

COMPARAÇÃO DOS DADOS PRODUZIDOS PELO PRODES VERSUS DADOS DO MAPBIOMAS PARA O BIOMA AMAZÔNIA

Luis Eduardo P. Maurano¹, Maria Isabel Sobral Escada²

¹Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, Caixa Postal 515, 12227-010, São José dos Campos, SP, luis.maurano@inpe.br; ²Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, Caixa Postal 515, 12227-010, São José dos Campos, SP, isabel.escada@inpe.br

RESUMO

Desde 1988, o projeto PRODES do INPE tem sido considerado uma iniciativa relevante e singular no Brasil em se tratando de monitoramento de desmatamento por satélite em escala regional. A recente disponibilidade de grandes volumes de dados satelitários de observação terrestre e a possibilidade de automatização do processamento desses dados em nuvens de computadores viabilizou o desenvolvimento do projeto Mapbiomas, que produz mapas anuais de uso e cobertura da terra de todo o território brasileiro. Embora ambos os projetos utilizem imagens *Landsat*, as metodologias empregadas no mapeamento são diferentes. Este trabalho comparou os produtos resultantes dessas duas abordagens para o ano de 2017. As análises indicam que a abordagem utilizada no Mapbiomas para o bioma Amazônia é conservadora em relação ao PRODES. O resultado mostrou que 36% dos desmatamentos detectados pelo PRODES em 2017 não foram detectados pelo Mapbiomas, permanecendo como cobertura florestal.

Palavras chaves — PRODES, Mapbiomas, monitoramento do desmatamento e da cobertura da terra.

ABSTRACT

Since 1988 INPE's PRODES project has been considered a relevant initiative in Brazil concerning to satellite deforestation monitoring in regional scale. The recent availability of big volume of earth observation satellite data collections and the possibility of carrying out automated processing of these data in computer clouds allowed the development of the Mapbiomas project, which produces annual land use and land cover maps of the entire Brazilian territory. Although both projects use Landsat images, the methodologies are different. This paper compared the products resulting from these two approaches for the year of 2017. The analyzes indicate that the approach used in Mapbiomas for the Amazon biome is conservative in relation PRODES. The analysis showed that 36% of clear cut deforestation detected by PRODES in 2017 were not detected in Mapbiomas, remaining as forest cover.

Key words — PRODES, Mapbiomas, deforestation, land use and land change monitoring.

1. INTRODUÇÃO

Há menos de uma década atrás a produção de mapeamentos sistemáticos de uso e cobertura da terra em escalas regionais, nacionais ou globais eram iniciativas raras e custosas em termos de recursos financeiros, computacionais e humanos, e por isso quase sempre realizado por instituições governamentais. No contexto da geração de informação periódica sobre remoção antrópica da cobertura florestal primária na Amazônia Legal, o trabalho de maior alcance vem sendo desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) desde 1988, através do Projeto de Monitoramento do Desmatamento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite (PRODES). Esse projeto visa à quantificação anual do desmatamento por corte raso nos estados que compõem aquela região. Desde o início da operação do PRODES, seus dados são considerados os dados oficiais do governo brasileiro no tratamento das questões relacionadas ao desmatamento da Amazônia Legal, tanto na esfera nacional quanto internacional e servem de base para uma série de políticas públicas e acordos voluntários para controle da cadeia de produtiva de soja e carne.

Com o recente franqueamento de uma ampla gama de imagens de satélite de observação da terra – *Landsat*, *Sentinel*, *Cbers*, *Terra*, *Aqua*, entre outros, promovido pelas respectivas agências espaciais, a obtenção deste importante insumo passou a ser facilitado. Aliado a este fato, o processamento de grandes bases de imagens de satélite em nuvem de computadores (*cloud computing*) – tecnologia que permitiu o acesso a dados satelitários por meio da internet, sem a necessidade de instalação de programas ou armazenamento local dos dados brutos, tornou as iniciativas de mapeamentos de uso e cobertura da terra em escalas regionais e globais mais factíveis de serem desenvolvidas, automatizadas e operadas.

Com isso foi possível o surgimento de novos projetos de mapeamentos como o *Global Land Analysis & Discovery* (GLAD) [1], *Global Forest Watch* (GFW) [2], Sistema de Alerta de Desmatamento (SAD) [3] e o Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo do Brasil (Mapbiomas) [4], entre outros. Desde o seu lançamento, os dados produzidos pelo Mapbiomas tem despertado o interesse da comunidade brasileira usuária deste tipo de informação, principalmente por se tratar de uma iniciativa não governamental, cujos dados são acessados

gratuitamente e pela sua abrangência temporal e territorial – uma vez que produz informação anual desde 1985 para todo território brasileiro. Com isso, começam a surgir avaliações entre seus dados e os dados oficiais do governo brasileiro produzido pelo PRODES.

É neste contexto que este artigo se insere, e tem como finalidade realizar a comparação entre os dados do PRODES e do Mapbiomas para o mapeamento do desmatamento no ano de 2017, avaliando as principais características relativas a este sistema e aos potenciais usos dos produtos por ele gerados.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo deste trabalho abrange toda extensão geográfica do bioma Amazônia. Seus 4,2 milhões de km² representam 49% do território brasileiro, sendo o maior bioma do Brasil [6]. Essa região possui a maior floresta tropical do planeta e concentra grandes estoques de produtos florestais e minerais. Ao mesmo tempo, é um dos biomas mais ameaçados devido à expansão de atividades agropecuárias e ao processo desordenado de ocupação territorial.

2.1. Resumo da metodologia do PRODES

No PRODES todo processo de identificação dos desmatamentos é feito por fotointerpretação visual, por uma equipe intérpretes especializados que utilizam o sistema de informações geográficas TerraAmazon, desenvolvido pelo INPE [5].

O projeto emprega majoritariamente imagens do satélite *Landsat* em composição colorida associando a banda espectral do infravermelho médio (1,560 – 1,660 µm) - em que a vegetação densa tem resposta acentuada, à cor vermelho, e as bandas espectrais do infravermelho próximo (0,845 – 0,885 µm) e do vermelho (0,630 – 0,680 µm) associadas às cores verde e azul respectivamente.

A identificação visual dos alvos considera os principais elementos da fotointerpretação, como: cor, tonalidade, textura, forma e contexto. Anualmente são mapeadas as áreas desmatadas maiores que 6,25 hectares, interpretando aproximadamente 210 imagens do satélite *Landsat* (30 metros resolução espacial), sendo produzida e divulgada a taxa de desmatamento por corte raso na Amazônia Legal e os mapas relacionados.

A metodologia do PRODES utiliza o conceito de máscara acumulativa, agregando o desmatamento mapeado nos anos anteriores em uma base integrada contendo todas as áreas de desmatamento por corte raso já detectado. A máscara do PRODES é usada para eliminar a possibilidade de que desmatamentos antigos já detectados sejam identificados e mapeados novamente [9], mantendo assim uma série histórica consistente ao longo dos anos.

2.1. Resumo da metodologia do Mapbiomas

O mapeamento produzido pelo Mapbiomas também é baseado nas imagens do satélite *Landsat*, mas o processo de classificação é 100% automatizado, utilizando processamento das imagens na infraestrutura de computação em nuvem com uso da plataforma *Google Earth Engine* (GEE) [8] e armazenamento usando o *Google Cloud*. Diferentemente do PRODES, o Mapbiomas identifica a cobertura da terra já desmatada e não somente a remoção da cobertura florestal primária. Para isso são utilizados mosaicos anuais de imagens *Landsat* baseados em períodos predefinidos, visando à redução da cobertura de nuvens e o aumento do contraste espectral para discriminação das classes de cobertura [4].

As classes majoritárias encontradas no mapeamento são: Floresta, Formação Natural não Vegetal, Agropecuária, Área não Vegetada e Corpos d'água. O processo de classificação automática dos mosaicos de imagens *Landsat* é realizado com o uso de algoritmos de árvore de decisão do tipo *Random Forest* disponível na plataforma GEE [4]. Como a classificação é realizada *pixel a pixel*, a área mínima mapeada pelo projeto equivale a 900 metros (30 x 30 metros). O Mapbiomas trabalha com o conceito de coleção de dados e atualmente está na versão 3.0. A cada nova coleção todo conjunto de dados pretérito é reprocessado com base nos novos métodos e algoritmos.

2.3. Metodologia do trabalho

Para realizar a análise entre os dados produzidos pelo PRODES e Mapbiomas, inicialmente foi necessário recortar os dados do PRODES obtidos para a Amazônia Legal em formato *geotiff* e com resolução espacial de 30 metros, para o limite do bioma Amazônia. Os dados do Mapbiomas coleção 3.0 já recortados para o bioma foram obtidos em formato *geotiff* e com 30 metros de resolução. Cada *geotiff* utilizado corresponde a um arquivo de 112.829 colunas e 80.143 linhas totalizando aproximadamente 9 Gbytes/mapa.

Para a cruzamento das informações foi utilizado o conceito de tabulação cruzada que permitiu calcular a área das intersecções entre as classes dos dois conjuntos de dados envolvidos na operação e para isso foi necessário desenvolver um programa específico em linguagem C++.

O mapeamento do PRODES, por se tratar do dado oficial do governo brasileiro, foi considerado como sendo a informação de referência. O objetivo foi contrapor as áreas desmatadas e mapeadas pelo PRODES para o período 2007 a 2017 com as classes de cobertura da terra apontadas pelo Mapbiomas em 2017. Importante salientar que o desmatamento de 2007 do PRODES agrega toda a máscara de desmatamento pretérita, enquanto o desmatamento de 2008 a 2017 representa os incrementos anuais. Para o Mapbiomas, priorizou-se a intersecção e análise das classes de uso e cobertura da terra mais significativas como

Formação Florestal, Pastagem e Mosaico Agricultura/
Pastagem.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 1 sintetiza o resultado da tabulação cruzada onde nota-se que no acumulado total do desmatamento detectado pelo PRODES até 2017, 36% das áreas são mapeadas no Mapbiomas como área de formação florestal, 49% como pastagem, 7% como agricultura/pastagem e 8% como outros usos (Figura 1). Observa-se, portanto, com esse resultado que o Mapbiomas subestima as áreas desmatadas, mapeando grande parte delas como floresta. Supõe-se que parte das áreas desmatadas não detectadas pelo Mapbiomas são áreas de vegetação secundária, pois o Mapbiomas não utiliza uma máscara temporal, que possibilite indicar a regeneração da vegetação em áreas previamente desmatadas. Entretanto, o mapeamento do Uso e Cobertura da Terra para Amazônia Legal (TerraClass) desenvolvido em parceria entre INPE e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) indica que na média, entre 2004 e 2014, cerca de 20% das áreas desmatadas, apontadas pelo PRODES em cada ano, são classificadas como vegetação secundária no TerraClass [7]. Assim, mesmo considerando a proporção de áreas de regeneração nos dados do PRODES (~ 20%), observa-se um elevado percentual de omissão do mapeamento do Mapbiomas em relação ao desmatamento do PRODES, indicando que os algoritmos e limiares utilizados para a classificação das imagens são conservadores e subestimam a área desmatada.

Analisando alguns anos individualmente, percebe-se valores ainda superiores, como é o caso de 2017, em que 63% do total das áreas apontadas pelo PRODES como desmatadas, continuam sendo consideradas como formação florestal no Mapbiomas.

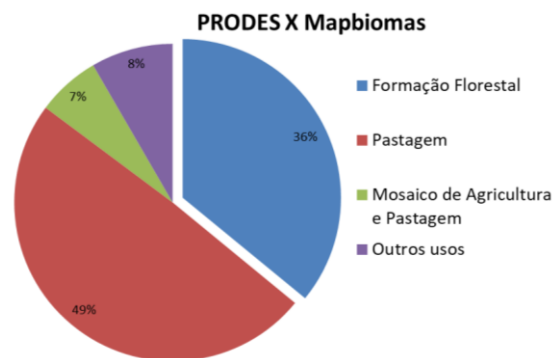


Figura 1. Distribuição do desmatamento acumulado do PRODES até 2017 por classes de uso do Mapbiomas.

A Figura 2 exemplifica a omissão de uma grande área desmatada no mapeamento do Mapbiomas. A Figura 2(A) mostra um desmatamento detectado pelo PRODES em 2004 no município de Altamira/PA com área de 5.300 hectares sobreposto à imagem *Landsat* de 07/julho/2004 (órbita/ponto 226/64, lon -53.91, lat -5.11). A Figura 2(B) mostra a imagem da mesma região utilizada pelo Mapbiomas no mapeamento daquele ano, porém, neste caso, não houve a detecção da área suprimida, tendo sido esta área classificada como formação florestal.

Uma segunda análise realizada baseou-se nos polígonos detectados pelos PRODES em 2017. Com uso do sistema TerraView [10] do INPE obteve-se o percentual das três classes majoritárias do Mapbiomas para cada polígono. O resultado aponta que 17% do total de 39.690 polígonos do PRODES 2017 são classificados com 100% de cobertura florestal no Mapbiomas e 63% dos polígonos tem mais que 50% de cobertura florestal em seu interior.

Tabela 1: Cruzamento entre classes do PRODES e Mapbiomas para mapeamento de 2017.

Mapbiomas 2017							
	Área PRODES km²	Formação Florestal	Pastagem	Mosaico Agricultura/Pastagem	Outros usos	Total	
PRODES 2017	Desmatamento até 2007	652.113	34,18%	50,76%	6,17%	8,88%	100%
	Desmatamento 2008	12.523	44,23%	42,57%	8,50%	4,70%	100%
	Desmatamento 2009	5.940	49,97%	41,50%	5,66%	2,87%	100%
	Desmatamento 2010	5.911	54,11%	35,80%	5,91%	4,18%	100%
	Desmatamento 2011	5.425	49,14%	39,96%	6,41%	4,49%	100%
	Desmatamento 2012	4.171	50,15%	39,96%	6,54%	3,34%	100%
	Desmatamento 2013	5.198	53,36%	37,79%	6,01%	2,83%	100%
	Desmatamento 2014	4.940	55,82%	35,14%	6,48%	2,56%	100%
	Desmatamento 2015	5.964	58,98%	31,33%	8,15%	1,55%	100%
	Desmatamento 2016	7.168	63,61%	24,03%	10,78%	1,57%	100%
	Desmatamento 2017	6.809	63,20%	11,29%	23,14%	2,37%	100%
	Desmatamento Total	716.163	35,92%	49,27%	6,44%	8,37%	100%

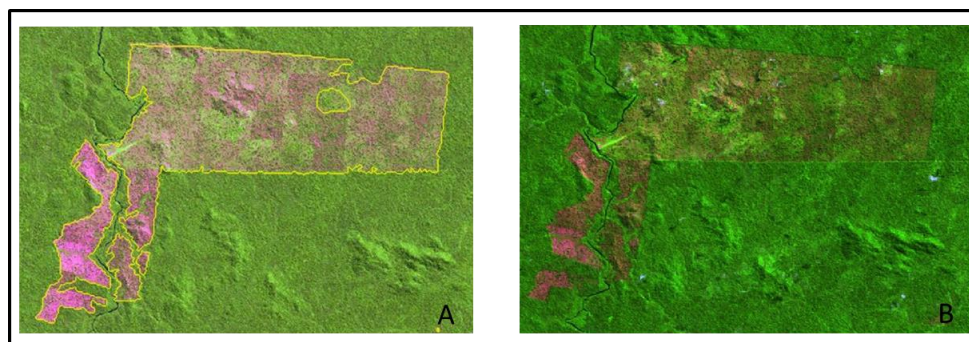


Figura 2: (A) Desmatamento detectado pelo PRODES em 2004. (B) Imagem utilizada pelo Mapbiomas em 2004 sem detecção do desmatamento.

4. CONCLUSÕES

Este artigo procurou explorar os resultados da comparação entre dois sistemas de mapeamento do desmatamento e da cobertura da terra do Bioma Amazônia, o PRODES, operado pelo INPE desde 1988 para produzir as taxas anuais de desmatamento por corte raso na Amazônia Legal e o Mapbiomas, realizado por uma iniciativa não governamental por meio de uma rede colaborativa de instituições para confeccionar mapeamentos anuais do uso e cobertura da terra do Brasil.

As comparações realizadas por meio de tabulação cruzada entre os dois mapeamentos referente ao bioma Amazônia para o ano de 2017 indicam que parte dos desmatamentos detectados pelo PRODES são considerados como floresta no mapeamento do Mapbiomas.

No acumulado total dos desmatamentos identificados pelo PRODES até 2017, 36% são mapeados como área de formação florestal no Mapbiomas, 49% como pastagem, 7% como agricultura/pastagem e 8% como outros usos. Valores semelhantes são observados se analisados os dados anuais, sendo que para o ano de 2017 esse valor praticamente dobrou (63%). Os resultados deste artigo indicam que a abordagem utilizada pelo Mapbiomas para a classificação da cobertura da terra são conservadores, pois boa parte dos desmatamentos mapeados pelo PRODES é classificada como formação florestal no Mapbiomas.

Devido ao fato de que os dados do Mapbiomas subestimam o desmatamento e também a possibilidade de promover mudanças na série histórica já publicada a cada coleção, seu dado tem uso limitado em algumas áreas de aplicação, como no apoio às ações de fiscalização e na criação de políticas de controle do desmatamento, bem como, no suporte às políticas de Redução das Emissões por Desmatamento e Degradação florestal (REDD+). Essas políticas exigem que o mapeamento, além de ser operacional e contínuo, seja preciso na estimativa de área. Entretanto, esses dados podem ser utilizados no resgate histórico das mudanças de uso e cobertura da terra de áreas desmatadas.

5. REFERÊNCIAS

- [1] Hansen, M.C., Krylov, A., Tyukavina, A., Potapov, P.V., Turubanova, S., Zutta, B., Suspense, I., Margono, B., Stolle, F., Moore, R. (2016) Humid tropical forest disturbance alerts using Landsat data. *Environmental Research Letters*, 11, 034008.
- [2] Global Forest Watch. 2014. World Resources Institute. Disponível em: <<https://www.globalforestwatch.org/>>. Acesso em: 01 out. 2018.
- [3] da Silva Costa, A., de Souza Jr, C. M. (2005). Comparação entre imagens Landsat ETM+ e MODIS/Terra para detecção de incrementos de desmatamento na região do Baixo Acre. *Revista brasileira de cartografia*, 2(57).
- [4] Projeto MapBiomas. Coleção 3.0 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil. Disponível em: <<http://www.mapbiomas.org>>. Acesso em: 01 out. 2018.
- [5] TerraAmazon. Uma ferramenta GIS para dados vetoriais usando imagens de satélite multi-temporais. Disponível em: <<http://terraamazon.org/>>. Acesso em: 30 set. 2018.
- [6] IBGE. Mapa de Biomas e de Vegetação. Disponível em: <<https://ww2.ibge.gov.br/>>. Acesso em 02 out. 2018.
- [7] INPE, Projeto TerraClass. Disponível em http://www.inpe.br/cra/projetos_pesquisas/dados_terraclass.php/ Acesso em: 30 set. 2018.
- [8] Moore, R. T., and M. C. Hansen. Google Earth Engine: a new cloud-computing platform for global-scale earth observation data and analysis. *AGU Fall Meeting Abstracts*. 2011.
- [9] INPE, Projeto PRODES - Metodologia para o Cálculo da Taxa Anual de Desmatamento na Amazônia Legal. Disponível em <http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes/pdfs/metodologia_taxaprodes.pdf> Acesso em: 02 set. 2018.
- [10] Terraview. INPE. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/terraview>>. Acesso em 07 out. 2018.