

AValiação de Índices para Identificação de Coberturas Plásticas na Serra da Ibiapaba com Imagens Sentinel-2

**FELIPE HERMÍNIO MEIRELES NOGUEIRA ¹, GILBENES BEZERRA ROSAL ²,
GUSTAVO ANDRADE LIBERATO ³, FRANCISCO MATEUS DA CUNHA SILVA ⁴,
FERNANDO BEZERRA LOPES ⁵, ADUNIAS DOS SANTOS TEIXEIRA ⁶**

¹ e ² Doutorando em Engenharia Agrícola no Programa de Pós Graduação em Engenharia Agrícola (PPGEA) - Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza – CE, felipeherminio8@gmail.com

³ Graduando em Agronomia pela UFC, Fortaleza – CE

⁴ Mestrando em Ciência do solo no PPGCS – UFC, Fortaleza – CE

⁵ e ⁶ Professor adjunto e professor titular no Programa de PPGEA - UFC, Fortaleza – CE

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

RESUMO: A utilização de índices derivados de imagens de satélite para o reconhecimento de coberturas plásticas na agricultura se apresenta com uma alternativa para a quantificação de áreas no planejamento agrícola. Este estudo teve como objetivo identificar e quantificar a área coberta por plásticos na região da Serra da Ibiapaba, Ceará, utilizando imagens Sentinel-2 processadas no Google Earth Engine. Foram aplicados três índices principais: Advanced Plastic Greenhouse Index (APGI), Plastic-mulched Landcover Index (PMLI) e Vegetable Land Index (VI), utilizando o fator M para avaliar a caracterização das coberturas plásticas. A pesquisa abrangeu nove municípios, totalizando uma área de 5.697,3 km², onde foram identificados 247 pontos de controle para diferentes classes de uso do solo. O índice APGI mostrou-se o mais eficaz, com uma separabilidade das demais classes superior aos índices PMLI e VI. Através do APGI, a área total de coberturas plásticas foi estimada em 80,04 hectares. Este estudo demonstra a viabilidade do uso de sensoriamento remoto para monitoramento agrícola e destaca a importância de tecnologias avançadas na gestão sustentável de práticas agrícolas.

PALAVRAS-CHAVE: sensoriamento remoto, plasticultura, agricultura de precisão.

EVALUATION OF INDEXES FOR IDENTIFICATION OF PLASTIC COVERINGS IN THE IBIAPABA MOUNTAIN WITH SENTINEL-2 IMAGES

ABSTRACT: The use of indices derived from satellite images to recognise plastic cover in agriculture is an alternative for quantifying areas and agricultural planning. The aim of this study was to identify and quantify the area covered by plastics in the Serra da Ibiapaba region, Ceará, using Sentinel-2 images processed in Google Earth Engine. Three main indices were applied: Advanced Plastic Greenhouse Index (APGI), Plastic-mulched Landcover Index (PMLI) and Vegetable Land Index (VI), using the M factor to assess the characterisation of plastic covers. The research covered nine municipalities, totalling an area of 5,697.3 km², where 247 control points were identified for different land use classes. The APGI index proved to be the most effective, with greater separability from the other classes than the PMLI and VI indices. Using the APGI, the total area of plastic cover was estimated at 80.04 hectares. This study demonstrates the feasibility of using remote sensing for agricultural monitoring and highlights the importance of advanced technologies in the sustainable management of agricultural practices.

KEYWORDS: Remote Sensing, plasticulture, precision agriculture.

INTRODUÇÃO: O cultivo protegido com coberturas plásticas possui ampla utilização em todo o mundo devido aos benefícios proporcionados às culturas agrícolas pois permite a proteção das culturas das intempéries do ambiente externo (CHAHIDI et al. 2021). Deste modo, aliado aos avanços tecnológicos, o cultivo protegido já se encontra em vários países superando a área de 30.000 km² (BRIASSOULIS et al., 2016). O monitoramento das áreas utilizadas para o cultivo protegido pode fornecer informações como a área e a distribuição espacial dessas estruturas. Além disso, o uso e descarte de coberturas plásticas pode ocasionar impactos ambientais, implicando na necessidade do monitoramento que pode ser realizado com imagens de satélite. O satélite Sentinel-2 possui resolução espacial de até 10 m e 13 bandas espectrais que através de índices possibilitam a identificação de coberturas plásticas e cálculos e análises de diferentes alvos. No Ceará a região da Serra de Ibiapaba tem proporcionado avanços significativos sobre o cultivo protegido, principalmente devido a presença de empresas especializadas na produção de flores e produtos de alto valor agregado. O objetivo deste estudo foi avaliar diferentes índices com imagens Sentinel-2 na Serra de Ibiapaba para a identificação e quantificação da área de coberturas plásticas.

MATERIAL E MÉTODOS: O estudo foi realizado nos municípios de Carnaubal, Croatá, Guaraciaba do Norte, Ibiapina, Ipu, São Benedito, Tianguá, Ubajara e Viçosa do Ceará, localizadas no Ceará, abrangendo uma área de 5.697,3 km² (Figura 1A). Foram adquiridas seis imagens com cobertura de nuvens inferior a 5% no Google Earth Engine, nas cenas 23MRR, 24MTA, 24MUA e 24MUV datadas em 20 de julho de 2022 e as cenas 24MTB e 24MUV datadas em 25 de julho de 2022. As bandas utilizadas foram as do espectro RGB e NIR por apresentar melhor resolução espacial. Identificaram-se 247 pontos de controle nas imagens com as classes de Cobertura plástica (Cp), Agricultura (Agri), Vegetação Nativa (Vn), Solo exposto (Se) e Água (Ag) (Figura 1B).

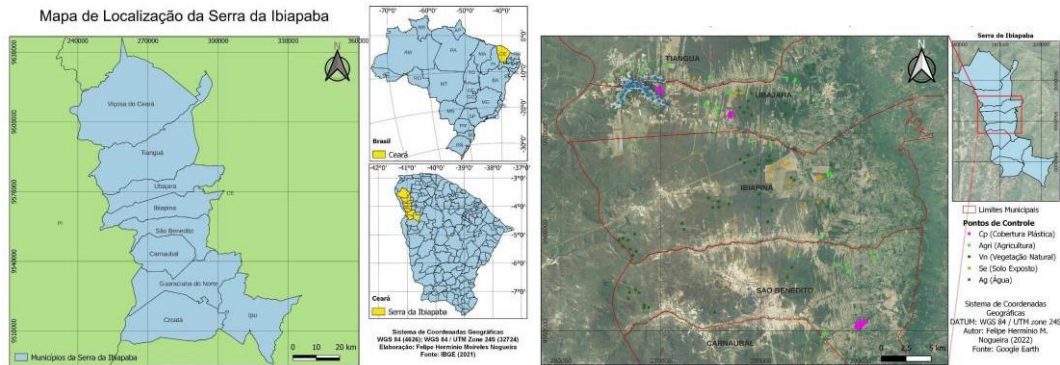


FIGURA 1. Área de estudo (A) e pontos de controle (B)

Os índices utilizados para a identificação das coberturas plásticas foram o Advanced Plastic Greenhouse Index (APGI) (1) (LU et al., 2014), Greenhouse Vegetable Land Index (VI) (2) (AGUILAR et al., 2016) e Plastic-mulched Landcover Index (PMLI) (3) (ZHANG et al., 2022), conforme as equações 1, 2 e 3. Calculou-se o grau de separabilidade das bandas (fator M, adimensional) (4) do Sentinel-2 entre as classes de cobertura plástica e as demais classes, conforme a equação 4 (KAUFMAN e REMER, 1994).

$$APGI = 100 * \rho_{coastal} * \rho_{red} * \frac{2 * \rho_{NIR} - \rho_{red} - \rho_{SWIR2}}{2 * \rho_{NIR} + \rho_{red} + \rho_{SWIR2}} \quad (1)$$

$$PMLI = \frac{\rho_{SWIR1} - \rho_{red}}{\rho_{SWIR1} + \rho_{red}} \quad (2)$$

$$VI = \frac{\rho_{SWIR1} - \rho_{NIR}}{\rho_{SWIR1} + \rho_{NIR}} * \frac{\rho_{NIR} - \rho_{red}}{\rho_{NIR} + \rho_{red}} \quad (3)$$

$$M = \frac{|\mu_1 - \mu_2|}{\sigma_1 + \sigma_2} \quad (4)$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO: O comportamento espectral dos alvos dos pontos de controle é observado na Figura 2A. Os valores do fator de separabilidade M demonstra que as bandas B4 (Vermelho), B5 (Borda do vermelho 1), B8A (Borda do vermelho 4) e B9 (Vapor de Água) apresentaram boa separabilidade com as demais classes sobre os alvos típicos (Figura 2B).

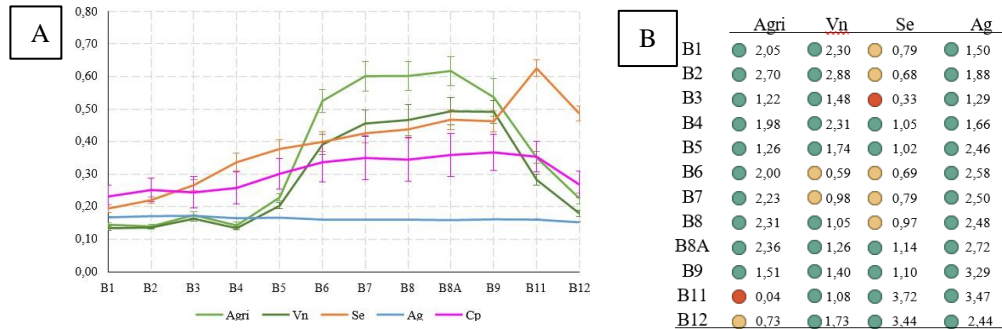


Figura 2. Comportamento espectral dos alvos típicos (A) e Fator M (adm.) sobre as bandas do Sentinel 2 (B)

A partir dos resultados no índice APCI observou-se a capacidade de representar valores médios de coberturas plásticas aproximados a 0,69, que normalmente são inferiores a resposta da vegetação e superiores a solo exposto e água, no entanto em relação ao desvio padrão observa-se valores bastante elevados e uma distinção apenas da classe de água. Os valores de desvio padrão no índice PMLI foram elevados. Neste índice os valores médios corresponderam a 0,15, sendo inferior as classes de vegetação e solo exposto, e superior à classe de água. No índice VI também ocorreram valores de desvio padrão elevados, no entanto os valores sobre a cobertura plástica aproximaram-se de zero, semelhante aos apresentados para a classe de água (Figura 3A).

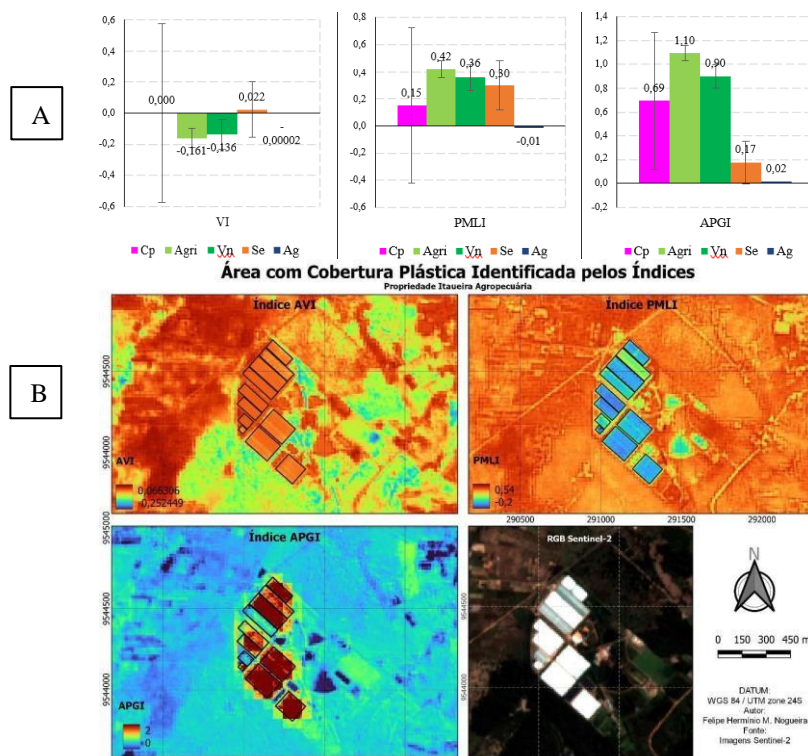


FIGURA 3. Comportamentos dos índices em relação aos alvos típicos (A) e mapa dos índices de identificação de Cobertura Plástica (B)

No mapa com a área reconhecida como cobertura plástica sobre a propriedade Fazenda III pode-se observar sobre os índices PMLI e APCI uma capacidade satisfatória de diferenciação

dos demais pixel próximos, no entanto o PMLI apresentou valores de água semelhantes ao da cobertura plástica (Figura 3B). Já o índice AVI não apresentou resultados satisfatórios pois apresentou valores do índice semelhante as demais classes. Com isso, o índice APGI apresentou maior contribuição para a identificação de coberturas plásticas. A partir da utilização do índice APGI realizou-se a vetorização das coberturas plásticas identificadas e buscou-se o nome das propriedades que continha a estrutura através das informações fornecidas pelo Google Satélite. Em posse dos dados possibilitou-se realizar a quantificação da área de cobertura plásticas por propriedade, conforme apresentado pela Tabela 1 e obteve-se um total de 80,04 ha de cobertura plástica no ano de 2022 sobre a região da Serra da Ibiapaba.

Tabela 1. Área identificada com cobertura plástica por propriedade

Propriedade	Área (ha)	N	E
Fazenda I	8,373	9571845,046	276985,835
Fazenda II	15,710	9574289,043	269887,827
Fazenda III	15,066	9544287,653	291218,947
Fazenda IV	1,428	9541060,377	286329,525
Fazenda V	39,186	9550753,617	289880,669
Fazenda VI	0,281	9551007,045	289776,345

Fonte: Autor. Coordenadas em WGS 84, Zona 24S.

CONCLUSÕES: O estudo possibilitou identificar e quantificar as áreas de coberturas plásticas na Serra da Ibiapaba utilizando imagens Sentinel-2 e índices espectrais, com o APGI mostrando-se o mais eficaz. Encontrou-se uma área total identificada de cobertura plástica de 80,04 hectares, desta forma os resultados demonstram a viabilidade do sensoriamento remoto para monitoramento agrícola, fornecendo dados cruciais para o planejamento e a gestão sustentável das práticas agrícolas. A metodologia utilizada pode ser replicada em outras regiões do estado e aprimorada com a integração de uma maior base de dados sobre a localização das coberturas plásticas.

AGRADECIMENTOS: Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes).

REFERÊNCIAS:

- AGUILAR, M. et al. Object-Based Greenhouse Mapping Using Very High Resolution Satellite Data and Landsat 8 Time Series. **Remote Sensing**, v. 8, n. 6, p. 513, 18 jun. 2016.
- BRIASSOULIS, D. et al. Analysis of the collapse of a greenhouse with vaulted roof. **Biosystems Engineering**, v. 151, p. 495–509, nov. 2016.
- CHAHIDI, L. et al. Energy saving strategies in sustainable greenhouse cultivation in the mediterranean climate – A case study. **Applied Energy**, v. 282, p. 116156, jan. 2021.
- KAUFMAN, Y. J.; REMER, L. A. Detection of forests using mid-IR reflectance: an application for aerosol studies. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, v. 32, n. 3, p. 672–683, maio 1994.
- LU, L.; DI, L.; YE, Y. A Decision-Tree Classifier for Extracting Transparent Plastic-Mulched Landcover from Landsat-5 TM Images. **IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing**, v. 7, n. 11, p. 4548–4558, nov. 2014.
- ZHANG, P. et al. A novel index for robust and large-scale mapping of plastic greenhouse from Sentinel-2 images. **Remote Sensing of Environment**, v. 276, p. 113042, jul. 2022.