



MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÕES



Nota Técnica sobre a consistência dos sistemas de monitoramento do desmatamento e degradação florestal do INPE

São José dos Campos, 19 de novembro de 2021

**Programa de Monitoramento da Amazônia e Demais Biomas – PAMZ+
Coordenação-Geral de Ciências da Terra – CGCT
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE**

EQUIPE TÉCNICA

Cláudio Aparecido Almeida, Dr.

Daniel E. Silva, Dr.

Luis Eduardo P. Maurano, Ms.

Luiz Eduardo Oliveira e Cruz de Aragão, Dr.

Fabiano Morelli, Dr.

Gilvan Sampaio de Oliveira, Dr.



Sumário

1	INTRODUÇÃO	4
2	PRODES	5
2.1	REQUISITOS DE QUALIDADE.....	5
2.2	ESTIMATIVA DA TAXA.....	6
2.3	DATAS REFERÊNCIAS.....	8
2.4	COBERTURA DE NUENS.....	9
3	RELAÇÃO PRODES X DETER	10
3.1	DADOS HISTÓRICOS.....	10
3.2	MOTIVOS DAS DIVERGÊNCIAS PRODES-DETER.....	13
4	CONCLUSÃO	16
5	REFERÊNCIAS	17

1 Introdução

O programa de monitoramento do INPE conta com três sistemas operacionais: o Programa de Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite (PRODES), o Sistema de Detecção de Desmatamento em Tempo Real (DETER) e o sistema de mapeamento do uso e ocupação da Terra após o desmatamento (TerraClass). Os sistemas são complementares e foram concebidos para atender a diferentes objetivos. Essa nota técnica tem como objetivo avaliar quantitativamente a consistência entre as estimativas de desmatamento anual na Amazônia Legal Brasileira (ALB) produzidas pelos sistemas DETER e PRODES, e discutir as variações observadas entre os sistemas ao longo da série temporal.

Desde 1988, o sistema PRODES produz o inventário anual de perda de floresta primária (corte raso) a partir de imagens de satélite de observação da Terra. A partir deste inventário, são calculadas as taxas anuais de desmatamento. Na metodologia do PRODES, o desmatamento anual refere-se ao período de um ano entre as datas de 01 de agosto de um ano a 31 de julho do ano seguinte. O PRODES considera como desmatamento a supressão total da floresta com áreas superiores a 6,25 hectares.

O DETER, implantado em 2004, é um sistema de apoio à fiscalização e ao controle do desmatamento e da degradação na Amazônia. Este produz, diariamente, alertas de alteração na cobertura florestal em áreas maiores que 3 hectares. Os alertas são qualificados desde 2015, indicando áreas totalmente desmatadas (corte raso, com vegetação ou mineração) bem como áreas em processo de degradação florestal (exploração de madeira, queimadas e outras). Esses alertas são enviados automaticamente ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) para uso no planejamento das ações de fiscalização. As informações ficam ainda disponíveis na internet para as Secretarias Estaduais de Meio Ambiente e outras instituições governamentais autorizadas e depois de um período de embargo de aproximadamente uma semana, todos os dados são abertos no ambiente da internet.

Os dois sistemas possuem metodologias distintas pois são aplicados para propósitos diferentes (ALMEIDA et al., 2021), e o uso de agregações do DETER em recortes temporais (por exemplo, mensais) para estimar valores ou tendências para a taxa anual do PRODES não é recomendado. Em 2021, o PRODES estimou um aumento de 22,0% da taxa de desmatamento anual, enquanto o agregado do DETER, nas classes desmatamento, consolidou uma queda de 4,6% em relação ao ano anterior. Essa divergência entre os valores do PRODES e do agregado DETER é esperada e já ocorreu em 25% dos anos avaliados na comparação histórica dos dados dos dois projetos. A

consistência entre os dois dados e os padrões históricos reportados para os dois projetos será quantitativamente demonstrada nessa nota.

2 PRODES

2.1 Requisitos de qualidade

O mapeamento do desmatamento do PRODES pode ser considerado como a realidade do desmatamento, pois apresenta baixas taxas de omissão e de falso positivos. Maurano et al. (Maurano et al., 2019) apresentaram uma metodologia para estimar índices de exatidão do mapeamento das áreas desmatadas apontadas pelo PRODES para o ano de 2014, a partir de uma amostragem estratificada de padrões de desmatamento mapeados em células de 50 x 50 km. Como resultado dessa avaliação, foi possível estabelecer o nível de exatidão global do mapeamento em questão, estimado em 93% e com índices de omissão e de inclusão estimados em 7% e 1,5%, respectivamente.

A alta acurácia do PRODES é consequência dos requisitos de qualidade inseridos ao longo do seu processo de mapeamento, desde seleção das imagens até a disseminação dos seus dados. Os requisitos encontram-se resumidos na Figura 1.



Figura 1 Resumo do fluxo de produção de dados do PRODES.

A auditoria do PRODES avalia 100% da área de floresta remanescente e de incremento de desmatamento do ano. A auditoria completa do espaço de trabalho permite que especialistas verifiquem o delineamento e a classe de cada polígono mapeado, podendo ser corrigido ou removido. Também é possível inserir novos polígonos de desmatamento

eventualmente omitidos pelo intérprete. Além da auditoria, uma revisão é realizada nas cenas que tiveram as maiores variações da área desmatada em relação ao ano anterior, tanto negativa quanto positiva. No ano de 2021, 45 cenas das 106 mapeadas foram revisadas pelos especialistas, dada a amplitude das variações em relação ao ano passado.

Os dados do PRODES encontram-se disponíveis no ambiente da internet após divulgação da estimativa da taxa anual de desmatamento (<http://terrabilis.dpi.inpe.br/>).

2.2 Estimativa da taxa

A estimativa da taxa anual de desmatamento é obtida a partir do incremento observado nas cenas que recobrem a ALB. Em sua primeira apresentação, essa estimativa é feita com base na análise de **cenas prioritárias** para aquele ano, definidas a partir de três critérios: 1) cobrir a região onde foram registrados pelo menos 90% do desmatamento no período anterior do PRODES; 2) cobrir regiões onde foram registrados pelo menos 90% dos avisos de desmatamento do último ano DETER; e 3) cobrir os municípios prioritários para fiscalização referidos no Decreto Federal 6.321/2007 e atualizado em 2018, 2020 e 2021 pelas Portarias No. 428, 161 e 9 do 19 de novembro de 2018, 15 de abril de 2020 e 11 de janeiro de 2021 do Ministério do Meio Ambiente (MMA). A Figura 2 aponta as 106 cenas prioritárias usadas na estimativa da taxa PRODES 2021.

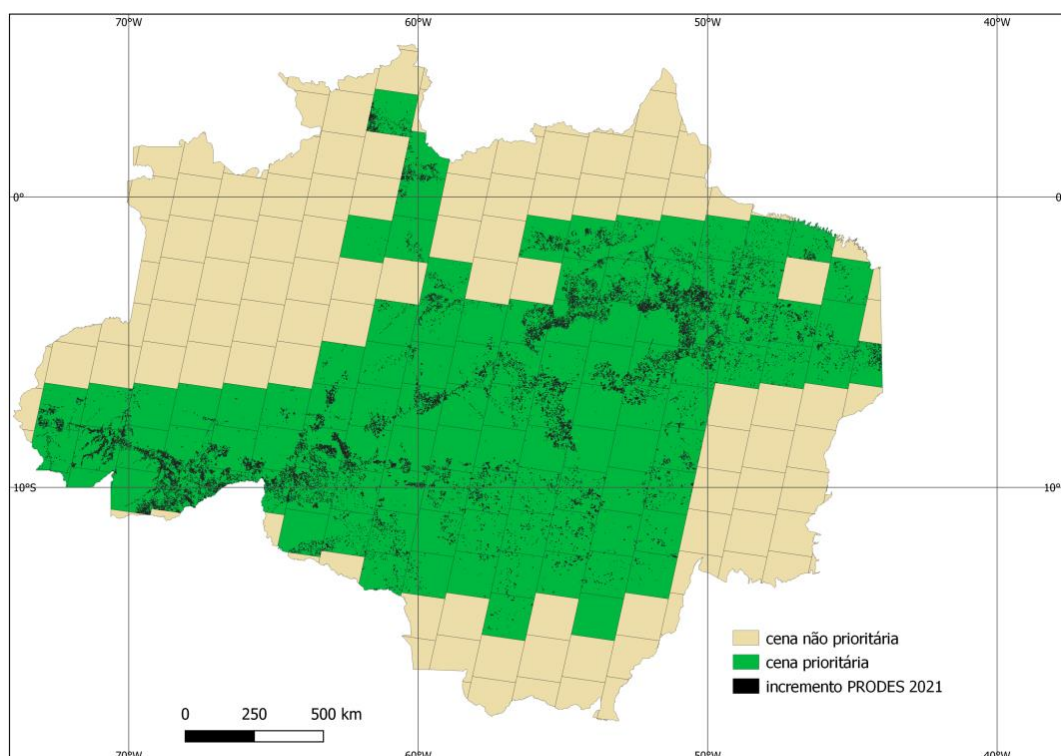


Figura 2 Mapa das cenas prioritárias usadas no PRODES 2021.

A Tabela 1 mostra a soma das áreas de incrementos de desmatamento nas 106 cenas prioritárias de 2021, e sua proporção em relação aos incrementos mapeados em todas as cenas da ALB. Essas cenas prioritárias contemplaram 95% do desmatamento do ano de 2020. Esse valor é próximo aos valores dos anos anteriores, pelo fato do desmatamento ser um evento com elevada correlação espacial. Isso significa que o conjunto de cenas prioritárias de um dado ano tem uma representatividade muito similar ao de qualquer outro ano na escala da Amazônia Legal.

Tabela 1 - Área de incrementos de desmatamento nas cenas prioritárias, por ano (em km²). Note que o ano de 2007 mostra o valor de incremento de desmatamento acumulado de 1988 a 2007. Os demais anos indicam o incremento anual.

PRODES	Incremento ALB	Incremento cenas prioritárias (n=106)	Contribuição na ALB
2007	718363,9	584236,7	81%
2008	13318,9	12043,5	90%
2009	6313,0	5471,7	87%
2010	6298,1	5574,9	89%
2011	5695,6	5180,2	91%
2012	4430,8	4099,8	93%
2013	5400,2	4980,5	92%
2014	5115,4	4606,1	90%
2015	6117,8	5710,5	93%
2016	7269,1	6846,5	94%
2017	7000,3	6526,0	93%
2018	7092,2	6758,4	95%
2019	10897,7	10185,1	93%
2020	10502,1	9973,3	95%
2021*	-	11902,9	-

*Incremento total ALB ainda não disponível.

Após a geração da estimativa da taxa, para explicitar a sua confiabilidade, o valor da estimativa do desmatamento é simulado para 5.000 conjuntos de 90% das cenas selecionadas aleatoriamente dentre as cenas prioritárias. Em 2021, os resultados das medianas se mostraram próximos das estimativas dos estados baseadas nas 106 cenas e das médias. A proximidade dos valores de tendência central apontou a boa capacidade preditiva, e a amplitude dos desvios padrão mostrou que a quantidade amostrada foi adequada, como pode ser visto na Tabela 2. A Figura 3 ilustra o valor médio, mínimo e máximo, por estado para a taxa estimada na simulação.

Tabela 2 - Estatísticas sobre taxas de desmatamento geradas na simulação (em km²).

	Estimativa 106 cenas	Desvio Padrão 95 cenas	Média 95 cenas	Mediana 95 cenas
AC	871	106,6	871,6	867,0
AM	2.347	124,1	2.343,9	2.336,0
AP	39	18,8	24,7	39,0
MA	363	67,7	361,3	363,0
MT	2.263	170,5	2.277,6	2.254,0
PA	5.257	346,4	5.287,1	5.213,5
RO	1.681	73,4	1.679,1	1.683,0
RR	386	172,1	395,4	386,0
TO	28	9,1	24,1	28,0

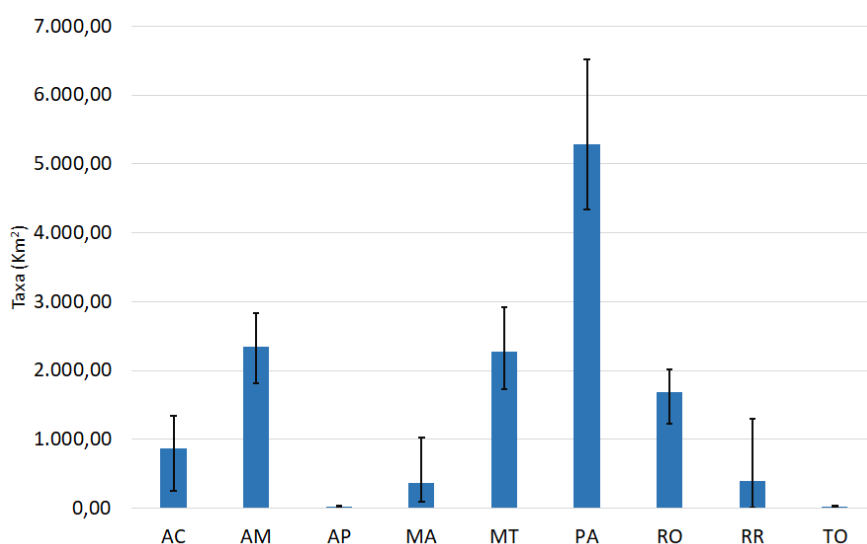


Figura 3 Simulação da estimativa da taxa, utilizando 5.000 conjuntos de 95 cenas, distribuição por estado. A barra azul representa o valor médio da taxa estimada por estado. A barra preta representa os valores mínimo e máximo da taxa estimada por estado.

2.3 Datas de referência

A taxa de desmatamento PRODES é o resultado da projeção do incremento detectado entre duas datas para as datas de referência (01 de agosto e 31 de julho do ano seguinte), considerando um incremento linear do desmatamento durante a estação seca (ALMEIDA et al., 2021). A incerteza relacionada a esta projeção diminui quando as datas de detecção são mais próximas das datas de referência. A Tabela 3 mostra a data média de aquisição das cenas prioritárias nos anos de 2019, 2020 e 2021. Observa-se que essa data média foi muito próxima a data referência em 2021 e próxima as datas médias dos últimos três anos. A Figura 4 mostra a distribuição dos intervalos (em dias) entre a data da imagem e a data de referência para cada uma das 106 cenas prioritárias de 2021, nos últimos três anos. A amplitude da variação é menor e mais centrada na data referência para 2021 que nos anos anteriores.

Tabela 3 - Data de aquisição média das 106 cenas prioritárias, por ano.

Cenas prioritárias (n=106)			
	2019	2020	2021
Data média	11/08/2019	10/08/2020	04/08/2021

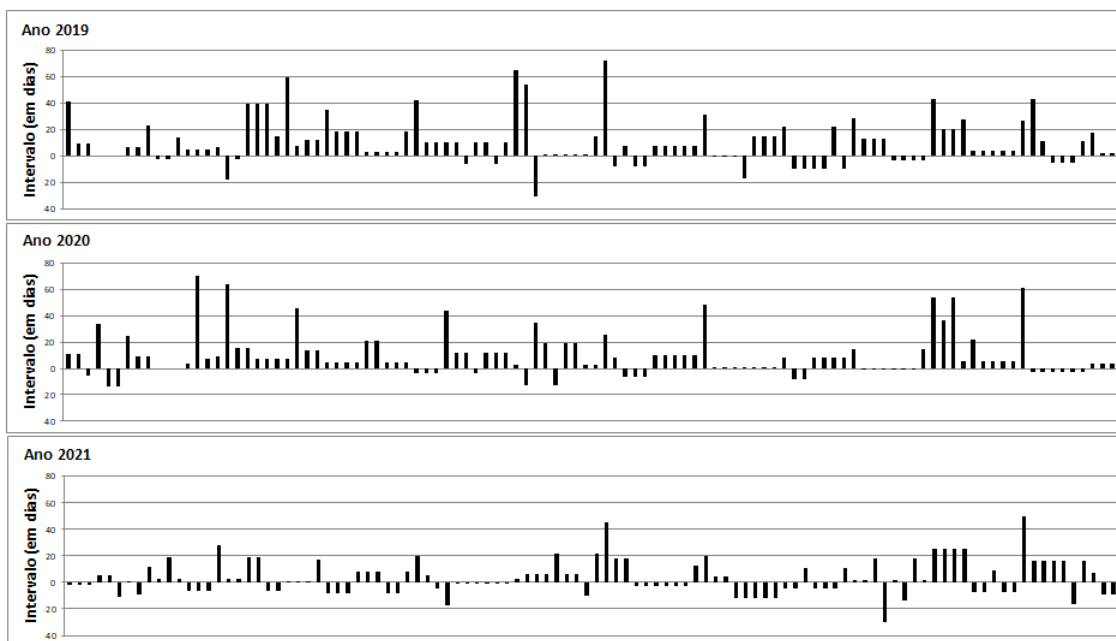


Figura 4 Distribuição do intervalo de dias entre as datas referência e a data das imagens usadas no PRODES, entre os anos de 2019 e 2020.

2.4 Cobertura de nuvens

Para a estimativa da taxa anual de desmatamento, calcula-se o desmatamento ocorrido dentro do ano PRODES, supondo que toda a área de floresta dentro da ALB é observada dentro desse ano. Porém, em algumas regiões da ALB, pode haver persistência de nuvens nas imagens disponíveis para o período de detecção, o que impossibilita a observação pelo PRODES, mesmo com o uso de mais que um sensor ou data. Estas áreas não observadas por estarem cobertas por nuvens são tratadas no cálculo da taxa de desmatamento para toda a ALB, em uma análise feita por cena. O cálculo considera que a proporção de desmatamento na área coberta por nuvem, em uma cena, é a mesma que pode ser mapeada na área livre de nuvem da cena. Vale ressaltar que houve um esforço para redução da cobertura de nuvens nos últimos anos, o que impacta positivamente a qualidade dos mapas gerados e reduz ainda mais a incerteza da estimativa da taxa (Soler et al., 2021).

No cálculo da taxa anual, a área dos incrementos mapeados no ano de referência que ocorreram em áreas cobertas por nuvens em anos anteriores é ponderada negativamente pelo número de anos cobertos por nuvens. Esse ajuste visa evitar que desmatamentos mapeados em determinado ano, mas que podem ter acontecido em

anos anteriores, sejam totalmente creditados ao ano corrente. Entretanto, destaca-se que a estimativa do desmatamento sob nuvens corresponde em média a apenas 5% da taxa de desmatamento calculada pelo PRODES. A metodologia detalhada do cálculo da taxa está disponível em Almeida et al. (2021). A Tabela 4 apresenta a porcentagem de áreas cobertas por nuvens nas 106 cenas prioritárias em 2021. Observa-se que a incidência de nuvens em 2021 foi baixa <1.2% e apresenta um percentual consistente com anos anteriores.

Tabela 4 - Somatório e porcentagem das áreas não observadas nas 106 cenas prioritárias, por ano (em km²).

Cenas prioritárias (n=106)		
Ano	Área não observada (nuvem + sombra de nuvem, em km2)	% área das cenas prioritárias
2016	67.338,9	2,4
2017	34.034,6	1,2
2018	113.633,7	4,1
2019	41.618,5	1,5
2020	12.485,4	0,4
2021	29.977,1	1,1

3 Relação PRODES x DETER

3.1 Dados históricos

Existe uma relação significativa entre os valores de desmatamento anual obtidos pelo DETER e pelo PRODES, o primeiro sempre apontando menos desmatamento que o segundo, como pode ser visto na Figura 5. Porém, a diferença relativa entre os dois valores não é constante entre os anos, podendo ocorrer divergências nas tendências interanuais de desmatamento entre o PRODES e o DETER. Em 2021, o PRODES estimou um aumento de 22,0% da taxa de desmatamento anual em relação a 2020, enquanto o DETER registrou uma queda de 4,6%. Essa divergência entre os valores do PRODES e do agregado DETER não é inédita na comparação histórica dos dados dos dois projetos, como ilustrado na Figura 6, onde uma seta destaca os anos em que a tendência apontada pelo DETER foi divergente com a medida final do PRODES. Desde a criação do DETER, houve divergência de tendência em 25% dos casos, sempre em anos que o DETER apontou uma variação reduzida, entre -5 e +17%. Nota-se na Tabela 5 que no ano de 2020, o DETER apontou o valor de desmatamento mais próximo do PRODES em toda a série histórica, tendo uma razão entre PRODES e DETER de somente 1,18 (PRODES/DETER - valor do PRODES dividido pelo valor do DETER), caso muito similar a 2015 quando o valor foi de 1,21. A redução da razão PRODES/DETER em 2020 contribuiu para a divergência de tendência (variação relativa) observada em 2021.

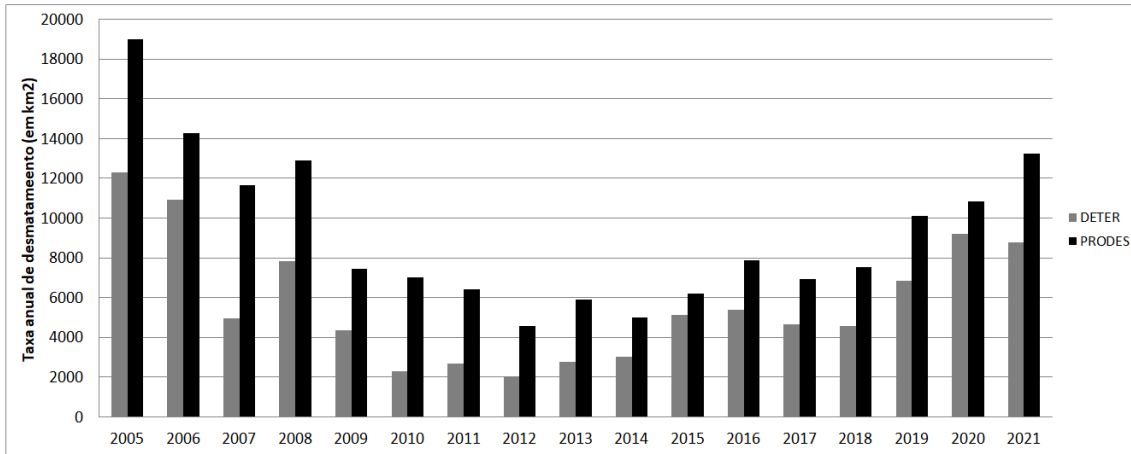


Figura 5 Taxa anual de desmatamento PRODES e agregado anual de desmatamento DETER de 2005 a 2021. Valor estimado em 2021.

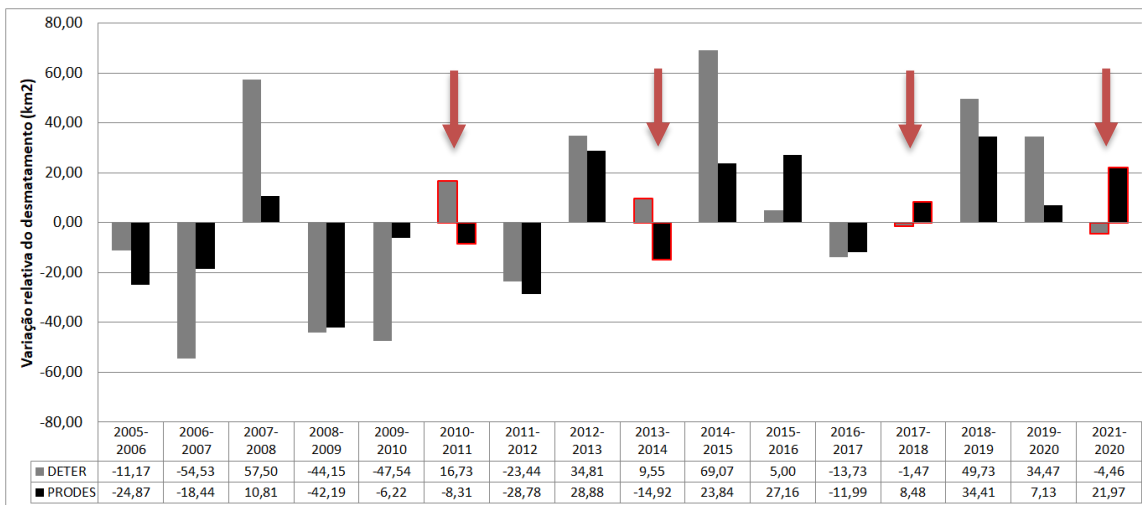


Figura 6 Variação anual de desmatamento PRODES e DETER de 2005 a 2021. Valor estimado em 2021. Destacado em vermelho os anos com tendências invertidas entre PRODES e DETER.

A consistência dos dados pode ser inferida por outra análise a partir dos elementos da figura 6. A diferença absoluta média entre a tendência estimada pelo DETER. Faz-se necessário enfatizar que a tendência anual do desmatamento observada no DETER, e publicada em agosto de cada ano, não reflete exatamente a mesma tendência do PRODES que será divulgada no final do segundo semestre do mesmo ano, principalmente quando a variação do DETER entre os dois anos é reduzida.

A Figura 7 ilustra a relação entre a taxa de desmatamento PRODES e o agregado de desmatamento do DETER para as 106 cenas prioritárias de 2021, nos últimos quatro anos. Nota-se que a relação permanece muito significativa e com baixa dispersão dos valores.

Tabela 5 - Razão PRODES/DETER de 2005 a 2021. Valor estimado em 2021 a partir de 106 cenas prioritárias. Em cinza, os valores referentes ao período de operação do DETER-B.

Ano	Razão PRODES/DETER
2005-2006	1,31
2006-2007	2,34
2007-2008	1,65
2008-2009	1,71
2009-2010	3,05
2010-2011	2,40
2011-2012	2,23
2012-2013	2,13
2013-2014	1,65
2014-2015	1,21
2015-2016	1,47
2016-2017	1,50
2017-2018	1,65
2018-2019	1,48
2019-2020	1,18
2020-2021	1,51

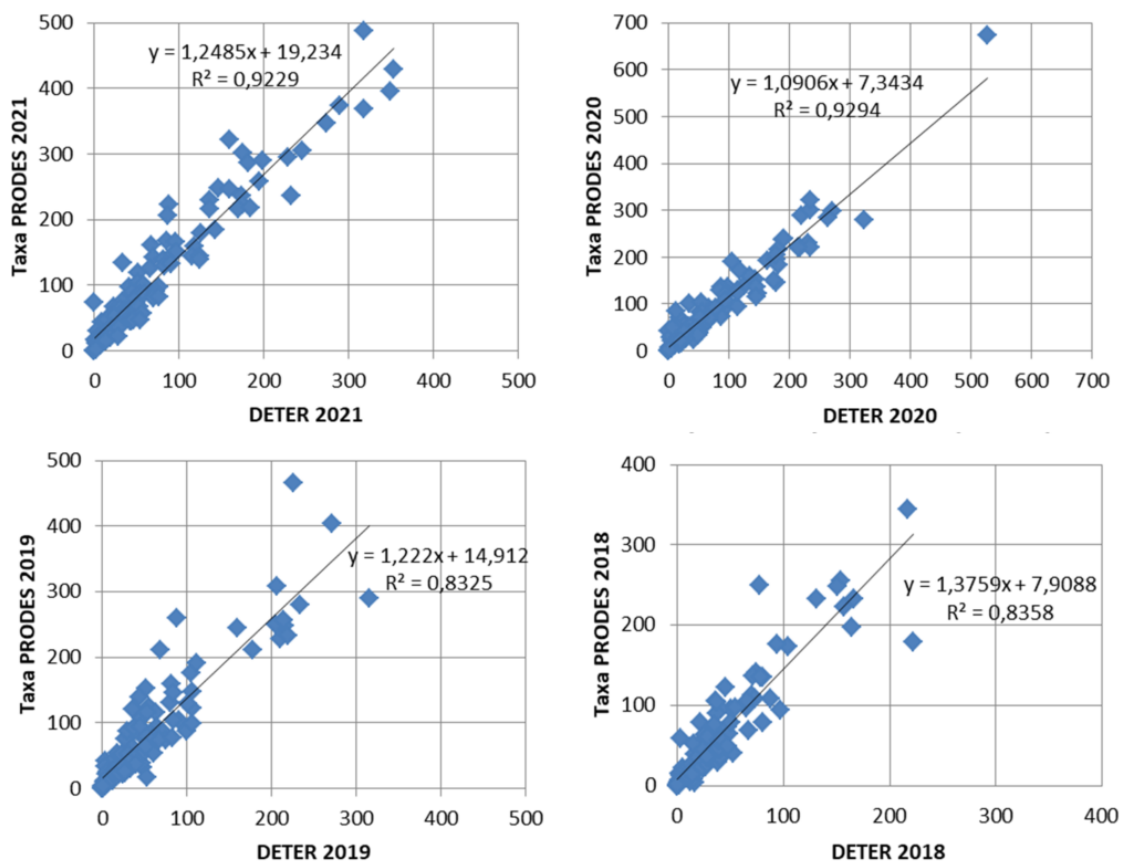


Figura 7 - Taxa anual de desmatamento PRODES e agregado anual de desmatamento DETER de 2018 a 2021 para as 106 cenas prioritárias de 2021. Valor estimado em 2021.

3.2 Motivos das divergências PRODES-DETER

O DETER e o PRODES atendem objetivos diferentes. O primeiro tem por objetivo principal fornecer apoio para as ações de fiscalização e combate ao desmatamento, disponibilizando avisos de alteração da cobertura florestal em tempo quase real para as agências ambientais. Assim, é importante reduzir os erros de inclusão de desmatamento duvidosos em imagens com a resolução espacial de 60m, que podem gerar um custo desnecessário de deslocamento de equipes de fiscais. É então necessário que o DETER mantenha um índice de falso positivos muito baixo e lance um alerta de desmatamento somente quando o nível de incerteza é baixo. Para o mapeamento, o DETER utiliza imagens de alta frequência de revisita e de resolução espacial de aproximadamente 60 metros. A cada semana, todas as áreas florestadas remanescentes da ALB e as áreas de florestas degradadas são observadas, e as sete classes de desmatamento e degradação mapeadas. A exigência de poucos falsos positivos, o tempo disponível para o mapeamento, a resolução espacial e a qualificação das alterações da cobertura florestal explicam a diferença de estimativas menores no DETER, quando comparadas com os valores do PRODES.

O PRODES tem por objetivo quantificar a taxa de desmatamento anual na ALB e fornecer um mapa anual, com elevada exatidão, do desmatamento. Apesar de também ser conservador, ele se beneficia de imagens de resolução espacial de 20 a 30 metros e mapeia somente o desmatamento baseado na diferença entre duas imagens ideais em termos de detecção do desmatamento tipo corte raso.

A Tabela 6 resume as principais diferenças entre o PRODES e o DETER.

Tabela 6 Principais características operacionais do PRODES e do DETER.

	PRODES	DETER
Equipe (RH)	~15 pessoas	~10 pessoas
Tempo para observação da ALB	~25 semanas	~1 semana
Resolução espacial	20 a 30 m	~60 m
Deteção	Par de imagens Na estiagem (deteção ideal) Com menor cobertura de nuvem Somente desmatamento	Todas as imagens CBERS WFI disponíveis O ano todo 7 classes de desmatamento e degradação Conversão degradação para desmatamento
Objetivos	Mapeamento preciso e quantificação da taxa anual de desmatamento	Geração rápida de alertas de desmatamento e degradação para apoio a fiscalização. Necessidade de conservadorismo pelo custo do falso positivo

Uma omissão no DETER pode ser temporária. De fato, um desmatamento no PRODES pode ser alertado posteriormente pelo DETER. Essa latência é verificável na Figura 8, que representa as diferenças entre os incrementos do DETER e do PRODES no ano 2021 para as 106 cenas prioritárias, e o valor do incremento do DETER no ano 2022 (após a data referência de 01/08/2021). Percebe-se que as cenas de anomalias negativas DETER-PRODES mais marcadas também são as cenas com maior desmatamento registrado no

DETER 2022. A área desmatada registrada no PRODES 2021 que foi computada somente no DETER 2022 (após a data referência de 01/08/2021) é de 752 km². Além disso, a área desmatada registrada no PRODES 2021 que foi somente apontada como degradação no DETER 2022 até a data de 15 de outubro de 2021 é de 1.164 km².

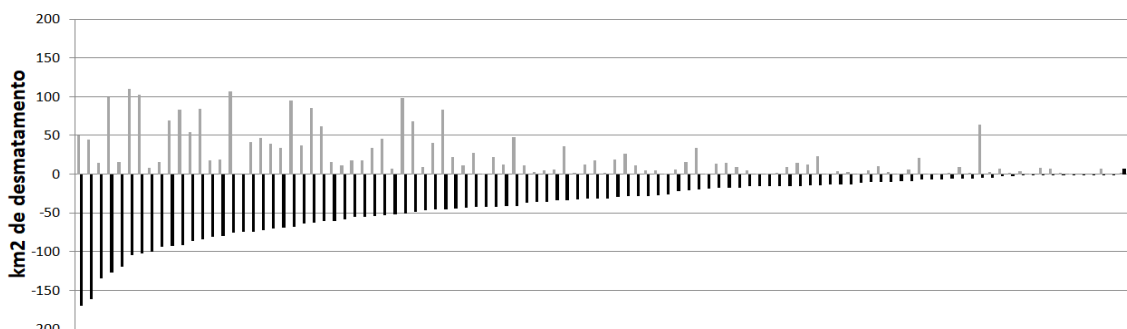


Figura 8 Em preto: diferenças entre agregado de desmatamento DETER 2021 e taxa anual de desmatamento PRODES 2021. Em cinza: agregado anual de desmatamento DETER 2022 (entre 01/08/2021 e 15/10/2021). Valores em km² por cena prioritária. N = 106.

Outro evento reconhecidamente correlacionado com a ocorrência e com a capacidade de detecção da supressão de florestas são as queimadas. Estas são utilizadas para limpeza das áreas desflorestadas (Barlow et al., 2011), e sua duração e intensidade vai afetar significativamente a capacidade de detecção. Para avaliar a influência da ocorrência de queimadas na capacidade de detecção utilizou-se uma análise de regressão onde o valor da relação PRODES/DETER foi testada como função do número de focos de incêndio mapeados na Amazônia legal no projeto Queimadas (INPE, n.d.). O resultado dessa regressão pode ser observado na figura 9.

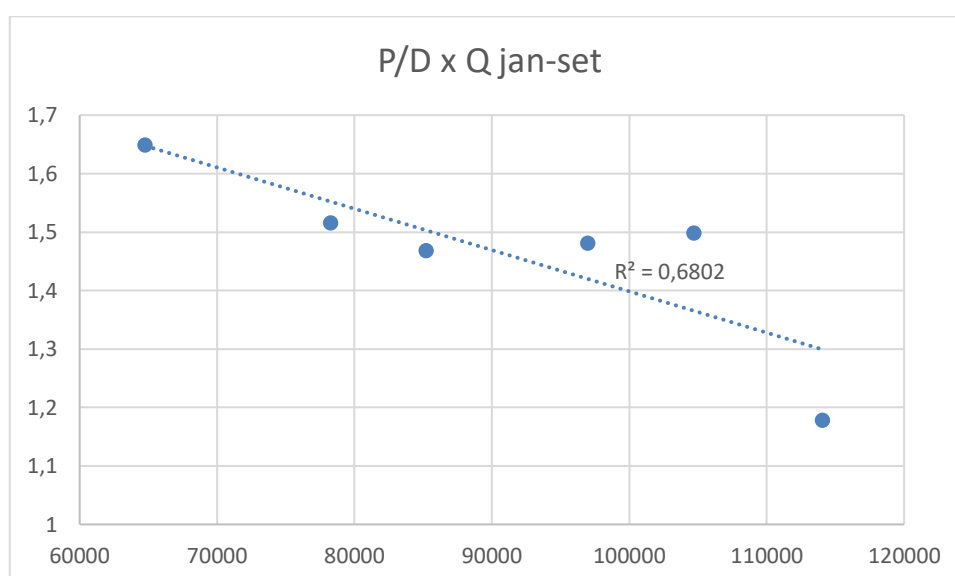


Figura 9 – Regressão entre ocorrência de focos de incêndios e a relação PRODES/DETER (P/D).

A Figura 9 mostra no eixo X o número de ocorrências de focos de incêndios no período janeiro a setembro (Q jan-set), e no eixo Y o valor da relação PRODES/DETER (P/D). Essa relação confirma que a maior ocorrência de focos de incêndios diminui significativamente (Pearson $R = 0,84$, $p < 0,05$) a relação PRODES/DETER. O valor do agregado anual do DETER, portanto, aproxima-se mais do valor do PRODES para o mesmo período quando aumenta-se a ocorrência de queimadas. Esse efeito ficou muito evidente no período 2019-2020 que teve mais de 114.000 focos de incêndio no período de janeiro a setembro de 2020, e resultou no menor valor da relação P/D de toda a série histórica.

A ocorrência de incêndios também pode trazer dificuldades para a tomada de decisão por parte do especialista no momento do mapeamento, na figura 10, temos um exemplo concreto dessa dificuldade. A figura mostra um polígono de desmatamento detectado pelo PRODES em 2021 que foi identificado pelo DETER como degradação, e que contribuiu então para a diferença entre os valores apontados pelos dois sistemas. Neste caso, a dificuldade de detecção foi agravada pela resolução espacial da imagem CBERS WFI, ao tamanho do polígono e à queimada florestal que precedeu o desmatamento.

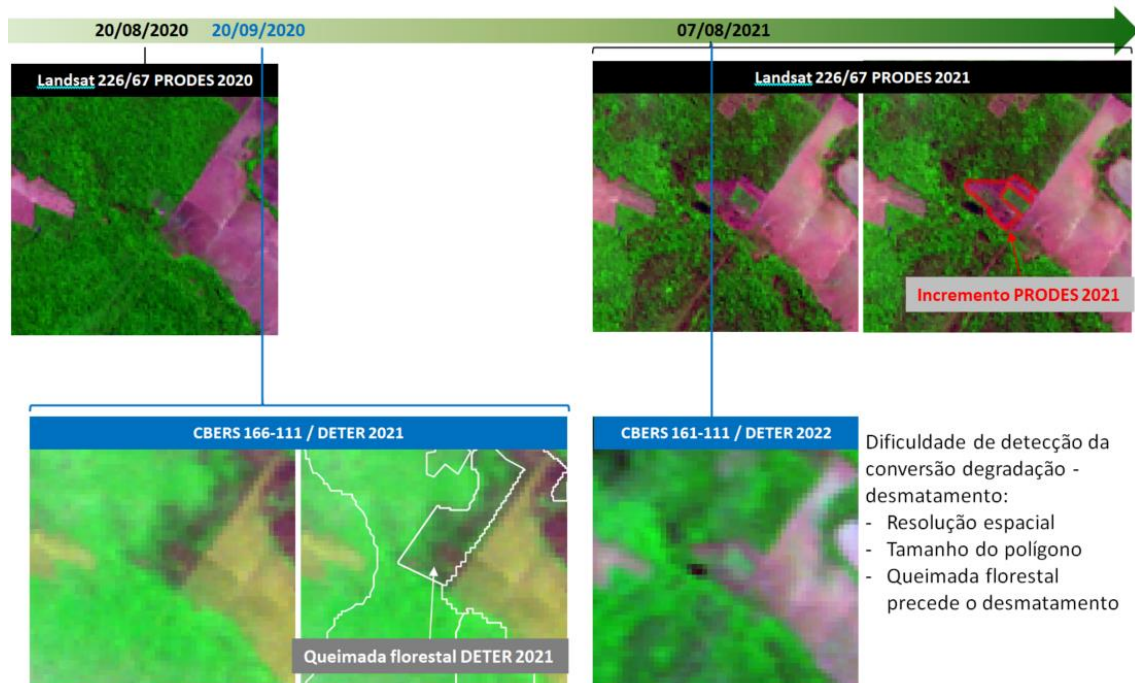


Figura 10 Exemplo de polígono classificado como degradação pelo DETER em uma das 106 cenas prioritárias.

A Figura 11 ilustra um caso de desmatamento PRODES 2021 que foi parcialmente convertido de degradação para desmatamento pelo DETER somente após o dia 01 de agosto de 2021. Esse polígono contribuiu então para a divergência DETER-PRODES pela latência da sua conversão, pois apesar de ter sido detectado no PRODES de 2021, ele foi contemplado somente no DETER 2022. Neste caso, a latência de detecção foi

relacionada à resolução espacial da imagem CBERS WFI, à queimada florestal que precedeu o desmatamento e à disponibilidade de imagens sem nuvem.

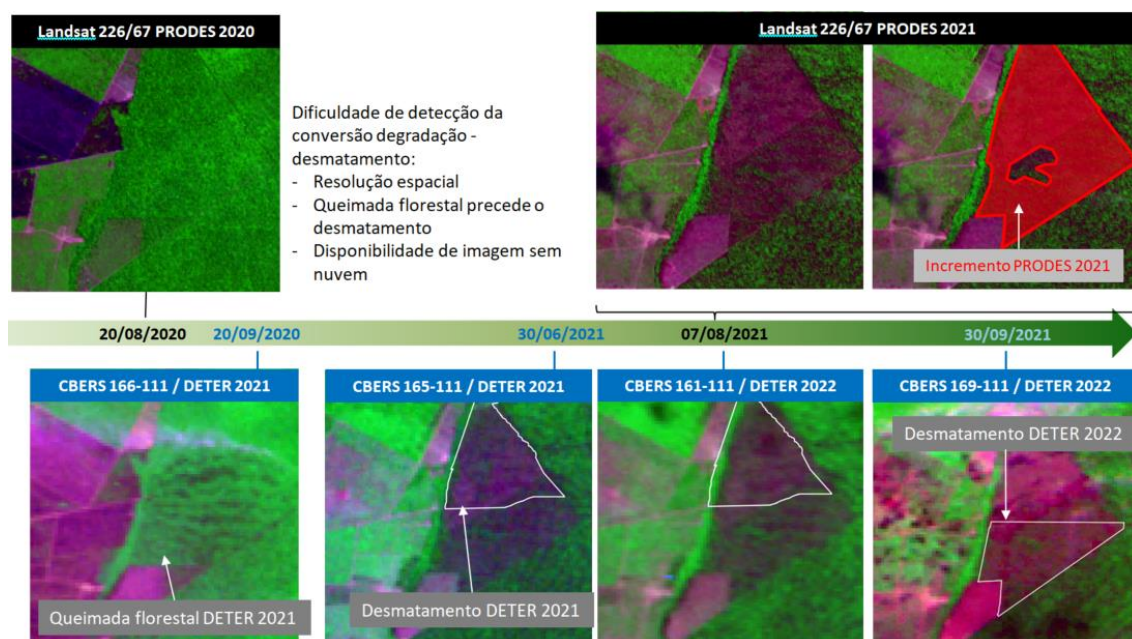


Figura 11 Exemplo de latência de detecção do desmatamento no DETER 2021 em uma das 106 cenas prioritárias.

4 Conclusão

Nesta nota técnica, demonstramos que a divergência de tendência de desmatamento observada em 2021 entre o PRODES e o DETER não é inédita na comparação histórica dos dados. Apesar de existir uma relação forte e significativa entre os dois projetos, é necessário enfatizar que a tendência anual do desmatamento observada no DETER não reflete necessariamente a tendência do PRODES do mesmo ano, principalmente quando a variação do DETER entre dois anos é reduzida. Por isso, recomendamos usar essa relação com parcimônia. Também, mostramos que a relação PRODES-DETER cena a cena em 2021 não foi diferente dos últimos anos. Finalmente, neste documento apresentamos e ilustramos alguns aspectos metodológicos que podem levar às divergências entre os valores anuais de desmatamento do PRODES e do DETER.

O INPE agradece a comunidade nacional e permanece à sua disposição para fornecer esclarecimentos sobre a metodologia e os resultados dos programas de monitoramento da alteração da cobertura florestal da Amazônia legal.

5 Referências

- ALMEIDA, C. A. ., MAURANO, L. E. P. ., VALERIANO, D. D. M. ., CAMARA, G. ., VINHAS, L. ., GOMES, A. R. ., MONTEIRO, A. M. V. ., SOUZA, A. A. A. ., RENNO, C. D. ., SILVA, D. E. ., ADAMI, M. ., ESCADA, M. I. S. ., MOTA, M. ., & KAMPEL, S. A. São José dos Campos: INPE, 2021. 27 p. IBI: <8JMKD3MGP3W34R/443H3RE>. (sid.inpe.br/mtc-m21c/2021/01.25.19.14-NTC). Disponível em: <<http://urlib.net/rep/8JMKD3MGP3W34R/443H3RE>>. (2021). *Methodology for Forest Monitoring used in PRODES and DETER projects*. <http://mtc-m21c.sid.inpe.br/rep/8JMKD3MGP3W34R/443H3RE>
- Barlow, J., Ewers, R. M., Anderson, L., Aragao, L. E. O. C., Baker, T. R., Boyd, E., Feldpausch, T. R., Gloor, E., Hall, A., Malhi, Y., Milliken, W., Mulligan, M., Parry, L., Pennington, T., Peres, C. a, Phillips, O. L., Roman-Cuesta, R. M., Tobias, J. a, & Gardner, T. a. (2011). Using learning networks to understand complex systems: a case study of biological, geophysical and social research in the Amazon. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society*, 86(2), 457–474. <https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.2010.00155.x>
- INPE. (n.d.). *Portal do Monitoramento de Queimadas e Incêndios Florestais*. Retrieved November 17, 2021, from <https://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/portal>
- Maurano, L. E. P., Escada, M. I. S., & Renno, C. D. (2019). Padrões espaciais de desmatamento e a estimativa da exatidão dos mapas do PRODES para Amazônia Legal Brasileira. *Ciência Florestal*; v. 29, n. 4 (2019)DO - 10.5902/1980509834380. <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/34380>
- Soler, L. S., Silva, D. E., Messias, C., Lima, T. C., Bento, B. M. P., de Souza, J. J., Doblas, J., Moraes, D., & Almeida, C. (2021). PROMISING ADVANCES OF AMAZONIAN MONITORING SYSTEMS THROUGHOUT VANGUARD TECHNOLOGY AND SCIENTIFIC KNOWLEDGE. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLIII-B3-2, 843–849. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLIII-B3-2021-843-2021>

Memorando nº 12487/2021/INPE

São José dos Campos, 19 de novembro de 2021

Ao Senhor Diretor do INPE

Assunto: **Encaminha Nota Técnica sobre a consistência dos sistemas de monitoramento do desmatamento e degradação florestal do INPE**

Prezado Sr Diretor,

Encaminho a vossa senhoria a Nota técnica sobre a consistência dos sistemas de monitoramento e degradação florestal do INPE, e solicito que a referida Nota Técnica seja publicada no site de notícias do INPE.

Atenciosamente,



Documento assinado eletronicamente por **Claudio Aparecido de Almeida, Chefe da Divisão de Projeto Estratégico 1**, em 19/11/2021, às 13:34 (horário oficial de Brasília), com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site <http://sei.mctic.gov.br/verifica.html>, informando o código verificador **8575026** e o código CRC **51941ABC**.

Anexos

Não Possui.