

## TENDÊNCIAS ATUAIS E IDENTIFICAÇÃO DE NOVAS FRENTES DE DESMATAMENTO NA AMAZÔNIA LEGAL BRASILEIRA

Cassiano Gustavo Messias<sup>1</sup>; Daniel E Silva<sup>2</sup>; Amanda Pinoti Belluzo<sup>3</sup>; Delmina Carla Matos Barradas<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Doutor em Geografia. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. cassiano.messias@inpe.br.

<sup>2</sup> Doutor em Biologia Vegetal e Florestal. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.  
daniel.silva@inpe.br.

<sup>3</sup> Graduação em Geografia. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. amanda.belluzo@inpe.br.

<sup>4</sup> Graduação em Geografia. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. delmina.barradas@inpe.br.

### RESUMO

A floresta amazônica é a mais extensa floresta tropical do planeta, e destaca-se pela diversidade de seus ecossistemas, por sua rede hidrográfica e pelo seu papel fundamental no equilíbrio climático. A década de 1970 marcou a intensificação do desmatamento na Amazônia Legal Brasileira (ALB), que alcançou as maiores taxas em 1994 e 2004, seguido por uma grande redução até 2012. Contudo, a partir de 2013 o desmatamento voltou a crescer, afastando o Brasil da sua meta de redução de desmatamento em 3.800 quilômetros quadrados/ano até 2020. Este trabalho tem como objetivo discutir as tendências atuais do desmatamento na ALB e apresentar uma metodologia para identificar possíveis novas frentes. Os resultados comprovaram que há tendência de aumento do desmatamento na maioria das Unidades Federativas (UF) da ALB, e foram identificadas seis possíveis novas frentes de desmatamento, localizadas no Mato Grosso, no Pará, no Amazonas e no Maranhão. Há áreas também com desmatamento elevado ao longo de todo o período e outras em que houve uma redução recente dos valores.

**Palavras-chave:** Floresta amazônica. Supressão da vegetação. Desflorestamento.

**Área de Interesse do Simpósio:** Biodiversidade.

## 1. INTRODUÇÃO

O Bioma Amazônia, que cobre 49% do território brasileiro e abriga a maior floresta tropical do mundo, a qual tem um papel fundamental na dinâmica da biosfera e no clima do planeta (PORTO-GONÇALVES, 2015). A cobertura florestal da Amazônia Legal Brasileira (ALB) havia sido pouco alterada até 1975, totalizando menos de 1% de áreas suprimidas. Porém, em 2018 o desmatamento acumulado atingiu 20% da cobertura florestal (CRUZ *et al.*, 2020).

A série histórica gerada pelo Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal por Satélite (PRODES) aponta que, entre os anos de 1988 e 2004, as taxas de desmatamento apresentavam valores acima de 10.000 km<sup>2</sup> por ano e, várias vezes, ultrapassaram os 20.000 km<sup>2</sup>. Diante da crise das *commodities*, do aumento da fiscalização e da elaboração de políticas públicas, as taxas tiveram uma queda gradual, chegando ao valor histórico de 4.600 km<sup>2</sup> em 2012. No entanto, desde 2013, o desmatamento tem apresentado uma nova tendência de alta, passando novamente os 10.000 km<sup>2</sup> (TERRABRASILIS, 2020).

Este trabalho tem como objetivos discutir as tendências atuais do desmatamento nas Unidades da Federação (UF) que formam a ALB e apresentar uma metodologia para identificar possíveis novas frentes. Para isto, serão realizadas análises a partir de dados do PRODES.

## 2. METODOLOGIA

O ano de 2012 foi definido como data inicial deste estudo, pois antecede a tendência atual de crescimento das taxas de desmatamento na ALB. Foi gerado um gráfico de dispersão das taxas por UF, cujos valores são provenientes do projeto PRODES. Realizou-se uma análise da tendência das taxas por UF, por meio de análise de regressão do tipo polinomial de segundo grau.

Para identificar anomalias no desmatamento nos estados da ALB, adotou-se como unidade espacial de análise a órbita/ponto Landsat, que define as cenas do PRODES. No QGIS foram importados arquivos vetoriais que contêm a delimitação das 228 cenas, os limites dos estados da ALB e os incrementos anuais de desmatamento. A grade de cenas Landsat foi recortada pelos limites estaduais, gerando o produto vetorial de cenas por estado. Através deste arquivo foram extraídas as informações de área de cada cena por estado e de área total dos incrementos em cada ano.

A proporção anual de área desmatada (em parte por dez mil) foi calculada para o produto cena por estado (Eq. 1) e para cada estado (Eq. 2), e a razão dessas proporções gerou a razão do desmatamento da cena por estado em relação ao desmatamento do estado, por ano (Eq. 3).

$$PD_{Cena\ ano_a} = \frac{\text{Área do incremento da cena no ano } a}{\text{Área da cena}} \times 10.000 \quad (\text{Eq. 1})$$

$$PD_{Estado\ ano_a} = \frac{\text{Área do incremento do estado no ano } a}{\text{Área do estado}} \times 10.000 \quad (\text{Eq. 2})$$

$$RD_{Cena\ ano_a} = \frac{D_{Cena\ ano_a}}{D_{Estado\ ano_a}} - 1 \quad (\text{Eq. 3})$$

onde:  $PD$  = proporção de desmatamento em parte por dez mil e  $RD$  = razão de desmatamento.

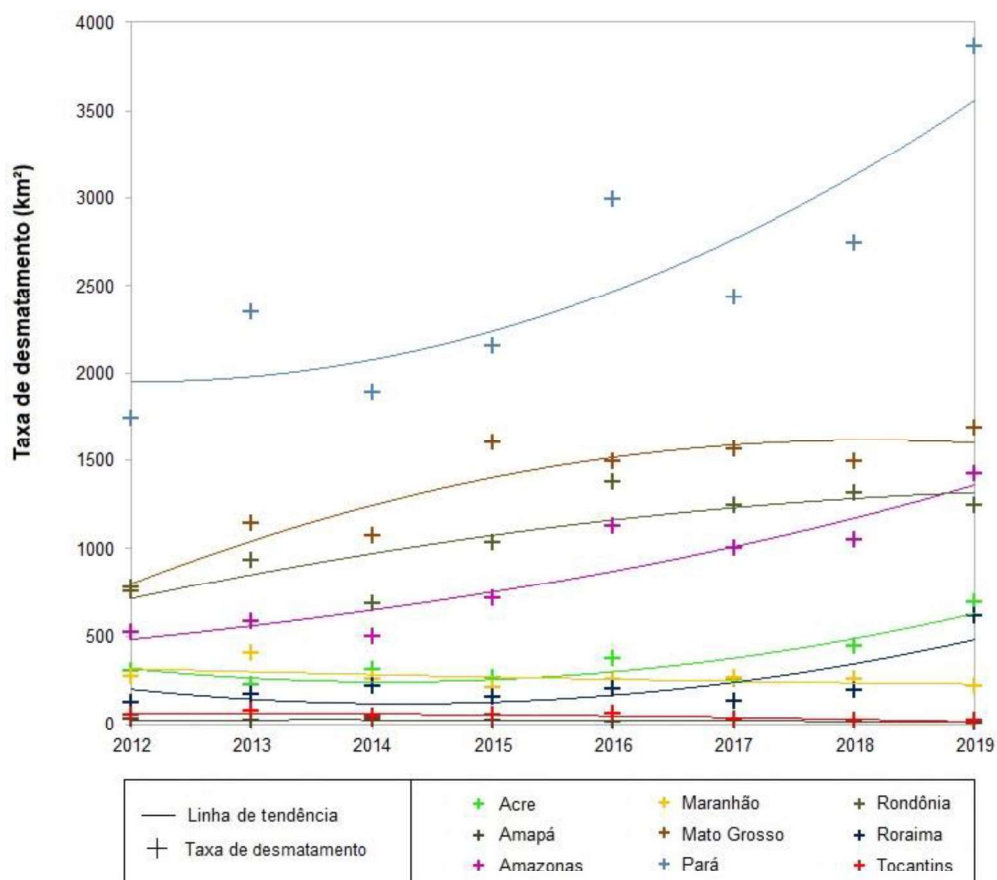
Esta análise foi realizada entre 2012 e 2018, visto que, até o momento que este artigo foi elaborado, não estavam disponíveis as informações completas de 2019 por cenas. Por terem pouca representatividade, 10 % das cenas de menor área foram descartadas ( $n = 28$ ).

Entre os  $ID$  de cada cena, foram identificados *outliers* (valores que fogem do padrão dos demais), os quais auxiliaram na identificação de anomalias relacionadas com a quantidade de desmatamento em cada ano. Foram identificados três tipos de anomalias: 1) Valor alto estável: cenas em que tanto no início, como no final período, a proporção de área desmatada é muito maior que o valor médio na UF a qual pertencem; destacam-se *outliers* mais antigos e recentes; 2) Tendência de aumento: cenas em que há *outliers* apenas no final do período, indicando possíveis novas frentes de desmatamento; 3) Tendência de redução: cenas em que há *outliers* apenas no início. Os resultados foram associados com um mapa de densidade desmatamento na ALB entre 2016 a 2018, gerado através do estimador de densidade *Kernel* e com o raio de 30 km.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir de 2012 foi observada uma tendência geral de crescimento do desmatamento na ALB, porém, essa tendência não é comum a todas as UF. A Figura 1 representa graficamente as taxas de desmatamento anuais e suas linhas de tendência. A Tabela 1 corresponde aos valores de coeficiente de determinação ( $R^2$ ) da regressão para cada UF, no período de 2012 a 2019.

Figura 1 – Taxas e linhas de tendência de desmatamento por UF.



Fonte: Os autores.

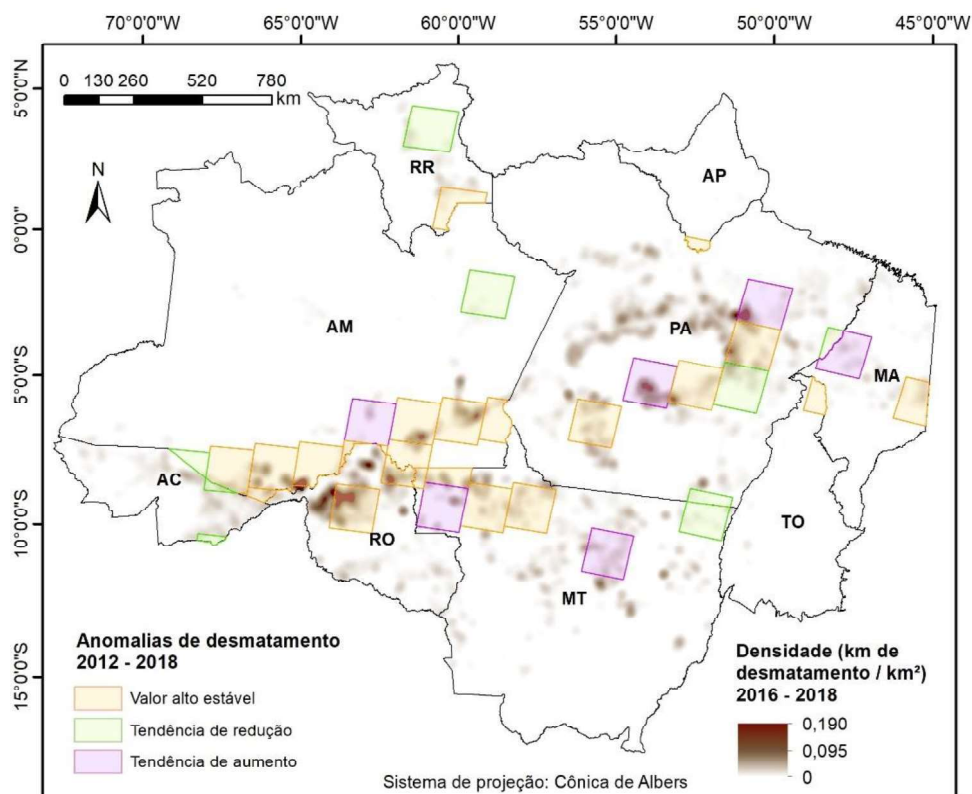
Tabela 1 – Coeficientes de determinação da regressão das taxas de desmatamento por UF.

Estado	R <sup>2</sup>
Acre	0,804
Amapá	0,5459
Amazonas	0,8517
Maranhão	0,2705
Mato Grosso	0,8582
Pará	0,7403
Rondônia	0,6878
Roraima	0,6103
Tocantins	0,7754

Fonte: Os autores.

O desmatamento na ALB está concentrado, em grande parte, no arco do desmatamento, que vai do leste do Pará até o Acre, passando por Mato Grosso e Rondônia (VIEIRA *et al.*, 2018). O mapa abaixo permite visualizar os locais de maior concentração recente do desmatamento e as anomalias identificadas ao nível das cenas (Figura 2).

Figura 2 – Mapa de densidade e de anomalias recentes do desmatamento na ALB.



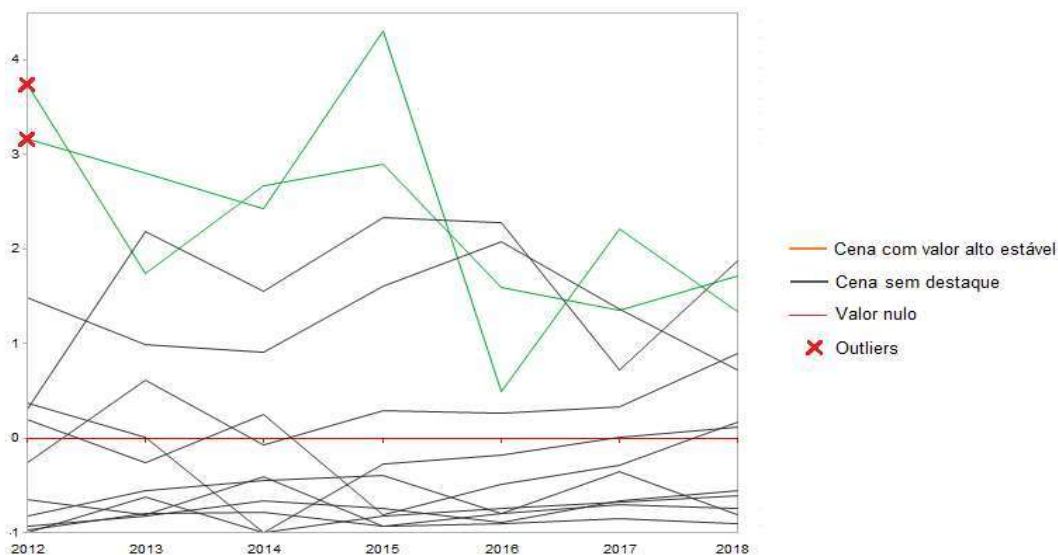
Fonte: Os autores.

A linha de tendência do Acre indicou aumento do desmatamento, especialmente em 2019, e apresentou  $R^2$  elevado. Sobre o índice de desmatamento (Figura 3), duas cenas eram *outliers* em 2012, configurando-se como anomalias, pois seus valores de *RD* eram muito superiores aos demais. Porém, apesar do aumento das taxas, não há *outliers* recentes, nem há a formação de novas frentes, o que indica que o desmatamento ocorre de forma difusa por todo o estado.

A tendência no Amazonas foi de aumento do desmatamento e o estado mostrou elevado  $R^2$ . Onze cenas foram identificadas como anomalias em 2012 (Figura 4), sendo que nove delas permaneceram como *outliers* na maior parte dos anos e outras duas tiveram redução brusca do

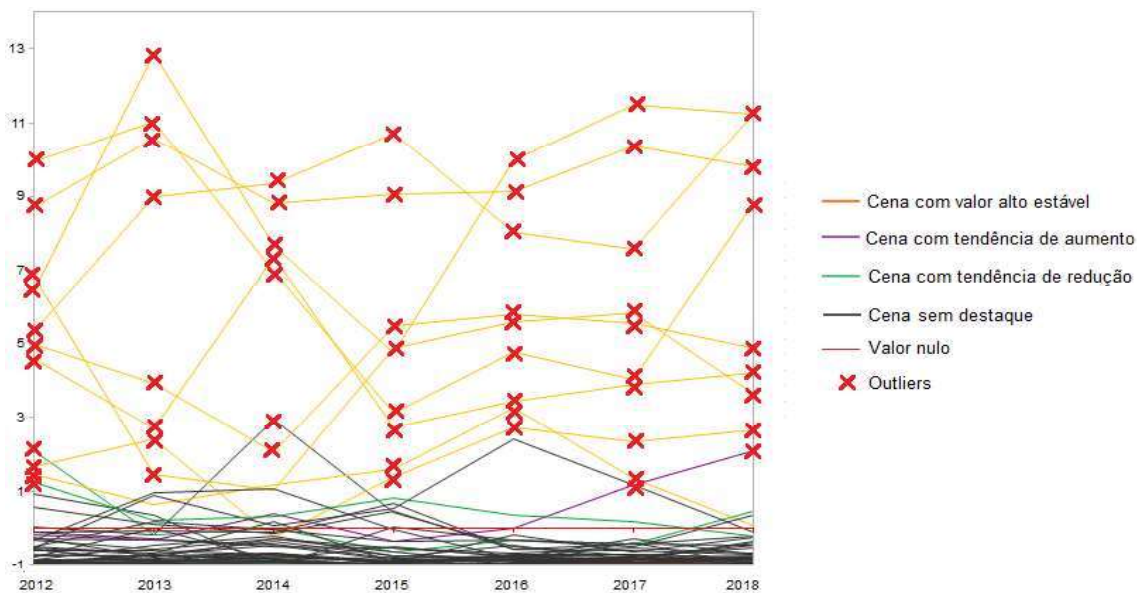
desmatamento. Uma nova cena destacou anomalia nos últimos dois anos, indicando uma possível nova frente de desmatamento.

Figura 3 – Índice de desmatamento no Acre.



Fonte: Os autores.

Figura 4 – Índice de desmatamento no Amazonas.

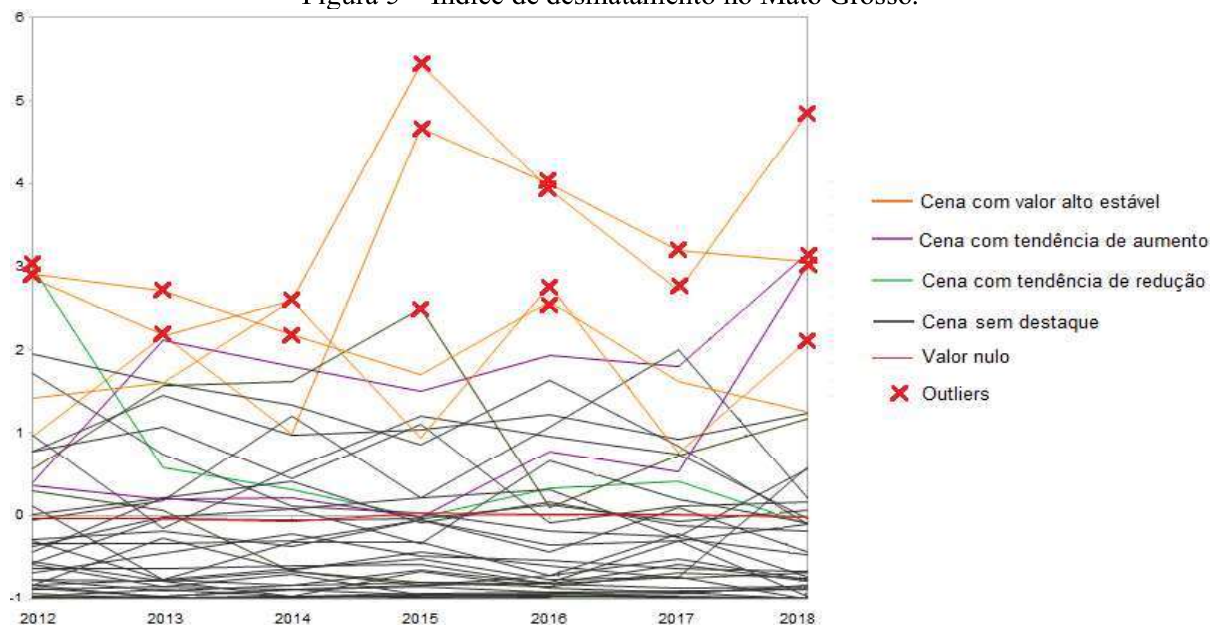


Fonte: Os autores.

No Mato Grosso houve tendência de crescimento e o  $R^2$  foi elevado, porém, os valores têm se estabilizado nos últimos anos. Cinco cenas apresentaram *outliers* entre os três primeiros anos (Figura 5), sendo que quatro delas também apresentaram anomalias recentes e em apenas uma houve redução. Houve o surgimento de anomalia em duas novas cenas em 2018, apontando um avanço do arco ou o desenvolvimento de novas frentes.

O Pará apresentou  $R^2$  elevado e tendência de aumento, em especial em 2019. Entre as cenas que tiveram anomalias no início do período, houve intensa redução do valor de *RD* em três; e em outras três houve uma fase de redução, porém seguida de um novo aumento recente (Figura 6). Duas cenas mostraram anomalias recentes que cresceram gradativamente até 2018, entre elas a que cobre a Terra Indígena (TI) Ituna/Itatá – TI mais desmatada no ano de 2019.

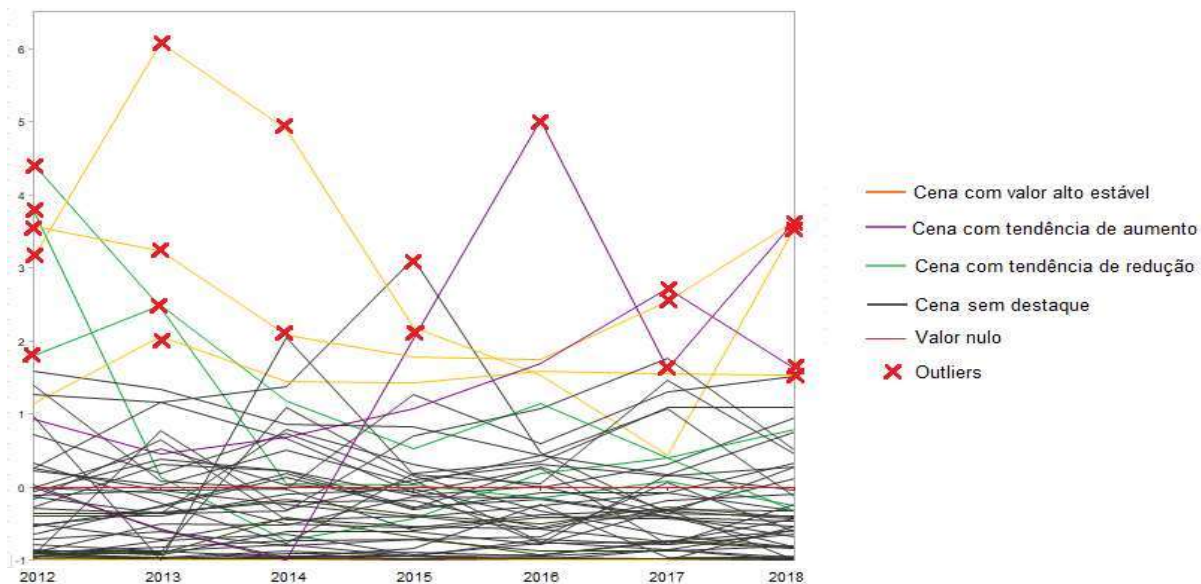
Figura 5 – Índice de desmatamento no Mato Grosso.



Fonte: Os autores.

Em Rondônia houve crescimento do desmatamento, porém, acompanhado da estabilização recente das taxas. Observam-se duas cenas com fases de aumento e redução de desmatamento, porém, com a formação de *outliers* tanto início como ao final do período (Figura 7).

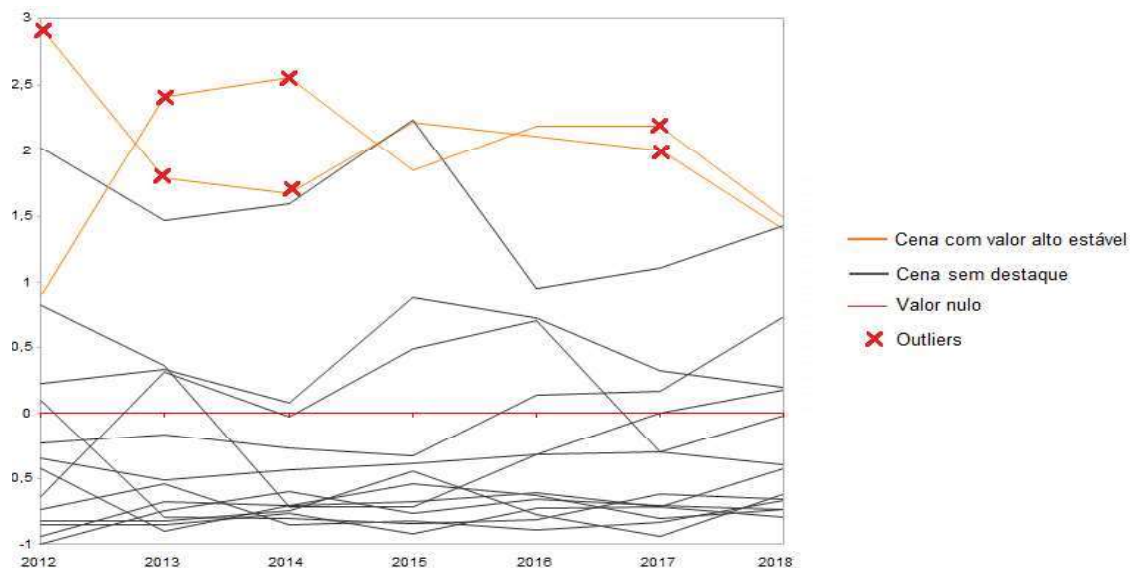
Figura 6 – Índice de desmatamento no Pará.



Fonte: Os autores.

Roraima possui tendência de aumento recente do desmatamento e apresentou, entre as UF da ALB, o maior crescimento das taxas entre 2018 e 2019. As duas cenas mais desmatadas em 2013 tiveram tendências opostas nos últimos anos, uma se afastando e outra se aproximando do valor nulo (Figura 8).

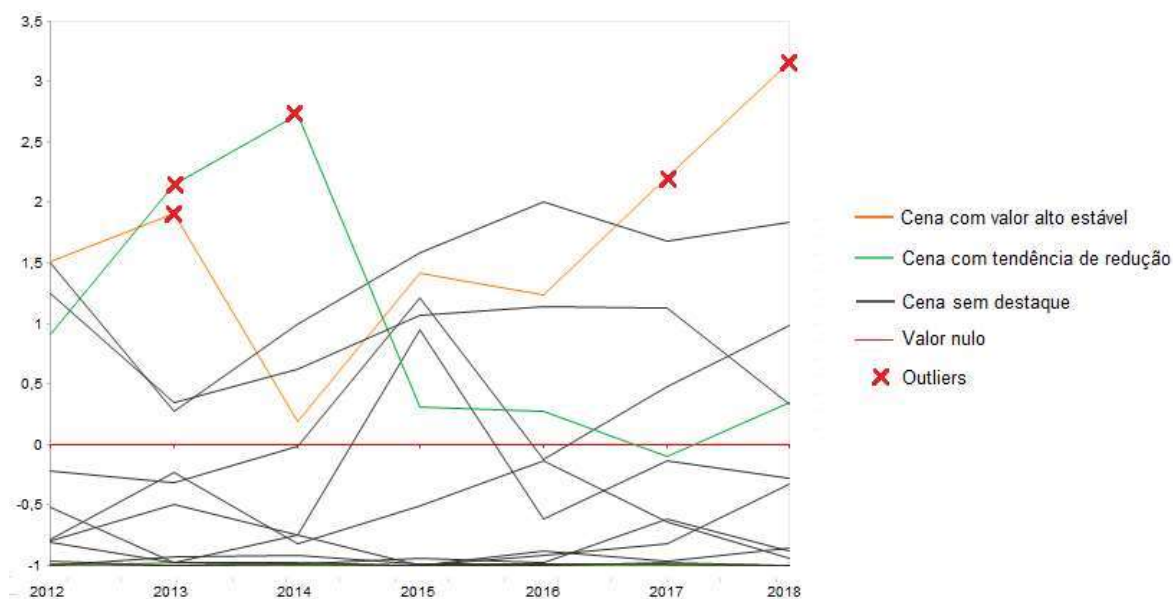
Figura 7 – Índice de desmatamento em Rondônia.



Fonte: Os autores.



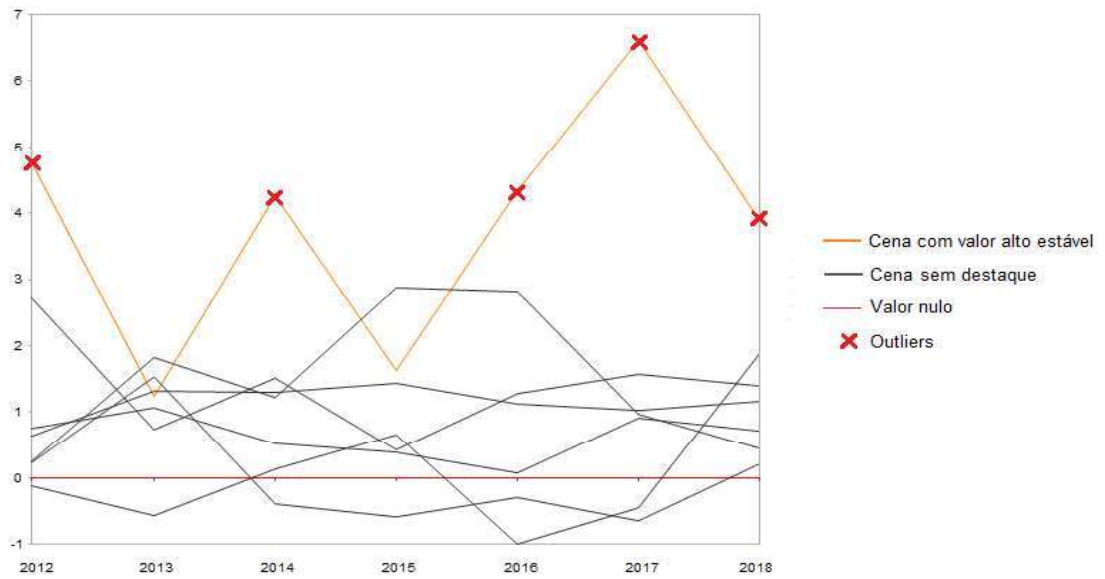
Figura 8 – Índice de desmatamento em Roraima.



Fonte: Os autores.

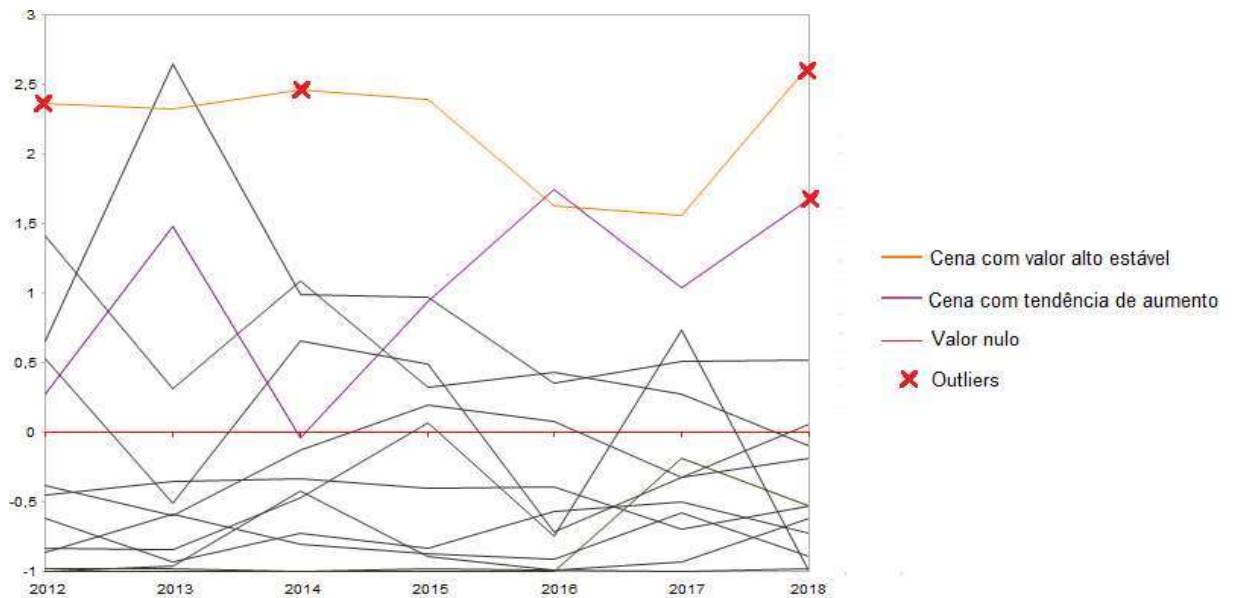
O Amapá e o Maranhão não apresentaram tendência clara, sendo que tiveram valores baixos de  $R^2$ . Em ambos há uma cena com fases de aumento e queda, onde foram observados *outliers* no início e no final do período (Figuras 9 e 10). No Maranhão há ainda uma cena com anomalia apenas em 2018. O Tocantins mostrou tendência de redução das taxas, e apesar dos valores dos incrementos serem pequenos, há uma cena com anomalias em diferentes períodos (Figuras 11). Em torno de 75 % da vegetação florestal do Maranhão e do Tocantins já havia sido suprimida até 2018.

Figura 9 – Índice de desmatamento em Amapá.



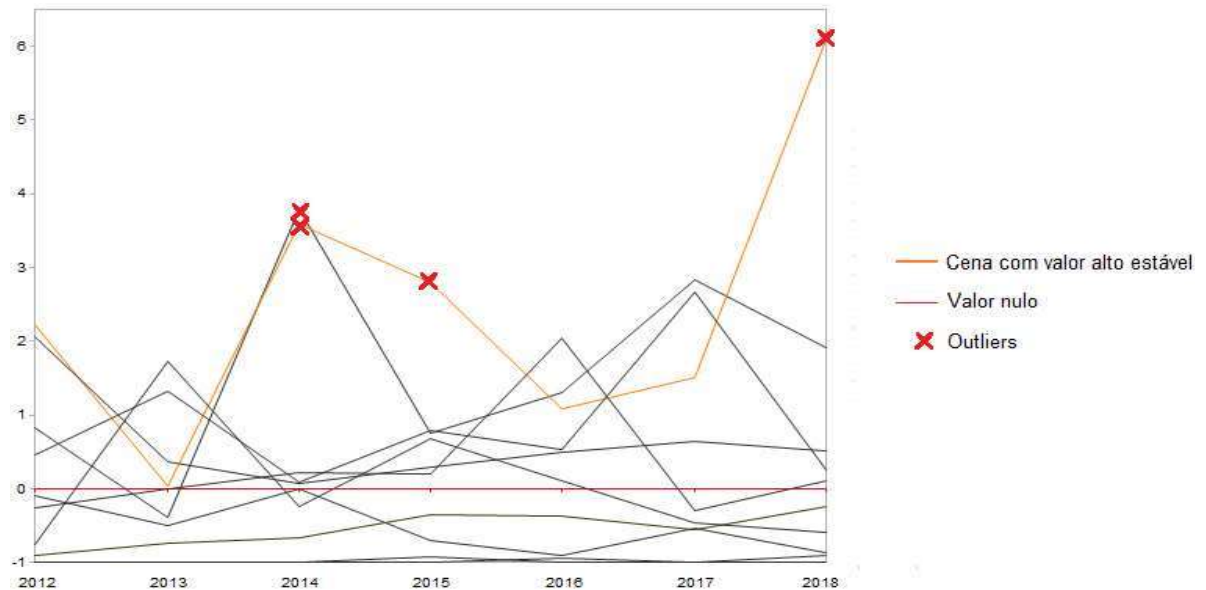
Fonte: Os autores.

Figura 10 – Índice de desmatamento no Maranhão.



Fonte: Os autores.

Figura 11 – Índice de desmatamento no Tocantins.



Fonte: Os autores.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados dessa pesquisa comprovaram a tendência de aumento do desmatamento na maioria das UF que abrangem a ALB. A metodologia apresentada permitiu identificar seis possíveis novas frentes de desmatamento, ou seja, cenas com crescimento anormal de áreas desmatadas nos últimos anos, sendo que duas estão localizadas no Mato Grosso (230/67 e 226/68), duas no Pará (224/62 e 225/64), uma no Amazonas (232/65) e uma no Maranhão (222/63). Além disso, a maioria das UF apresentam áreas cujo desmatamento permanece com valores elevados em todo o período, além de haver áreas com redução. Diante disso, é essencial garantir o funcionamento de programas de monitoramento do desmatamento e reforçar as ações de fiscalização ambiental, ambos imprescindíveis para a redução do desmatamento ilegal na região amazônica.

#### 5. AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (financiamento do projeto “Monitoramento dos Biomas Brasileiros por Satélite – Construção de novas capacidades” / processo 444418/2018-0) e ao apoio do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

---

## REFERÊNCIAS

CRUZ, D. C.; BENAYAS, J. M. R.; FERREIRA, G. C.; SANTOS, S. R.; SCHWARTZ, G. An overview of forest loss and restoration in the Brazilian Amazon. *New Forests*, 2020.

PORTO-GONÇALVES, C. W. Amazônia enquanto acumulação desigual de tempos: uma contribuição para a ecologia política da região. **Ver. Crítica de Ciên. Soc.**, v. 107, 2015.

TERRABRASILIS. **Taxas de desmatamento na Amazônia Legal**. Disponível em: <[http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/app/dashboard/deforestation/biomes/legal\\_amazon/rates](http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/app/dashboard/deforestation/biomes/legal_amazon/rates)>. Acesso em: 1º mar. 2020.

VIEIRA, I. C. G.; TOLEDO, P. M.; HIGUCHI, H. A Amazônia no antropoceno. **Ciência e cultura**, v. 70 n. 1, 2018.