

## **Análise da concordância entre dados de degradação florestal DETER e JRC-TMF no município de São Félix do Xingu – PA**

**Aline D. Jacon<sup>1</sup>, Maria Isabel S. Escada<sup>1</sup>, Ricardo Dalagnol<sup>1</sup>, Lênio S. Galvão<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Divisão de Observação da Terra e Geoinformática (DIOTG)  
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) – São José dos Campos, SP – Brasil  
{aline.jacon, isabel.escada, ricardo.silva, lenio.galvao}@inpe.br

***Abstract.** The characterization of forest degradation is a challenge, mainly due to the highly dynamic spatio-temporal patterns. In this context, this study aims to assess the forest degradation coherence between DETER and JRC-TMF data in São Félix do Xingu (PA), Brazil, from 2017 to 2020. We applied a cellular approach to calculate context metrics, used to analyze the agreement from both datasets. The results showed that the two datasets differ in the quantity and the coverage areas of degradation. The JRC-TMF data had covered a larger extent, whereas the DETER data, on average, detected more degraded area (km<sup>2</sup>) by cell.*

***Resumo.** A caracterização da degradação florestal é um desafio, principalmente, pelos padrões espaço-temporais altamente dinâmicos. Nesse contexto o presente estudo analisa a concordância entre dados de degradação florestal DETER e JRC-TMF no município de São Félix do Xingu (PA) ao longo de quatro anos (2017-2020). A abordagem por células foi aplicada e foram calculadas métricas de contexto para analisar a concordância entre os dados. Foi constatado que os dois conjuntos de dados diferem em quantidade e abrangência das áreas de degradação florestal. Os dados JRC-TMF demonstraram maior abrangência, já os dados DETER, em média, demonstraram maior área (km<sup>2</sup>) de degradação florestal por célula.*

### **1. Introdução**

Perturbações nas florestas tropicais são uma importante fonte de emissões de carbono (Pearson et al. 2017). As principais causas dos distúrbios florestais na Amazônia brasileira provêm da extração insustentável de madeira (corte) e dos incêndios florestais (Beuchle et al. 2019). Portanto, é imprescindível saber onde e como as mudanças na cobertura florestal estão acontecendo, pois isso permite apoiar e planejar medidas de proteção e propor metas de redução, especialmente no contexto REDD + (Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal) (Grecchi et al. 2017). A caracterização da degradação florestal é um desafio, pois estimativas precisas requerem longos períodos de observação para rastrear mudanças graduais da floresta causadas, principalmente, por fogo e exploração madeireira insustentável (Lambin 1999). A razão para isso reside, por exemplo, nos padrões espaço-temporais altamente dinâmicos de eventos de perturbação florestal, que podem ser detectados por sensoriamento remoto, apenas por um período limitado de tempo, devido à rápida regeneração da vegetação (Grecchi et al. 2017).

Diante dos desafios do mapeamento da degradação florestal no Brasil e no mundo, o presente estudo tem como objetivo analisar a concordância entre dados de degradação florestal do DETER e do projeto da Comissão Europeia JRC-TMF no município de São Félix do Xingu (PA) ao longo de quatro anos (2017-2020).

## 2. Materiais e Métodos

### 2.1. Área de estudo

A área de estudo localiza-se na região central do município de São Félix do Xingu no estado do Pará (Figura 1) e possui 10.600 km<sup>2</sup> (1.060.000 ha). Segundo dados de Alerta do DETER, acessados na plataforma Terrabrasilis (<http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/app/dashboard/alerts/legal/amazon/daily/>), São Félix do Xingu somou mais de 5.800 km<sup>2</sup> de perturbações na cobertura florestal, entre 2017 e 2020, tendo como destaque as áreas de cicatriz de incêndio florestal.

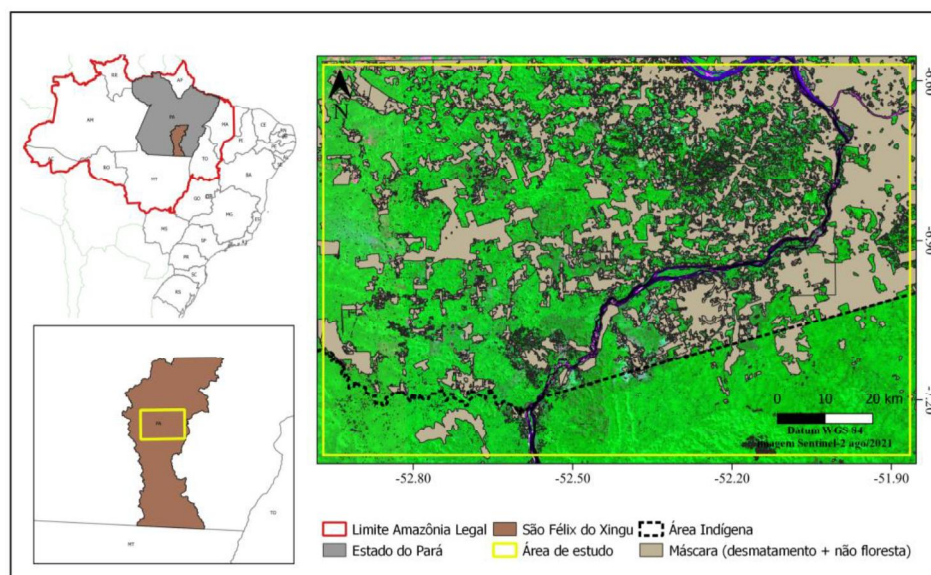


Figura 1. Localização da área de estudo, São Félix do Xingu – PA.

## 2.2. Base de dados

### 2.2.1. DETER

O Sistema de Detecção de Desmatamento em Tempo Real (DETER) foi desenvolvido para apoiar a fiscalização e controle do desmatamento e degradação em formações de floresta tropical na Amazônia. O DETER produz alertas que indicam área totalmente desmatada e áreas em processos de degradação. O DETER utiliza imagens do sensor WFI (CBERS-4, 4A/INPE e Amazônia-1), com 64 m de resolução espacial, e também imagens fração solo e sombra do Modelo Linear de Mistura Espectral (MLME) para mapear polígonos, por meio de fotointerpretação, com área mínima de 3 hectares. No mapeamento de cada ano, o DETER utiliza uma máscara que consiste no mapa de desmatamento do PRODES, do ano anterior, áreas de não floresta e hidrografia (Almeida et al., 2021). Os dados DETER estão disponíveis no portal Terrabrasilis (<http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/>), em formato vetorial, a partir do ano 2016. Para esse estudo foram utilizados apenas os dados entre 2017 e 2020. No mesmo portal foram obtidos dados do PRODES, de desmatamento acumulado até 2019, e dados de áreas

onde não há ocorrência natural de florestas (como savanas e campinaranas), chamadas no PRODES de “não floresta”, para serem usados como máscara na análise dos dados JRC-TMF.

### 2.2.2. JRC-TMF

O Joint Research Centre (JRC), o serviço de ciência e conhecimento da Comissão Europeia, realizou um estudo com objetivo de mapear a extensão e as mudanças das Florestas Tropicais Úmidas (Tropical Moist Forests-TMF) ao longo de 31 anos (Vancutsem et al., 2021). Foi desenvolvido um sistema que explora os atributos multiespectrais e multitemporais das imagens Landsat, para identificar as principais trajetórias de mudança nas últimas três décadas. A metodologia é baseada em uma árvore de decisão sequencial procedimental, ao nível de pixel (30 m), desenvolvido e operado na plataforma Google Earth Engine (GEE). Os produtos resultantes estão disponíveis para download (<https://forobs.jrc.ec.europa.eu/TMF/>) e para esse trabalho, foram utilizados os dados de Ano de Degradação, que fornece informações sobre o ano quando ocorreu o primeiro evento de degradação para cada pixel (30 m), não havendo sobreposição entre os pixels.

### 2.3. Metodologia

Para que os dados DETER e JRC-TMF pudessem ser comparáveis foi feita a harmonização das legendas das bases de dados, juntamente com estratégias para a compatibilização dos dados. Primeiramente, para os dados DETER, foram excluídos todos os polígonos de alerta de desmatamento permanecendo apenas os polígonos de alerta de degradação (degradação, corte seletivo geométrico e desordenado e cicatriz de incêndio florestal). Outra modificação feita nos dados DETER foi a exclusão da área de sobreposição dos polígonos com anos anteriores, para indicar a primeira data de mapeamento como degradação. Essa etapa foi necessária, pois os dados JRC mapeiam o ano da primeira detecção de degradação, não havendo sobreposição entre os polígonos dos diferentes anos. No DETER, há sobreposição dos Alertas entre os anos, devido ao registro de recorrência dos eventos associados à degradação florestal.

Para cada ano, do conjunto de dados JRC-TMF, foi aplicada uma máscara composta pela classe de desmatamento acumulado do PRODES, que considera o ano anterior ao dado JRC analisado, e as áreas denominadas como “não floresta” pelo PRODES. Após o preparo dos dados foram verificados e corrigidos os eventuais erros de topologia dos polígonos. Também foi calculada a área de cada polígono em cada conjunto de dados. Em seguida, os dados foram agregados a um plano celular de 2 km x 2 km. Esse procedimento foi realizado para minimizar problemas de geometria e deslocamento entre os polígonos de degradação florestal, gerados nas duas bases de dados, devido ao uso de sensores com características diferentes e uso de distintos métodos de classificação. Para incorporação dos dados DETER e JRC-TMF à grade celular foi realizado o preenchimento de célula no software TerraView 5.6.1, com as seguintes operações ou métricas: 1) Presença; 2) Soma ponderada por área (km<sup>2</sup>) e; 3) Porcentagem da área total (%). As métricas foram calculadas para cada conjunto de dados em cada ano (2017 a 2020) e agregadas ao mesmo plano celular.

### 3. Resultados e Discussão

A área total de degradação florestal (km<sup>2</sup>) para os dados (ano:DETER/JRC-TMF) foi de: **2017**: 407,59/145,11; **2018**: 63,92/51,86; **2019**: 45,36/28,62; **2020**: 749,00/552,98.

Observa-se que o DETER apresenta uma maior área mapeada de degradação florestal em todos os anos.

Na abordagem por célula, ao longo do período analisado, observa-se que os dados JRC-TMF estavam presentes em pelo menos 70% das células, demonstrando maior abrangência no mapeamento em relação ao DETER (Figura 2). Os dados DETER apresentaram porcentagens inferiores, de no máximo 33% (2020), e de no mínimo 6% (2018). Em praticamente todas as células com presença de polígonos de degradação do DETER, também foi detectada a presença de polígonos JRC-TM (Figura 3 barra verde).

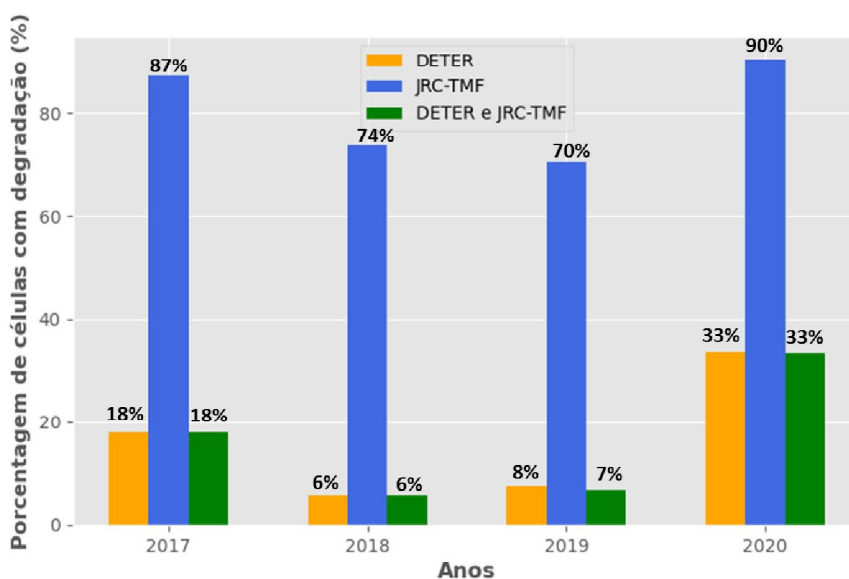


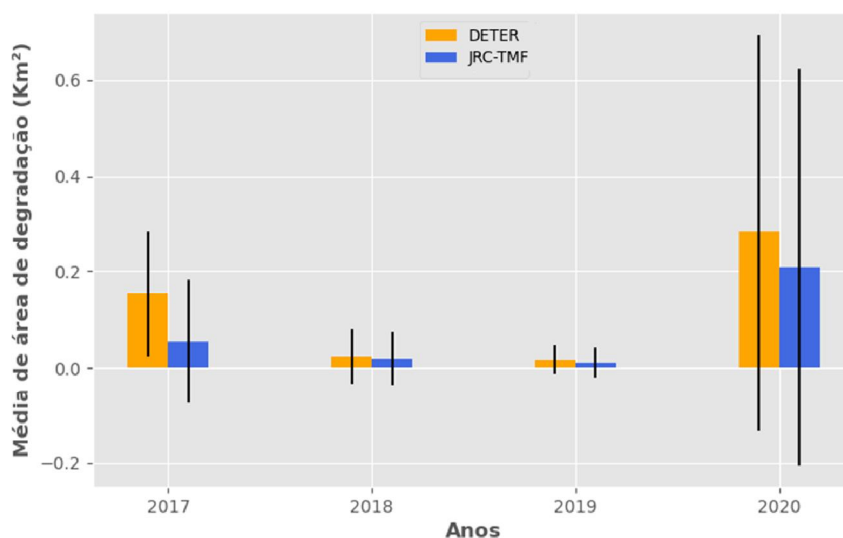
Figura 2. Porcentagem de células com áreas de degradação florestal, DETER e JRC, ao longo do período analisado (2017-2020).

Quando foi analisada a proporção de área das células ocupadas pelos polígonos de cada base de dados (Tabela 1), constatou-se que, em média, os dados do DETER ocupam maior proporção da célula em todos os anos. Houve destaque para 2017, que apresenta 3,9% da área da célula com degradação florestal DETER, contra 1,4% para os dados JRC-TMF.

Tabela 1. Proporção da célula ocupada por polígonos de degradação florestal DETER e JRC-TMF entre 2017 e 2020.

	Proporção da célula ocupada por degradação (%)							
	DETER				JRC-TMF			
	2017	2018	2019	2020	2017	2018	2019	2020
<b>Média</b>	3,9	0,6	0,4	7,1	1,4	0,5	0,3	5,3
<b>Desvio</b>	12,6	4,3	2,6	16,8	3,3	1,4	0,8	10,4
<b>Máximo</b>	99,0	74,4	53,4	100,0	39,1	22,2	10,8	91,8

A mesma tendência pode ser observada quando avaliamos a área (km<sup>2</sup>). Em média, os dados DETER ocupam maior área (km<sup>2</sup>) de degradação florestal dentro das células, principalmente nos anos de 2017 e 2020, quando comparado aos dados JRC-TMF (Figura 3).



**Figura 3. Média de área de degradação florestal por célula (km<sup>2</sup>), ao longo do período analisado (2017-2020).**

Beuchle et al. (2019) relatam subestimativas, em média, de 81% para o dado DETER (corte seletivo) em comparação à metodologia desenvolvidas com dados Landsat. Os autores argumentam que grande parte da discrepância, para a área o dado de extração seletiva pode ser explicada pela resolução espacial mais grosseira das imagens de satélite usadas pelo DETER (Beuchle et al., 2021). No entanto, no corrente estudo, constatou-se que dados JRC-TMF foram detectados em áreas já desmatadas ou classificadas como “não floresta” pelo PRODES, assim como, devido ao limitado período histórico de observação, a separação entre áreas desmatadas e florestas degradadas foi dificultada nos últimos anos (2018-actual) (Vancutsem et al., 2021). Nesta mesma região, Pinheiro e Escada (2013) avaliaram trajetórias de degradação florestal para o período de 2000 a 2009 e observaram que a maioria das áreas com indícios de atividade madeireira tiveram sua cobertura florestal completamente removida em até três anos, sendo a trajetória de corte raso predominante na região.

Há que se considerar que o município analisado é uma área de fronteira de expansão agropecuária, que desde 2000, está no ranking dos municípios com as maiores taxas de desmatamento da Amazônia (INPE, 2021). É uma área com histórico de exploração predatória de mogno nos anos 80 e 90 (Castro, 2005) e não apresenta áreas de plano de manejo sustentável. Outro elemento importante que deve ser considerado, é que o tipo de classificação realizada pelo JRC-TMF é por pixel, o que pode gerar uma grande quantidade de pixels isolados ou de pequenos aglomerados de pixels que podem não estar necessariamente associados à degradação florestal. Uma análise mais detalhada com imagens de resolução espacial de maior definição deve ser realizada para avaliar esses padrões.

Mesmo utilizando imagens de média resolução espacial a abordagem de interpretação visual, utilizada pelo DETER, leva em consideração informações de contexto diferentemente de abordagens por pixels. Pinheiro et al. (2016) consideram em seu estudo, que não se deve generalizar as descobertas sobre o processo de degradação de uma região para outra, é necessário conhecer as especificidades locais como, por

exemplo, o histórico de colonização o tipo e estágio de ocupação da região, o status de proteção e estoques de madeira.

#### 4. Considerações Finais

Os resultados obtidos destacam a importância das duas bases de dados analisadas e do mapeamento de degradação florestal por iniciativas nacionais e internacionais, apesar da discrepância de área observada entre eles. Fica evidente que sistemas de alerta como DETER, realizado com base em interpretação visual e com equipe técnica capacitada para tal função, exerce um papel fundamental na geração e fornecimento de dados para ações de fiscalização no combate às perturbações florestais na Amazônia Legal. Já os dados JRC-TMF buscam soluções automatizadas e em larga escala para solucionar os desafios da detecção da degradação florestal ao nível de pixel. A avaliação dos dados de degradação florestal fornecido pelas diferentes bases, representa um passo fundamental nos estudos sobre esse processo. A escolha da base de dados mais adequada para uma determinada análise irá depender de seus objetivos e da análise prévia sobre o potencial e limitações dessas bases de dados para cada lugar.

#### 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, S. Amaral. (2021) "Methodology for forest monitoring used in prodes and deter projects". São José dos Campos: INPE. 32 p.
- Beuchle, R., Achard, F., Bourgoin, C., Vancutsem, C., Eva, H. D., Follador, M. (2021) "Deforestation and Forest Degradation in the Amazon – Status and Trends up to Year 2020", EUR 30727 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- Beuchle, R.; Shimabukuro, Y.E.; Langner, A.; Vogt, P.; Carboni, S.; Janouskova, K.; Lima, T.A.; Achard, F. (2019) "Forest Disturbances in the Brazilian Amazon – Large scale monitoring based on cloud-computed remote sensing analysis". In Proceedings of the XXV IUFRO World Congress.
- Castro, E. (2005) "Dinâmica socioeconômica e desmatamento na Amazônia". *Novos Cadernos NAEA*, 8 (2), 5-39.
- Grechchi, R.C.; Beuchle, R.; Shimabukuro, Y.E.; Aragão, L.E.O.C.; Arai, E.; Simonetti, D. and Achard, F. (2017) "An integrated remote sensing and GIS approach for monitoring areas affected by selective logging: A case study in northern Mato Grosso, Brazilian Amazon", *Int. J. Appl. Earth Obs Geoinformation*, 61, 11 pp.
- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) (2021) Dashboard Desmatamento: Disponível em: [http://terrabrazilis.dpi.inpe.br/app/dashboard/deforestation/biomes/legal\\_amazon/increments](http://terrabrazilis.dpi.inpe.br/app/dashboard/deforestation/biomes/legal_amazon/increments).
- Lambin, E. F. (1999) "Monitoring forest degradation in tropical regions by remote sensing: Some methodological issues". *Global Ecol. Biogeogr.*
- Pearson, T.R.H.; Brown, S.; Murray, L. and Sidman, G. (2017) "Greenhouse gas emissions from tropical forest degradation: an underestimated source", *Carbon Balance Management*, 12 (3) 11 pp.
- Pinheiro, T. F.; Escada, M. I. S. (2013) "Detecção e Classificação de padrões da Degradação Florestal na Amazônia por meio de banco de dados celular". In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16. (SBSR), p. 3397-3404.
- Pinheiro, T.F.; Escada, M.I.S.; Valeriano, D.M.; Hostert, P.; Gollnow, F.; Müller, H. (2016) "Forest degradation associated with logging frontier expansion in the Amazon: The BR-163 region in southwestern Pará, Brazil". *Earth Interactions*, 20, 1-26.
- Vancutsem, C., Achard, F., Pekel, J.-F., Vieilledent, G., Carboni, S., Simonetti, D., Gallego, J., Aragão, L.E.O.C., Nasi, R. (2021) "Long-term (1990-2019) monitoring of forest cover changes in the humid tropics". *Science Advances*.