

## DEFININDO LIMIARES PARA DELIMITAR ÁREAS DE FLORESTA A PARTIR DO DADO COBERTURA DE ÁRVOSES GFC 2000: RESULTADOS PRELIMINARES.

Kaio A. C. Gasparini<sup>1</sup>, Celso H. L. Silva Junior<sup>1</sup>, Egídio Arai<sup>1</sup>, Luiz E. O. C. Aragão<sup>1</sup>, Yosio E. Shimabukuro<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. Av. dos Astronautas, 1.758 - Jardim da Granja, São José dos Campos - SP, Brasil, 12227-010. E-mail: {kaio.gasparini, celso.junior}@inpe.br; {egidio, laragao, yosio}@dsr.inpe.br

### ABSTRACT

*The cloud computing is a breakthrough technology being used by applications in remote sensing. The Treecover 2000 product establishes for each pixel of 30 m of spatial resolution a percentage of 0 to 100 of forest cover for the year 2000. The objective of this work was to answer the following question: What is the threshold to define a forest cover mask for year 2000 in the Amazon basin? The proportion of forests in plots of 10 km<sup>2</sup> between PRODES for the year 2000 and GFC Treecover 2000 in five different thresholds (10-100%, 80-100%, 85-100%, 90-100% and 95-100%) were compared in XY axes. The results indicate the thresholds of 80-100% and 85-100% to create a forest cover mask from the year 2000.*

**Key words** — GFC Treecover2000, Forest mask, Mato Grosso.

### 1. INTRODUÇÃO

O avanço da computação em nuvem alcançou a área de sensoriamento remoto com o surgimento da plataforma *Google Earth Engine* facilitando os estudos ambientais em escala planetária [1]. Diversas aplicações com o *Google Earth Engine* tem sido publicadas, como mapeamento de riscos de malária [2], monitoramento ambiental [3, 4] e mapeamento urbano [5, 6].

Hansen et al. [3], utilizaram a plataforma *Google Earth Engine* de forma inédita para mapear mudanças florestais em escala global com imagens Landsat na resolução espacial de 30m. Um dado relevante desse trabalho é a porcentagem de cobertura de árvores para o ano base 2000 (GFC Treecover2000), que fornece na escala do pixel de 30m a porcentagem de cobertura de árvores.

O programa de monitoramento da Amazônia Brasileira (PRODES), monitora a floresta Amazônica desde o final da década de 1980 com imagens Landsat para detectar corte raso, sendo o desmatamento o segundo maior causador de emissão de CO<sub>2</sub> [7], essa vanguarda garantiu ao Brasil ser o pioneiro em proposição de redução de emissões na política REDD+ [8]. Porém a floresta amazônica estende-se além das fronteiras Brasileiras, e não há nos países vizinhos, políticas de mapeamento florestal em larga escala. Assim, a

utilização de dados como os de Hansen et al. [3] auxiliariam nas estimativas de reserva florestal.

No entanto fica a pergunta: Para utilização do mapa GFC Treecover2000, qual seria o melhor limiar de definição para uma máscara de floresta? Para responder essa pergunta, nós propomos uma abordagem de comparação entre dados de floresta do PRODES e diferentes limiares no dado Treecover2000 e indicamos uma estimativa de florestas mais adequada para utilização em pesquisas na área de florestas tropicais.

### 2. MATERIAIS E MÉTODOS

#### 2.1 Área de estudo

Foi utilizado o estado do Mato Grosso, essa escolha se deve a variabilidade do clima do relevo e das fitofisionomias (Figura 1) que possui vegetação de campos alagados (pantanal), campos naturais e savanas (cerrado) e florestas densas perenes e decíduas (floresta amazônica) (Shimabukuro et al., 2015) [9]. Essa região também está inserida no “arco-do-desmatamento” área de intensa atividade de desmatamento que faz fronteira com a região do cerrado (INPE, 2008), desta maneira assumimos que o Mato Grosso representa amplamente a bacia amazônica.

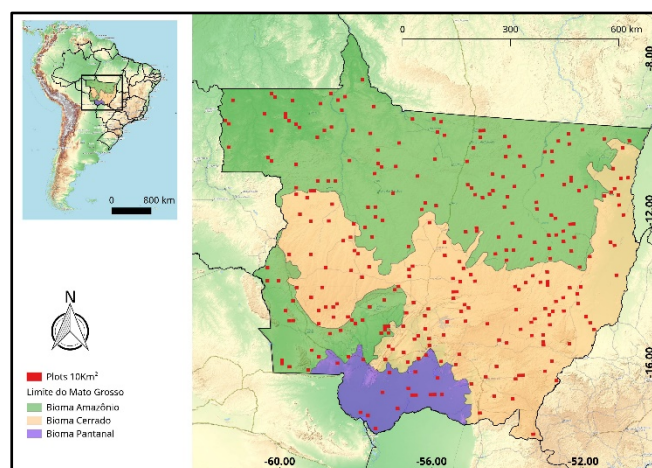


Figura 1. Localização do estado do Mato Grosso e representação dos Biomas e distribuição espacial de 300 plots de 10 km<sup>2</sup>.

## 2.2 Dados

Os dados Trecover2000 (Hansen et al., 2013) foi obtido de ([https://earthenginepartners.appspot.com/science-2013-global-forest/download\\_v1.3.html](https://earthenginepartners.appspot.com/science-2013-global-forest/download_v1.3.html)) segundo os autores esse raster representa a cobertura de copa de toda vegetação superior a 5 m, sendo não necessariamente floresta natural e varia de 0 a 100, sendo 0 nenhuma cobertura de vegetação e 100 cobertura total. O dataset global é dividido em 10 x 10 graus e para compor todo o estado do Mato Grosso foi necessário 4 tiles (00N\_060W, 00N\_070W, 10S\_60S, 10S\_70S) e a resolução espacial é de 1arc-segundo, o que equivale a 30 metros na região do Equador. Os dados do PRODES foram obtidos de (<http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital/prodes.php>) foi utilizado o dado vetorial correspondente ao ano de 2014, a partir disso reconstruímos para o ano 2000 a classe floresta e posteriormente convertido para raster de 30 metros e compatibilizar com o GFC Trecover2000.

## 2.3 Abordagem metodológica

Foi estabelecido uma proporção da classe floresta dentro de um plot de 10 x 10 km (ver Figura 1). Foram utilizados 300 plots em toda a extensão do estado do Mato Grosso de forma aleatória, isso foi feito para não estabelecer um viés, pois a região ao norte do MT possui mais florestas que a região sul. Do total de plots estabelecidos 150 (50%) foram no bioma Amazônia, 132 (44%) bioma Cerrado, e 18 (6%) no bioma Pantanal. Após o estabelecimento dos plots, foi obtido a proporção de floresta dentro de cada plot para a máscara de floresta do PRODES, e da mesma forma procedeu-se com os dados do Trecover2000, no entanto, decidimos estabelecer 5 thresholds para comparar com a máscara de floresta do PRODES. Os limiares foram estabelecidos empiricamente do nível mais conservador ao menos conservador, variando de 10 – 100%, 80 – 100%, 85 – 100%, 90 – 100%, 95 – 100% (Figura 2), cada intervalo estabelecido foi considerado como floresta.

A comparação entre cada mapa definido por cada limiar e o PRODES foi realizada por meio de regressão linear ( $y = ax + b + \epsilon$ ) onde essa abordagem não é de cunho preditiva, porém é baseado no fundamento de se comparar duas variáveis em uma dispersão de eixos XY, se as mesmas forem de valores próximos a equação da reta possuirá “ $a \sim 1$ ” e “ $b \sim 0$ ” e o  $\epsilon$  o menor possível. Para comparação entre as regressões mais adequadas observou-se qual modelo apresentou o maior  $R^2$  o menor RMSE (Root Mean Square Error) e maior dispersão dos erros.

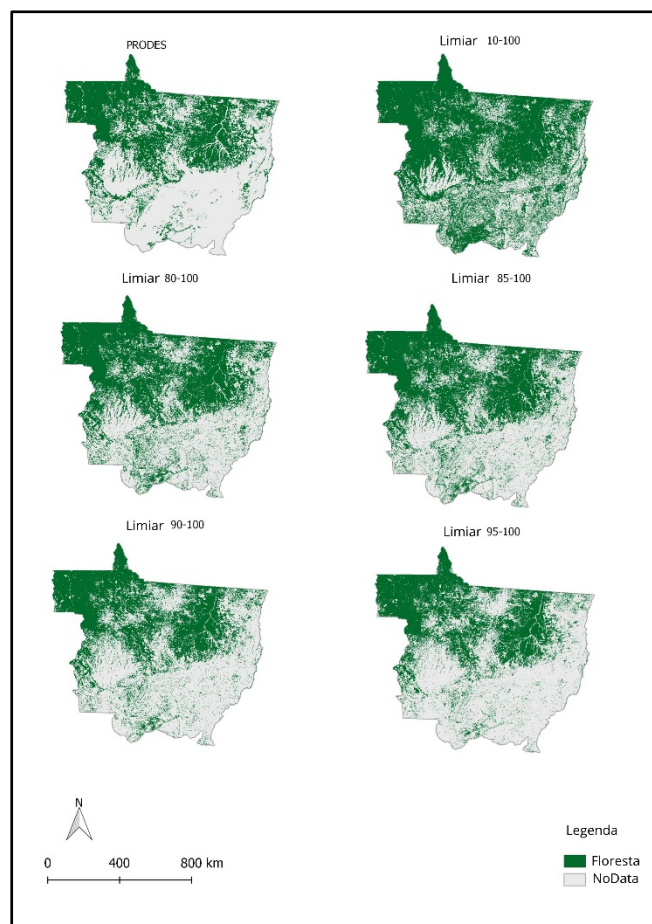
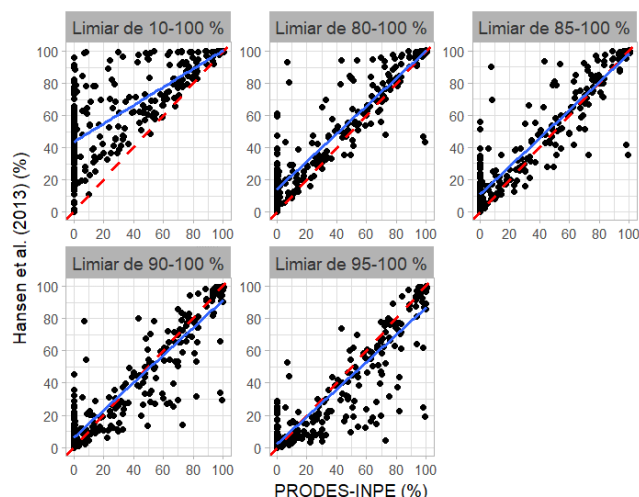


Figura 2. Comparação do dado PRODES com os demais limiares avaliados.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todas as regressões realizadas para a validação dos limiares foram significativas, com valor-p menores que 0,05 (Figura 3 e Tabela 1). O limiar de 10% apresentou o menor desempenho, explicando cerca de 61% da variância do mapa de referência, com um erro padrão de aproximadamente 24%.

Os demais limiares (80, 85, 90 e 95%) explicaram em média 80% da variação do mapa de referência, com erro padrão em torno de 14% e 15%. Destacando-se os limiares de 80 e 85% com os menores erros padrões (cerca de 14%).



**Figura 3. Regressão entre as porcentagens de floresta nas 300 células amostrais e seus correspondentes no mapa referência. A linha vermelha tracejada é a reta um por um, enquanto que a linha azul é a reta da regressão linear para cada limiar testado.**

Analisando a dispersão dos gráficos na Figura 3, observa-se que o limiar de 10% tende a superestimar as áreas de floresta, uma vez que os pontos se concentraram principalmente na região superior à reta um por um no plano do gráfico. No entanto, o limiar de 95%, por exemplo, tende a subestimar as áreas de floresta, fato esse, confirmado pela concentração de pontos na região inferior à reta um por um no plano do gráfico. Visualmente, os limiares de 80 e 85% apresentam uma melhor equalização na dispersão, onde os pontos concentraram-se em torno da reta um por um.

**Tabela 1. Coeficiente de determinação, erro padrão e valor-p das regressões lineares utilizadas para a validação dos limiares testados**

Limiar	R <sup>2</sup>	Erro Padrão	valor-p
10-100%	0,61	23,86	< 0,05
80-100%	0,86	13,98	< 0,05
85-100%	0,87	13,65	< 0,05
90-100%*	0,85	14,58	< 0,05
95-100%	0,84	15,37	< 0,05

\*valor-p > 0,05 (intercepto significativamente igual a zero)

Pesquisas recentes utilizaram o dado GFC TreeCover2000 com limiares diferentes para definir floresta, Tyukavina et al. (2015)[11] definiu um limiar acima de 25%, já Grecchi et al.(2017)[12] e Taubert et al. (2018)[13] definiram um limiar de 30%, Shimabukuro et al. (2017)[14] utilizou 50% no entanto Wagner et al. (2017)[15] considerou floresta a partir 80%.

#### 4. CONCLUSÕES

As informações obtidas de dados de sensoriamento remoto estão cada vez mais disseminadas, o produto desenvolvido por Hansen et al. (2013) [3] estabeleceu um novo marco para monitoramento de florestas. De acordo com a metodologia estabelecida os limiares de 80-100% e 85-100% para o produto TreeCover2000 são os mais indicados para utilização em trabalhos de pesquisa e para o monitoramento de florestas na bacia amazônica. Esses limiares resultaram em menores RMSE 13,98 e 13,65 e R<sup>2</sup> de 0,86 e 0,87 respectivamente.

#### 5. AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. Luiz E. O. C. Aragão agradece ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) - Processo 305054/2016-3. Por fim, os autores agradecem a FAPESP (processo 2016/19806-3) por financiar parte da pesquisa.

#### 6. REFERÊNCIAS

- [1] Gorelick, N.; Hancher, M.; Dixon, M.; Ilyushchenko, S.; Thau, D.; and Moore, R., "Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone," *Remote Sens. Environ.*, Jul. 2017.
- [2] Sturrock, H. J. *et al.*, "Fine-scale malaria risk mapping from routine aggregated case data," *Malar. J.*, 2014.
- [3] Hansen, M. C. *et al.*, "High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change," *Science* (80-), vol. 342, no. 6160, pp. 850–853, Nov. 2013.
- [4] Pekel, J.-F.; Cottam, A.; Gorelick, N.; and Belward, A. S., "High-resolution mapping of global surface water and its long-term changes," *Nature*, vol. 540, no. 7633, pp. 418–422, Dec. 2016.
- [5] Zhang, Q.; Li, B.; Thau, D.; and Moore, R., "Building a better Urban picture: Combining day and night remote sensing imagery," *Remote Sens.*, 2015.
- [6] Patel, N. N. *et al.*, "Multitemporal settlement and population mapping from Landsat using Google Earth Engine," *Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinf.*, vol. 35, pp. 199–208, Mar. 2015.
- [7] Le Quére, C. *et al.*, "Trends in the sources and sinks of carbon dioxide," *Nat. Geosci.*, vol. 2, no. 12, pp. 831–836, Dec. 2009.
- [8] Hargita, Y.; Günter, S.; and Köthke, M., "Brazil submitted the first REDD+ reference level to the UNFCCC—Implications regarding climate effectiveness and cost-efficiency," *Land use policy*, vol. 55, pp. 340–347, Sep. 2016.

- [9] Shimabukuro, Y. E. *et al* “Estimating burned area in Mato Grosso, Brazil, using an object-based classification method on a systematic sample of medium resolution satellite images”. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, vol. 8, no. 9, pp. 4502–4508, Sep. 2015.
- [10] INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). Monitoramento da cobertura florestal da amazônia por satélites: sistemas PRODES, DETER, DEGRAD e queimadas 2007-2008. Disponível em: [http://www.obt.inpe.br/prodes/Relatorio\\_Prodes2008.pdf](http://www.obt.inpe.br/prodes/Relatorio_Prodes2008.pdf). Acesso em: 1 set. 2018.
- [11] Tyukavina, A. *et al*. “Aboveground carbon loss in natural and managed tropical forests from 2000 to 2012”. *Environ. Res. Lett.* vol. 10, Jul. 2015.
- [12] Grecchi, R. C. *et al*. “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*. Vol. 61, pp 70-80, May 2017.
- [13] Taubert, F. *et al*. “Global patterns of tropical forest fragmentation”. *Nature*. Vol, 554, no 7693, pp. 519-522, 2018.
- [14] Shimabukuro, Y. E. *et al*. “Mapping degraded forest areas caused by fires during the year 2010 in Mato Grosso state, Brazilian Amazon using Landsat-5 TM fractions images” *Revista Brasileira de cartografia*. Vol 69, no. 1, pp. 23-32, Fev. 2017.
- [15] Wagner F.H. *et al*. “Climate drivers of the Amazon forest greening”. *PLoS ONE* . Vol. 12, no.7, 2017.