

RESPOSTAS ESPECTRAIS DE SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA FLORESTA COM DIFERENTES ANOS DE IMPLANTAÇÃO

ÁLVARO CORRÊA PEDROSA ¹, ISLAYNNE MARIA DE OLIVEIRA ROCHA ²,
ALDAIR DE SOUZA MEDEIROS ³, LEANDRO COSTA REIS SANTOS ⁴, GUSTAVO
ANDRÉ DE ARAÚJO SANTOS ⁵

¹ Graduando em Agronomia, Universidade Federal do Maranhão, alvaro.pedrosa@discente.ufma.br

² Graduada de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Maranhão

³ Doutor, Universidade Federal do Maranhão

⁴ Doutor, Universidade Federal do Maranhão

⁵ Doutor, Universidade Federal do Maranhão

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

RESUMO: O estudo trata sobre as respostas espectrais de sistemas de Integração Lavoura Pecuária Floresta (ILPF) com diferentes anos de implementação e é contextualizado diante da problemática crítica das emissões de gases de efeito estufa (GEE) na agricultura e pecuária. Nesse contexto, a ILPF emerge como uma estratégia sustentável para lidar com essa problemática, representando uma alternativa que não apenas atende à crescente demanda por produtos pecuários, mas também contribui para a redução das emissões e captura de carbono. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi analisar a variabilidade temporal do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e Índice de Vegetação Melhorado (EVI) em áreas de Integração Lavoura Pecuária Floresta (ILPF) com diferentes anos de implementação. O estudo foi realizado para a Unidade de Referência Tecnológica em ILPF – Fazenda Barbosa – Brejo – MA. A série temporal estudada contemplou o período de 2013 a 2023 na qual os dados foram apresentados em escala mensal. Os dados foram obtidos por meio da plataforma SATveg da Embrapa utilizando o filtro de nuvens para redução de ruídos. Os resultados mostraram variações sazonais no NDVI e EVI, influenciadas pelas condições climáticas e pelo manejo agrícola. As áreas de ILPF apresentam uma resposta vegetativa mais robusta durante a estação chuvosa, evidenciando a influência do sistema ILPF na modulação dessa resposta. Os índices, especialmente o NDVI e EVI, podem ter aplicações nos estudos envolvendo sequestro de carbono em áreas florestais, sendo relevante para iniciativas como o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo e o mercado de carbono.

PALAVRAS-CHAVE: geotecnologias, índice de vegetação, agricultura sustentável

SPECTRAL RESPONSES OF CROP-FOREST-LIVESTOCK INTEGRATION SYSTEMS WITH DIFFERENT YEARS OF IMPLEMENTATION

ABSTRACT: The study deals with the spectral responses of Integrated Crop-Livestock-Forest Systems (ICLFS) with different years of implementation and is contextualized in light of the critical issue of greenhouse gas emissions (GHG) in agriculture and livestock. In this context, ICLFS emerges as a sustainable strategy to address this issue, representing an alternative that not only meets the growing demand for livestock products but also contributes to emissions reduction and carbon capture. Thus, the aim of this work was to analyze the temporal variability of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and Enhanced Vegetation Index (EVI)

in areas of Integrated Crop-Livestock-Forest Systems (ICLFS) with different years of implementation. The study was conducted for the Technological Reference Unit in ICLFS - Barbosa Farm - Brejo – MA. The time series studied covered the period from 2013 to 2023 in which the data were presented on a monthly scale. The data were obtained through the Embrapa SATveg platform using cloud filtering to reduce noise. The results showed seasonal variations in NDVI and EVI, influenced by climatic conditions and agricultural management. ICLFS areas present a more robust vegetative response during the rainy season, highlighting the influence of the ICLFS system on modulating this response. The indices, especially NDVI and EVI, can have applications in studies involving carbon sequestration in forest areas, being relevant for initiatives such as the Clean Development Mechanism and the carbon market.

KEYWORDS: geotechnologies, vegetation index, sustainable agriculture

INTRODUÇÃO: A sociedade enfrenta recentes preocupações ambientais relacionadas aos níveis de emissões de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera. Até meados do século XX, era difícil conceber que as atividades humanas pudessem ter um impacto significativo no clima ou na sobrevivência do sistema terrestre. No entanto, a história tem mostrado o oposto, especialmente no que diz respeito ao aumento da quantidade de dióxido de carbono (CO₂) na atmosfera (IPCC, 2023). A agricultura continua sendo uma das principais fontes de emissões desses GEE no Brasil, principalmente decorrente de algumas práticas agrícolas como; aração, gradagem, desmatamento e queimadas (AZEVEDO, 2016; FRONZA et al., 2023). Portanto, é absolutamente crucial que o setor agropecuário adote imediatamente tecnologias que reduzam as emissões de carbono, como a integração entre agricultura, pecuária e floresta (ILPF). Portanto, o uso de informações de sensores remotos em órbita para estimar a biomassa e o armazenamento de carbono surge como uma solução promissora por várias razões, dentre elas: reduzir o tempo e o custo em comparação com extensas campanhas de inventário florestal; permitir a avaliação ágil de impactos significativos, como desmatamento e reflorestamento; incorporar a variação espacial das florestas em uma perspectiva regional de estoque e fluxo de carbono, e; possibilitar uma quantificação precisa e aceitável do carbono armazenado (LE MAIRE et al., 2011) em áreas extensas, como os sistemas ILPF. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi analisar a variabilidade temporal do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e Índice de Vegetação Melhorado (EVI) em áreas de Integração Lavoura Pecuária Floresta (ILPF) com diferentes anos de implementação.

MATERIAL E MÉTODOS: Área experimental: Unidade de Referência Tecnológica em ILPF – Fazenda Barbosa – Brejo – MA (03°42'44" S; 42°55'44" W e 55m de altitude). As avaliações foram feitas sobre diferentes tipos sistema de sistemas agrícolas, sendo eles: Sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta ILPF (ÁREA A), Sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta ILPF (ÁREA B), e Cerrado Nativo (Cerrado). O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo tropical quente e úmido (Aw), com temperatura média anual superior a 27°C, com períodos de chuva entre os meses de janeiro e junho e de seca de julho a dezembro, com duas estações bem definidas: uma estação chuvosa e uma estação seca. Abordagem para a amostragem dos pontos: Foi utilizada uma abordagem de amostragem em gradeado regular, com 100 pontos com espaçamento de 3 a 5 metros entre os pontos amostrais por área de estudo. Os dados foram obtidos por meio da plataforma satveg da Embrapa utilizando o filtro de nuvens para redução de ruídos conforme (ESQUERDO et al., 2020). Para estudar a variação temporal das variáveis, foram construídos gráficos de série temporal com as médias anuais e mensais e o erro padrão da média. As análises foram realizadas utilizando o software R.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: As médias para NDVI e EVI para área A de ILPF são apresentadas na figura 1. Ao observá-las, destaca-se que o ano de 2018 apresentou as maiores médias para ambos os índices, com valores de $0,5337 \pm 0,0137$ para o EVI e $0,7912 \pm 0,015$ para o NDVI. Por outro lado, 2015 registrou as médias mais baixas, com $0,4688 \pm 0,0208$ para o EVI e $0,7139 \pm 0,0291$ para o NDVI.

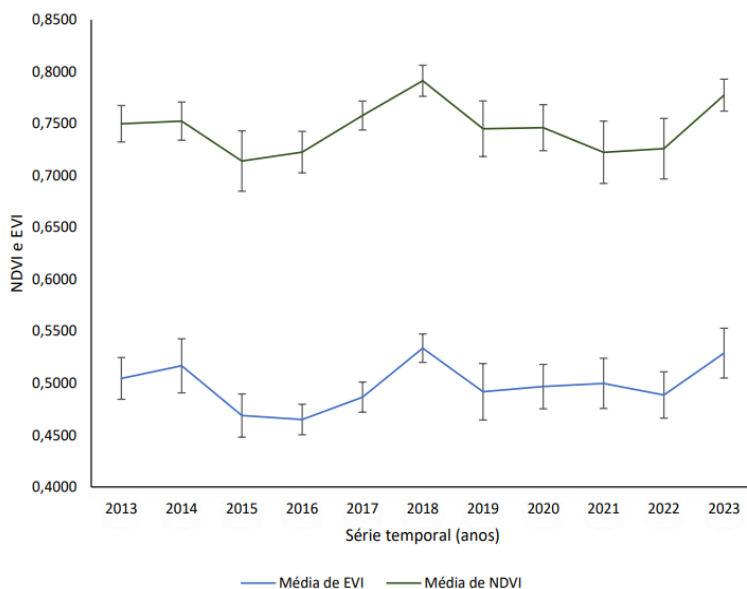


FIGURA 1. Médias de NDVI e EVI da área A de ILPF ao longo dos anos.

Já na área de cerrado nativo, destacam-se os anos de 2014 e 2018 como aqueles com as maiores médias de EVI, atingindo valores de $0,5625 \pm 0,0168$ e $0,5610 \pm 0,0122$, respectivamente. Em contraste, o ano de 2015 registra a menor média para EVI, chegando a $0,5008 \pm 0,0390$. Quanto ao NDVI, 2018 apresentou a maior média, alcançando $0,8176 \pm 0,0091$, enquanto 2015 novamente exibiu a menor média, com $0,7324 \pm 0,0497$. Uma análise temporal revela uma diminuição na média de EVI de 2021 ($0,5569 \pm 0,0170$) para 2023 ($0,5283 \pm 0,0175$). A diferença percentual entre esses anos mostra uma redução de aproximadamente 4,86%.

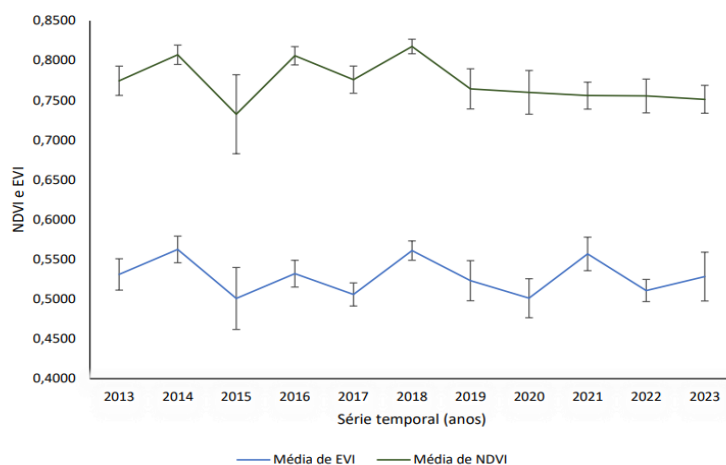


FIGURA 2. Médias de NDVI e EVI da área de Cerrado Nativo ao longo dos anos.

Em dezembro de 2023, a partir do seu ano de implantação, a área A tem 4 anos, e a área B tem 2 anos. Entre elas, a área B é a que possui os valores médios mais altos de EVI e NDVI, seguida da área A. Em todas elas, os índices mais baixos da série histórica concentram-se nos anos de

2015, 2016 e 2017. Isso porque a fazenda passou por desafios relacionados às condições climáticas, com chuvas e distribuição pluviométrica abaixo da média histórica da região, afetando quatro safras consecutivas (2010, 2012, 2015 e 2016) (TOLEDO et al., 2017)

CONCLUSÕES: Os resultados demonstram uma clara variabilidade temporal nos índices de vegetação NDVI e EVI nas áreas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) e no Cerrado Nativo. A área B de ILPF, com apenas dois anos de implementação, apresentou os maiores valores médios de ambos os índices, indicando uma rápida recuperação da vegetação. A área A, com quatro anos de implementação, também mostrou índices significativos, embora menores que a área B. No Cerrado Nativo, os anos de 2014 e 2018 destacaram-se com as maiores médias de EVI, enquanto 2015 registrou os valores mais baixos para ambos os índices, refletindo condições climáticas adversas. A análise temporal evidencia a importância de práticas agrícolas sustentáveis, como a integração lavoura-pecuária-floresta, na manutenção e melhoria da qualidade da vegetação e do armazenamento de carbono. Além disso, o uso de sensores remotos mostrou-se eficaz para monitorar essas variações e pode ser uma ferramenta crucial para a gestão ambiental e a mitigação das emissões de carbono no setor agropecuário brasileiro.

AGRADECIMENTOS: A Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão – FAPEMA e a Empresa Maranhense de Administração Portuária - EMAP

REFERÊNCIAS: Azevedo, T. R. de. **Análise das emissões de GEE no Brasil (1970-2014) e suas implicações para políticas públicas e a contribuição brasileira para o acordo de Paris: documento síntese.** [S. l.]: SEEG, 2016. 44 p. Disponível em: <http://seeg.eco.br/wp-content/uploads/2016/09/WIP-16-09-02-RelatoriosSEEG-Sintese.pdf>. Acesso em: 01 set. 2023.

Esquerdo, J. C. D. M. et al. **SATVeg: A web-based tool for visualization of MODIS vegetation indices in South America.** *Computers and Electronics in Agriculture*, v. 175, 2020.

Le Maire, G. et al. **MODIS NDVI time-series allow the monitoring of Eucalyptus plantation biomass.** *Remote Sensing of Environment*, v. 115, n. 10, p. 2613-2625, 2011.

FRONZA, Eduardo Erpen et al. **Potencial de sequestro de carbono em pastagens da Região Sul do Brasil: uma revisão sistemática.** 2023

Toledo, M. M. et al. **Desempenho socioambiental da integração lavoura pecuária-floresta (ILPF) no Maranhão: estudo de caso 1: Fazenda Barbosa-Brejo.** 2017.