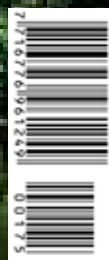


Amazônia



ANO 20
NÚMERO 157
SETEMBRO/2026

**PROTEGER FLORESTA EM PÉ
RENDE MAIS QUE RESTAURAR**

**CIÊNCIA LEVA SETE ANOS PARA
VIRAR POLÍTICA AMBIENTAL**

**FLORESTAS TROPICAIS RESPONDEM
DE MANEIRA DIFERENTE AO CLIMA**

ESTAÇÃO PREÇO DE FÁBRICA

Transforme recicláveis em **renda extra!**



Vidro Transparente - R\$ **0,65/kg**

 Vidro plano, como vidraça, marinex, travessas, refratário, aquário ou janela serão considerados na categoria **outros**.

 **Vidro Âmbar** - R\$ **0,65/kg**

 **Vidro Verde e Outros** - R\$ **0,27/kg**

 **Papelão** - R\$ **0,85/kg**

 **Papel Branco** - R\$ **0,85/kg**

 **Cartolina / Papel Cartão** - R\$ **0,69/kg**

 **Plástico Pet** - R\$ **3,00/kg**
Verde, transparente e azul (água mineral)

 **Longa Vida** - R\$ **1,00/kg**

Valores de **Novembro de 2025** – podem ser alterados de acordo com os recicladores.

Confirme os valores no **Instagram** – @green_mining



COMO FUNCIONA

- 1 Você faz o download **#gratuito** do aplicativo **Green Mining**
- 2 Você leva os materiais LIMPOS e separados por tipo até a estação
- 3 Informa que disponibilizará o material via app (vidro e plástico PET devem ser separados também por cor)
- 4 O material é pesado e você fica com o comprovante de entrega
- 5 Se o saldo for acima de R\$10, um resgate será realizado

ATENÇÃO: O pagamento acontece por PIX somente às sextas-feiras. Sua chave PIX principal precisa ser seu CPF.

 **Praça Princesa Isabel - Belém/PA**

Funcionamento: segunda a sexta-feira das 8h às 17h, sábado das 8h às 12h.

Para entregar **grandes volumes** é necessário **agendar** com antecedência por WhatsApp: (11) 91686-6678.

Baixe o app:





PAPEL PLANTA ÁRVORES

Papel é feito exclusivamente de árvores cultivadas que sequestram carbono da atmosfera, ajudando a combater as mudanças climáticas!

Ótima notícia para os consumidores de comunicação impressa e embalagens de papel. Compartilhe e recicle!



lovepaper.org.br



twosides.org.br

A Campanha Love Paper é uma criação original de Two Sides. Descubra mais!

Sumário

RevistaAmazonia.com.br



ENCERRAMENTO DA COP17 UNCCD

A 17ª sessão da Conferência das Partes (COP17) da Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação (UNCCD).



CIÊNCIA LEVA SETE ANOS PARA VIRAR POLÍTICA AMBIENTAL, E HÁ ATALHOS

Estudo que rastreou 46 conceitos ecológicos em quase três décadas de conferências da ONU mede o tempo que o conhecimento científico leva para chegar às decisões globais.



EXPO & CONGRESSO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO 2026

Organizado pelo Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM), ocorreu recentemente, de 24 a 27 de agosto no Expominas BH, em Belo Horizonte (MG).



PROTEGER A FLORESTA EM PÉ RENDE MAIS QUE RESTAURAR, MOSTRA ESTUDO

Pesquisa publicada na revista Science comparou estratégias de conservação em mais de três milhões de hectares no Pará;



NEM TUDO É CULPA DO EL NIÑO

Estudos que mediram a influência do fenômeno sobre a chuva no planeta mostram que ele responde por 15% a 20% dos extremos e alcança no máximo um terço das áreas continentais. Ainda assim, é o que torna a previsão sazonal mais confiável.



SOMEM NO HEMISFÉRIO NORTE E RESISTEM NOS TRÓPICOS

Revisão científica reuniu o que se sabe sobre o desaparecimento das abelhas do gênero Bombus em três continentes e mostrou que a América do Sul, pouco estudada, aparece como zona fria no mapa das espécies ameaçadas.



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



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 FAPESP, Alana Gandra, André Julião, EMBRAPA, Ronaldo G. Huhn, Re-dação Amazônia, Universidade de Göttingen;

FOTOGRAFIAS

Agência Brasil, Agência FAPESP, Agência Santarém, Agricultural and Forest Meteorology (2025), Bruno Batista/VPR, Bruno Garcia Luize, ChatGPT, Danny Skilton, Dick Culbert/Wikimedia Commons, EMBRAPA/Monitoramento por Satélite, Esri, Foirn, Fundação Banco do Brasil, Getty, Getty Images, IISD/ENB, Instituto de Pesquisa Florestal de Baden-Württemberg (FVA), Joe Raedle via Getty Images, Joshua Birchall, Live Science, Martin Maier, Michel Chaves, Nasa, Nature, Neto Lucena/Secom Sudam, OMM, Ohenhen et al. Nature 2026, Paz Arando no Unsplash, Polícia Federal, RjeJSbe-unsplash, Romério Cunha/ VPR, Roney Vieira/Norte Energia, Science Advances, Sr. Banyat Manakijlap via Getty Images, Starmus, Universidades e Institutos de Pesquisa, Universidade da Califórnia-Irvine, Universidade de Göttingen, Universidade Livre de Amsterdã, Unsplash, Usina Hidrelétrica de Belo Monte, Virginia Tec, Win McNamee via Getty Images;

EDITORIAÇÃO

ELETRÔNICA
Editora Círios SS LTDA

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

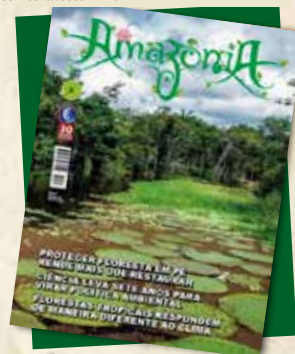


DESKTOP

Rodolph Pyle

NOSSA CAPA

Floresta Amazônica - Vitória régias nas águas do Rio Croa, em Cruzeiro do Sul, no estado do Acre.
Foto: Marcos Vicentini/Secom - AC



ORGANIZAÇÃO
PARCEIRA PELO
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL

Portal Amazônia
www.revistaamazonia.com.br

Desenvolvimento sustentável

BioMovement
Representante Autorizado **HOME BIOGÁS**™

Em parceria com

AMAZÔNIA TEC



O sistema tem capacidade de receber até 12 Litros de resíduos por dia.

O equipamento produz biogás e fertilizante líquido diariamente.

Totalmente fechado mantendo pragas afastadas.

Em um ano, o sistema deixa de enviar 1 tonelada de resíduos orgânicos para aterros e impede a liberação de 6 toneladas de gases de efeito estufa (GEE) para atmosfera.

O QUE COLOCAR NO SISTEMA

Carne, frutas, verduras, legumes e restos de comida.

OBS: Máximo de duas cascas de cítricos por dia.

O QUE NÃO COLOCAR NO SISTEMA

Resíduos de jardinagem, materiais não orgânicos (vidro, papel, plástico, metais). Resíduos de banheiro, produtos químicos em geral.

📷 **homebiogasamazonia**

📞 **91 99112.8008**

📞 **92 98225.8008**

ULAANBAATAR, MONGOLIA 17 - 28 AUGUST 2026



United Nations
Convention to Combat
Desertification



UNCCD
COP17
ULAANBAATAR 2026

Encerramento da COP 17 UNCCD

Fotos: Divulgação, IISD/ENB | Anastasia Rodopoulou, Internet

A 17ª sessão da Conferência das Partes (COP17) da Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação (UNCCD), sob o tema “Restaurando a Terra. Restaurando a Esperança”, realizada de 17 a 28 de agosto de 2026, em Ulaanbaatar, Mongólia, encerrou sem acordo sobre a seca, mas com 1,3 mil milhões de dólares mobilizados para restauro de terras e pastagens, mas sem decisão sobre um quadro internacional de gestão da seca — questão remetida para a COP18.

Depois de duas semanas de negociações entre as 197 Partes da Convenção, há progressos reais em financiamento e pastagens, mas falhou-se, pela segunda vez consecutiva, o objetivo mais importante fixado à entrada da conferência que era chegar-se a um quadro internacional de prevenção e gestão proativa das secas.

Governos, bancos de desenvolvimento e empresas anunciaram uma carteira de 1,3 mil milhões de dólares para restauro de terras e resiliência à seca em 23 países,

incluindo a Iniciativa Emblemática para as Pastagens (1,2 mil milhões de dólares, 45 projetos) e um novo Mecanismo de Investimento para a Resiliência à Seca, com a meta de mobilizar até 400 milhões de dólares. São sinais positivos, num ano marcado pelo Ano Internacional das Pastagens e dos Pastores.

A conferência ocorreu em um cenário em que até 40% das terras do planeta estão degradadas. Entre as principais expectativas estava a criação de um regime global de combate às secas, mas as negociações não chegaram a um acordo definitivo.

O tema deverá continuar em discussão até a COP18, prevista para ocorrer no Egito em 2028.

Os países concordaram, no entanto, que a seca

passa a ser um item permanente e independente da agenda das próximas conferências, além de manter as negociações durante o período entre os dois encontros.

As divergências envolveram principalmente o formato de um eventual acordo. Os Estados Unidos defenderam a suspensão do debate, enquanto países europeus apoiaram mecanismos voluntários. Países africanos, com apoio do Brasil, defenderam compromissos obrigatórios.

O cenário geopolítico também afetou as negociações. No início da conferência, representantes dos Estados Unidos bloquearam itens relacionados a gênero, participação da sociedade civil e integração entre as três convenções ambientais da ONU — desertificação, biodiversidade e clima. Os temas foram recolocados no programa de trabalho da COP18.

Apesar dos impasses, a secretária-executiva da



Depois de duas semanas de negociações entre as 197 Partes da Convenção, há progressos reais em financiamento e pastagens, mas falhou-se, pela segunda vez consecutiva, o objetivo mais importante fixado à entrada da conferência que era chegar-se a um quadro internacional de prevenção e gestão proativa das secas. Governos, bancos de desenvolvimento e empresas anunciaram uma carteira de 1,3 mil milhões de dólares para restauro de terras e resiliência à seca em 23 países,



Ano Internacional das Pastagens e dos Pastores incluindo a Iniciativa Emblemática para as Pastagens (1,2 mil milhões de dólares, 45 projetos) e um novo Mecanismo de Investimento para a Resiliência à Seca, com a meta de mobilizar até 400 milhões de dólares. São sinais positivos, num ano marcado pelo Ano Internacional das Pastagens e dos Pastores. A conferência ocorreu em um cenário em que até 40% das terras do planeta estão degradadas. Entre as principais expectativas estava a criação de um regime global de combate às secas, mas as negociações não chegaram a um acordo definitivo. O tema deverá continuar em discussão até a COP18, prevista para ocorrer no Egito em 2028.

UNCCD, Yasmine Fouad, avaliou que a conferência preservou o espaço para a continuidade das negociações multilaterais.

“Talvez não tenhamos tido o pacote completo, mas certamente mantemos a possibilidade de progresso até a próxima conferência”, afirmou”.

Novos mecanismos para enfrentar as secas

Entre os resultados anunciados durante a COP17 está a entrada em fase de implementação da Parceria Global de Resiliência à Seca de Riad, criada na COP16, em 2024.

A primeira assembleia da parceria avançou na discussão de um fundo coletivo voltado a cerca de 70 países de baixa e média-baixa renda. Os recursos deverão apoiar capacitação, elaboração de projetos capazes de receber investimentos e medidas de aumento da resiliência.

Também foi lançado o Mecanismo de Investimento para Resiliência à Seca (DRIF), criado pela UNCCD e por Luxemburgo, com apoio da Aliança Internacional para a Resiliência à Seca. A plataforma pretende mobilizar até US\$ 400 milhões em recursos públicos e privados para projetos de segurança hídrica, agricultura sustentável, soluções baseadas na natureza e recuperação de terras.

Outra iniciativa foi a segunda fase do Observatório Internacional de Resiliência à Seca (IDRO), que apresentou o primeiro Índice de Resiliência à Seca (DRI). A ferramenta deverá auxiliar países na avaliação de sua capacidade de antecipar, se preparar e se adaptar aos períodos de escassez de água.



FINANCIAMENTO SEGUE COMO DESAFIO

A falta de recursos permanece como um dos principais obstáculos para o cumprimento das metas internacionais de recuperação de terras.

Segundo a UNCCD, seriam necessários aproximadamente US\$ 355 bilhões por ano para cumprir os compromissos globais de restauração até 2030. Atualmente, o investimento anual é estimado em cerca de US\$ 77 bilhões, deixando uma diferença de aproximadamente US\$ 278 bilhões por ano.

Durante a COP17, governos, bancos de desenvolvimento, fundos e empresas anunciaram uma carteira de US\$ 1,3 bilhão para projetos de restauração de terras e aumento da resiliência às secas em 23 países de cinco continentes.

Do total anunciado, US\$ 644,5 milhões são classificados como novos recursos e US\$ 216,4 milhões já estão confirmados e em fase de implementação.

PASTAGENS GANHAM DESTAQUE

A escolha da Mongólia como sede da COP17 ocorreu no mesmo ano em que a ONU celebra o Ano Internacional das Pastagens e dos Pastores. O tema ganhou espaço nas discussões sobre conservação, biodiversidade, segurança alimentar e adaptação às mudanças climáticas.

Os países reconheceram a importância dos pastores na conservação dos ecossistemas e destacaram o papel da mobilidade transfronteiriça e dos conhecimentos tradicionais.



Yasmine Fouad, Secretária Executiva da UNCCD. O cenário geopolítico também afetou as negociações. No início da conferência, representantes dos Estados Unidos bloquearam itens relacionados a gênero, participação da sociedade civil e integração entre as três convenções ambientais da ONU — desertificação, biodiversidade e clima. Os temas foram recolocados no programa de trabalho da COP18.



As pastagens representam cerca de um terço das principais áreas de biodiversidade do planeta, mas ainda têm presença limitada nas políticas climáticas. Segundo dados apresentados na conferência, apenas 24 países incluem esses ecossistemas em seus planos climáticos nacionais, contra 181 que incluem florestas.

Uma análise econômica apresentada durante o encontro estimou que as pastagens geram entre US\$ 21 trilhões e US\$ 47 trilhões por ano em serviços ecossistêmicos, como produção de alimentos, armazenamento de carbono, disponibilidade de água e conservação da biodiversidade.

O estudo estima ainda que cada dólar investido na recuperação desses ecossistemas pode gerar retorno de US\$ 4 a US\$ 6. Quando considerados benefícios públicos mais amplos, como o abastecimento de água, o retorno pode chegar a US\$ 36 por dólar investido.

POVOS INDÍGENAS REIVINDICAM PARTICIPAÇÃO

A COP17 também marcou a primeira reunião formal dos novos grupos de representação de povos indígenas e comunidades locais dentro da convenção da ONU.

Os espaços foram criados na COP16, realizada em Riad, e passaram a funcionar como canais específicos para levar as prioridades dessas populações às negociações.

Durante a conferência, representantes indígenas defenderam maior reconhecimento dos conhecimentos tradicionais, dos sistemas comunitários de governança e do manejo sustentável das terras. Também reivindicaram proteção dos direitos territoriais e de mobilidade, acesso direto a recursos financeiros e participação efetiva nas decisões.

Protestos foram realizados ao longo do evento para cobrar maior espaço nos processos decisórios.

BRASIL APRESENTA META DE RECUPERAÇÃO DE TERRAS

O Brasil apresentou durante a COP17 um novo compromisso voluntário para alcançar a Neutralidade da Degradação da Terra (LDN) até 2030.

A meta reúne 17 subobjetivos relacionados a políticas, planos e programas nacionais. Entre eles está a recuperação ou restauração de mais de 163 mil quilômetros quadrados por meio da regeneração da vegetação nativa e de sistemas agroflorestais.

Outros 3,51 milhões de quilômetros quadrados deverão ser abrangidos por medidas de conservação e manejo sustentável destinadas a evitar a degradação.

No total, a meta brasileira contempla aproximadamente 3,67 milhões de quilômetros quadrados.



Antecipar e se preparar para os requisitos de habilidades futuras será fundamental para todos



O Observatório Internacional de Resiliência à Seca (IDRO), apresentou a Fase II na COP17



Representantes das comunidades locais e dos povos indígenas



COP17: Brasil apresenta meta para recuperar e conservar 16,3 milhões de hectares até 2030



Plenária da 15ª Conferência das Partes da Convenção sobre Diversidade Biológica (COP15), em Montreal, no Canadá, em dezembro de 2022. É nos documentos finais de encontros como este que os pesquisadores foram procurar os conceitos vindos da ciência.

Ciência leva sete anos para virar política ambiental, e há atalhos

Estudo que rastreou 46 conceitos ecológicos em quase três décadas de conferências da ONU mede o tempo que o conhecimento científico leva para chegar às decisões globais. E mostra que, perto do território e de quem cuida dele, a conservação dá mais resultado.



Fotos: UN Biodiversity, Carmen Cañizares, Morcillo et al. (2026) e André Dib

Sete anos. É esse, em média, o tempo que um conceito ecológico leva para sair das páginas das revistas científicas e entrar nos documentos oficiais das grandes conferências ambientais das Nações Unidas. A conta foi feita por uma equipe de 17 pesquisadores liderada por Luna Morcillo, do Centro de Estudos Ambientais do Mediterrâneo (CEAM) e da Universidade de Alicante, na Espanha, e publicada na revista científica *Cell Reports Sustainability*.

Pode parecer muito tempo. Mas o trabalho, que tem entre os autores Leandro Reverberin-Tambosi, pesquisador vinculado também à Universidade Federal do ABC (UFABC), em Santo André (SP), traz uma leitura mais animadora do que o número sugere. Vários conceitos foram adotados assim que as conferências começaram, outros entraram em um ou dois anos, e os casos de sucesso mostram

que o caminho entre a descoberta e a decisão pode, sim, ser curto.

A pergunta parece simples, mas faltava a conta. Segundo os autores, esta é a primeira avaliação quantitativa, medida em anos, da distância entre a produção científica e a política ambiental global.

Uma régua entre o laboratório e a plenária

As COPs são as reuniões periódicas em que os países signatários de cada convenção negociam e aprovam compromissos. Os pesquisadores leram as decisões, resoluções, recomendações e metas aprovadas nas Conferências das Partes (COPs) das três grandes convenções ambientais da ONU. Foram 28 COPs da Convenção-Quadro sobre Mudança do Clima (UNFCCC), de 1995 a 2023; 15 da Convenção sobre Diversidade Biológica (CBD), de 1994 a 2023; e 15 da Convenção de Combate

à Desertificação (UNCCD), de 1997 a 2022.

Um grupo de 16 revisores vasculhou esses documentos, cruzou as leituras entre si e votou até chegar a uma lista final de 46 conceitos ecológicos, de estoques de carbono a polinizadores, de pontos de não retorno a espécies invasoras. Depois, a equipe procurou em uma base internacional de artigos científicos quando cada termo apareceu pela primeira vez na literatura e mediu quantos anos ele levou para ser citado numa COP.

O resultado ficou em 8,5 anos na convenção da desertificação, 6,7 anos na da biodiversidade e seis anos na do clima. A diferença entre elas não foi estatisticamente significativa. Na média geral, sete anos.

QUANDO A CIÊNCIA CHEGA NA HORA

Uma parte dos conceitos foi incorporada já na primeira conferência de cada convenção. Desmatamento e recursos genéticos entraram de imediato na agenda da biodiversidade. Neutralidade da degradação da terra e restauração chegaram sem atraso à da desertificação. Metano e óxido nitroso fizeram o mesmo na do clima. Sobrepastoreio, sobrepesca e superexploração apareceram nas três convenções entre um e dois anos depois da primeira COP.

O caso das espécies invasoras mostra que cada convenção tem seu próprio ritmo. O tema entrou na agenda da biodiversidade um ano depois da primeira COP, na do clima oito anos depois e na da desertificação só após 22 anos. Para os pesquisadores, a velocidade depende menos do tipo de conceito e mais do alinhamento entre a agenda científica e a agenda política de cada convenção.

Há também boas surpresas entre ideias mais complexas. Resiliência ecológica e conectividade da paisagem, conceitos que não se explicam numa frase, foram absorvidos com rapidez. Para os autores, isso aconteceu porque essas noções já circulavam amplamente na sociedade, por meio de redes sociais, movimentos sociais, ativismo ambiental e debate público, e não só em artigos acadêmicos.

Outro achado ajuda a entender o ritmo. Conceitos mais antigos, com mais tempo de estrada na ciência, foram adotados mais depressa. Quanto mais consolidado o conhecimento, menor a incerteza percebida por quem decide. Já o tom do conceito não fez diferença: ideias positivas, como resiliência e polinizadores, não foram mais rápidas do que as que descrevem ameaças. As duas podem acelerar a agenda, cada uma à sua maneira.

Cientistas e gestores costumam falar línguas diferentes, lembram os autores. Pesquisadores prezam precisão, nuances, prazos longos e conclusões expressas em probabilidades; quem faz política busca clareza, simplicidade, deci

ções rápidas e regras que possam ser aplicadas. Nesse descompasso, mensagens importantes se perdem ou se distorcem no caminho. Os conceitos antigos, já explicados muitas vezes, atravessam essa fronteira com menos ruído.

OS ATRASOS QUE SERVEM DE MAPA

Os casos mais lentos também ensinam. A diversidade filogenética, que mede a variedade de linhagens evolutivas num ecossistema, levou 28 anos para aparecer nos documentos da convenção da biodiversidade. Eventos extremos e biodiversidade do solo levaram 22 anos para chegar à da desertificação, apesar do papel que têm no avanço do processo. E a convenção do clima deixou de lado os serviços ecossistêmicos por 27 anos.

Para os pesquisadores, esse último atraso se explica pela atenção que a agenda climática deu por décadas à mitigação, isto é, à redução de gases de efeito estufa. À medida que cresce o debate sobre adaptação, serviços como a regulação da água, o sequestro de carbono e a proteção contra desastres ganham lugar. O mapa dos atrasos mostra onde a ponte entre ciência e política ainda pode ser reforçada.

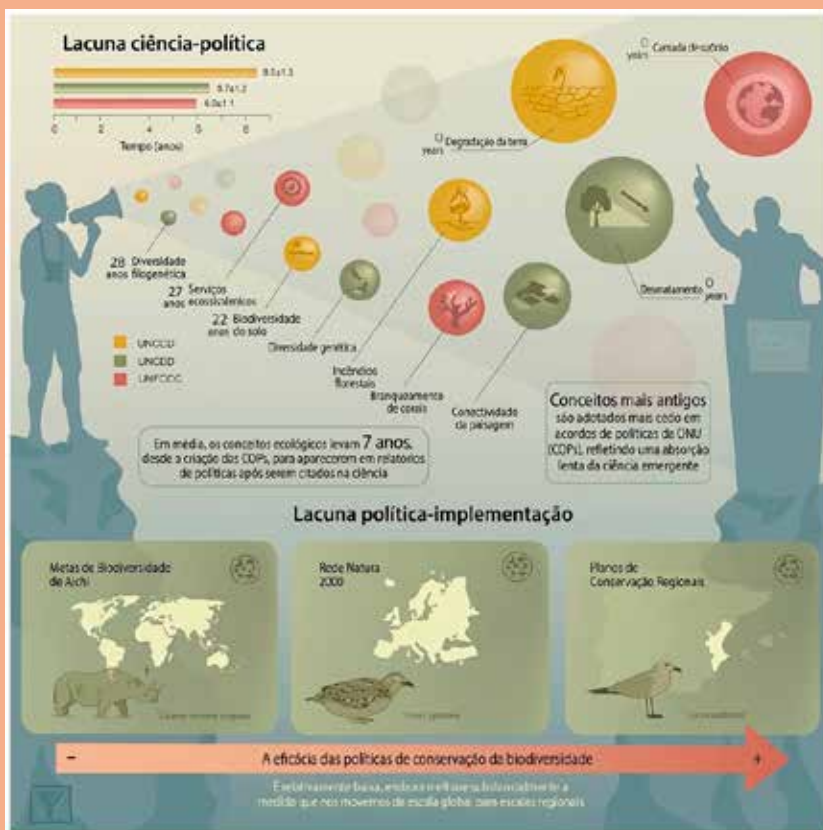
Exemplos de que o caminho pode ser curto

O próprio estudo lembra casos em que a ciência virou ação com rapidez. A proibição do DDT, inseticida de efeitos tóxicos comprovados, chegou a muitos países menos de 15 anos depois das primeiras evidências. A moratória mundial da caça de baleias foi aprovada em 1982, 12 anos depois de a ciência mostrar que as alternativas de manejo não funcionavam. Os CFCs, gases que destruíam a camada de ozônio, tiveram uso banido ou restrito. E a primeira diretiva europeia sobre qualidade do ar, de 1980, respondeu às pesquisas sobre chuva ácida do fim da década de 1970.

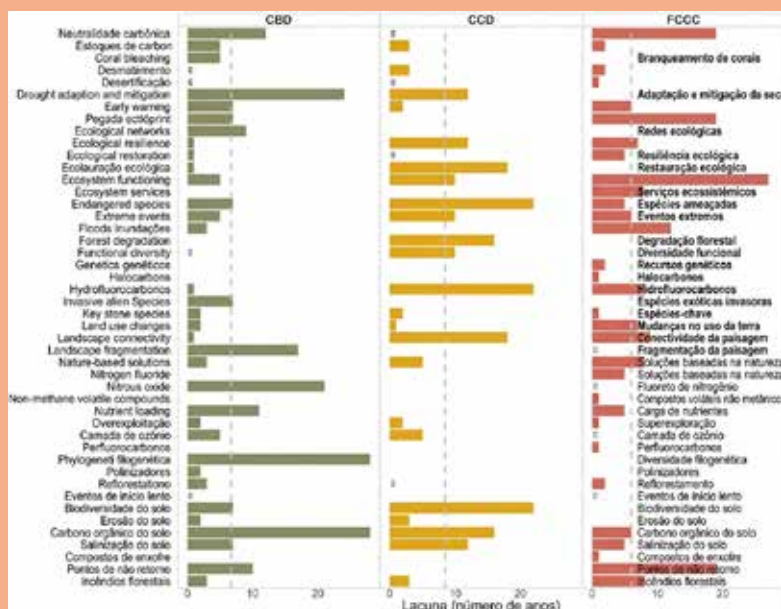
Segundo os autores, esses sucessos têm traços em comum: consenso científico forte, opinião pública informada, alternativas viáveis à mão, linguagem clara nas regras e cooperação internacional robusta.

Perto do território, a conservação rende mais

A segunda parte do trabalho olhou para outro trecho do caminho, o que separa a política aprovada do resultado no mundo real. Usando a conservação da biodiversidade como exemplo, os pesquisadores compararam três escalas. No plano global, a Meta 12 de Aichi, que previa frear a extinção de espécies ameaçadas até 2020, ficou longe do objetivo: entre 2010 e 2021, 84% das espécies que mudaram de categoria na Lista Vermelha da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN) passaram para uma situação pior. No continental, a rede europeia de áreas protegidas Natura 2000, criada em 1992 e considerada o maior sistema coordenado de áreas protegidas do mundo, teve efeito moderado: 41% das espécies de aves



Resumográfico do estudo. Na parte de cima, o tempo que cada conceito levou para chegar aos documentos das três convenções da ONU; na de baixo, a efetividade das políticas de conservação, que cresce da escala global para a regional.



Anos entre o início de cada convenção da ONU e a entrada de 46 conceitos ecológicos em seus documentos oficiais, nas convenções de biodiversidade (verde), desertificação (amarelo) e clima (vermelho). A linha tracejada marca a média de cada uma; o zero indica adoção já na primeira conferência.



Delegados aplaudem a aprovação do Marco Global de Biodiversidade Kunming-Montreal, em 19 de dezembro de 2022, acordo que sucedeu as Metas de Aichi e fixou os compromissos da década para a natureza.

protegidas pela diretiva europeia aumentaram ou mantiveram seus territórios de reprodução entre 1980 e 2013.

O resultado mais promissor veio da escala regional. Na Comunidade Valenciana, no sudeste da Espanha, 27 espécies de aves são classificadas como vulneráveis, e seis delas ganharam planos de conservação aprovados pelo governo regional em 2005. A equipe analisou 128 séries históricas de populações de 14 dessas espécies. As aves com plano apresentaram tendência positiva; as que ficaram sem plano, tendência negativa.

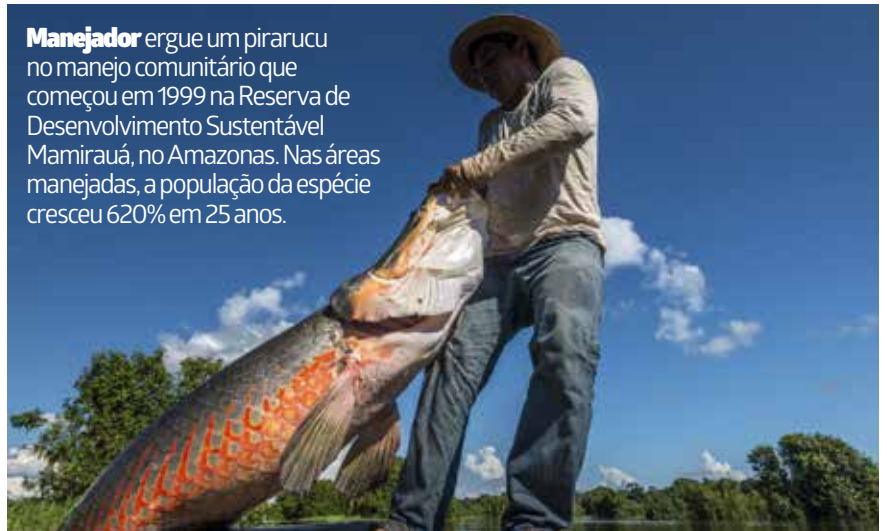
Os autores apontam alguns motivos para a vantagem do local. Administrações próximas prestam contas com mais facilidade, os moradores participam mais, o cenário social e ambiental é mais homogêneo e a pressão dos cidadãos chega mais rápido a quem decide. Os acordos internacionais continuam necessários, porque dão o rumo, mas precisam virar ação concreta em cada território.

O que a Amazônia já sabe

A conclusão conversa com uma experiência que a Amazônia conhece bem. Em 1999, na comunidade São Raimundo do Jarauá, dentro da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, no Amazonas, ribeirinhos e pesquisadores do Instituto Mamirauá, unidade de pesquisa ligada ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), começaram a manejar o pirarucu, espécie que a pesca invasora havia empurrado para perto do risco de extinção.

O método junta ciência e conhecimento tradicional: contagem dos estoques, proteção das áreas de reprodução, tamanho mínimo de captura e cota de pesca que nunca passa de 30% dos adultos de cada área, aprovada todo ano pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renová-

Manejador ergue um pirarucu no manejo comunitário que começou em 1999 na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, no Amazonas. Nas áreas manejadas, a população da espécie cresceu 620% em 25 anos.



veis (Ibama). Em 25 anos, a população de pirarucus nas áreas manejadas cresceu 620%, segundo o Instituto Mamirauá.

Hoje o manejo envolve mais de 1.300 famílias em 25 municípios do Amazonas, as mulheres são maioria entre os participantes e o pirarucu de Mamirauá conquistou, em 2021, o selo de Indicação Geográfica.

É, na prática, o que o estudo espanhol descreve nos números: decisão perto de quem vive no território, com ciência presente desde o começo.

ENCURTAR A DISTÂNCIA

Para reduzir o tempo entre descoberta e decisão, os pesquisadores defendem a coprodução do conhecimento. Nesse modelo, cientistas, gestores públicos e comunidades definem juntos as perguntas, trocam dados e constroem as soluções desde o início, em vez de a ciência

apenas entregar relatórios prontos. O estudo também sugere mais espaço para mediadores, como organizações da sociedade civil e especialistas em comunicação científica, que traduzem os achados para quem decide.

Segundo o estudo, essa aproximação cria aprendizado mútuo e confiança entre os dois lados, ajuda a fixar metas mais realistas e torna a execução mais efetiva. De quebra, pode render retorno importante também para a carreira de quem faz pesquisa.

“Para garantir que a ciência beneficie a sociedade por meio da política ambiental, precisamos encurtar o caminho da evidência à ação”, escrevem os autores. Para a região que recebeu a COP30, em Belém, em novembro de 2025, a mensagem soa familiar: o conhecimento existe, e ele funciona melhor quando chega rápido ao chão da floresta.



EXPOSIBRAM 2026



Mesa oficial da solenidade de abertura da Exposibram 2026 celebrado simultaneamente os 50 anos do IBRAM

Expo & Congresso Brasileiro de Mineração 2026

Celebrando os 50 anos do Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM).



Fotos: Divulgação, Ibram

Organizado pelo Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM), ocorreu recentemente, de 24 a 27 de agosto no Expominas BH, em Belo Horizonte (MG), o Congresso reuniu lideranças empresariais, executivos, especialistas, autoridades e representantes de diferentes países para discutir as mudanças que vêm redesenhando a

indústria mineral e para discutir os desafios que podem definir o futuro da atividade mineral.

Uma feira internacional com mais de 750 expositores (ocupando 17.000 m²) e um congresso de alto nível com sessões magnas e painéis simultâneos.

Batendo recorde de público com mais de 100 mil visitantes – um dos maiores eventos do setor mineral na América Latina.

A disputa global por minerais estratégicos, as transformações no mercado de commodities, os desafios de infraestrutura, a transição energética, minerais críticos, descarbonização, inovação tecnológica, inteligência artificial e geopolítica do setor mineral, foram alguns dos assuntos que estiveram entre os principais temas da Expo & Congresso Brasileiro de Mi-





Painéis de debate e apresentações técnicas simultâneas durante o congresso da Exposibram



Ministro de Minas e Energia, Alexandre Silveira. A solenidade de abertura da Exposibram



O Ministro Alexandre Silveira, entre Pablo Cesário, presidente do IBRAM e Ana Sanches, presidente do Conselho Diretor do IBRAM e CEO da Anglo American Brasil

neração (EXPOSIBRAM 2026), para suprir a necessidade de ampliar o processamento mineral no Brasil.

A solenidade de abertura da Exposibram, contou com a participação do ministro de Minas e Energia, Alexandre Silveira, externando em seu discurso que o governo confia na aprovação, pelo Senado Federal, do projeto de lei que cria a Política Nacional de Minerais Críticos e Estratégicos (Pnmce).

Anunciou também o aumento considerável de recursos para o Serviço Geológico do Brasil (SGB), para viabilizar pesquisas a respeito do potencial mineral brasileiro. (Hoje, esse potencial com o conhecimento restrito a apenas 28% do território).

Ele defendeu ainda a busca por petróleo na Margem Equatorial. Segundo ele, o mundo ainda precisa de combustíveis fósseis.

A abertura da EXPOSIBRAM 2026, também foi marcada por homenagens a personalidades que tiveram participação relevante na história da mineração brasileira. A cerimônia reconheceu ex-presidentes e conselheiros do Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM), autoridades públicas, pesquisadores, representantes das forças de segurança e lideranças do setor.

A cerimônia reconheceu ex-presidentes e conselheiros do Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM), autoridades públicas, pesquisadores, representantes das forças de segurança e lideranças do setor.

Entre as homenagens póstumas, Júlia Jungmann recebeu o reconhecimento em memória do ex-presidente do IBRAM Raul Jungmann; Marcelo Mendo foi homenageado em memória do ex-presidente José Mendo; e Cássio Tunes recebeu a homenagem destinada à memória de Marcelo Tunes, ex-diretor do Instituto.

Pablo Cesário, presidente do Instituto Brasileiro de Mineração (Ibaram), defendeu que o setor avance para além do conceito de sustentabilidade, buscando “uma contribuição líquida e positiva para a sociedade”. E exaltou a importância da mineração na inovação tecnológica: “O futuro é um binômio entre mineração e conhecimento. Se há energia verde, se há bateria, se há inteligência artificial, por trás disso tudo está a mineração, assegurou.

Citou a aprovação do PL 699/2023, que institui o Programa

de Desenvolvimento da Indústria de Fertilizantes (Profert), e do PLP 114/2026, que preserva benefícios tributários destinados à Política Nacional de Minerais Críticos e Estratégicos e ao Profert. Citou como exemplo a dependência brasileira de enxofre e defendeu políticas capazes de estimular a formação de cadeias industriais próximas às reservas minerais.

No discurso de encerramento, destacou que a EXPOSIBRAM recebeu 112 mil visitantes, superando os 86 mil registrados em 2024.

Cesário destacou, que mais do que os números, chamou sua atenção a reação de quem che



Reconhecendo autoridades e personalidades com participação relevante na mineração Brasileira

gou ao evento e se deparou com sua dimensão. Para ele, a edição permitiu que o próprio setor reconhecesse a amplitude da cadeia que representa. “O setor, ao levantar a cabeça, olhou no espelho e se percebeu. O papel do IBRAM foi só colocar um palco para que todos estivessem aqui”, afirmou.

Na abertura, a presidente do Conselho Diretor do Ibram, Ana Sanches, reforçou a necessidade de aproximar o desenvolvimento da atividade mineral de compromissos ambientais e sociais.

“Queremos uma mineração, justa, sustentável e inclusiva. Que respeite os territórios, as pessoas e o meio ambiente.

Para destravar e alavancar o potencial do setor de mineração, Gustavo Pimenta CEO da Vale frisou, durante palestra na Exposibram, que o crescimento da produção mineral brasileira precisa acompanhar as demandas de mercado.

“É preciso agir com urgência e diligência”, disse o presidente da Vale, ao anunciar uma proposta elaborada em parceria com a consultoria

Accenture, contendo quatro agendas prioritárias e 15 iniciativas estratégicas.

a prosperidade e para que os impostos sejam melhor alocados dentro da indústria”, disse.

Os destaques da Expo & Congresso Brasileiro de Mineração (EXPOSIBRAM 2026) foram - o recorde de público, forte presença empresarial e debates sobre os rumos da mineração no Brasil e no mundo.

No discurso de encerramento do evento, na quinta-feira, 27 de agosto, o diretor de Relações Institucionais e diretor-presidente do Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM), Pablo Silva Cesário, destacou que a EXPOSIBRAM recebeu 112 mil visitantes, superando os 86 mil



Júlia Jungmann recebeu o reconhecimento em memória do ex-presidente do IBRAM Raul Jungmann



OIBRAM também reconheceu seus ex-presidentes



Pablo Silva Cesário, diretor-presidente do IBRAM), destacando o potencial brasileiro em minerais críticos e estratégicos



Gustavo Pimenta CEO da Vale durante palestra magna na

registrados em 2024.

Pablo Silva Cesário, destacou, que mais do que os números, chamou sua atenção a reação de quem chegou ao evento e se deparou com sua dimensão. Para ele, a edição permitiu que o próprio setor reconhecesse a amplitude da cadeia que representa. “O setor, ao levantar a cabeça, olhou no espelho e se percebeu. O papel do IBRAM foi só colocar um palco para que todos estivessem aqui”, afirmou.

A reflexão apareceu acompanhada de uma avaliação sobre a trajetória recente da mineração brasileira.

Cesário fez referência às tragédias que marcaram o setor e às transformações provocadas por esses episódios, tanto nas empresas quanto nas comunidades e nos profissionais ligados à atividade. Ao olhar para a EXPOSIBRAM de 2026, defendeu que a mineração também precisa reconhecer sua relevância, recuperar o orgulho pelo trabalho desenvolvido e compreender a dimensão econômica, tecnológica e social que ocupa.



Ana Sanches destacou a importância de uma mineração alinhada a compromissos socioambientais



Cerimônia de encerramento da EXPOSIBRAM 2026



Exposibram 2026 bate recorde de público



Gustavo Pimenta, presidente da Vale com Rodrigo Hühn, CEO da Revista Amazônia



O diretor-presidente do IBRAM, na solenidade de encerramento: "Ao olhar para a EXPOSIBRAM de 2026, defendeu que a mineração também precisa reconhecer sua relevância"

Estandes Premiados



Estande da Samarco, 1º Lugar com até 49 m²



Estande da Ero 1º Lugar entre 50 m² e 149 m²



Estande da U&M 1º Lugar em estande com mais de 150 m²

A solenidade também premiou os estandes que se destacaram pela criatividade, experiência oferecida aos visitantes

Até 49 m²

- 1º Lugar:** Samarco
- 2º Lugar:** Mineradora Taboca
- 3º Lugar:** ABIMAQ

Entre 50 m² e 149 m²

- 1º Lugar:** Ero
- 2º Lugar:** Enaex
- 3º Lugar:** Vale [1]

Mais de 150 m²

- 1º Lugar:** U&M
- 2º Lugar:** Geosol
- 3º Lugar:** Metso [1]

A premiação encerrou uma edição que levou ao Expominas empresas de diferentes etapas da cadeia mineral, fornecedores de tecnologia e

serviços, representantes de governos, especialistas e profissionais ligados à atividade. Com o encerramento em Minas Gerais, o calendário da EXPOSIBRAM já aponta para a próxima parada. A edição de 2027 será realizada de 20 a 23 de setembro, no Hangar Centro de Convenções da Amazônia, em Belém no Pará. A nova edição já foi oficialmente lançada pelo IBRAM e dará continuidade aos debates, encontros e negócios que movimentam o setor mineral, tendo a Amazônia como cenário para essa agenda.

A large, mature tree with a thick trunk and a dense canopy of green leaves stands in the foreground. In the background, a thick layer of white smoke or mist rises from the forest floor, partially obscuring other trees. The overall scene suggests a forest fire or a controlled burn in progress.

Incêndio queima o interior de floresta primária na Floresta Nacional do Tapajós, oeste do Pará, uma das perturbações avaliadas pelo estudo.

Proteger a floresta em pé rende mais que restaurar, mostra estudo

Pesquisa publicada na revista Science comparou estratégias de conservação em mais de três milhões de hectares no Pará e concluiu que evitar incêndios e exploração madeireira é o investimento com maior retorno para a biodiversidade e para o carbono.



Choquinha-miúda (*Myrmotherula brachyura*) registrada na região de Santarém, onde vive no estrato médio e no sub-dossel da floresta primária. A espécie está entre as 160 aves usadas para modelar o valor de biodiversidade.



Fotos: Marizilda Cruppe / Lancaster University; Jos Barlow / Lancaster University e Alexander Lees / Manchester Metropolitan University

Evitir que a floresta ainda de pé seja queimada ou explorada por madeireiros entrega mais biodiversidade e mais carbono por recurso investido do que plantar floresta nova em área já desmatada. A conclusão é de um estudo publicado em 17 de setembro na revista *Science* por pesquisadores do Reino Unido, do Brasil, da Suécia e da Austrália, sob liderança da Universidade de Lancaster.

A análise cobriu mais de três milhões de hectares nas regiões de Santarém e Paragominas, no Pará, entre 2010 e 2020. Os pesquisadores cruzaram imagens de satélite de alta resolução com dados de campo de 381 transectos distribuídos em 38 microbacias e 499 propriedades rurais, além de modelos que mapearam a distribuição de 160 espécies de aves e 426 espécies de árvores. É a primeira comparação sistemática entre as diferentes formas

de proteger florestas existentes e de restaurá-las em terras agrícolas.

A partir das mudanças de uso do solo efetivamente registradas no período, a equipe montou cenários contrafactuais, que simulam o que teria acontecido com a biodiversidade e com os estoques de carbono caso cada estratégia tivesse sido aplicada. O custo de cada intervenção também foi estimado, o que permitiu comparar, dentro de um mesmo quadro, o benefício obtido por recurso aplicado.

Evitar a degradação florestal, ou seja, impedir incêndios e exploração seletiva de madeira, foi a estratégia que gerou os maiores ganhos para a biodiversidade. Para os estoques de carbono, teve peso quase igual ao de evitar o desmatamento.

“Nenhuma estratégia isolada é uma bala de prata, mas nossos resultados dão evidência clara de que devemos começar priorizando as

florestas que ainda temos”, afirma Leonardo Miranda, da Universidade de Lancaster e autor principal do estudo. “E a proteção precisa ir além de evitar o desmatamento. Evitar as perturbações causadas por incêndios ou pela exploração madeireira entregou os maiores benefícios para a biodiversidade florestal.”

Para Jos Barlow, professor da Universidade de Lancaster e autor sênior, os resultados apontam a necessidade de políticas e de recursos para prevenir e enfrentar os incêndios que degradam as florestas tropicais. “Isso é ainda mais urgente neste ano de El Niño”, diz. “Esses eventos, combinados com a mudança climática, resultam em estações secas mais longas, quentes e intensas no arco do desmatamento da Amazônia, o que aumenta muito a extensão e a severidade dos incêndios florestais.”

A restauração também trouxe benefícios relevantes, sobretudo em propriedades onde a



maior parte da floresta original já havia sido derrubada. No conjunto da área estudada, porém, restaurar terras agrícolas mostrou-se menos eficaz quando aplicada sozinha e saiu como a estratégia mais cara. Os autores concluem que os recursos de conservação precisam ser direcionados segundo as condições de cada paisagem.

Nenhuma intervenção isolada bastou para reverter as perdas de biodiversidade e de carbono em toda a área analisada. Ganhos líquidos só apareceram quando as duas frentes de prevenção foram adotadas juntas, evitar o desmatamento e evitar a degradação. “Combinar as três intervenções entregou ganhos ainda maiores”, diz Miranda. “Intervenções combinadas serão ainda mais importantes conforme a mudança climática avança, especialmente porque a floresta em restauração é particularmente vulnerável ao fogo.”

O achado chega em um momento em que a restauração florestal ganha espaço em compromissos internacionais e em políticas federais e estaduais brasileiras.

“Restauração é essencial onde as florestas foram perdidas em grandes áreas. Mas nosso estudo mostra que investir em florestas novas faz pouco sentido se, ao mesmo tempo, falharmos em proteger as florestas existentes”, avalia a coautora Joice Ferreira, pesquisadora sênior da Embrapa e coordenadora do programa de pesquisa Capoeira, dedicado à restauração. “Caso contrário, estamos despejando dinheiro em um pote furado, restaurando florestas em um lugar enquanto outras são degradadas e perdidas. O que precisamos com urgência é integrar essas agendas de política pública, garantindo que a restauração caminhe junto com a proteção das florestas que ainda temos.”

O estudo também cobra a cadeia produtiva. “É preciso que as empresas e os mercados que se beneficiam de commodities negociadas nacional e globalmente, como soja e carne, assumam responsabilidade não apenas pelo desmatamento, mas também pela degradação das florestas remanescentes, que está indissociavelmente ligada a esses sistemas de produção”, afirma o coautor Toby Gardner, pesquisador sênior do Stockholm Environment Institute e cofundador da Trase, iniciativa de rastreamento de sustentabilidade em cadeias de suprimento.

Embora o recorte seja paraense, os pesquisadores consideram que as conclusões valem para outras fronteiras de desmatamento tropical no mundo e têm relevância para políticas públicas fora dos trópicos. O trabalho foi articulado pela Rede Amazônia Sustentável e financiado, entre outras fontes, pelo Global Centre on Biodiversity for Climate, do Reino Unido, e pelo CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico).



Trecho de floresta submetido à exploração seletiva de madeira na região do Jari, no Pará, com sub-bosque alterado e árvores remanescentes de menor porte.



Floresta Amazônica



Fotos: Arquivo Amazônia, Divulgação, Ibama

A Amazônia é a maior floresta tropical do mundo, cobrindo mais de 5,5 milhões de quilômetros quadrados. Ela se estende pela América do Sul, abrangendo Brasil, Bolívia, Peru, Equador, Colômbia, Venezuela, Guiana, Suriname e Guiana Francesa. A floresta amazônica existe há quase 55 milhões de anos e estima-se que abrigue 10% de todas as espécies conhecidas na Terra.

A floresta amazônica abriga mais de 390 bilhões de árvores, pertencentes a mais de 16.000 espécies diferentes. No entanto, esses números estão diminuindo drasticamente devido às alarmantes taxas de desmatamento e outras ameaças relacionadas às mudanças climáticas. Vinte por cento do bioma amazônico já foi degradado, e estima-se que 30% de todas as árvores da Amazônia serão perdidas até 2030.

POR QUE ISSO IMPORTA?

Um dos ecossistemas com maior biodiversidade do planeta,

A floresta amazônica é um dos ecossistemas com maior biodiversidade do planeta, lar de milhares de mamíferos, insetos, aves e peixes. A Amazônia também é um enorme sumidouro de carbono, armazenando entre 90 e 140 bilhões de toneladas no total. Ao sequestrar carbono, a



Um dos ecossistemas com maior biodiversidade do planeta



Amazônia ajuda a estabilizar o clima local e global. A destruição da Amazônia aumentará drasticamente o carbono atmosférico e deixará muitas espécies sem habitat.”

“O declínio da Amazônia é um indicador de que a atividade humana atual está tendo grandes impactos nos ecossistemas mais vitais da Terra”.

A Amazônia não é apenas um lar para a vida selvagem! Mais de 34 milhões de pessoas também vivem na Amazônia e dependem de seus recursos para sobreviver. O declínio da Amazônia também significa a perda de territórios indígenas estabelecidos há mais de 11.000 anos. É imprescindível que os direitos dos povos amazônicos e de suas terras sejam protegidos.

As mudanças climáticas afetarão a Amazônia? Sim.

A PRODUTIVIDADE DA FLORESTA TROPICAL IRÁ SOFRER BASTANTE

O desmatamento não só destrói habitats, como também altera o clima da Amazônia e da América do Sul. A destruição das árvores na floresta amazônica leva ao aumento das temperaturas e à diminuição das chuvas. Com menos umidade no ar, a produtividade da floresta tropical sofre. Se essas tendências continuarem, uma floresta amazônica outrora tropical poderá se transformar em uma savana seca.



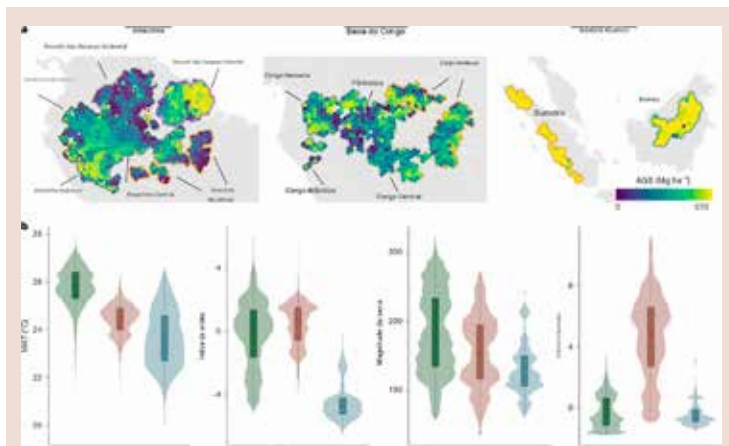
Adansonia

grandidieri, um
baobá nativo de
Madagascar, na
África, onde cresce
em florestas
tropicais secas

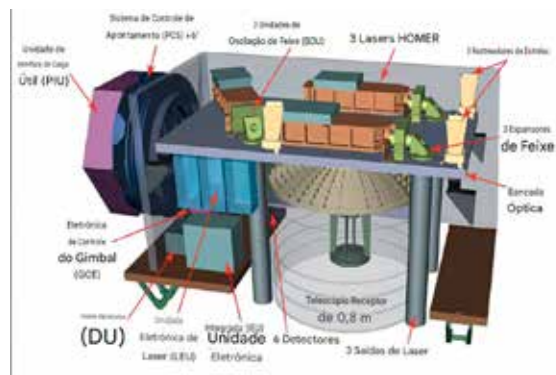
As florestas tropicais respondem de maneira diferente ao clima, em todos os continentes

*Controles climáticos heterogêneos sobre
a biomassa das florestas tropicais*

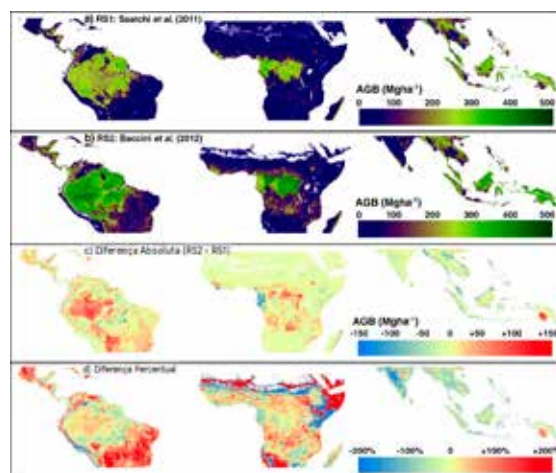




a, Variação espacial na AGB média em florestas intactas de terras baixas, estimada a partir de dados de LiDAR espacial do GEDI em 2020, abrangendo 13 ecorregiões. Cada ponto hexagonal corresponde a uma célula de grade de cerca de 1.770 km² (aproximadamente 50 × 50 km). O número de “footprints” (áreas de amostragem do sensor) nas florestas tropicais de terras baixas intactas varia entre as células da grade, refletindo o uso da terra e a disponibilidade de dados do GEDI (Figura de Dados Estendidos 10). b, Variação dentro de cada região biogeográfica em quatro fatores climáticos determinantes: temperatura média anual (MAT), um índice de aridez, a magnitude da seca e um índice de tempestades. Os índices de aridez e de tempestades representam dimensões de variação derivadas de análises de componentes principais (PCAs) distintas; o índice de aridez captura a sazonalidade da precipitação e da temperatura, o déficit hídrico ao longo do ano e a radiação solar, enquanto o índice de tempestades captura a frequência de raios e o CAPE (associado à probabilidade de queda de árvores por vento). A magnitude da seca é calculada como o valor absoluto da soma cumulativa de valores do SPEI inferiores a -1 em uma escala temporal de 180 dias, abrangendo os anos de 1980 a 2019, integrando assim tanto a duração quanto a intensidade dos eventos de seca nos 40 anos anteriores. Tamanhos das amostras: Amazônia n = 216.667; Bacia do Congo n = 40.306; Sudeste Asiático n = 29.436. Nos gráficos de caixa (“box plots”), a linha central indica a mediana, os limites da caixa representam os percentis 25 e 75 (intervalo interquartil; IQR) e as hastes estendem-se até os valores mais extremos situados dentro de 1,5 × IQR a partir dos limites da caixa.



Instrumento GEDI mostrando lasers, caminhos ópticos, detectores e digitalizadores. O GEDI é um instrumento lidar de forma de onda completa que realiza medições detalhadas da estrutura 3D da superfície da Terra



Comparação de dois mapas de biomassa acima do solo (AGB) baseados em sensoriamento remoto nos trópicos

Imagens de satélite podem ser usadas para estimar quanto carbono as florestas armazenam como biomassa acima do solo (AGB) e como a biomassa varia em diferentes florestas. Em um estudo publicado na Nature, uma equipe de pesquisadores afiliados ao Instituto Smithsonian de Pesquisas Tropicais (STRI), à Universidade de Maryland, à NASA e à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, no Brasil, analisou 16 milhões de estimativas de biomassa de florestas na Amazônia, na Bacia do Congo e no Sudeste Asiático, obtidas pelo satélite GEDI da NASA em 2020.

a, Variação espacial na AGB média em florestas intactas de terras baixas, estimada a partir de dados de LiDAR espacial do GEDI em 2020, abrangendo 13 ecorregiões. Cada ponto

hexagonal corresponde a uma célula de grade de cerca de 1.770 km² (aproximadamente 50 × 50 km). O número de “footprints” (áreas de amostragem do sensor) nas florestas tropicais de terras baixas intactas varia entre as células da grade, refletindo o uso da terra e a disponibilidade de dados do GEDI (Figura de Dados Estendidos 10). b, Variação dentro de cada região biogeográfica em quatro fatores climáticos determinantes: temperatura média anual (MAT), um índice de aridez, a magnitude da seca e um índice de tempestades. Os índices de aridez e de tempestades representam dimensões de variação derivadas de análises de componentes principais (PCAs) distintas; o índice de aridez captura a sazonalidade da precipitação e da temperatura, o déficit hídrico ao longo do ano e a radiação solar,

enquanto o índice de tempestades captura a frequência de raios e o CAPE (associado à probabilidade de queda de árvores por vento). A magnitude da seca é calculada como o valor absoluto da soma cumulativa de valores do SPEI inferiores a -1 em uma escala temporal de 180 dias, abrangendo os anos de 1980 a 2019, integrando assim tanto a duração quanto a intensidade dos eventos de seca nos 40 anos anteriores. Tamanhos das amostras: Amazônia n = 216.667; Bacia do Congo n = 40.306; Sudeste Asiático n = 29.436. Nos gráficos de caixa (“box plots”), a linha central indica a mediana, os limites da caixa representam os percentis 25 e 75 (intervalo interquartil; IQR) e as hastes estendem-se até os valores mais extremos situados dentro de 1,5 × IQR a partir dos limites da caixa.

les descobriram que os efeitos da temperatura, da aridez, dos nutrientes do solo e de outras variáveis ambientais na biomassa florestal diferem de um lugar para outro. “Este estudo mostra definitivamente que as florestas tropicais em diferentes continentes respondem de maneira diferente ao clima”, disse Helene Muller-Landau, coautora do estudo e cientista do STRI no Panamá.

“Isso está de acordo com a ideia de que os climas históricos e as trajetórias evolutivas muito diferentes na África, Ásia e Américas deixaram legados duradouros na forma como a biomassa florestal varia com o clima”.

“Nossa missão GEDI de lidar espacial, que usa pulsos de laser para medir a estrutura tridimensional das florestas, possibilitou conectar as medições da biomassa florestal acima do solo com o clima, os solos e a topografia”, disse o autor principal, Matheus Nunes, professor assistente de pesquisa no Departamento de Ciências Geográficas da Universidade de Maryland, College Park, e cientista da missão Global Ecosystem Dynamics Investigation (GEDI) da NASA.

A ESTRUTURA DA FLORESTA INFLUENCIA O ARMAZENAMENTO DE CARBONO.

Nem todas as florestas tropicais são as selvas densas que as pessoas imaginam. Árvores tropicais com madeira leve, como a balsa, armazenam muito menos carbono do que árvores de madeira dura e densa, como o jacarandá ou o ébano. Algumas florestas abrigam gigantes tropicais imponentes, enquanto outras contêm árvores muito menores. O tipo de floresta em uma área também depende do solo e se o terreno é plano ou montanhoso, seco ou pantanoso.

As pressões climáticas variam de continente para continente.

Este estudo demonstra que a variação climática entre diferentes locais teve impactos distintos na biomassa florestal em diferentes áreas, dependendo do continente e dos valores de outras variáveis ambientais.

“O estudo destaca o papel fundamental que eventos em escala geológica, incluindo mudanças na paisagem e no clima, desempenharam na formação da floresta tropical atual”, disse Carlos Jaramillo, paleobiólogo e cientista do STRI.

“Não basta ter análises globais que mostrem como o ambiente, incluindo o clima, afeta a estrutura da vegetação, pois esses efeitos são muito heterogêneos e dependem fortemente do contexto local”, disse Nunes. “Portanto, precisamos de análises locais e de especialistas locais que conheçam bem a paisagem para fazer melhores previsões dos efeitos do clima nas florestas tropicais”.

De modo geral, locais com temperaturas



Dipterocarpus confertus, uma árvore dipterocarpacea nativa de Bornéu, no Sudeste Asiático, onde cresce em florestas tropicais úmidas



Mudanças na paisagem e no clima, desempenharam na formação da floresta tropical atual”, disse Carlos Jaramillo, paleobiólogo e cientista do STRI

mais elevadas tenderam a apresentar menor biomassa, mas com diferenças marcantes entre as regiões. As florestas da Bacia do Congo, na África, foram particularmente sensíveis à temperatura, enquanto as florestas amazônicas apresentaram sensibilidade moderada e as florestas do Sudeste Asiático foram relativamente insensíveis.

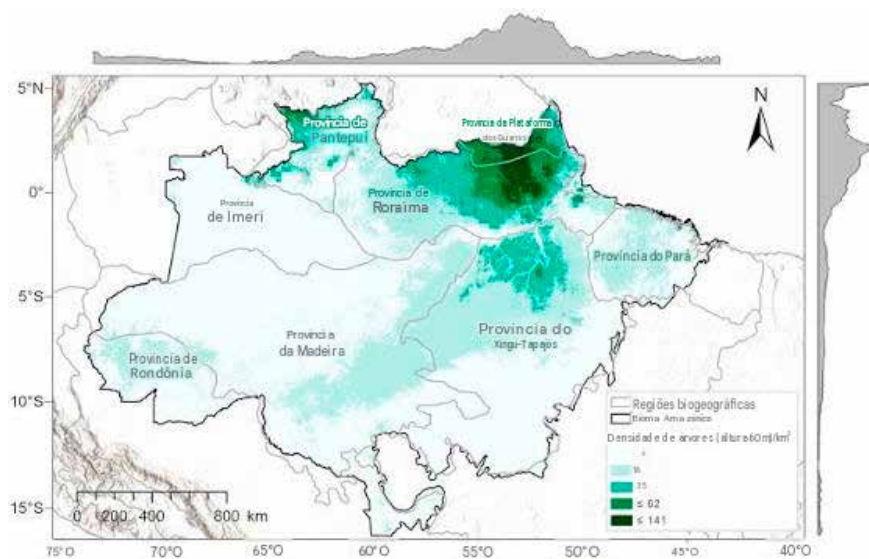
Em contrapartida, a limitação hídrica foi mais importante no Sudeste Asiático, onde a biomassa diminuiu drasticamente em locais mais áridos, enquanto as florestas amazônicas apresentaram pico de biomassa em níveis intermediários de aridez e as florestas africanas foram relativamente insensíveis à aridez.

O TIPO DE SOLO, O TERRENO E AS TEMPESTADES COMPLICAM O CENÁRIO.

Em diferentes regiões, os efeitos das diversas variáveis climáticas foram ainda mais modificados pelos solos e pelas características da paisagem. Nas florestas mais altas, onde as árvores crescem até mais de 70 metros de altura, as tempestades — raios e ventos fortes — podem ser os fatores mais importantes na redução da biomassa florestal.

Esses resultados ajudam a resolver debates acirrados por descobertas conflitantes sobre os padrões de biomassa florestal em estudos anteriores, mostrando que essa variação, em parte, reflete variações biológicas reais, e não diferenças metodológicas.

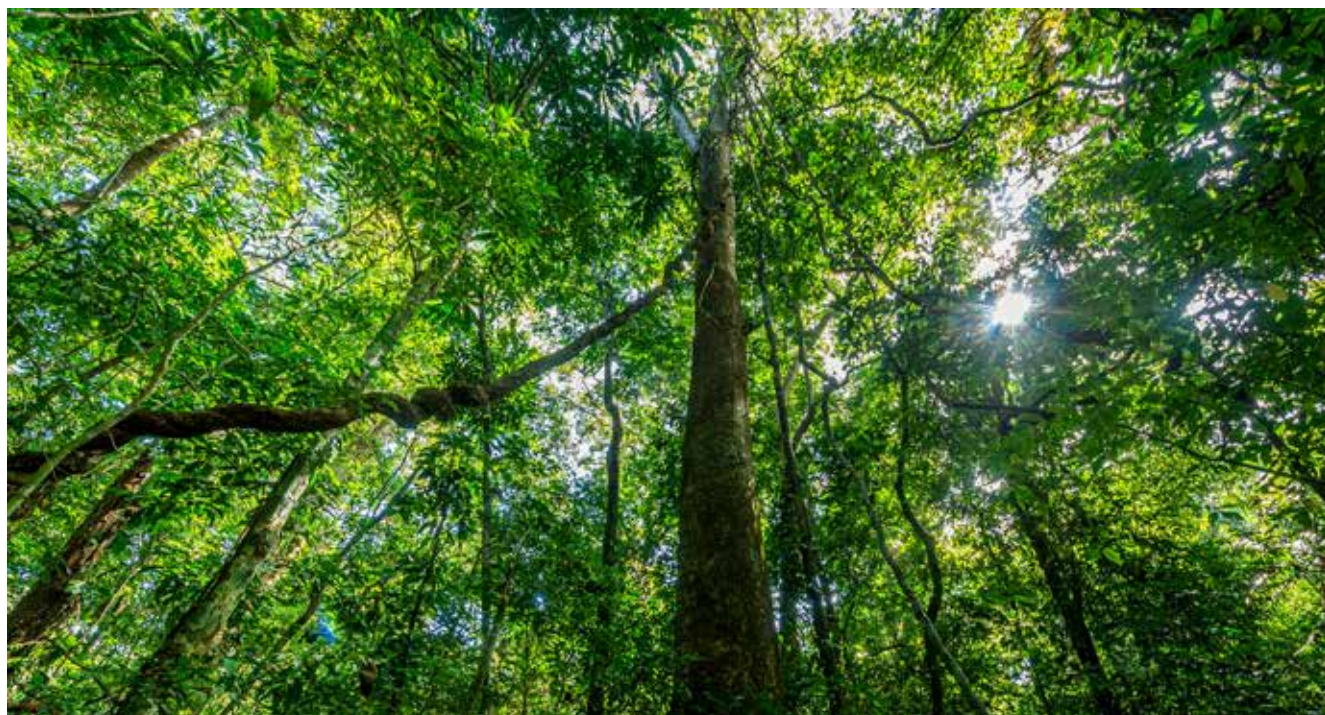
“A África tem uma história mais seca, o Sudeste Asiático tem uma história mais úmida, e



Mapa dos países estudados e suas coberturas arbóreas na área pantropical, abrangendo todas as massas terrestres de 15 países da América Latina, África subsaariana e Sudeste Asiático, localizados entre $\pm 23,4^\circ$ de latitude (com um buffer de +100 km), a saber: Brasil (BRA), Colômbia (COL), México (MEX), Peru (PER), Libéria (LIB), Camarões (CMR), República Centro-Africana (CAR), Guiné Equatorial (EQG), Gabão (GAB), República do Congo (CNG), República Democrática do Congo (DRC), Moçambique (MOZ), Camboja (CMB), Malásia (MAL) e Indonésia (INO).

essas histórias moldaram as espécies presentes e como elas reagem ao clima. Portanto, o fato de as florestas apresentarem diferenças fascinantes entre a África, a América e a Ásia não é apenas uma curiosidade — é fundamental para a compreensão das florestas”, disse Muller-Landau.

“Novas redes de parcelas florestais, como a rede GEO-TREES, que utilizam os mesmos métodos para medir o carbono florestal em diferentes locais, serão importantes à medida que continuarmos a verificar as estimativas de carbono por satélite no futuro”.

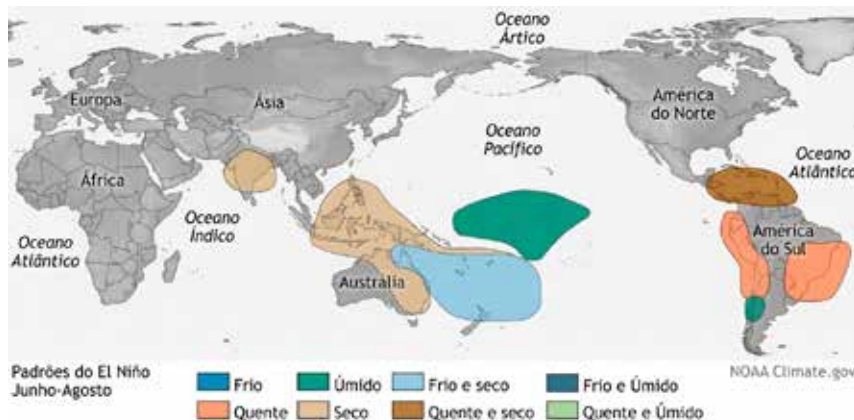


Uma floresta tropical na Ilha de Barro Colorado, Panamá, com alta diversidade de espécies vegetais que variam em biomassa

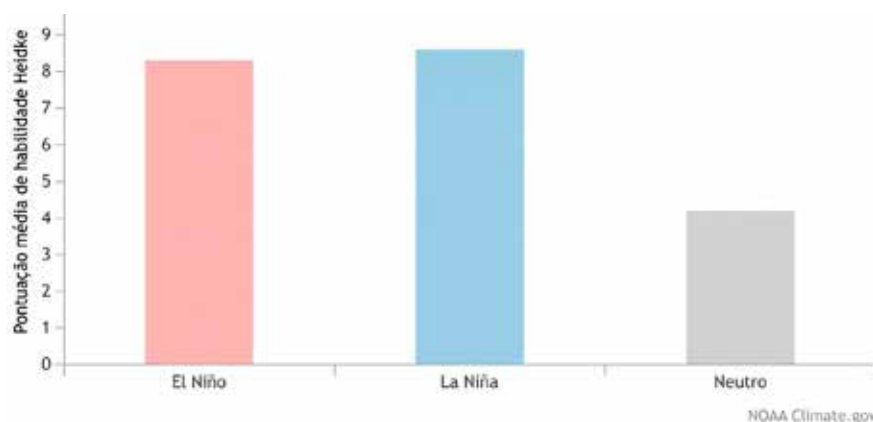
Nem tudo é culpa do El Niño

Estudos que mediram a influência do fenômeno sobre a chuva no planeta mostram que ele responde por 15% a 20% dos extremos e alcança no máximo um terço das áreas continentais. Ainda assim, é o que torna a previsão sazonal mais confiável.





Padrões de temperatura e chuva típicos de junho a agosto durante o El Niño, segundo o Centro de Previsão Climática dos Estados Unidos. Boa parte da América do Sul aparece como área mais quente.



Nota média de acerto das previsões sazonais de chuva nos Estados Unidos continentais desde 1995, separada por fase do ENSO. Os prognósticos feitos em anos de El Niño e de La Niña acertam mais que os feitos em anos neutros.



Fotos: Divulgação.

O El Niño responde por algo entre 15% e 20% dos extremos de chuva registrados no planeta. Os outros 80% a 85% vêm de fatores que nada têm a ver com o aquecimento das águas do Pacífico equatorial.

A medida está em um trabalho dos climatologistas Aiguo Dai, Inez Fung e Anthony Del Genio, publicado no *Journal of Climate* em 1997, que analisou as variações de chuva observadas em terra entre 1900 e 1988. O número contraria a impressão corrente de que o fenômeno puxa sozinho todos os fios da atmosfera. Para dar escala, o meteorologista Tom Di Liberto, da NOAA, a agência de oceano e atmosfera dos Estados Unidos, recorre a uma imagem doméstica. Se os extremos de chuva fossem uma pizza grande, o ENSO seria duas fatias.

ENSO é a sigla em inglês de El Niño-Oscilação Sul, o par de fenômenos que inclui o El Niño e a La Niña. O segundo termo costuma passar batido e é o que explica o mecanismo.

Oscilação Sul são as mudanças na circulação da atmosfera, em especial na pressão ao nível do mar sobre o Pacífico, que acompanham a variação de temperatura do oceano, segundo Mike Halpert, do Centro de Previsão Climática americano. É isso que faz do ENSO um sistema acoplado entre mar e ar, e não apenas uma mancha de água quente.

Há um segundo limite, geográfico. Simon Mason e Lisa Goddard, em estudo publicado no boletim da Sociedade Americana de Meteorologia em 2001, analisaram observações reunidas desde 1950 e concluíram que apenas 20% a 30% das áreas continentais do mundo são potencialmente afetadas durante o El Niño e a La Niña. O restante das terras emersas, de 70% a 80%, segue a própria sorte. Nos mapas de padrões típicos de junho a agosto, boa parte da América do Sul aparece marcada como área mais quente em anos de El Niño.

Legenda: Padrões de temperatura e chuva típicos de junho a agosto durante o El Niño,

segundo o Centro de Previsão Climática dos Estados Unidos. Boa parte da América do Sul aparece como área mais quente.

E o que acontece fora das áreas de influência? Em 2005, Lisa Goddard e Maxx Dilley mediram o número de grandes anomalias de chuva mensal em terra, entre 30 graus de latitude sul e 30 graus norte, e encontraram valores muito parecidos em anos de El Niño, de La Niña e neutros. Os dois registraram ainda que os desastres ligados ao clima não aumentam nos anos de evento.

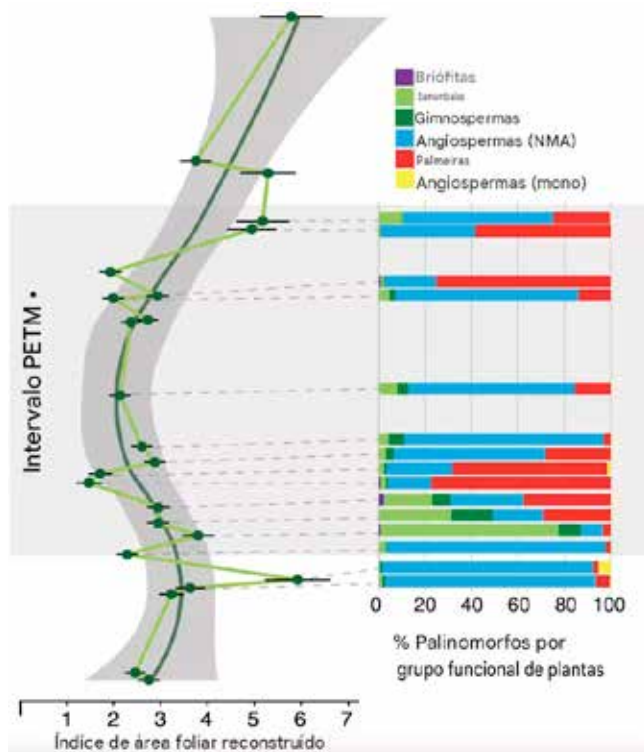
Isso não significa que nada aconteça. Significa que sempre haverá grandes anomalias de chuva em algum lugar do mundo, com ou sem o fenômeno. Dois casos americanos ilustram bem. A cidade de Vernonia, no Oregon, ficou submersa em dezembro de 2007, um ano de La Niña. Em agosto de 2014, com o Pacífico em condição neutra, uma chuva histórica inundou rodovias de Long Island, em Nova York, e quebrou o recorde estadual de volume em 24 horas.

A virada do argumento vem daí. O que o ENSO oferece não é a causa, é a pista. Em anos neutros, é muito mais difícil saber onde os extremos vão cair. Quando há El Niño ou La Niña, a localização de alguns dos maiores eventos secos ou chuvosos do ano fica mais previsível.

Soma-se a isso uma vantagem prática. Diferentemente de outros padrões que influenciam o tempo por semanas ou estações inteiras, como a Oscilação Ártica, a Oscilação do Atlântico Norte e a Oscilação Decadal do Pacífico, o ENSO pode ser previsto com meses de antecedência. Quando o evento é detectado ou projetado antes do auge, dá para trabalhar com uma inclinação das probabilidades em direção a certos impactos.

Di Liberto foi verificar se a teoria aparece no placar. Calculou a média das notas Heidke, uma das formas de avaliar acerto de previsão, para os prognósticos sazonais de chuva nos Estados Unidos continentais desde 1995, no auge dos eventos, e separou o resultado por fase do ENSO. A nota média em anos de El Niño e de La Niña ficou perto do dobro da obtida em anos neutros. O resultado é coerente com o que já haviam apontado Goddard e Dilley, Robert Livezey e Marina Timofeyeva e a equipe de Anthony Barnston: a previsão sazonal melhora durante eventos de ENSO, e melhora mais quando o evento é forte.

A conclusão é de método. Atribuir cada enchente e cada seca ao El Niño é atalho fácil e quase sempre errado. O que o fenômeno oferece a quem faz previsão, e a quem depende dela para plantar, navegar ou se preparar para o fogo, não é a explicação de tudo. É a chance de saber, com meses de antecedência, onde vale a pena olhar primeiro.



A cobertura arbórea, como nesta floresta do Wyoming, afeta o fluxo dos riachos, o clima e a vida na terra



Dois autoras do novo estudo, Marieke Dechesne (à esquerda) e Ellen Currano (em pé, ao centro), coletam fósseis de um canal de areia em rochas do Wyoming datadas do Máximo Térmico do Paleoceno-Eoceno

Florestas antigas levaram 100.000 anos para se recuperar do último período de aquecimento global, semelhante ao atual

Há cinquenta e seis milhões de anos, as florestas da Terra atingiram um ponto de inflexão. fósseis do Wyoming revelam o que aconteceu

Fotos: Elyna Grapstein/BLM, Regan Dunn, Regan Dunn 2026, R. Dunn, et al., 2026

Elas haviam desenvolvido copas densas e exuberantes no início de um dos episódios mais intensos de aquecimento global da Terra. Mas essas copas começaram a rarear.

Com o aumento das temperaturas globais em até 6 graus Celsius (11 graus Fahrenheit), o calor e a seca pressionaram as florestas, matando um

grande número de árvores. A copa das árvores se abriu, expondo o solo a mais luz solar e alterando o fluxo da água pela paisagem.

No sul do Wyoming, samambaias floresceram brevemente onde antes prosperavam parentes de olmos, nogueiras, sequoias-da-aurora e abacateiros. Depois, palmeiras e outras plantas que gostam de calor se espalharam para o norte.

Em um novo estudo publicado na revista Science, meus colegas e eu mostramos como essas florestas do Wyoming perderam 60% de sua cobertura durante esse período, conhecido como Máximo Térmico do Paleoceno-Eoceno (PETM, na sigla em inglês), e como levaram mais de 100.000 anos para se recuperar.

O PETM foi o análogo natural mais próximo



Fósseis revelam mudanças no clima e na biodiversidade da Terra

Lendo uma floresta que desapareceu há 56 milhões de anos

da Terra ao aquecimento que o mundo está experimentando hoje, embora os humanos estejam liberando dióxido de carbono aproximadamente 10 vezes mais rápido do que os processos naturais do planeta faziam naquela época.

Compreender o que aconteceu com as florestas pode ajudar a humanidade a reconhecer limites semelhantes antes que o planeta os ultrapasse novamente.

LENDO A FLORESTA A PARTIR DE FOLHAS FOSSILIZADAS

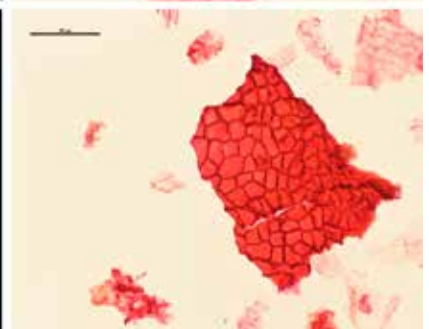
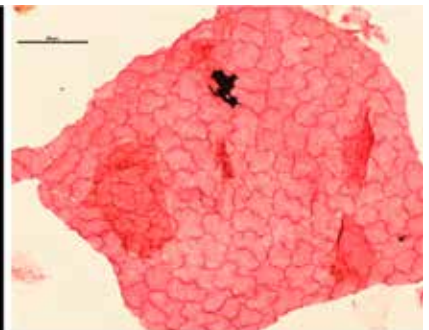
Como paleobotânicos, meus colegas e eu usamos fósseis de plantas para identificar quais espécies viveram em determinado local.

Queríamos responder a uma pergunta mais complexa: como era a floresta em si e como ela se transformou?

A estrutura de uma floresta – e, principalmente, sua copa – controla a quantidade de luz que atinge o solo, a temperatura, os habitats hídricos e a quantidade de carbono que a floresta pode armazenar, tornando-se um dos indicadores mais claros do funcionamento do ecossistema.

Mas como se mede a densidade de uma floresta que desapareceu há 56 milhões de anos?

Os ecologistas medem a densidade da copa das árvores usando o que é conhecido como índice de área foliar. Florestas densas, com múltiplas camadas de folhas que interceptam a luz solar, têm um índice de área foliar alto, enquanto florestas abertas, que permitem que mais



As imagens à esquerda ilustram a quantidade de cobertura vegetal que uma criatura no solo provavelmente teria visto olhando para o céu. Cada exemplo está relacionado ao formato de suas células cuticulares fossilizadas à direita. Quanto mais aberta a cobertura vegetal, mais arredondadas as células.

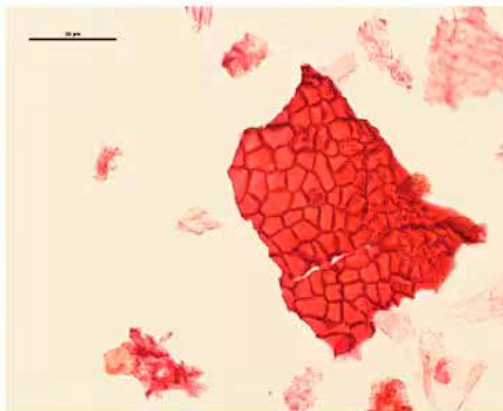
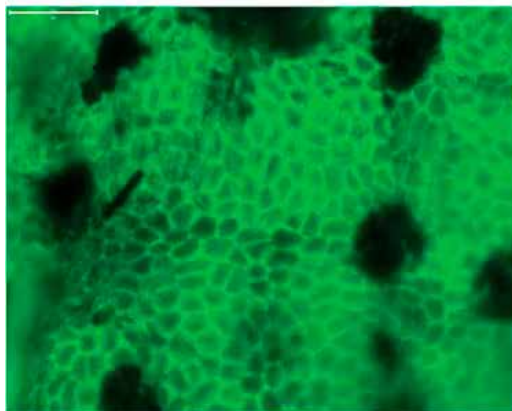
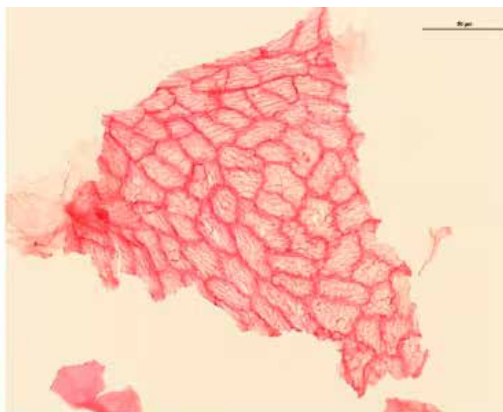
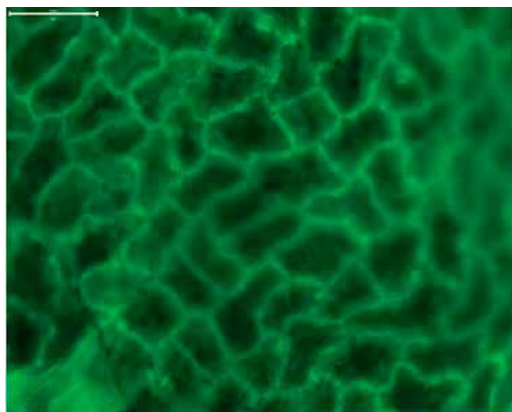
luz chegue ao solo, têm um índice mais baixo. Como a copa das árvores influencia a sombra, a temperatura, a perda de água e a fotossíntese, o índice fornece uma medida poderosa da função da floresta.

Nossas pistas sobre a densidade da cobertura florestal milhões de anos atrás vieram de cutículas microscópicas de plantas – a fina camada externa cerosa das folhas que pode sobreviver por milhões de anos em sedimentos ricos em matéria orgânica.

Ainda é possível ver o formato das células epidérmicas nesses fragmentos de folhas fossilizadas, e isso é importante.

O formato das células reflete a quantidade de luz solar que a folha recebeu durante seu crescimento. Folhas que crescem na sombra desenvolvem células mais longas e alongadas, à medida que se estendem em busca da luz solar. Já as folhas expostas a mais sol desenvolvem células mais curtas e arredondadas.

Transformamos essa relação em uma ferra



Dois conjuntos de células da cutícula foliar ampliadas: folhas frescas à esquerda e folhas fossilizadas à direita. A comparação entre os dois conjuntos mostra a diferença entre as células mais alongadas no conjunto superior, que apresentava maior cobertura vegetal, e as células mais arredondadas, sugerindo maior exposição solar, no conjunto inferior

menta para reconstruir florestas antigas. Para calibrá-la, coletamos solos de florestas da América Central e do Sul, abrangendo uma ampla gama de densidades de dossel. Cada punhado de solo contém cutículas descartadas por muitas plantas diferentes ao longo do dossel, refletindo a estrutura da floresta como um todo.

IO registro fóssil preserva essa mesma sepalheira fragmentada. A comparação das formas de milhares de células epidérmicas com o índice de área foliar que medimos revelou uma relação notavelmente forte: quanto mais alongadas as células, mais densa a copa da floresta acima delas.

Essa relação nos permitiu reconstruir a estrutura das florestas do Wyoming milhões de anos atrás e mostrar como elas mudaram ao longo do tempo.

QUANDO AS FLORESTAS ATINGEM SEUS LIMITES

Uma das descobertas mais surpreendentes foi que as florestas não entraram em declínio durante o Máximo Térmico do Paleoceno-Eoceno.

Pouco antes do início do aquecimento acelerado, a densidade da cobertura florestal atingiu seu pico em centenas de milhares de anos, provavelmente refletindo condições favoráveis ao crescimento, à medida que o dióxido de carbono atmosférico começou a aumentar. Uma das principais teorias para a origem desse dióxido de carbono envolve erupções vulcânicas.



A cobertura vegetal tornou-se rapidamente mais rala à medida que as árvores morriam, e permaneceu muito mais rala por mais de 100.000 anos

Essa floresta exuberante, porém, não durou muito. Com o aumento das temperaturas, o calor e a seca superaram os benefícios dos níveis mais altos de dióxido de carbono. A cobertura vegetal tornou-se rapidamente mais rala à medida que as árvores morriam, e permaneceu muito mais rala por mais de 100.000 anos.

Nesse estado de redução, as florestas funcionavam de maneira muito diferente, o que afetava o ambiente ao redor. Solos antigos deram lugar a depósitos fluviais mais grossos, sugerindo que a perda da cobertura vegetal alterou a forma como a água e os sedimentos se moviam pela bacia.



O calor, a seca, os insetos, os patógenos e os incêndios florestais podem anular qualquer efeito de fertilização que pudesse impulsionar o crescimento



Como o passar do tempo, a história das florestas ancestrais de 56 milhões de anos atrás não termina com o colapso.



O calor, a seca, os insetos, os patógenos e os incêndios florestais podem anular qualquer efeito de fertilização que pudesse impulsionar o crescimento

AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS TRANSFORMARAM A FLORESTA, E A FLORESTA TRANSFORMOU A PAISAGEM.

Essa sequência traz uma importante lição para os dias de hoje.

Níveis mais elevados de dióxido de carbono, como os que o mundo está vivenciando agora, podem estimular o crescimento das plantas, mas apenas enquanto as temperaturas e a água permane-

rem dentro dos limites que as árvores podem tolerar.

Além desses limites, o calor, a seca, os insetos, os patógenos e os incêndios florestais podem anular qualquer efeito de fertilização que pudesse impulsionar o crescimento.

Em todo o mundo, muitas florestas já mostram sinais de diminuição devido ao aumento das temperaturas, além do desmatamento para madeira, cultivos e pastagens, o que reduz ainda mais sua resiliência.

AS FLORESTAS SE RECUPERARAM, MAS ISSO LEVOU MAIS DE 100.000 ANOS ILUSTR: COM O PASSAR DO TEMPO

A história das florestas ancestrais de 56 milhões de anos atrás não termina com o colapso.

Com o passar do tempo, a crescente decomposição das rochas em um clima mais quente, conhecida como intemperismo, gradualmente retirou carbono do ar, armazenando-o em sedimentos marinhos. Isso permitiu que o clima esfriasse e a água se tornasse mais disponível.

As copas das florestas se recuperaram, tornando-se ainda mais densas do que antes do início do aquecimento. À medida que as florestas se expandiram, provavelmente restauraram sua capacidade de estabilizar os solos, regular o ciclo da água e absorver carbono da atmosfera, ajudando a reduzir o efeito estufa e impulsionando a recuperação do planeta a longo prazo.

Nosso estudo mostra que as emissões de dióxido de carbono já levaram as florestas além de seus limites fisiológicos, desencadeando mudanças que se propagam da vegetação aos rios e por toda a paisagem. Também demonstra que as florestas são notavelmente resilientes quando têm tempo para se recuperar, mas o que se considera tempo é muito maior do que a expectativa de vida humana – requer milhares de gerações.

Hoje, as emissões de carbono e o aquecimento global causados pela ação humana estão ocorrendo em um ritmo muito mais acelerado do que durante o PETM (Médio Período Quente Medieval). O registro fóssil nos lembra que as florestas podem se recuperar, mas somente se a humanidade evitar levá-las além de limites a partir dos quais a recuperação leva dezenas de milhares de anos.



Incêndios provocados por humanos moldam a floresta amazônica há mais de 10.000 anos

A pirogeografia da Amazônia: uma perspectiva do Holoceno



por CrystalNH McMichael, BritteM. Heijink, NinaH. Witteveen, Annabel Zwarts, Mark B. Bush

Fotos: Frontiers of Biogeography, McMichael e outros, 2026, Pixabay/CCO Domínio Público

Uma nova pesquisa está desmantelando o antigo mito da Amazônia “intocada”. Uma reconstrução de 10.000 anos da pirogeografia amazônica, baseada em 1.361 datações por radiocarbono (^{14}C) em 303 sítios arqueológicos — incluindo carvão vegetal no solo e material arqueológico queimado — mostra

que o fogo na floresta tropical é quase exclusivamente um fenômeno causado pela ação humana, e não um fenômeno natural.

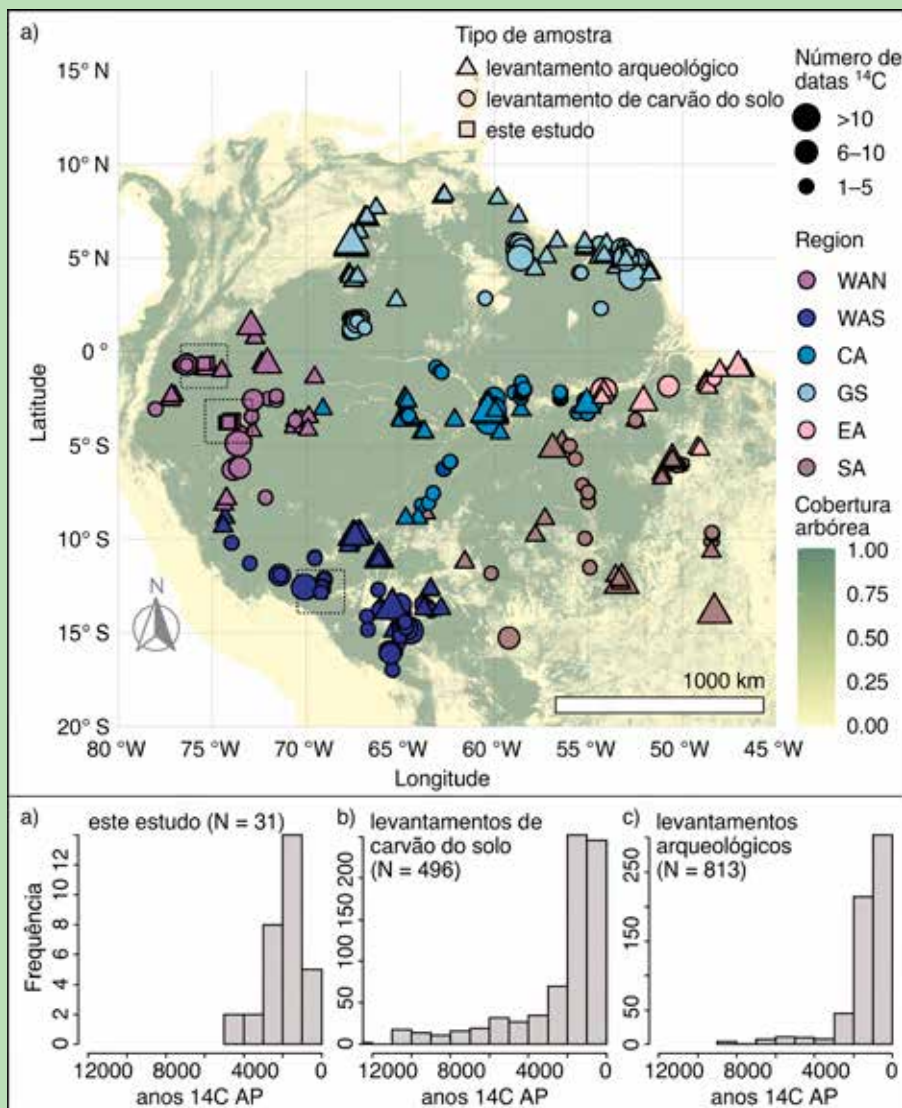
Ao longo dos últimos dois milênios, o fogo provocado por humanos impulsionou mudanças na vegetação em uma escala comparável a grandes alterações climáticas, como o degelo ou a extinção da megafauna do Pleistoceno.

A pesquisa foi publicada na *Frontiers of Biogeography*.

A FAÍSCA HUMANA

Os incêndios na Amazônia raramente, ou nunca, começam sem a intervenção humana

Na história evolutiva pré-humana dessas florestas úmidas, o fogo era uma raridade excepcional.



a. Mapa de sítios amazônicos com 1329 fragmentos de carvão ou material arqueológico queimado datados por ^{14}C AMS, utilizados nas análises de probabilidade somada. Os sítios são codificados por cores de acordo com a região geográfica: Amazônia central (CA), leste (EA), noroeste (WAN), sudoeste (WAS), sul (SA) e Escudo das Guianas (GS). Os símbolos representam novas datações por ^{14}C deste estudo (quadrados dentro de caixas tracejadas) e datações por ^{14}C previamente publicadas, provenientes de levantamentos de carvão no solo (círculos) e levantamentos arqueológicos (triângulos). O tamanho do símbolo indica o número de datações por ^{14}C em cada sítio. A cobertura arbórea é mostrada como a cobertura arbórea fracionária em proporções que variam de 0 a 1 para o ano de 2020 (Liu et al. 2024); b. Frequências de datações por ^{14}C nos últimos 12.000 anos para este estudo (esquerda), fragmentos de carvão vegetal do solo datados previamente publicados de levantamentos paleoecológicos (centro) ou material datado previamente publicado de sítios arqueológicos (direita).

Reconstruções paleoecológicas da era glacial em sítios como o Cerro dos Seis Lagos, no Brasil, e a Serra Sul dos Carajás revelam que o carvão vegetal estava totalmente ausente ou presente em quantidades mínimas antes da chegada dos humanos.

Mais surpreendente ainda, o núcleo de sedimentos de Campo Libre, nas encostas andinas do Equador, mostrou uma ausência total de fogo por 30.000 anos, que só terminou quando os humanos apareceram na região, há cerca de 4.500 anos.

Em seu artigo, os pesquisadores descrevem a chegada dos humanos como a introdução do fogo em uma “paisagem intocada”. Como as plantas amazônicas são sensíveis ao fogo do ponto de vista evolutivo, a introdução de queimadas regulares por uma espécie que utiliza o fogo alterou fundamentalmente um sistema que havia permanecido estável desde o final do Pleistoceno.



Os incêndios na Amazônia raramente, ou nunca, começam sem a intervenção humana

Mapa de sítios amazônicos com 1329 fragmentos de carvão vegetal ou material arqueológico queimado datados por 14C AMS, utilizados nas análises de probabilidade somada. Os sítios são codificados por cores de acordo com a região geográfica: Amazônia central (CA), leste (EA), noroeste (WAN), sudoeste (WAS), sul (SA) e Escudo das Guianas (GS). Os símbolos representam novas datações por 14C deste estudo (quadrados dentro de caixas tracejadas) e datações por 14C previamente publicadas, provenientes de levantamentos de carvão vegetal no solo (círculos) e de levantamentos arqueológicos (triângulos). O tamanho do símbolo indica o número de datações por 14C em cada sítio. A cobertura arbórea é mostrada como a cobertura arbórea fracionária em proporções que variam de 0 a 1 para o ano de 2020 (Liu et al. 2024); b. Frequências de datações por 14C nos últimos 12.000 anos para este estudo (esquerda), fragmentos de carvão vegetal no solo datados previamente publicados, provenientes de levantamentos paleoecológicos (centro), ou material datado previamente publicado de sítios arqueológicos (direita). Crédito: McMichael et al., 2026

LINHA DO TEMPO DE IGNIÇÃO

Ao compilar e analisar 1.361 fragmentos de carvão datados por radiocarbono e materiais arqueológicos, os pesquisadores mapearam uma história do fogo provocado por humanos na Amazônia, que se desenvolveu ao longo de três fases do Holoceno

Entre 10.000 e 6.000 anos atrás, os incêndios eram altamente restritos, ocorrendo principalmente nas áreas periféricas da bacia e ao longo do canal principal do rio Amazonas. Essa distribuição localizada mudou drasticamente entre 6.000 e 4.000 anos atrás, à medida que a disseminação geográfica do fogo e dos sítios de ocupação acelerou acentuadamente na maioria das regiões — um desenvolvimento que coincidiu com o início do cultivo do milho no noroeste e sudoeste da Amazônia

ILUSTR: Distribuição de probabilidade somada de fragmentos de carvão datados por 14C AMS e material arqueológico queimado (N = 1329 datas em 303 sítios) para os últimos 10.000 anos

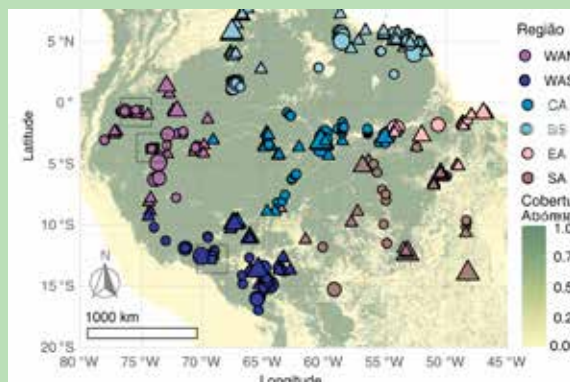
Finalmente, entre 3.000 e 2.000 anos atrás, o fogo atingiu o interior profundo da bacia. Embora a Amazônia central tivesse permanecido um refúgio relativamente livre de fogo por milhares de anos enquanto a periferia queimava, ela acabou se transformando à medida que a crescente influência humana e o uso do fogo alcançaram o próprio coração da floresta.



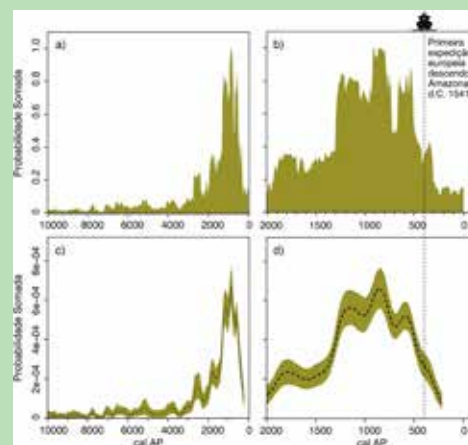
Os incêndios eram altamente restritos, ocorrendo principalmente nas áreas periféricas da bacia e ao longo do canal principal do rio Amazonas.

Mapa de sítios

amazônicos com 1329 fragmentos de carvão ou material arqueológico queimado datados por 14C AMS, utilizados nas análises de probabilidade somada. Os sítios são codificados por cores de acordo com a região geográfica: Amazônia central (CA), leste (EA), noroeste (WAN), sudoeste (WAS), sul (SA) e Escudo das Guianas (GS). Os símbolos representam novas datações por 14C deste estudo (quadrados dentro de caixas tracejadas) e datações por 14C previamente publicadas, provenientes de levantamentos de carvão no solo (círculos) e levantamentos arqueológicos (triângulos). O tamanho do símbolo indica o número de datações por 14C em cada sítio. A cobertura arbórea é mostrada como a cobertura arbórea fracionária em proporções que variam de 0 a 1 para o ano de 2020 (Liu et al. 2024); b. Frequências de datações por 14C nos últimos 12.000 anos para este estudo (esquerda), fragmentos de carvão vegetal do solo datados previamente publicados de levantamentos paleoecológicos (centro) ou material datado previamente publicado de sítios arqueológicos (direita).



(a) e um detalhe dos últimos 2.000 anos (b). Os painéis (c) e (d) mostram as estimativas de densidade do kernel composto com base em 1.000 iterações de idades amostradas aleatoriamente para os últimos 10.000 e 2.000 anos. A linha tracejada preta em (c) e (d) representa a probabilidade média de todas as 1.000 iterações, e as áreas sombreadas em verde representam os intervalos de confiança. O ícone de navio e a linha tracejada vertical em (b) e (d) indicam o momento da primeira expedição pelo rio Amazonas em 1541 d.C.



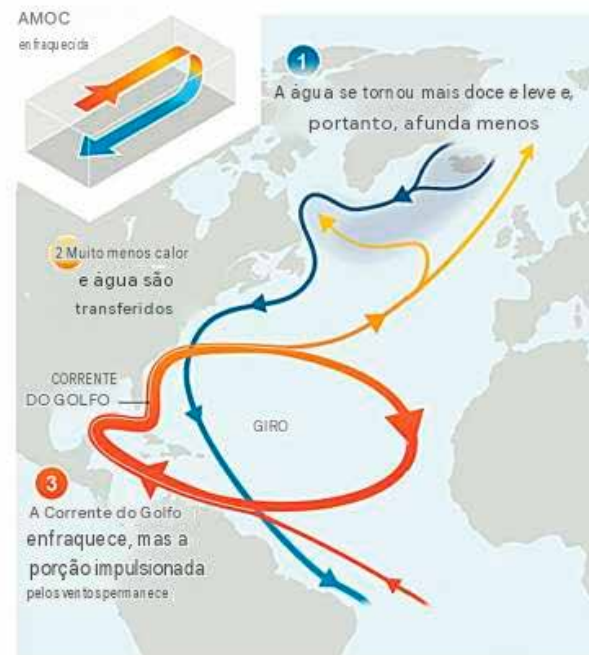
Hoje

A Corrente do Golfo faz parte tanto do giro subtropical horizontal quanto da Circulação Meridional de Revolvimento do Atlântico (AMOC) vertical



Em um mundo mais quente

As mudanças climáticas enfraquecem a AMOC, o que diminui a velocidade da Corrente do Golfo



Um aquecimento rápido pode elevar a circulação atlântica a 2°C



por Rosa van den Dool, Universidade de Utrecht

Fotos: IPCC, Nature Climate Change, Universidade de Utrecht

Há vários anos, cientistas do clima vêm demonstrando que a Circulação Meridional de Revolvimento do Atlântico (AMOC, na sigla em inglês) pode parar se o aquecimento global for excessivo. Uma nova pesquisa da Universidade de Utrecht mostra que esse quadro está incompleto: o ritmo do aquecimento também determina se a AMOC permanecerá estável.

O estudo foi publicado na Nature Climate Change.

A AMOC (Circulação Meridional de Revolvimento do Atlântico) é o sistema de correntes oceânicas que transporta água quente dos trópicos para o norte. Ela desempenha um papel fundamental na redistribuição do calor pelo planeta e ajuda a manter o clima relativamente ameno na Europa Ocidental.

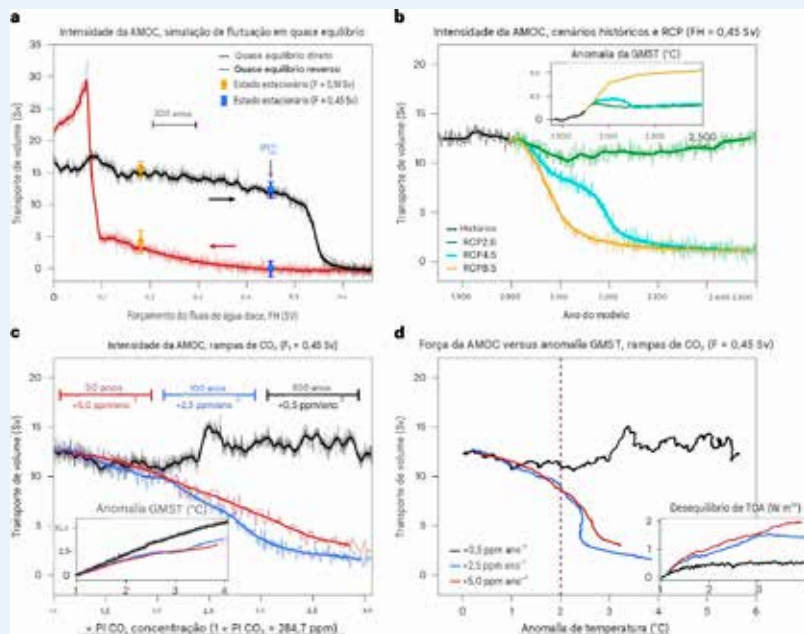
Os cientistas há muito suspeitam que este “motor térmico” do Oceano Atlântico possa atingir um ponto de inflexão. Isso significa que o sistema passaria de seu estado forte atual para um estado muito mais fraco dentro de algumas décadas.

a, Intensidade da AMOC (a 26° N e 1.000 m de profundidade) para a simulação de erosão interna em quase equilíbrio, incluindo quatro estados estacionários (as barras de erro indicam o valor médio, incluindo os valores mínimo e máximo dos últimos 50 anos do modelo). b, Intensidade da AMOC para o cenário histórico e três cenários RCP estendidos e . Inserção: a anomalia da temperatura média global da superfície (GMST) comparada com o período histórico de 1850–1899. c, d, A intensidade da AMOC para diferentes rampas de

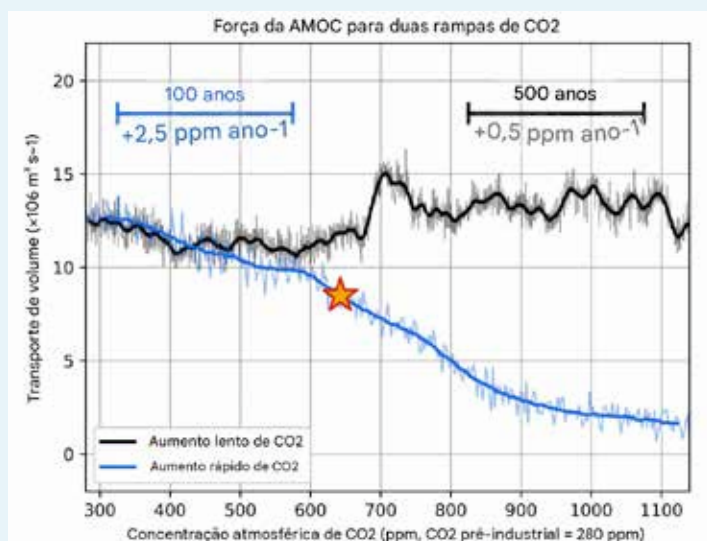
CO₂ e $\overline{F_{\text{H}}}$ em função da concentração de CO₂ (c) e da anomalia da GMST (d) (comparada com), incluindo os valores de GMST correspondentes ao início do colapso da AMOC (Tabela de Dados Estendidos 1). Insets: a anomalia da GMST (c) e o desequilíbrio radiativo no topo da atmosfera (d), com eixos horizontais em unidades de concentração de CO₂ PI . Em todos os painéis, as curvas finas representam médias anuais, enquanto as curvas grossas são versões suavizadas (médias móveis de 25 anos).

Tal evento de inflexão poderia ser desencadeado por influências externas, como um aumento na quantidade de água de degelo das regiões polares ou o próprio aquecimento global.

Até agora, acreditava-se que a AMOC (Cir



A Intensidade da AMOC (a 26° N e 1.000 m de profundidade) para a simulação de erosão interna em quase equilíbrio, incluindo quatro estados estacionários (as barras de erro indicam o valor médio, incluindo os valores mínimo e máximo dos últimos 50 anos do modelo). b, Intensidade da AMOC para o cenário histórico e três cenários RCP estendidos e . Inserção: a anomalia da temperatura média global da superfície (GMST) comparada com o período histórico de 1850–1899. c, d, A intensidade da AMOC para diferentes rampas de CO₂ e $\overline{F_{\text{GMST}}}=0,45\text{ Sv}$ em função da concentração de CO₂ (c) e da anomalia da GMST (d) (comparada com), incluindo os valores de GMST correspondentes ao início do colapso da AMOC (Tabela de Dados Estendidos 1). Insets: a anomalia da GMST (c) e o desequilíbrio radiativo no topo da atmosfera (d), com eixos horizontais em unidades de concentração de CO₂ PI. Em todos os painéis, as curvas finas representam médias anuais, enquanto as curvas grossas são versões suavizadas (médias móveis de 25 anos).



Força da AMOC para um aumento lento (+0,5 ppm ano⁻¹, preto) e rápido (+2,5 ppm ano⁻¹, azul) no CO₂ atmosférico. A estrela amarela marca o início do colapso da AMOC sob aquecimento rápido, em torno de +2°C neste modelo

culação Meridional de Revolvimento do Atlântico) atingia seu ponto de inflexão e entrava em colapso em torno de um aumento de temperatura de +4°C.

Pesquisadores do Instituto de Pesquisa Marinha e Atmosférica de Utrecht mostram agora que a história é mais complexa. “Nossos resultados mostram que não existe necessariamente uma temperatura fixa a partir da qual a AMOC inevitavelmente entra em colapso”, afirma o autor principal, René van Westen. “A estabilidade da circulação depende da velocidade com que o clima está mudando”.

AQUECIMENTO LENTO VERSUS AQUECIMENTO RÁPIDO

Para investigar como a taxa de mudança climática afeta a intensidade da AMOC (Circulação Meridional de Revolvimento do Atlântico), van Westen e seus colegas executaram um modelo climático duas vezes. Em suas simulações, eles usaram uma quantidade crescente de CO₂ atmosférico, mas em velocidades diferentes. Em uma simulação, as concentrações de CO₂ aumentaram lentamente (0,5 ppm por ano); na outra, muito mais rapidamente (2,5 ppm por ano), comparável à taxa atual.

Sob um aquecimento lento, a AMOC permaneceu estável bem acima de +4°C e não entrou em colapso nem mesmo com um aumento de +5°C. Sob um aquecimento rápido, a AMOC entrou em colapso por volta de +2°C. “Deliberadamente, analisamos um cenário muito mais lento do que o que estamos vivenciando hoje”, explica o coautor Reyk Börner. “Isso nos permitiu isolar o efeito da taxa de aquecimento, independentemente de quão quente o planeta fique no final”.

A explicação reside na capacidade do oceano de se ajustar às mudanças. “Com um aquecimento lento, todo o oceano, da superfície até suas camadas mais profundas, tem tempo para se reorganizar gradualmente e se adaptar às condições em transformação”, afirma o coautor Henk Dijkstra, professor de oceanografia dinâmica. “Com um aquecimento mais rápido, o oceano simplesmente não consegue acompanhar.”

Segundo os pesquisadores, a taxa crítica de aquecimento está em torno de 0,3°C por década, um ritmo que o mundo já está atingindo. Van Westen compara a situação a dirigir um carro: “Se você está dirigindo em direção a uma parede, faz sentido contorná-la. Para isso, você precisa frear, caso contrário, você sai da estrada. Quando se trata de aquecimento global, o mundo ainda está pisando fundo no acelerador”.

O balanço de água doce do Oceano Atlântico (34° S a 65° N) com o conteúdo de água doce (), convergência de água doce (F_{con}), fluxos de água doce na superfície (F_{surf}) e mudanças no conteúdo de água doce (). A quantidade é

dividida em uma contribuição dos 1.000 m superiores () e uma contribuição abaixo de 1.000 m () e é exibida como suas diferenças em comparação com . b , Convergências meridionais de água doce (omitindo a contribuição do Estreito de Gibraltar) para os diferentes componentes de transporte de água doce. c , Salinidade ao longo de 34° S para , onde as linhas tracejadas indicam as diferentes massas de água com base no perfil de velocidade meridional (ver procedimento descrito na ref. 49). d , Salinidade zonal média a 34° S ao longo do tempo, apresentada como diferenças em comparação com . As linhas tracejadas representam as diferentes massas de água. As setas indicam a velocidade meridional (direita, para norte; esquerda, para sul) associada à AMOC. ASW, Água Superficial do Atlântico; AAIW, Água Intermediária Antártica; NADW, Água Profunda do Atlântico Norte; AABW, Água de Fundo Antártica.

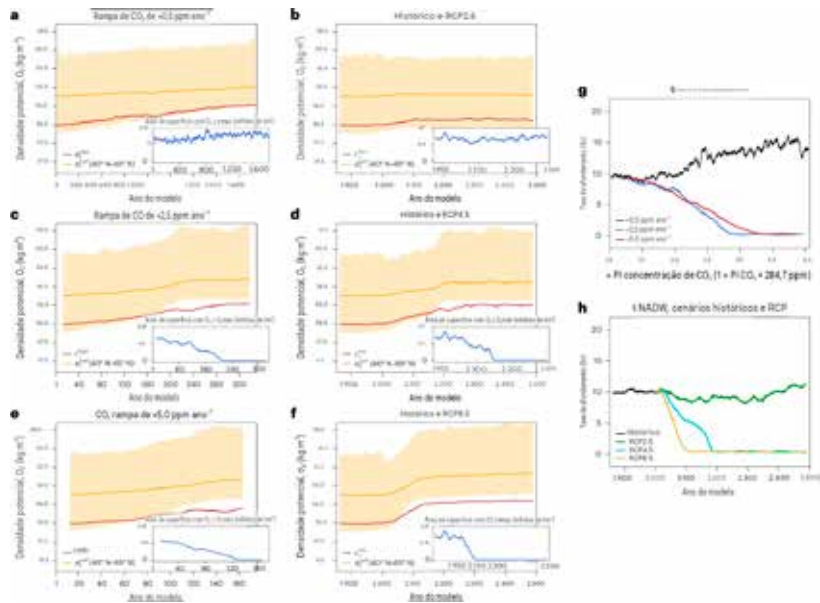
O mesmo grupo de pesquisa publicou sobre a estabilidade do AMOC diversas vezes nos últimos anos, cada vez sob uma perspectiva ligeiramente diferente.

Em 2024, o grupo demonstrou que o aumento da quantidade de água de degelo no Atlântico Norte torna a Circulação Meridional de Revolvimento do Atlântico (AMOC) mais instável. Esse mecanismo já era suspeito há tempos, mas este estudo foi o primeiro a demonstrá-lo em um modelo climático moderno e complexo. Os resultados confirmaram a existência de um limiar crítico de água de degelo a partir do qual a AMOC se torna instável. No entanto, esse limiar é irrealisticamente alto, o que significa que é improvável que a AMOC atual se torne instável apenas por essa contribuição. Esse estudo não levou em consideração o aquecimento global nem sua velocidade.

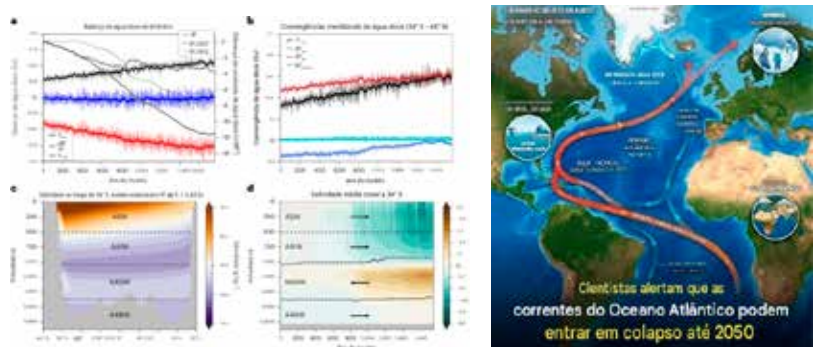
Um estudo posterior examinou diferentes cenários de aquecimento global e concluiu que a AMOC atingiria um ponto de inflexão por volta de 2060, tanto em cenários de emissões intermediárias quanto em cenários de altas emissões. Nessas simulações, o ponto de inflexão foi atingido com um aquecimento global de aproximadamente 2,5°C.

O novo estudo explica por que os resultados de tais estudos podem divergir e por que os limiares de temperatura estimados variam entre os modelos climáticos e os cenários de emissões. Embora a AMOC tenha um limiar crítico para a água de degelo, não existe um limiar de temperatura universal. Em vez disso, a estabilidade da AMOC depende da taxa de aquecimento: quanto mais rápido o clima aquece, mais vulnerável a AMOC se torna, enquanto um aquecimento mais lento permite que ela permaneça estável sob níveis substancialmente mais altos de aquecimento global.

Com a taxa alinhada com as taxas de aquecimento projetadas de +0,27 a +0,36 °C por década e, considerando também os efeitos da variabilidade aleatória, sugere fortemente que os efeitos dependentes da taxa são altamente relevantes para o destino da AMOC. Portanto, é crucial reduzir as emissões de gases de efeito estufa o mais rápido possível para limitar o risco de um colapso da AMOC (Circulação Meridional de Revolvimento do Atlântico).



a – f , Densidade potencial no Oceano Atlântico Norte para a superfície (, 40° N–65° N, curva amarela) e na intensidade máxima da AMOC a 40° N (, curva vermelha). O sombreamento amarelo representa as variações na densidade potencial da superfície, onde, para cada mês, as densidades potenciais mais baixas e mais altas (acima de 40° N–65° N) são retidas e posteriormente convertidas em médias anuais. Insets: a área da superfície onde as densidades potenciais mensais da superfície são maiores que a média anual, posteriormente convertida em médias anuais. Os resultados são para as rampas de CO₂ (a, c, e) e cenários históricos e RCP (b, d, f); todos têm. g, h, O ? NADW para as rampas de CO₂ (em unidades de PI CO₂) (g) e cenários históricos e RCP (h). Todas as séries temporais são suavizadas por meio de uma média móvel de 25 anos para reduzir a variabilidade.



a , O balanço de água doce do Oceano Atlântico (34° S a 65° N) com o conteúdo de água doce (), convergência de água doce (F con), fluxos de água doce na superfície (F surf) e mudanças no conteúdo de água doce (). A quantidade é dividida em uma contribuição dos 1.000 m superiores () e uma contribuição abaixo de 1.000 m () e é exibida como suas diferenças em comparação com . b , Convergências meridionais de água doce (omitindo a contribuição do Estreito de Gibraltar) para os diferentes componentes de transporte de água doce. c , Salinidade ao longo de 34° S para , onde as linhas tracejadas indicam as diferentes massas de água com base no perfil de velocidade meridional (ver procedimento descrito na ref. 49). d , Salinidade zonal média a 34° S ao longo do tempo, apresentada como diferenças em comparação com . As linhas tracejadas representam as diferentes massas de água. As setas indicam a velocidade meridional (direita, para norte; esquerda, para sul) associada à AMOC. ASW, Água Superficial do Atlântico; AAIW, Água Intermediária Antártica; NADW, Água Profunda do Atlântico Norte; AABW, Água de Fundo Antártica.

Evolução não basta para salvar **o albatroz** do aquecimento

Estudo com mais de 30 anos de dados sobre o albatroz-de-sobrancelha-negra mostra que a adaptação genética é lenta demais para acompanhar a mudança do clima, e que cortar emissões reduz pela metade o risco de extinção da espécie





Fotos: Samantha Patrick e Christopher Barbraud

Cortar as emissões de gases de efeito estufa reduz praticamente pela metade a probabilidade de extinção do albatroz-de-sobrancelha-negra (*Thalassarche melanophris*). Esperar que a própria espécie evolua para se ajustar ao novo clima não resolve. A conclusão é de um estudo publicado em 21 de setembro na revista científica *Proceedings of the National Academy of Sciences* (PNAS) por uma equipe liderada pela ecóloga Stéphanie Jenouvrier, cientista sênior da Instituição Oceanográfica de Woods Hole (WHOI), nos Estados Unidos.

“A evolução pode ajudar as populações a lidar com a mudança ambiental, mas nossos resultados mostram que ela tem limites”, disse Jenouvrier. “Para essa ave marinha de vida longa, limitar a magnitude da mudança climática tem um efeito muito maior sobre a persistência da população do que a adaptação evolutiva sozinha.”

A pergunta que move o trabalho é clássica na biologia e ganhou urgência com o aquecimento global. Os cientistas chamam de resgate evolutivo o processo em que a seleção natural favorece os indivíduos mais aptos ao novo ambiente com rapidez suficiente para impedir que a população desapareça. A ideia costuma ser lembrada como uma espécie de seguro natural contra a perda de biodiversidade. O problema é o relógio. Em espécies que vivem muito e se reproduzem devagar, cada geração leva anos para ser substituída, e o ambiente pode piorar antes que a evolução tenha tempo de fazer diferença.

O albatroz-de-sobrancelha-negra é um caso exemplar. Ave pelágica, passa a maior parte da vida planando em alto-mar no Oceano Austral e nos mares vizinhos, com asas que chegam a 2,25 metros de envergadura. Vive décadas e se reproduz lentamente, justamente o perfil em que a evolução corre atrás do prejuízo.

Pesquisadores franceses acompanham a população de albatrozes das Ilhas Kerguelen, território francês no sul do Oceano Índico, desde 1960. O monitoramento é conduzido pelo Centro de Estudos Biológicos de Chizé, ligado ao Centro Nacional de Pesquisa Cien-

tífica (CNRS) e à Universidade de La Rochelle, com os biólogos Christophe Barbraud e Henri Weimerskirch entre os autores do novo trabalho. Para a análise, a equipe usou mais de três décadas de dados demográficos e de características individuais das aves.

Com esses registros, os cientistas construíram um modelo de computador eco-evolutivo, que combina a dinâmica da população, a forma como as características passam de pais para filhos e grandes conjuntos de projeções de modelos climáticos globais. Quatro características funcionais entraram na conta, de natureza física, comportamental e de calendário reprodutivo, cada uma ligada a uma fase diferente do ciclo de vida. Uma delas é o comprimento da asa, associado à sobrevivência dos jovens.

“Algumas características, como o comprimento da asa, podem ajudar as aves jovens a sobreviver, mas a questão-chave é se as mudanças evolutivas nessas características conseguem acontecer rápido o bastante para acompanhar a mudança climática”, afirmou a coautora Joanie Van de Walle, da Universidade do Québec em Rimouski, no Canadá.

Sob o clima relativamente estável do passado, deixar a população evoluir levou a projeções de populações maiores. Nos cenários de aquecimento futuro, porém, a evolução não impediu o declínio. Um resultado contraria a intuição: aumentar a herdabilidade, isto é, a parcela das características transmitida de pais para filhos, pouco alterou o risco de extinção. Para os autores, a capacidade de adaptação depende também da força com que a seleção natural favorece cada característica, de como o ambiente afeta sobrevivência e reprodução e da velocidade com que o clima muda.

O resgate evolutivo só apareceu em uma situação, no cenário climático mais otimista, quando a própria mudança do clima intensificou a seleção sobre o comprimento da asa. A mitigação, com redução das emissões, cortou a probabilidade de extinção em cerca de metade.

“O ritmo e a magnitude do aquecimento futuro afetam a eficácia da adaptação evolutiva”, disse a coautora Marika Holland, cien-



Casal de albatrozes-de-sobrancelha-negra. O estudo examinou características físicas, de comportamento e de calendário reprodutivo que atuam em fases diferentes da vida da ave.

tista do Centro Nacional de Pesquisa Atmosférica (NCAR), dos Estados Unidos. “Reduzir a mudança climática futura, diminuindo as emissões de gases de efeito estufa, desacelera o declínio da população e permite que a adaptação evolutiva promova a persistência da população.”

A pesquisa interessa diretamente ao Brasil. Segundo o Projeto Albatroz, o albatroz-de-sobrancelha-negra é o mais comum na costa brasileira e também a espécie mais capturada acidentalmente pela pesca no país, o que a coloca na lista de aves ameaçadas acompanhadas pela organização.

Os autores lembram que, somado a evidências obtidas com outros grupos de animais, o resultado sugere que a adaptação evolutiva sozinha dificilmente reduzirá o risco de extinção sob mudança climática rápida. O raciocínio vale para espécies de vida longa e reprodução lenta em qualquer ambiente, inclusive na Amazônia. Para elas, o tempo da evolução se mede em gerações, e o do clima, em décadas.

“Nossos resultados mostram que o resgate evolutivo depende não só da rapidez com que o ambiente muda, mas também de onde a evolução atua no ciclo de vida”, explicou Jenouvrier. “A evolução pode ajudar quando a adaptação melhora as partes do ciclo de vida que mais importam para o crescimento populacional, mas limitar o ritmo e a magnitude da mudança climática dá à adaptação uma chance muito maior de contribuir para a persistência da população.”



Albatroz-de-sobrancelha-negra no ninho nas Ilhas Kerguelen, no sul do Oceano Índico, onde vive a população acompanhada pelos pesquisadores.

Recife de coral, a cidade viva que tem até sistema de alarme

O coral é um animal que fabrica pedra e vive em sociedade com algas. Nas Maldivas, pesquisadores da Universidade de Washington vão filmar como os peixes desse bairro submarino avisam uns aos outros sobre o perigo, e se a saúde do recife muda a conversa.



Fotos: Paul Asman e Jill Lenoble, Diego Delso, Matt Kieffer e Matt McIntosh/NOAA

Os recifes de coral ocupam menos de 1% do oceano, mas abrigam quase um quarto de todas as espécies marinhas, segundo a Administração Nacional Oceânica e Atmosférica dos Estados Unidos (NOAA). Caranguejos, moreias, polvos, lagostas, esponjas, cavalos-marinhos, tartarugas e uma infinidade de peixes dividem esse espaço apertado, o que rendeu aos recifes o apelido de florestas tropicais do mar.

Como em toda cidade movimentada, há perigo

na esquina e é preciso saber quando correr. É isso que Jj Milan, doutorando do Departamento de Biologia da Universidade de Washington (UW), nos Estados Unidos, quer entender. Neste segundo semestre, ele e o pesquisador Bob Oxborrow, também da UW, seguem para o Centro de Pesquisa Marinha e Ensino Superior (MaRHE Center), na ilha de Magoodhoo, nas Maldivas, para filmar a rotina de um peixinho listrado de preto e branco, a donzela-de-três-listras (*Dascyllus aruanus*), espécie que vive em cardumes e é comum nos recifes do arquipélago.

Quem olha um coral vê uma planta ou uma pedra. Ele não é nenhuma das duas coisas. O coral é um animal, parente das águas-vivas. A NOAA resume com uma imagem: pense numa pequena água-viva colada dentro de uma caverninha de pedra.

Essa água-viva é o pólip, um corpo mole com uma boca rodeada de tentáculos. A caverna é obra dele. O pólip retira da água os ingredientes para fabricar um esqueleto de carbonato de cálcio, do mesmo jeito que um marisco constrói a própria concha. Muitos pólipos iguais formam uma colônia, e mui



tas colônias, somadas ao longo do tempo, erguem o recife.

É uma obra lenta. Uma colônia cresce de 0,2 a 3 milímetros por ano, e recifes maduros podem ter milhares de anos. Os corais existem na Terra há pelo menos 400 milhões de anos.

UMA SOCIEDADE COM ALGAS

O segredo do coral mora dentro dele. No tecido de cada pólipó vivem algas microscópicas de uma única célula, as zooxantelas. Como as plantas, elas têm clorofila e transformam a luz do sol em açúcar. Esse alimento e o oxigênio produzido pela fotossíntese vão para o pólipo, que em troca oferece à alga uma casa protegida.

Essa parceria explica onde os recifes rasos aparecem. Eles precisam de água limpa, quente e bem iluminada, típica dos mares tropicais e subtropicais. Sem luz, a alga não trabalha; sem a alga, o coral passa fome.

ALARME VERDADEIRO OU FALSO

Num recife, o perigo pode vir de qualquer lado, mas nem toda sombra é um predador. Fugir a cada susto gasta energia; demorar a reagir pode custar a vida. “Estudo como os peixes em cardumes conseguem comunicar com precisão a diferença entre uma ameaça real e um alarme falso inofensivo”, explicou Milan. “E, depois que a ameaça passa, quero entender como eles coordenam a volta ao comportamento normal.”

Para isso, a dupla vai mergulhar e instalar câmeras Go-Pro e tablets em volta de cabeças de coral escolhidas. As câmeras são sincronizadas, e um sistema de rastreamento automático acompanha cada peixe nas imagens. Os mergulhos serão rasos, porque as filmagens dependem de luz natural suficiente. Os parceiros locais do MarHE Center já confirmaram que o recife em volta da estação é raso e cheio de vida. Milan também pretende ouvir moradores da ilha sobre o comportamento habitual dos peixes e a atividade dos predadores na região.

“Espero conseguir reconstruir como a resposta a uma ameaça percorre o cardume em tempo real, do primeiro peixe que reage até o grupo voltar ao normal”, disse o pesquisador. Ele também vai reconstruir em três dimensões a estrutura do coral, para saber se um coral mais complexo, cheio de galhos e frestas, muda a rapidez e a coordenação dessa resposta.

A pergunta tem pano de fundo. Os recifes estão ameaçados pelo aquecimento do mar e pela acidificação dos oceanos, e os cientistas querem saber como a saúde do recife afeta a comunicação entre os peixes que dependem dele. Se a arquitetura do coral influencia o alarme, a perda dessa arquitetura pode mexer também na forma como os moradores se protegem. É o que o estudo quer medir.

Para Milan, a viagem tem sabor especial. Ele mergulha desde 2019, e esta será sua primeira vez em águas quentes. “Gosto de como este trabalho junta o meu amor pela vida marinha, o meu hobby de mergulhar e a minha paixão pela pesquisa, tudo em um só”, contou.

MUITO MAIS QUE CARTÃO-POSTAL

A NOAA lista os serviços que os recifes prestam de graça. Eles sustentam a pesca de espécies como garoupas, pargos e lagostas, que encontram ali comida e abrigo. Atraem milhões de turistas por ano. Funcionam como quebra-mar natural, amortecendo ondas e tempestades antes que

Um animal que constrói pedra

Cada coral é uma colônia de pólipos, parentes das águas-vivas, que vivem em parceria com algas



Uma troca que dá certo



Pólipo • colônia • recife

Muitos pólipos iguais formam uma colônia; muitas colônias, somadas ao longo do tempo, formam o recife. Uma colônia cresce de 0,2 a 3 milímetros por ano. Recifes maduros podem ter milhares de anos.

Como é por dentro um pólipo, a unidade viva do coral, e a troca que ele mantém com as algas que moram no seu tecido.



Pólipos de coral *Goniopora lobata* com os tentáculos abertos, nas ilhas Ad Dimaniyat, em Omã. Cada pólipo tem cerca de 10 centímetros.

Alarme no cardume

Como a pesquisa nas Maldivas vai acompanhar a reação das donzelas-de-três-listras diante de um perigo



A reação, passo a passo

- 1 O primeiro peixe percebe o perigo e reage
- 2 A reação se espalha pelo cardume, peixe a peixe
- 3 Passado o risco, o grupo se acalma e volta ao normal

O que se quer descobrir

- Como o cardume separa ameaça real de alarme falso
- Quem reage primeiro e em quanto tempo o aviso circula
- Como o grupo combina a volta à rotina
- Se um coral mais complexo, cheio de galhos e frestas, muda a rapidez e a coordenação da resposta

O desenho do experimento: câmeras sincronizadas em volta de uma cabeça de coral registram como o aviso de perigo se espalha pelo cardume.

cheguem à costa, o que reduz inundações e erosão. E guardam uma farmácia ainda pouco explorada: dos ecossistemas de coral já saíram novos medicamentos, como remédios contra o câncer desenvolvidos a partir de algas marinhas e analgésicos obtidos do muco de caramujos do gênero *Conus*.

A parceria com as algas é também o ponto fraco do coral. Quando a água esquentar demais, o pólipos expulsa as zooxantelas do seu tecido. Sem elas, o coral fica pálido ou totalmente branco, porque o esqueleto de calcário passa a aparecer, e perde sua principal fonte de alimento. É o branqueamento, e o aumento da temperatura do oceano provocado pelas mudanças climáticas é hoje a principal causa do fenômeno, segundo a NOAA.

Branqueado, porém, não quer dizer morto. Se o estresse não for severo, o coral pode se recuperar e voltar a abrigar as algas. Se a falta delas se prolonga, ele morre.

O calor não é a única ameaça. O gás carbônico absorvido pelo mar deixa a água mais ácida, o que dissolve estruturas de calcário e atrasa a reconstrução dos corais. Esgoto, sedimentos e nutrientes que descem da terra sufocam os pólipos. Espécies invasoras, âncoras, encalhes de navios, pesca excessiva, doenças, lixo e vazamentos de óleo completam a lista. No Caribe, as populações dos corais chifre-de-alce e chifre-de-veado caíram mais de 90% em 25 anos, de acordo com a agência americana.

Há também quem plante coral. Nos Estados Unidos, equipes cultivam fragmentos em berçários submarinos, estruturas que lembram varais ou árvores, e depois os fixam de volta no recife. O programa Missão Recifes Icônicos, em Florida Keys, tem como meta elevar a cobertura de coral em sete áreas de 2% para uma média de 25%. A restauração inclui ainda o controle de espécies invasoras, a redução da poluição que escoa da terra e equipes de resposta rápida para encalhes de embarcações.

EA AMAZÔNIA COM ISSO

O Brasil tem uma surpresa nessa história. Em 2016, uma equipe liderada por Rodrigo Moura e Fabiano Thompson, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), descreveu na revista científica *Science Advances* um sistema de recifes de cerca de 9.500 quilômetros quadrados na foz do rio Amazonas. Ele se estende por aproximadamente mil quilômetros, da fronteira da Guiana Francesa até o Maranhão, entre 25 e 120 metros de profundidade.

É um recife diferente dos cartões-postais. Fica sob a pluma de água barrenta que o rio lança no mar, com pouca luz e pouco oxigênio. Por isso, é dominado por esponjas, com 61 espécies registradas, e por bancos de rodólitos, nódulos formados por algas calcárias. Os pesquisadores contaram ainda 12 espécies de corais construtores e 73 espécies de peixes recifais.

Das Maldivas à costa amazônica, a lição é a mesma que Milan quer transformar em números. A saúde da casa define a vida de quem mora nela, e conhecer como funciona um recife é o primeiro passo para cuidar dele.



Os recifes ocupam uma área pequena do oceano, mas concentram uma parte enorme da vida marinha.

Coral-chifre-de-veado branqueado na Grande Barreira de Corais, na Austrália. O branco é o esqueleto de calcário aparecendo através do tecido sem as algas.



Astrês etapas do branqueamento e os dois caminhos possíveis depois dele.



Mergulhadora anota o crescimento de fragmentos de coral em um berçário submarino no Santuário Marinho Nacional de Florida Keys, nos Estados Unidos.



Abelhas

somem no hemisfério Norte e resistem nos trópicos

Revisão científica reuniu o que se sabe sobre o desaparecimento das abelhas do gênero Bombus em três continentes e mostrou que a América do Sul, pouco estudada, aparece como zona fria no mapa das espécies ameaçadas.



Fotos: USFWS Midwest Region (CC BY 2.0). Ivar Leidus (CC BY-SA 4.0) e Leonardo Ré-Jorge (CC BY-SA 4.0)

Em 1983, duas das mamangavas mais comuns do sul de Ontário, no Canadá, eram *Bombus terricola* e *Bombus affinis*. Entre 2002 e 2008, uma ampla amostragem no leste da América do Norte, Ontário incluída, encontrou apenas dois indivíduos de *B. terricola* e nenhum *B. affinis*.

O episódio está em uma revisão assinada por Paul H. Williams, do Departamento de Entomologia do Museu de História Natural de Londres, e por Juliet L. Osborne, do Rothamsted Research, publicada em 2009 na revista *Apidologie*. Os dois reuniram as evidências disponíveis sobre o declínio das mamangavas, as abelhas do gênero

Bombus, cerca de 250 espécies no mundo, cujos serviços de polinização para a agricultura valem bilhões de dólares por ano.

Na Grã-Bretanha, onde a série histórica é mais longa, restam 16 espécies não parasitas, e mais da metade delas já foi apontada como rara ou em declínio. *Bombus pomorum* teve seu último



Rainha de Bombus *terrestris* em flor de tília, na Estônia. É a espécie criada comercialmente e levada a outros continentes para polinizar cultivos, prática que a revisão recomenda evitar.



Mamangava Bombus *morio* em flor de quaresmeira, no Brasil. A América do Sul aparece no estudo como zona de baixa concentração de espécies ameaçadas, ainda que pouco estudada.

registro em 1864. *Bombus subterraneus*, outrora descrita como comum, passou a ser considerada extinta no país. Na Ásia, o quadro é desigual. Em Sichuan, na China, a fauna das montanhas entre 2.000 e 4.500 metros parece intacta, enquanto a bacia baixa, entre 500 e 1.999 metros, acumula registros antigos e quase nenhum na última década. No Japão, as quedas rápidas atingem o mesmo subgênero em colapso na América do Norte.

O que está por trás disso, segundo os autores, raramente é um fator só. A mudança no uso da terra é a explicação mais aceita na Europa, com campos maiores para dar passagem às máquinas, remoção de cercas vivas e pomares, drenagem de pastagens úmidas, troca do trevo e do feno pela silagem, cereais contínuos no lugar da rotação com leguminosas, agrotóxicos e cortes mais frequentes da vegetação. O resulta-

do é a perda das plantas que alimentam as colônias, sobretudo o trevo-vermelho. Em 2008, um erro no tratamento de sementes de milho com clotianidina matou pelo menos 12 mil colônias de abelhas melíferas na Alemanha, e as abelhas silvestres da mesma área nunca foram monitoradas.

Há ainda a suspeita que mais divide os pesquisadores. Perto de estufas comerciais que importam mamangavas para polinizar cultivos, já foi documentada a passagem de patógenos para as populações silvestres. Introduções feitas entre 1992 e 1994, com abelhas criadas na Europa, foram apontadas como possível gatilho do colapso norte-americano a partir de 1995, embora isso siga sem comprovação. No Japão, a chegada de *Bombus terrestris* aparece correlacionada ao declínio da espécie nativa *Bombus hypocrita* desde o mesmo ano.

O aquecimento do clima foi descartado pelos autores como causa geral do caso britânico por um motivo simples. Enquanto algumas espécies recuaram para o norte, outras recuaram para o sul, e uma mudança em um único sentido não explica movimentos opostos. Resta a hipótese de que o aumento da variação climática prejudique ao mesmo tempo espécies adaptadas ao quente e ao frio.

Para saber quais espécies correm mais risco, o trabalho recorre a uma análise que comparou três faunas independentes, na Grã-Bretanha, no Canadá e na China. O declínio apareceu associado a três características: distribuição climática estreita, ocorrência perto da borda dessa distribuição e início tardio do ciclo anual da colônia. Língua longa e especialização em poucas plantas, apontadas por muitos autores, não se sustentaram como fator comum aos três continentes.

A revisão traz também uma avaliação preliminar do estado de conservação de todas as mamangavas do mundo, nos moldes da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN). Duas espécies são dadas como extintas. Uma delas, *Bombus rubriventris*, é conhecida por um único exemplar coletado nas Américas em local incerto, provavelmente no Brasil ou no Caribe, antes de ser descrita em 1835. A outra, *Bombus melanopoda*, veio de Sumatra. Em estado crítico aparecem *B. franklini*, do sul do Oregon e norte da Califórnia, e *B. affinis*. Os focos de espécies ameaçadas se concentram na zona temperada do hemisfério Norte. As montanhas tropicais do sul da Ásia e da América do Sul aparecem como pontos frios no mapa.

Na América do Sul, registram os autores, a maioria das espécies tem distribuição ampla e continua sendo encontrada quando se procura nos lugares certos, inclusive nos Andes. O exemplo citado é brasileiro. *Bombus brevivillus* tem poucos registros publicados recentemente, o que não significa que esteja ameaçada. A ressalva é que a informação sobre populações e ameaças segue imprecisa e precisa ser melhorada com urgência.

Entre as medidas testadas, as caixas-ninho tiveram sucesso irregular no Canadá e na Grã-Bretanha. Faixas de flores nas bordas das lavouras atraem muitas operárias, mas ainda não há prova de que aumentem as populações na escala da paisagem. O que deu certo de forma clara foi a mobilização pública. Em 2006 nasceu o Bumblebee Conservation Trust, e pelo menos sete levantamentos voluntários passaram a funcionar no país.

A lista de pendências deixada pelos autores continua atual. É preciso conhecer melhor a situação das populações no mundo, com prioridade para o Leste Europeu e a Rússia, medir o efeito do ambiente sobre o tamanho das colônias e o sucesso reprodutivo, e não apenas sobre o número de abelhas vistas nas flores, e investigar inseticidas, patógenos e parasitas. Até que se prove seguro, recomendam, mamangavas vivas não devem ser transportadas entre continentes ou oceanos para polinização comercial.



Um tubarão de poeira no céu vence o prêmio de astrofotografia

Feita do Kuwait com 28,5 horas de exposição, a imagem da Nebulosa do Tubarão levou o principal prêmio do concurso do Observatório Real de Greenwich. As cinco fotos mais celebradas do ano vão de uma estrela que explodiu há 10 mil anos a um planeta sumindo atrás da Lua.



Fotos: Ali Alobaidly, Cédric Humbert, Radoslav Sviretsov, Phil Halper e Petr Horalek

Foram 28,5 horas de exposição para que uma nuvem de poeira interestelar a 650 anos-luz da Terra virasse um tubarão.

A imagem, batizada The Quiet Predator, o predador silencioso, é de Ali Alobaidly e venceu a categoria principal do ZWO Astro-

nomy Photographer of the Year 2026, concurso promovido pelo Observatório Real de Greenwich, em Londres. É a 18ª edição da disputa, e Alobaidly se torna o primeiro fotógrafo do Kuwait a levar o prêmio maior, de 10 mil libras. Os vencedores foram anunciados em cerimônia on-line no

dia 17 de setembro.

O objeto retratado tem um nome de catálogo bem menos sugestivo, LDN 1235, e fica na constelação de Cefeus. É uma nebulosa escura, ou seja, uma nuvem de poeira densa o bastante para barrar a luz das estrelas que estão atrás dela. As



áreas azuladas são nebulosas de reflexão, onde a poeira espalha a luz de estrelas próximas. O contraste entre o vazio escuro e esses tons frios é o que desenha o animal. Para o autor, há um sentido a mais: um predador marinho no céu acima do deserto kuwaitiano aproxima o gosto pelo cosmos da paisagem em que ele cresceu.

“Às vezes uma fotografia ganha vida pela apresentação impecável, pelo detalhe nítido e pelo contraste dinâmico entre luz e sombra. Esta é uma dessas imagens”, escreveu o jurado Steve Marsh. “A Nebulosa do Tubarão já é um objeto marcante, mas quando ela é resolvida a ponto de se enxergarem galáxias distantes e cheias de detalhe através dela, você sabe que está diante de algo muito especial.”

Na mesma categoria, Cédric Humbert recebeu menção honrosa por Abell 85, um casco luminoso e fino que parece flutuar entre as estrelas. É o que sobrou de uma estrela que explodiu há cerca de 10 mil anos, na constelação de Cassiopeia, a 9.780 anos-luz da Terra, num remanescente de supernova com uns 98 anos-luz de diâmetro. Humbert acumulou 88 horas de exposição para revelar essa estrutura extremamente fraca. O resultado tem algo de paradoxal: uma explosão violenta aparece ali como coisa serena, quase sem peso.

Depois da profundidade das nebulosas, *The Crown* traz o olhar de volta ao chão. Uma igreja de madeira escura, com porta branca e uma cruz simples no telhado, se planta numa paisagem aberta da Islândia enquanto o céu inteiro se enche de verde. Radoslav Sviretsov fez a foto durante uma forte tempestade geomagnética em 20 de janeiro deste ano e venceu a categoria Auroras. A exposição durou 2,5 segundos.

“Esta foto maravilhosa vai encantar muita gente. O cenário é fantástico: a pequena igreja resiste firme na imensidão”, comentou o jurado Alan Sparrow. “O fotógrafo capturou o momento em que a aurora boreal banhou a capela com um magnífico brilho verde, presente da tempestade geomagné

Phil Halper também fotografou a aurora na Islândia, e ficou em segundo lugar na mesma categoria. Em *Aurora Between Two Continents*, um riacho vem do fundo da imagem trazendo as cores do céu. O verde se deita sobre o horizonte, e acima dele sobem feixes vermelhos e rosa no azul profundo. Segundo o autor, as cores estavam vívidas até a olho nu, e o vermelho intenso vinha do oxigênio emitindo luz no alto da atmosfera. A foto foi feita em 12 de novembro de 2025, em Þingvellir, no ponto em que as placas tectônicas norte-americana e euroasiática se separam, o que explica o título.

A composição mais silenciosa do conjunto acontece em pleno dia. Em *Venusian Pearl on the Moon*, Petr Horalek alinhou uma sequência de finas foices lunares contra o céu azul. Ao



The Crown, vencedora da categoria Auroras. A igreja de madeira isolada na paisagem islandesa sob a aurora boreal, durante a tempestade geomagnética de 20 de janeiro de 2026.



Abell 85, menção honrosa em Estrelas e Nebulosas. O casco de gás é o que sobrou de uma estrela que explodiu há cerca de 10 mil anos, na constelação de Cassiopeia.

lado da borda da Lua há um ponto branco que, da esquerda para a direita, encolhe até desaparecer. O ponto é Vênus. Em 19 de setembro de 2025, visto do território da Chéquia, a Lua passou na frente do planeta, e a imagem reúne momentos diferentes dessa ocultação. Horalek venceu a categoria Nossa Lua.

As demais categorias percorrem o resto do céu. Em Galáxias, venceram Yan Zhipeng e Xinran Li, com as faixas de poeira da NGC 4753, a 60 milhões de anos-luz. Stefano Pellegrini levou Paisagens Celestes com um rastro de estrelas registrado em Botsuana. Miguel Claro ganhou Nosso Sol com a região ativa 4122, e Tom Williams venceu Planetas, Cometas e Asteroides com Saturno e a sombra da lua Tétis projetada sobre o planeta. Max Inwood levou Pessoas e Espaço com petróglifos sob a Via Láctea. O prêmio de melhor estreante ficou com Haocheng Zhu e a categoria aberta Annie Maunder, com Paweł Paweł. Na competição jovem venceu o grego Nikolaos Strimpoulis, de 15 anos.

As imagens premiadas ficam em exposição no Museu Marítimo Nacional, em Londres, a partir de 18 de setembro, e foram reunidas no livro *Astronomy Photographer of the Year, Collection 15*.

O conjunto deste ano acaba dizendo algo sobre tempo. Humbert acumulou 88 horas de luz para recuperar o que restou de uma estrela morta há 10 mil anos. Sviretsov teve 2,5 segundos diante de uma aurora que já estava mudando. Fotografar o céu é, antes de tudo, decidir quanto tempo se pode esperar.



Aurora Between Two Continents, segunda colocada em Auroras. O riacho de Þingvellir, na Islândia, devolve as cores do céu na noite de 12 de novembro de 2025



Venusian Pearl on the Moon, vencedora de Nossa Lua. A sequência mostra Vênus encolhendo até desaparecer atrás da borda lunar, em 19 de setembro de 2025, vista da Chéquia.

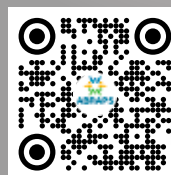
**Profissionais
trabalhando pelo
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL**



ABRAPS

Associação Brasileira dos Profissionais
pelo Desenvolvimento Sustentável

Junte-se a nós!



abraps.org.br



11 99922 7825

Apenas mensagens de texto



apresenta

djavanear

50 anos
só sucessos

24/10

HANGAR
BELÉM

últimos ingressos

PATROCINADOR



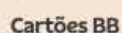
MEDIA PARTNER



INGRESSOS



MEIO DE PAGAMENTO OFICIAL



CIA AÉREA OFICIAL



REALIZAÇÃO

