

Sazonalidade do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) a partir de dados do sensor OLI em área de Caatinga e Pastagem

Cloves Vilas Boas dos Santos ¹
Gustavo Macedo de Mello Baptista ²
Magna Soelma Beserra de Moura ³

¹ Universidade Estadual de Feira de Santana - UEFS
Caixa Postal 252-294, Feira de Santana - BA, Brasil
clovesvilasboas@gmail.com

² Universidade de Brasília - UnB
Campus Darcy Ribeiro - Asa Norte, Caixa Postal 4465, CEP 70910-900, Brasília - DF, Brasil
gmbaptista@unb.br

³ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA
CEP 56302-970 - Petrolina - PE, Brasil
magna.moura@embrapa.br

Abstract: Remote Sensing has been used in surveys with greater frequency to allow the analysis of the surface without the contact with the targets, allowing to identify biophysical conditions of the vegetation and understanding its photosynthetic dynamics. This study aimed to analyze the seasonal behavior of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) in the Caatinga area. The study was carried out in an area with predominance of Caatinga and Pasture, in Petrolina-PE. We used 14 multispectral images of the OLI sensor representing rainy and dry periods between 2013 and 2015. NDVI was determined using the red and infrared bands. Precipitation (P) was recorded through a micrometeorological station in order to understand the relationship between NDVI and the occurrence of rainfall in the region. The results showed seasonal variations throughout the studied period, with higher NDVI values in January / 2014 for the Caatinga area reaching 0.628, and in June / 2014 for Pasture reaching 0.333. The lowest indexes occurred before the rainy season, with 0.313 in September / 2014 in the Caatinga and 0.128 in October / 2013 in the Pasture. The NDVI and P ratio in the studied areas showed similarity between May / 2013 and June / 2014, and January / 2015, differing in September / 2014 and between August and November / 2015, when the lowest precipitation values. This is justified by the reduction of the photosynthetic activity of the plants in this period, with the absence of water in the soil. Therefore, with the use of multispectral data it was possible to analyze the photosynthetic dynamics of the vegetation, identifying that this dynamics is related to the rainfall.

Palavras-chave: remote sensing, image processing, spectral index, caatinga biome, sensoriamento remoto, processamento digital de imagem, índice espectral, bioma caatinga.

1. Introdução

Há um grande interesse no desenvolvimento de sistemas mais eficazes para o monitoramento da dinâmica da vegetação para que haja uma melhor compreensão das interações entre a biosfera e a atmosfera. Portanto, é fundamental que essas tecnologias tenham uma alta cobertura e um baixo custo.

Processos naturais como a dinâmica da atividade fotossintética das plantas servem como indicador para a compreensão da sazonalidade de uma vegetação. Segundo Jensen (2009), esse processo de geração de “alimento” por meio da fotossíntese é um fator determinante na forma como a folha ou um dossel vegetal irá aparecer radiometricamente nas imagens de sensoriamento remoto.

O sensoriamento remoto vem sendo uma alternativa para o monitoramento da dinâmica da vegetação, associado às técnicas de processamento digital de imagem. Segundo Epiphany et al. (1996), nas suas aplicações, os índices de vegetação são transformações lineares de bandas espectrais na faixa do vermelho ou infravermelho próximo, e de acordo com Ferraz et al. (2007),

com eles se podem ter estimativas confiáveis da atividade fotossintética da vegetação, sendo o uso dos seus valores espectrais, um bom parâmetro para compreender a dinâmica fotossintética por meio do vigor de uma cultura.

Com esses índices avalia-se a reflectância dos dosséis da vegetação, e um dos mais empregados é o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) proposto por Rouse et al. (1973). De acordo com Mascarenhas et al. (2008), ao realçar o contraste da radiação refletida nos intervalos espectrais do vermelho e do infravermelho, que é proporcional a atividade da fotossíntese, o NDVI favorece uma fácil visualização das diferentes fitofisionomias da vegetação. Sua aplicação vem ocorrendo em diversos estudos ambientais e cada vez com uma maior frequência, em vários biomas, inclusive na Caatinga, que é um bioma único, situado em sua grande maioria na Região Nordeste, e que apresenta características climáticas distintas em relação a outros biomas. De acordo com Vieira et al. (2009), o Bioma Caatinga possui regiões com grande potencial para o desenvolvimento de atividades produtivas, apesar dos baixos índices pluviométricos ocorrentes, que segundo Rocha et al. (2011), possui uma grande variabilidade espacial e temporal dos períodos de ocorrência das precipitação intercalando anos chuvosos e secos.

Em função da extensão do Bioma Caatinga, e de sua representatividade, é necessário desenvolver estudos utilizando técnicas de sensoriamento remoto que visem a criação de modelos que permitam visualizar o espaço como um todo, inferindo sobre os processos biofísicos da vegetação por meio da interação que ocorre entre a energia eletromagnética e o alvo. Assim, o objetivo desse estudo foi analisar o comportamento sazonal do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) aplicado a uma área de Caatinga e Pastagem, a fim de compreender a dinâmica da vegetação por meio dos índices espectrais e sua relação com a precipitação pluviométrica.

2. Metodologia do Trabalho

2.1. Área de Estudo

O estudo foi realizado em uma área com predominância de Caatinga e outra área cultivada com Pastagem (Figura 1), localizadas na Estação Experimental da Embrapa Semiárido, no município de Petrolina-PE.

Assim como as demais regiões semiáridas, a área estudada é caracterizada por possuir altas temperaturas e baixos índices pluviométricos, e isso vem a influenciar a dinâmica fotossintética. Segundo Souza et al. (2015), a temperatura média anual na região apresenta-se em torno de 26°C, com uma precipitação anual em torno de 510 mm. De acordo com Oliveira et al. (2006), as chuvas são concentradas entre os meses de novembro e abril, indicando a existência de uma estação seca intensa e duradoura.

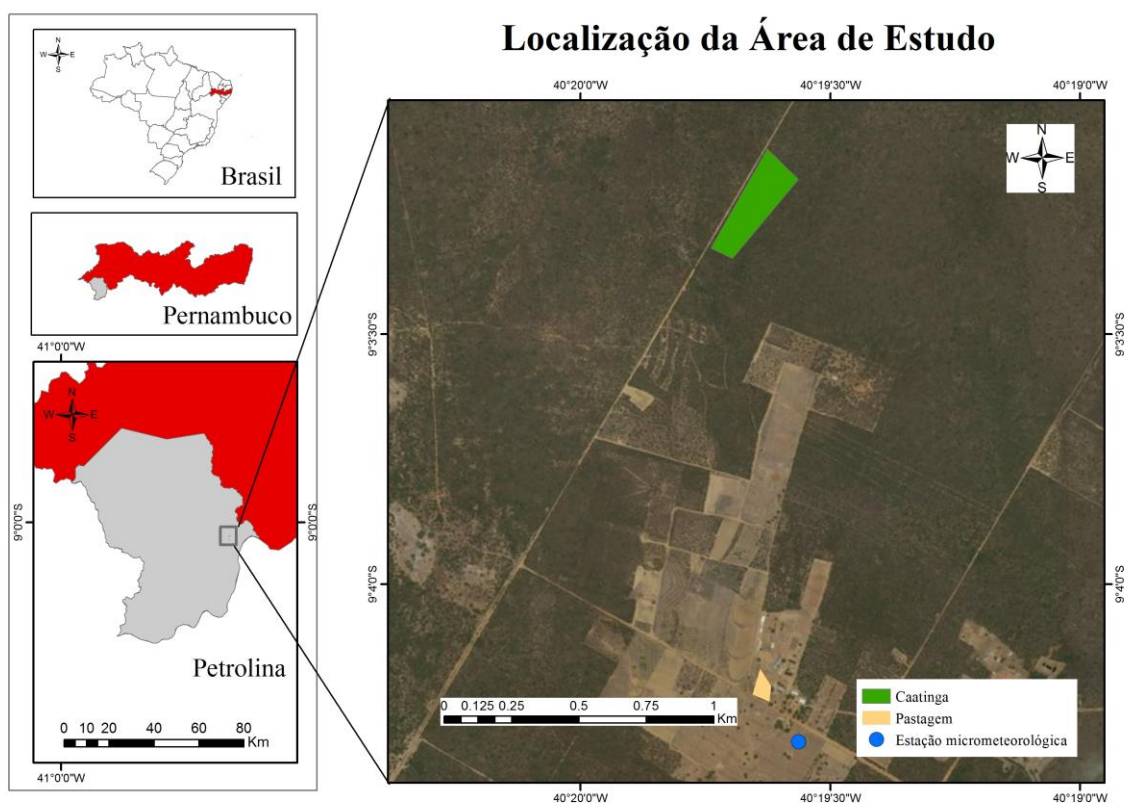


Figura 1: Mapa com a localização das áreas estudadas.

2.2. Processamento Digital de Imagens e a determinação do Índice de Vegetação

Utilizou-se como base espacial 14 cenas do sensor Operational Land Imager - OLI (Landsat-8), ponto/órbita 217/66, obtidas entre os anos de 2013 a 2015. O critério de seleção das cenas desse período foi o de eliminação de imagens com presença de nuvens nos pixels estudados. Para o pré-processamento digital de imagens foi utilizado o Software ENVI 5.2, realizando primeiramente a conversão dos números digitais (ND) em radiância, e em seguida a correção dos efeitos atmosféricos utilizando o módulo FLAASH que se baseia no modelo de transferência radiativa MODTRAN. No processamento digital das imagens foi determinado o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) proposto por Rouse et al. (1973), que segundo Baptista (2003), trata da razão da diferença normalizada pela soma dos valores situados no pico de reflectância no início do infravermelho próximo e na feição espectral do vermelho que ocorre nos espectros de vegetação sadia.

O índice espectral NDVI foi determinado por meio da seguinte equação (1):

$$NDVI = \frac{(R_5 - R_4)}{(R_5 + R_4)} \quad (1)$$

Onde R_i representa o valor de reflectância da banda espectral (i) do sensor *Operational Land Imager* do Landsat 8.

3. Resultados e Discussão

O perfil sazonal da dinâmica da vegetação das áreas em estudo, a partir da análise do NDVI para os três anos, são apresentados na figura 2. O padrão de índice ao longo do período estudado, identifica picos de intensidade nos meses onde ocorreram chuvas em meses anteriores, quando comparados os picos de índice (NDVI) na figura 2, com dados pluviométricos na figura 3. O comportamento do índice na área de Caatinga mostrou alta

atividade fotossintética nas estações chuvosas da região como janeiro de 2014 e de 2015. Para a área de Pastagem essa atividade estava em janeiro de 2014 e de 2015, e em junho/2014. Nas outras épocas houve diminuição gradual da atividade fotossintética com a chegada do período mais seco.

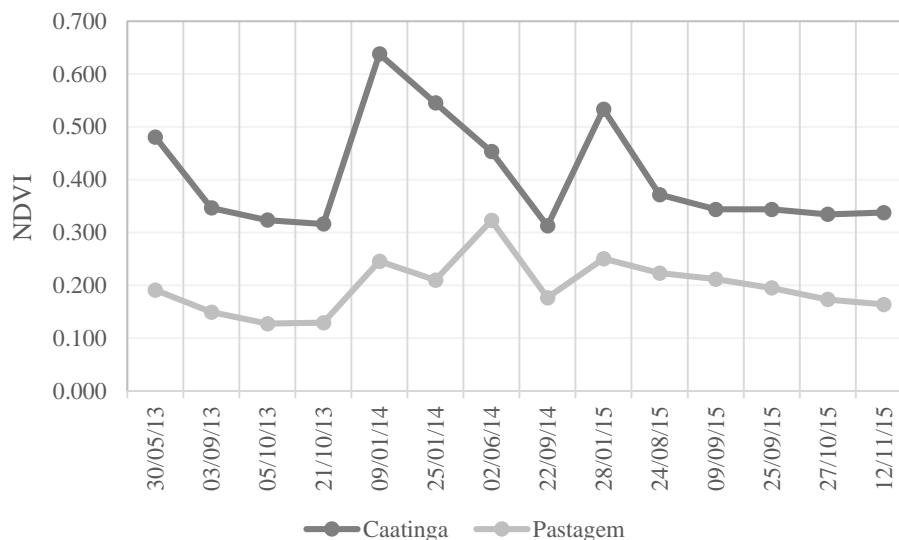


Figura 2. Padrão sazonal da vegetação no anos de 2013 a 2015 a partir da análise do NDVI para a área de Caatinga e Pastagem. A figura apresenta maiores intensidades nos valores do índice concentrados nos períodos chuvosos do ano.

Observa-se também uma tendência de decréscimo nos valores de índice na Caatinga que vão da estação chuvosa, no início do ano, à estação seca, no final, na qual, na região, são registrados os menores valores de precipitação. No caso da Pastagem, o padrão sazonal se apresenta de forma semelhante, a exceção em junho/2014, por possuir um valor mais expressivo, isso em função da precipitação ocorrida nos meses anteriores. Isso é justificado em função da Caatinga não manter um regime de chuvas regulares, no qual é natural se tratando das condições climáticas dessas regiões. Lima Junior et al. (2014) afirmam que a irregularidade de chuvas da Caatinga interfere na produção da biomassa nessas áreas, apresentando grandes variações, tanto espacial como sazonal.

A figura 3 apresenta a precipitação pluviométrica total mensal da área em estudo durante os anos de 2013 a 2015.

Precipitação Pluviométrica

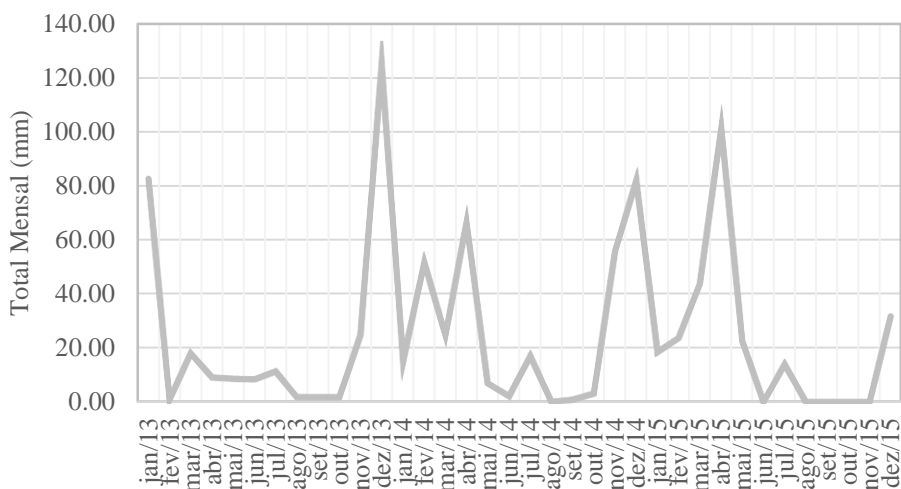


Figura 3: Total mensal de Precipitação durante o período de 2013 a 2015. Dados da Estação micrometeorológica na Caatinga pertencente a Embrapa Semiárido. A figura demonstra que a precipitação pluviométrica da região está concentrada entre os meses de novembro a abril.

Pode-se verificar na figura 3 que ocorrem valores de precipitação inferiores a 20,0 mm, que resulta um déficit hídrico em maior parte do ano, o que é natural para ambientes semiáridos, e com isso os valores de índice nas áreas do presente estudo apresentam bastante variabilidade ao longo do período, com intensidades maiores nas cenas registradas em janeiro para a Caatinga, e em janeiro e junho para Pastagem.

A média dos índices variou entre 0,638 em janeiro/2014 e 0,316 em outubro/2013. Janeiro foi considerado um dos meses chuvosos na região, e a intensidade dos valores de NDVI em 2014 e 2015 que foram encontradas é justificado pelo registro dos índices pluviométricos dos meses anteriores; já em outubro, que é um dos períodos mais secos da região, possuindo pouco registro de chuva. Para a área de Pastagem o NDVI apresentou médias que variaram entre 0,323 para o mês de junho/2014 a 0,128 para outubro/2013.

As menores médias nos valores registrados nos meses de setembro, outubro e novembro indicam que o índice tem grande relação com a atividade fotossintética, e o déficit hídrico influencia nesse processo. As áreas analisadas no presente estudo apresentaram valores de índice menores em relação a regiões mais densas, como os resultados apresentados por Pedroza da Silva e Baptista (2015), que determinaram NDVI variando entre 0,892 a 0,733 para área de Floresta primária e 0,319 a 0,294 em Pastagem, ambas na Amazônia.

Tanto a Caatinga como a Pastagem apresentaram diferentes intensidades, porém, há um padrão semelhante nos valores de NDVI em maior parte do período estudado.

De acordo com a figura 3, os maiores volumes de chuva ocorreram entre os meses de novembro/2014 a abril/2015, no entanto, houve também um considerável volume entre novembro/2013 a abril/2014, no qual veio a estabelecer nas cenas com data nesse período os valores de índice mais expressivos da análise.

A figura 4 apresenta a razão entre o NDVI e precipitação. Existe uma semelhança no comportamento no NDVI em relação a precipitação nas cenas entre maio/2013 e junho/2014, e em janeiro/2015, diferenciando em setembro/2014, e entre os meses entre agosto a novembro/2015, momento no qual que foram registrados os menores valores de precipitação.

Isso é justificado por meio da redução da atividade fotossintética das plantas nesse período mais seco, com a ausência de água no solo.

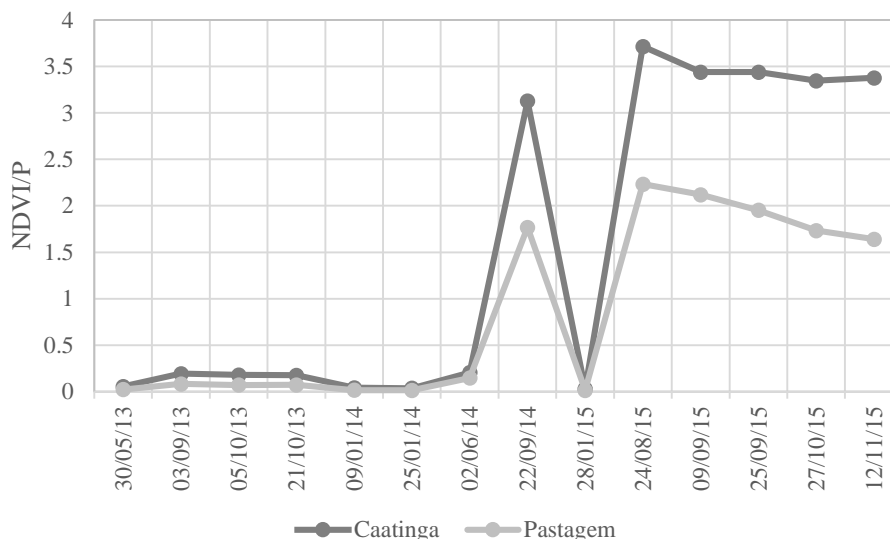


Figura 4: Razão entre NDVI e precipitação.

4. Conclusões

Por meio do padrão apresentado, com o índice de vegetação foi possível identificar que nos períodos chuvosos, nos primeiros meses do ano o índice responde bem a atividade fotossintética da vegetação, apresentando valores mais expressivos nesse período, compreendendo que por meio dos dados do sensor identificamos a dinâmica da vegetação em relação as chuvas ocorrentes.

O estudo apresentou resultados por meio do sensoriamento remoto multiespectral para uma área com vegetação de Caatinga e outra com Pastagem, com índices espectrais de vegetação que mostraram um padrão de comportamento da vegetação fotossinteticamente ativa fazendo uma relação direta com a precipitação pluviométrica.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), instituição financiadora da bolsa de mestrado do primeiro autor. À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/Centro de Pesquisa Agropecuária Trópico Semiárido (EMBRAPA/CPATSA), pelo apoio logístico com os dados de campo e à FACEPE pelo apoio financeiro junto ao Projeto Monitoramento dos fluxos de radiação, energia, CO₂ e vapor d'água e da fenologia em áreas de Caatinga: Caatinga-FLUX Fase 2 (Processo APQ 0062-1.07/15).

Referências Bibliográficas

Baptista, G. M. M. Validação da modelagem de sequestro de carbono para ambientes tropicais de cerrado, por meio de dados AVIRIS e HYPERION. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR) 04., 2003, Belo Horizonte. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2003. Artigos, p. 1037-1044. CD-ROM, On-line. ISBN 85-17-00017-X. Disponível em < <http://www.dsr.inpe.br/biblioteca/>>. Acesso em: 05 nov. 2016.

Epiphanyo, J. C. N.; Gleriani, J. M.; Formaggio, A. R.; Rudorff, B. F. T. Índices de vegetação no sensoriamento remoto da cultura do feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 6, p. 445-454, 1996.

Ferraz, P.; Ângulo Filho, R.; Piedade, S. M. S.; Monteiro, R. O. C. Influência do ângulo de visada na resposta espectral da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR),

04., 2007, Florianópolis. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2007. Artigos, p. 6335-6342. CD-ROM, On-line. ISBN 85-17-00031-7. Disponível em < <http://www.dsr.inpe.br/biblioteca/>>. Acesso em: 05 nov. 2016.

Jensen, J.R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. São José dos Campos: Parêntese, 2009. 604 p.

Lima Júnior, C.; Accioly, L. J. O.; Giongo, V.; Lima, R. L. F. A.; Sampaio, E. V. S. B.; Menezes, R. S.C. Estimativa de biomassa lenhosa da caatinga com uso de equações alométricas e índice de vegetação. **Scientia Forestalis**. v. 42, n. 102, p. 289-298, 2014.

Mascarenhas, L. M. A.; Ferreira, M. E.; Ferreira, L.G. Sensoriamento Remoto como instrumento de controle e proteção ambiental: Análise da cobertura vegetal remanescente na Bacia do Rio Araguaia. **Sociedade & Natureza**, v. 21, n 1, p. 5-18, 2009.

Oliveira, M. B. L.; Santos, A. J. B.; Manzi, A. O.; Alvalá, R. C. S.; Correia, M. F.; Moura, M. S. B. Trocas de energia e fluxo de carbono entre a vegetação de caatinga e atmosfera no nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.21, n. 3b, p.166-174, 2006.

Pedroza da Silva, S. C.; Baptista, G. M. Análises Espectrais da Vegetação com dados Hyperion e sua relação com a Concentração e o Fluxo de CO₂ em diferentes ambientes na Amazônia Brasileira. **Boletim de Ciências Geodésicas**, v.21, n. 2, p.354-370, 2015.

Rocha, A. P. T.; Abreu, B. S.; Furtado, D. A.; Baracuhy, J. G. V.; Fernandes Neto, S. **Manejo integrado de bacias hidrográficas no semiárido brasileiro**. Campina Grande: EPGRAF, 2011. 511 p.

Rouse, J. W.; Haas, R.H., Schell, J.A.; Deering, D.W., "Monitoring Vegetation Systems in the Great Plains with ERTS". In: Proceeding of ERTS-1 Symposium. **Anais ...** NASA, United States, n. 3. p. 309-317, 1973.

Souza, L. S. B.; Moura, M. S. B.; Sediayama, G. C.; Silva, T. G. F. Balanço de energia e controle biofísico da evapotranspiração na Caatinga em condições de seca intensa. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.50, n. 8, p. 627-636, 2015.

Vieira, G.; Sanquetta, C.R.; Kluppel, M. L. W.; Barbeiro, L. S. S. B. Teores de Carbono em espécies vegetais da Caatinga e do Cerrado. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, v.7, n.2, p.145-155, 2009.