

USO DE RPA'S (AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS) PARA AVALIAÇÃO DE PASTAGENS DEGRADADAS: UMA COMPARAÇÃO COM DIFERENTES SENSORES ORBITAIS

Silvio Augusto Coelho de Barros Ballerini¹
Edson Viana Massoli Junior²

RESUMO

Existem diversas formas para avaliar as condições das pastagens, o uso de ferramentas geotecnológicas está sendo bastante adotado para a obtenção e análise de imagens aéreas. Diante disso, o objetivo foi avaliar a qualidade da pastagem utilizando índices de vegetação (IV), bem como comparar a eficiência dos IV's produzidos por diferentes sensores orbitais (Landsat 8 e Sentinel 2) e câmera RGB de um RPA. O trabalho foi realizado em uma propriedade na região rural do município de Vila Bela da Ss. Trindade-MT, localizada a 521,7 km da capital Cuiabá-MT. As imagens do satélite Sentinel-2 L2A foram obtidas na web plataforma LandViewer da EOS e as imagens do Landsat-8 foram adquiridas na web plataforma Earth Explorer da USGS, ambas disponíveis gratuitamente, e o RPA foi utilizado a plataforma DroneDeploy para planejar o plano de voo. Os resultados mostram que a classe de conservação de pastagem mais representativa no satélite Landsat-8 foi a levemente degradada com 82,936% (41,187 ha). Já para o satélite Sentinel-2 a classe que obteve maior porcentagem foi a moderadamente degradada com 72,187% (35,849 ha). Para o ortofotomosaico de RPA a classe que teve maior representatividade foi a moderadamente degradada com 40,552% (20,138 ha). O RPA obteve melhores resultados por fazer uma melhor distinção das classes, diferente de outros sensores que omitem e agrupam classes.

Palavras-chave: NDVI. CVP. Satélite.

USE OF RPA'S (REMOTE PILOTED AIRCRAFT) FOR EVALUATION OF DEGRADED
PASTURES: A COMPARISON WITH DIFFERENT ORBITAL SENSORS

ABSTRACT

There are several ways to assess pasture conditions, the use of geotechnological tools is being widely used for obtaining and analyzing aerial images. Therefore, the objective was to evaluate the quality of the pasture using vegetation indexes (IV), as well as to compare the efficiency of the IV's produced by different orbital sensors (Landsat 8 and Sentinel 2) and an RPA's RGB camera. The work was carried out on a property in the rural region of the municipality of Vila Bela da Ss. Trindade-MT, located 521.7 km from the capital Cuiabá-MT. The images from the Sentinel-2 L2A satellite were obtained on the EOS LandViewer web platform and the Landsat-8 images were acquired on the USGS Earth Explorer web platform, both available for free, and the RPA was used the DroneDeploy platform to plan the plan flight. The results show that the most representative pasture conservation class in the Landsat-8 satellite was slightly degraded with 82.936% (41.187 ha). For the Sentinel-2 satellite, the class with the highest percentage was the moderately degraded with 72.187% (35.849 ha). For the RPA orthophotomosaic, the class that had the greatest representation was the moderately degraded with 40.552% (20.138 ha). The RPA obtained better results for making a better distinction of the classes, different from other sensors that omit and group classes.

Keywords: NDVI. CVP. Satellite.

¹Discente do curso de Agronomia do Univag Centro Universitário. Email: silvinho.coelho@gmail.com

²Docente do curso de Agronomia do Univag Centro Universitário. Email: edson.massoli@gmail.com

1 INTRODUÇÃO

A pecuária nacional nos últimos anos tem apresentado constantes taxas de crescimento em termos de produção, consumo e exportação (ZUCCHI; CAIXETA-FILHO, 2010). De acordo com o censo agropecuário de 2017 cerca de 45% da utilização das terras do Brasil são pastagens, o que o torna competitivo frente aos seus principais países concorrentes. Porém grande parte dessas pastagens possui algum grau de degradação, sendo cerca de 50 a 70% da área total (DIAS-FILHO, 2014). Com mais de 1 milhão de cabeça de gado, Vila Bela da Ss. Trindade, se tornou o segundo maior produtor de bovino do estado de Mato Grosso e o sétimo maior produtor do Brasil, se tornando referência no setor agropecuário (IBGE, 2018).

A degradação de pastagens é o processo de perda de vigor ao longo do tempo e consequentemente de produtividade, sendo incapaz de suprir as necessidades nutricionais dos animais, ficando mais susceptíveis ao ataque de pragas, doenças e a matocompetição (DIAS-FILHO, 2011; LUPATINI et al., 2006).

Existem diversas formas para avaliar as condições das pastagens, o uso de ferramentas geotecnológicas está sendo bastante utilizado para a obtenção e análise de imagens aéreas (KARNIELI et al., 2013). Sendo assim, torna-se indispensável o mapeamento dessas áreas e existem várias formas de fazê-lo, uma delas é o NDVI.

A sigla NDVI significa Normalized Difference Vegetation Index ou em português índice de vegetação da diferença normalizada. Esse índice é obtido por diferentes valores, analisados através da interpretação das imagens de diferentes sensores remotos possibilitando a avaliação da mudança da cobertura vegetal (ZANZARINI et al., 2013).

O NDVI proposto pelos pesquisadores Rouse et al. (1973) possibilita identificar sinais e sintomas que as pastagens apresentam, como, variações da cobertura vegetal, saúde nutricional, a severidade do ataque de pragas, o déficit hídrico, além disso esse índice é empregado em estudos que possibilitam a discriminação do grau de degradação pela análise da resposta espectral, tendo em vista que uma pastagem de boa qualidade produz até 5 vezes mais que uma área degradada (ALVES et al. 2015, ANDRADE et al., 2013, EDIRISINGHE, et al., 2011 e FLYNN, 2006).

O falso-NDVI é quando se utiliza uma imagem RGB no algoritmo do NDVI, porém essa prática não é normalmente utilizada para esse tipo de imagem, pois o modelo não foi criado para esse objetivo (BEMAGRO, 2018).

A série Landsat teve início na década de 60 e foi desenvolvida pela Administração Nacional de Aeronáutica e Espaço (NASA), mas somente em 1975 foi denominado Landsat, anteriormente era conhecido como Resources Technology Satellite (ERTS), atualmente foram lançados um total de 8 satélites da série com imagens multiespectrais (INPE, 2017). O satélite Sentinel-2A foi lançado em 2015 e logo após em 2017 foi lançado o Sentinel-2B pelo Global Monitoring for Environment and Security (GMES). O sensor presente no satélite é o MultiSpectral Instrument (MSI) que possui resolução radiométrica de 12 bits e treze bandas espectrais (DRUSCH et al., 2012).

O RPA (Aeronaves Remotamente Pilotadas) tem ganhado espaço por ser uma geotecnologia mais simples que as demais para a avaliação de pastagens, pode-se afirmar que possui baixo custo, rapidez, fácil manuseio, além de operar em diferentes altitudes (SERRA, 2014). É uma tecnologia de voo não tripulada que permite a junção de uma câmera digital para coleta de imagens, definição de perímetro rural, aquisição de dados altimétricos entre outras representações cartográficas (OTAKE, 2017).

Além do RPA, de forma geral existe a aerofotogrametria, que é a utilização de câmeras acopladas em aeronaves possibilitando a captura de imagens indiretas para fins de mapeamento de áreas e posterior avaliação reduzindo a necessidade de trabalho a campo. Além disso, é eficiente em áreas de difícil acesso, entretanto apresentam limitações, uma delas é a instabilidade do voo em lugares com ventos constantes (SANTOS et al., 2011).

Diante disso, o objetivo deste estudo foi avaliar a qualidade da pastagem em uma propriedade rural localizada no município de Vila Bela da Ss. Trindade-MT utilizando índices de vegetação (IV), bem como comparar a eficiência dos IV's produzidos por diferentes sensores orbitais (Landsat 8 e Sentinel 2) e câmera RGB de um RPA.

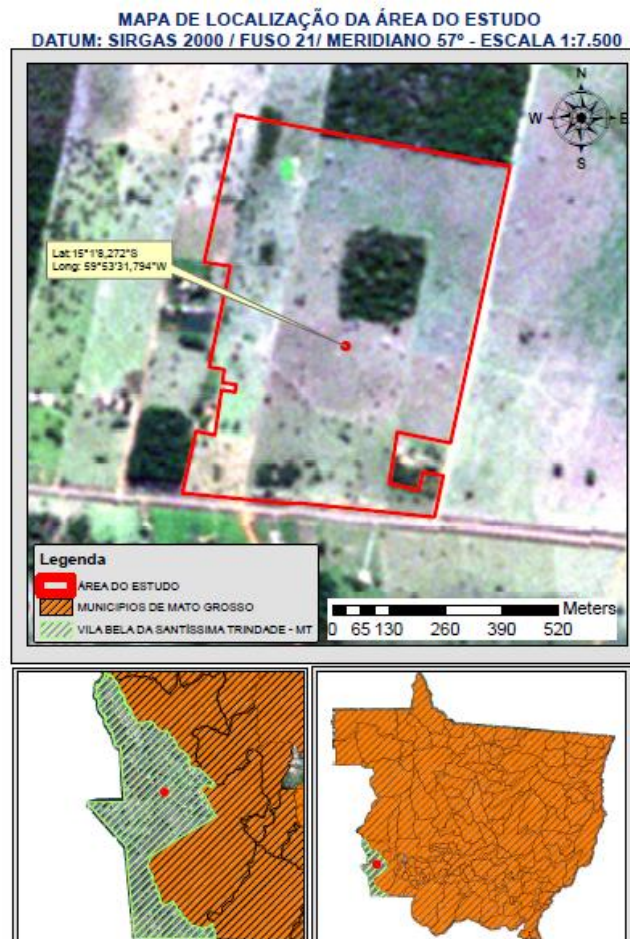
2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O trabalho foi realizado em uma propriedade na região rural do município de Vila Bela da Ss. Trindade-MT, localizada a 521,7 km da capital Cuiabá-MT, coordenadas centrais 15°1'8,272"S / 59°53'31,794"W. Clima tropical com estação seca, classificação climática de Köppen-Geiger: Aw. Tipo de bioma Amazônia, vegetação savana, arborizada sem floresta de galeria, área de transição e floresta estacional semidecidual. O estudo foi realizado uma área de

aproximadamente 50 hectares, esse local foi escolhido devido a maior heterogeneidade, possibilitando a análise de diferentes níveis de conservação de pastagens.

Figura 1. Mapa de localização da área do estudo.



Fonte: IBGE e USGS - United States Geological Survey, (2020).

2.2 Aquisição de dados

Para mapear as pastagens da área de estudo foi utilizado uma imagem do dia 03 de junho de 2020 proveniente do sensor MSI (MultiSpectral Instrument) a bordo do satélite Sentinel-2 L2A (S2L2A), órbita 20LRJ, ângulo de elevação do sol de 45° e cobertura de nuvem 9% e resolução espacial de 10 metros; uma imagem do dia 21/05/2020 proveniente dos sensores OLI (Operational Land Imager) e TIRS (Thermal Infrared Sensor) a bordo do satélite Landsat 8, órbita 229/070, ângulo de elevação do sol de 47° e cobertura de nuvem 7% e resolução espacial multiespectral 30 metros; e imagens aerofotogramétricas do dia 04/06/2020 geradas com sensor 1" CMOS de 20 megapixels, presente no RPA DJI Phantom 4 PRO V2.0.

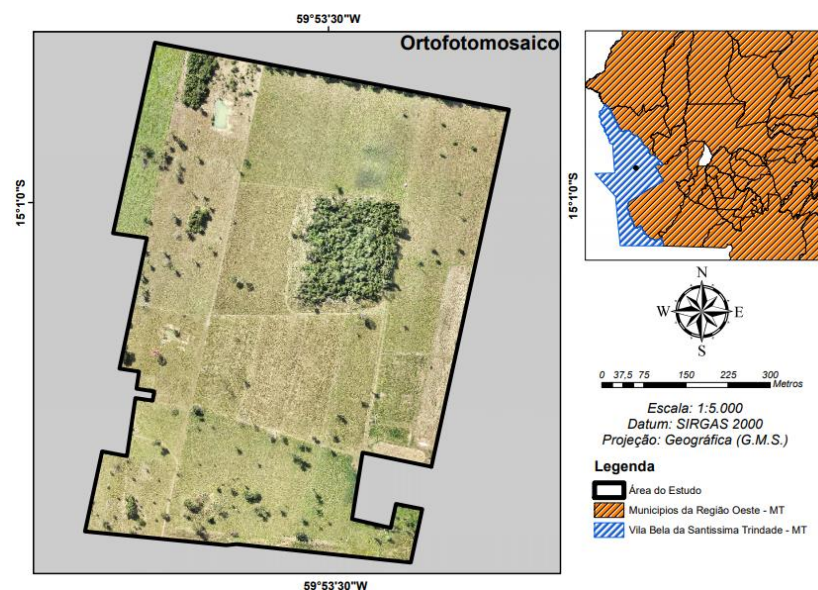
As imagens do satélite Sentinel-2 L2A foram obtidas na web plataforma LandViewer da EOS (Earth Observing System) e as imagens do Landsat-8 foram adquiridas na web

plataforma Earth Explorer da USGS (United States Geological Survey), ambas disponíveis gratuitamente. Foram baixadas as bandas B02 - Azul, B03 - Verde, B04 -Vermelho e B08 – NIR do Sentinel-2 L2A e as 11 bandas do Landsat 8.

O plano de voo do RPA foi feito em cima de uma área de 55 hectares, maior que a área de estudo para garantir que toda área fosse captada, utilizou a plataforma DroneDeploy para planejar o plano de voo e executar com as seguintes configurações, sobreposição frontal 75%, sobreposição lateral 65%, altitude do voo de 100 metros e velocidade de 10 m/s, o voo teve início às 14 horas do dia 26 do junho de 2020. Foram escolhidas imagens com datas de aquisição mais próximas possível do levantamento aerofotogramétrico, para que o intervalo de tempo entre as imagens fosse o mais curto possível.

Foram capturadas 444 imagens com resolução de 3,0 cm/px em aproximadamente 23 minutos e 11 segundos de voo e utilizou uma bateria e meia para realização do plano, as condições de tempo eram ideais para realização do voo. Foram feitos levantamento com GPS geodésico de 13 pontos de apoio demarcando com cal para georreferenciar o ortofotomosaico (Figura 2). Foi realizado um processo de redimensionamento dos pixels do ortofotomosaico, passando de 9 cm² para 1 m². Esse processo foi realizado com o objetivo de facilitar a análise da imagem, pois ortofotomosaico original tinha uma alta demanda computacional para sua manipulação.

Figura 2. Ortofotomosaico.



Fonte: Aerolevantamento com RPA, (2020).

2.3 Análise de dados

Para realizar a composição de bandas dos satélites foi utilizado o software ENVI versão 5.3. e para processar as fotografias do RPA e gerar o ortofotomosaico foi utilizado o software Agisoft Metashape Professional versão 1.5.1.7618. A correção atmosférica do Landsat 8 foi feita utilizando o método FLAASH (Fast Line-of-sight Atmospheric Analysis of Spectral Hypercubes) é um módulo de correção atmosférica para diversos sensores, utilizando os algoritmos mais avançados MODTRAN (Moderate Resolution Atmospheric Radiance and Transmittance Model) que proporciona uma melhor capacidade para a correção atmosférica de imagens hiperespectrais e multiespectrais, utilizando o software ENVI versão 5.3. Já para o satélite Sentinel-2 não foi necessário fazer a correção atmosférica, pois a própria plataforma utilizada para aquisição da imagem, já forneceu o produto S2L2A com a correção atmosférica feita.

Os índices são resultados da razão entre a subtração e a somatória das refletâncias das faixas do infravermelho próximo (NIR) e vermelho do espectro eletromagnético como descrito pela fórmula abaixo, e são sensíveis à clorofila possibilitando compreender o desenvolvimento das plantas, esses valores adquiridos pelo NDVI podem variar entre -1 e +1, de forma que quanto mais os valores se aproximarem do +1 maior a densidade de vegetação e quando esses valores se aproximam do -1 maior indicativo de solo desnudo ou com vegetação rala (PASSOS, 2017).

$$NDVI = \frac{NIR - Vermelho}{NIR + Vermelho}$$

A cobertura vegetal da pastagem (CVP) foi calculada para uma adaptação de leitura porque o sensor do RPA não possui NDVI.

$$CVP = \frac{(NDVI - NDVI_s)}{(NDVI_v - NDVI_s)} \times 100\%$$

NDVI = índice de vegetação da diferença normalizada; NDVI_s = menor valor de NDVI encontrado entre os pixels representativos de áreas com solo exposto; e NDVI_v = maior valor de NDVI encontrado entre os pixels da área de pastagem.

De acordo com o cálculo do CVP existem cinco categorias de níveis de degradação de pastagens, (5) não degradada $CVP > 90\%$ (4) levemente degradada $90 \geq CVP > 75\%$ (3)

moderadamente degradada $75 \geq \text{CVP} > 60\%$ (2) seriamente degradada $60 \geq \text{CVP} > 30\%$ (1) extremamente degradada $\text{CVP} \leq 30\%$ (GAO et al., 2006).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

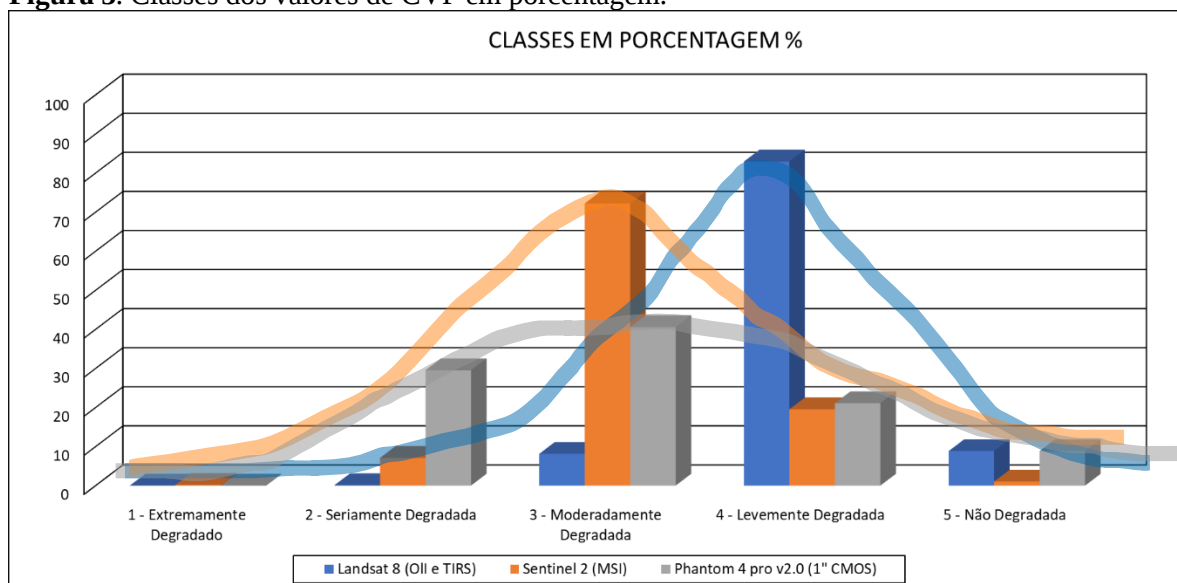
Os resultados apresentados na (Tabela 1 e Figura 3) mostram que a classe de conservação de pastagem mais representativa no satélite Landsat-8 foi a 4 - levemente degradada com 82,936% (41,187 ha). Já para o satélite Sentinel-2 a classe que obteve maior porcentagem foi a 3 - moderadamente degradada com 72,187% (35,849 ha). Para o ortofotomosaico do RPA a classe que teve maior representatividade foi a 3 - moderadamente degradada com 40,552% (20,138 ha). Vale ressaltar que ao compararmos os resultados dos três sensores, os dados de representatividade das classes de conservação de pastagem para o ortofotomosaico do RPA foram mais bem distribuídos, isso se deve a melhor resolução do ortofotomosaico adquiridas pelo RPA. A classes de conservação de pastagem com menor representatividade em todos os sensores foi a classe extremamente degradada com as seguintes porcentagens, Landsat-8 e Phantom 4 com 0% (0 ha) e Sentinel-2 com 0,161% (0 ha) da área total.

Tabela 1. Valores de CVP dos diferentes sensores.

Valores de CVP		Landsat-8 (OLI e TIRS)		Sentinel-2 (MSI)		Phantom 4 pro V2.0 (1" CMOS)	
	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
1	Extremamente Degradada - 0 até 30	0,000	0,000	0,080	0,161	0,000	0,000
2	Seramente Degradada - 30 até 60	0,058	0,116	3,517	7,081	14,659	29,517
3	Moderadamente Degradada - 60 até 75	4,033	8,121	35,849	72,187	20,138	40,552
4	Levemente Degradada - 75 até 90	41,187	82,936	9,700	19,533	10,474	21,091
5	Não Degradada -90 até 100	4,384	8,827	0,515	1,038	4,390	8,840
Total	-	49,661	100	49,661	100	49,661	100

Fonte: Elaborado pelo autor, (2020).

Figura 3. Classes dos valores de CVP em porcentagem.



Fonte: Elaborado pelo autor, (2020).

Segundo Lima et al. (2013) através de imagens do satélite Landsat, conseguiu obter um excelente resultado com o sensor do landsat, devido a área ser muito grande, foi feita a quantificação da área da sub-bacia das Posses em Minas Gerais ocupada por pastagens degradadas ou não degradadas. O presente trabalho não conseguiu obter resultados satisfatórios com o landsat, devido á propriedade ser pequena que demanda uma melhor resolução do sensor.

No presente estudo, observou-se uma maior porção de área para a classe 4 - levemente degradada 82,936% no sensor Landsat, essa área é ocupada por uma pecuária de baixa tecnologia com o gado criado a pasto. Ferreira e Ferreira Neto (2018) estudando pastagens no assentamento ilha do Coco no município de Nova Xavantina, encontraram as mesmas condições e obtiveram resultados semelhantes com a classe levemente degradada, que possuía a maior área com 51% no ano de 1990 e 52% em 2014.

O trabalho de Fonseca et al (2018) realizado no município de Colorado do Oeste – RO mostra que em uma área de 976,17 km² possui 66,69% com um certo grau de degradação sendo que 35,19% moderadamente, 24,88% fortemente e 6,62% extremamente degradadas enquanto o restante da área está em condições apropriadas de uso. Já o presente trabalho possui moderadamente 8,121%, seriamente 0,116% e extremamente degradada com 0% nota-se uma discrepância entre os trabalhos devido a grande diferença de área, visto que uma área de agricultura familiar com 50 hectares possui mais facilidade de manejo. Os valores encontrados no trabalho de Fonseca et al (2018) poderiam ser diferentes se o mapeamento fosse realizado com imagens de melhor resolução espacial como pode ser observado na (Figura 4).

É possível verificar através desses mapas a diferença entre os sensores e como a resolução afeta a classificação de conservação de pastagens. A imagem do Sentinel-2 e o ortofotomosaico do RPA proporcionaram mais clareza e riqueza de detalhes, é possível distinguir bem as classes, entretanto na imagem do Landsat-8 pode-se observar que ele possui uma menor distinção das classes fazendo uma análise mais grosseira e praticamente não captando a classe 2 – seriamente degradada (Figura 4). Essa falha na classificação pode ser atribuída a diferença de resolução espacial entre os sensores considerados nesse estudo, uma vez foi feita uma generalização, onde a classe predominante foi a de uma categoria de conservação de solo superior, trazendo informações equivocadas para o manejo da pastagem. O trabalho de Fonseca et al. (2018) constatou que o sensor não conseguiu fazer a diferenciação de uma área não degradada e áreas de várzea com presença de vegetação herbácea, essa confusão também foi explicada pela resolução espacial das imagens do satélite ser de 30 m.

Figura 4. Classes de degradação de pastagem para diferentes sensores.



Fonte: USGS - United States Geological Survey, (2020).

Pode-se observar na (Tabela 2) que considerando o sensor Landsat, a classe que obteve o maior número de manchas representativas nos mapas foi a classe 3 – moderadamente

degradada, com 10 manchas, e a classe com a menor quantidade de manchas foi classe 1- extremamente degradada, com nenhuma mancha. Já para o sensor Sentinel o maior número de manchas foi na classe 2, com 45 manchas e o menor na classe 1 com apenas uma mancha. Considerando o ortofotomosaico do RPA, a maior quantidade de manchas foi observada na classe 4 com 43817, e a menor foi a classe 1 com nenhuma mancha. A maior área média (Figura 5) no Landsat foi na classe 4 - levemente degradada 82,94% e na classe 1 que não houve registro, no Sentinel a maior área média foi na classe 3 - moderadamente degradada 6,02 % e a menor foi na 2 - seriamente degradada 0,16 % por fim no RPA a maior foi 3 - moderadamente degradada 0,0011 % e na classe 1 não houve área média.

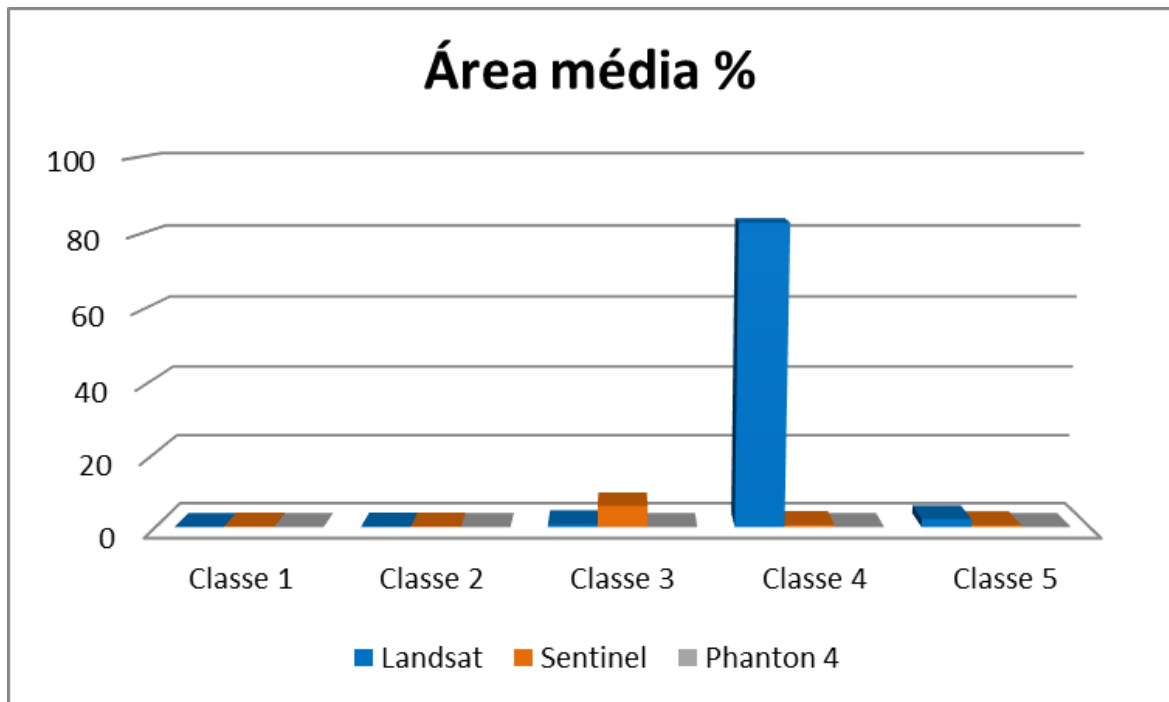
Diante disso, como era-se de esperar, observamos que quanto maior a resolução do sensor, maior o número de manchas. No entanto, ao analisarmos o número de manchas e suas respectivas áreas médias, verificamos que há um expressivo maior número de manchas na classe 3 – moderadamente degradada para os sensores Landsat e Sentinel. Já quanto à área média, a predominância foi na classe 4 – levemente degradada para o sensor Landsat. Já para o Sentinel 2 a classe mais representativa em termo de área média foi 3 – moderadamente degradada. Tais resultados demonstram que, estudando a mesma área, cada sensor apresenta uma classe de conservação de pastagem diferente. No caso do Landsat, observamos que ocorre uma generalização equivocada da distribuição das classes, tal fato demonstra novamente que a interpretação dos dados de provenientes desse sensor levaria a ações de manejo ineficientes.

Tabela 2. Número de manchas, área média e desvio padrão dos sensores.

	Landsat-8		Sentinel-2		Phantom 4	
	Nº de manchas	Área média (ha)	Nº de manchas	Área média (ha)	Nº de manchas	Área média (ha)
Classe 1	0	0	1	0,0800	0	0
Classe 2	1	0,0576	45	0,0781	35961	0,0004
Classe 3	10	0,4033	12	2,9874	36187	0,0006
Classe 4	1	41,1869	14	0,3031	43817	0,0002
Classe 5	4	1,0959	2	0,2577	15706	0,0003
Desvio Padrão	3,65513	16,3238	15,96747	1,1268	16135,98	0,0002

Fonte: Elaborado pelo autor, (2020).

Figura 5. Área média das manchas de cada uma das classes de conservação de pastagem.



Fonte: Elaborado pelo autor, (2020).

4 CONCLUSÃO

O sensor Landsat teve um desempenho inferior aos outros sensores devido a sua baixa resolução que acaba omitindo algumas classes, embora seja o mais utilizado por ter fácil acesso e fornecer imagens gratuitas. O Sentinel por sua vez teve um desempenho intermediário distinguindo melhor as classes, e assim como o Landsat também é de fácil acesso, imagens gratuitas, porém não é necessário fazer a correção atmosférica para calcular o NDVI.

O RPA obteve melhores resultados por fazer uma melhor distinção das classes, diferente de outros sensores que omitem e agrupam classes. Por isso é interessante empregar mais o uso desse tipo de mapeamento na pecuária, especialmente em áreas de até 400 ha, pois como demonstrado nesse estudo, as ações de manejo são mais assertivas. Ressaltamos a falta de trabalhos como este direcionado para a pecuária, principalmente utilizando imagens de RPA e outros sensores além do Landsat, então é interessante dar continuidade nessa linha de pesquisa.

5 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ALVES, D.B. et al. **Land-use and land-cover dynamics monitored by NDVI multitemporal analysis in a selected Southern Amazonian área (Brazil) for the last three decades, The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences**, Volume XL-7/W3, 2015 36th International Symposium on Remote Sensing of Environment, 11–15 May 2015, Berlin, Germany.

ANDRADE, R.G. et al. **Uso de técnicas de sensoriamento remoto na detecção de processos de degradação de pastagens**. Engenharia na Agricultura, v.21, n.3, p.234-243, 2013.

BEMAGRO. **Qual é a diferença entre índices de vegetação NDVI, Falso-NDVI e VARI ?**. 8 de março de 2018. Disponível em: <<https://www.beamagro.com/qual-e-diferenca-entre-indices-de-vegetacao-ndvi-falso-ndvi-e-vari/>>. Acesso em: 17 jun. 2020.

DIAS-FILHO, M.B. **Diagnóstico das Pastagens No Brasil**; Embrapa Amazônia Oriental: Belém, Brazil, 2014; p. 22.

DIAS-FILHO, M. B. **Degradação de pastagens: Processos, Causas e Estratégias de Recuperação**. 4. ed. Belém: MBDF, 2011. 215p.

DRUSCH, M. et al. **Sentinel2: ESA's optical high-resolution mission for GMES operational services**. Remote sensing of Environment, v. 120, n. sp-1322/2, p. 25–36, maio 2012.

EDIRISINGHE, A. et al. **Quantitative mapping of pasture biomass using satellite imagery**, International Journal of Remote Sensing, Volume 32, 2011.

FLYNN, E. S., **“USING NDVI AS A PASTURE MANAGEMENT TOOL”** (2006). University of Kentucky Master's Theses. 412. Disponível em: <https://uknowledge.uky.edu/gradschool_theses/412>. Acesso em: 17 jun. 2020.

GAO, Q. et al. **Grassland degradation in Northern Tibet based on remote sensing data**. Journal of geographical sciences, v.16, n.2, p.165- 173, 2006.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Divisão de geração de imagens**. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/documentacao/satelites/landsat>>. Acesso em: 17 jun. 2020.

KARNIELI, A. et al. **Do vegetation indices provide a reliable indication of vegetation degradation? A case study in the Mongolian pastures**. International Journal of Remote Sensing, v. 34, n. 17, p. 6243-6262, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/01431161.2013.793865>. Acesso em: 17 jun. 2020.

OTAKE, V. S. **Produtos cartográficos gerados a partir de drones e aplicações na agricultura**. 2017. 20 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia). UniCesumar – Centro Universitário de Maringá, MARINGÁ – PR 2017.

SANTOS, E. C. et al. **Mapeamento da cultura do café na microrregião de Afonso Cláudio–Espírito Santo, com imagens de aerofotogrametria**. 2011. p.4055. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011.

SERRA, L. A. O. **O potencial dos UAV para atualização de cartografia municipal**. Dissertação de mestrado. Departamento de Engenharia Geográfica, Geofísica e Energia. Lisboa: Universidade de Lisboa, 2014.

ZANZARINI, F. V. et al. **Correlação espacial do índice de vegetação (NDVI) de imagem Landsat/ETM+ com atributos do solo**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, p. 608-614, 2013.

ZUCCHI, J.D.; CAIXETA-FILHO, J.V. **Panorama dos principais elos da cadeia agroindustrial da carne bovina brasileira.** Informações econômicas, v.40, n.1, p.18, 2010. Disponível em: <<ftp://ftp.sp.gov.br/ftpiea/publicacoes/IE/2010/tec2-010.pdf>>. Acesso em: 17 jun. 2020.