

ANÁLISE MULTITEMPORAL DA VEGETAÇÃO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GRANDE – BA

Rémilton de Carvalho Aragão Soares ¹, Elvis Bergue Mariz Moreira ², José Yure Gomes dos Santos ³,
Valdeir Demetrio da Silva ⁴

¹²³⁴ Universidade Federal do Oeste da Bahia, Rua Bertioga, 892, Morada Nobre, Barreiras – BA,
remiltoaragao@hotmail.com¹; elvis.moreira@ufob.edu.br²; joseyure.santos@ufob.edu.br³; valdeir.silva@ufob.edu.br⁴

1. INTRODUÇÃO

RESUMO

A análise do índice de vegetação de uma bacia hidrográfica auxilia no entendimento das condições ambientais, fornecendo informações acerca das alterações do uso e ocupação do solo por ações humanas e ou naturais. No presente estudo, analisou-se multitemporalmente a cobertura verde da bacia hidrográfica do rio Grande, BA, mediante o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), utilizando imagens dos satélites Landsat 5 – TM e Landsat 8 – OLI, para o período de 1985 e 2018. Os resultados encontrados apontaram redução de 34% para a vegetação mais densa, aumento de 30% da vegetação menos densa e de 4% de solos expostos, demonstrando que as alterações nesses valores estão relacionadas principalmente com a intensidade das atividades antrópicas. A metodologia adotada foi eficaz na quantificação e no monitoramento espacial da vegetação em uma bacia hidrográfica.

Palavras-chave — Sensoriamento remoto; NDVI; Ações antrópicas.

ABSTRACT

The analysis of the vegetation index of a watershed assists in the understanding of the environmental conditions, providing information on the changes of the use and occupation of the soil by human and or natural actions. In the present study, the green cover of the Rio Grande basin, BA, using the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), was analyzed multitemporally using images from the Landsat 5 - TM and Landsat 8 - OLI satellites for the period of 1985 and 2018. The results showed a reduction of 34% for the dense vegetation, 30% increase of less dense vegetation and 4% of exposed soils, demonstrating that the changes in these values are mainly related to the intensity of the anthropic activities. The methodology adopted was effective in the quantification and spatial monitoring of vegetation in a river basin.

Key words — Remote Sensing, IVDN, Anthropogenic Actions.

Com o uso de técnicas de sensoriamento remoto é possível quantificar, monitorar e analisar os danos causados por ações antrópica e fenômenos da natureza, por meio da avaliação dos recursos naturais no decorrer do tempo [1]. Dessa forma, o sensoriamento remoto garante o mapeamento com abrangência de extensas áreas, com alta precisão, praticidade, rapidez e baixos custos para obtenção de dados.

As técnicas de sensoriamento remoto, juntamente com algoritmos de processamento de imagens, possibilitam a extração de dados de extensas áreas vegetadas [2]. Sendo possível o uso de metodologias adaptadas às condições específicas de cada região, e, assim, mensurar a disponibilidade de recursos naturais, monitorar possíveis ações ao meio ambiente, desflorestamentos, reflorestamentos, cobertura do solo, dentre outras aplicações.

Para análise da vegetação se faz necessário um estudo com imagens em datas diferentes, a fim de realizar-se a comparação dos elementos envolvidos no uso e ocupação do solo local [3]. Além disso, para a implantação de monitoramento da vegetação é necessário que haja uma estrutura de caracterização da vegetação a partir da análise e interpretação dos dados existentes em pesquisas bibliográficas.

O estudo de uma região a partir das técnicas de sensoriamento remoto é essencial para um prévio conhecimento e seu posterior planejamento. Dessa forma, a estimativa do índice de vegetação da bacia hidrográfica do rio Grande, associado a outros dados relevantes, proporciona uma análise da cobertura vegetal nas últimas décadas.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A bacia hidrográfica do Rio Grande (Figura 1), está situada no Oeste da Bahia, inserida nas coordenadas geográficas 10°10' e 13°20'S de latitude e 43°08' e 46°37'O de longitude, com uma extensão total de 76.974 mil quilômetros quadrados e população de aproximadamente 398 mil pessoas de acordo com levantamento do Censo demográfico de 2010 do IBGE.

Uma vez delimitada a bacia, a segunda etapa foi a escolha das imagens dos Satélites Landsat 5 TM e Landsat 8

OLI, em uma escala temporal de 33 anos, compreendendo os anos de 1985, 1995, 2008 e 2018. Essas imagens foram adquiridas no site da United States Geological Survey (USGS). Para o ano de 2008, as imagens foram adquiridas pelo site do Instituto Nacional de Pesquisa Espacial (INPE) devido a falhas para este ano no USGS. Optou-se pelas imagens do mês de junho, pois estas representam a cobertura vegetal logo após as chuvas.

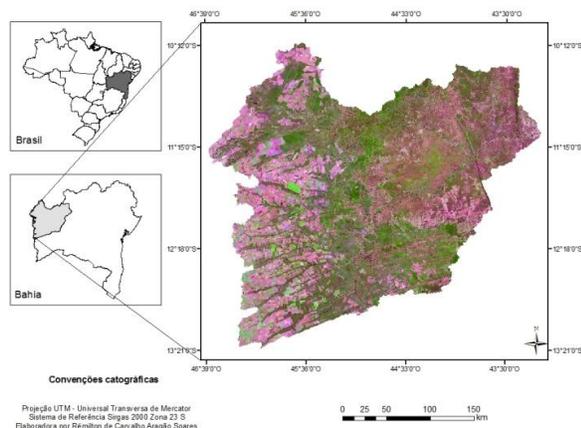


Figura 1. Localização da área objeto do estudo.

De acordo com [4] o NDVI é representado pelo cálculo da diferença entre a reflectância da faixa do infravermelho próximo (NIR) e a do vermelho visível (VIS), por ser a região mais absorvida pela clorofila, dividido pela soma das faixas de NIR e VIS, corrigindo parcialmente os efeitos da presença dos constituintes atmosféricos.

O NDVI tem valores com variação entre -1, em superfícies d'água, e 1, representando superfícies com vegetação densa. A equação para o NDVI foi proposta por [5], podendo ser representada da seguinte forma:

$$NDVI = \frac{\rho_{IVP} - \rho_v}{\rho_{IVP} + \rho_v}$$

Em que ρ_{ivp} são as reflectâncias das bandas 4 e 5 Landsat 5 e Landsat 8, respectivamente e ρ_v corresponde as reflectâncias das bandas 3 e 4 Landsat 5 e Landsat 8.

Para o cálculo das reflectâncias nas imagens do TM Landsat 5 foi necessário realizar o computo da radiação espectral para cada banda, L_{λ_i} , conforme equação proposta por [6].

$$L_{\lambda_i} = a_i + \frac{b_i - a_i}{255} \cdot ND$$

sendo a_i e b_i as radiancias espectrais mínima e máxima ($W m^{-2} sr^{-1} \mu m^{-1}$), ND é a intensidade do pixel e i corresponde às bandas 3 e 4, do TM Landsat 5.

Obtida a radiância, estimou-se a reflectância, conforme equação de [7].

$$r_{p_i} = \frac{L_{\lambda} \cdot \pi}{K_{\lambda} \cdot \cos Z \cdot d_r}$$

Em que r_{p_i} é reflectância planetária da banda i; Z é o ângulo zenital solar; e d_r é o inverso do quadrado da distância relativa Terra-Sol (em unidade astronômica - UA), dada por [8].

$$d_r = 1 + 0,033 \cos \left(\frac{2\pi}{365} DSA \right)$$

DSA é o dia sequencial do ano.

A conversão das bandas 4 e 5 do OLI Landsat 8 em valores de reflectância foi realizada conforme equação abaixo:

$$\rho_{\lambda} = M_{\rho} Q_{cal} + A_{\rho}$$

Em que M_{ρ} corresponde ao fator multiplicativo de reescalonamento para cada banda (0.00002) e A_{ρ} corresponde ao fator aditivo de reescalonamento específico para cada banda (-0.1), ambos obtidos no metadados da imagem.

Foi calculado o percentual da quantidade de pixels em cada intervalo dos valores do NDVI e relacionado através da regressão linear (R^2) com os anos analisados. Esse procedimento objetivou identificar tendência de aumento e/ou diminuição das classes de vegetação na escala temporal.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conforme pode ser observado, a (Figura 2) representa as imagens da distribuição espacial dos valores do NDVI entre os anos de 1985 a 2018 na bacia hidrográfica em análise. Os maiores valores representados na classe em cor verde escuro, apresentou intervalos $> 0,81$, sendo destacadas pela presença de feições com alto percentual vegetativo, enquanto as áreas com solo exposto e agricultáveis, representados na cor marrom, mostraram os menores valores ($< 0,20$).

Os valores de NDVI reduzem à medida que a coloração tende ao marrom ($< 0,20$), com valores maiores para as colorações laranja (0,21-0,35), amarela (0,36-0,50), verde oliva (0,51-0,65), verde musgo (0,66-0,80) e verde escuro para os pixels com valor de NDVI ($> 0,81$).

Há a presença maior de cores tendendo ao marrom nas imagens mais recentes, as quais representam baixos valores para o NDVI. Na imagem de 1985 é notório que uma parte considerável da região da Bacia apresenta NDVI acima de 0,53 (tons de verde), representando 39% do total de pixels e

que podem representar forte presença de vegetação nativa. É relevante considerar que os valores sofrem interferência em decorrência das épocas do ano, devido a não permanência da quantidade de precipitação pluviométrica.

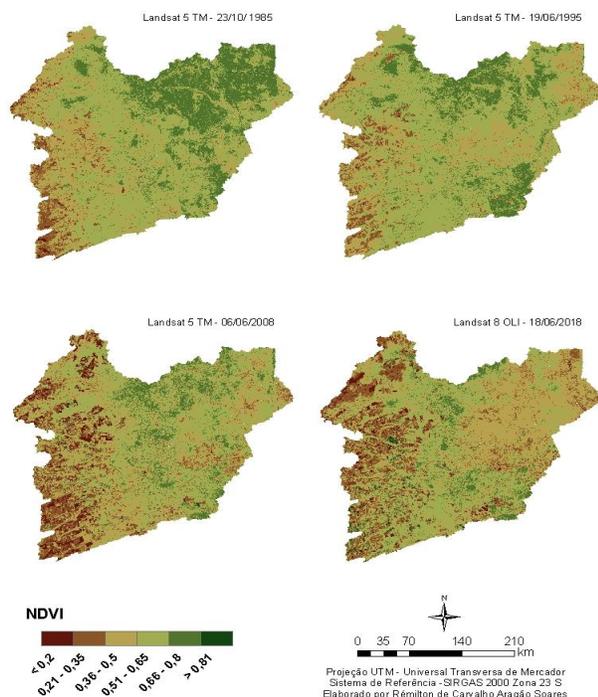


Figura 2. Imagens do NDVI na bacia hidrográfica do rio Grande em 06/1985; 06/1995; 06/2008 e 06/2018.

Detectou-se que áreas de solo exposto tem predominância na região do oeste da Bahia (órbita 220 e 221), sendo isso perceptível em todas as imagens. Isso pode ser justificado pelo desenvolvimento da agricultura, em razão das boas condições ambientais do local e o conseqüente crescimento do processo de degradação no decorrer do tempo.

A maior distribuição do NDVI nos anos analisados foi observado nas classes representadas pelos intervalos entre $< 0,20$ a $< 0,50$, indicando que ocorreu um aumento de 34% em percentuais de área agrícolas e/ou solo exposto, conforme pode ser verificada na (Figura 3), que apresenta a relação entre os percentuais de pixels e os anos, destacando um coeficiente de $R^2 0,9267$.

As classes com valores de NDVI $> 0,51$, representadas por áreas com maior adensamento vegetativo, apresentou uma redução de 34% entre os anos de 1985 a 2018, conforme pode ser observado um declínio linear na (Figura 4), destacando $R^2 0,9389$.

A (Figura 5) apresenta os valores médios para o NDVI e o desvio padrão, onde é possível verificar que não há uma grande variação nos valores médios das cenas nos períodos analisados: o menor valor foi encontrado para a imagem de 2018 (0,46) e a maior média foi encontrada na imagem de

1985 (0,54), podendo tal fato ser justificado pela maior presença de vegetação mais densa para o ano de 1985. Observa-se também no gráfico que o desvio padrão foi alto em todas as cenas, apresentando variação em torno da média com valores compreendidos entre 0,27 a 0,31.

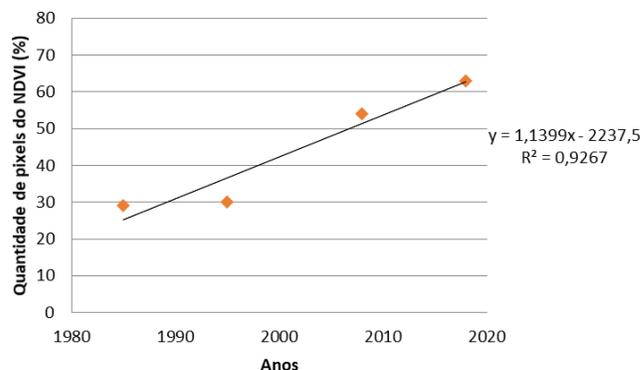


Figura 3. Relação entre a soma dos percentuais de pixels da classe ($< 0,20$ a $< 0,50$) em 1985, 1995, 2008 e 2018.

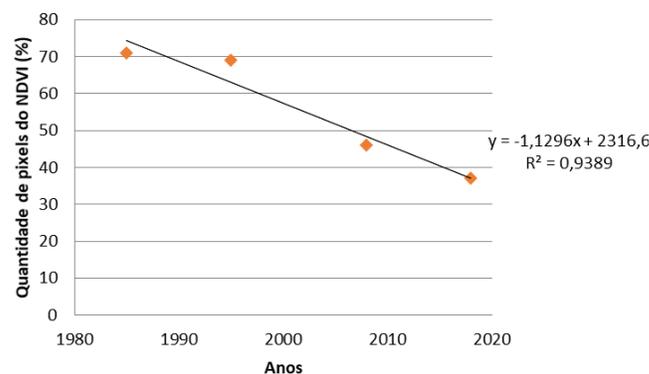


Figura 4. Relação entre o percentual de pixels das classes ($> 0,51$) em 1985, 1995, 2008 e 2018.

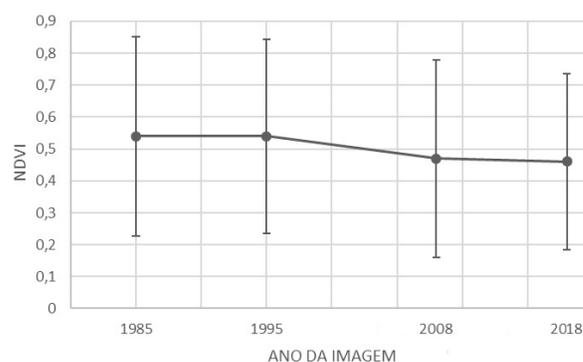


Figura 5. Gráfico dos valores médios e desvio padrão do NDVI em 1985, 1995, 2006 e 2018.

O alto valor para o desvio padrão das imagens se justifica pela cobertura e uso do solo ao longo da bacia hidrográfica do rio Grande, existindo cobertura densa e solo exposto, o que faz com que ocorra grande variação de valores para o NDVI. Os altos valores são nas áreas com maior vigor vegetativo, enquanto as áreas onde ocorre o uso do solo exposto para agricultura apresenta baixos valores, isso faz com que ocorra essa diferença entre o máximo e mínimo.

Os valores encontrados nesse trabalho apresentaram semelhança com a pesquisa realizada por [9] na bacia hidrográfica do rio Pajeú – PE através do satélite MODIS. Os autores encontraram NDVI com classes inferiores a 0,50 em feições com solo exposto e vegetação rasteira, e valores superiores a 0,51 em áreas com maior vigor vegetativo.

Outro estudo desenvolvido por [10], em uma área com a presença dos biomas Cerrado e Caatinga, considerou para a criação do mapa temático as seguintes classes para os valores do NDVI: -1 a 0 (água e sombra); 0 a 0,55 (solo exposto); 0,55 a 0,70 (vegetação esparsa); e 0,70 a 1 (vegetação densa).

[11], mostraram perfis temporais dos valores de NDVI em imagens Landsat 5 – TM nas classes solo exposto (< 0,22); cultura de verão (0,23 a 0,49); mata (0,63 – 0,80); e campo sujo (0,50-0,62). Os resultados destacaram alta porcentagem do intervalo 0,20 a 0,50 para os valores do NDVI, sendo justificada pela grande participação da agricultura no uso e ocupação do solo.

Com os resultados encontrados nas Figuras 4 e 5, é possível afirmar que ocorreu redução ao longo do tempo para a porcentagem dos valores de NDVI acima de 0,50, pois as imagens foram obtidas em épocas do ano semelhantes. Dessa forma, observou-se que o ano de 2008 foi o ano com maior precipitação, dentre os anos analisados, e, mesmo assim, é visível a redução nos valores > 0,51.

5. CONCLUSÕES

Através da análise multitemporal do NDVI, foi possível constatar que o intenso uso do solo destinado as práticas agrícolas na área em estudo, tem promovido alterações na cobertura verde, destacando redução de 34% na classe com vegetação nativa de maior densidade (> 0,50) e aumento de 34% nas classes com vegetação esparsa e/ou solos expostos, situados entre os intervalos (< 0,20 a < 0,50).

6. REFERÊNCIAS

[1] Costa, B.C.P., Sensoriamento Remoto em Suporte ao Mecanismo de Desenvolvimento Limpo(MDL) em Manguezais do Litoral Setentrional do Rio Grande do Norte, Brasil, Natal/ RN. Tese de Doutorado (Programa de Pós-graduação em Ciência e Engenharia de Petróleo).

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), 126 p, 2016.

[2] Uda, P.K., Análise Da Evapotranspiração Potencial Distribuída Por Meio De Imagens Ndvi, Na Bacia Do Rio Negrinho - SC. Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental–Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis (SC), 134p, 2010.

[3] Gomes, D.D.M.; Mendes, L.M.S.; Medeiros, C.N. e Veríssimo, C.U.V., Análise multitemporal do processo de degradação da vegetação da bacia hidrográfica do Rio Jaibaras no Estado do Ceará. Geografia Ensino & Pesquisa, Santa Maria, v. 15, n.2, p. 41-62, maio./ago. 2011.

[4] Rouse, J.W.; Haas, R.H.; Schell, J.A.; Deering, D.W.; Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. NASA, p. 309–317, 1973.

[5] Ponzoni, F.J.; Shimabukuro, Y.E., Sensoriamento Remoto no Estudo da Vegetação. São José dos Campos, SP: Parêntese, 176 p, 2007.

[6] Markham, B. L.; Baker, J. L. Thematic mapper bandpass solar exoatmospherical irradiances, Int. Journal of Remote Sensing, v. 8, n. 3, p. 517-523, 1987.

[7] Allen, R. G.; Tasumi, M.; Trezza, R. SEBAL (Surface Energy Balance Algorithms for Land). Advance Training and Users Manual – Idaho Implementation, VERSION 1.0, 97p., 2002.

[8] Iqbal, M. An Introduction to Solar Radiation. Academic Press, New York, Pages: 223, 1983.

[9] Ribeiro, E.P.; Nóbrega, R.S.; Filho, F.O.M.; Moreira, E.B., Estimativa dos índices de vegetação na detecção de mudanças ambientais na bacia hidrográfica do rio Pajeú. Geosul, Florianópolis, v. 31, n. 62, p 59-92, 2016

[10] Nery, C.; Oliveira, D.; Abreu, L., Estudo comparativo entre os índices NDVI obtidos a partir de sensores Landsat 5 –TM e resoucesat – liss III. Caminhos de Geografia, Uberlândia-MG, V.14, n°46, p.160-167, Jun.2013.

[11] Petrini, M.; Arraes, C.; Rocha J., Comparação entre perfis temporais de NDVI e NDVI ponderado em relação ao uso da terra, In anais: Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, 30 de Abril a 05 de Maio, Curitiba –PR, Curitiba: INPE, p. 452-457, 2011.