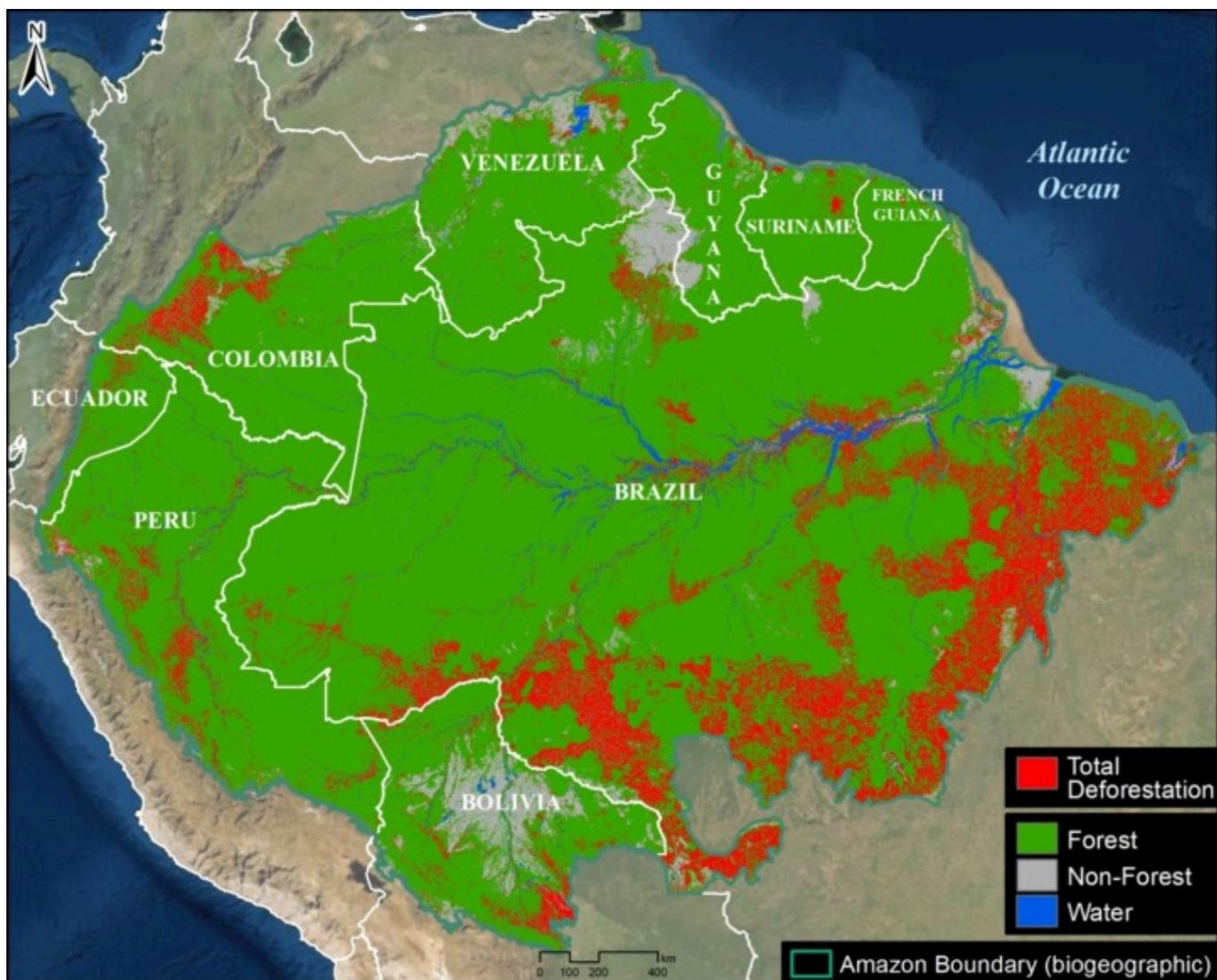


# MAAP #164: Ponto de inflexão da Amazon – Onde estamos?

setembro 16, 2022



(<https://www.maaprogram.org/wp-content/uploads/2022/09/maaproject.org-maap-164-amazon-tipping-point-where-are-we-Map2-Total-Deforestation-AmzBiog-200dpi-Eng.jpg>)

Mapa Base. Perda total da floresta amazônica. Dados: ACA/MAAP.

É cada vez mais relatado que a maior floresta tropical do mundo, a **Amazônia**, está se aproximando rapidamente de um **ponto crítico**.

Conforme destacado repetidamente pelo falecido **Tom Lovejoy** (ver Agradecimentos), esse ponto de inflexão é onde partes da floresta tropical se converterão em ecossistemas mais secos devido a padrões de precipitação interrompidos e estações secas mais intensas, ambos exacerbados pelo desmatamento.

A Amazônia gera grande parte de sua própria precipitação reciclando água conforme o ar passa de sua principal fonte no Oceano Atlântico. Assim, o alto desmatamento na Amazônia oriental pode levar a impactos a favor do vento na Amazônia central e ocidental (veja a seção Background abaixo).

A literatura científica indica que esse ponto de inflexão pode ser **desencadeado por uma perda de 25%** da floresta amazônica, em conjunto com os impactos das mudanças climáticas.

A literatura, no entanto, é menos clara sobre a primeira parte crítica da equação do ponto de inflexão: **quanto da Amazônia já foi perdido?**

Há inúmeras estimativas, incluindo 14% de perda florestal citada no recente relatório do Painel Científico para a Amazônia, mas não encontramos nenhum estudo definitivo abordando especificamente essa questão.

Aqui, abordamos diretamente a questão fundamental de quanto da Amazônia original foi perdido até hoje .

Primeiro, apresentamos a primeira estimativa rigorosa conhecida da **floresta original do bioma amazônico** antes da colonização europeia: mais de **647 milhões de hectares** (1,6 bilhão de acres; veja a Imagem 1 abaixo).

Em segundo lugar, estimamos a **perda total acumulada da floresta amazônica** , desde a estimativa original até o presente: mais de **85 milhões de hectares** (211 milhões de acres; veja Mapa Base).

Combinando esses dois resultados, estimamos que **13%** da floresta original do bioma amazônico foi perdida.

Mais importante, no entanto, focando apenas no terço oriental do bioma amazônico (veja a Imagem 2 abaixo), estimamos que **31%** da floresta original foi perdida, acima do limite especulado do ponto de inflexão. Essa descoberta é crítica porque o ponto de inflexão provavelmente será desencadeado na Amazônia oriental, pois é a mais próxima da fonte oceânica da água que então flui para a Amazônia central e ocidental.

---

# Floresta Amazônica Original

A **Imagem 1** mostra a primeira estimativa conhecida da **floresta amazônica original** antes da colonização europeia. Note que usamos uma definição biogeográfica mais ampla da Amazônia que abrange nove países (bioma amazônico) em vez da bacia hidrográfica amazônica estrita (veja Metodologia).



(<https://www.maaprogram.org/wp-content/uploads/2022/09/maaproject.org-maap-164-amazon-tipping-point-where-are-we-Map1-OriginalForest-AmzBiog-200dpi-v5.jpg>)

*Imagem 1. Floresta original do bioma amazônico. Dados: ACA/MAAP.*

Isso representa o esforço mais rigoroso até hoje para recriar a Amazônia original. Por exemplo, tentamos recriar a floresta original perdida para reservatórios de barragens históricas.

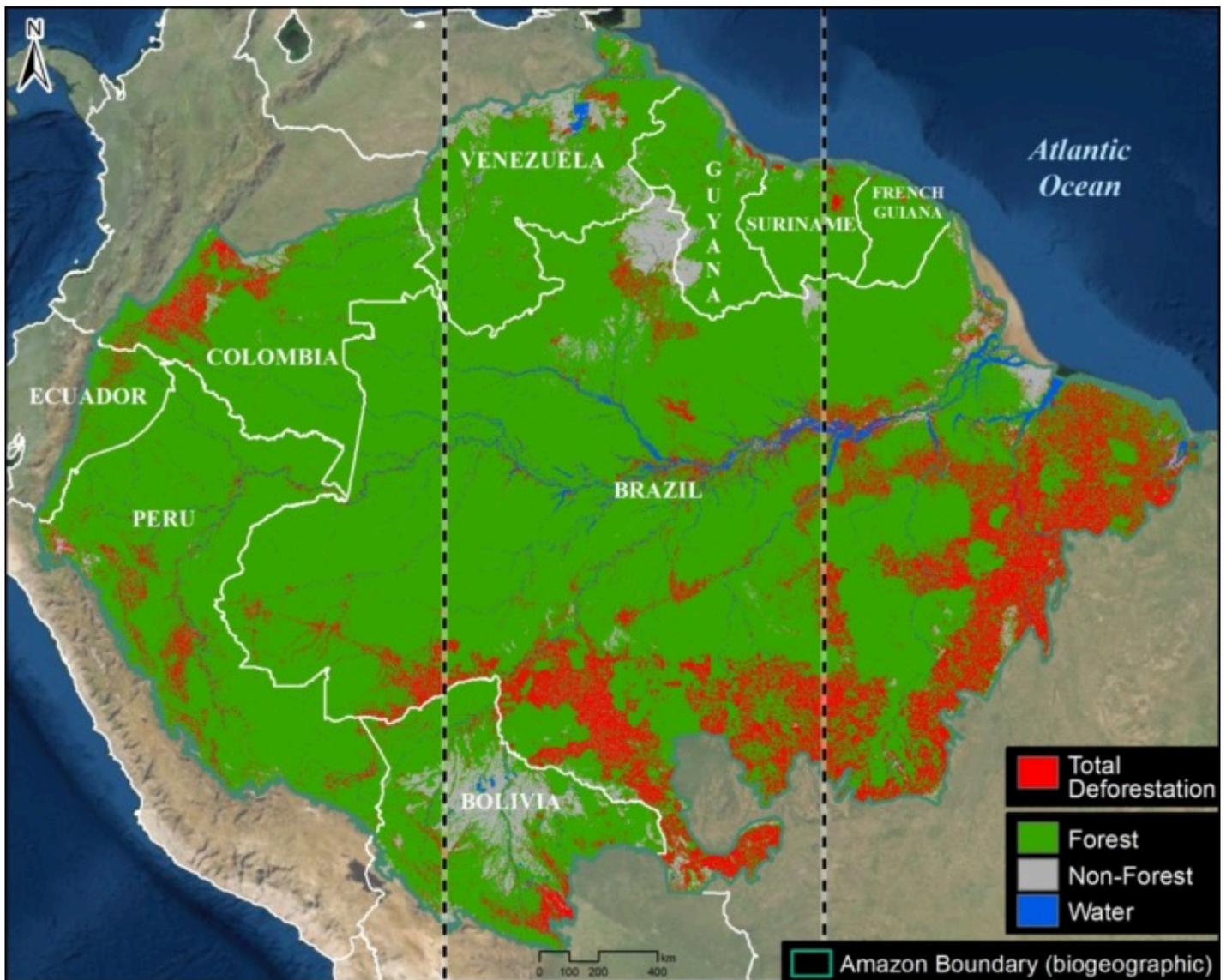
O mapa tem apenas três classes: Floresta Amazônica original, Não floresta original (como savana natural) e Água.

Descobrimos que a floresta amazônica original cobria mais de **647 milhões de hectares** (647.607.020 ha). Isso equivale a 1,6 bilhão de acres.

Desse total, 61,4% ocorreram no Brasil, seguido por Peru (12%), Colômbia (7%), Venezuela (6%) e Bolívia (5%). Os quatro países restantes (Equador, Guiana, Suriname e Guiana Francesa) compõem os 8% finais.

## Perda da Floresta Amazônica

A imagem 2 mostra a perda total acumulada da floresta amazônica, desde a estimativa original até o presente (2022).



(<https://www.maaprogram.org/wp-content/uploads/2022/09/maaproject.org-maap-164-amazon-tipping-point-where-are-we-Map2-Third-Total-Deforestation-AmzBiog-200dpi-v7.jpg>)

Imagem 2. Perda total da floresta amazônica. Linhas verticais indicam a Amazônia dividida em terços. Dados: ACA/MAAP.

Da floresta original mencionada acima, documentamos a perda histórica de mais de **85 milhões de hectares** (85.499.157 ha). Isso equivale a 211 milhões de acres.

A maior perda ocorreu no Brasil (69,5 milhões de ha), seguido pelo Peru (4,7 milhões de ha), Colômbia (4 milhões de ha), Bolívia (3,8 milhões de ha) e Venezuela (1,4 milhões de ha). Os quatro países restantes (Equador, Guiana, Suriname e Guiana Francesa) compõem os 1,9 milhões de ha finais.

Comparando o bioma amazônico original, calculamos a perda histórica de **13,2%** da floresta amazônica original devido ao desmatamento e outras causas.

Mais importante, no entanto, descobrimos que **30,8%** da Amazônia original foi perdida no terço oriental do bioma amazônico (veja as linhas tracejadas verticais na Imagem 2), acima do limite especulado do ponto de inflexão. Essa descoberta é crítica porque, como observado acima, o ponto de inflexão provavelmente será desencadeado no leste, pois é a fonte da água que flui para a Amazônia central e ocidental.

Em contraste, descobrimos que 10,8% da Amazônia original foi perdida no terço central do bioma amazônico e 6,3% foi perdida no terço ocidental, ambos abaixo do limite especulado do ponto de inflexão.

---

## Fundo

A Amazônia gera cerca de metade de sua própria precipitação reciclando umidade até 6 vezes conforme as massas de ar se movem do Oceano Atlântico no leste através da bacia para o oeste. Assim, a floresta tropical desempenha um papel importante em se manter viva, reciclando água através de suas árvores para gerar precipitação de leste a oeste.

Este ciclo hidrológico único historicamente sustentou ecossistemas de florestas tropicais em vastas áreas distantes da principal fonte oceânica.

Mas também levanta a questão de quanto desmatamento seria necessário para fazer com que o ciclo se degradasse a ponto de não ser mais capaz de sustentar essas florestas, daí a hipótese do ponto de inflexão da Amazônia.

Nesse cenário, as florestas tropicais se transformariam em ecossistemas mais secos, como matagais de copa aberta e savanas.

O conceito de ponto de inflexão originalmente se referia a uma mudança abrupta no ecossistema, mas agora acredita-se que a mudança pode acontecer gradualmente (30-50 anos).

Vale ressaltar que a Amazônia ocidental, perto da Cordilheira dos Andes, provavelmente manteria suas florestas tropicais, já que as correntes de ar que fluem sobre as montanhas continuariam fazendo com que o vapor de água se condensasse e caísse como chuva.

---

## Metodologia

No centro deste trabalho, geramos duas estimativas principais: a floresta amazônica original e a perda histórica total da floresta amazônica.

Para ambas as estimativas, usamos o limite biogeográfico da Amazônia (conforme determinado pela RAISG 2020), que abrange nove países. Assim, usamos uma definição mais ampla da Amazônia (bioma Amazônia) em vez da bacia hidrográfica estrita da Amazônia, que omite parte do bioma amazônico do nordeste.

Para a floresta amazônica original, definimos três classes principais: Floresta, Não Floresta e Água. Esta análise foi baseada em dados do MapBiomas Brasil (coleção 2 de 1990) com algumas modificações adicionais. A Floresta Original foi composta por estas categorias do MapBiomas: Formação Florestal, Manguezal, Floresta Inundada, Mosaico de Agricultura e Pastagem. A Não Floresta foi composta por estas categorias do MapBiomas: Formação de Savana, Formação Natural Não Florestal de Inundação, Pastagem e Outras Formações não Florestais. A Água foi composta por estas categorias do MapBiomas: Rio, Lago, Oceano e Geleira.

Em seguida, fizemos uma série de modificações com edições manuais com base em dados da Universidade de Maryland, INPE (Terrabrasilis), imagens de satélite ArcGis, mosaicos Planet, imagens Landsat do Google Earth Engine de 1984-1990 e dados oficiais do governo para vários países (Ministério do Meio Ambiente do Equador (MAE) e Peru (GeoBosques/MINAM), Sistema de Monitoramento de Florestas e Carbono/IDEAM da Colômbia, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais do Brasil (INPE/Terrabrasilis), Diretoria Geral de Manejo e Desenvolvimento Florestal da Bolívia (DGGDF) e Serviço Nacional de Áreas Protegidas da Bolívia (SERNAP). Como exemplo de uma modificação importante, áreas desmatadas e reservatórios de barragens históricas foram alterados para Floresta Original com base em uma análise da imagem de satélite mais antiga disponível para a área (1984-1990). Também corrigimos algumas classificações incorretas, como manchas de floresta em áreas claramente não florestais foram alteradas para Não Floresta (e vice-versa) e áreas de floresta de montanha encontradas como água foram alteradas para Floresta. Além disso, áreas agrícolas e urbanas em áreas prováveis de savana foram alteradas para Não Floresta. Dados adicionais de Água do MapBiomas com base em 1985 foram incorporados. No geral, nosso foco foi definir a Floresta Original da melhor forma possível; confusões de dados entre as categorias Não Floresta e Água não foram trabalhadas tão completamente.

Para a perda histórica total da floresta amazônica, usamos dados da Universidade de Maryland. Especificamente, primeiro usamos sua camada de dados "Tree Cover 2000" (>30% de densidade do dossel) para estimar a perda histórica (pré-2000) da floresta. Em seguida, adicionamos dados anuais de perda florestal de 2001 a 2021.

Finalmente, dividimos a floresta amazônica original pela perda histórica total para estimar quanto da Amazônia original foi perdido. Além disso, delimitamos a Amazônia em terços de acordo com a distância de leste a oeste no ponto mais largo. Então estimamos quanto da Amazônia original foi perdido em cada uma dessas três seções.

---

## Referências

(em ordem cronológica)

Sampaio, G., Nobre, C., Costa, MH, Satyamurty, P., Soares-Filho, BS, & Cardoso, M. (2007). Mudança climática regional sobre a Amazônia oriental causada pela expansão de pastagens e terras de cultivo de soja. *Geophysical Research Letters*, 34(17).

Hansen, MC et. al. (2013) Mapas globais de alta resolução da mudança da cobertura florestal do século XXI. *Science* 342.

Nobre et al. (2016) Riscos de uso da terra e mudanças climáticas na Amazônia e a necessidade de um novo paradigma de desenvolvimento sustentável. *PNAS*, 113 (39).

Turubanova S., Potapov P., Tyukavina, A., e Hansen M. (2018) Perda contínua de florestas primárias no Brasil, República Democrática do Congo e Indonésia. *Environmental Research Letters*.

Lovejoy, TE, & Nobre, C. (2018). Ponto de virada da Amazon. *Science Advances*, 4(2).

Lovejoy, TE, & Nobre, C. (2019). Ponto de inflexão da Amazon: Última chance para ação. *Science Advances*, 5 (12).

Bullock et. al. (2019) Estimativas baseadas em satélite revelam degradação florestal generalizada na Amazônia. *Glob Change Biol.*, 26.

Amigo, I. (2020) O frágil futuro da Amazônia. *Natureza*, 578.

MapBiomas. 2020. MapBiomas Amazônia v2.0. <https://amazonia.mapbiomas.org/> (<https://amazonia.mapbiomas.org/>) .

Killeen (2021) Uma tempestade perfeita na selva amazônica

Berenguer E. et. al. (2021) Cap. 19. Drivers e impactos ecológicos do desmatamento e degradação florestal. Em: Nobre C, Encalada et al. (Eds). Relatório de Avaliação da Amazônia 2021. Rede de Soluções para o Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas, Nova York, EUA. Disponível em <https://www.theamazonwewant.org/spa-reports>

Hirota M et. al (2021) Science Panel for the Amazon, Cap. 24. Resiliência da Floresta Amazônica às Mudanças Globais: Avaliando o Risco de Pontos de Inflexão. Em: Nobre C, Encalada et al. (Eds). Relatório de Avaliação da Amazônia 2021. Rede de Soluções para o Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas, Nova York, EUA. Disponível em <https://www.theamazonwewant.org/spa-reports/>

Wunderling et al (2022) Secas recorrentes aumentam o risco de eventos de tombamento em cascata ao ultrapassar as capacidades adaptativas na floresta amazônica. PNAS 119 (32) e2120777119.

---

## Reconhecimentos

Este relatório é em memória de **Tom Lovejoy**, que ajudou a lançar o conceito crítico de um ponto de inflexão da Amazon. A partir de 2019, colaboramos com Tom na avaliação de necessidades e na pesquisa de antecedentes por trás deste relatório.

Agradecemos a Carmen Thorndike por ajudar com a revisão inicial da literatura, e a **Carlos Nobre** pela revisão do relatório final. Agradecemos também a J. Beavers (ACA), A. Folhadella (ACA), ME Gutierrez (ACCA) e C. Josse (EcoCiencia) pelos comentários adicionais.

Este trabalho foi apoiado pela NORAD (Agência Norueguesa para Cooperação para o Desenvolvimento) e pelo ICFC (Fundo Internacional de Conservação do Canadá).



Norad



(<https://www.maaprogram.org/wp-content/uploads/2021/04/maaproject.org-maap-138-as-brazil-negotiates-with-world-amazon-deforestation-continues-in-2021-maaproject.org-norad-icfc-maap-notext.png>)

---

## Citação

Finer M, Mamani N (2022) Amazon Tipping Point – Onde estamos?. MAAP: 164.