

MONITORAMENTO DE ÍNDICES BIOFÍSICOS DA PALMA FORRAGEIRA E DADOS METEOROLÓGICOS POR MEIO DE SENSORIAMENTO REMOTO EM CONDIÇÕES SEMIÁRIDAS

JACQUELINE SANTOS DE SOUSA ¹, GLEDSON LUIZ PONTES DE ALMEIDA ²,
PATRÍCIA KELLY SOUSA SANTANA ³, JEFERSON ANTONIO DOS SANTOS DA
SILVA ⁴, HÉLITON PANDORFI ⁵, MARCOS VINÍCIUS DA SILVA ⁶

¹ Graduanda do Bacharelado de Engenharia Agrícola e Ambiental, UFRPE, Recife - PE, jacqueline.s.sousa1991@gmail.com

² Prof. Doutor, Depto. de Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife - PE

³ Graduanda do Bacharelado de Engenharia Agrícola e Ambiental, UFRPE, Recife - PE

⁴ Graduando do Bacharelado de Engenharia Agrícola e Ambiental, UFRPE, Recife - PE

⁵ Prof. Doutor, Depto. de Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife - PE

⁶ Doutor, Depto. de Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife - PE

Apresentado no
LIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2024
6 a 8 de agosto de 2024 – Natal – RN, Brasil

RESUMO: No semiárido brasileiro, a escassez de forragem nativa eleva o custo da alimentação na pecuária leiteira. A palma forrageira é uma alternativa promissora. O estudo monitorou dois clones, ‘Orelha de Elefante Mexicana’ e ‘Miúda’, de 2019 a 2021, com imagens de satélite Sentinel-2 processadas no QGIS 3.22 para extrair SAVI, NDVI e NDRE, em Capoeiras-PE. Os resultados mostraram que ‘Miúda’ manteve um SAVI estável (0,13 a 0,19) e NDVI (0,24 a 0,39), enquanto ‘Orelha de Elefante’ variou mais em SAVI (0,11 a 0,23) e NDVI (0,15 a 0,49). A influência pluviométrica foi evidente, com variações nos índices refletindo a precipitação da região. Em 2020, a colheita impactou os índices, especialmente o NDRE, com ‘Miúda’ variando de 0,11 a 0,26 e ‘Orelha de Elefante’ de 0 a 0,34. O coeficiente de variação (CV) para ‘Miúda’ foi consistentemente baixo, indicando menor variabilidade em resposta às condições climáticas, ao passo que ‘Orelha de Elefante’ apresentou um CV de baixo a alto. O estudo validou o uso de sensoriamento remoto e geoprocessamento para monitorar culturas e destacou a palma forrageira como opção sustentável para pecuária leiteira no semiárido.

PALAVRAS-CHAVE: agricultura, pecuária, sensoriamento remoto.

MONITORING OF BIOPHYSICAL INDICES OF FORAGE CACTUS AND METEOROLOGICAL DATA THROUGH REMOTE SENSING IN SEMI-ARID CONDITIONS

ABSTRACT: In the Brazilian semi-arid region, the scarcity of native forage increases the cost of feed in dairy farming. The forage cactus is a promising alternative. The study monitored two clones, ‘Mexican Elephant Ear’ and ‘Miúda’, from 2019 to 2021, with Sentinel-2 satellite images processed in QGIS 3.22 to extract SAVI, NDVI, and NDRE, in Capoeiras-PE. The results showed that ‘Miúda’ maintained a stable SAVI (0.13 to 0.19) and NDVI (0.24 to 0.39), while ‘Mexican Elephant Ear’ varied more in SAVI (0.11 to 0.23) and NDVI (0.15 to 0.49). The pluviometric influence was evident, with variations in the indices reflecting the region’s precipitation. In 2020, the harvest impacted the indices, especially NDRE, with ‘Miúda’ ranging from 0.11 to 0.26 and ‘Mexican Elephant Ear’ from 0 to 0.34. The coefficient of variation (CV) for ‘Miúda’ was consistently low, indicating less variability in response to climatic conditions,

while ‘Mexican Elephant Ear’ showed a CV from low to high. The study validated the use of remote sensing and geoprocessing to monitor crops and highlighted forage cactus as a sustainable option for dairy farming in the semi-arid region.

KEYWORDS: agriculture, livestock, remote sensing

INTRODUÇÃO: A pecuária é um pilar da economia brasileira, com a vasta maioria da carne bovina proveniente de pastagens. No semiárido do Nordeste Brasileiro (NBE), que abriga uma parcela significativa do rebanho nacional, a escassez de forragem é um desafio recorrente. Contudo, a região mantém uma proporção substancial do rebanho bovino do Nordeste (INSA, 2022). Pesquisas desenvolvidas por Silva et al. (2020) ilustram as adversidades enfrentadas pela pecuária no semiárido, desde os efeitos da restrição hídrica e alterações no uso do solo. A palma forrageira, por sua vez, adaptada às condições semiáridas, surge como uma alternativa alimentar estratégica, reduzindo a demanda hídricas e melhorando a eficiência Borges et al. (2019). As técnicas de sensoriamento remoto, incluindo índices de vegetação como NDVI (Índice de Vegetação da Diferença Normalizada), SAVI (Índice de Vegetação Ajustado ao Solo) e NDRE (Índice de Vegetação da Diferença Normalizada para o Vermelho Extremo), são essenciais para monitorar a vitalidade das plantas e aprimorar a gestão agrícola no semiárido. Estes índices, que mitigam a influência do solo e enfatizam a atividade fotossintética, são fundamentais para uma produção sustentável na região (MELO et al., 2022). Objetivou-se analisar o cultivo da palma forrageira, utilizando índices biofísicos para avaliar a viabilidade da cultura e sua resposta às variações meteorológicas, visando a gestão agrícola.

MATERIAL E MÉTODOS: Caracterização da área de estudo: Realizou-se a pesquisa em Capoeiras, Pernambuco, Brasil, área de clima semiárido (ALVARES et al., 2013). Duas áreas experimentais sob cultivo de sequeiro de palma forrageira foram estudadas: clone Orelha de Elefante Mexicana, desde 2015, e clone Miúda, desde 2016. **Índices de Vegetação:** O NDVI foi calculado pela relação entre a diferença e a soma das refletâncias nas bandas do infravermelho próximo e vermelho (ALLEN et al., 2002). O SAVI, que ajusta o NDVI para coberturas vegetais incompletas, utiliza um fator L de 0,5 (PONZONI E SHIMABUKURO, 2010). O NDRE, focado na saúde vegetal, combina as bandas do infravermelho próximo e red-edge (BARNES et al., 2000). **Processamento de Dados via GEE:** Os dados foram processados em GEE usando JavaScript e imagens do Sentinel-2 (COPERNICUS/S2_SR). Foram gerados mapas temáticos anuais para o período de 2019 a 2021, utilizando o software QGIS versão 3.22. **Caracterização Climática:** Dados meteorológicos de Capoeiras, Pernambuco, foram coletados de 2019 a 2021 para caracterizar as condições climáticas. Foi dada atenção especial à precipitação e temperatura nos meses de outubro, setembro a outubro e agosto a outubro, para avaliar o impacto desses fatores nas culturas de palma forrageira. A análise temporal desses dados permitiu correlacionar as variações climáticas com os índices biofísicos, essenciais para compreender a resposta da vegetação (SILVA et al., 2020). **Análise Estatística:** Análises estatísticas descritivas foram realizadas para as imagens de NDVI no QGIS 3.22, incluindo cálculo de média, mediana, desvio padrão, variância e coeficiente de variação, com classificação do CV segundo Warrick e Nielsen (1980).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A análise dos clones de palma forrageira Miúda e Orelha de Elefante demonstrou uma correlação entre os índices biofísicos e dados meteorológicos. Em 2019, sob precipitação de apenas 5,8 mm, a Miúda registrou NDRE de (0,13) e SAVI de (0,17), refletindo condições de estresse vegetativo. No ano seguinte, um aumento na precipitação para 46,9 mm resultou em um incremento nos índices (Figura 1), indicando uma melhoria na saúde vegetativa (SILVA et al., 2020).

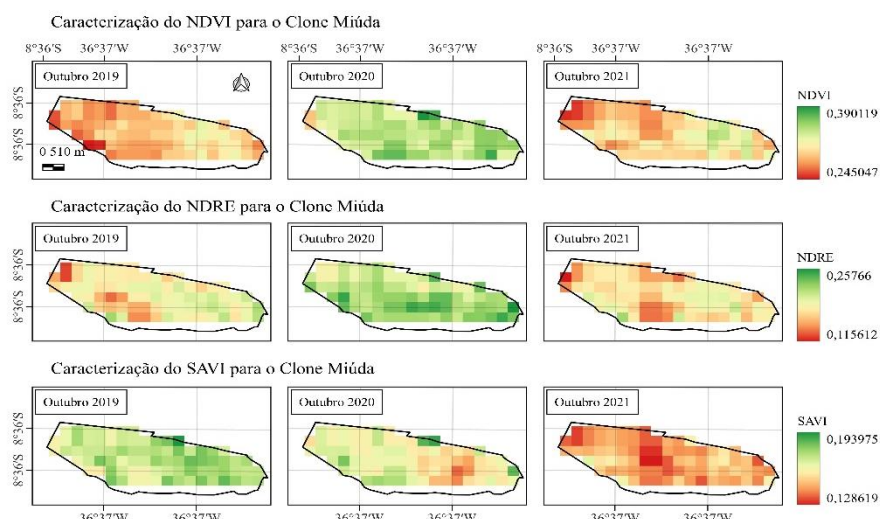


FIGURA 1. Caracterização do NDVI, NDRE e SAVI da área de cultivo do clone Miúda para o período de 2019-2021.

Por outro lado, Orelha de Elefante apresentou uma redução no NDRE em 2021, atingindo zero, apesar da estabilidade térmica, o que sugere que a diminuição da precipitação para 15 mm teve um impacto negativo pronunciado (SILVA et al., 2020). A variação nos índices SAVI e NDVI entre os anos estudados para ambos os clones destaca a influência direta da precipitação na saúde das plantas (MELO et al., 2022). Figura 2 mostra a caracterização destes índices para Orelha de Elefante, evidenciando a variabilidade em resposta às condições climáticas.

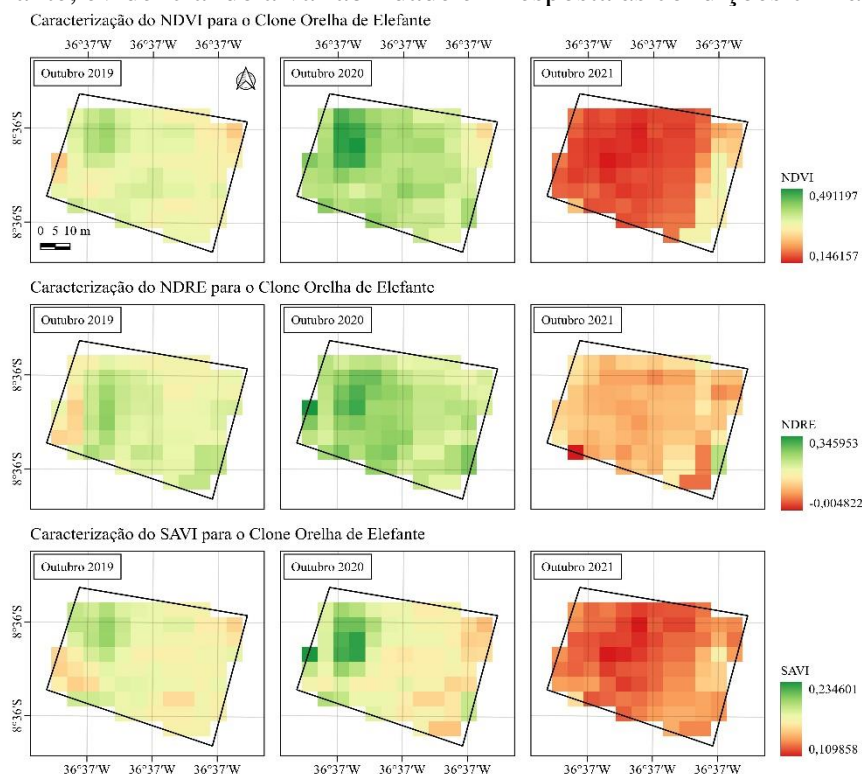


FIGURA 2. Caracterização do NDVI, NDRE e SAVI da área de cultivo do clone ‘Miúda’ para o período de 2019-2021.

A consistência dos valores de SAVI entre 2019 e 2020 reforça a importância de ajustar o NDVI em áreas com cobertura vegetal parcial, utilizando fator L de (0,5). Além disso, Miúda mostrou menor variabilidade em resposta às condições climáticas, enquanto Orelha de Elefante apresentou uma variabilidade maior, conforme evidenciado pelo coeficiente de variação (CV).

CONCLUSÕES: O estudo nos clones de palma forrageira Miúda e Orelha de Elefante comprova que variações na precipitação afetam diretamente seus índices biofísicos. Em anos de menor precipitação, como 2019, observou-se um aumento no estresse vegetativo, enquanto em anos com maior pluviosidade, como 2020, houve uma melhoria na condição vegetativa. A palma Miúda se mostrou resiliente, com índices estáveis, enquanto a Orelha de Elefante apresentou dados mais variáveis, especialmente sob baixa precipitação. A colheita também influencia os índices, sugerindo a importância do manejo adequado. O monitoramento contínuo e práticas adaptativas são essenciais para otimizar a produção de palma forrageira.

AGRADECIMENTOS: À UFRPE pelo incentivo à pesquisa e ao GPESA pelo apoio fundamental no avanço do estudo.

REFERÊNCIAS:

- ALLEN, R. G.; TASUMI, M.; TREZZA, R.; WATERS, R.; BASTIAANSEN, W. Sebal (surface energy balance algorithms for land). Advance Training and User's Manual – Idaho Implementation, v. 1, p. 97, 2002.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; MORAES GONÇALVES, J. L.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift, v.22, n. 6, p. 711-728, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>
- BARNES, E.M.; T.R. Clarke; S.E. Richards; P.D. Colaizzi; J. Haberland; M. Kostrzewski; et al. Coincident detection of crop water stress, nitrogen status and canopy density using ground-based multispectral data. In: Proceedings of the 5th International Conference on Precision Agriculture, 2000.
- BORGES, L. D. A., JÚNIOR, V. R. R., MONÇÃO, F. P., SOARES, C., RUAS, J. R. M., E SILVA, F. V.; RIGUEIRA, J.P.S.; COSTA, N.M.; OLIVEIRA, L. L. S.; & DE OLIVEIRA RABELO, W. Nutritional and productive parameters of Holstein/Zebu cows fed diets containing cactus pear. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, v. 32, n. 9, p. 1373, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5713/ajas.18.0584>
- INSA. INSTITUTO NACIONAL DO SEMIÁRIDO. 2022. Online. Disponível em: <<https://www.gov.br/insa/pt-br/semi-arido-brasileiro#:~:text=O%20Semi%20C3%A1rido%20Brasileiro%20se%20estende,semi%20C3%A1ridos%20mais%20povoados%20do%20mundo.>>. Acesso em: 07 fev. 2024.
- MELO, M. V. N.; DE OLIVEIRA, M. E. G.; DE ALMEIDA, G. L. P.; GOMES, N. F.; MORALES, K. R. M.; SANTANA, T. C.; SILVA, P. C.; MORAES, A. S.; PANDORFI, H.; & DA SILVA, M.V. Spatiotemporal characterization of land cover and degradation in the agreste region of Pernambuco, Brazil, using cloud geoprocessing on Google Earth Engine. Remote Sensing Applications: Society and Environment, v. 26, p. 100756, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2022.100756>
- PONZONI, J. F.; SHIMABUKURO, Y. E. Sensoriamento remoto no estudo da vegetação. São Paulo: Oficina de Textos, 2010. 127 p
- SILVA, M. V.; PANDORFI, H.; LOPES, P. M. O.; DA SILVA, J. L. B.; DE ALMEIDA, G. L. P.; DE OLIVEIRA SILVA, D. A.; DOS SANTOS, A.; RODRIGUES, J. A. M.; BATISTA, P. H. D.; & JARDIM, A. M. D. R. F. Pilot monitoring of caatinga spatial-temporal dynamics through the action of agriculture and livestock in the Brazilian semi-arid. Remote Sensing Applications: Society and Environment, v. 19, p. 100353, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2020.100353>
- WARRICK, A. W.; & NIELSEN, D. R. Spatial variability of soil physical properties in the field. In: HILLEL, D. (Ed.). Applications of Soil Physics. New York: Academic, v.2, p. 319-344. 1980.