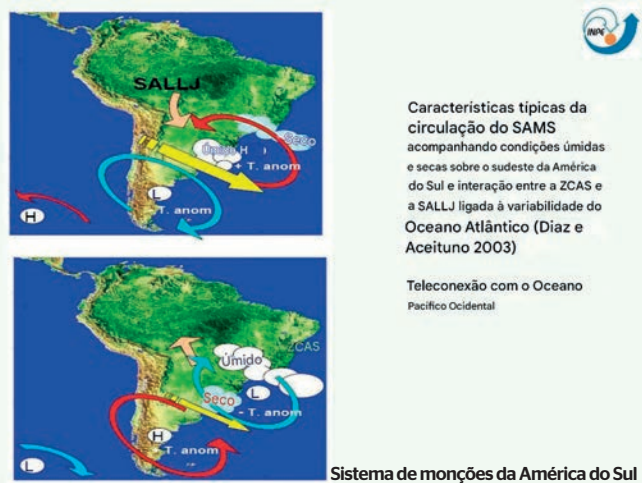
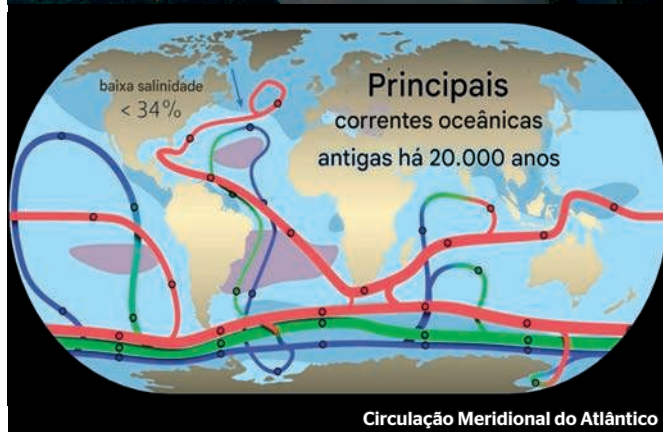
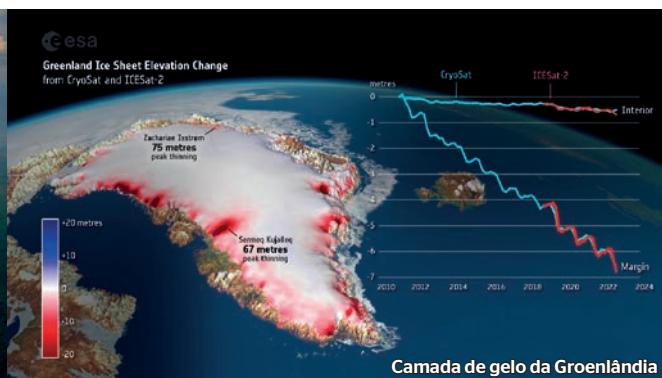
Fotos: Departamento de Energia dos EUA, iStockphoto.com / Leonid Andronov, Universidade Técnica de Munique, Unsplash/Gittewinter

Há uma preocupação crescente de que diversas partes do sistema terrestre possam transitar abruptamente para estados estáveis alternativos em resposta a mudanças climáticas e no uso da terra antropogênicas. Devido à complexa dinâmica e aos feedbacks entre esses quatro elementos de inflexão do sistema terrestre, via acoplamento oceânico e atmosférico, os níveis de força antropogênica nos quais as transições para estados alternativos podem ser esperadas permanecem incertos. Nesse estudo foram demonstrados como tais interações podem gerar sinais espúrios e potencialmente



Quatro componentes centrais do clima estão perdendo estabilidade

Os quatro elementos de inflexão diminuiu nas últimas décadas



mascarar sinais genuínos de desestabilização. Além disso, foram revisados e apresentados evidências baseadas em observação de que a estabilidade desses quatro elementos de inflexão diminuiu nas últimas décadas, sugerindo que eles se moveram em direção aos seus limiares críticos, que podem ser cruzados dentro da faixa de aquecimento antropogênico não mitigado.

Os resultados exigem um melhor monitoramento desses elementos de inflexão e maiores esforços para interromper as emissões de gases de efeito estufa e as mudanças no uso da terra.

Quatro partes-chave do sistema climático da Terra estão se desestabilizando, de acordo com um novo estudo com contribuições do Instituto Potsdam para Pesquisa de Impacto Climático (PIK). Pesquisadores analisaram as interconexões de quatro principais



A desestabilização da camada de gelo da Groenlândia é um exemplo de mudanças maiores que afetam múltiplos pontos de inflexão do sistema terrestre

elementos de inflexão: a camada de gelo da Groenlândia, a circulação meridional do Atlântico (AMOC), a floresta amazônica e o sistema de monções da Améri-

ca do Sul. Todos os quatro apresentam sinais de resiliência reduzida, aumentando o risco de mudanças abruptas e potencialmente irreversíveis.

“Agora temos evidências observacionais convincentes de que múltiplos componentes do sistema terrestre estão se desestabilizando”, afirma o autor principal, Niklas Boers, do PIK e da Universidade Técnica de Munique. “Esses sistemas podem estar se aproximando de limites críticos que, se ultrapassados, podem desencadear mudanças abruptas e irreversíveis com consequências graves”. A principal preocupação dos pesquisadores é que esses sistemas climáticos não sejam isolados. Eles fazem parte de uma rede maior de elementos de inflexão, interagindo entre si por meio dos oceanos e da atmosfera.

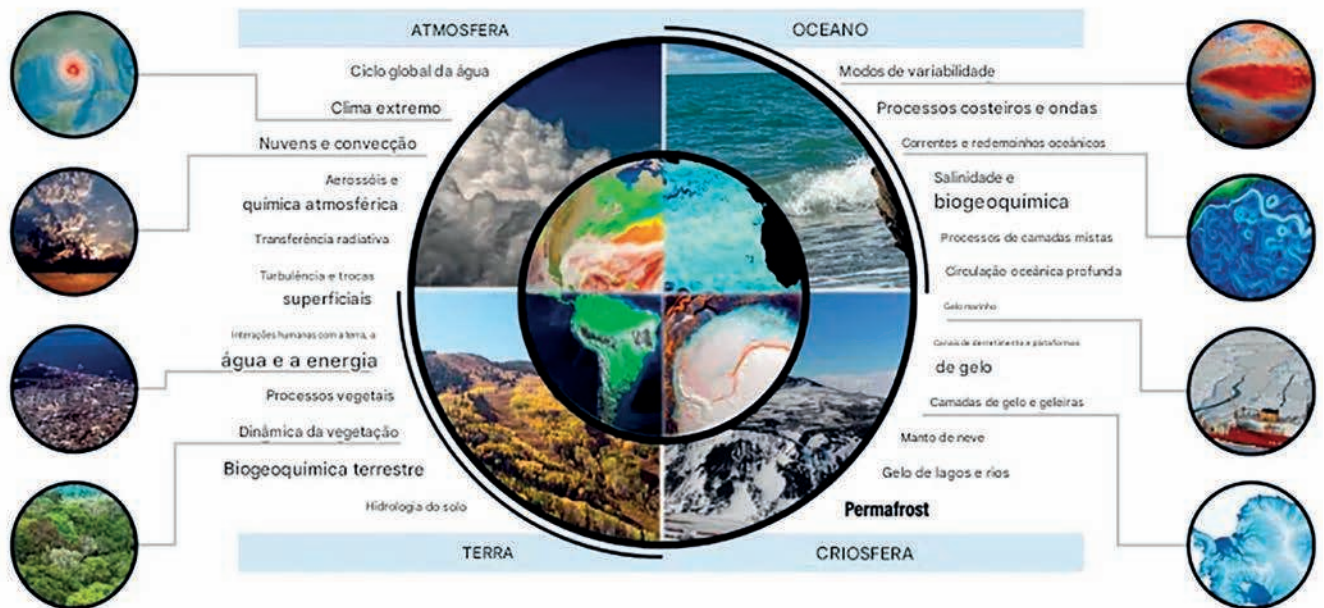
Para identificar e rastrear sinais de desestabilização, a equipe internacional de cientistas analisou registros observacionais de longo prazo e desenvolveu um novo método matemático para avaliar como os sistemas se recuperam de perturbações. Uma capacidade reduzida de recuperação é um sinal claro de declínio da estabilidade. Em todas as fontes de dados e técnicas analíticas, as evidências apontam consistentemente para a mesma conclusão: vários subsistemas climáticos estão perdendo estabilidade.

Sinais através do sistema terrestre

Embora os modelos climáticos ainda não sejam capazes de capturar essas dinâmicas com confiabilidade suficiente, os sinais observacionais já são visíveis. A camada de gelo da Groenlândia, por exemplo, está desestabilizada por retroalimentações que aceleram o derretimento.



Niklas Boers, do PIK e da Universidade Técnica de Munique

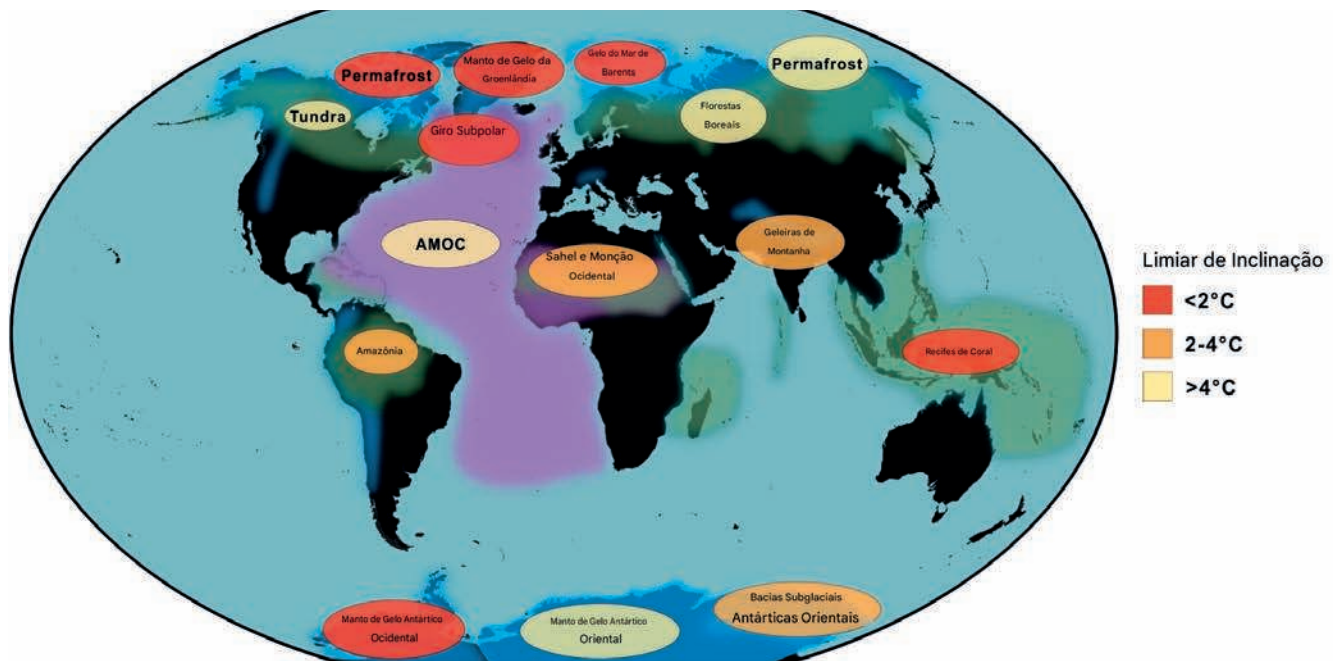


Conexões entre todas as partes do planeta — a atmosfera, os oceanos, a terra, a vegetação e o gelo.

A AMOC está ameaçada pelo aumento da entrada de água doce proveniente do derretimento do gelo e da precipitação, reduzindo a salinidade e a densidade das águas superficiais — um fator-chave da circulação. Ao mesmo tempo, as mudanças climáticas e o desmatamento estão enfraquecendo a floresta amazônica, enquanto o sistema de monções da América do Sul corre o risco de mudanças abruptas na

precipitação se o sistema de reciclagem de umidade da floresta for interrompido. “A cada décimo de grau de aquecimento adicional, a probabilidade de se atingir um ponto crítico aumenta”, enfatiza Boers. “Isso por si só já deveria ser um argumento poderoso para reduções rápidas e decisivas nas emissões de gases de efeito estufa”. Como os limites exatos permanecem incertos, os autores enfatizam a im-

portância de construir um sistema global de monitoramento e alerta precoce para detectar sinais emergentes de desestabilização. Dados de satélite de alta resolução sobre vegetação e derretimento de gelo, combinados com registros climáticos de longo prazo e técnicas modernas de aprendizado de máquina, podem permitir o monitoramento em tempo real da resiliência de elementos críticos de inflexão.



Potenciais pontos de inflexão nas mudanças climáticas (Partes periféricas e centrais da floresta amazônica estão secando significativamente, como no sul da Amazônia boliviana, onde a precipitação anual reduziu em até 20 mm ano. Em contraste, partes da floresta amazônica ocidental e oriental estão se tornando mais úmidas, com a precipitação anual aumentando em até 20 mm ano. Se essas tendências continuarem, a estabilidade do ecossistema provavelmente mudará em partes da Amazônia até 2050, remodelando a resiliência da floresta a perturbações. Por exemplo, 6% do bioma pode mudar de floresta estável para um regime biestável em partes do sul e centro da Amazônia).



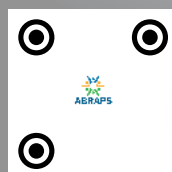
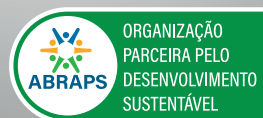
Profissionais trabalhando pelo DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL



ABRAPS

Associação Brasileira dos Profissionais
pelo Desenvolvimento Sustentável

Junte-se a nós!



abraps.org.br



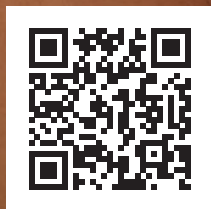
11 99922 7825

Apenas mensagens de texto



A Amazônia inspira. A cultura transforma.

Acreditamos que valorizar a cultura é fortalecer as raízes e o futuro da Amazônia. Há 40 anos, firmamos parcerias e apoiamos projetos que celebram a arte, a história e a diversidade que dão vida a essa região única. Da preservação do patrimônio histórico de Belém aos espaços que conectam a Amazônia ao mundo, construímos juntos um legado de orgulho, identidade e pertencimento.



Confira nossas
iniciativas
culturais.

**ONDE TEM CULTURA,
A VALE ESTÁ.**