

Rios Voadores e Territórios Protegidos

O papel da floresta amazônica nas chuvas da América do Sul

Mensagens-Chave

- As florestas amazônicas impulsionam um vasto ciclo hídrico continental, reciclando a umidade que ajuda a sustentar as chuvas desde os Andes até a Bacia do Prata.
- As Áreas Naturais Protegidas, os Territórios Indígenas e as Florestas Públicas Não Designadas do Brasil geram volumes de chuva comparáveis à vazão do rio Amazonas.
- Essa chuva fornece água para todo o continente sul-americano, destacando o papel da Amazônia como um recurso transfronteiriço.
- Esse serviço sustenta a segurança alimentar, hídrica e energética entre as nações, tornando essencial a cooperação regional.
- Proteger e assegurar legalmente essas florestas por meio de cooperação e ações conjuntas é fundamental para salvaguardar a resiliência climática da América do Sul.



O Ciclo Hidrológico Amazônico: vital, mas ameaçado

As florestas tropicais como a Amazônia funcionam como grandes bombas de água.¹ As árvores absorvem água da chuva que chega na forma de umidade vinda do oceano e através de suas raízes a liberam na atmosfera por meio da evapotranspiração. Essa umidade reciclada forma nuvens e gera chuvas tanto localmente quanto a milhares de quilômetros de distância, à medida que são transportadas pelos ventos, um processo conhecido como “Rios Voadores”.² Dessa forma, a água reciclada pela floresta Amazônica pode acabar caindo como chuva em vários outros países.

Esse serviço transfronteiriço significa que os meios de subsistência de centenas de milhões de pessoas dependem da saúde da Amazônia: o que acontece em uma parte da floresta — seja conservação ou degradação — tem consequências muito além das fronteiras nacionais. Essa urgência foi destacada na Declaração de Belém (2023), assinada pelos países membros da OTCA, que alertou sobre o risco de um ponto de não retorno, e reforçada na Declaração de Bogotá (2025), na qual os países se comprometeram em avançar em direção a uma transição de baixo carbono, respeitando as diferenças nacionais.

Novas evidências destacam o papel crítico das Áreas Naturais Protegidas, Territórios Indígenas e Florestas Públicas Não Destinadas na região amazônica — coletivamente denominadas Áreas de Interesse para Conservação (AICs) — na geração de chuvas em toda a América do Sul.

Um modelo de última geração para rastreamento de umidade atmosférica³ foi utilizado para quantificar como a água dessas regiões florestadas contribui para a precipitação em todo o continente.



Figura. Rios voadores

A capacidade das florestas amazônicas de regular as chuvas está sob crescente ameaça do desmatamento, degradação florestal, incêndios e mudanças climáticas. De 1985 a 2023, o bioma perdeu mais de 88 milhões de hectares de floresta, de acordo com a iniciativa MapBiomas Amazônia: isso representa cerca de 12% de sua área total, ou quase a área da Colômbia.

Na região amazônica, esses territórios protegidos somam aproximadamente 415 milhões de hectares (segundo a Rede Amazônica de Informação Socioambiental Georreferenciada, RAISG, 2025), cerca do tamanho de toda a União Europeia ou aproximadamente 4 vezes o território da Bolívia. Em termos de proteção dentro de seus próprios territórios, Equador (77,3% ou 10,2 Mha), Venezuela (75,3% ou 35,4 Mha) e Colômbia (69,9% ou 35,3 Mha) se destacam por terem protegido as maiores porções de suas regiões amazônicas, com o Brasil tendo cerca de 45% de seu território amazônico protegido em algum grau (234 Mha). Apesar da proteção menor, Guiana e Suriname estão entre os mais florestados, o que significa que grande parte de seu território nacional permanece intacta, apesar da menor cobertura de proteção formal.

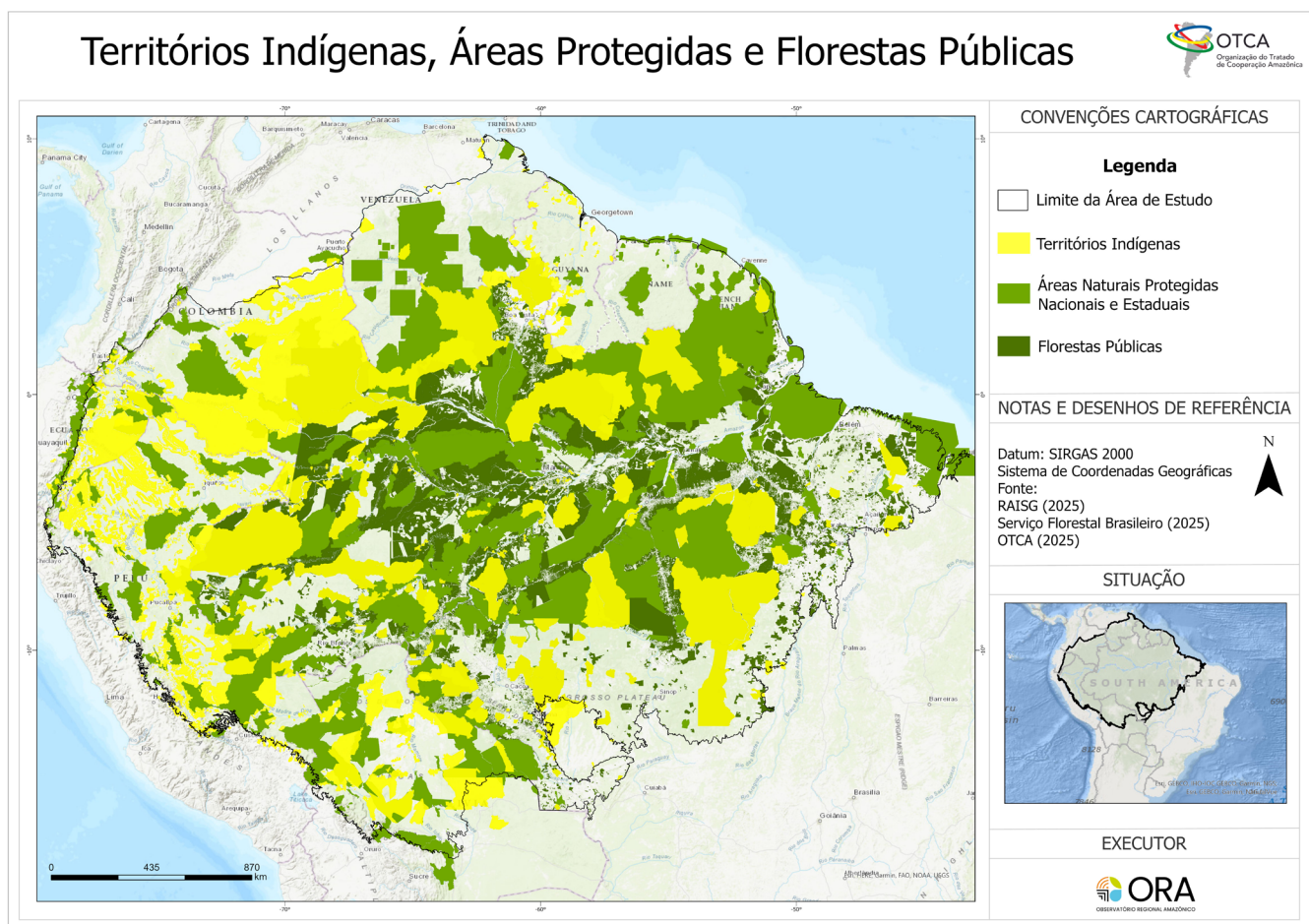
TERRITÓRIOS PROTEGIDOS: PRIMEIRA LINHA DE DEFESA

As Áreas Naturais Protegidas e Territórios Indígenas são altamente eficazes na preservação da cobertura florestal, biodiversidade e serviços ecossistêmicos.⁴ Entre 1985 e 2023, apenas 6% de toda a

perda de vegetação ocorreu nessas áreas protegidas.⁵ Apesar de sua importância, essas áreas estão sob crescente pressão de interesses econômicos e políticos, que buscam enfraquecer as proteções para expandir a mineração, extração de petróleo e exploração madeireira. Para contrapor essas pressões, na Declaração de Bogotá, foi criado o Mecanismo Amazônico para Povos Indígenas (MAPI), visando colocar os Povos Indígenas no centro das discussões sobre a proteção e gestão da floresta.

Um dos grandes pontos cegos na gestão florestal amazônica reside nas Florestas Públicas Não Destinadas (FPNDs) no Brasil: vastas áreas de florestas públicas que não foram legalmente destinadas para nenhum uso específico. No Brasil, que detém cerca de 45% da vegetação amazônica (~234 Mha), as FPNDs representam cerca de 56 milhões de hectares de floresta.⁶ Embora, de acordo com a Lei de Gestão de Florestas Públicas do Brasil de 2006 (LGFP, Lei nº 11.284/2006), essas florestas devam ser formalmente designadas como áreas de proteção (na forma de unidades de conservação, terras indígenas, assentamentos rurais, entre outros), o processo de destinação e implementação tem sido lento, deixando essas grandes áreas florestais expostas a ilegalidades. Estas vêm na forma de desmatamento ilegal, grilagem de terras e ocupação especulativa. Essas florestas são uma fronteira crítica: protegê-las e destiná-las é uma das maneiras mais eficazes de evitar maior desmatamento e garantir a continuidade dos serviços ecossistêmicos.⁶

Mapa. Áreas de Interesse para Conservação

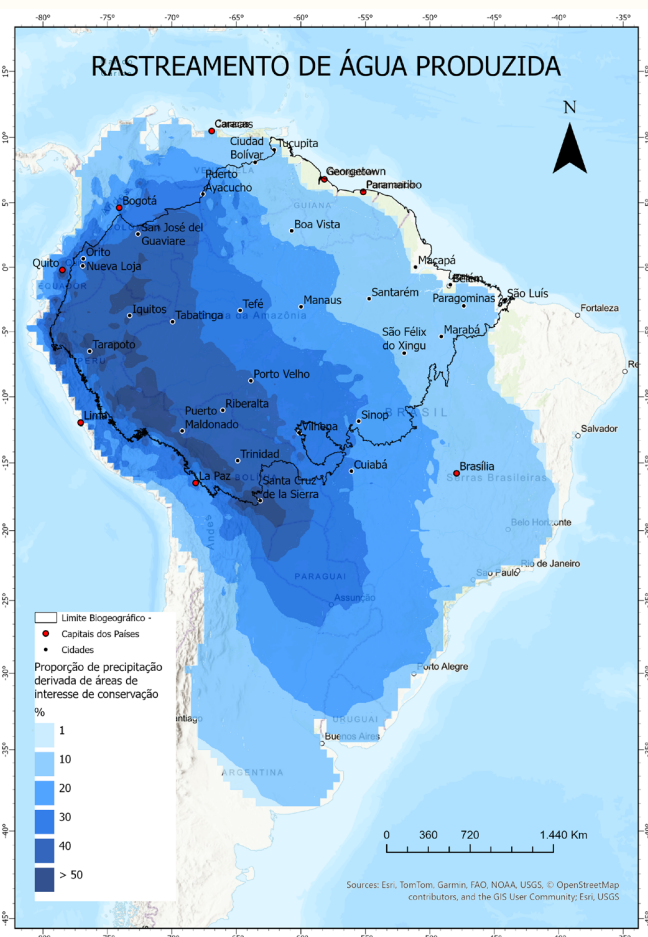




Adobe Stock | #336866040

RASTREANDO A ÁGUA PRODUZIDA PELAS ÁREAS DE INTERESSE PARA CONSERVAÇÃO

Todos os países da América do Sul recebem chuvas que se originam nas Áreas de Interesse para Conservação (AICs). Essas florestas são responsáveis por bombear cerca de 6 quadrilhões de litros de água para a atmosfera a cada ano. Isso é aproximadamente a mesma quantidade de água que o Rio Amazonas despeja no Oceano Atlântico anualmente.⁷ Isso significa que a grande maioria das fazendas, cidades, usinas hidrelétricas e ecossistemas do continente dependem, em algum grau, da água gerada pelas florestas desses territórios. A Bolívia é o país mais influenciado por essa dinâmica, com cerca de 30% de sua precipitação anual proveniente de áreas protegidas na região amazônica. A Declaração de Bogotá reconheceu o acesso à água como um direito humano e pediu maior proteção dos ecossistemas aquáticos, ecoando a constatação de que as chuvas geradas pelas florestas são fundamentais para a segurança hídrica continental.



Mapa. Proporção de chuva derivada de Áreas de Interesse para Conservação (%)

AMÉRICA DO SUL: UM CONTINENTE CONECTADO

Os países da América do Sul estão profundamente interconectados através do fluxo de água na atmosfera. As florestas de um país contribuem para as chuvas em outros, criando uma rede de “comércio virtual de água” que sustenta a agricultura, geração de energia e abastecimento de água urbana através das fronteiras. Por exemplo, a umidade gerada na Amazônia brasileira cai como chuva na Bolívia, Paraguai e Argentina, enquanto as florestas no Peru e na Colômbia ajudam a manter as chuvas em partes do Brasil. A análise de quantificação dessas trocas mostra que a segurança hídrica regional depende da gestão compartilhada do sistema amazônico. A OTCA desempenha um papel vital ao possibilitar o diálogo, compartilhamento de dados e ação coordenada entre os países amazônicos. Como o único órgão intergovernamental focado exclusivamente na cooperação amazônica, a OTCA está em posição única para fortalecer a cooperação e apoiar estratégias conjuntas que protejam a floresta e as chuvas que ela gera — através das fronteiras e para o benefício de todos.

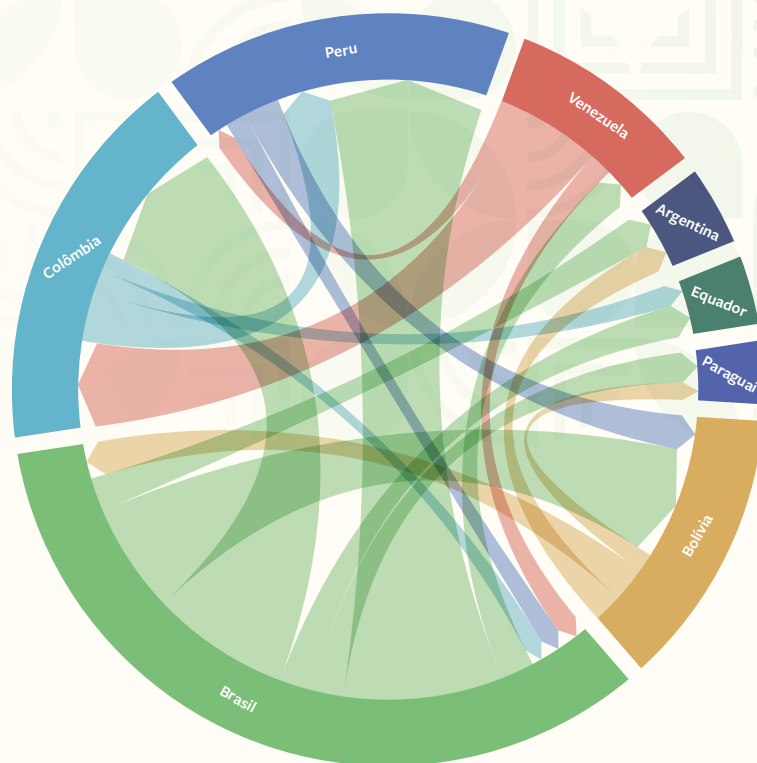


Figura. A rede de conexões. As setas indicam a direção das importações e exportações de água entre países, enquanto o tamanho da seta representa a magnitude dos principais fluxos de água entre eles.



BENI, BOLÍVIA:

QUANDO FALTA CHUVA, A FLORESTA QUEIMA

Em 2024, o departamento de Beni enfrentou uma seca sem precedentes e a pior temporada de incêndios florestais da história da Bolívia. A seca extrema e as altas temperaturas desencadearam incêndios que queimaram mais de 10 milhões de hectares em todo o país,⁸ incluindo 9% da floresta intacta restante da Bolívia.⁹ Comunidades rurais e indígenas perderam casas, plantações e acesso à água.¹⁰

A vulnerabilidade de Beni está ligada à sua dependência das chuvas geradas pela floresta: 37% de sua precipitação anual vem da evapotranspiração nas AICs, aumentando para mais de 60% durante a estação seca, justamente quando os incêndios são mais prováveis. À medida que as chuvas diminuem, a vegetação seca mais rápido, tornando os incêndios mais severos e reduzindo a capacidade da floresta de reciclar umidade.

SECAS E DEGRADAÇÃO: A CRISE QUE SE INTENSIFICA

Nas últimas décadas, eventos de seca extrema na Amazônia tornaram-se mais frequentes, com estações secas mais longas e intensas.¹¹ Modelos climáticos projetam intensificação adicional nas próximas décadas, o que, combinado com a degradação induzida pelo homem, aumenta o risco de pontos de inflexão ecológicos, onde grandes áreas de floresta poderiam se transformar em ecossistemas degradados que não fornecem mais o mesmo nível de ciclagem de água.¹² Dada a importância dessas florestas para gerar água para o resto do continente, aumentar a proteção da floresta torna-se primordial.

As secas também afetam diretamente a geração hidrelétrica da América do Sul. A redução das chuvas diminui os fluxos dos rios, diminuindo a capacidade de geração das usinas hidrelétricas e forçando maior dependência de usinas termoeletricas, que são frequentemente mais caras e, em muitos casos, também dependentes de água. Essa mudança eleva os preços da energia, afetando orçamentos domésticos e aumentando os custos de

produção da indústria. Em anos de seca extrema, como as crises de 2021-2022¹³ e 2024¹⁴ no Brasil, as tarifas de eletricidade aumentaram drasticamente, ilustrando a vulnerabilidade de milhões de cidadãos à variabilidade das chuvas.

Em abril de 2024, Bogotá enfrentou uma das secas mais severas de sua história. O sistema de reservatórios de Chingaza — que abastece cerca de 70% da cidade — caiu para níveis críticos (~10-17% de sua capacidade) devido a chuvas ~27% abaixo do normal e uma seca prolongada.

O Equador depende fortemente da energia hidrelétrica para seu fornecimento de eletricidade. Em 2024, uma seca severa reduziu os níveis de reservatórios das usinas hidrelétricas. O governo implementou apagões controlados em várias províncias, incluindo cortes de energia de até 9 horas em algumas áreas. Em outubro/novembro de 2024, foram anunciados apagões mais severos, com até 14 horas de blackouts por dia em algumas áreas.

BACIA DO PRATA:

A ÁGUA DA FLORESTA ALIMENTA UM CONTINENTE

A Bacia do Prata é um polo para a produção de energia da América do Sul: abriga mais de 70 barragens hidrelétricas,¹⁵ incluindo a maior usina hidrelétrica do continente: a Usina Binacional de Itaipu. Ela gera energia a partir do movimento das águas do Rio Paraná, fornecendo 17% das necessidades anuais de eletricidade do Brasil e 90% do Paraguai.¹⁶ A precipitação que abastece os rios da bacia é altamente influenciada pelas florestas amazônicas, em até 45% em algumas regiões. A cada ano, as florestas amazônicas entregam cerca de 700 trilhões de litros de chuva para a Bacia do Prata: o suficiente para encher o reservatório da Usina Hidrelétrica de Itaipu pelo menos 24 vezes.

UM FUTURO INCERTO

O futuro dos “rios voadores” da Amazônia é altamente incerto. Modelos climáticos consistentemente projetam um futuro mais seco para a região, com estações secas mais longas e intensas e secas extremas mais frequentes.¹⁷ No entanto, como as florestas responderão a essas mudanças permanece complexo e difícil de prever. A interação entre desmatamento, degradação florestal e mudanças climáticas ainda não é totalmente compreendida, e a escala do desmatamento futuro dependerá de escolhas políticas, econômicas e sociais ainda a serem

feitas. O que sabemos é que essas três pressões atuando em conjunto (as chamadas “pressões compostas”), terão um impacto direto na estabilidade florestal. À medida que as florestas se degradam ou desaparecem, a quantidade de umidade reciclada na atmosfera é reduzida,¹⁸ potencialmente levando a menos chuvas nas regiões a favor do vento.¹ Isso poderia desencadear impactos em cascata¹⁹ na agricultura, geração de energia e segurança hídrica em toda a América do Sul, tornando primordial salvaguardar esse mecanismo.

Recomendações

FORTALECER A PROTEÇÃO DAS FLORESTAS EXISTENTES

Especialmente nas Áreas Naturais Protegidas e Territórios Indígenas, que desempenham papel central na manutenção da reciclagem de umidade e na resistência ao desmatamento.

DESTINAR OFICIALMENTE AS FLORESTAS PÚBLICAS BRASILEIRAS NÃO DESTINADAS (FPNDs)

Ou outras áreas florestais sem proteção formal, como Áreas Protegidas, Territórios Indígenas ou terras de uso sustentável, para prevenir o desmatamento ilegal, garantir direitos fundiários e manter funções hidrológicas. Entre 2019 e 2021, cerca de 30% do desmatamento na Amazônia brasileira ocorreu dentro dessas FPNDs, ressaltando a importância de salvaguardar esses territórios para prevenir maior degradação florestal.

PROMOVER A COOPERAÇÃO REGIONAL PARA CONSERVAÇÃO FLORESTAL E ESTABILIDADE CLIMÁTICA

Por meio de organizações como a Organização do Tratado de Cooperação Amazônica (OTCA), esta proposta concentra-se em fortalecer o compartilhamento de dados, desenvolver políticas de conservação integradas e estabelecer redes regionais de monitoramento em tempo real para clima, incêndios e desmatamento. Esses esforços constroem-se diretamente sobre o apelo da Declaração de Belém para reativar as comissões da OTCA e lançar os Diálogos Amazônicos, bem como sobre a criação pela Declaração de Bogotá do Mecanismo Amazônico dos Povos Indígenas (MAPI), da Rede Amazônica de Autoridades Florestais (RAFO) e de um Mecanismo Financeiro para sustentar a ação conjunta.



Referências

- 1 Aragão (2012). The rainforest's water pump. *Nature*, 489, 217–218.
- 2 Arraut et al. (2011). Aerial Rivers and Lakes: Looking at Large-Scale Moisture Transport and its relation to Amazonia and to subtropical rainfall in South America. *Journal of Climate*, 25 (2), 543–556.
- 3 Tuinenburg and Staal (2020). Tracking the global flows of atmospheric moisture and associated uncertainties. *Hydrology and Earth System Sciences*, 24(5), 2419–2435.
- 4 Ritter et al. (2025). Indigenous territories and protected areas are crucial for ecosystem connectivity in the Amazon basin. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 122(31).
- 5 MapBiomas Amazonia (2024). The Amazon suffered a loss of forests almost as large as the size of Colombia, reveals a MapBiomas analysis. <https://amazonia.mapbiomas.org/en/2024/09/26/the-amazon-suffered-a-loss-of-forests-almost-as-large-as-the-size-of-colombia-reveals-a-mapbiomas-analysis/>
- 6 Moutinho & Azevedo-Ramos (2023). Untitled public forestlands threaten Amazon conservation. *Nature Communications*, 14(1).
- 7 Beveridge et al. (2024). The Andes–Amazon–Atlantic pathway: A foundational hydroclimate system for social–ecological system sustainability. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 121(22).
- 8 Mayra (2025). Balance ambiental de Bolivia en 2024: fuego devasta más de 10 millones de hectáreas de bosque, deforestación no se detiene y minería ilegal sigue dañando ríos. Noticias Ambientales. <https://es.mongabay.com/2024/12/balance-ambiental-bolivia-2024-deforestacion-mineria-ilegal/>
- 9 Bourgoin et al. (2025). Extensive fire-driven degradation in 2024 marks worst Amazon forest disturbance in over two decades. *EGUsphere* [preprint].
- 10 Ruvenal et al. (2025). Los indígenas bolivianos a los que el fuego les quitó su hogar: “Ya no podemos volver.” *El País América*. <https://elpais.com/america-futura/2025-06-24/los-indigenas-bolivianos-a-los-que-el-fuego-les-quito-su-hogar-ya-no-podemos-volver.html>
- 11 Espinoza et al. (2024). The new record of drought and warmth in the Amazon in 2023 related to regional and global climatic features. *Scientific Reports*, 14(1).
- 12 Flores et al. (2024). Critical transitions in the Amazon forest system. *Nature*, 626(7999), 555–564.
- 13 Costa (2021). Spot electricity prices surge in draught-stricken Brazil. *Reuters*. <https://www.reuters.com/article/markets/currencies/spot-electricity-prices-surge-in-draught-stricken-brazil-idUSKCN2DK2HH/>
- 14 Castro & Doca(2024). Conta de luz fica mais cara a partir de hoje, e energia deve responder por metade da inflação de outubro. *O Globo*.
- 15 Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2016). *Transboundary river basin overview – La Plata*. <https://www.fao.org/>
- 16 Che (2021). Macroeconomic impact of the Itaipú Treaty Review for Paraguay. *IMF Working Paper*, 2021(129), 1.
- 17 Change, N. I. P. O. C. (2023). *Climate Change 2022 – Impacts, adaptation and vulnerability*.
- 18 Spracklen et al. (2018) The effects of tropical vegetation on rainfall. *Annual Review of Environment and Resources*, 43(1), 193–218.
- 19 Wunderling et al. (2022). Recurrent droughts increase risk of cascading tipping events by outpacing adaptive capacities in the Amazon rainforest. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 119(32).

SUGESTÃO DE CITAÇÃO

Mattos, C. et al. (2025). Rios Voadores e Territórios Protegidos. O papel da floresta amazônica nas chuvas da América do Sul. *Trajetórias Amazônicas* nº 3. [Policy Brief]. Organização do Tratado de Cooperação Amazônica (OTCA). Disponível em <https://www.oraotca.org>

AVISO DE RESPONSABILIDADE

Este documento constitui uma compilação técnico-informativa sobre um tema prioritário para a Organização do Tratado de Cooperação Amazônica (OTCA), elaborada com o propósito de subsidiar e enriquecer o debate regional. As opiniões, análises e interpretações aqui apresentadas correspondem exclusivamente a seus autores. Seu conteúdo não reflete necessariamente a posição oficial da OTCA nem de seus Países Membros. As informações apresentadas passaram por curadoria técnica que respalda sua credibilidade.

AUTORES

Caio Mattos (Departamento de Física, Universidade Federal de Santa Catarina)

Luís Gustavo Cattelan (Escola de Geografia, Universidade de Leeds, Reino Unido)

Iago Simões (Departamento de Genética, Ecologia e Evolução, Universidade Federal de Minas Gerais)

Marina Hirota (Departamento de Física, Universidade Federal de Santa Catarina)

Paulo Moutinho (Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia)
Ane Alencar (Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia)

COORDENAÇÃO CIENTÍFICA ORA
Arnaldo Carneiro
arnaldo.carneiro@otca.org

COORDENAÇÃO EDITORIAL ORA
Paula Drummond

PRODUÇÃO CARTOGRÁFICA E MODELAGEM ORA
Maycon Castro, Maria Fernanda Ribeiro, Mathias Alvarez e Rafaela Cipriano

DESIGN, DIAGRAMAÇÃO E ILUSTRAÇÕES
Patrícia Sardá | Estúdio Abanico

OBSERVATÓRIO REGIONAL AMAZÔNICO (ORA)

É o centro de referência da OTCA que integra dados, testa inovações e dissemina informações apoiando os países membros na cooperação e na tomada de decisões.

ORGANIZAÇÃO DO TRATADO DE COOPERAÇÃO AMAZÔNICA (OTCA)

A OTCA é uma organização intergovernamental, formada por oito países amazônicos: Bolívia, Brasil, Colômbia, Equador, Guiana, Peru, Suriname e Venezuela, que assinaram o Tratado de Cooperação Amazônica, tornando-se o único bloco socioambiental da América Latina.

OTCA / ORA

SEPN 510, Bloco A, 3º andar – Asa Norte | Brasília (DF), Brasil, CEP: 70.750-52
ora@otca.org | <https://www.oraotca.org/>

