



**Gabinete  
Compartilhado.**

# O que explica o aumento do desmatamento na Amazônia?

— Nota Técnica nº 001/2022

Fevereiro de 2022

## Sumário Executivo

- O aumento do desmatamento tem sido abordado pelo governo federal das seguintes formas: negando sua existência e questionando a veracidade dos dados; atribuindo-o a causas fora da sua competência; ou apresentando dados inapropriados para concluir pelo sucesso do seu combate.
- A partir do uso de modelos preditivos, **concluimos que o desmatamento da Amazônia decorre, em grande medida, de uma redução do investimento público na preservação do meio ambiente, nas ações de fiscalização e de mudanças aplicadas às políticas públicas.**
- A quantidade de chuva (precipitação, em milímetros) não apresenta qualquer sinal de relação com o desmatamento: enquanto o desmatamento vem crescendo desde 2015, a quantidade anual de chuva oscila em torno de 2.100 mm, com um mínimo em 2016.
- Os preços de commodities agropecuárias, em especial o preço do boi gordo, apresentam uma ligeira semelhança com o desmatamento (correlação entre 51,5%

e 67,1%): eles permanecem relativamente estáveis até 2019 e então aumentam de valor. Entretanto, os preços das commodities, com exceção do boi gordo, não obtiveram correlação estatisticamente significativa, tendo consideravelmente menor poder explicativo que os investimentos públicos.

- O orçamento do MMA e o número de servidores em exercício no IBAMA são as variáveis que apresentam uma relação (inversa) mais forte com o desmatamento, de maneira quase espelhada (correlações de -91,3% e -84,9%, respectivamente): o decréscimo em ambas as variáveis ao longo do tempo são acompanhadas de um aumento do desmatamento.
- De 2014 a 2021, o orçamento do MMA em valores reais dedicado a ações de preservação ambiental e combate ao desmatamento foi reduzido em 42%, passando de R\$ 1,1 bilhão para R\$ 634 milhões.
- De 2014 a 2021, o número de servidores do IBAMA foi reduzido em 27%, caindo de 4.940 para 3.605.

## Introdução

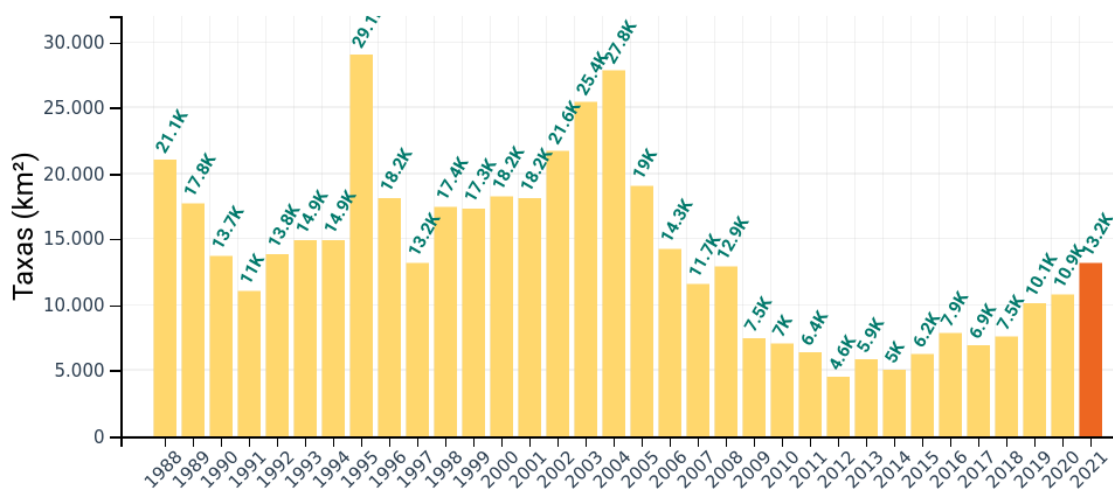
A preservação da floresta Amazônica tem importância fundamental para a humanidade e para o Brasil por diversos motivos: ela constitui uma enorme reserva de biodiversidade, essencial para a sustentabilidade da vida no planeta, para o estudo científico e para o desenvolvimento da bioeconomia; nela residem povos indígenas e tradicionais que dela dependem para sobreviver; sua manutenção leva à captação de gases de efeito estufa, causadores das mudanças climáticas, cujo impacto na vida e na economia devem ser profundos; e ela possui um papel importante na regulação do microclima através da evapotranspiração, fenômeno que aumenta a umidade e reduz a temperatura locais.

Apesar da importância e do sucesso do Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAM) na redução do desmatamento entre 2004 e 2014<sup>1</sup>, observamos um aumento no ritmo de desmatamento recente, especialmente a partir do ano de 2019. A figura abaixo mostra o tamanho das áreas da Amazônia Legal desmatadas a cada Ano Prodes, ano calculado pelo Programa de Cálculo do Desflorestamento da Amazônia (Prodes), período que vai de agosto do ano

<sup>1</sup> [http://mesp.unb.br/images/eventofederalismo/trabalhos/PPCDAM-Paper\\_Final\\_Version.pdf](http://mesp.unb.br/images/eventofederalismo/trabalhos/PPCDAM-Paper_Final_Version.pdf)

anterior a julho do ano em questão, de acordo com o monitoramento por satélite feito pelo projeto Prodes do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)<sup>2</sup>. A taxa de 2021 é uma estimativa parcial preliminar do INPE.

**Figura 1 - Taxa de desmatamento anual na Amazônia Legal, de 1988 a 2020**



**#pracegover:** Gráfico da taxa de desmatamento anual, em km<sup>2</sup>, de 1988 a 2021. Até 2004, os valores oscilam em torno de 18 mil km<sup>2</sup>, com picos de até 29 mil km<sup>2</sup>. De 2004 a 2012, temos uma redução da taxa anual de 28 para 5 mil km<sup>2</sup>. A partir daí temos um ligeiro aumento para 7,5 mil km<sup>2</sup> em 2018, que passa para 10 em 2019 e chega a 13 mil km<sup>2</sup> em 2021. A medida de 2021 é uma estimativa preliminar.

Em nota técnica anterior<sup>3</sup> do Gabinete Compartilhado, publicada em 30 de setembro de 2021<sup>4</sup>, estimamos que o incremento de desmatamento<sup>5</sup> calculado para o Ano Prodes de 2021 deve ser de 12.133 +/- 1.542 km<sup>2</sup>. Dados parciais do Prodes, divulgados no dia 18 de novembro de 2021 e baseados em 106 cenas prioritárias, apontaram para um incremento de desmatamento de 11.957 km<sup>2</sup>, estimativa próxima à que estabelecemos há

<sup>2</sup> Fonte da imagem: <http://terrabrasilis.dpi.inpe.br>

<sup>3</sup> [http://dados.movimentoacredito.org/notas\\_tecnicas/Nota\\_Tecnica\\_Desmatamento\\_e\\_Orcamento.pdf](http://dados.movimentoacredito.org/notas_tecnicas/Nota_Tecnica_Desmatamento_e_Orcamento.pdf)

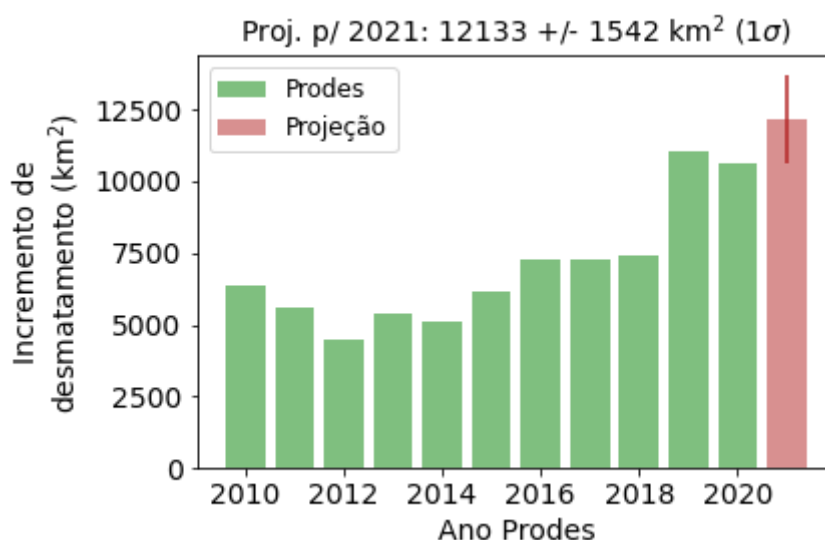
<sup>4</sup>

<https://sustentabilidade.estadao.com.br/noticias/geral,gasto-militar-na-amazonia-cresce-178-mas-desmatamento-se-mantem-em-alta,70003855066>

<sup>5</sup> Taxa e incremento de desmatamento, no contexto do Prodes, têm significados diferentes. A grosso modo, a taxa considera apenas áreas superiores 6,25 ha, com vistas a incluir períodos anteriores a 2008 durante o qual essa era a resolução do projeto. Já o incremento de desmatamento é uma medida mais precisa, mas disponível apenas desde 2008.

alguns meses. O gráfico abaixo compara nossa estimativa de desmatamento com os anos anteriores.

**Figura 2 - Área desmatada segundo o Prodes (2010 a 2020) e nossa estimativa para 2021**



**#pracegover:** Gráfico do incremento de desmatamento, em km<sup>2</sup>, para os *Anos Prodes* de 2010 a 2020. Até 2018, os incrementos estavam entre 4.500 (em 2012) e 7.400 (em 2018). Em 2019, ele saltou para 11.000, e ficou em 10.600 em 2020. Nossa projeção para 2021 está entre 10.600 e 13.700 (considerando um desvio padrão ao redor do valor esperado de 12.100 km<sup>2</sup>).

Dado esse cenário preocupante, buscamos com este estudo compreender, a partir do uso de modelos preditivos, as causas do aumento do desmatamento na Amazônia. **Concluimos que ele decorre, em grande medida, de uma redução do investimento público na preservação do meio ambiente, nas ações de fiscalização e de mudanças aplicadas às políticas públicas.** Conforme demonstramos em Nota Técnica anterior<sup>6</sup>, a redução do investimento não decorre de restrições orçamentárias e sim de escolhas políticas feitas pelo governo federal.

<sup>6</sup> [http://dados.movimentoacredito.org/notas\\_tecnicas/Nota\\_Tecnica\\_Desmatamento\\_e\\_Orcamento.pdf](http://dados.movimentoacredito.org/notas_tecnicas/Nota_Tecnica_Desmatamento_e_Orcamento.pdf)

## Metodologia e dados utilizados

Nosso método de identificação de possíveis causas do aumento do desmatamento consistiu em criar modelos preditivos do desmatamento a partir de um conjunto de variáveis potencialmente explicativas e verificar quais dessas variáveis resultam em maior previsibilidade do desmatamento. Como candidatas a variáveis explicativas, consideramos:

1. **Preços de produtos agropecuários** (boi gordo, soja e milho), corrigidos pela inflação, identificados por Barreto, Pereira e Arima (2009)<sup>7</sup> como variáveis correlacionadas ao desmatamento entre 1995-2007. Além disso, é conhecido que as áreas desmatadas são tipicamente destinadas à agropecuária, em especial para a produção de pasto e para o plantio de soja.
2. **Quantidade de chuvas** na região amazônica, uma vez que elas podem dificultar o uso do fogo no processo de desmatamento. O argumento de que a Amazônia não pegaria fogo por ser úmida já foi utilizado por Bolsonaro para desacreditar os dados de aumento de desmatamento.<sup>8</sup>
3. **Quantidade de servidores do IBAMA**, o órgão responsável pela fiscalização e combate ao desmatamento.
4. **Valor do orçamento federal destinado ao Ministério do Meio Ambiente (MMA)** para ações de preservação ambiental.
5. **Valor do orçamento federal destinado a Operações de Garantia da Lei e da Ordem (GLOs)** ambientais, uma novidade do governo Bolsonaro.<sup>9</sup>

Maiores detalhes sobre os dados e métodos utilizados neste estudo são apresentados no apêndice desta nota técnica. Os detalhes sobre os dados orçamentários são apresentados na nota técnica anterior (“Amazônia: alocação orçamentária errática, ineficiência das políticas públicas e descontrole do desmatamento”).

---

7

<https://imazon.org.br/publicacoes/a-pecuaria-e-o-desmatamento-na-amazonia-na-era-das-mudancas-climaticas/>

<sup>8</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=i73N9I49UNc&t=29s>

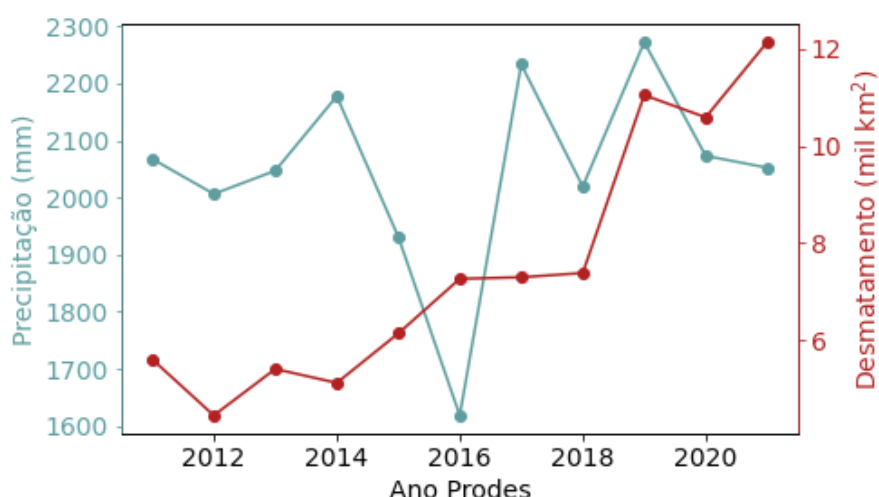
<sup>9</sup> Para mais informações a respeito das GLOs ambientais, favor consultar:

[http://dados.movimentoacredito.org/notas\\_tecnicas/Nota\\_Tecnica\\_Desmatamento\\_e\\_Orçamento.pdf](http://dados.movimentoacredito.org/notas_tecnicas/Nota_Tecnica_Desmatamento_e_Orçamento.pdf)

## Relação entre as variáveis e o desmatamento

Uma primeira inspeção da capacidade explicativa das variáveis selecionadas pode ser feita na comparação da evolução temporal do incremento de desmatamento com a evolução temporal das variáveis no mesmo período. O gráfico abaixo mostra que a **quantidade de chuva** (precipitação, em milímetros) não apresenta qualquer sinal de relação com o desmatamento: enquanto o desmatamento vem crescendo desde 2015, a quantidade de chuva oscila em torno de 2.100 mm, com um mínimo em 2016.

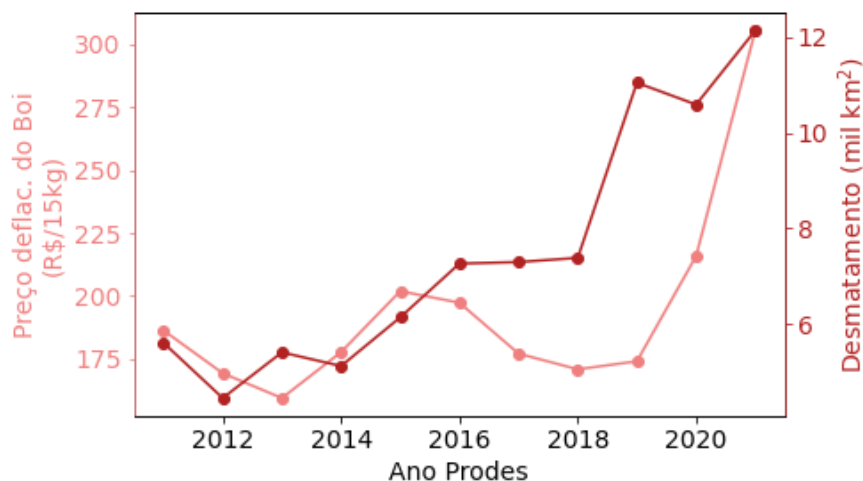
**Figura 3 - Comparação da evolução das chuvas e do desmatamento**



**#pracegover:** Gráfico de duas linhas: uma mostra a evolução, a cada Ano Prodes,, do incremento de desmatamento; e a outra mostra a evolução, a cada Ano Prodes, da quantidade de chuvas na Amazônia. Enquanto o desmatamento apresenta um crescimento a partir de 2015 que se acentua em 2019, a quantidade de chuvas oscila em torno de 2.100 mm, com um mínimo de 1.600 mm em 2016.

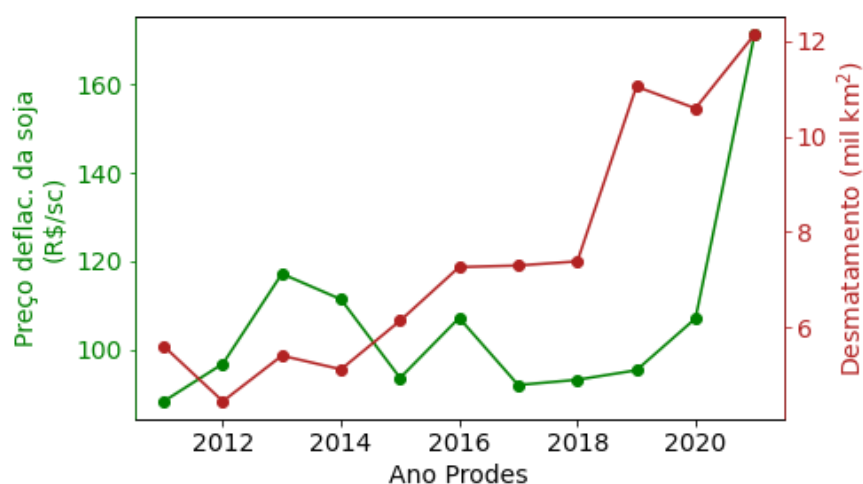
Já os **preços de commodities agropecuárias**, em especial o preço do boi gordo, apresentam uma ligeira semelhança com o desmatamento (veja as três figuras abaixo): elas permanecem relativamente estáveis até 2019 e então aumentam significativamente de valor. Esse aumento provavelmente está relacionado com a alta do dólar ocorrida no segundo semestre de 2019 (início do Ano Prodes 2020).

**Figura 4 - Comparação da evolução do desmatamento e do preço deflacionado do boi gordo**



**#pracegover:** Gráfico de duas linhas: uma mostra a evolução, a cada Ano Prodes,, do incremento de desmatamento; e a outra mostra a evolução, a cada Ano Prodes, do preço deflacionado do boi gordo. Enquanto o desmatamento apresenta um crescimento a partir de 2015 que se acentua em 2019, o preço do boi gordo tem um aumento em 2014 que se mantém até 2016, quando volta a cair para um patamar próximo ao anterior.. Porém, em 2020, vemos o início de uma alta expressiva que atinge, em 2021, um valor 70% maior que o de 2019.

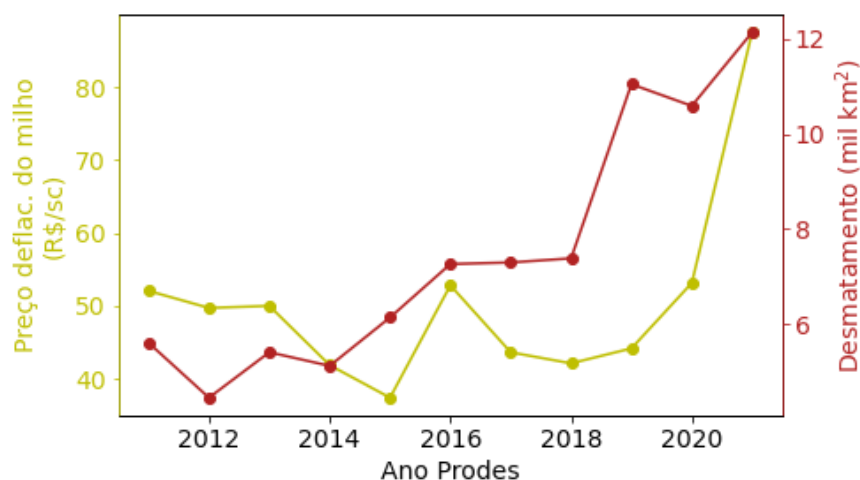
**Figura 5 - Comparação da evolução do desmatamento e do preço deflacionado da saca de soja**



**#pracegover:** Gráfico de duas linhas: uma mostra a evolução, a cada Ano Prodes,, do incremento de desmatamento; e a outra mostra a evolução, a cada Ano Prodes, do preço deflacionado da saca de soja. Enquanto o desmatamento apresenta um crescimento a partir de 2015 que se acentua em 2019, o preço

da saca de soja oscila em torno de R\$ 100, com pequenas altas (de não mais de 20%) em 2013 e 2016. Assim como o preço do boi gordo, vemos em 2020 o início de uma alta expressiva que atinge, em 2021, um valor de R\$ 170 reais.

**Figura 6 - Comparação da evolução do desmatamento e do preço deflacionado da saca de milho**

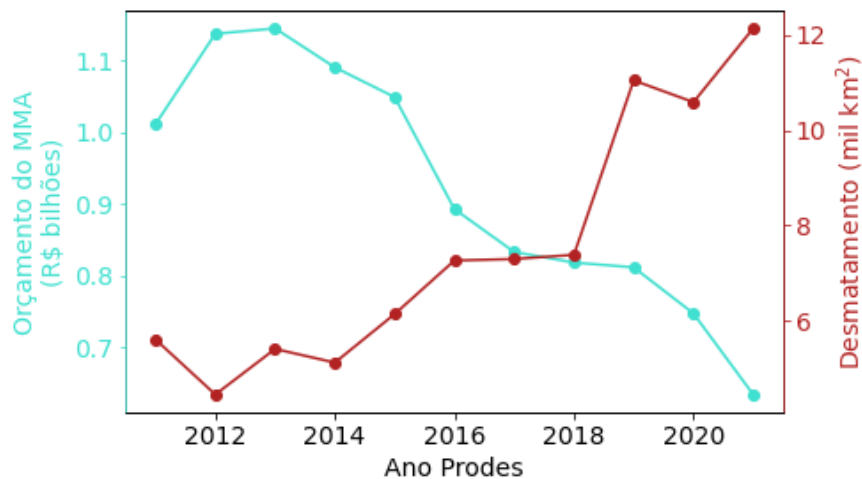


**#pracegover:** Gráfico de duas linhas: uma mostra a evolução, a cada Ano Prodes,, do incremento de desmatamento; e a outra mostra a evolução, a cada Ano Prodes, do preço deflacionado da saca de milho. Enquanto o desmatamento apresenta um crescimento a partir de 2015 que se acentua em 2019, o preço da saca de milho oscila em torno de R\$ 45 até 2020, quando vemos o início de uma alta expressiva que atinge, em 2021, R\$ 87.

Por fim, o orçamento do MMA e o número de servidores em exercício no IBAMA são as variáveis que apresentam uma relação (inversa) mais forte com o desmatamento, de maneira quase espelhada: o decréscimo em ambas as variáveis ao longo do tempo aparece acompanhado de um aumento do desmatamento. **O número de servidores, cujo levantamento é novidade desta nota técnica, vem caindo desde, no mínimo, 2014, passando de 4.940 para 3.605 no Ano Prodes de 2021, em uma redução de 27%. Já o orçamento do MMA, corrigido pela inflação, passou de R\$ 1,1 bilhão em 2014 para R\$ 634 milhões no Ano Prodes de 2021, uma redução de 42%.**

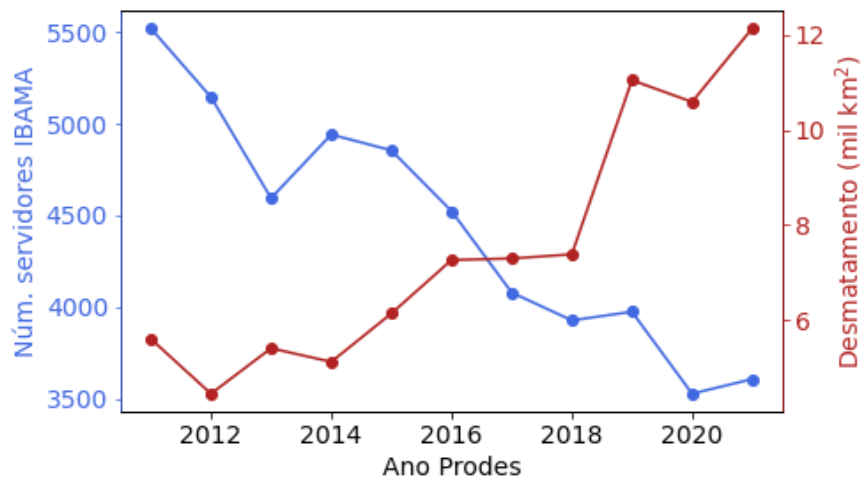


**Figura 7 - Comparação da evolução do desmatamento e do orçamento do MMA destinado a ações de proteção ambiental**



**#pracegover:** Gráfico de duas linhas: uma mostra a evolução, a cada Ano Prodes,, do incremento de desmatamento; e a outra mostra a evolução, a cada Ano Prodes, do preço deflacionado da saca de milho. O desmatamento apresenta um comportamento inverso ao do orçamento do MMA: em anos que um aumenta, o outro tipicamente diminui.

**Figura 8 - Comparação da evolução do desmatamento e do número de servidores do IBAMA**



**#pracegover:** Gráfico de duas linhas: uma mostra a evolução, a cada Ano Prodes,, do incremento de desmatamento; e a outra mostra a evolução, a cada Ano Prodes, do preço deflacionado da saca de milho. O desmatamento apresenta um aumento que se intensifica em 2015 e 2019, e o número de servidores do IBAMA vem em queda mais ou menos constante desde 2011.

A tabela abaixo apresenta os coeficientes de correlação entre as variáveis explicativas e o desmatamento, e uma estimativa do valor- $p$ <sup>10</sup>, para cada correlação. O valor- $p$  é a probabilidade de uma correlação igual ou mais extremada que a observada ser obtida por pura sorte, no caso das duas variáveis não terem correlação real. Vemos que o preço do milho e da soja e a quantidade de chuvas não apresentam um valor- $p$  abaixo do nível de significância típico de 5%, o que nos levaria a descartá-los enquanto variáveis de interesse para explicar o desmatamento.

**Já o orçamento do MMA e o número de servidores no IBAMA apresentaram um valor- $p$  abaixo de 1%, o que demonstra o alto potencial explicativo de ambas as variáveis.** O preço do boi gordo também obteve correlação significativa, ao nível de 5%. Detalhes sobre o método de estimativa dos valores- $p$  são apresentados no apêndice.

**Tabela 1 - Coeficiente de correlação entre as variáveis explicativas e o incremento de desmatamento e seus valores- $p$**

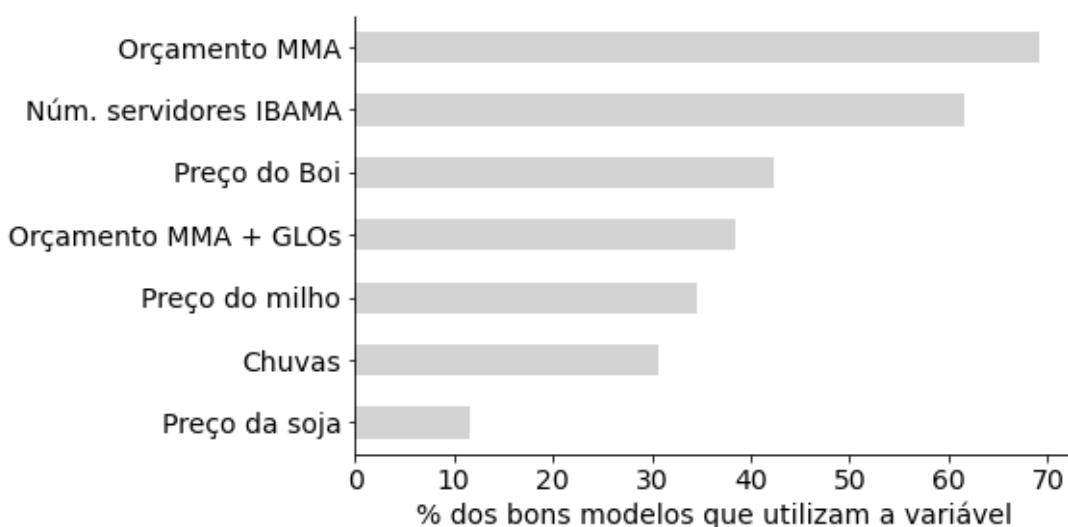
Variável	Correlação	Valor- $p$
Orçamento do MMA	-91.3%	0,01%
Núm. servidores no IBAMA	-84.9%	0,08%
Preço deflacionado do boi gordo	67.1%	1,28%
Preço deflacionado do milho	56.6%	5,83%
Preço deflacionado da soja	51.5%	9,58%
Precipitação (mm)	19.8%	56,73%

## Capacidade explicativa das variáveis

<sup>10</sup> <https://en.wikipedia.org/wiki/P-value>

Para identificar as variáveis que melhor acompanham o incremento de desmatamento na Amazônia, testamos o desempenho de 127 modelos estatísticos que utilizam uma ou mais dessas variáveis para prever o desmatamento entre os Anos Prodes 2011 e 2021. **O modelo mais bem sucedido utiliza apenas o orçamento do MMA e o número de servidores do IBAMA para realizar a previsão, ambas ações públicas.** Essas variáveis figuram em mais de 60% dos modelos com melhor desempenho (veja a figura abaixo), enquanto variáveis menos relevantes, como o preço do boi gordo, tipicamente aparecem em combinação com as primeiras. Esses resultados demonstram a importância da ação governamental na contenção do desmatamento.

**Figura 9 - Frequência com que cada variável independente foi utilizada pelos 26 modelos com menor erro**



**#pracegover:** Gráfico que mostra, para cada variável explicativa, a fração dos 26 modelos preditivos do desmatamento com menor erro que utilizam a variável em questão. A variável explicativa “orçamento do MMA” é utilizada em 70% desses modelos. Em seguida, com pouco mais de 60%, aparece o número de servidores do IBAMA. A próxima variável que mais aparece é o preço do boi gordo, em pouco mais de 40%. As demais variáveis vêm em seguida.

Outro aspecto importante do gráfico acima é que a inclusão das GLOs como parte do orçamento aplicado à área ambiental piora a capacidade do modelo em prever o desmatamento. Esse fato está

relacionado com o achado da nota técnica anterior<sup>11</sup>, de que as GLOs, embora extremamente caras, parecem, no mínimo, inócuas para a redução do desmatamento.

## Explicações do governo federal sobre o desmatamento

Os achados desta nota apontam como causas principais para o aumento do desmatamento ações governamentais: os atos administrativos e as decisões orçamentárias do Poder Executivo Federal. Apesar da redução discricionária do orçamento do MMA e de outras mudanças no procedimento de fiscalização ambiental criticadas por especialistas, tais como a exigência e paralisa de audiências de conciliação no processo de sancionamento<sup>12</sup>, o governo federal vem adotando três linhas de avaliação do aumento do desmatamento: negando sua existência e questionando a veracidade dos dados; atribuindo-o a causas fora da sua competência; ou apresentando dados inapropriados para concluir pelo sucesso do seu combate. Essas linhas se complementam a manifestações de Bolsonaro que sinalizam pela exploração econômica da Amazônia de maneira descompromissada com questões sociais ou ambientais. A tabela abaixo lista algumas dessas manifestações e avaliações.

Classe	Sinopse	Fonte
Manifestação anti-ambiente	Bolsonaro demonstra desprezo pelas reservas indígenas na Amazônia e sugere a exploração da mineração nessas áreas.	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=LPj4KyLw8Wc&amp;t=2212s">https://www.youtube.com/watch?v=LPj4KyLw8Wc&amp;t=2212s</a>
Manifestação anti-ambiente	Bolsonaro se contrapõe a governos que demarcam terras indígenas e áreas de proteção ambiental.	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=b3ALEiKZlyg">https://www.youtube.com/watch?v=b3ALEiKZlyg</a>

11

[http://dados.movimentoacredito.org/notas\\_tecnicas/Nota\\_Tecnica\\_Desmatamento\\_e\\_Orcamento.pdf](http://dados.movimentoacredito.org/notas_tecnicas/Nota_Tecnica_Desmatamento_e_Orcamento.pdf)

12

<https://g1.globo.com/natureza/noticia/2021/05/06/menos-de-2percent-das-multas-aplicadas-passaram-por-audiencia-de-conciliacao-nos-ultimos-2-anos-aponta-ibama-ao-tcu.ghtml>

Negação / desqualificação dos dados	Ricardo Salles desqualifica avaliação feita com Deter que apontava para aumento do desmatamento.	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=IQ-iQtXeiuw&amp;t=73s">https://www.youtube.com/watch?v=IQ-iQtXeiuw&amp;t=73s</a>
Negação / desqualificação dos dados	Bolsonaro afirma que a floresta Amazônica não pega fogo por ser úmida.	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=i73N9I49UNc&amp;t=29s">https://www.youtube.com/watch?v=i73N9I49UNc&amp;t=29s</a>
Atribuição a outras causas	Bolsonaro atribui o desmatamento à atividade de indígenas e povos tradicionais que não são passíveis de controle.	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=DmlAJC6ibe0&amp;t=76s">https://www.youtube.com/watch?v=DmlAJC6ibe0&amp;t=76s</a>
Atribuição a outras causas	Bolsonaro associa o desmatamento da Amazônia a ações políticas de ONGs e governadores para prejudicar seu governo.	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=y_aWXEgxNnA&amp;t=47s">https://www.youtube.com/watch?v=y_aWXEgxNnA&amp;t=47s</a>
Atribuição a outras causas	Ricardo Salles atribui o aumento do desmatamento a questões econômicas.	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=jYCIaU0gWD4&amp;t=180s">https://www.youtube.com/watch?v=jYCIaU0gWD4&amp;t=180s</a>
Atribuição a outras causas	Ricardo Salles associa o aumento do desmatamento ao baixo IDH na Amazônia.	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=vYd8D0iiI_0&amp;t=232s">https://www.youtube.com/watch?v=vYd8D0iiI_0&amp;t=232s</a>
Atribuição a outras causas	Ricardo Salles atribui o aumento do desmatamento à pobreza e falta de oportunidades à população.	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=m4PRI0R5fYg&amp;t=673s">https://www.youtube.com/watch?v=m4PRI0R5fYg&amp;t=673s</a>
Atribuição a outras causas / Uso de dados inapropriados	Bolsonaro associa o desmatamento ao baixo nível de atividade econômica e sugere que houve redução no desmatamento.	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=82yvXvMfhZc&amp;t=97s">https://www.youtube.com/watch?v=82yvXvMfhZc&amp;t=97s</a>
Uso de dados inapropriados	Bolsonaro compara o desmatamento no mês de agosto de anos subsequentes para divulgar redução no desmatamento.	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=adBl6yyuX0g&amp;t=34s">https://www.youtube.com/watch?v=adBl6yyuX0g&amp;t=34s</a>
Uso de dados inapropriados	Ministro do MMA, Joaquim Pereira Leite, compara meses subsequentes para passar a ideia de redução no desmatamento.	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=XoDC6vJ7_DY&amp;t=39s">https://www.youtube.com/watch?v=XoDC6vJ7_DY&amp;t=39s</a>
Uso de dados inapropriados	Segundo Agência Brasil, Ministério da Defesa divulgou dados sazonais para anunciar redução no desmatamento da Amazônia.	<a href="https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2021-02/desmatamento-na-amazonia-a-tem-queda-de-70-em-jane">https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2021-02/desmatamento-na-amazonia-a-tem-queda-de-70-em-jane</a>

		<a href="#">iro-diz-governo</a>
--	--	---------------------------------

Ressalta-se nas referências acima que, apesar do então Ministro do Meio Ambiente Ricardo Salles ter desqualificado, em mais de uma ocasião<sup>13</sup>, o uso dos avisos mensais do Deter<sup>14</sup> como medidas de desmatamento, outros membros do governo - inclusive seu sucessor, Joaquim Pereira Leite - fizeram, em momento posterior, uso desses mesmos avisos como fontes confiáveis de medida do desmatamento na região. A diferença é que, na época em que o então ministro Salles ocupava o cargo, os avisos do Deter indicavam uma alta no desmatamento, enquanto que na época de Leite, os avisos davam a impressão de uma redução geral do quadro alarmante.

## Conclusões

Em primeiro lugar, a presente nota técnica chama a atenção para a **importância das ações do governo federal para a redução do desmatamento na Amazônia**: quando comparadas com outras variáveis potencialmente explicativas, o orçamento do MMA e o número de servidores do IBAMA se destacam fortemente como mais fundamentais. Essa conclusão corrobora o relato de especialistas e servidores da área, que trazem a falta de pessoal e de recursos, em especial de manutenção e combustível para meios de transporte, como dificultadores da atividade de fiscalização e combate ao desmatamento.

Também destacamos a **redução, desde ao menos 2014, do número de servidores em exercício do IBAMA, acumulando uma queda de 27% até o primeiro semestre de 2021**. Esse resultado soma-se ao de **redução em 42% do orçamento do MMA no mesmo período**. Juntos, eles indicam uma redução no nível de atividade de conservação e fiscalização ambiental

<sup>13</sup> Outro momento: <https://www.youtube.com/watch?v=ep5w8aCfvLU&t=50s>

<sup>14</sup> O Deter é um sistema do INPE que monitora, via satélite, a cobertura vegetal em todos os pontos da Amazônia a cada 5 dias. Sua função é avisar rapidamente da ocorrência de desmatamentos, para fins de fiscalização, e não medir a quantidade de desmatamento ocorrida. Principalmente devido a nuvens que bloqueiam a visão do solo, as taxas de desmatamento do Deter são menos precisas que as do Prodes e, portanto, devem ser consideradas com cuidado.

do Estado. Assim como na nota técnica anterior, não encontramos evidências de efetividade das GLOs ambientais.

A desestruturação do IBAMA e o enfraquecimento das suas atividades de fiscalização e controle abriram espaço para o desmatamento desenfreado e sem punição para aqueles que agiram de forma irregular.

Apesar da importância das ações do MMA e do IBAMA na prevenção do desmatamento e da redução da capacidade de atuação desses órgãos na gestão atual, ambas demonstradas acima, **o governo federal busca, em sua comunicação, se eximir da responsabilidade sobre o recente aumento do desmatamento, ao mesmo tempo em que emite sinais de apoio e conivência para com ele.** Essa atitude gera uma aparente contradição entre prática e discurso que, até o momento, não foi explicada pelo governo.

Por fim, ressaltamos que este estudo não esgota o assunto e ainda pode ser aprofundado no futuro para aprimorar a cobertura espacial e temporal, abrindo espaço para um maior detalhamento dos mecanismos que contribuem para o desmatamento da Amazônia.

## APÊNDICE

### Preparação dos dados de preço de commodities

Os dados dos preços médios da saca de 60 kg de soja, da saca de 60 kg de milho e do arroba de 15 kg de boi gordo foram obtidos do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea) da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (Esalq) da Universidade de São Paulo (USP)<sup>15</sup>. Os dados são diários e fornecidos em valores nominais, em reais, para um período que cobre os Anos Prodes de 2010 a 2021. Os valores foram deflacionados pelo IPCA<sup>16</sup>, resultando no chamado valor real. Por fim, calculamos o valor real médio de cada produto agropecuário em cada Ano Prodes.

---

<sup>15</sup> <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/consultas-ao-banco-de-dados-do-site.aspx>

<sup>16</sup> <https://www.portalbrasil.net/ipca/>

Os preços diários deflacionados de cada produto são apresentados abaixo. Em seguida, apresentamos os preços médios em cada Ano Prodes.

**Figura A1 - Preço diário da arroba de 15 kg do boi gordo, deflacionado pelo IPCA**



**Figura A2 - Preço diário da saca de 60 kg de soja, deflacionado pelo IPCA**





Figura A3 - Preço diário da saca de 60 kg de milho, deflacionado pelo IPCA

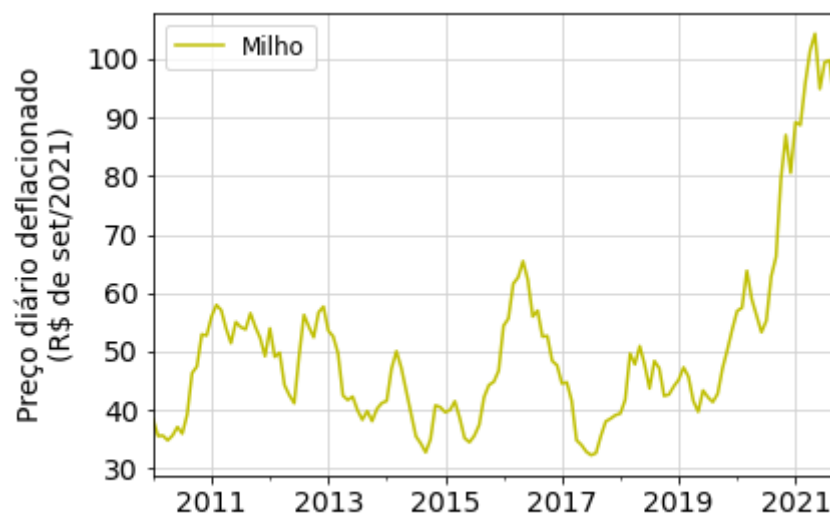


Figura A4 - Preço deflacionado médio da arroba de 15 kg do boi gordo, por Ano Prodes

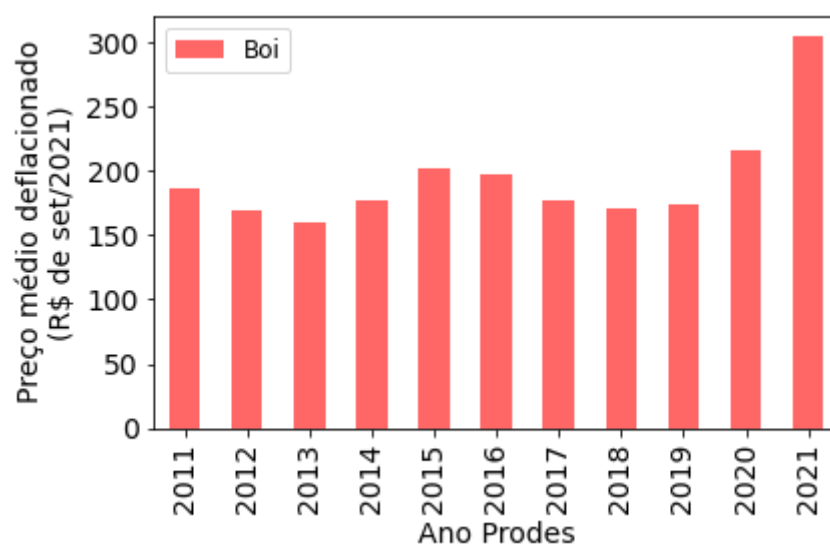


Figura A5 - Preço deflacionado médio da saca de 60 kg de soja, por Ano Prodes

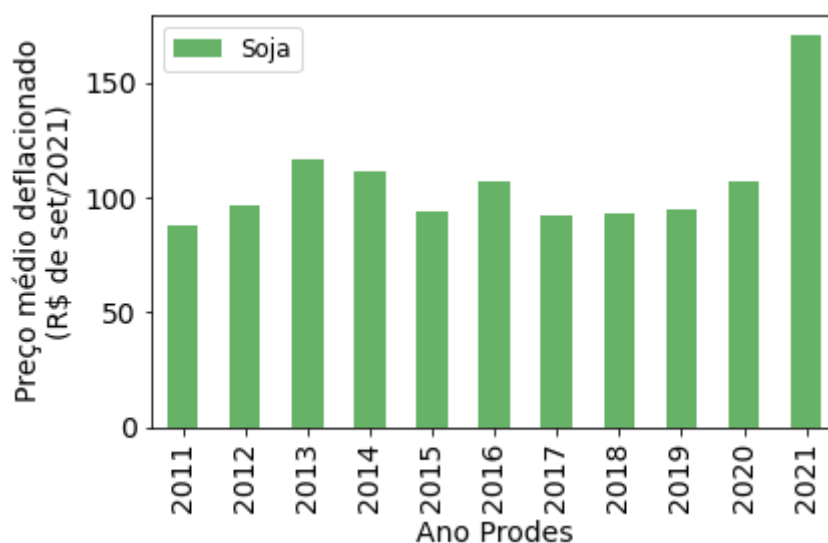
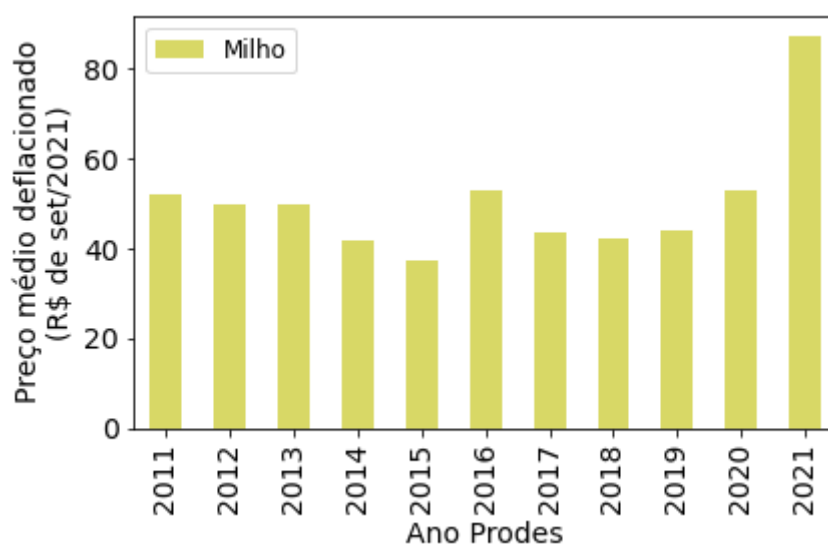


Figura A6 - Preço deflacionado médio da saca de 60 kg de milho, por Ano Prodes



### Preparação dos dados pluviométricos

Os dados de precipitação, isto é, de quantidade de chuvas, na região amazônica foram obtidos do Instituto Nacional de Meteorologia<sup>17</sup> (INMET). O INMET disponibiliza um histórico de registros de hora em hora de dados meteorológicos, incluindo a precipitação em milímetros (mm), coletados por diversas estações meteorológicas automáticas distribuídas pelo país.

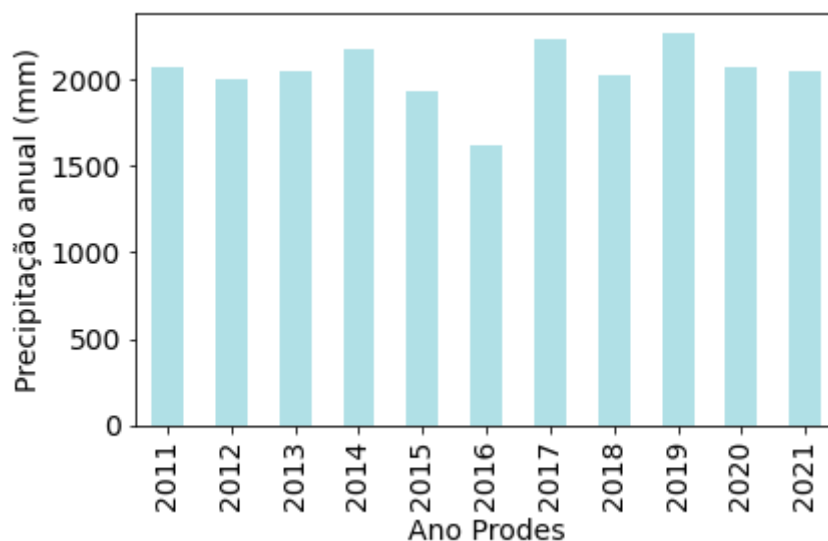
<sup>17</sup> <https://portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos>

Devido a panes momentâneas das estações, esses dados possuem algumas lacunas (dados faltantes) que precisam ser tratadas.

Em nossa análise, os dados pluviométricos utilizados são uma média da precipitação anual na Amazônia Legal, ou seja, são uma média espacial da região amazônica do quanto choveu ao longo de cada Ano Prodes. Para calcular essa média, fizemos o seguinte:

1. Para cada estação meteorológica e cada semestre, calculamos a média da precipitação horária. Esse valor foi utilizado para preencher os dados faltantes no caso de estações e semestres com até 30% de lacunas. Semestres de estações nos quais as lacunas alcançaram uma fração maior que 30% do total de dados foram ignorados, pois o cálculo da precipitação total no semestre, para aquela estação, ficaria muito comprometido.
2. Os dados disponíveis (e preenchidos) para cada estação foram então agregados no semestre.
3. Em seguida, calculamos uma média estadual das precipitações em cada semestre, utilizando para tanto todas as estações disponíveis em cada estado.
4. Em alguns poucos casos (~3%) nos quais a quantidade de dados faltantes é alta para todas as estações disponíveis num dado estado essa média não é calculável, de maneira que acabamos com lacunas no valor dessa média estadual no semestre. Essas lacunas em um dado estado e período do ano foram preenchidas com a média ao longo dos anos (2010 a 2021) das precipitações calculadas no mesmo estado e período do ano (primeiro ou segundo semestres).
5. Após o preenchimento das lacunas descrito acima, as precipitações de cada semestre foram somadas de maneira a se obter a quantidade de chuvas em cada estado e em cada Ano Prodes de 2010 a 2021.
6. Por fim, a precipitação Amazônica de cada ano foi calculada a partir de uma média dos estados ponderada pela sua área florestal.

Os dados de precipitação total na Amazônia em cada Ano Prodes são apresentados no gráfico abaixo:

**Figura A7 - Quantidade de chuva na Amazônia Legal, por Ano Prodes**

### Preparação dos dados de servidores do IBAMA

A principal fonte utilizada na contagem do número de servidores em exercício no IBAMA foi o Portal da Transparência<sup>18</sup>, que fornece microdados mensais (isto é, dados detalhados de cada servidor em exercício em cada mês) para todos os servidores públicos federais, de janeiro de 2013 em diante. Para complementar os dados do período anterior a 2013, utilizamos dados do Painel Estatístico de Pessoal (PEP) do Ministério da Economia<sup>19</sup>, que fornece o número de servidores em exercício para diversas dimensões.

Os dados do Portal da Transparência passaram por um primeiro recorte ao selecionarmos apenas servidores em exercício no IBAMA. Ressaltamos que, num dado mês, um servidor pode aparecer mais de uma vez devido a múltiplos vínculos com a Administração Pública. Nesses raros casos, contabilizamos o servidor uma única vez, dando prioridade aos vínculos com função comissionada associada e àqueles provisórios (em detrimento aos vínculos permanentes).

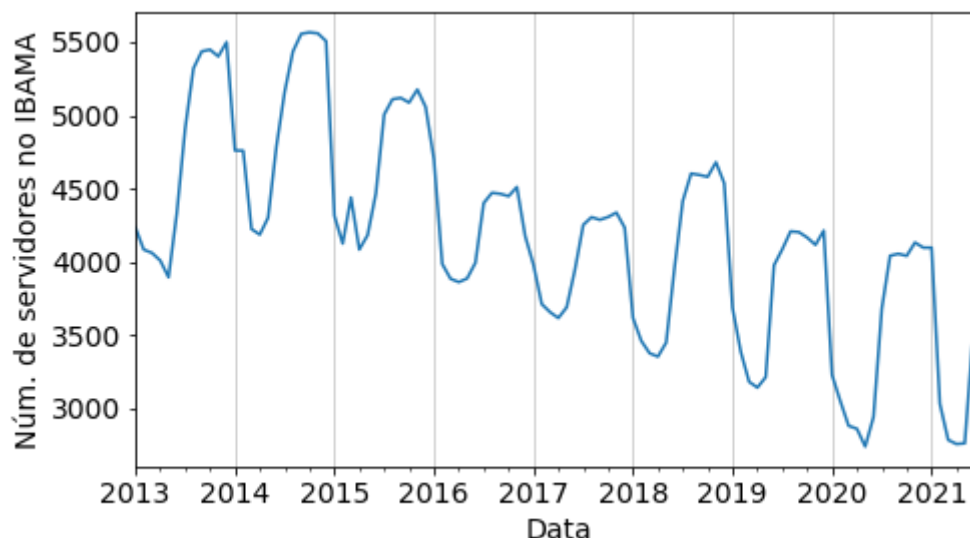
Pudemos notar que o número de servidores em exercício no IBAMA é sazonal, com periodicidade anual. Isso ocorre devido a contratações

<sup>18</sup> <http://www.portaltransparencia.gov.br/download-de-dados>

<sup>19</sup> <http://painel.pep.planejamento.gov.br>

temporárias, feitas pelo Centro Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais (Prevfogo). A figura abaixo ilustra essa sazonalidade.

**Figura A8 - Número de servidores em exercício no IBAMA, por mês**



Devido à sazonalidade, a definição do número de servidores em exercício no IBAMA em cada Ano Prodes não é direta e demanda alguma estratégia de agregação dos números mensais. Optamos por utilizar a média do número de servidores calculada para cada Ano Prodes como indicador do número de servidores em exercício no respectivo ano. Através dessa estratégia, obtivemos dados para os Anos Prodes de 2014 a 2021.

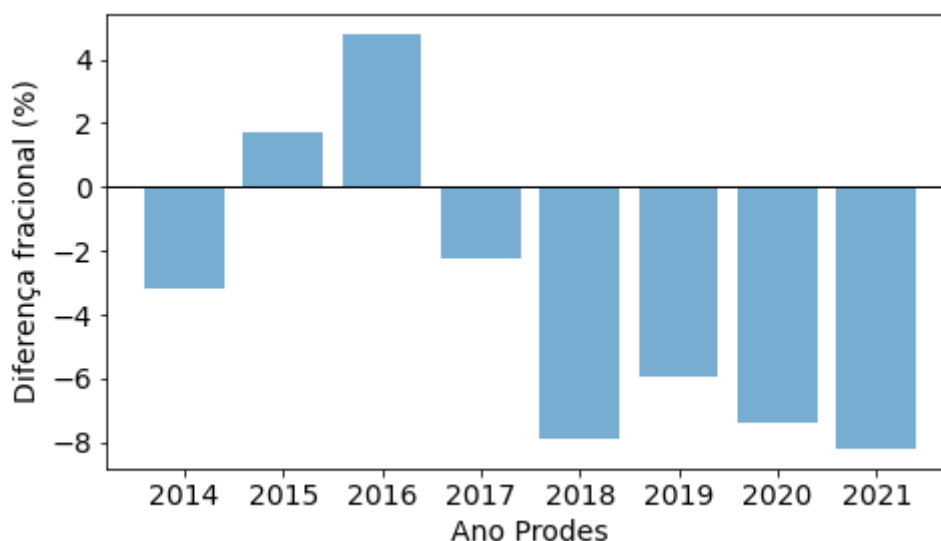
Os dados para os Anos Prodes anteriores a 2014 foram obtidos do PEP, selecionando apenas os servidores cujas dimensões “Grupo Situação do Vínculo” e “Órgão” na tabela apresentam os valores “Ativo” e “Inst. Br. Meio Amb. Rec. Nat. Renováveis”, respectivamente. Nós verificamos que os números mensais do PEP e do Portal da Transparência, para o período de superposição das duas bases, são bastante próximos dados os recortes mencionados acima.

Uma vantagem do PEP é que ele cobre um período bem maior que o Portal da Transparência, incluindo dados desde antes de 2010. Por outro lado, essa cobertura para anos anteriores a 2018 é feita apenas para o mês

de dezembro de cada ano, o que torna a medida anual imprecisa devido à sazonalidade observada<sup>20</sup>.

Para verificar a adequação dos dados de dezembro do PEP como indicadores da média anual obtida do Portal da Transparência, comparamos os dois valores para os Anos Prodes de 2014 a 2021. A figura abaixo mostra a diferença entre os dois valores, em porcentagem do valor obtido via Portal da Transparência.

**Figura A9 - Diferença entre número de servidores em dezembro, de acordo com o PEP, e média anual calculada a partir do Portal da Transparência, em percentuais da média anual**

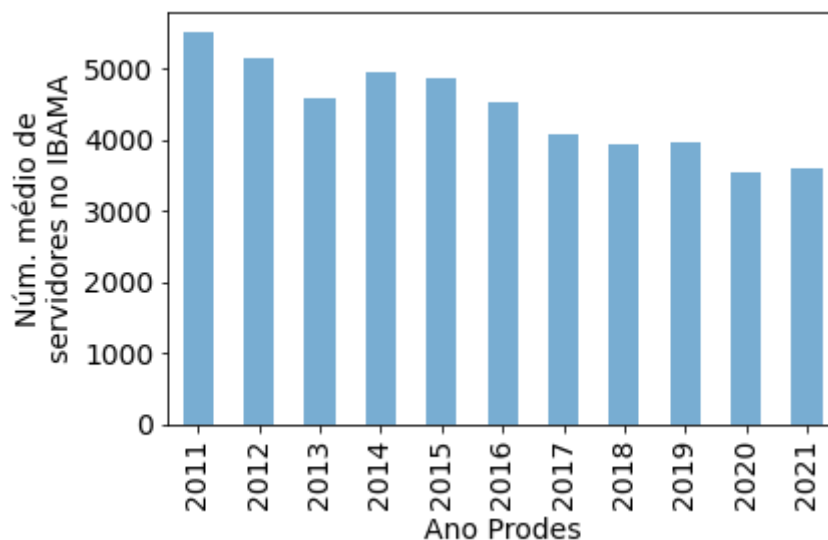


Os dados acima não apontam para uma relação clara entre os dois números: até 2017, a diferença parece oscilar em torno de zero, com desvio padrão relativamente pequeno, de 3,7%; e a partir de 2018, os dados de dezembro do PEP parecem subestimar a média anual do Portal da Transparência em -7,4 +/- 1,0%. Pela maior proximidade temporal com os Anos Prodes de 2011 a 2013, assumimos o comportamento observado no intervalo de 2014 a 2017 como representativo dos anos anteriores, de maneira que adotamos os números de dezembro do PEP, sem modificações, como substitutos dos números médios de servidores em exercício no IBAMA para os Anos Prodes de 2011 a 2013. Dessa forma,

<sup>20</sup> Essa falta de cobertura mensal nos levou a utilizar, quando disponíveis, os dados do Portal da Transparência. Estes dados devem resultar em uma medida mais precisa do número médio de servidores em cada ano.

nossa estimativa para o número de servidores em atividade no IBAMA fica conforme a figura abaixo.

**Figura A10 - Estimativa do número médio de servidores em exercício no IBAMA**



### Método de estimativa de valores- $p$ de correlações

As estimativas de significância estatística das correlações entre incrementos de desmatamento e outras variáveis explicativas foram calculadas através de testes de aleatorização: a partir dos dados reais, criamos 10.000 amostras sintéticas nas quais uma das variáveis teve suas instâncias embaralhadas de maneira a apagar qualquer correlação com a outra variável. Em seguida, a mesma medida de correlação que foi aplicada aos dados reais foi aplicada em cada uma das amostras aleatórias de maneira a verificar a fração dessas amostras (desprovidas de correlação real, por construção) cujo valor absoluto da estimativa de correlação é tão ou mais extremo quanto o valor absoluto efetivamente observado. Por utilizarmos o valor absoluto das correlações, esse teste contabiliza tanto correlações muito negativas quanto muito positivas como extremas (por isso é chamado de teste de dois lados), o que o torna mais conservador.

### Método de seleção de variáveis explicativas

Para determinar quais das variáveis testadas têm maior capacidade de previsão do desmatamento, nós adotamos o método de validação cruzada<sup>21</sup>. Os Anos Prodes de 2011 a 2021 foram quebrados em 5 grupos de teste: {2011, 2017, 2019}, {2012, 2015}, {2014, 2020}, {2016, 2021} e {2013, 2018}. Para cada grupo, ajustamos um modelo linear aos dados dos anos excluídos e verificamos o erro típico<sup>22</sup> exibido pelo modelo na previsão do desmatamento para os anos selecionados. A média desse erro típico, tomada sobre os 5 grupos de teste, serviu de indicativo da capacidade preditiva do modelo linear, que pode conter uma combinação qualquer de variáveis.

O processo acima foi repetido para todas as 127 possíveis combinações de uma a sete variáveis candidatas, e o erro médio atingido pelo modelo foi registrado. O modelo com melhor desempenho apresentou um erro médio de 869 km<sup>2</sup>: frente à variação típica (desvio padrão) do desmatamento no período, de 2.613 km<sup>2</sup>, esse resultado demonstra seu valor preditivo. Além disso, esse modelo inclui apenas o orçamento do MMA e o número de servidores do IBAMA como variáveis independentes, indicando que essas variáveis possuem maior potencial explicativo que as demais.

A figura abaixo mostra o erro médio dos modelos, em ordem crescente, até o limite de 2.613 km<sup>2</sup>. Como existe uma variabilidade estatística na estimativa do desempenho do modelo, os modelos seguintes ao primeiro colocado no ranking de menor erro ainda podem ser considerados adequados. Para definir um limite de erro até o qual o desempenho ainda é considerado bom, isto é, compatível com o do modelo em primeiro lugar, calculamos a variabilidade da estimativa de erro deste modelo e a acrescentamos ao erro médio do melhor modelo.<sup>23</sup> Esse método define a faixa rosa do gráfico e inclui 26 modelos de melhor desempenho.

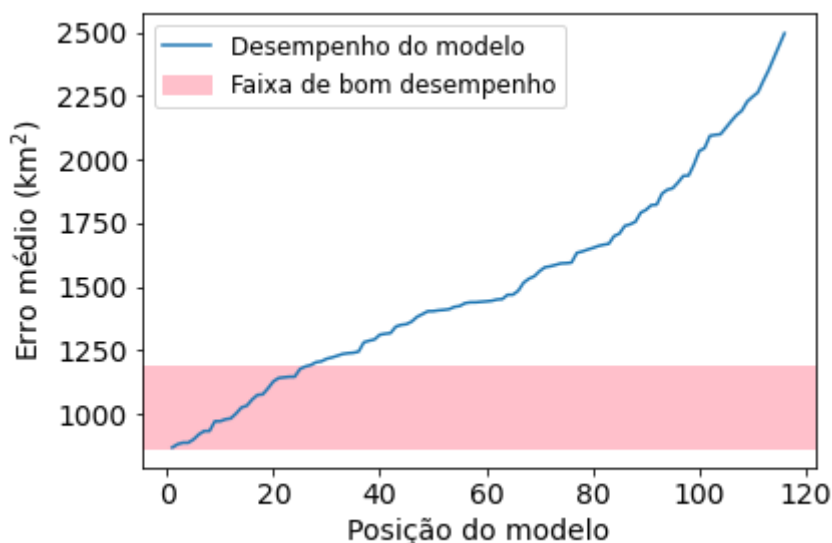
<sup>21</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Cross-validation\\_\(statistics\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Cross-validation_(statistics))

<sup>22</sup> Raiz quadrada do erro quadrático médio ou desvio padrão dos resíduos.

<sup>23</sup> Tecnicamente, calculamos o desvio padrão da média das estimativas de erro feitas no processo de validação cruzada do melhor modelo, isto é, calculamos o desvio padrão das estimativas e o dividimos pela raiz quadrada do número de grupos de teste. Esse valor foi multiplicado por 1.4 e somado ao erro médio do melhor modelo para definir o limite superior da faixa de bom desempenho.

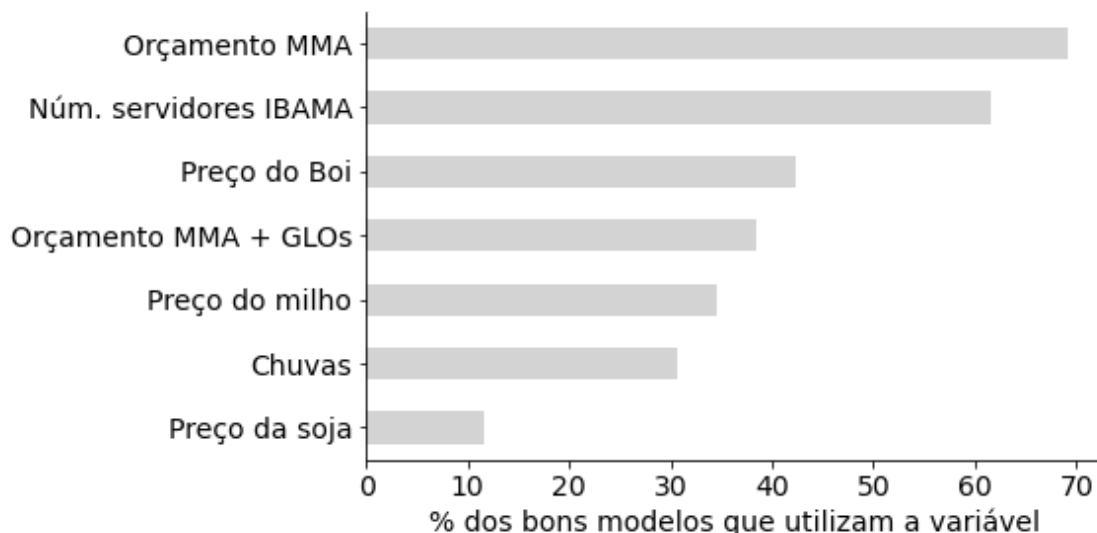


Figura A11 - Erro médio dos modelos na previsão do desmatamento



O gráfico abaixo apresenta a frequência com que cada variável aparece nos 26 melhores modelos. Vemos que mesmo entre todos esses modelos (e não apenas no primeiro colocado), a presença do orçamento do MMA e do número de servidores do IBAMA é bastante maior que a das demais variáveis. O orçamento do MMA, por exemplo, figura em 69% dos melhores modelos, enquanto que o preço do boi gordo aparece em 42%. Vale ressaltar que, em todos os melhores modelos nos quais o preço do boi gordo é utilizado, alguma outra variável ligada à atividade governamental (orçamento do MMA ou número de servidores do IBAMA) também é utilizada.

**Figura A12 - Frequência com que cada variável independente foi utilizada pelos 26 modelos com menor erro**



Além do método mencionado acima, também verificamos a importâncias das variáveis selecionadas através do teste de causalidade de Granger<sup>24</sup> e do método SHAP<sup>25</sup>, que atribui a cada variável uma parcela de contribuição para a previsão do modelo com base nos valores de Shapley<sup>26</sup>. Em todos os casos, o orçamento do MMA e o número de servidores do IBAMA aparecem como as variáveis que melhor prevêm o desmatamento na Amazônia.

<sup>24</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Granger\\_causality](https://en.wikipedia.org/wiki/Granger_causality)

<sup>25</sup> <https://shap.readthedocs.io/en/latest/index.html>

<sup>26</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Shapley\\_value](https://en.wikipedia.org/wiki/Shapley_value)

## Gabinete Compartilhado

### **Gabinete Compartilhado**

Sen. Alessandro Vieira

Dep. Tabata Amaral

Dep. Felipe Rigoni

### **Chefe de Gabinete**

Pepe Tonin

### **Cientista de dados**

Henrique Xavier

### **Analista de dados**

Carlos Canabrava