

MAPEAMENTO DE PASTAGEM NO ESTADO DE RONDÔNIA COM USO DE IMAGENS DE SATELITE

EDUARDA APARECIDA RODRIGUES¹, VALDIR MOURA², MARCELO HENRIQUE DE OLIVEIRA SANTOS³, LAÍZA CAVALCANTE DE ALBUQUERQUE SILVA⁴, WILLYAN RONALDO BECKER⁵, JERRY ADRIANI JOHANN⁶

1 Discente de Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNIOESTE, Cascavel, Paraná, Brasil, (45) 3220-7320, eduarda.rodrigues@unioeste.br

2 Discente de Doutorado PGEAGRI, UNIOESTE, Cascavel, PR, Brasil, Fone: (45) 3220-7320, {valdir.moura@ifro.edu.br}

3 Discente de Graduação em Engenharia Agrícola, UNIOESTE, Cascavel, PR, Brasil, Fone: (45) 3220-7320,

4 Discente de Mestrado PGEAGRI, UNIOESTE, Cascavel, PR, Brasil, Fone: (45) 3220-7320, {laiza.cavalcante@hotmail.com}

5 Discente de Doutorado PGEAGRI, UNIOESTE, Cascavel, PR, Brasil, Fone: (45) 3220-7320, {willyanbecker@hotmail.com}

6 Prof. Dr., Orientador, PGEAGRI, UNIOESTE, Cascavel, PR, Brasil, Fone: (45) 3220-7320, {jerry.johann@unioeste.br}.

Apresentado no
XLIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2020
23 a 25 de novembro de 2020 - Congresso On-line

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo mapear pastagens no estado de Rondônia no ano safra 2018/2019 por imagens do satélite Landsat-8/OLI. No mapeamento utilizou-se imagens na composição falsar-cor RGB-564 (Landsat-8/OLI), pelo classificador *Naïve Bayes* na plataforma Google Earth Engine (GEE). Posteriormente realizou-se a comparação os dados oficiais e a avaliação de acurácia do mapeamento por meio da Exatidão Global (EG) e o índice Kappa (IK). Também se quantificou áreas com pastagens por município e microrregião do estado. Foram mapeados 7.112.354 hectares de área com pastagens, para o ano safra 2018/2019. Em comparação com estatísticas oficiais o mapeamento apresentou uma subestimação de áreas e a avaliação de acurácia apresentou uma EG de 87,8 % e um IK de 0,83.

PALAVRAS CHAVES: sensoriamento remoto, Google Earth Engine, Rondônia.

PASTURE MAPPING IN THE RONDONIA STATE, BRAZIL, USING SATELLITE IMAGES

ABSTRACT: This work aimed to map pastures in the state of Rondônia in the 2018/2019 crop year using images from the Landsat-8 / OLI satellite. The mapping used images in the RGB-564 false-color composition (Landsat-8 / OLI), by the *Naïve Bayes* classifier on the Google Earth Engine (GEE) platform. Subsequently, the accuracy of the mapping was assessed using the Global Accuracy (EG) and the Kappa Index (IK). Pasture areas by municipality and state micro-region were also quantified. 7,112,354 hectares of pasture area were mapped for the 2018/2019 crop year, with an EG of 87.8% and an IK of 0.83.

KEYWORDS: remote sensing, Goggle Earth Engine, Rondônia.

INTRODUÇÃO: Historicamente a agropecuária brasileira sempre representou uma parcela significativa da economia, responsável por influenciar o desenvolvimento de regiões e tecnologias voltadas para o agronegócio, como também impulsionar o crescimento de agroindústrias.

Neste contexto, o acompanhamento da produção tem sido imprescindível para a execução de estimativas, gerando informações cruciais para os integrantes da cadeia agropecuária, seja este um produtor, consumidor ou o Governo (Johann et al., 2012). A estimativa de áreas ocupadas com pastagens é contabilizada pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Todavia, essas informações são obtidas por meio de pesquisas com produtores rurais e cooperativas, de dados de financiamento agrícola e da utilização de dados históricos (Johann et al., 2012). Este processo torna-se demorado e dispendioso, além de excluir informações cruciais sobre a distribuição das áreas agrícolas nos estados, inviabilizando assim investimentos localizados. Uma alternativa para executar a estimativa das áreas de forma mais eficaz, rápida e econômica, é a utilização do sensoriamento remoto voltado para atividades agropecuárias. As vantagens na utilização de sensoriamento remoto está na distribuição gratuita das imagens de satélite, reduzindo assim seu custo, na extração de dados confiáveis, além de diminuir a mão-de-obra necessária por não haver interação com o alvo, no caso as culturas de verão. O sensoriamento remoto agrícola consiste no acompanhamento periódico dos estágios fenológicos das culturas através de imagens de satélite, as quais possibilitam a geração de informações sobre seu perfil espectro-temporal através de uma análise multi-temporal (Jensen et al., 2002). Porém, ao analisar dados de sensoriamento remoto, se faz necessário uma alta capacidade computacional para o processamento. Para solucionar esse problema, tem se utilizado processamento em nuvem na plataforma Google Earth Engine, disponível de forma gratuita. Além disso a detecção espacial para extração do perfil temporal é facilitada pela utilização de imagens do satélite Landsat-8/OLI pois integram informações orbitais de média e alta resolução com as plataformas SIG (Sistemas de Informações Geográficas), e assim obtém-se informações precisas e pontuais de cada fração que compõem as áreas produtivas em regiões distintas (Moura, 2000; Coral et al., 2005).

Portanto, o presente estudo teve por objetivo mapear as áreas com pastagem para o ano-safra de 2018/2019 no estado Rondônia, Brasil, quantificando por município e por microrregião, além de computar métricas de acurácia e comparar com demais mapeamentos realizados.

MATERIAL E METODOS: A área de estudo foi o estado de Rondônia, situado no norte do Brasil, entre os paralelos 8°1' S e 13°42' S e meridianos 59°46' O e 66°49' O, subdividido em 8 microrregiões e em 52 municípios. A plataforma *Google Earth Engine* (GOOGLE INC., 2018a), foi utilizada para fazer o processamento das imagens para a área de estudo. O *Google Earth Engine* (GEE), possibilita a análise de dados ambientais em grande escala por utilizar os servidores da Google. Além disto, o GEE proporciona ao usuário uma abordagem altamente interativa para o desenvolvimento de algoritmos e um ciclo rápido de testes e melhorias para o processamento de dados em larga escala, além de facilitar a análise e combinação de conjunto de dados para mapeamentos agrícolas (Xiong et al., 2017). Assim, a partir da plataforma foi feito o processamento das imagens do sensor Landsat-8/OLI de forma gratuita. Com o objetivo de destacar as culturas em estudo foi realizado as composições RGB para toda a área sob estudo. Para isso, foram adquiridas imagens do período de maio a agosto de 2018 evitando-se a presença de nuvens, aplicando um filtro de remoção. Assim, para as imagens do Landsat-8/OLI a composição falsa-cor utilizada foi RGB 564, em que a banda 5 refere-se ao Infravermelho

Próximo (NIR), a banda 6 ao Infravermelho de Ondas Curtas (SWIR) e a banda 4 ao comprimento de onda do vermelho. Para efetuar a tarefa de classificação utilizou-se a composição falsa-cor RGB-564, como também os Índices de Vegetação *Enhanced Vegetation Index* (EVI) e *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) para aumentar a capacidade de distinção entre os alvos sob estudo. A equação para o cálculo dos Índices de Vegetação (IV) baseia-se nas diferenças de resposta apresentadas pela vegetação nas bandas do vermelho (V) e infravermelho próximo (IVP). A principal finalidade dos IVs é ressaltar a resposta espectral da vegetação em relação à resposta espectral dos solos. O índice NDVI é um dos mais utilizados IVs para avaliar a dinâmica da cobertura vegetal, sendo proposto por Rouse (1973), calculado conforme a Equação 1:

$$NDVI = \frac{NIR-RED}{NIR+RED} \quad (1)$$

em que:

NIR = refletância no infravermelho próximo;

RED = refletância na região vermelho.

Outro IV utilizado para distinção de alvos agrícolas se trata de uma evolução do NDVI, que é o EVI (*Enhanced Vegetation Index*), proposto por Huete *et al.* (2002), conforme Equação 2.

$$EVI = 2,5 * \left(\frac{\sigma NIR - \sigma Red}{1 + \sigma NIR + 6\sigma Red - 7,5\sigma Blue} \right) \quad (2)$$

em que,

σ NIR = valores de reflectância para infravermelho próximo;

σ Red = valores de reflectância para o vermelho;

σ Blue = valores de reflectância para o azul.

Para treinar o classificador, são necessárias amostras de cada alvo. Foram coletadas amostras em cada uma das microrregiões de forma independente de áreas com pastagens e não-pastagens (culturas de verão, corpos hídricos, áreas urbanas, floresta nativa). O número de amostras para cada alvo foi, em média, de 25 polígonos com aproximadamente 20 pixels cada, para cada imagem amostrada, priorizando um resultado de classificação mais preciso. Por fim, o classificador escolhido foi o *Naïve Bayes*, algoritmo classificador probabilístico baseado no “Teorema de Bayes”. Sua escolha se deve ao fato do mesmo desconsiderar a correlação entre as variáveis, tratando-as de forma independente, o que é vantajoso para a classificação. Outra razão pela qual o *Naïve Bayes* foi escolhido é a necessidade de um número pequeno de dados e a sua relativa simplicidade, rapidez e ótimo desempenho para realizar a classificação. As bandas utilizadas pelo classificador foram as composições RGB falsa-cor, juntamente com os índices NDVI e EVI. Foram realizadas as vetorizações das áreas urbanas do estado de Rondônia. A partir dessa vetorização foi criada uma máscara das áreas urbanas com a finalidade de retirar eventuais confusões ocorridas durante o processo de classificação. Com a execução do classificador, foram geradas cinco máscaras, sendo elas: pastagem, áreas com cultura de verão, floresta nativa e Áreas de Preservação Permanente (APPs), corpos hídricos, áreas urbanas e outros. Através de operações algébricas entre as máscaras foi possível determinar a área total com pastagem assim como sua distribuição espacial. A área resultante obtida de pastagem no mapeamento foi comparada com os dados oficiais disponíveis do IBGE (2018) e LAPIG, com a intenção de analisar a diferença entre valores. Além disso, outra análise foi realizada utilizando da amostragem estratificada aleatória com 1200 pontos

verificados nos mapeamentos de pastagem, áreas agrícolas e floresta nativa e APPs, e 400 pontos para os demais alvos. Assim, para o estado de Rondônia, fez-se a matriz de confusão determinando a exatidão global (EG) descrito na equação 3 e o Índice Kappa [IK] na equação 4:

$$EG = \frac{A}{m} * 100 \quad (3)$$

$$IK = \frac{\left[n * \sum_{i=1}^r x_{ij} - \sum_{i=1}^r (x_i * x_j) \right]}{\left[m^2 - \sum_{i=1}^r (x_i * x_j) \right]} \quad (4)$$

em que,

n = número de municípios;

A = acerto geral (pontos amostrais com acertos);

m = número de pontos amostrais;

x_{ij} = observação na linha i e coluna i;

x_i = total marginal da linha i;

x_j = total marginal da coluna j.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: O mapeamento elaborado para a safra 2018/2019 totalizou 7.112.354 hectares de pastagens mapeados no estado de Rondônia (FIGURA 2). O município de Porto Velho, capital do estado, destacou-se com 628.498 hectares de pastagem, representando aproximadamente 9% da área destinada a pastagem no estado. Outros municípios com elevada presença de pastagem são: Nova Mamoré e Ariquemes, localizados no oeste e centro-norte do estado, respectivamente. Fazendo uma análise espacial disto, tem-se que as áreas ocupadas com pastagens estão distribuídas ao longo do estado, contrapondo-se a realidade das áreas sob cultivo agrícolas, que totalizaram 239.308 hectares, concentrando-se na porção sudeste do estado.

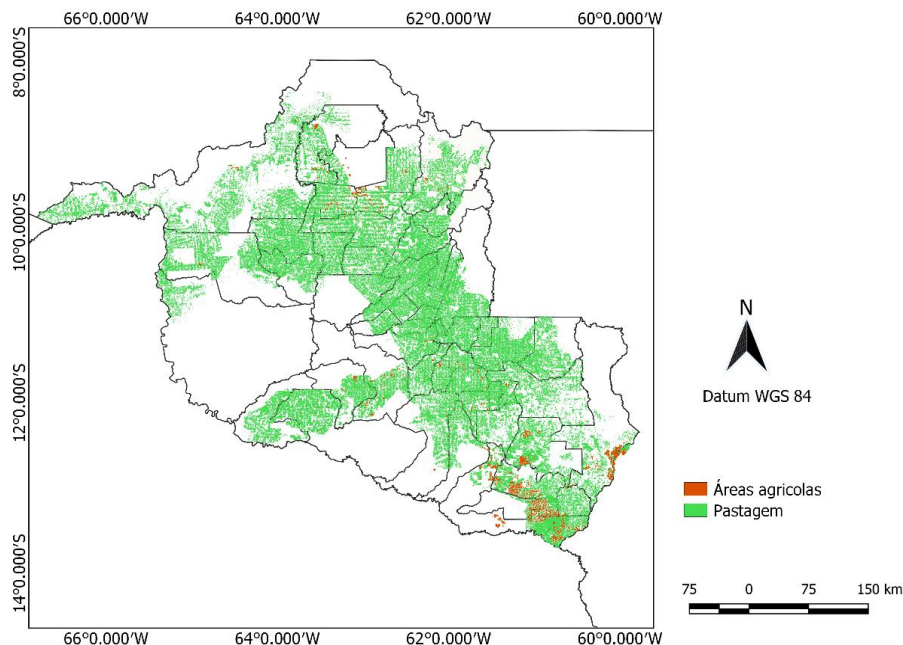


FIGURA 1. Distribuição das áreas de pastagens e cultivos de verão para o ano-safra 2018/2019.

Avaliando os resultados obtidos com os dados oficiais do IBGE (2018) e com os dados computados pelo LAPIG (FIGURA 2), ambos para pastagem, tem-se que o presente mapeamento se assemelha aos dados do LAPIG, em função destes estarem mais próximos a reta 1:1.

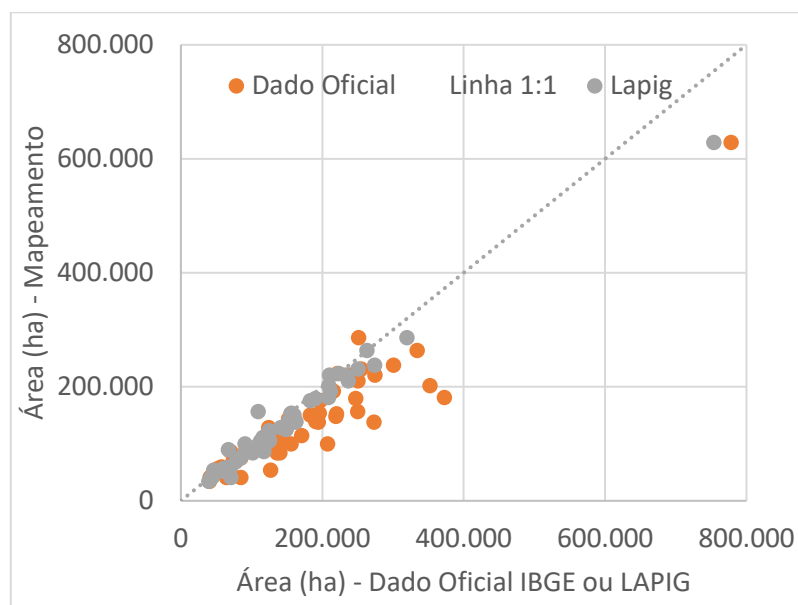


FIGURA 2. Diagrama de dispersão entre o mapeamento de áreas de pastagem e os em 2018.

Comparando-se globalmente ambos (LAPIG e mapeamento) tem-se que as áreas com pastagem foram subestimadas 6,24% com as do LAPIG, sendo a diferença total de áreas de 473.488 hectares, este resultado pode-se dever ao fato de que o estado apresenta grande quantidade de nuvens no verão, período em que foram realizados os mapeamentos, dificultando assim a obtenção de imagens de satélites com total qualidade, obstruindo a visualização dos alvos e suas classificações.

TABELA 1. Áreas com pastagens por microrregião do estado de Rondônia pelo mapeamento realizado e pelo LAPIG (2019).

Microrregião	Pastagem (ha)	Percentual da área mapeada (%)	LAPIG (ha)	Percentual da área LAPIG (%)
Alvorada D'Oeste	474.251	6,7%	547.352	7,2%
Ariquemes	1.070.874	15,1%	1.139.238	15,0%
Cacoal	1.034.977	14,6%	1.125.142	14,8%
Colorado do Oeste	464.891	6,5%	457.529	6,0%
Guarujá-Mirim	469.824	6,6%	523.542	6,9%
Ji-paraná	1.194.705	16,8%	1.180.081	15,6%
Porto Velho	1.638.940	23,0%	1.881.311	24,8%
Vilhena	763.892	10,7%	731.647	9,6%
Total	7.112.354		7.585.842	

Porém, comparando-se o mapeamento realizado com os dados oficiais do IBGE (2018) houve uma subestimação de 2.1 milhões de ha (22,8%). Além disso, vale ressaltar que para ambos os mapeamentos comparados, tem-se a presença de um outlier, ou seja, um município com sua área de pastagem subestimada.

TABELA 2. Áreas com pastagens por microrregião do estado de Rondônia pelo mapeamento realizado pelo IBGE (2018).

Microrregião	Pastagem (ha)	Percentual da área mapeada (%)	IBGE (ha)	Percentual da área IBGE (%)
Alvorada D'Oeste	474.251	6,7%	612,808	6,6%
Ariquemes	1.070.874	15,1%	1.401.652	15,3%
Cacoal	1.034.977	14,6%	1.377.104	14,9%
Colorado do Oeste	464.891	6,5%	860.085	9,3%
Guarujá-Mirim	469.824	6,6%	545.684	5,9%
Ji-paraná	1.194.705	16,8%	1.382.644	15,0%
Porto Velho	1.638.940	23,0%	1.925.799	20,9%
Vilhena	763.892	10,7%	1.114.158	12,1%
Total	7.112.354		9.219.934	

Um dos motivos para estas divergências de área de pastagem entre o mapeamento e os dados oficiais se dá pelas diferentes metodologias adotadas. Isto em função do IBGE computar estas áreas através de questionários e pesquisas, sem levar em conta dados geográficos. Para avaliar a qualidade dos mapeamentos calculou-se as estatísticas de acurácia. A acurácia do mapeamento, tomando por referência as imagens falsa-cor RGB 564 Landsat8/OLI resultou num EG de 87,8% e um Kappa de 0,83, assim segundo Landis e Koch (1977), o mapeamento atingiu um desempenho excelente ($IK > 0,81$).

CONCLUSÃO: A metodologia empregada se mostrou-se eficaz para mapear e quantificar as áreas com pastagens no estado de Rondônia, totalizando 7.112.354 hectares mapeados para o ano-safra 2018/2019. O mapeamento subestimou 6,24% das áreas de pastagem em comparação ao mapeamento realizado pelo LAPIG, mostrando menor divergência ao mapeamento realizado em comparação ao levantamento realizado pelo IBGE, que superestimou em 22,8% as áreas com pastagem. Além disso, o mapeamento apresentou excelente acurácia, indicando a proximidade com a realidade de campo. Portanto, o mapeamento realizado com imagens de satélite tem vantagens por permitir se conhecer a geolocalização das áreas cultivadas e possibilitar as estimativas de área e divulgação de estatísticas agrícolas de produção com maior rapidez, menores custos e menores erros, quando comparados ao que é realizado pelos órgãos oficiais.

AGRADECIMENTOS: Ao Laboratório de Estatística Aplicada (LEA) e ao Núcleo de Pesquisa em Geotecnologias e Ciência de Dados (GeoScience) pertencente à UNIOESTE/Campus Cascavel, pela infraestrutura disponibilizada para elaboração da pesquisa. À UNIOESTE e Fundação Araucária pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS:

CORAL, G., ASSAD, E. D., PINTO, H. S & IAFFE, A. (2005). **Utilização de um modelo agrometeorológico na estimativa de produtividade da cultura da soja no Estado do Paraná.** In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 14., 2005, Campinas. *Anais do Congresso Brasileiro de Agrometeorologia*, Campinas: UNICAMP, 2005.p 59.

GOOGLE INC. **Google Earth Engine.** 2018a. Disponível em: <https://earthengine.google.com/>. Acesso em: ago. 2019.

HUETE, A.; DIDAN, K.; MIURA, T.; et al. Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices. **Remote Sensing of Environment**, v. 83, n. 1-2, p. 195-213, 2002.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Banco de Dados Agregados - Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA.** 2018. <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: ago. 2020.

JENSEN, J.R., BOTCHWAY, K., BRENNAM-GALVIN, E., JOHANNSEN, C.J., JUMA, C., MABOGUNJE, A., MILLER, R., PRICE, K., REINING, P., SKOLE, D., STANCIOFF, A. & TAYLOR, D.R.F. **Down to Earth: Geographic information for sustainable development in Africa.** National Academy Press. Washington, 2002.

Johann, J. A.; Rocha, J. V.; Duft, D. G.; Lamparelli, R. A. C. (2012). **Estimativa de áreas com culturas de verão no Paraná, por meio de imagens multitemporais EVI/Modis.** *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 47, 1295-1306.

Landis, J. R.; Koch, G. G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, 33, p.159-174, 1977.

LAPIG. **Atlas Digital das Pastagens Brasileiras.** Disponível em <<http://www.pastagem.org/atlas/map>>. Acesso em: fev. 2020.

MOURA, V. **Imagens multitemporais TM/Landsat-5 da época de pré-plantio na estimativa de áreas destinadas a culturas de verão.** Dissertação de Mestrado. Curso de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, 2000.

XIONG, J.; THENKABAIL, P. S.; TILTON, J. C.; et al. Nominal 30-m cropland extent map of continental Africa by integrating pixel-based and object-based algorithms using Sentinel-2 and Landsat-8 data on google earth engine. **Remote Sensing**, 9, 2017.