

Desmatamento no Brasil: v2 (exploração)

2026-10-26

Sobre esta versão

Esta é a versão de exploração (v2) da prática de desmatamento. A versão publicada para os alunos, com as animações, continua em aulas/r/desmatamento.qmd (v1). Aqui os gráficos são estáticos e servem para escolher, com calma, o que vale a pena refinar e animar.

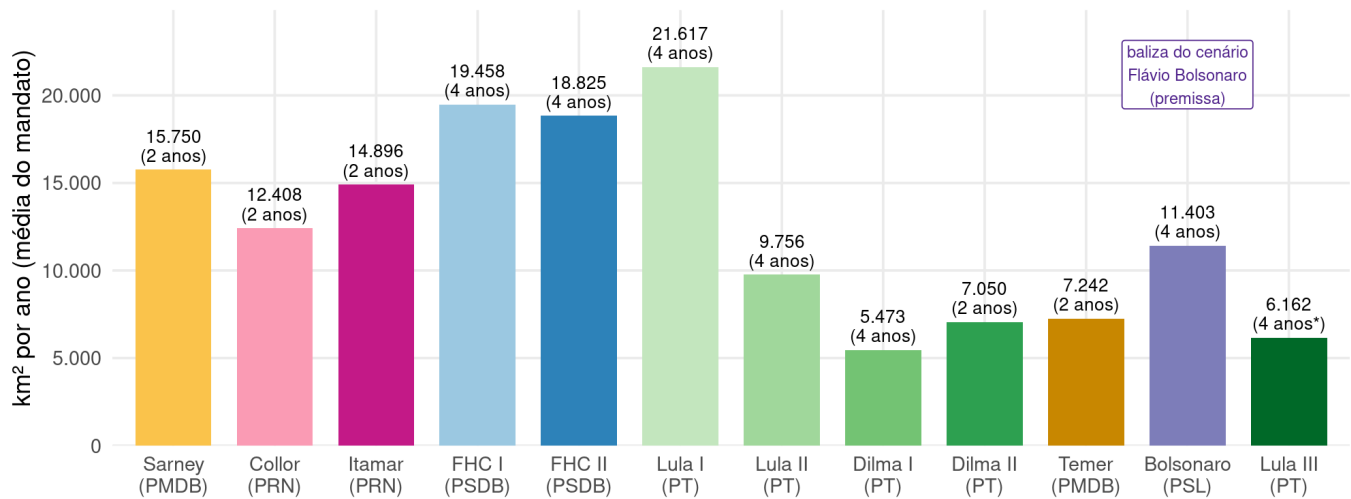
Premissa de análise: nos cenários e comparações, o governo de Jair Bolsonaro (2019–2022) é usado como **baliza** para o que se pode esperar de um eventual governo de Flávio Bolsonaro, considerando a convergência entre os dois discursos e as avaliações de ambientalistas, cientistas e movimentos sociais sobre o plano de governo. Essa é uma premissa explícita, não um dado: Flávio Bolsonaro não governou e, portanto, não tem histórico próprio nestes dados.

1. Desmatamento por mandato

Os mandatos têm durações diferentes, então comparamos a **taxa média anual** de cada um. Cada ano PRODES (agosto a julho) é atribuído a quem governou a maior parte dele. O valor de 1988, que é a média de 1977 a 1988, fica de fora.

Área desmatada por corte raso na Amazônia Legal (km²/ano, PRODES/INPE): média anual por mandato

Cada ano PRODES (agosto a julho) atribuído a quem governou a maior parte dele; 1989 em diante. Entre parênteses: partido e nº de anos



Nota: * Lula III inclui a estimativa PRODES 2026 (3.335 km²).

Fontes:

[1] INPE. PRODES: taxas anuais de desmatamento por corte raso na Amazônia Legal, por estado (km²/ano). <https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/downloads/>

[2] INPE. Estimativa da taxa PRODES 2026 (ago/2025–jul/2026), divulgada em 16/10/2026.

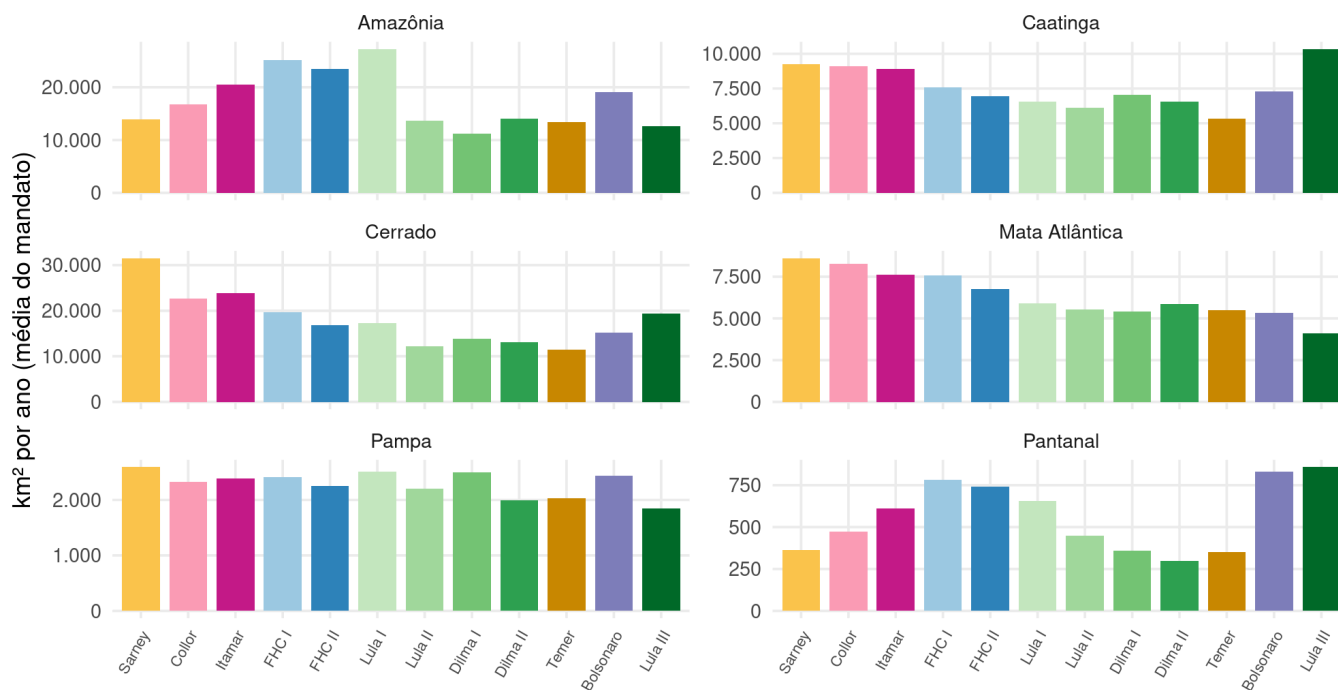
[3] Mandatos presidenciais: datas de posse e de término (Presidência da República). Pandemia de COVID-19: declaração da OMS (11/03/2020) até o fim da Emergência em Saúde Pública de Importância Nacional (Portaria GM/MS nº 913/2022, vigente em 22/05/2022).

Figura 1: Média anual da área desmatada por corte raso na Amazônia Legal (PRODES) em cada mandato presidencial. Fontes: INPE. PRODES: taxas anuais de desmatamento por corte raso na Amazônia Legal, por estado (km²/ano). <https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/downloads/> INPE. Estimativa da taxa PRODES 2026 (ago/2025–jul/2026), divulgada em 16/10/2026. Mandatos presidenciais: datas de posse e de término (Presidência da República). Pandemia de COVID-19: declaração da OMS (11/03/2020) até o fim da Emergência em Saúde Pública de Importância Nacional (Portaria GM/MS nº 913/2022, vigente em 22/05/2022).

O PRODES mede só o corte raso na Amazônia Legal. O MapBiomas permite olhar **todos os biomas**. Aqui usamos a **conversão bruta** de vegetação nativa em usos humanos (pastagem, agricultura, mineração, área urbana), calculada a partir das transições ano a ano, que é uma medida mais próxima de “desmatamento” do que a simples variação da área de vegetação.

Vegetação nativa convertida em usos humanos (km²/ano, MapBiomas Col. 11): média anual por mandato e bioma

Conversão bruta: soma das transições anuais de vegetação nativa para pastagem, agricultura, mineração, área urbana e outros usos



Nota: Cada ano atribuído ao presidente em exercício em 1º de julho. Escalas verticais diferentes entre biomas.

Fontes:

[1] Projeto MapBiomas. Coleção 11 da série anual de mapas de cobertura e uso da terra do Brasil: estatísticas por bioma e estado (cobertura e transições). <https://brasil.mapbiomas.org/estatisticas/>

[2] Mandatos presidenciais: datas de posse e de término (Presidência da República). Pandemia de COVID-19: declaração da OMS (11/03/2020) até o fim da Emergência em Saúde Pública de Importância Nacional (Portaria GM/MS nº 913/2022, vigente em 22/05/2022).

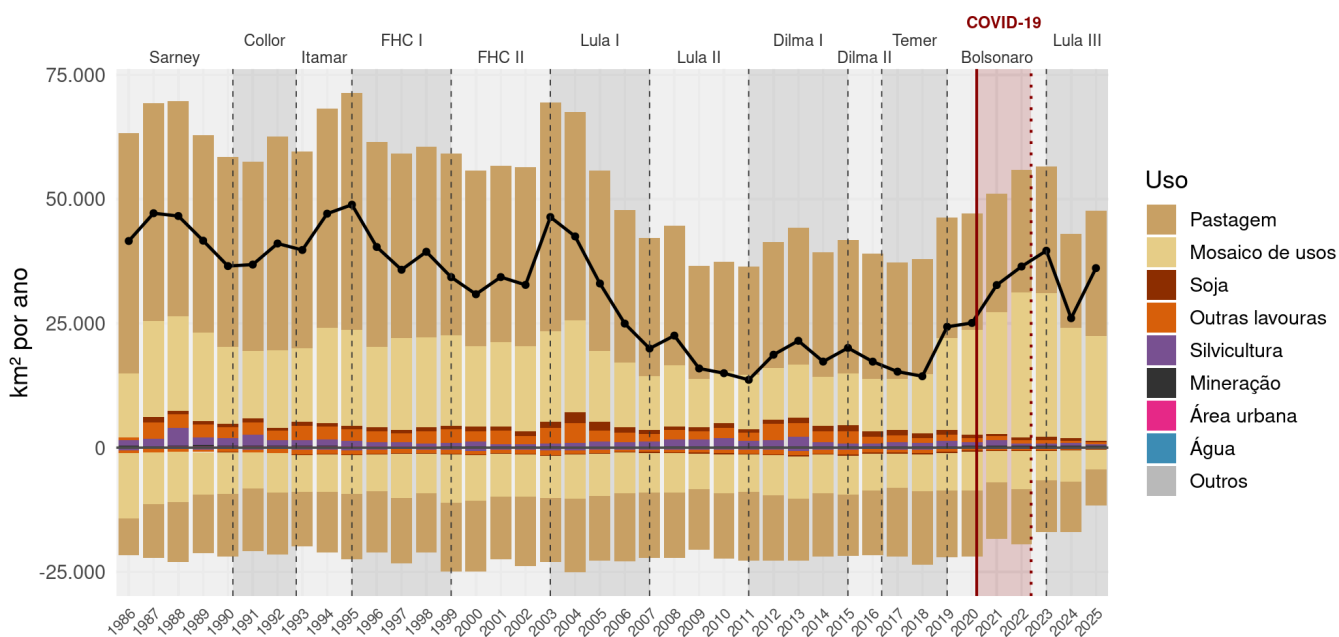
Figura 2: Conversão bruta de vegetação nativa em usos humanos, por bioma, em cada mandato. Fontes: Projeto MapBiomas. Coleção 11 da série anual de mapas de cobertura e uso da terra do Brasil: estatísticas por bioma e estado (cobertura e transições). <https://brasil.mapbiomas.org/estatisticas/> Mandatos presidenciais: datas de posse e de término (Presidência da República). Pandemia de COVID-19: declaração da OMS (11/03/2020) até o fim da Emergência em Saúde Pública de Importância Nacional (Portaria GM/MS nº 913/2022, vigente em 22/05/2022).

2. O que substitui a vegetação nativa

Para onde vai a área desmatada? Abaixo do zero está o movimento contrário: áreas de uso humano que voltaram a ser vegetação nativa (**regeneração**).

Vegetação nativa convertida (acima de zero) e regenerada (abaixo de zero) no Brasil (km²/ano, MapBiomas Col. 11)

Cores: uso da terra que substituiu a vegetação (acima) ou que voltou a ser vegetação (abaixo)



Nota: A linha preta é o saldo (conversão menos regeneração).

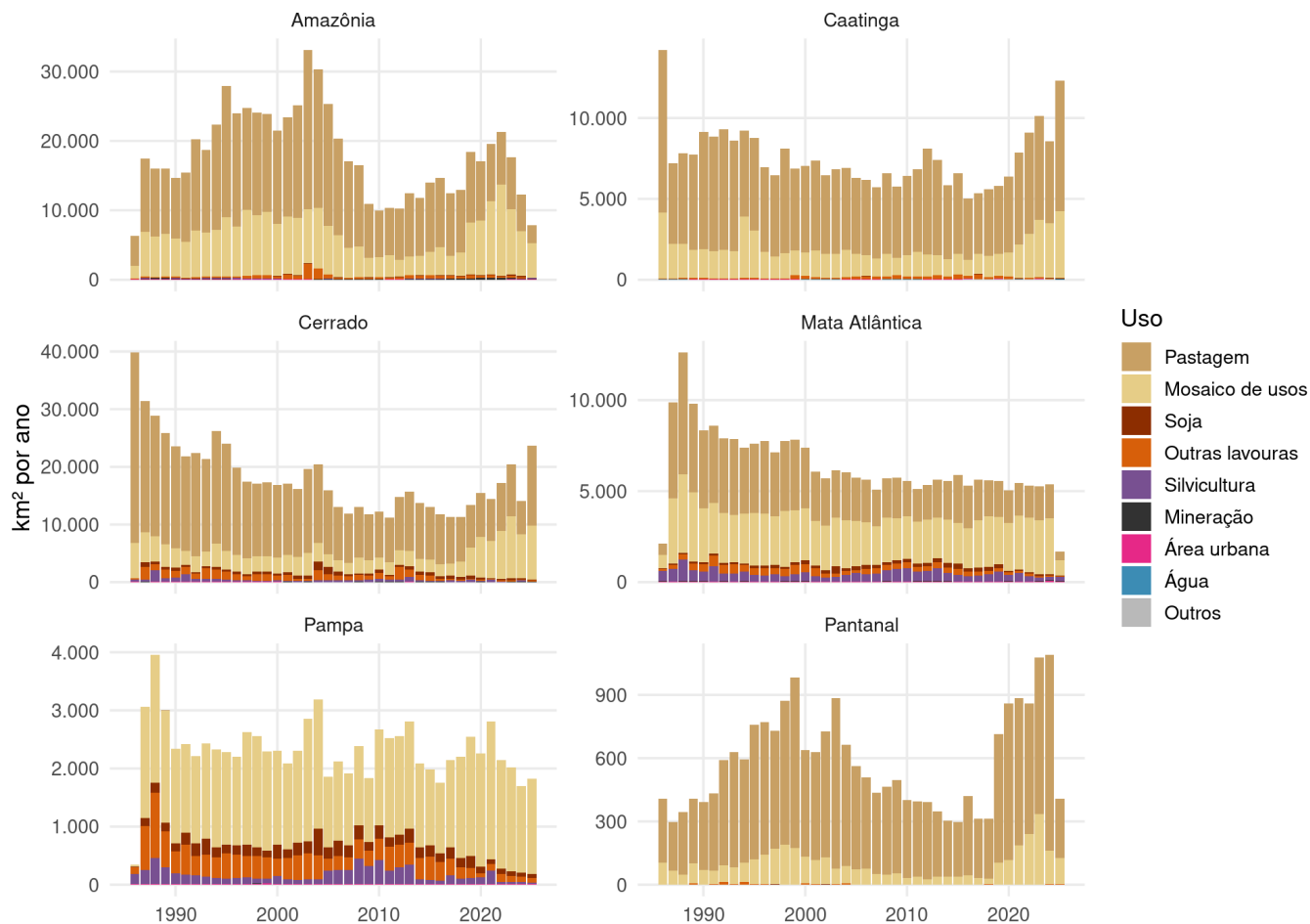
Fontes:

[1] Projeto MapBiomas. Coleção 11 da série anual de mapas de cobertura e uso da terra do Brasil: estatísticas por bioma e estado (cobertura e transições). <https://brasil.mapbiomas.org/estatisticas/>

[2] Mandatos presidenciais: datas de posse e de término (Presidência da República). Pandemia de COVID-19: declaração da OMS (11/03/2020) até o fim da Emergência em Saúde Pública de Importância Nacional (Portaria GM/MS nº 913/2022, vigente em 22/05/2022).

Figura 3: Conversão e regeneração anuais de vegetação nativa no Brasil, por uso da terra. Fontes: Projeto MapBiomas. Coleção 11 da série anual de mapas de cobertura e uso da terra do Brasil: estatísticas por bioma e estado (cobertura e transições). <https://brasil.mapbiomas.org/estatisticas/> Mandatos presidenciais: datas de posse e de término (Presidência da República). Pandemia de COVID-19: declaração da OMS (11/03/2020) até o fim da Emergência em Saúde Pública de Importância Nacional (Portaria GM/MS nº 913/2022, vigente em 22/05/2022).

Destino da vegetação nativa convertida, por bioma (km²/ano, MapBiomas Col. 11)



Nota: Escalas verticais diferentes entre biomas.

Fontes:

[1] Projeto MapBiomas. Coleção 11 da série anual de mapas de cobertura e uso da terra do Brasil: estatísticas por bioma e estado (cobertura e transições). <https://brasil.mapbiomas.org/estatisticas/>

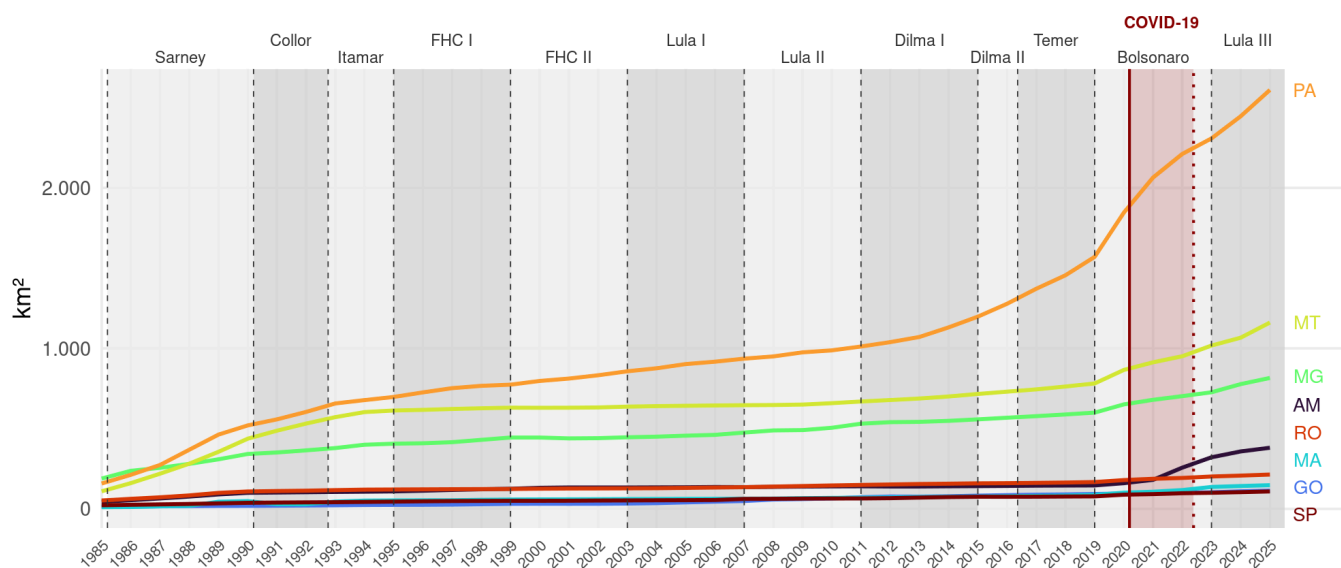
Figura 4: Uso da terra que substituiu a vegetação nativa convertida, por bioma e ano. Fontes: Projeto MapBiomas. Coleção 11 da série anual de mapas de cobertura e uso da terra do Brasil: estatísticas por bioma e estado (cobertura e transições). <https://brasil.mapbiomas.org/estatisticas/>

3. Mineração e garimpo

O MapBiomas mapeia a área de mineração, que inclui tanto a mineração industrial quanto o garimpo. Separar os dois exige a coleção específica de mineração do MapBiomas (próximo passo).

Área ocupada por mineração industrial e garimpo (km², MapBiomas Col. 11): estados com mais área em 2025

Área total ocupada por mineração em cada ano, nos estados com mais área em 2025



Nota: Classe 30 (mineração) do MapBiomas, que inclui mineração industrial e garimpo.

Fontes:

[1] Projeto MapBiomas. Coleção 11 da série anual de mapas de cobertura e uso da terra do Brasil: estatísticas por bioma e estado (cobertura e transições). <https://brasil.mapbiomas.org/estatisticas/>

[2] Mandatos presidenciais: datas de posse e de término (Presidência da República). Pandemia de COVID-19: declaração da OMS (11/03/2020) até o fim da Emergência em Saúde Pública de Importância Nacional (Portaria GM/MS nº 913/2022, vigente em 22/05/2022).

Figura 5: Área de mineração por estado ao longo do tempo. Fontes: Projeto MapBiomas. Coleção 11 da série anual de mapas de cobertura e uso da terra do Brasil: estatísticas por bioma e estado (cobertura e transições). <https://brasil.mapbiomas.org/estatisticas/> Mandatos presidenciais: datas de posse e de término (Presidência da República). Pandemia de COVID-19: declaração da OMS (11/03/2020) até o fim da Emergência em Saúde Pública de Importância Nacional (Portaria GM/MS nº 913/2022, vigente em 22/05/2022).

4. Pastagem e soja

Área de vegetação nativa, pastagem e soja na Amazônia e no Cerrado (milhões de ha, MapBiomas Col. 11)

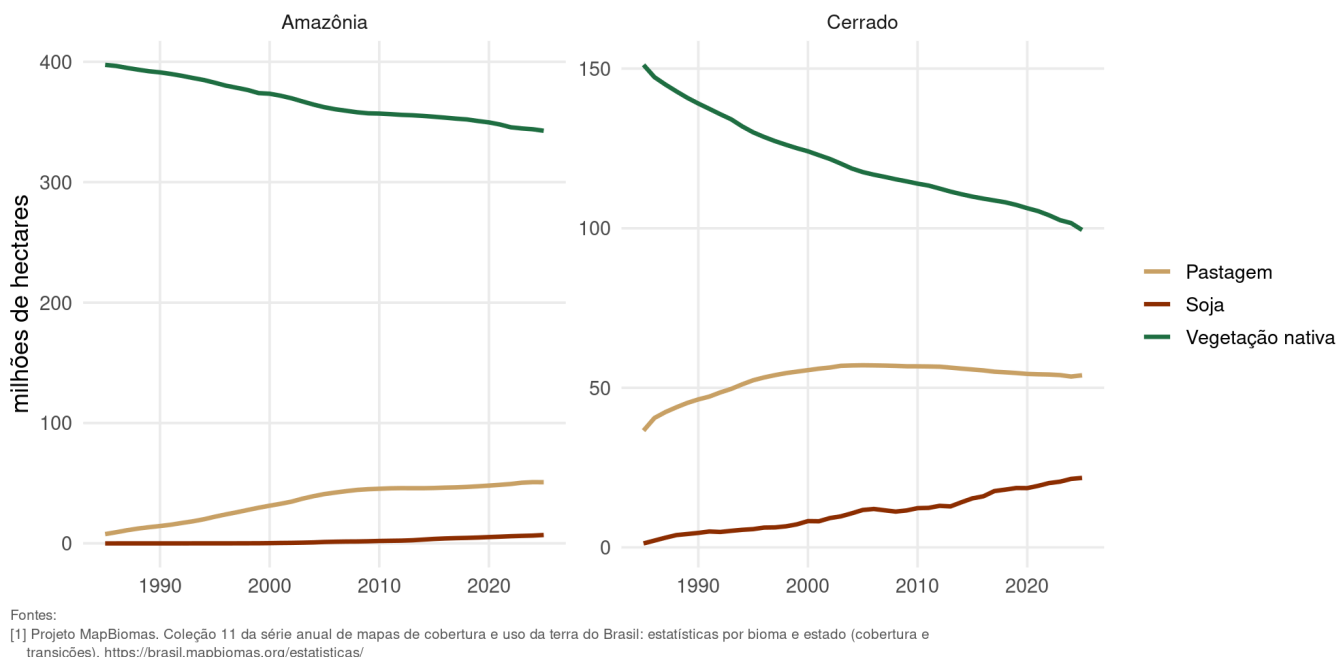


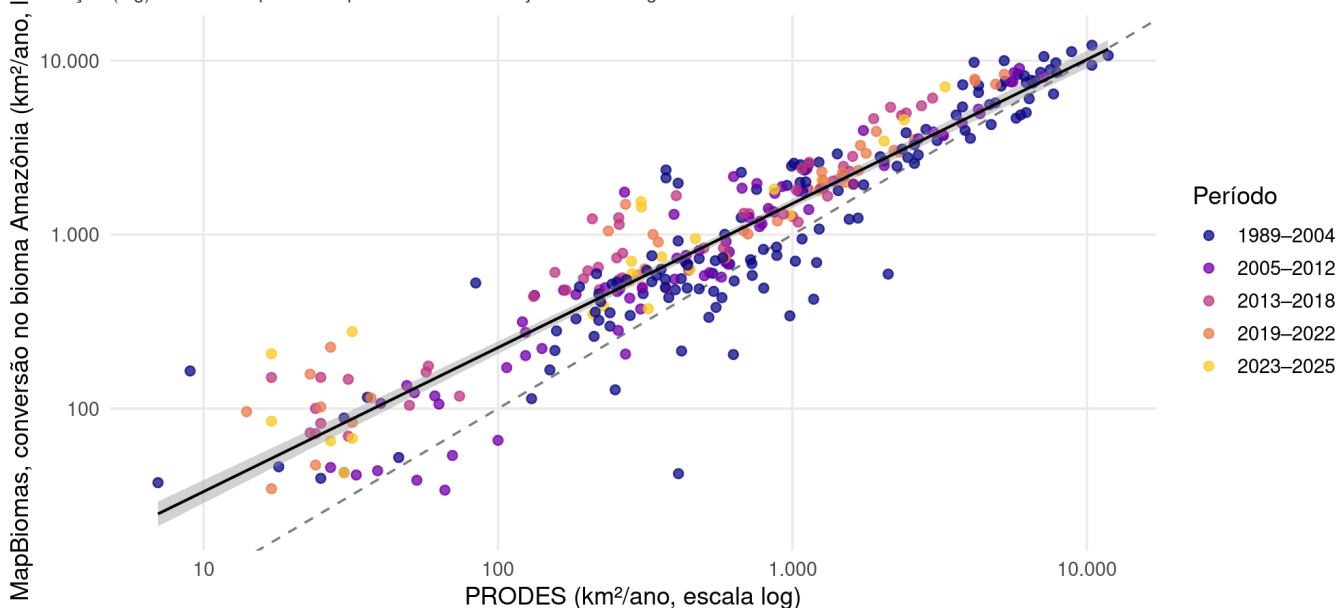
Figura 6: Evolução das áreas de vegetação nativa, pastagem e soja nos biomas Amazônia e Cerrado. Fontes: Projeto MapBiomas. Coleção 11 da série anual de mapas de cobertura e uso da terra do Brasil: estatísticas por bioma e estado (cobertura e transições). <https://brasil.mapbiomas.org/estatisticas/>

5. As duas fontes concordam?

Antes de cruzar dados, vale testar se as fontes contam a mesma história. Cada ponto é um estado em um ano: no eixo horizontal, o desmatamento do PRODES; no vertical, a conversão de **vegetação florestal** do bioma Amazônia segundo o MapBiomas.

Área desmatada (km²/ano, PRODES/INPE) × vegetação nativa convertida (km²/ano, MapBiomas Col. 11), por estado e ano

Correlação (log): $r = 0.93$ · Spearman: $\rho = 0.93$ · linha tracejada: valores iguais



Nota: O PRODES cobre a Amazônia Legal; o MapBiomas aqui é o bioma Amazônia. MA, MT e TO têm partes no Cerrado.

Fontes:

[1] INPE. PRODES: taxas anuais de desmatamento por corte raso na Amazônia Legal, por estado (km²/ano). <https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/downloads/>

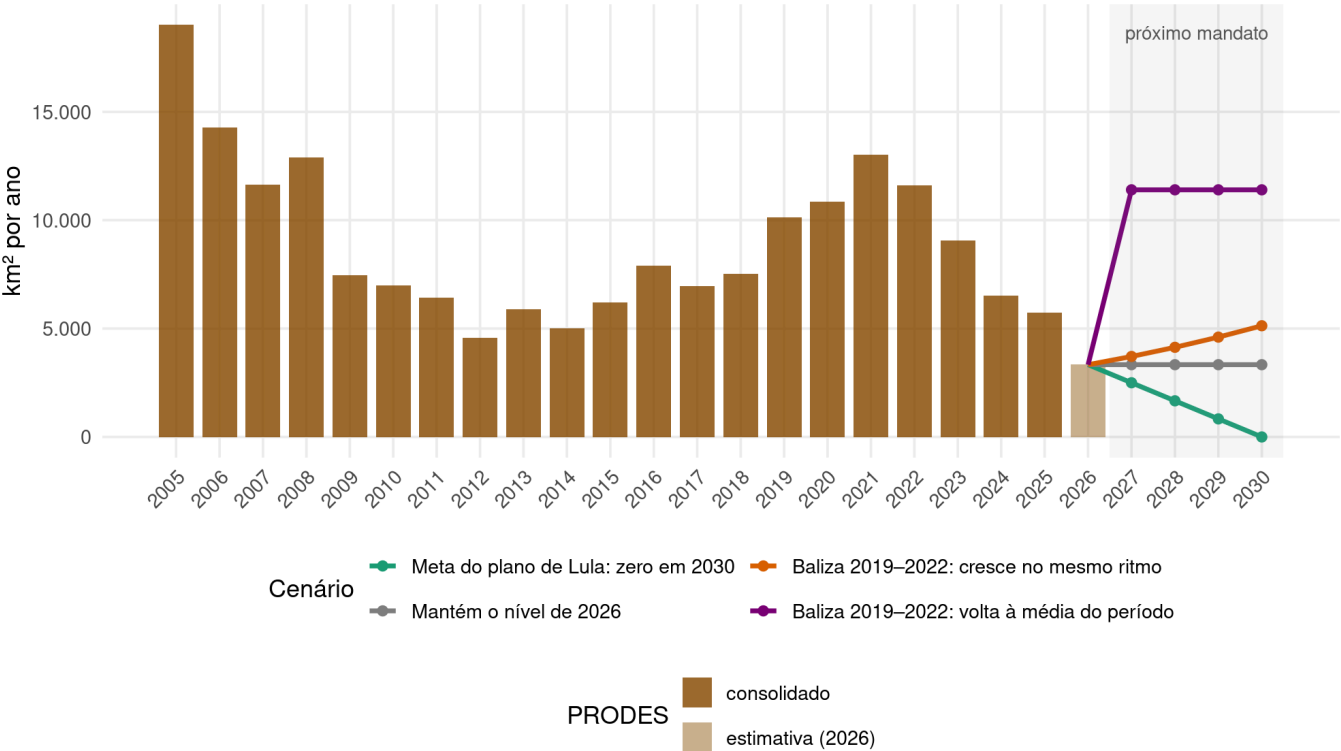
[2] Projeto MapBiomas. Coleção 11 da série anual de mapas de cobertura e uso da terra do Brasil: estatísticas por bioma e estado (cobertura e transições). <https://brasil.mapbiomas.org/estatisticas/>

Figura 7: Concordância entre as duas fontes de desmatamento, por estado e ano. Fontes: INPE. PRODES: taxas anuais de desmatamento por corte raso na Amazônia Legal, por estado (km²/ano). <https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/downloads/> Projeto MapBiomas. Coleção 11 da série anual de mapas de cobertura e uso da terra do Brasil: estatísticas por bioma e estado (cobertura e transições). <https://brasil.mapbiomas.org/estatisticas/>

6. Cenários até 2030

Projeção da taxa PRODES para o próximo mandato (2027–2030), partindo da estimativa de 2026. São **cenários**, não previsões: cada um depende de uma premissa explícita.

Área desmatada por corte raso na Amazônia Legal (km²/ano, PRODES/INPE): histórico e cenários para 2027–2030



Nota: Cenários são projeções, não previsões. Ritmo 2019–2022: 11,4% ao ano (de 7.536 km² em 2018 para 11.594 km² em 2022); média 2019–2022: 11.403 km²/ano. O governo Jair Bolsonaro (2019–2022) é usado como baliza para um governo Flávio Bolsonaro (premissa, não dado).

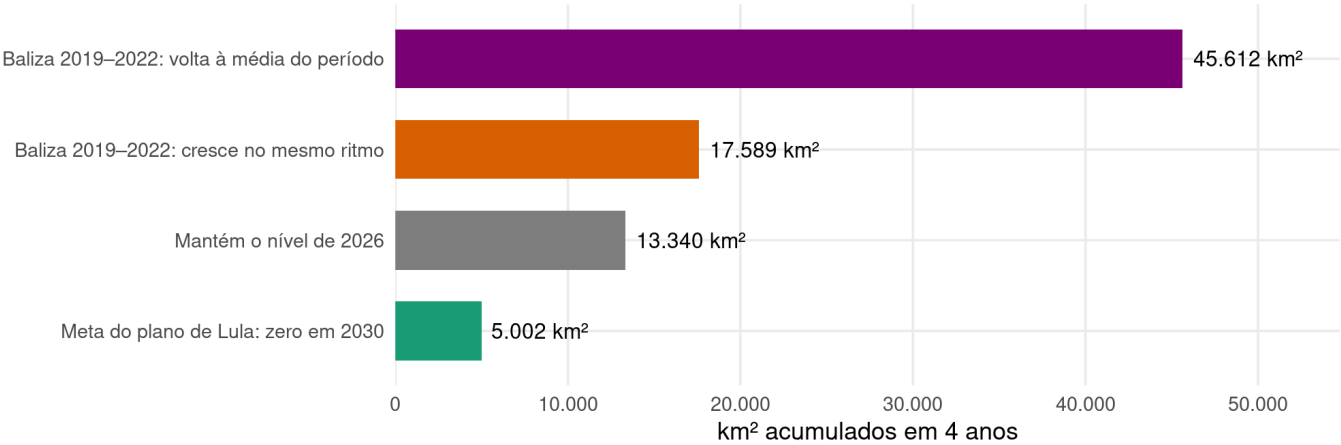
Fontes:

[1] INPE. PRODES: taxas anuais de desmatamento por corte raso na Amazônia Legal, por estado (km²/ano). <https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/downloads/>

[2] INPE. Estimativa da taxa PRODES 2026 (ago/2025–jul/2026), divulgada em 16/10/2026.

Figura 8: Taxa anual de desmatamento observada e quatro cenários para o próximo mandato. Fontes: INPE. PRODES: taxas anuais de desmatamento por corte raso na Amazônia Legal, por estado (km²/ano). <https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/downloads/> INPE. Estimativa da taxa PRODES 2026 (ago/2025–jul/2026), divulgada em 16/10/2026.

Área desmatada acumulada na Amazônia Legal em 2027–2030, por cenário (km², projeção a partir do PRODES/INPE)



Nota: Soma das taxas anuais projetadas para 2027 a 2030 em cada cenário.

Fontes:

[1] INPE. PRODES: taxas anuais de desmatamento por corte raso na Amazônia Legal, por estado (km²/ano). <https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/downloads/>

[2] INPE. Estimativa da taxa PRODES 2026 (ago/2025–jul/2026), divulgada em 16/10/2026.

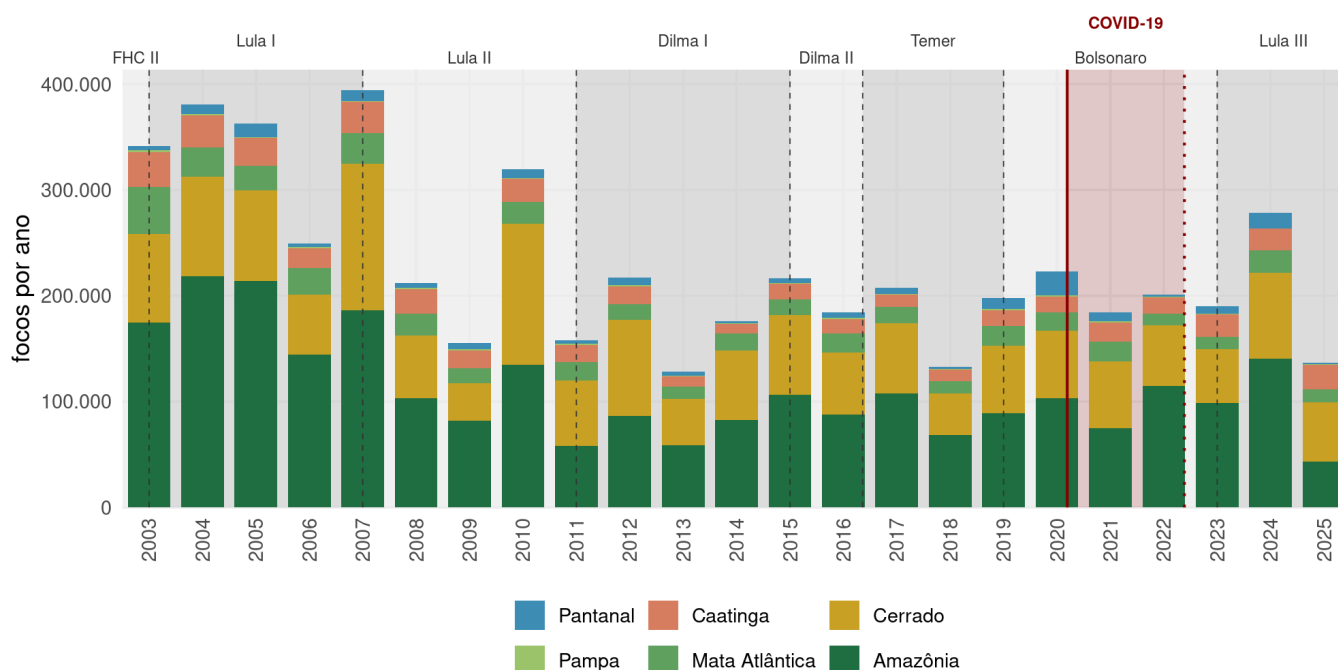
Figura 9: Área total desmatada em quatro anos em cada cenário. Fontes: INPE. PRODES: taxas anuais de desmatamento por corte raso na Amazônia Legal, por estado (km²/ano). <https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/downloads/> INPE. Estimativa da taxa PRODES 2026 (ago/2025–jul/2026), divulgada em 16/10/2026.

7. Fogo

O INPE conta **focos de calor** detectados por satélite. Para comparar anos diferentes, usamos só o **satélite de referência** (o mesmo sensor ao longo da série, desde 2003). Focos não são área queimada: um incêndio grande gera muitos focos, e um pequeno pode não ser visto. A série serve para comparar tendências.

Focos de calor detectados por satélite, por bioma (focos/ano, INPE Programa Queimadas)

Satélite de referência (mesmo sensor em toda a série); focos indicam fogo ativo, não área queimada



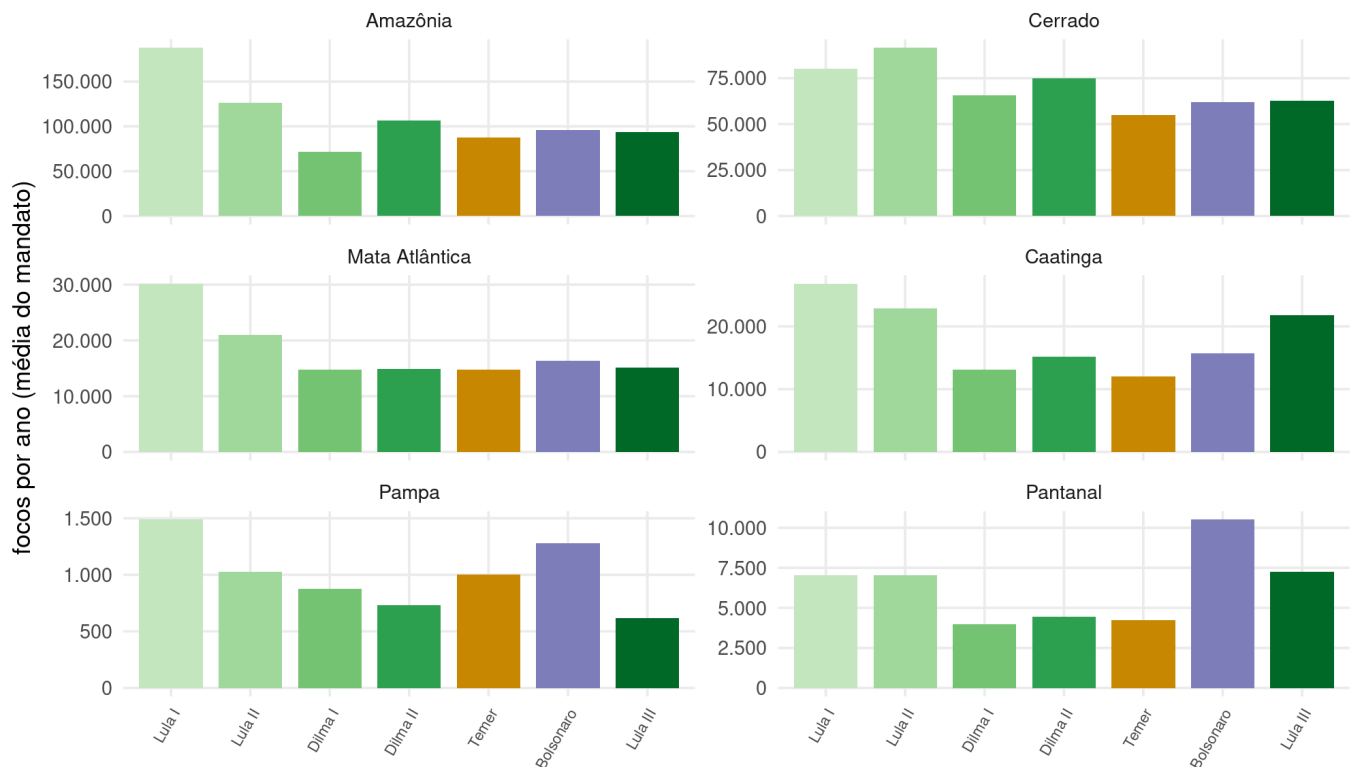
Fontes:

[1] INPE. Programa Queimadas: focos de calor anuais detectados pelo satélite de referência. <https://dataserver-coids.inpe.br/queimadas/queimadas/focos/csv/anual/>

[2] Mandatos presidenciais: datas de posse e de término (Presidência da República). Pandemia de COVID-19: declaração da OMS (11/03/2020) até o fim da Emergência em Saúde Pública de Importância Nacional (Portaria GM/MS nº 913/2022, vigente em 22/05/2022).

Figura 10: Número anual de focos de calor por bioma. Fontes: INPE. Programa Queimadas: focos de calor anuais detectados pelo satélite de referência. <https://dataserver-coids.inpe.br/queimadas/queimadas/focos/csv/anual/> Mandatos presidenciais: datas de posse e de término (Presidência da República). Pandemia de COVID-19: declaração da OMS (11/03/2020) até o fim da Emergência em Saúde Pública de Importância Nacional (Portaria GM/MS nº 913/2022, vigente em 22/05/2022).

Focos de calor (focos/ano, INPE Programa Queimadas): média anual por mandato e bioma



Nota: Lula I começa em 2003, primeiro ano da série do satélite de referência; Lula III vai até 2025. Escalas verticais diferentes entre biomas.

Fontes:

[1] INPE. Programa Queimadas: focos de calor anuais detectados pelo satélite de referência.

<https://dataserver-coids.inpe.br/queimadas/queimadas/focos/csv/anual/>

[2] Mandatos presidenciais: datas de posse e de término (Presidência da República). Pandemia de COVID-19: declaração da OMS (11/03/2020) até o fim da Emergência em Saúde Pública de Importância Nacional (Portaria GM/MS nº 913/2022, vigente em 22/05/2022).

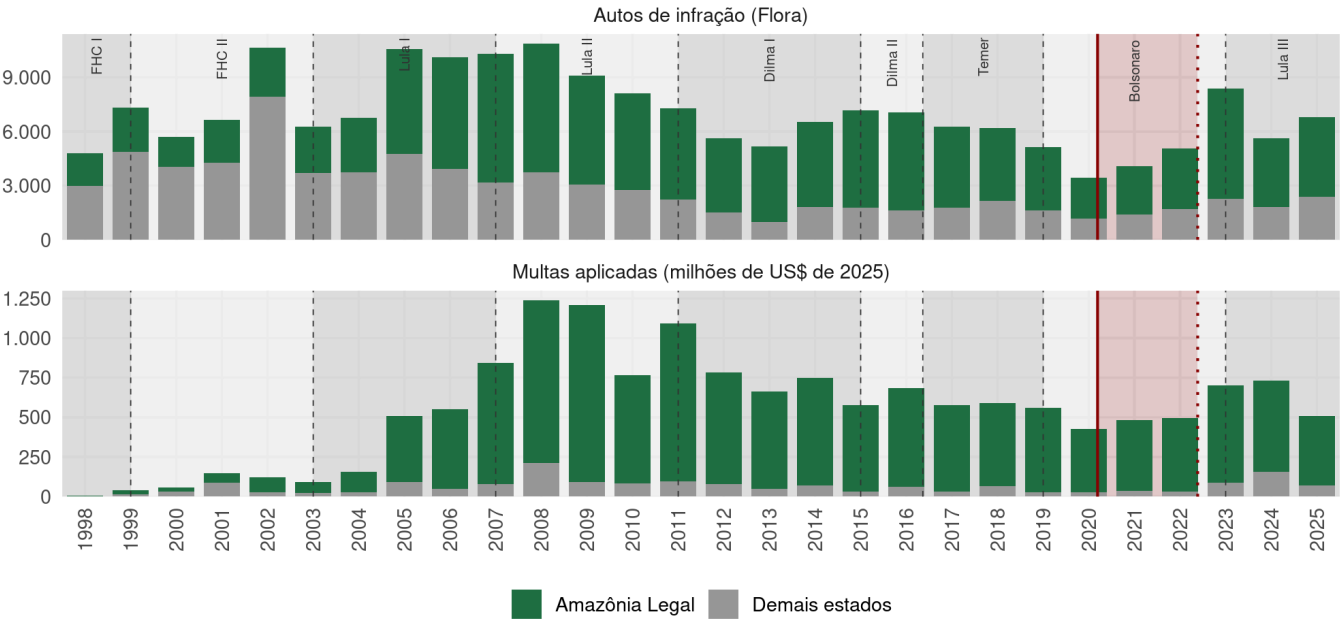
Figura 11: Média anual de focos de calor em cada mandato, por bioma. Fontes: INPE. Programa Queimadas: focos de calor anuais detectados pelo satélite de referência. <https://dataserver-coids.inpe.br/queimadas/queimadas/focos/csv/anual/> Mandatos presidenciais: datas de posse e de término (Presidência da República). Pandemia de COVID-19: declaração da OMS (11/03/2020) até o fim da Emergência em Saúde Pública de Importância Nacional (Portaria GM/MS nº 913/2022, vigente em 22/05/2022).

O fogo depende muito do clima: anos de seca forte (como os de El Niño, 2015–2016 e 2023–2024) concentram focos mesmo sem mudança de política. Por isso, comparar mandatos pela média de focos mistura política e clima, e o cruzamento com dados de chuva fica para uma próxima etapa.

8. Fiscalização

Os autos de infração do Ibama mostram a **atividade de fiscalização**: quantas infrações foram autuadas e o valor das multas aplicadas. Para o desmatamento, o tipo mais relevante é **Flora** (corte, queima e comércio ilegal de madeira e vegetação). Os valores estão em **US\$ de 2025** (reais corrigidos pelo IPCA e convertidos pelo dólar médio de 2025), a partir de 1995, primeiro ano inteiro do real. A série começa em **1998**: antes disso, quase não há autos de flora nos dados abertos (provavelmente registros antigos não digitalizados), e até 2004 boa parte dos autos não traz valor de multa. Multa aplicada não é multa paga: grande parte é contestada ou nunca cobrada.

Autos de infração contra a flora (nº/ano, Ibama) e multas aplicadas (milhões de US\$ de 2025, Ibama + BCB)

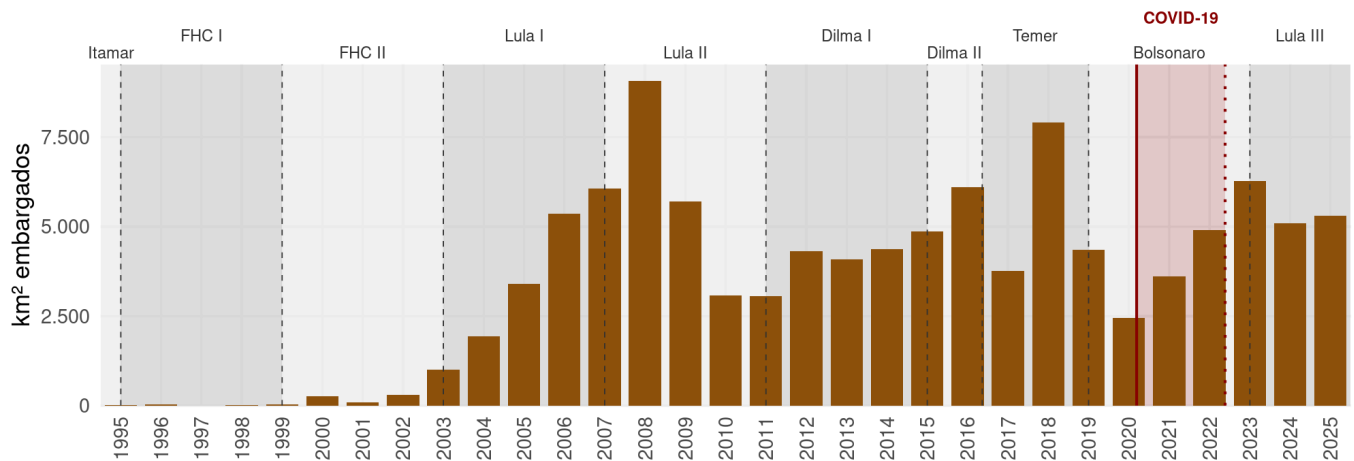


Nota: Autos do tipo Flora, sem autos cancelados, 1998 em diante. Multa aplicada não é multa paga. Ano corrente (2026) fora por estar incompleto.
Fontes:
[1] Ibama. Dados abertos: autos de infração (SIFISC). https://stibamadadosabertosprd.blob.core.windows.net/dados-abertos/dados/SIFISC/auto_infracao/auto_infracao/auto_infracao_csv.zip
[2] Banco Central do Brasil. SGS: série 1 (dólar comercial, venda, diário) e série 433 (IPCA, variação mensal). Valores corrigidos pelo IPCA para 2025 e convertidos pelo dólar médio de 2025. <https://api.bcb.gov.br/dados/serie/bcdata.sgs.433/dados?formato=csv>
[3] Mandatos presidenciais: datas de posse e de término (Presidência da República). Pandemia de COVID-19: declaração da OMS (11/03/2020) até o fim da Emergência em Saúde Pública de Importância Nacional (Portaria GM/MS nº 913/2022, vigente em 22/05/2022).

Figura 12: Número de autos de infração contra a flora e valor das multas aplicadas pelo Ibama. Fontes: Ibama. Dados abertos: autos de infração (SIFISC). https://stibamadadosabertosprd.blob.core.windows.net/dados-abertos/dados/SIFISC/auto_infracao/auto_infracao/auto_infracao_csv.zip Banco Central do Brasil. SGS: série 1 (dólar comercial, venda, diário) e série 433 (IPCA, variação mensal). Valores corrigidos pelo IPCA para 2025 e convertidos pelo dólar médio de 2025. <https://api.bcb.gov.br/dados/serie/bcdata.sgs.433/dados?formato=csv> Mandatos presidenciais: datas de posse e de término (Presidência da República). Pandemia de COVID-19: declaração da OMS (11/03/2020) até o fim da Emergência em Saúde Pública de Importância Nacional (Portaria GM/MS nº 913/2022, vigente em 22/05/2022).

Área embargada pelo Ibama (km²/ano, termos de embargo)

Soma das áreas dos termos de embargo lavrados em cada ano, em todo o Brasil



Nota: Todos os estados e tipos de infração; ano do termo de embargo. Ano corrente (2026) fora por estar incompleto.

Fontes:

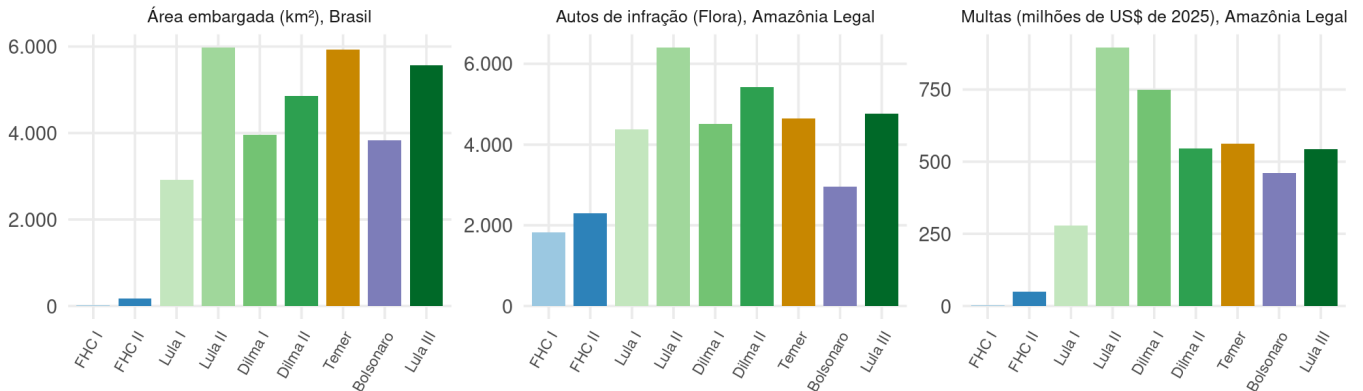
[1] Ibama. Dados abertos: termos de embargo.

https://stibamadadosabertosprd.blob.core.windows.net/dados-abertos/dados/TERMOS_DE_EMBARGO/TERMO_EMBARGO/termo_de_embargo.csv

[2] Mandatos presidenciais: datas de posse e de término (Presidência da República). Pandemia de COVID-19: declaração da OMS (11/03/2020) até o fim da Emergência em Saúde Pública de Importância Nacional (Portaria GM/MS nº 913/2022, vigente em 22/05/2022).

Figura 13: Área total embargada pelo Ibama em cada ano. Fontes: Ibama. Dados abertos: termos de embargo. https://stibamadadosabertosprd.blob.core.windows.net/dados-abertos/dados/TERMOS_DE_EMBARGO/TERMO_EMBARGO/termo_de_embargo.csv Mandatos presidenciais: datas de posse e de término (Presidência da República). Pandemia de COVID-19: declaração da OMS (11/03/2020) até o fim da Emergência em Saúde Pública de Importância Nacional (Portaria GM/MS nº 913/2022, vigente em 22/05/2022).

Fiscalização ambiental (Ibama): média anual por mandato de autos, multas (US\$ de 2025) e área embargada



Nota: Cada ano atribuído ao presidente em exercício em 1º de julho. Série a partir de 1998 (FHC I tem só 1998).

Fontes:

[1] Ibama. Dados abertos: autos de infração (SIFISC).

https://stibamadadosabertosprd.blob.core.windows.net/dados-abertos/dados/SIFISC/aut_infracao/aut_infracao/aut_infracao_csv.zip

[2] Ibama. Dados abertos: termos de embargo.

https://stibamadadosabertosprd.blob.core.windows.net/dados-abertos/dados/TERMOS_DE_EMBARGO/TERMO_EMBARGO/termo_de_embargo.csv

[3] Banco Central do Brasil. SGS: série 1 (dólar comercial, venda, diário) e série 433 (IPCA, variação mensal). Valores corrigidos pelo IPCA para 2025 e convertidos pelo dólar médio de 2025. <https://api.bcb.gov.br/dados/serie/bcdata.sgs.433/dados?formato=csv>

[4] Mandatos presidenciais: datas de posse e de término (Presidência da República). Pandemia de COVID-19: declaração da OMS (11/03/2020) até o fim da Emergência em Saúde Pública de Importância Nacional (Portaria GM/MS nº 913/2022, vigente em 22/05/2022).

Figura 14: Indicadores de fiscalização do Ibama, média anual por mandato. Fontes: Ibama. Dados abertos: autos de infração (SIFISC). https://stibamadadosabertosprd.blob.core.windows.net/dados-abertos/dados/SIFISC/aut_infracao/aut_infracao/aut_infracao_csv.zip Ibama. Dados abertos: termos de embargo. https://stibamadadosabertosprd.blob.core.windows.net/dados-abertos/dados/TERMOS_DE_EMBARGO/TERMO_EMBARGO/termo_de_embargo.csv Banco Central do Brasil. SGS: série 1 (dólar comercial, venda, diário) e série 433 (IPCA, variação mensal). Valores corrigidos pelo IPCA para 2025 e convertidos pelo dólar médio de 2025. <https://api.bcb.gov.br/dados/serie/bcdata.sgs.433/dados?formato=csv> Mandatos presidenciais: datas de posse e de término (Presidência da República). Pandemia de COVID-19: declaração da OMS (11/03/2020) até o fim da Emergência em Saúde Pública de Importância Nacional (Portaria GM/MS nº 913/2022, vigente em 22/05/2022).

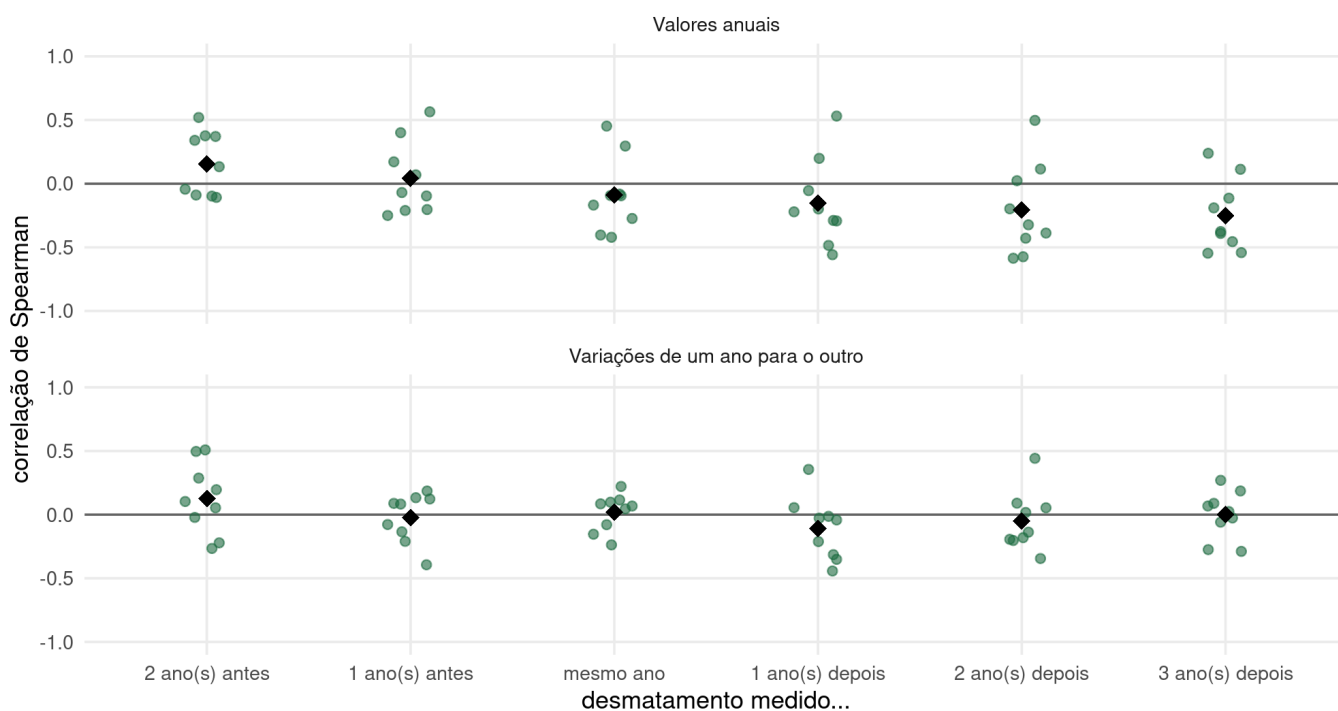
9. Fiscalização e desmatamento

Fiscalizar mais reduz o desmatamento? A relação é de mão dupla: **mais desmatamento gera mais autos** (há mais infrações para autuar), e **mais fiscalização deveria gerar menos desmatamento** depois. Para separar um pouco os dois efeitos, comparamos os autos de cada ano com o desmatamento dos anos **anteriores**, do **mesmo ano** e dos anos **seguintes**, estado por estado, usando a correlação de postos (Spearman) dentro de cada estado.

Fazemos isso de dois jeitos. Com os **valores anuais**, a correlação mistura a relação entre as duas séries com as tendências de longo prazo de cada uma (as duas caíram em boa parte do período, por motivos que podem ser diferentes). Com as **variações de um ano para o outro**, a tendência sai da conta e sobra a pergunta: quando os autos sobem num estado, o desmatamento cai depois?

Autos de infração contra a flora (nº/ano, Ibama) × área desmatada (km²/ano, PRODES/INPE): correlação com defasagem

Correlação de Spearman calculada dentro de cada estado da Amazônia Legal, com o desmatamento medido antes, no mesmo ano ou depois dos autos



Nota: Pontos verdes: estados (9); losango: média. Autos de 1998 em diante; PRODES consolidado (sem a estimativa 2026).

Fontes:

[1] Ibama. Dados abertos: autos de infração (SIFISC).

https://stibamadadosabertosprd.blob.core.windows.net/dados-abertos/dados/SIFISC/autos_infracao/autos_infracao/autos_infracao_csv.zip

[2] INPE. PRODES: taxas anuais de desmatamento por corte raso na Amazônia Legal, por estado (km²/ano). <https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/downloads/>

Figura 15: Correlação entre autos de infração e desmatamento em diferentes defasagens, por estado. Fontes: Ibama. Dados abertos: autos de infração (SIFISC). https://stibamadadosabertosprd.blob.core.windows.net/dados-abertos/dados/SIFISC/autos_infracao/autos_infracao/autos_infracao_csv.zip INPE. PRODES: taxas anuais de desmatamento por corte raso na Amazônia Legal, por estado (km²/ano). <https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/downloads/>

medida	defasagem (anos)	média entre estados	me- nor	maior
Valores anuais	-2	0.16	-0.11	0.52
Valores anuais	-1	0.04	-0.25	0.56
Valores anuais	0	-0.09	-0.42	0.45
Valores anuais	1	-0.15	-0.56	0.53
Valores anuais	2	-0.21	-0.59	0.50
Valores anuais	3	-0.25	-0.55	0.24
Variações de um ano para o outro	-2	0.13	-0.27	0.51
Variações de um ano para o outro	-1	-0.02	-0.39	0.19
Variações de um ano para o outro	0	0.02	-0.24	0.22
Variações de um ano para o outro	1	-0.11	-0.44	0.36
Variações de um ano para o outro	2	-0.05	-0.34	0.44
Variações de um ano para o outro	3	0.00	-0.29	0.27

O que os números mostram (e o que não mostram):

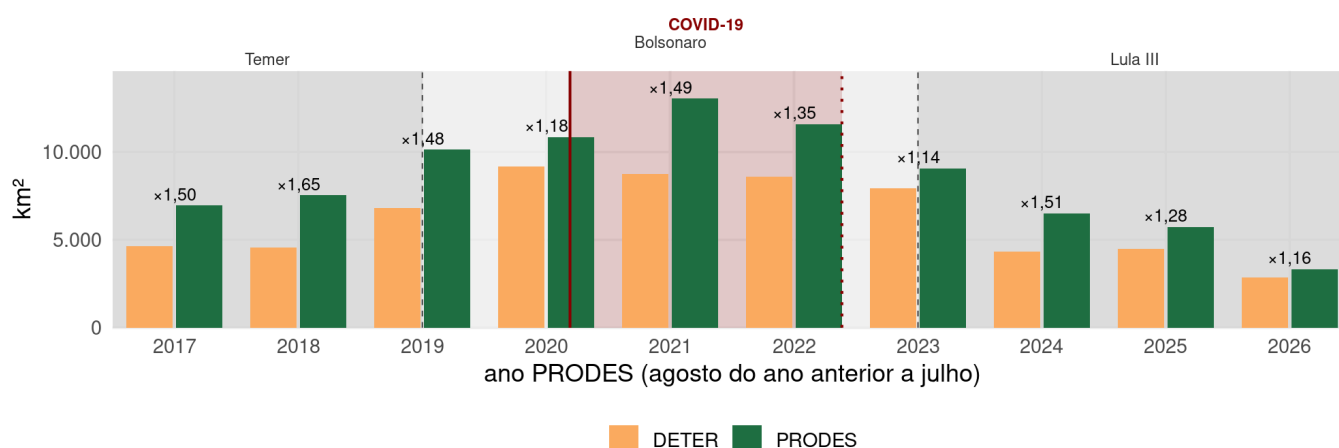
- Com os **valores anuais**, a média entre estados fica levemente negativa e se torna mais negativa quanto mais à frente olhamos (mais autos num ano, menos desmatamento três anos depois). Mas esse padrão pode vir só das tendências: os autos subiram até 2008 e o desmatamento caiu de 2005 a 2012, então qualquer série que suba e depois caia “parece” antecipar a queda.
- Com as **variações anuais**, as correlações ficam próximas de zero em todas as defasagens, e os estados discordam muito entre si. Ou seja, nesta escala (estado e ano) **não aparece um sinal claro** de que um aumento de autos seja seguido de queda do desmatamento.
- Isso **não** quer dizer que a fiscalização não funciona. Contar autos é uma medida grosseira (um auto pode ser de 1 hectare ou de 10 mil), e o efeito da fiscalização passa também por embargos, apreensões, crédito rural bloqueado e pela simples expectativa de ser pego. Estudos que usam desenhos mais cuidadosos, como os do Climate Policy Initiative (PUC-Rio) sobre o DETER e a fiscalização em municípios da Amazônia, encontram efeitos dissuasórios relevantes. Esta correlação simples é só um ponto de partida para a análise por município, com área embargada e alertas do DETER.

10. Alertas do DETER

O **DETER** é o sistema de alertas do INPE: imagens de resolução mais baixa, analisadas quase em tempo real, para orientar a fiscalização. O **PRODES** é o mapeamento anual, mais detalhado, que dá a taxa oficial. Os dois usam o mesmo “ano PRODES” (agosto a julho). Aqui, o desmatamento do DETER soma as classes de corte raso, corte raso com vegetação e mineração; degradação, corte seletivo e cicatrizes de queimada são mostrados à parte.

Área desmatada por corte raso (km²/ano, PRODES/INPE) × área com alertas de desmatamento (km²/ano, DETER/INPE), Amazônia Legal

DETER: corte raso, corte raso com vegetação e mineração. Acima das barras: PRODES ÷ DETER



Nota: PRODES 2026 é a estimativa divulgada em 16/10/2026.

Fontes:

[1] INPE. PRODES: taxas anuais de desmatamento por corte raso na Amazônia Legal, por estado (km²/ano). <https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/downloads/>

[2] INPE. Estimativa da taxa PRODES 2026 (ago/2025–jul/2026), divulgada em 16/10/2026.

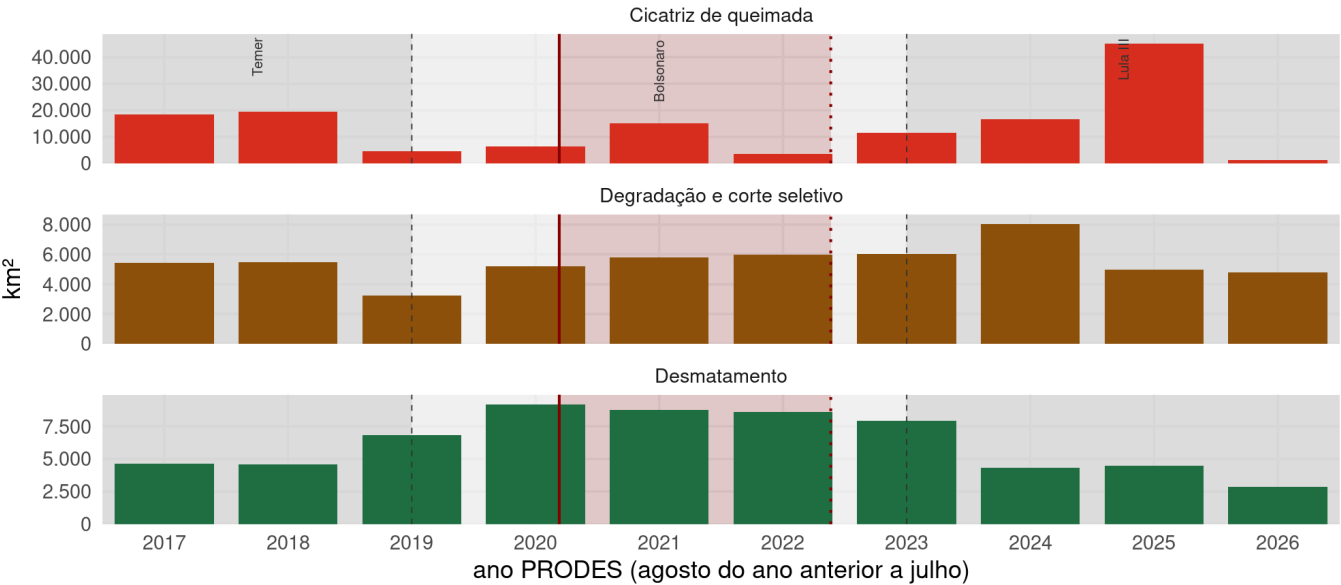
[3] INPE. DETER Amazônia: alertas de desmatamento e degradação (camada deter-amz:deter_amz). <https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/geoserver/deter-amz/wfs>

[4] Mandatos presidenciais: datas de posse e de término (Presidência da República). Pandemia de COVID-19: declaração da OMS (11/03/2020) até o fim da Emergência em Saúde Pública de Importância Nacional (Portaria GM/MS nº 913/2022, vigente em 22/05/2022).

Figura 16: Comparação anual entre a taxa PRODES e a área de alertas de desmatamento do DETER. Fontes: INPE. PRODES: taxas anuais de desmatamento por corte raso na Amazônia Legal, por estado (km²/ano). <https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/downloads/> INPE. Estimativa da taxa PRODES 2026 (ago/2025–jul/2026), divulgada em 16/10/2026. INPE. DETER Amazônia: alertas de desmatamento e degradação (camada deter-amz:deter_amz). <https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/geoserver/deter-amz/wfs> Mandatos presidenciais: datas de posse e de término (Presidência da República). Pandemia de COVID-19: declaração da OMS (11/03/2020) até o fim da Emergência em Saúde Pública de Importância Nacional (Portaria GM/MS nº 913/2022, vigente em 22/05/2022).

O DETER enxerga menos que o PRODES (polígonos pequenos e áreas sob nuvem escapam), mas acompanha bem a **direção** da taxa. A razão PRODES ÷ DETER varia de ano a ano, por isso o DETER serve para antecipar a tendência, não o número exato.

Área com alertas DETER/INPE por tipo na Amazônia Legal (km²/ano): desmatamento, degradação e cicatriz de queimada



Nota: Ano PRODES 2017 = ago/2016 a jul/2017 (início do DETER atual). Desmatamento: corte raso, corte raso com vegetação e mineração; degradação: degradação e corte seletivo. Escalas verticais diferentes.

Fontes:

[1] INPE. DETER Amazônia: alertas de desmatamento e degradação (camada deter-amz:deter_amz). <https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/geoserver/deter-amz/wfs>

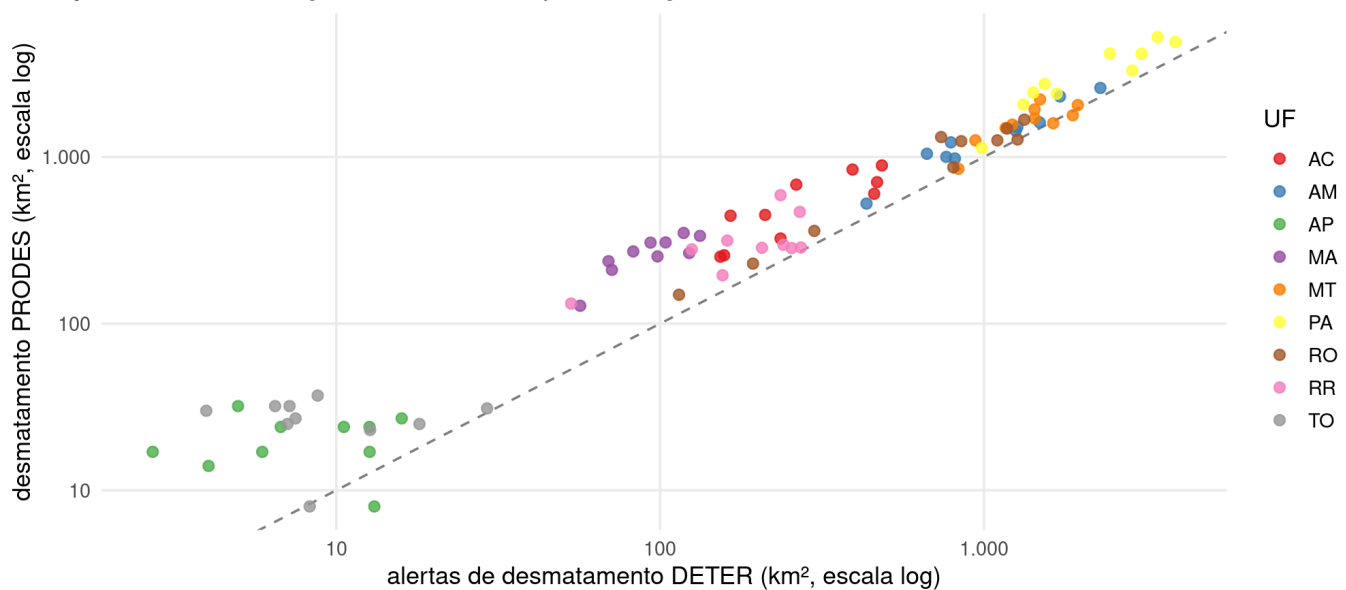
[2] Mandatos presidenciais: datas de posse e de término (Presidência da República). Pandemia de COVID-19: declaração da OMS (11/03/2020) até o fim da Emergência em Saúde Pública de Importância Nacional (Portaria GM/MS nº 913/2022, vigente em 22/05/2022).

Figura 17: Área anual com alertas DETER, separada em desmatamento, degradação e cicatrizes de queimada. Fontes: INPE. DETER Amazônia: alertas de desmatamento e degradação (camada deter-amz:deter_amz). <https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/geoserver/deter-amz/wfs> Mandatos presidenciais: datas de posse e de término (Presidência da República). Pandemia de COVID-19: declaração da OMS (11/03/2020) até o fim da Emergência em Saúde Pública de Importância Nacional (Portaria GM/MS nº 913/2022, vigente em 22/05/2022).

O desmatamento caiu a partir de 2023, mas **degradação e fogo não acompanharam**: o ano PRODES 2025 (agosto de 2024 a julho de 2025), que inclui a temporada de seca extrema de 2024, tem a maior área de cicatrizes de queimada da série. Floresta degradada pelo fogo não entra na taxa de desmatamento do PRODES, mas perde carbono e biodiversidade e fica mais vulnerável a ser desmatada depois. Esse é um dos pontos que ambientalistas e cientistas destacam ao avaliar os números recentes.

Área desmatada (km²/ano, PRODES/INPE) × área com alertas de desmatamento (km²/ano, DETER/INPE), por estado e ano

correlação de Pearson entre os logaritmos = 0,98; linha tracejada: valores iguais



Nota: Anos PRODES 2017 em diante; cada ponto é um estado em um ano.

Fontes:

[1] INPE. PRODES: taxas anuais de desmatamento por corte raso na Amazônia Legal, por estado (km²/ano). <https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/downloads/>

[2] INPE. Estimativa da taxa PRODES 2026 (ago/2025–jul/2026), divulgada em 16/10/2026.

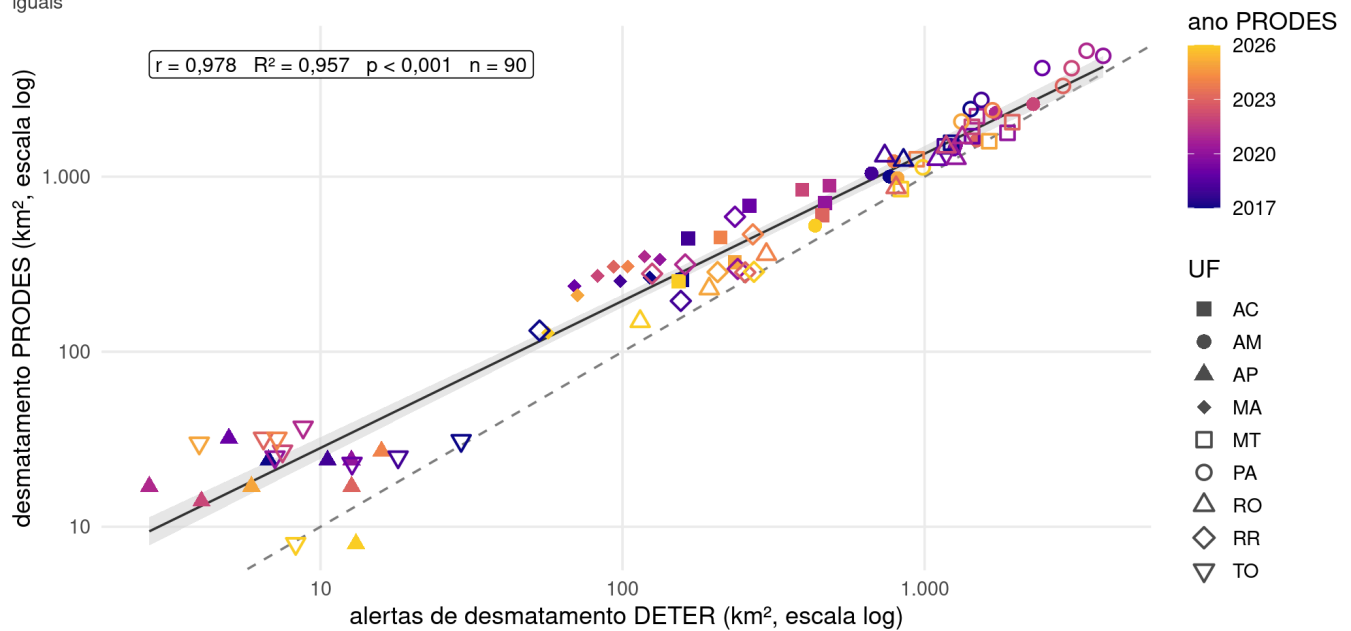
[3] INPE. DETER Amazônia: alertas de desmatamento e degradação (camada deter-amz:deter_amz). <https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/geoserver/deter-amz/wfs>

Figura 18: Relação entre DETER e PRODES para cada estado e ano, cor por estado. Fontes: INPE. PRODES: taxas anuais de desmatamento por corte raso na Amazônia Legal, por estado (km²/ano). <https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/downloads/> INPE. Estimativa da taxa PRODES 2026 (ago/2025–jul/2026), divulgada em 16/10/2026. INPE. DETER Amazônia: alertas de desmatamento e degradação (camada deter-amz:deter_amz). <https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/geoserver/deter-amz/wfs>

A mesma relação, agora com a **forma** indicando o estado e a **cor** indicando o ano, para ver se a relação muda ao longo do tempo. O teste é a correlação de Pearson entre os logaritmos das duas áreas.

Área desmatada (km²/ano, PRODES/INPE) × área com alertas de desmatamento (km²/ano, DETER/INPE), por estado e ano

forma: estado; cor: ano PRODES. Linha contínua: regressão linear em escala log, com intervalo de 95%; tracejada: valores iguais



Nota: Anos PRODES 2017 a 2026 (2026 = estimativa). r: correlação de Pearson entre $\log_{10}(\text{km}^2 + 1)$; os anos de um mesmo estado não são independentes, então o p-valor é otimista.

Fontes:

[1] INPE. PRODES: taxas anuais de desmatamento por corte raso na Amazônia Legal, por estado (km²/ano). <https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/downloads/>

[2] INPE. Estimativa da taxa PRODES 2026 (ago/2025–jul/2026), divulgada em 16/10/2026.

[3] INPE. DETER Amazônia: alertas de desmatamento e degradação (camada deter-amz:deter_amz). <https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/geoserver/deter-amz/wfs>

Figura 19: Relação entre DETER e PRODES para cada estado e ano, forma por estado e cor por ano. Fontes: INPE. PRODES: taxas anuais de desmatamento por corte raso na Amazônia Legal, por estado (km²/ano). <https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/downloads/> INPE. Estimativa da taxa PRODES 2026 (ago/2025–jul/2026), divulgada em 16/10/2026. INPE. DETER Amazônia: alertas de desmatamento e degradação (camada deter-amz:deter_amz). <https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/geoserver/deter-amz/wfs>

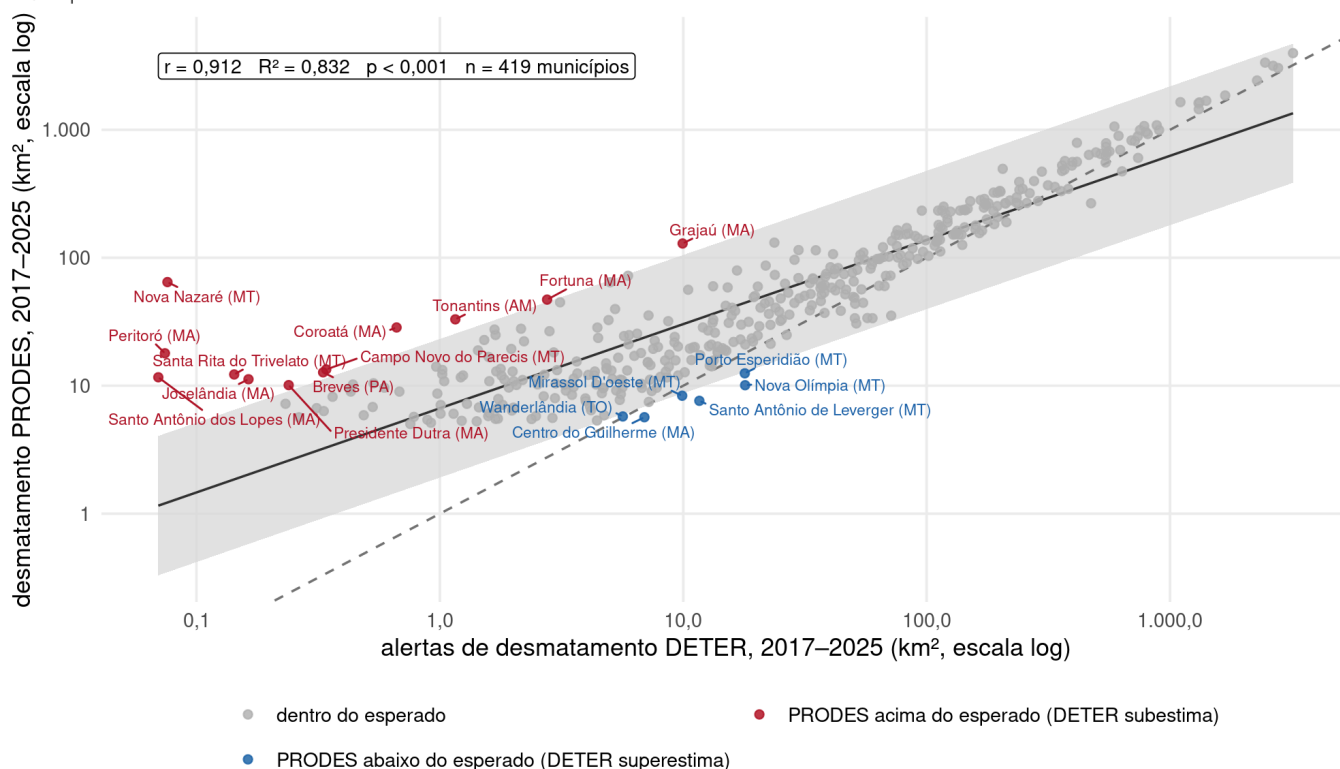
11. DETER e PRODES por município

Por estado, os alertas do DETER acompanham de perto o PRODES. Por município dá para ver o padrão com mais detalhe e achar os lugares que **destoam**: onde o DETER registra bem menos (ou bem mais) do que o PRODES mapeia depois. O PRODES por município é a soma dos polígonos anuais de desmatamento que caem em cada município; ela fica entre 83% e 106% da taxa oficial de cada ano (a taxa inclui uma correção para áreas sob nuvem).

Para reduzir o ruído de anos com valores pequenos, somamos 2017 a 2025 em cada município e usamos só os municípios com pelo menos 5 km² desmatados no período.

Área desmatada (km², PRODES/INPE) × área com alertas de desmatamento (km², DETER/INPE), por município da Amazônia Legal, soma de 2017 a 2025

Linha contínua: regressão em escala log; faixa cinza: intervalo de predição de 95%; tracejada: valores iguais. Nomes: municípios fora da faixa



Nota: Municípios com pelo menos 5 km² no PRODES e algum alerta DETER no período. DETER: corte raso, corte raso com vegetação e mineração; anos PRODES (agosto a julho).

Fontes:

[1] INPE. PRODES Amazônia Legal: polígonos anuais de desmatamento (serviço WFS prodes-legal-amz), somados por município. <https://terrabilis.dpi.inpe.br/geoserver/prodes-legal-amz/wfs>

[2] INPE. DETER Amazônia: área de cada alerta no município (campo areamunkm, código IBGE do município). <https://terrabilis.dpi.inpe.br/geoserver/deter-amz/wfs>

[3] IBGE: malhas de municípios (2022), estados (2020) e biomas (2019), na versão preparada pelo IPEA para o pacote geobr. https://www.ipea.gov.br/geobr/data_gpkg/

Figura 20: Área desmatada (PRODES) e área de alertas (DETER) somadas de 2017 a 2025 em cada município da Amazônia Legal; destacados os que ficam fora do intervalo de predição de 95%. Fontes: INPE. PRODES Amazônia Legal: polígonos anuais de desmatamento (serviço WFS prodes-legal-amz), somados por município. <https://terrabilis.dpi.inpe.br/geoserver/prodes-legal-amz/wfs> INPE. DETER Amazônia: área de cada alerta no município (campo areamunkm, código IBGE do município). <https://terrabilis.dpi.inpe.br/geoserver/deter-amz/wfs> IBGE: malhas de municípios (2022), estados (2020) e biomas (2019), na versão preparada pelo IPEA para o pacote geobr. https://www.ipea.gov.br/geobr/data_gpkg/

município	UF	PRODES (km²)	DETER (km²)	PRODES ÷ DETER	PRODES esperado (km²)	situação
Nova Nazaré	MT	64,50	0,1	849,07	1,20	PRODES acima do esperado
Peritoró	MA	17,90	0,1	241,57	1,20	PRODES acima do esperado
Santo Antônio dos Lopes	MA	11,60	0,1	166,98	1,20	PRODES acima do esperado
Santa Rita do Trivelato	MT	12,20	0,1	85,68	1,90	PRODES acima do esperado
Coroatá	MA	28,50	0,7	42,94	5,10	PRODES acima do esperado
Joselândia	MA	11,20	0,2	68,67	2,00	PRODES acima do esperado
Tonantins	AM	33,00	1,2	28,52	7,30	PRODES acima do esperado
Nova Olímpia	MT	10,10	18,0	0,56	44,50	PRODES abaixo do esperado
Santo Antônio de Leverger	MT	7,60	11,6	0,65	33,50	PRODES abaixo do esperado
Grajaú	MA	129,20	9,9	13,00	30,20	PRODES acima do esperado
Centro do Guilherme	MA	5,70	6,9	0,82	23,80	PRODES abaixo do esperado
Campo Novo do Parecis	MT	13,40	0,3	39,26	3,30	PRODES acima do esperado
Breves	PA	12,70	0,3	38,38	3,20	PRODES acima do esperado
Presidente Dutra	MA	10,10	0,2	42,23	2,60	PRODES acima do esperado
Fortuna	MA	47,10	2,8	17,07	13,00	PRODES acima do esperado
Wanderlândia	TO	5,80	5,6	1,02	20,80	PRODES abaixo do esperado
Mirassol D'oeste	MT	8,40	9,9	0,84	30,10	PRODES abaixo do esperado
Porto Esperidião	MT	12,50	17,9	0,70	44,40	PRODES abaixo do esperado

Municípios com **PRODES bem acima do esperado** pelo DETER são lugares onde o desmatamento escapou dos alertas: polígonos pequenos (abaixo da área mínima do DETER), cobertura de nuvens persistente na época dos alertas ou desmatamento gradual. O contrário (**DETER acima do esperado**) costuma indicar alertas que o PRODES não confirmou como corte raso, por exemplo áreas de degradação intensa ou de mineração. A lista serve como ponto de partida para olhar caso a caso, não como diagnóstico.

12. Terras indígenas e fogo

Comparar o número de TIs com o número de focos por estado mede principalmente o **tamanho** de cada estado: estados grandes têm mais TIs e mais focos. A pergunta que interessa é outra: **dentro das TIs há mais ou menos fogo do que fora delas, na mesma área?** Para isso, cada foco foi localizado dentro ou fora de uma TI pelas coordenadas, e calculamos a **densidade** de focos (focos por 1.000 km² por ano).

Número de terras indígenas (Funai) × focos de calor (INPE Programa Queimadas), por estado, 2003–2025

Correlação positiva, mas o número de TIs também acompanha o tamanho do estado: a comparação mistura área com fogo

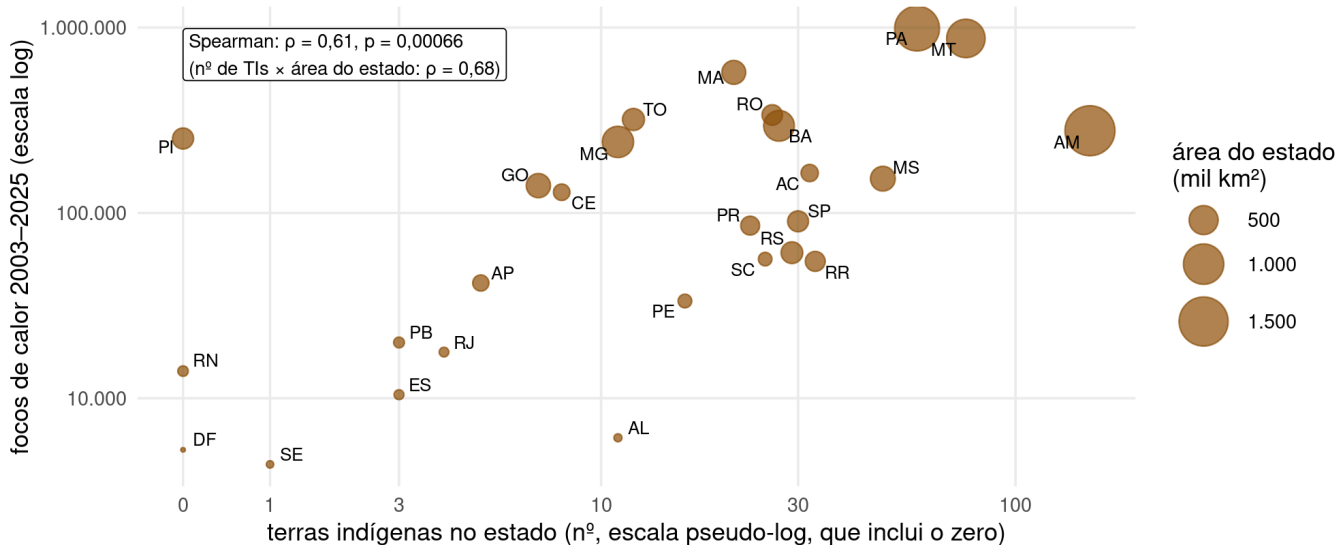
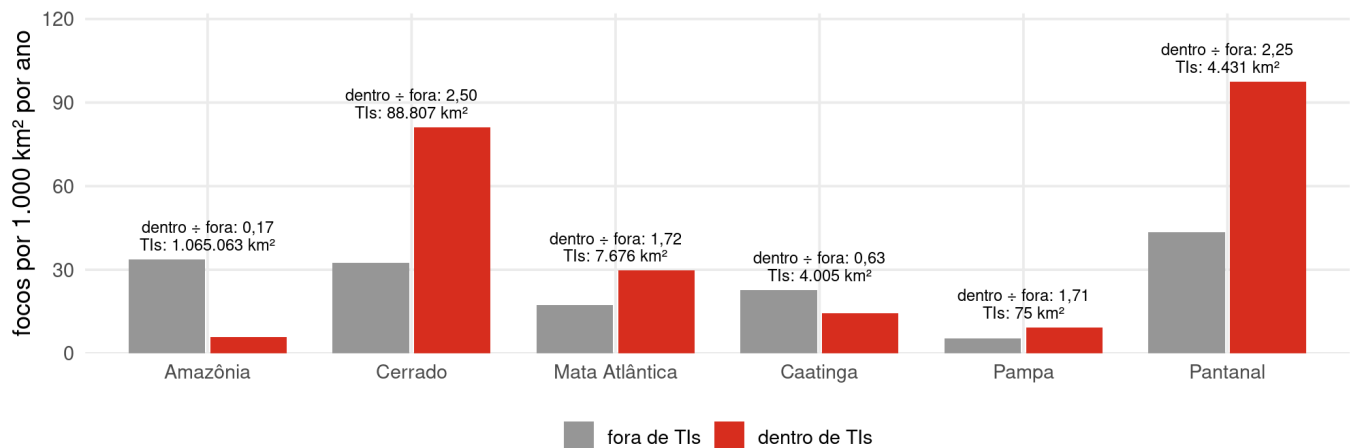


Figura 21: Número de terras indígenas e número total de focos de calor por estado (2003 a 2025). Fontes: Funai: terras indígenas (todas as fases), versão de março de 2021 preparada pelo IPEA para o pacote geobr. https://www.ipea.gov.br/geobr/data_gpkg/indigenous_land/202103/indigenous_land_202103.gpkg INPE. Programa Queimadas: focos de calor anuais detectados pelo satélite de referência. <https://dataserver-coids.inpe.br/queimadas/queimadas/focos/csv/anual/> IBGE: malhas de municípios (2022), estados (2020) e biomas (2019), na versão preparada pelo IPEA para o pacote geobr. https://www.ipea.gov.br/geobr/data_gpkg/

Focos de calor por 1.000 km² por ano (INPE Programa Queimadas), dentro e fora de terras indígenas (Funai), por bioma

Média de 2003 a 2025. Acima das barras: razão entre as densidades e área total de TIs no bioma



Nota: 'Fora de TIs' inclui toda a área do bioma fora das TIs (vegetação nativa, lavouras, pastagens, cidades). Pampa, Caatinga, Mata Atlântica e Pantanal têm pouca área de TI, então as densidades dentro delas são instáveis.

Fontes:

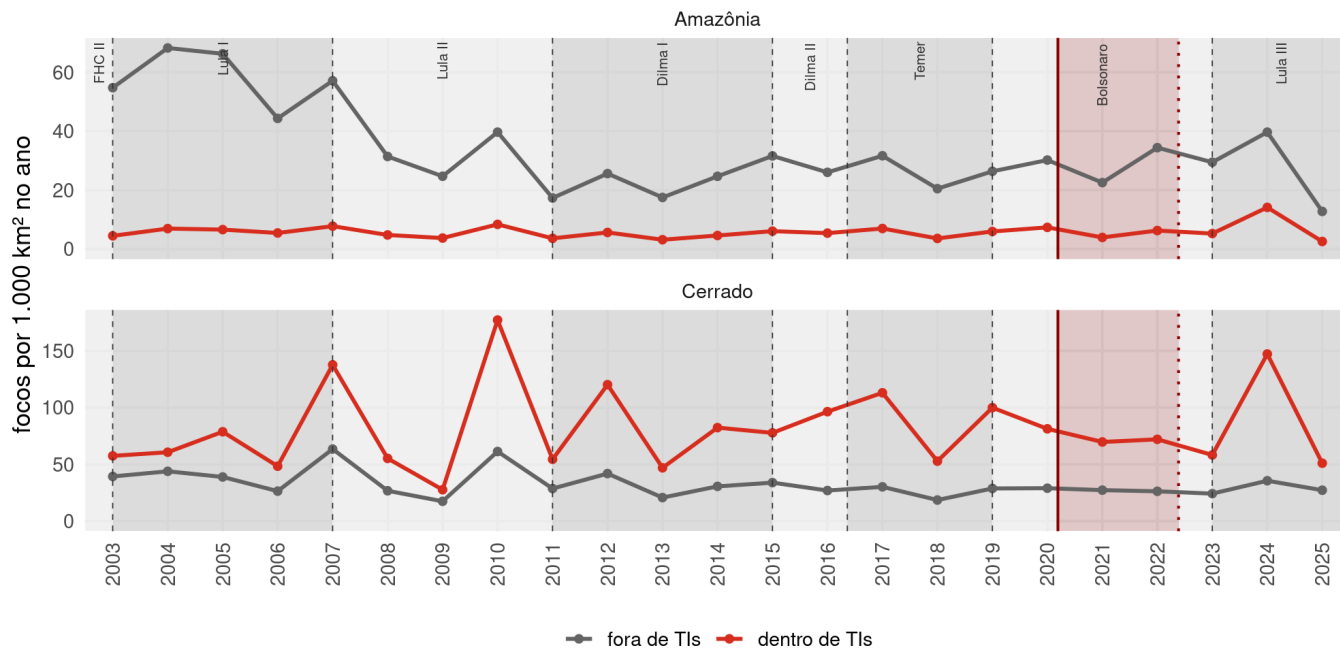
[1] Funai: terras indígenas (todas as fases), versão de março de 2021 preparada pelo IPEA para o pacote geobr. https://www.ipea.gov.br/geobr/data_gpkg/indigenous_land/202103/indigenous_land_202103.gpkg

[2] INPE. Programa Queimadas: focos de calor anuais detectados pelo satélite de referência. <https://dataserver-coids.inpe.br/queimadas/queimadas/focos/csv/anual/>

[3] IBGE: malhas de municípios (2022), estados (2020) e biomas (2019), na versão preparada pelo IPEA para o pacote geobr. https://www.ipea.gov.br/geobr/data_gpkg/

Figura 22: Densidade média anual de focos de calor dentro e fora de terras indígenas, por bioma (2003 a 2025). Fontes: Funai: terras indígenas (todas as fases), versão de março de 2021 preparada pelo IPEA para o pacote geobr. https://www.ipea.gov.br/geobr/data_gpkg/indigenous_land/202103/indigenous_land_202103.gpkg INPE. Programa Queimadas: focos de calor anuais detectados pelo satélite de referência. <https://dataserver-coids.inpe.br/queimadas/queimadas/focos/csv/anual/> IBGE: malhas de municípios (2022), estados (2020) e biomas (2019), na versão preparada pelo IPEA para o pacote geobr. https://www.ipea.gov.br/geobr/data_gpkg/

Focos de calor por 1.000 km² (INPE Programa Queimadas), dentro e fora de terras indígenas (Funai): Amazônia e Cerrado



Nota: Limites das TIs fixos (versão de 2021) para toda a série. Escalas verticais diferentes entre biomas.

Fontes:

[1] Funai: terras indígenas (todas as fases), versão de março de 2021 preparada pelo IPEA para o pacote geobr. https://www.ipea.gov.br/geobr/data_gpkg/indigenous_land/202103/indigenous_land_202103.gpkg

[2] INPE. Programa Queimadas: focos de calor anuais detectados pelo satélite de referência. <https://dataserver-coids.inpe.br/queimadas/queimadas/focos/csv/anal/>

[3] IBGE: malhas de municípios (2022), estados (2020) e biomas (2019), na versão preparada pelo IPEA para o pacote geobr. https://www.ipea.gov.br/geobr/data_gpkg/

[4] Mandatos presidenciais: datas de posse e de término (Presidência da República). Pandemia de COVID-19: declaração da OMS (11/03/2020) até o fim da Emergência em Saúde Pública de Importância Nacional (Portaria GM/MS nº 913/2022, vigente em 22/05/2022).

Figura 23: Densidade anual de focos de calor dentro e fora de terras indígenas na Amazônia e no Cerrado. Fontes: Funai: terras indígenas (todas as fases), versão de março de 2021 preparada pelo IPEA para o pacote geobr. https://www.ipea.gov.br/geobr/data_gpkg/indigenous_land/202103/indigenous_land_202103.gpkg INPE. Programa Queimadas: focos de calor anuais detectados pelo satélite de referência. <https://dataserver-coids.inpe.br/queimadas/queimadas/focos/csv/anal/> IBGE: malhas de municípios (2022), estados (2020) e biomas (2019), na versão preparada pelo IPEA para o pacote geobr. https://www.ipea.gov.br/geobr/data_gpkg/ Mandatos presidenciais: datas de posse e de término (Presidência da República). Pandemia de COVID-19: declaração da OMS (11/03/2020) até o fim da Emergência em Saúde Pública de Importância Nacional (Portaria GM/MS nº 913/2022, vigente em 22/05/2022).

O que os números mostram:

- Na **Amazônia**, a densidade de focos dentro das terras indígenas é cerca de **seis vezes menor** do que fora delas, em todos os anos da série. Isso concorda com os estudos que apontam as TIs como barreiras ao desmatamento e ao fogo na floresta.
- Fora da Amazônia o padrão muda. No **Cerrado**, que tem a segunda maior área de TIs, a densidade é **2,5 vezes maior dentro delas**; no Pantanal, na Mata Atlântica e no Pampa ela também é maior dentro, e na Caatinga é menor, mas nesses quatro biomas a área de TIs é pequena e os números oscilam muito. O fogo no Cerrado tem outro significado: é um bioma adaptado ao fogo, as TIs conservam vegetação nativa que queima naturalmente (fora delas, boa parte virou lavoura e pastagem), e várias TIs usam queimas controladas no início da seca, inclusive pelo Manejo Integrado do Fogo, para evitar incêndios grandes no fim da estação. Focos de calor contam **todo** fogo ativo, sem distinguir queima de manejo de incêndio florestal ou de queima para desmatar.
- Para separar essas situações, os próximos passos seriam comparar as TIs com a **vegetação nativa** fora delas (e não com a área total) e usar **área queimada** e **época do fogo** (início ou fim da seca), em vez de só o número de focos.

13. Próximos dados

Para os temas que queremos cruzar, estas são as fontes candidatas. Cada uma entra no painel (dados/painel_longo.csv) com as mesmas chaves: estado, bioma, ano, variável, valor, unidade e fonte.

Tema	Fonte candidata	O que permite mostrar
Queimadas (área queimada)	MapBiomias Fogo; INPE (área queimada)	fogo x desmatamento x seca, por mandato (focos: já na seção 7)
Orçamento e pessoal	Portal da Transparência; SIOP; Painel Estatístico de Pessoal	recursos e efetivo de MMA, Ibama, ICMBio, Funai
Forças de segurança e crime	Polícia Federal; Fórum Brasileiro de Segurança Pública	operações, apreensões, crimes ambientais
Garimpo e terras indígenas	MapBiomias Mineração e Terras Indígenas; Funai	garimpo e desmatamento dentro e fora de terras indígenas (fogo: seção 12)
Valor da terra	preços de terra por região (consultorias e institutos de economia agrícola)	valorização da terra desmatada
Produção e renda	IBGE (PAM, PPM, PEVS, Censo Agropecuário)	renda por hectare de pastagem, soja, extrativismo
Fundos e investimentos	Fundo Amazônia (BNDES); Fundo Clima; ODA ambiental	recursos para preservação ao longo do tempo
Serviços ecossistêmicos e carbono	literatura científica de valoração; mercados de carbono	valor da floresta em pé x convertida