

AVALIAÇÃO DA ACURÁCIA TEMÁTICA DO MAPEAMENTO DE DESMATAMENTO NO BIOMA CERRADO NA REGIÃO DO MATOPIBA

Mauricio Braga Meira¹, Luis Eduardo Pinheiro Maurano², Cláudio Aparecido de Almeida², Alan de Brito¹, Alessandra Rodrigues Gomes³, Marcos Adami³, Rodrigo Rafael Souza de Oliveira¹, Marília Gabriela Lopes da Silva¹, Rosana Sumiya Gurgel¹

¹ Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa - FUNDEP – Belo Horizonte/MG, Brasil mbmeira@gmail.com, allandebrito@gmail.com, rodrigo.rafaelso@hotmail.com, mglopes3@gmail.com, rsumiya@gmail.com

² Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, São José dos Campos/SP, Brasil luis.maurano, claudio.almeida{@inpe.br}

³ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - Centro Regional da Amazônia - INPE/CRA - Belém/PA, Brasil alessandra.gomes, marcos.adami{@inpe.br}

RESUMO

O bioma Cerrado é uma das savanas mais ricas e diversas do mundo, mas devido ao seu alto nível de endemismo e a rápida perda de habitat original é considerado de grande importância para a biodiversidade do planeta. Porém o processo de ocupação humana teve como consequência o aumento do desmatamento. Assim, o Brasil se viu encorajado a estruturar um sistema de mapeamento oficial para monitorar o desmatamento nesta região o que culminou no projeto PRODES Cerrado do INPE. Neste sentido, torna-se relevante estabelecer mecanismos de validação que visam atribuir um grau de acurácia deste mapeamento. Este artigo apresenta o resultado de uma amostragem com 349 pontos aleatórios localizados na região do Matopiba, os quais passaram por processo de validação utilizando plataforma *Web-GIS* contendo imagens de satélite de alta resolução e verdade de campo. A validação dos polígonos de desmatamento apresentou exatidão global de 99,14% e erro de comissão de 0,86%.

Palavras-chave — Cerrado, monitoramento do desmatamento, acurácia temática, PRODES Cerrado.

ABSTRACT

The Cerrado biome is one of the richest and most diverse savannahs in the world, but due to its high level of endemism and the rapid loss of original habitat it is considered of great importance for the planet's biodiversity. However, the process of human occupation resulted in increased deforestation. Thus, Brazil was encouraged to structure an official mapping system to monitor deforestation in this region, which culminated in the PRODES Cerrado project of INPE. In this sense, it becomes relevant to establish validation mechanisms that aim to assign a degree of accuracy of this mapping. This paper presents the results of a random sampling of 349 points located in the Matopiba region, which underwent a validation process using a Web-GIS platform containing high resolution satellite images and field truth. The validation of deforestation polygons showed

a global accuracy of 99.14% and a commission error of 0.86%.

Keywords — savannah vegetation, deforestation monitoring, thematic accuracy, PRODES Cerrado.

1. INTRODUÇÃO

O bioma Cerrado cobre aproximadamente 2 milhões de km², cerca de 25% da área total do país, e é a segunda maior província fitogeográfica do Brasil. Novas tecnologias agrícolas desenvolvidas na década de 1970 resolveram o problema da baixa fertilidade do solo e transformaram o Cerrado em uma nova e importante fronteira agrícola brasileira. Essa transformação modificou os aspectos socioeconômicos regionais e impulsionou a produtividade agropecuária, mas a implementação do conjunto de ações voltadas à ocupação humana no Cerrado teve como consequência o aumento do desmatamento - responsável por grande parte das alterações da sua paisagem.

Nos últimos anos a região do Matopiba, com uma área de aproximada de 730 mil km² [1], cerca de 37% do bioma Cerrado, vem sendo considerada a grande fronteira agrícola nacional da atualidade.

A região que compreende parte dos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, até pouco tempo considerada sem tradição forte em agricultura, tem chamado atenção pela produtividade cada vez mais crescente, principalmente no estado de Tocantins que expandiu sua área plantada ao ritmo de 25% ao ano [2].

A cultura principal nas regiões produtoras do Matopiba é a soja, seguido de outras culturas como o milho, arroz e algodão [3]. Com o objetivo de desenvolver a agricultura na região foi criado por Decreto Presidencial N° 8.447/2015 um Plano de Desenvolvimento Agropecuário do Matopiba e a criação de seu Comitê Gestor, que visa promover e coordenar políticas públicas voltadas ao desenvolvimento econômico sustentável fundado nas atividades agrícolas e pecuárias que resultem na melhoria da qualidade de vida da população, porém não prevê a participação de setores governamentais que lidam com questões ambientais.

Para equilibrar essa situação o Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Bioma Cerrado (PPCerrado) [4], lançado em setembro de 2010, tem como objetivo promover uma redução sustentada da taxa de desmatamento e degradação florestal e da incidência de queimadas e incêndios florestais no bioma Cerrado por meio de um conjunto de ações coordenadas, baseado em quatro pilares: i) monitoramento e controle; ii) áreas protegidas e ordenamento territorial; iii) atividades produtivas sustentáveis; e iv) educação ambiental. O PPCerrado se baseia no Programa Nacional de Conservação e Uso Sustentável do Bioma Cerrado (PCS) [5], estabelecido pelo Decreto nº 5.577/2005 e almeja utilizar a experiência exitosa no controle do desmatamento na Amazônia para aumentar o controle e proteção do Cerrado.

Um dos principais desafios do PPCerrado consiste em estabelecer um sistema para monitorar o desmatamento e a degradação florestal no Cerrado, assim, em 2016 o Brasil inaugurou um sistema oficial de monitoramento sistemático do desmatamento para o Cerrado com uso de imagens de satélites e neste contexto, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) desenvolveu e está operando o projeto PRODES Cerrado que consiste no mapeamento do desmatamento para toda extensão do bioma Cerrado. Por meio desse projeto foi construída uma série histórica bial de remoção antrópica da vegetação natural para o período de 2000 a 2012 e anual para os anos de 2013 a 2017.

Portanto, o objetivo deste trabalho é analisar a acurácia do mapeamento do desmatamento no bioma Cerrado na região do Matopiba por meio de trabalho de campo (*in situ*) e de uma plataforma digital de validação, contendo imagens de satélite de alta resolução espacial.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

A região do Matopiba compreende parte dos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia (Figura 1). Englobando 337 municípios, com uma população de aproximadamente 6 milhões de habitantes [1].

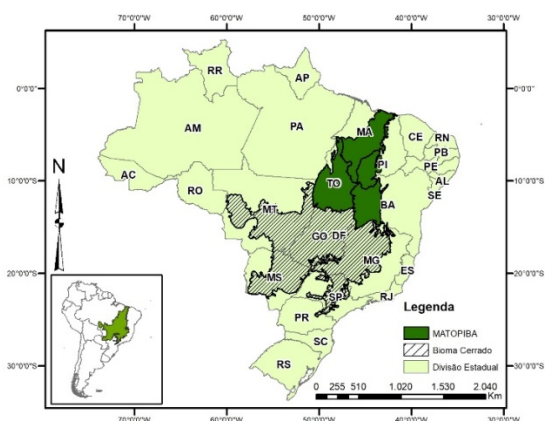


Figura 1. Limite geográfico do Matopiba.

2.2 Elaboração do banco de dados

No intuito de realizar o mapeamento dos polígonos de desmatamento, foi elaborado um banco de dados georreferenciado na plataforma do software *TerraAmazon 7.0.1* [6], contendo as bases cartográficas (dados vetoriais) e imagens (dados *raster*/matriciais) do satélite *Landsat 5*, sensor *Thematic Mapper (TM)* ou *Landsat 8* sensor *Operational Land Imager (OLI)*, sendo recoberto por 118 órbitas-ponto deste satélite (Figura 2) as quais foram obtidas por meio do *website* da *U.S. Geological Survey* (<https://earthexplorer.usgs.gov/>). Na ausência das imagens do *Landsat 5* para o mapeamento de 2012, foram utilizadas 207 cenas do satélite *Resourcesat 2* sensor *LISS3*.

É importante ressaltar que, as imagens foram selecionadas com base no menor percentual de cobertura de nuvem. Após a seleção as mesmas passaram por um pré-processamento, que consiste, na realização da composição colorida e na aplicação do realce, através da manipulação do histograma.

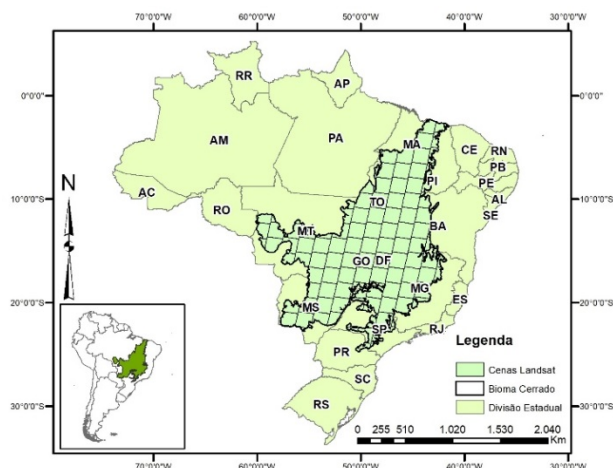


Figura 2. Grade de imagens Landsat.

Após o pré-processamento, as imagens foram inseridas no sistema *Terra Amazon 7.0.1*[6], para a realização do mapeamento dos desmatamentos que é feita por meio de interpretação visual. A identificação visual dos alvos considera os principais elementos da fotointerpretação, como: cor, tonalidade, textura, forma e contexto [7]. Posteriormente, os polígonos foram cartografados e quantificados, sendo excluídos aqueles com áreas inferiores a um hectare, garantindo ao produto compatibilidade com a escala cartográfica de 1:250.000.

Após o processo de mapeamento e identificação das áreas desmatadas, pela equipe de intérpretes, os mapas resultantes são submetidos a uma etapa de auditoria interna, que conferem a correta identificação e os limites dos polígonos mapeados, promovendo ajustes quando necessários.

2.3 Validação dos polígonos do desmatamento

Para avaliação da acurácia temática do mapeamento de desmatamento no bioma Cerrado na região do Matopiba foram selecionados aleatoriamente 349 polígonos de desmatamento dos anos de 2016 e 2017 para validação por meio de uma plataforma *Web-GIS* contendo imagens de satélite de alta resolução espacial e temporal. Além disso, 49 destes polígonos foram vistoriados em campo, alguns com apoio de um veículo aéreo não tripulado (VANT).

Esta amostra de 349 polígonos de desmatamento inclui 137 polígonos do ano de 2016, que representam 0,5% de um total de 28.705 polígonos mapeados neste ano, e 212 polígonos de 2017, que representa 0,6% de um total de 34.041 polígonos mapeados neste ano (Figura 3).

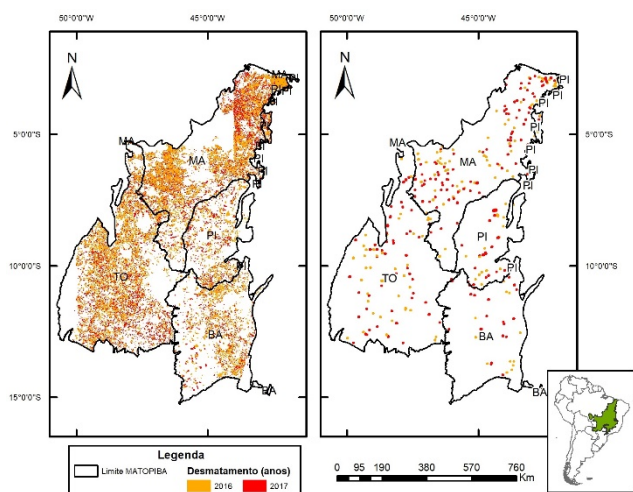


Figura 3. Polígonos de desmatamento mapeados (esquerda) e amostragem (direita) utilizada para validação da acurácia temática do mapeamento do desmatamento no Matopiba.

A plataforma *Web-GIS* desenvolvida para avaliação da acurácia temática (figura 4) permite que os polígonos de desmatamento mapeados pelo projeto PRODES Cerrado sejam visualizados sobrepostos a mesma imagem de satélite que foi utilizadas para o mapeamento, e outras imagens de satélites com alta resolução espacial, além de visualizar uma série temporal associada ao *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) [8].

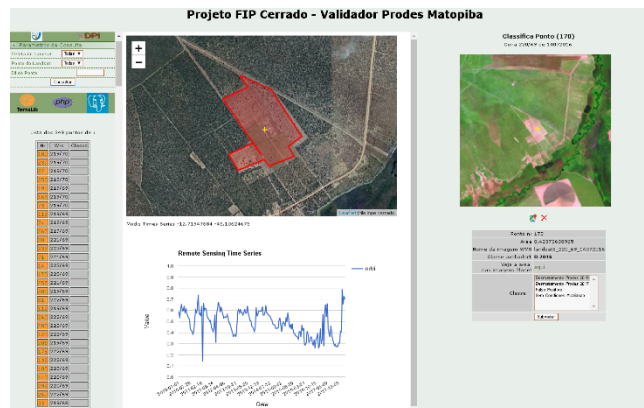


Figura 4. Plataforma digital de validação do mapeamento.

A avaliação realizada por meio da plataforma *Web-GIS* foi feita por um especialista em vegetação que não participou do processo de mapeamento do desmatamento. Neste processo o especialista atribuiu a cada polígono da amostra selecionada uma classe que confirmou ou não a existência do desmatamento no ano que foi mapeado.

Além disso, 49 desses polígonos, equivalente a 14% dessa amostragem, foram vistoriados em campo para confirmar se a classificação atribuída a estes pontos pode ser considerada verdadeira (Figura 5).

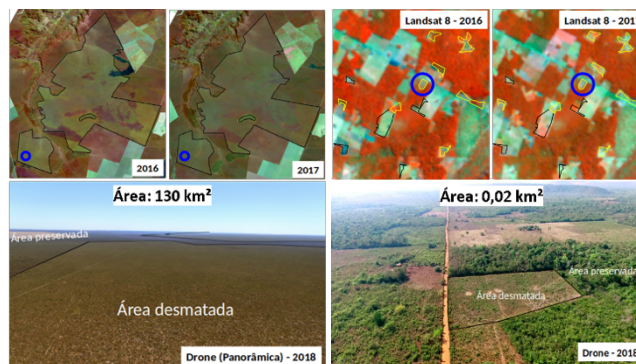


Figura 5. Vistoria das áreas mapeadas *in situ*.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A validação dos polígonos de desmatamento apresentou uma excelente resultado, com uma exatidão global de 99,14%, e um erro de comissão de 0,86%, demonstrando que o mapeamento do desmatamento através de interpretação visual é adequado e, portanto, constitui um dado confiável e preciso para o monitoramento do bioma Cerrado.

Corroborando as análises, os polígonos validados em campo (*in situ*) também apresentaram elevado grau de acurácia (Tabela 1), pois 49 polígonos vistoriados foram confirmados em campo (verdadeiros positivos - VP). É importante ressaltar que parte desta validação foi realizada com apoio de Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT), com registro das coordenadas geográficas e aerofotográfico em alta resolução, propiciando maior confiabilidade ao processo.

Já com relação à validação por meio da plataforma *Web-GIS*, os resultados do mapeamento do desmatamento apresentaram resultado condizente, uma vez que atingiu uma acurácia temática de 99%, com acerto de 297 amostras. Assim, o erro de comissão dos dados validados na plataforma digital foi de 1%, visto que apenas três amostras apresentaram inconsistência no mapeamento (Falsos Positivos - FP), para efeito dessa validação.

Tabela 1: Estatística das amostras de corte seletivo validadas em campo.

	VP	F P	Total	Total Incluído	Erro comissão (%)	Acurácia mapeamento (%)
Valid. <i>In situ</i>	49	0	49	0	0,00	100
Valid. Digital	297	3	300	3	1,00	99,00
Total coluna	346	3	349	3	0,86	99,14
Exatidão global (%)						

Onde: VP: Verdadeiro Positivo e FP: Falso Positivo.

Fonte: Produzido pelos autores.

Vale ressaltar que os polígonos vistoriados foram bastante heterogêneos em relação ao sua dimensão, englobando áreas desde 2 hectares – o menor desmatamento registrado na amostra, até 13.000 hectares – o maior desmatamento amostrado. Além disso, os polígonos também apresentaram diversidade quanto ao uso da terra e quanto ao tipo vegetação predominante na paisagem de entorno.

5. CONCLUSÕES

A técnica adotada para avaliar a acurácia temática do mapeamento do desmatamento por meio da plataforma *Web-GIS* se mostrou eficiente tendo em vista a assertividade das amostras analisadas e sua confirmação em número significativo durante vistoria realizada *in situ*.

Entretanto, ainda que a acurácia temática do mapeamento de desmatamento no bioma cerrado na região do Matopiba tenha atingido alto grau de assertividade, esse indicador considera apenas os erros de inclusão e não de omissão.

Isso posto pode-se afirmar que os polígonos mapeados como desmatamento no bioma Cerrado na região do Matopiba têm alta probabilidade de estarem corretos, porém não significa que todo o desmatamento da região tenha sido cartografado, mesmo tendo passado por um rigoroso processo de auditoria interna.

6. AGRADECIMENTOS

Ao *Forest Investment Program* (FIP) pelo financiamento do projeto de Monitoramento do bioma Cerrado e à Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa (FUNDEP) que tem fomentado os projetos de monitoramento do bioma Cerrado. E, ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), pela ceção dos dados dos projetos utilizados neste trabalho.

7. REFERÊNCIAS

- [1] IBGE, Divisões Regionais do Brasil, Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias-novoportal/organizacao-do-territorio/divisao-regional/15778-divisoes-regionais-do-brasil.html>>, Acesso em: 10 out. 2018.
- [2] Embrapa, Matopiba, Disponível em: <<https://www.embrapa.br/tema-matopiba/sobre-o-tema>>, Acesso em 09 out. 2018.
- [3] Conab, Safra Brasileira de Grãos, Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/safra-graos>>, Acesso em 09 out. 2018.
- [4] MMA, Prevenção e Controle do Desmatamento, Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomas/cerrado/conservacao-e-uso-sustentavel>>, Acesso em 09 out. 2018.
- [5] MMA, Programa Nacional de Conservação e Uso Sustentável do Bioma Cerrado, Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/201/_arquivos/programa_cerrado_sustentavel_201.pdf>. Acesso em 09 out. 2018.
- [6] TerraAmazon, Uma ferramenta GIS para dados vetoriais usando imagens de satélite multi-temporais. Disponível em: <<http://terraamazon.org/>>. Acesso em: 12 ago. 2018.
- [7] Sano, E. E.; Rosa, R.; Brito, J. L. S.; Ferreira, L. G. Land Cover Mapping of the Tropical Savanna Region in Brazil. *Environmental Monitoring & Assessment*, v. 166, p. 113–124, 2010. DOI: 10.1007/s10661-009-0988-4.
- [8] Maurano, L. E. P. e Adami, M., Ferramentas Web-Gis para avaliar exatidão de mapeamento de uso e cobertura da terra no Cerrado brasileiro, Disponível em <<http://marte2.sid.inpe.br/rep/sid.inpe.br/marte2/2017/10.23.17.06.50>>. Acesso em: 10 out. 2018.