



AVALIAÇÃO DA SAZONALIDADE E HISTÓRICO DE USO NO COMPORTAMENTO ESPECTRAL DA VEGETAÇÃO DA CAATINGA

Géssyca Fernanda de Sena Oliveira Mergulhão¹, Emanuel Araújo Silva¹, Rinaldo Luiz Caraciolo Ferreira¹, Elisiane Alba¹, Lorena de Moura Melo¹, Duberli Geomar Elera Gonzales¹, Doris Bianca Crispin-DelaCruz¹, Maria Beatriz Ferreira¹

1 Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, Brasil. E-mail: eng.gessycasena@gmail.com; emanuel.araujo@ufrpe.br; rinaldo.ferreira@ufrpe.br; lorem.moura@gmail.com; duberlelera@gmail.com; doriscrispin@hotmail.com; beatriz.177@outlook.com

2 Universidade Federal Rural de Pernambuco, Serra Talhada, PE, Brasil. E-mail: elisiane.alba@ufrpe.br
Autora correspondente: Géssyca Fernanda de Sena Oliveira Mergulhão. E-mail: eng.gessycasena@gmail.com.

RESUMO

O monitoramento dos ecossistemas áridos permite compreender as mudanças e o comportamento da vegetação frente às adversidades climáticas a curto, médio e longo prazo. Neste sentido, as técnicas de Sensoriamento Remoto (SR) surgem como um método alternativo e confiável para esta finalidade. Logo, o objetivo do trabalho foi aplicar as técnicas de sensoriamento remoto para avaliar o comportamento espectral da vegetação de áreas de Caatinga com diferentes históricos de uso e sazonalidade, bem como o melhor período para desenvolver estudos envolvendo variáveis biofísicas, utilizando dados orbitais provenientes do sensor OLI/Landsat 8. Utilizou-se cenas dos meses de abril/2018 e agosto/2018 do satélite Landsat 8/OLI, referentes ao período úmido e seco, respectivamente. Posteriormente, foi feito o processamento digital de imagens com auxílio do software QGIS e, após esta etapa, foram extraídos os valores médios (centróides) de reflectância das bandas das 80 unidades amostrais, em ambos os períodos (úmido e seco), dando origem aos gráficos de assinatura espectral da vegetação. Evidenciou-se, a partir dos resultados, que a sazonalidade e o histórico do uso do solo influenciam na resposta espectral da vegetação, sendo preferível realizar estudos de variáveis biofísicas utilizando imagens orbitais e técnicas de sensoriamento remoto em FTS nos períodos secos.

Palavras-chave: Floresta tropical seca; geoprocessamento; Landsat 8; manejo florestal; Semiárido brasileiro

EVALUATION OF SEASONALITY AND HISTORY OF USE IN THE SPECTRAL BEHAVIOR OF THE CAATINGA VEGETATION

ABSTRACT

Monitoring arid ecosystems makes it possible to understand the changes and behavior of vegetation in the face of climatic adversities in the short, medium and long term. In this sense, Remote Sensing (RS) techniques emerge as an alternative and reliable method for this purpose. Therefore, the objective of this work was to apply remote sensing techniques to evaluate the spectral behavior of vegetation in areas of the Caatinga with different histories of use and seasonality, as well as the best period to develop studies involving biophysical variables, using orbital data from the sensor OLI/Landsat 8. Scenes from the months of April/2018 and August/2018 from the Landsat 8/OLI satellite were used, referring to the wet and dry period, respectively. Subsequently, digital image processing was carried out with the aid of the QGIS software version 3.6 and, after this step, the mean reflectance values (centroids) of the bands of the 80 sample units were extracted, in both periods (wet and dry), giving origin of vegetation spectral signature graphs. It was evident, from the results, that the seasonality and the history of land use influence the spectral response of the vegetation, being preferable to carry out studies of biophysical variables using orbital images and remote sensing techniques in FTS in dry periods.

Key words: Tropical dry forest; geoprocessing; Landsat 8; forest management; Brazilian semi-arid region

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MENSURAÇÃO FLORESTAL



INTRODUÇÃO

Denominada Caatinga, a Floresta Tropical Seca (FTS) inserida no Nordeste brasileiro se encontra situada na maior Ecorregião tropical semiárida da América do Sul, sendo a maior e mais sucessiva área de FTS que existe (Andrade *et al.*, 2020), recobrando uma extensão territorial de aproximadamente 55% da Região Nordeste e 10% do território nacional (IBGE, 2019).

A Caatinga é uma das fitofisionomias mais ameaçadas do mundo, mesmo sendo detentora de sublime riqueza biológica e múltiplas espécies endêmicas. Faz-se primordial o seu monitoramento, mas, quando este é realizado de forma convencional por meio de inventários florestais, sua execução implica investimentos em recursos e mão de obra, e tempo. Desta forma, as técnicas de Sensoriamento Remoto surgem como um método alternativo e confiável, proporcionando avanços extraordinários na modelagem, no mapeamento e na compreensão de ecossistemas florestais (Alba *et al.*, 2017) a partir de informações oriundas de sistemas sensores, como o OLI/Landsat 8, obtidas remotamente.

Atualmente, o satélite Landsat 8/OLI é bastante utilizado em estudos ambientais, apresentando um bom desempenho operacional associado a facilidade de acesso, além do extenso período de arquivamento, quando comparado aos outros satélites da série (Zhu & Liu, 2015).

Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi aplicar as técnicas de sensoriamento remoto para avaliar o comportamento espectral da vegetação de áreas de Caatinga com diferentes históricos de uso e sazonalidade, bem como o melhor período para desenvolver estudos envolvendo variáveis biofísicas, utilizando dados orbitais provenientes do sensor OLI/Landsat 8.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da Área de Estudo

A área de estudo é de propriedade da empresa Agrimex - Agroindustrial Excelsior S.A. e está localizada na Fazenda Itapemirim, município de Floresta-PE, situada nas coordenadas geográficas 8°30'49" Latitude Sul e 37°57'44" Longitude Oeste. Possui uma dimensão de 5.695,65 ha, com acesso pelas rodovias PE-360, BR-232 e BR-110, a 360 km da cidade do Recife.

A Área I ou de Transposição possui cerca de 50 hectares e está situada no interior da fazenda, onde a vegetação se encontra em bom estado de conservação, em função do reduzido histórico de corte (Santos, 2013), enquanto a Área II ou Correntão, também com cerca de 50 hectares, está localizada ao sul da fazenda e se encontra próxima a PE-360, onde há aproximadamente 34 anos, houve retirada da vegetação com o auxílio de correntões, para fins de manejo florestal com o posterior abandono, ocorrendo pastejo de caprinos e a exploração esporádica de madeira (Barreto, 2017). Cada área possui 40 parcelas (20 x 20 m), distanciadas 50 m da bordadura do talhão e 80 m entre cada unidade, totalizando 3,2 ha de área amostrada.

Köppen classificou a região da área de amostragem como BS'h, o que reporta a um clima semiárido quente, com verão seco. O período úmido se concentra entre Janeiro e Maio, sendo os

VI Encontro Brasileiro de Mensuração Florestal

meses Março e Abril, geralmente, os mais chuvosos. A temperatura média anual é de 26 °C e de acordo com o IBGE (2012), a vegetação da área de estudo pode ser classificada como Savana-Estépica Arborizada e o solo como Luvissoilo Crômico, caracterizado por sua baixa profundidade e, comumente, apresenta mudança abrupta em sua textura (Embrapa, 2018).

Aquisição e Processamento das Imagens Orbitais

Utilizou-se cenas do satélite Landsat 8/OLI (6 bandas espectrais), excluindo-se as bandas 1, 8, 9, 10 e 11, uma vez que estas não apresentam informações relevantes para o alvo em estudo (vegetação). As imagens, tanto para o período úmido quanto para o período seco, datadas de 19 de abril e 25 de agosto de 2018, respectivamente, na órbita/ponto 216-66, em *Collection 1 Level-1C*, com correção radiométrica, geométrica e atmosférica no sistema de projeção cartográfica UTM/WGS84, foram obtidas gratuitamente por meio da base de dados do Serviço Geológico dos Estados Unidos (*United States Geological Survey* - USGS).

O processamento digital de imagens foi realizado no software QGIS versão 3.6. Com o auxílio do *Semi-Automatic Classification Plugin* (SCP) do QGIS foi feita a conversão dos valores em níveis digitais (ND) para a medida física da reflectância no topo da atmosfera – TOA, juntamente com a correção atmosférica pelo método DOS1 (*Dark Object Subtraction 1*), visando eliminar a interferência da atmosfera e gerar a reflectância na base da superfície - BOA.

Ao final desta etapa, extraiu-se os valores médios (centróides) de reflectância das bandas das 80 unidades amostrais, dos dois períodos (úmido e seco) e, assim, foram gerados os gráficos de assinatura espectral da vegetação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente, foi analisada a curva ou assinatura espectral dos valores reflectância, na base da superfície das amostras de vegetação, nas parcelas selecionadas para o estudo (Figura 1). Os valores de comprimentos de onda dos gráficos representam o comprimento de onda central de cada banda.

Para a Área I, mais conservada e no período seco, observou-se uma curva espectral com menores valores (oscilando entre 0,10 μm a 0,23 μm) na região do infravermelho próximo (B5), quando comparada com uma vegetação verde e sadia. Segundo Ponzoni *et al.* (2012), a reflectância típica de uma folha verde sadia apresenta, neste intervalo espectral, valores de reflectâncias superiores a 0,3 μm , conforme observado nos demais gráficos, com destaque aos do período úmido, nos dois locais estudados.

Na Área II, com histórico de uso mais intenso do solo, os valores de reflectância foram maiores que na Área I, tanto no período seco quanto no período úmido. Este comportamento está associado ao grau de maturidade das áreas, uma vez que a vegetação da Área II é mais jovem, em virtude do seu histórico de uso. Swain & Davis (1978) explicam que há uma relação inversamente

proporcional entre a reflectância da vegetação e o grau de maturidade, pois, com a senescência, perde-se a clorofila, restando apenas carotenóides e xantofilas.

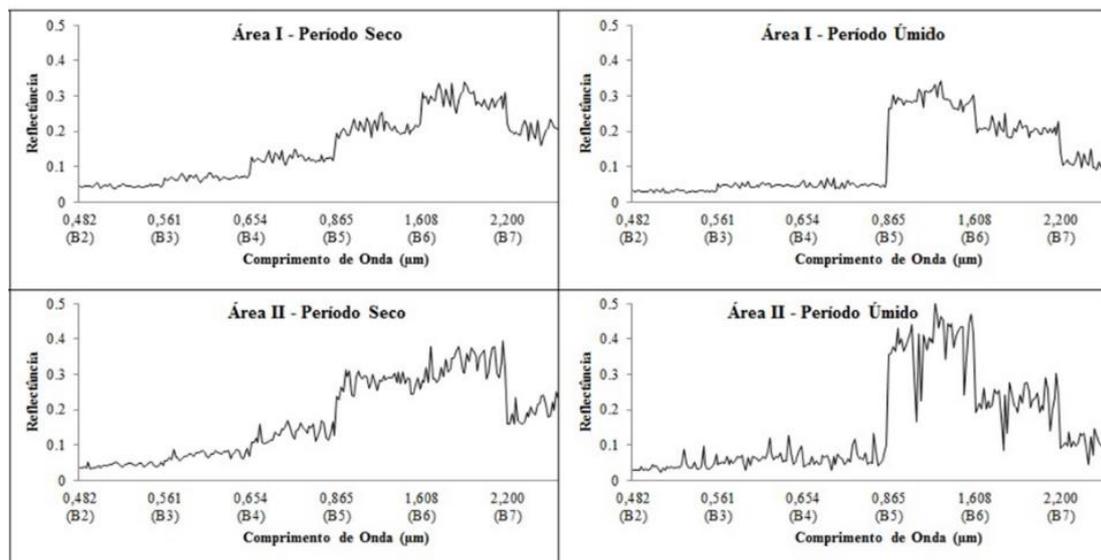


Figura 1. Assinatura espectral da vegetação dos fragmentos avaliados, com dados do satélite Landsat 8, no Período Seco e Úmido, município de Floresta – PE (2018)

A vegetação verde é caracterizada por picos de reflectância, especialmente na região do Infravermelho Próximo (Ponzoni *et al.*, 2012). Esta condição é observada no período úmido, em ambas as áreas, ocasionada pela maior presença de vegetação, visto que as chuvas proporcionam o desenvolvimento da folhagem e uma copa mais densa. Logo, a assinatura espectral da FTS no período úmido está de acordo com o comportamento esperado para uma vegetação sadia. Por outro lado, a FTS no período seco apresentou um padrão de resposta espectral diferenciado. O comportamento do solo arenoso exposto corresponde a um aumento gradual e constante, similar ao observado para o período seco nas áreas I e II. A resposta do solo arenoso na região do visível é maior que na vegetação verde, conforme observado nesse período. Deste modo, verificou-se uma maior influência do solo na resposta espectral quando comparado ao período úmido, modificando sensivelmente o comportamento da vegetação em áreas de FTS.

A vegetação, no período seco, apresentou comportamento anômalo em relação ao déficit hídrico, posto que ele desencadeia a senescência, resultando no aumento de massa seca e perda de boa parte da folhagem, além de uma maior exposição do solo, afetando, dessa forma, os valores de reflectâncias nesse tipo de fitofisionomia.

A banda B6 (Infravermelho médio – SWIR1/1.560-1.660 μm) foi a que apresentou os valores mais altos de reflectância, nos períodos úmidos da Área I e II e no seco da Área I, sendo a região do espectro eletromagnético que representou bem a caatinga em ambos os períodos. Southworth (2004), em estudos de dinâmica de uso e cobertura da vegetação em floresta seca, no México, verificou que as bandas do infravermelho, de um modo geral, corresponderam bem na discriminação de classes de uso e cobertura, em especial, à vegetação de FTS no período de estiagem, conforme verificado neste estudo.

VI Encontro Brasileiro de Mensuração Florestal

Para Fitz (2008), a região do espectro que compõe o infravermelho apresenta boa resposta, sobretudo, ao teor de umidade da vegetação, ou seja, quimicamente, espera-se que a diminuição da quantidade de água acarrete degradação de proteínas e de pigmentos fotossintetizantes, o que tornará a folha menos eficiente em absorver radiação eletromagnética nessa região espectral e isso, por sua vez, resultará no aumento dos valores do valor de reflectância. Jensen (2009) afirma que a água é um bom absorvedor de energia no infravermelho médio, uma vez que quanto maior a turgidez das folhas, menores as reflectâncias nessa faixa. Em contraste, à medida que o conteúdo de umidade das folhas diminui, a reflectância no infravermelho médio aumenta substancialmente, corroborando com os resultados encontrados.

CONCLUSÃO

A sazonalidade e o histórico do uso do solo influenciam na resposta espectral da vegetação, sendo preferível realizar estudos de variáveis biofísicas utilizando imagens orbitais e técnicas de sensoriamento remoto em FTS nos períodos secos.

A banda B6 é a região do espectro eletromagnético que melhor representa a vegetação de caatinga, independentemente da estação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alba, E.; Marchesan, J.; Tramontina, J.; Mello, E.; Silva, E.; Pereira, R. S. Uso de imagens de média resolução espacial para o monitoramento de dosséis de *Eucalyptus grandis*. **Scientia Agraria**, v. 18, n. 4, p.1-8, 2017. <https://doi.org/10.5380/rsa.v18i4.51944>.
- Andrade, E. M.; Guerreiro, M. J. S.; Palácio, H. A. O.; Campos, D. A. Ecohydrology in a Brazilian tropical dry forest: thinned vegetation impact on hydrological functions and ecosystem services. **Journal of Hydrology: Regional Studies**, v. 27, e100649, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2019.100649>.
- Barreto, T. N. A. **Avaliação de modelos e métodos geostatísticos para estimativa de biomassa em área de caatinga**. 2017. 100f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2017. Disponível em: http://www.ppgcf.ufpe.br/sites/www.ppgcf.ufpe.br/files/documentos/thyego_nunes_alves_barreto_1.pdf 19 Mai. 2023.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa. **Diagnóstico Ambiental do Município de Floresta, Pernambuco**. Rio de Janeiro: Embrapa, 2001. (Circular Técnica, 10). <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPS/11849/1/circular tecnica10diagambfloresta.pdf>. Acesso em: 11 Mai. 2023.
- Fitz, P. R. **Cartografia básica**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 144p.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Biomass e sistema costeiro-marinho do Brasil: compatível com a escala 1:250 000**. Rio de Janeiro: Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 2019. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101676.pdf>. Acesso em: 15 Mai. 2023.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 272p. (IBGE. Manuais Técnicos em Geociências, 1). Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv63011.pdf>. Acesso em: 18 Mai. 2023.
- Jensen, J. R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. São José dos Campos: Parêntese, 2009. 604p.
- Ponzoni, F. J.; Shimabukuro, Y. E.; Kuplich, T. M. **Sensoriamento remoto da vegetação**. 2.ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2012. 176p.
- Santos, M. S. **Influência de diferentes níveis de uso sobre a regeneração natural em ambiente de caatinga no município de Floresta, PE**. 2013. 54f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2013. Disponível em: http://www.ppgcf.ufpe.br/sites/www.ppgcf.ufpe.br/files/documentos/moises_silva_dos_santos.pdf 19 Mai. 2023.
- Southworth, J. An assessment of Landsat TM band 6 thermal data for analysing land cover in tropical dry

VI Encontro Brasileiro de Mensuração Florestal

forest regions. **International Journal of Remote Sensing**, v. 25, n. 4, p.689-706, 2004. <https://doi.org/10.1080/0143116031000139917>.

Swain, P. H.; Davis, S. M. **Remote sensing: the quantitative approach**. New York: McGraw-Hill, 1978. 396p.

Zhu, X.; Liu, D. Improving forest aboveground biomass estimation using seasonal Landsat NDVI time-series. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, v. 102, p. 222-231, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2014.08.014>.