



AVALIAÇÃO DA RELAÇÃO ENTRE ALBEDO SUPERFICIAL E ÍNDICES DE VEGETAÇÃO DA APA DE ITUPARARANGA

Enzo Felipe Ponzetta ¹

Liliane Moreira Nery²

Anderson Trindade de Moura³

Gabriela Gomes⁴

Darllan Collins da Cunha e Silva⁵

Resumo

O albedo superficial é um parâmetro crucial nos estudos de mudanças climáticas globais. A remoção da vegetação leva ao aumento do albedo e à diminuição da evapotranspiração, podendo alterar significativamente o balanço energético da atmosfera. Este estudo teve como objetivo avaliar, entre 1986 e 2021, a relação entre as mudanças na vegetação e o albedo superficial (α) da Área de Proteção Ambiental de Itupararanga, que abrange a bacia hidrográfica da represa de Itupararanga, utilizando os índices NDVI, SAVI e IAF. Para analisar essa relação, foi aplicada a regressão linear par a par para cada ano estudado, gerando gráficos de dispersão a partir de uma malha amostral com 3 mil pontos por ano. Os resultados indicaram uma tendência de redução nos valores do albedo superficial à medida que os valores do NDVI aumentavam, revelando uma relação inversamente proporcional entre a densidade da biomassa e a refletância da superfície. Na relação Albedo-SAVI, dois grupos principais de pontos representaram áreas com menor cobertura vegetal e áreas com vegetação mais densa, sugerindo que as informações derivadas do espaço de características do Albedo-MSAVI podem ser úteis na classificação do tipo de cobertura do solo. Na relação Albedo-IAF, também houve uma divisão em dois grupos principais com características semelhantes. Além disso, os maiores valores de albedo ocorreram em valores de IAF menores, especialmente em 2007 e 2021.

Palavras-chave: Albedo Superficial; Índices de Vegetação; Cobertura Vegetal; Estatística Zonal; Sensoriamento Remoto.

¹ Enzo Felipe Ponzetta – enzo.ponzetta@unesp.br.

² Liliane Moreira Nery – liliane.nery@unesp.br.

³ Anderson Trindade de Moura – anderson.moura@unesp.br.

⁴ Gabriela Gomes – gabriela.gomes98@unesp.br.

⁵ Darllan Collins da Cunha e Silva – darllan.collins@unesp.br.



INTRODUÇÃO

O albedo, definido como a razão entre a radiação solar refletida e a radiação solar incidente em uma superfície (Lopes et al., 2012), é um parâmetro chave nos estudos de mudanças climáticas globais, pois a remoção da vegetação resulta em um aumento no albedo da superfície terrestre e na diminuição da evapotranspiração que é responsável por aumentar o teor de água da atmosfera e resfriar o clima, podendo alterar de forma significativa o balanço energético da atmosfera (Sabziparvar et al., 2019).

Índices de vegetação são importantes na interpretação de imagens de sensoriamento remoto, seja na detecção de mudanças no uso da terra (dados multitemporais), na avaliação da densidade da cobertura vegetal, na discriminação de culturas ou previsão de safras (Bannari et al., 1995). Dividir uma área de estudo em zonas menores que representam cada tipo de uso do solo e realizar análises estatísticas dentro dessas zonas permite entender melhor padrões e variações espaciais, como a variação das propriedades da superfície em relação aos índices de vegetação.

Assim, a utilização desses índices auxilia na avaliação da dinâmica espaço-temporal de dados climáticos em lugares como a Área de Proteção Ambiental de Itupararanga (APA de Itupararanga), que não possuem grande disponibilidade de dados meteorológicos e exercem um grande papel no cuidado com o meio ambiente. Da mesma forma, nessas áreas estão presentes atividades socioeconômicas urbanas e rurais, portanto, existem constantes alterações na vegetação e no uso do solo. Portanto, o objetivo do presente estudo é avaliar a relação entre as mudanças na vegetação dessa área e o albedo superficial (α) entre os anos de 1986 e 2021, usando os índices NDVI, SAVI e IAF.

METODOLOGIA

Área de estudo

A APA de Itupararanga (Figura 1), está localizada na região sudeste do Estado do São Paulo e abrange oito municípios: Piedade, Votorantim, Alumínio, Mairinque, São Roque, Vargem Grande

Paulista, Cotia e Ibiúna. A Represa de Itupararanga, contida nos limites da APA, é a principal fonte de abastecimento hídrico da região, abastecendo Ibiúna (100%), Votorantim (92%), Sorocaba (74%), e São Roque (32%), além de fornecer água para centenas de propriedades agrícolas (Manfredini, 2018).

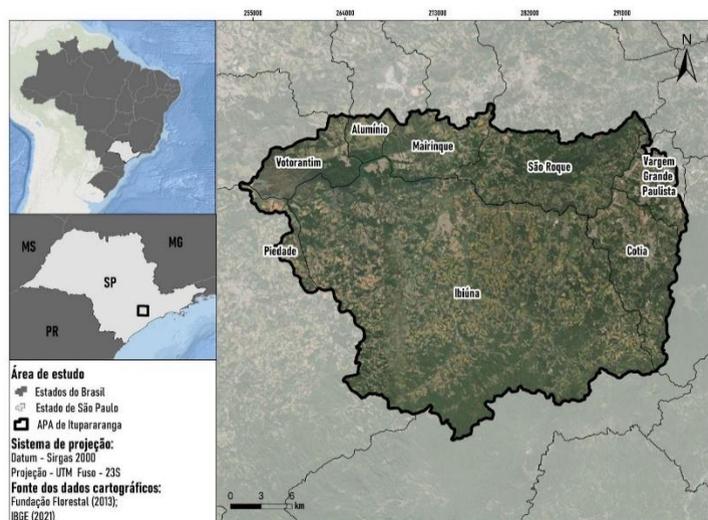


Figura 01: Área de estudo (APA de Itupararanga).

Métodos

Utilizaram-se imagens orbitais dos satélites Landsat 5, Landsat 7 e Landsat 8, que foram coletadas considerando a menor percentagem de cobertura por nuvens na região a ser estudada durante o período seco. Para o cálculo do NDVI, SAVI e IAF foram utilizadas as etapas propostas por Waters et al. Quanto à obtenção dos dados da cobertura vegetal, foi utilizada a base disponibilizada pela plataforma MapBiomas (<https://brasil.mapbiomas.org>), renomeando as classes de acordo com o uso e cobertura do solo propostos pelo IBGE. De modo geral, os procedimentos para gerar os dados da estatística zonal foram desenvolvidos em SIG, sendo utilizado o software ArcGis 10.8 e sua ferramenta Zonal Statistics.

Para a análise da relação entre os índices de vegetação e o albedo superficial, foi aplicada a regressão linear par a par em cada um dos anos estudados com o auxílio do plugin *Whitebox Tools for QGIS* e o módulo *Image Regression*. Os gráficos de dispersão foram gerados a partir de uma malha

amostral com 3 mil pontos para cada ano de estudo, relacionando cada índice de vegetação com o albedo superficial.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados da estatística zonal foram organizados em quadros, relacionando o albedo e cada IV com as classes de uso e cobertura da terra propostas pelo IBGE. Ao observá-los, percebe-se diferentes intervalos de variação associados a cada tipo de uso do solo, de forma que as áreas formadas por vegetação mais desenvolvida, como as florestas e as culturas permanentes, apresentem médias maiores em relação às outras.

A partir das retas geradas pela regressão linear é possível observar que os valores do albedo tendem a diminuir enquanto os valores do NDVI aumentam, indicando uma correspondência inversamente proporcional entre a densidade da biomassa acumulada pela vegetação sobre a terra e a refletância da superfície. Além disso, foram verificadas em quais regiões do espaço de características espectrais (Yao et al., 2008) se encontravam os pontos médios de NDVI e Albedo para cada tipo de uso e cobertura do solo (Figura 02).

Dessa maneira, as áreas urbanizadas e as culturas temporárias ficaram mais próximas da classificação “solo exposto”; as áreas campestres e pastagens se classificaram como “cobertura vegetal parcial” e, por fim, as áreas florestais, a silvicultura e as culturas permanentes coincidiram com a região de “cobertura vegetal completa”.

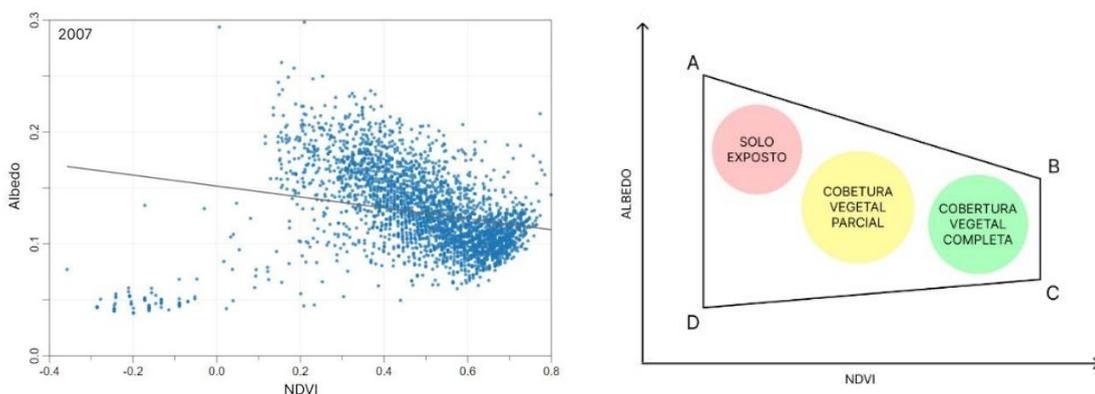


Figura 02: Comparação entre o gráfico de dispersão de 2007 e o espaço de características espectrais retratado nos estudos de Yao et al. (2008).

Analisando os gráficos que relacionam o albedo e SAVI (Figura 03), foi possível perceber que em quase todos os anos estudados existe uma divisão de pontos em dois grupos principais muito evidente. Dessa forma, foi verificado que os grupos da esquerda são formados pelas pastagens, áreas urbanas e culturas temporárias, ou seja, áreas com menor cobertura vegetal. Já o grupo da esquerda, representa as culturas permanentes, áreas florestais, silvicultura e áreas campestres, sendo as áreas com vegetação mais densa. Esse mesmo comportamento foi observado nas relações entre albedo e IAF, como pode ser observado na Figura 03.

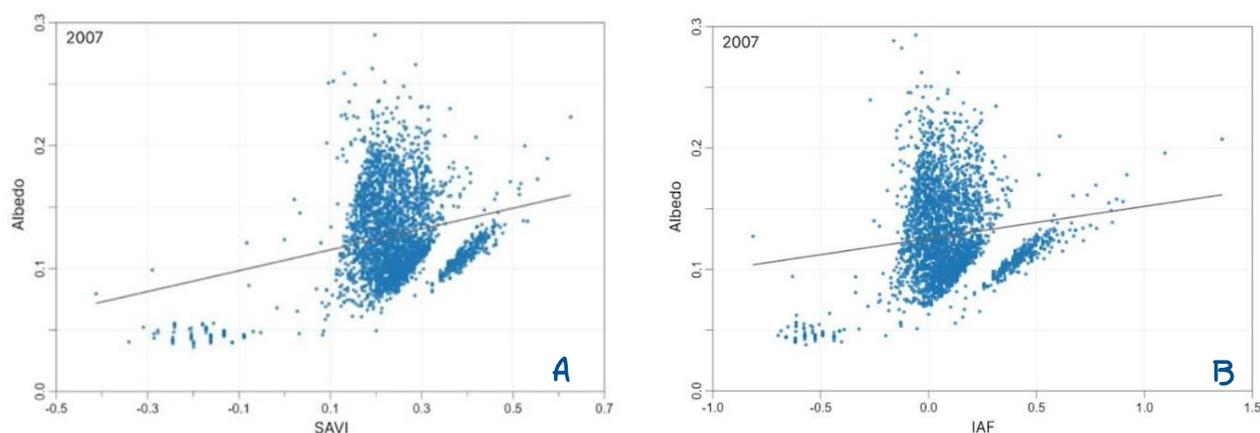


Figura 03: Gráficos de dispersão SAVI-Albedo de 2007 (A) e IAF-Albedo de 2007(B), utilizados como exemplo.

CONCLUSÕES

Os resultados mostraram que, de maneira geral, os valores do albedo superficial tendem a diminuir conforme os valores do NDVI aumentavam, indicando uma correspondência inversamente proporcional entre a densidade da biomassa e a refletância da superfície. Nas relações Albedo-SAVI e Albedo-IAF foi verificada uma divisão de pontos em dois grupos principais muito evidente. Os dois grupos representavam as áreas com menor cobertura vegetal e as áreas com vegetação mais densa,



mostrando que as informações extraídas desses espaços de características, de certa forma, podem classificar o tipo de cobertura do solo.

REFERÊNCIAS

- BANNARI, A et al. A review of vegetation indices. *Remote Sensing Reviews*, Vol. 13, pp. 95-120. 1995. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/02757259509532298>. Acesso em: 30 jan. 2024.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Manual Técnico de Uso da Terra*. 3. ed. Rio de Janeiro, RJ: IBGE, 2013.
- LOPES, A. A. et al. Avaliação espaço-temporal do Albedo de superfície no município de Maracaju, MS In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECOLOGIA DE PAISAGENS, 2.; SIMPÓSIO SCGIS-BR, 2., 2012, Salvador, BA. Anais... Salvador, BA: IALE-BR, 2012. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/74582/1/Ricardo.pdf>. Acesso em: 03 abr. 2023.
- MANFREDINI, F.N. Aplicação da legislação ambiental na valoração econômica dos serviços ambientais da Área de Proteção Ambiental (APA) de Itupararanga. 2018. 210f. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) - Universidade Estadual Paulista - Instituto de Ciência e Tecnologia Campus de Sorocaba, Sorocaba, 2018.
- SABZIPARVAR, A.; GHAFHAROKHI, S.; KHORASANI, H. Long-term changes of surface albedo and vegetation indices in north of Iran. *Saudi Society for Geosciences*, 2020.
- WATERS, R et al. *Surface Energy Balance Algorithms for Land: advanced training and users manual: Advanced Training and Users Manual*. The Idaho Department of Water Resources, 2002. Disponível em: <http://www.posmet.ufv.br/wp-content/uploads/2016/09/MET-479-Waters-et-al-SEBAL.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2023.
- YAO, Y. et al. Relating Surface Albedo And Vegetation Index With Surface Dryness Using Landsat Etm+ Imagery. *IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium*, Boston, jul. 2008.