

COMPARAÇÃO DOS VALORES DE NDVI EM ÁREAS VEGETAÇÃO NATIVA, PASTAGENS COM MUITAS ÁRVORES E PASTAGENS SEM ÁRVORES

Danillo Luyyije da Silva Santos^{1,2}, Rafael Gustavo Gonçalves dos Anjos Brito Ferreira^{1,3}, Amanda Morais Malheiro^{1,4}, Claudinei Oliveira-Santos^{1,5}

¹LAPIG - Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento - UFG, CEP 74001-970 - Goiânia, GO, Brasil, www.lapig.iesa.ufg.br; ²danilloluige@gmail.com; ³rafa.anjos.ferreira@gmail.com; ⁴amandaufg16@gmail.com; ⁵claudineisantosnx@gmail.com

Resumo

O sensoriamento remoto têm sido utilizado como ferramenta de subsídio a gestão e inteligência territorial, e têm mostrado grande potencial. Nesse sentido, o índice de vegetação da diferença normalizada (NDVI), obtido por dados satelitários, têm sido utilizado como um proxy do vigor vegetativo, para mapear a produtividade e processos de degradação em áreas de pastagens. No presente estudo, avaliamos o potencial uso do NDVI obtidos por três satélites (Sentinel, Landsat e Modis) para mapear três classes de uso e cobertura da terra (vegetação nativa, pastagem com muitas árvores e pastagem com poucas ou nenhuma árvore). Os resultados indicam que o NDVI pode ser utilizado para distinguir as áreas de vegetação nativa da áreas de pastagens, e os dados de alta resolução espacial apresentaram para potencial detectar a presença de árvores em áreas pastagens. Métodos de análises de séries temporais que considerem o comportamento sazonal podem apresentar melhores resultados.

Palavras Chaves: NDVI, pastagem, uso da terra, Sazonalidade.

Abstract

Remote sensing has been used to subsidize territorial management and intelligence, and has shown great potential. In this sense, the normalized difference vegetation index (NDVI) has been used as a proxy of vegetative vigor to map yield and degradation process in pasture areas. In the present study, we evaluated the potential of NDVI (Sentinel, Landsat and Modis) to map three classes of land use and land cover (native vegetation, grassland with many trees and pasture with few or no tree). The results suggest that NDVI can be used to distinguish areas of native vegetation from pasture areas, and high spatial resolution data have shown potential to detect the presence of trees in pasture areas. Methods of analysis of time series that consider the seasonal behavior may present better results.

Key words: NDVI, pasture, land use, seasonality.

1. INTRODUÇÃO

Esforços recentes de mapeamento das áreas de pastagens no Brasil, apontam que atualmente ~179 milhões de hectares no país sejam ocupados por áreas de pastagens [1], sendo cerca de 100 milhões de hectares de pastagens cultivadas. Assim, compreendendo mais de 20% do território brasileiro, as áreas de pastagens é a base do setor pecuário, que representa cerca de 30% do Produto Interno Bruto (PIB) relacionado ao agronegócio, tendo importância e impactos significativos no setores econômicos, ambientais e sociais, de modo que a boa gestão dessas áreas é de fundamental importância para o País. Nesse sentido, o sensoriamento remoto, especialmente os dados satelitário, tem mostrado grande potencial [1, 2, 3].

Os dados de sensoriamento é uma das principais ferramentas para analisar as mudanças de uso e cobertura da terra, desempenhando um importante papel na geração de produtos e informações fundamentais para a gestão eficiente do território brasileiro. O sucesso do sensoriamento remoto como ferramenta de subsídio a inteligência e gestão territorial se baseia na possibilidade de representar os processos biofísicos que acontecem na superfície terrestre em diferentes escalas de espaço e tempo. As resoluções espacial, temporal e radiométrica de um dado satelitário está diretamente relacionada ao potencial uso do mesmo para mapear os efeitos dos processos biofísicos relacionados ao uso e cobertura da terra, como produtividade primária bruta em áreas de vegetação nativa (ex.: florestas e savanas), e cultivadas (ex.: pastagem e agricultura). Entretanto, várias características das paisagens naturais e antrópicas têm impactos sobre os dados obtidos por satélites, e consequentemente no seu potencial uso para mapeamento de processos como a produtividade em áreas de pastagens cultivadas[4].

O desenvolvimento das pastagens está relacionada com elementos antrópicos como o manejo adequado, fertilização, preparo dos solos, e elementos naturais como condição climática, tipo de solo, dentre outros. Além disso fatores como presença de árvores e regeneração natural influenciam a resposta espectral da paisagem e consequentemente os dados satelitários. De modo que esses elementos precisam

ser considerados em análise que visam o mapeamento e monitoramento nas pastagens. Nesse sentido, um dos índices que tem sido bastante utilizado tanto para o mapeamento, quanto como um proxy do vigor vegetativo é o Índice da vegetação da Diferença Normalizada (NDVI), uma vez que este índice é diretamente relacionado à interação entre radiação e produtividade primária bruta [1, 2].

Entretanto, faltam estudos que avaliem de forma detalhada o impacto de elementos da paisagem, como a alta densidade de árvores em áreas de pastagens, nos valores de NDVI. Nesse sentido, comparamos os valores de NDVI obtidos por três satélites (Terra, Landsat e Sentinel) com diferentes resoluções espacial e temporal em áreas de vegetação nativa, pastagem com muitas árvores e pastagem sem ou com poucas árvores, em uma propriedade privada na Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho, região oeste do estado de Goiás - Brasil.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado na Bacia hidrográfica do Rio Vermelho (BHRV), localizada na região oeste do estado de Goiás. O clima da região apresenta forte sazonalidade, com período seco e período chuvoso bem definidos. A precipitação média é de cerca de 1500-1800 mm anuais, e a temperatura média é de 23 a 28 °C [5]. O solo predominante na região é o Latossolo Vermelho, entretanto no local estudando o neossolo quartzarênico predomina [6].

Para o presente estudo, foram sorteados nove polígonos de 56.25 hectares (750 x 750 metros), sendo três em áreas de vegetação nativa, três em áreas de pastagens com muitas árvores e três em áreas de pastagens com poucas ou nenhuma árvore (figura 1). Todos os polígonos avaliados estão dentro da mesma propriedade privada, e sob as mesmas condições de clima, solo e manejo.

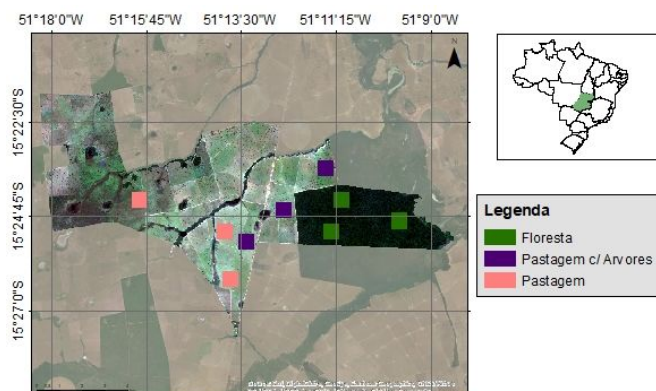


Figura 1. Área de estudo localizada na Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho - Go.

Para cada um dos polígonos, foram obtidos dos satélites Sentinel 2, Landsat 8 e Terra/Modis, para os

períodos secos e chuvosos dos anos de 2016 a 2018, totalizando três períodos de seca e três períodos de chuva. Para o período seco foram obtidos dados dos meses de junho a setembro, e para o período chuvoso foram obtidos dados dos meses de novembro a fevereiro [6]. Os dados avaliados apresentam resolução espacial de 10 a 250 metros, e resolução temporal de 5 a 16 dias (tabela 1) [7].

Tabela 1. Resolução espacial (metros) e temporal (dias) dos dados de NDVI dos sensores Sentinel, Landsat e Modis utilizados no presente trabalho.

	Resolução espacial (metros)	Resolução temporal (dias)
Sentinel	10	5
Landsat	30	16
Modis	250	16

Foram calculados o valores de NDVI para cada uma das imagens obtidas, e os dados foram reduzidos no tempo (mediana dos três períodos secos e mediana dos três períodos chuvosos) e no espaço (mediana das três réplicas de cada classe - floresta, pastagem com muitas árvores e pastagem sem árvores), de modo a obter-se uma imagem de NDVI por classe e período climático. E para avaliar as diferenças dos valores de NDVI para as diversas classes, utilizou-se análises de estatísticas descritivas (média e desvio padrão). Para visualização dos resultados.

Para calcular o NDVI utilizou-se a plataforma Google Earth Engine (GEE), e a equação $(\text{Infra Vermelho} - \text{Vermelho}) / (\text{Infra Vermelho} + \text{Vermelho})$, e as figuras e demais análises foram realizadas nos programas R e QGIS.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando a escala de análise do presente trabalho, os resultados indicam que por meio do NDVI é possível discriminar as áreas de vegetação nativa das áreas de pastagem tanto na estação seca, quanto na estação chuvosa, utilizando dados de qualquer um dos sensores avaliados (Modis, Landsat 8 e Sentinel 2) (tabela 2). No período chuvoso os valores de NDVI nas áreas de vegetação nativa foi em média 22 % maior que nas áreas de pastagens, e para o período seco essa diferença média foi de 60 %, ou seja, a diferença é mais acentuada durante a estação seca, o que dentre vários fatores, podem estar relacionadas a capacidade de a vegetação nativa alcançar água disponíveis em maiores profundidades, e portanto serem menos afetadas pelo stress hídrico e processo de senescência.

As áreas de pastagem com árvores e pastagem sem ou com poucas árvores não apresentaram diferenças significativas, sendo que durante o período chuvoso as áreas de pastagem sem árvores apresentaram valores de NDVI em média 4% maior que as áreas de pastagens com muitas

árvores, contrariando a hipótese de que a presença de muitas árvores nas áreas de pastagens resultam em maiores valores de NDVI em comparação à pastagem sem árvores (tabela 2). Já no período seco foi observado o oposto, com as áreas de pastagens sem árvores apresentando valores de NDVI em média 2 % menor que as áreas de pastagem com árvores. Entretanto essas diferenças de 2 e 4% são insuficientes para discriminar as áreas de pastagens com árvores das áreas de pastagens sem árvores utilizando dados dos sensores avaliados, sendo necessário o uso de outras abordagens de análises, como métodos estatísticos de análises de séries temporais como o Bfast e análises de tendências.

Tabela 2. Valores médios e desvio padrão dos dados de NDVI dos sensores Sentinel, Landsat e Modis, para as classes de uso e cobertura avaliadas considerando os períodos de seca e chuva (2016 a 2018).

		Floresta		Past. + Arv		Pastagem	
		Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão
Chuva	Sentinel	0.56	0.08	0.49	0.06	0.49	0.04
	Landsat	0.88	0.00	0.67	0.02	0.61	0.02
	Modis	0.89	0.00	0.72	0.02	0.69	0.02
Seca	Sentinel	0.66	0.02	0.20	0.02	0.21	0.01
	Landsat	0.82	0.01	0.35	0.02	0.36	0.01
	Modis	0.73	0.01	0.30	0.02	0.30	0.01

Os dados de NDVI para cada um dos satélites e classes de uso e cobertura avaliados podem ser observados na figura 2.



Figura 2. Mediana do NDVI dos sensores Sentinel, Landsat 8 e Modis, para as classes avaliadas, para as estações seca de 2016 a 2018.

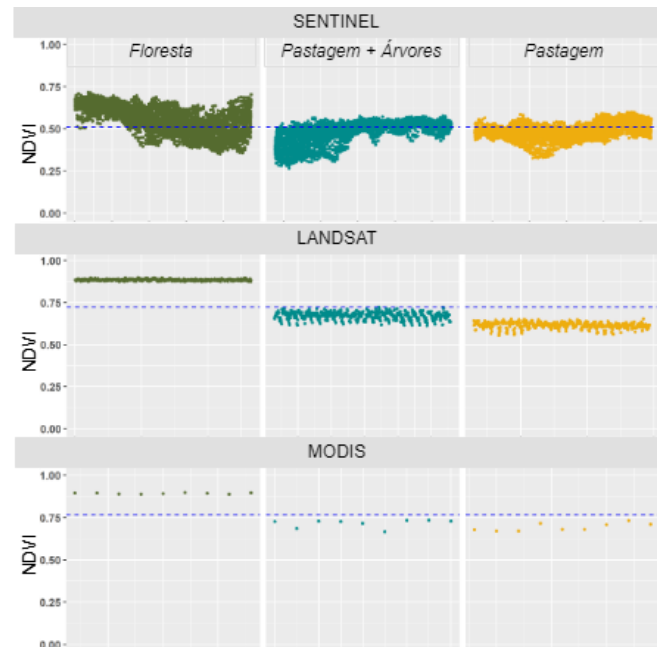


Figura 3. Valores de mediana dos pixels de NDVI dos sensores Sentinel, Landsat 8 e Modis, para as classes avaliadas (floresta, pastagem + árvores e pastagem), para as estações chuvosas de 2016 a 2018.

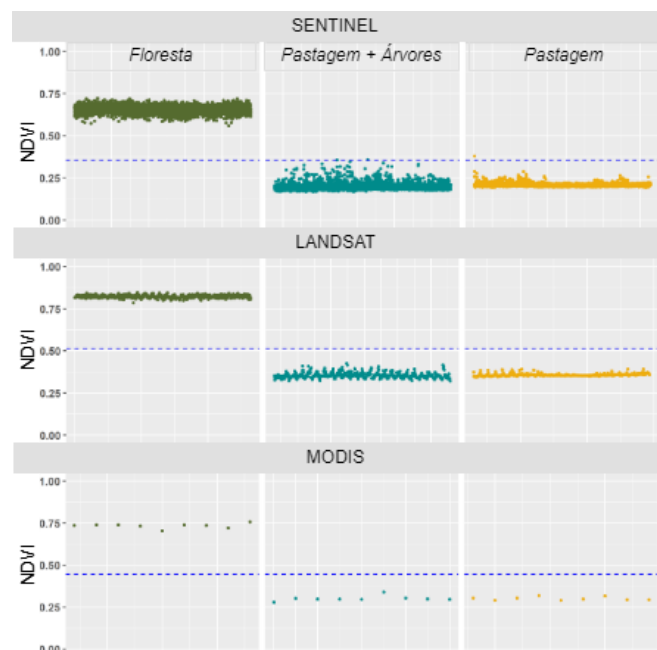


Figura 4. Valores de mediana dos pixels de NDVI dos sensores Sentinel, Landsat 8 e Modis, para as classes avaliadas (floresta, pastagem + árvores e pastagem), para as estações seca de 2016 a 2018.

Os resultados sugerem que a presença de alta densidade de árvores nas áreas de pastagens não resultam aumentos significativos nos valores de NDVI a ponto de

este poder ser utilizado para diferenciar as áreas supracitadas de áreas de pastagem sem árvores. Entretanto para os dados de maior resolução (Sentinel e Landsat) é possível observar que os pixels com árvores se destacam, apresentando os maiores valores de NDVI (figura 3 e 4), acredita-se que um limiar pode ser estabelecido para mapear a presença de árvores em pastagens por meio de análises do espaço vermelho - infravermelho.

O Sentinel, devido a alta resolução espacial, mostrou maior potencial para detectar a presença de árvores em pixels de pastagem, e o padrão observado para o Modis sugere que a detecção não é possível por meio de dados deste sensor (figura 3 e 4). Entretanto, na estação chuvosa os dados indicam que o Sentinel apresenta menor potencial de discriminar as três classes de uso e cobertura avaliadas.

4. CONCLUSÕES

Concluímos que os dados de NDVI dos satélites Sentinel, Landsat e Modis apresentam grande potencial para discriminar as áreas de vegetação nativa das áreas de pastagem com e sem árvores.

Os dados do satélite Sentinel são mais afetados pela presença de nuvem e apresentam menor potencial para discriminar a vegetação nativa e as áreas de pastagem, em contrapartida, apresentam maior potencial para detectar presença de árvores em áreas de pastagens.

A diferença entre as áreas de vegetação nativa e as áreas de pastagens é mais acentuada no período seco, e um método de análise de séries temporais que considere o comportamento sazonal da série pode ser mais eficiente em mapear e diferenciar essas áreas.

5. REFERÊNCIAS

- [1] Parente, L.L.; Ferreira, L.G., Assessing the Spatial and Occupation Dynamics of the Brazilian Pasturelands Based on the Automated Classification of MODIS Images from 2000 to 2016, 10, 606, 14/04/2018.
- [2] Arantes, A.E., Caracterização biofísica e potencial à intensificação sustentável da pecuária brasileira em pastagens, Tese (Doutorado em Ciências Ambientais), Universidade Federal de Goiás, 26/12/2017.
- [3] Aguiar, D.; Mello, M.; Nogueira, S.; Gonçalves, F.; Adami, M.; Rudorff, T. 2017., MODIS Time Series to Detect Anthropogenic Interventions and Degradation Processes in Tropical Pasture, Remote sensing, 9, 73, 1-20, 14/01/2017.
- [4] Nakai, É. S.; Barros, P. P. S.; Bosquilia, R. W. D., Relação dos Índices de Vegetação com a precipitação nas pastagens, Santos: SBSR, 2017.
- [5] Oliveira, E.R., Pecuária Bovina e Condicionantes Socioambientais na Bacia Hidrográfica Rio Vermelho - GO. 2017. 213 f. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia.
- [6] Sano, S.M.; Almeida, S.P.; Ribeiro, J.F., Cerrado: Ecologia e Flora, Embrapa Informação Tecnológica, 2, 1-279, 2008.
- [7] USGS <https://earthexplorer.usgs.gov/>