

ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DA BARRAGEM BROTAS, ALTO CURSO DO RIO PAJEÚ – PE, MUNICÍPIO DE AFOGADOS DA INGAZEIRA

Carla Barbosa da Silva¹, Ana Lúcia Bezerra Candeias², Leidjane Maria Maciel de Oliveira³, Débora Natália Oliveira de Almeida⁴, Mirelly de Oliveira Farias⁵

^{1,2,3,4,5} Universidade Federal de Pernambuco, Brasil

Comissão IV – Sensoriamento Remoto, Fotogrametria e Interpretação de Imagens

RESUMO

A utilização do Sensoriamento Remoto e do Processamento Digital de Imagens possibilitam a inspeção da dinâmica espaço-temporal de parâmetros biofísico, como por exemplo o NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) que é um método aplicado para análise da vegetação, permitindo a investigação temporal da cobertura vegetal em dada área estudada. O objetivo do presente trabalho realizar um método comparativo entre imagens de satélite com escalas temporais distintas para estudo ambiental, especificamente no trecho que compreende a Barragem Brotas, alto curso, localizada no município de Afogados da Ingazeira no Estado de Pernambuco. Os resultados obtidos mostraram um aumento de solo exposto entre os anos de 2007 e 2010 e a retirada da vegetação pode comprometer o corpo hídrico da barragem Brotas, devido ao assoreamento de suas margens.

Palavras chave: Geoprocessamento, Fotogrametria, Imagens.

ABSTRACT

The use of Remote Sensing and Digital Image Processing make it possible to inspect the spatiotemporal dynamics of biophysical parameters, such as the NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), which is a method applied to vegetation analysis, allowing temporal investigation of the vegetation cover in a given area studied. The objective of the present work is to perform a comparative method between satellite images with distinct temporal scales for environmental study, specifically in the stretch that includes the Brotas Dam, high course, located in the city of Afogados da Ingazeira in the State of Pernambuco. The results obtained showed an increase of soil exposed between the years 2007 and 2010 and the removal of vegetation can compromise the water body of the Brotas dam, due to the silting of its banks.

Keywords: Geoprocessing, photogrammetry, Images.

1- INTRODUÇÃO

De acordo com as constantes mudanças que o meio ambiente sofre, se faz necessário a compreensão dos fenômenos que causam essas alterações, através de observações em escalas temporais e espaciais. Com a ajuda do Sensoriamento Remoto pode-se coletar dados por meio de sensores remotos e de forma mais efetiva monitorar tais fenômenos.

Segundo Moraes, (2002), o Sensoriamento Remoto trata-se de um conjunto de atividades que possibilita a aquisição de objetos na superfície terrestre, sem precisar de contato direto com os mesmos. De acordo com essas atividades, as mesmas podem ser descritas como detecção, aquisição e análise da energia eletromagnética emitida ou refletida pelos objetos terrestres e registradas por sensores remotos, onde esta energia é também chamada de radiação eletromagnética.

O NDVI (Normalized Difference of Vegetation Index) é um elemento importante para o

estudo de mudanças climáticas, utilizando a vegetação como índice de cálculo, atribuindo à área estudada um determinado valor que dependerá do estado em que se encontra essa vegetação (Lopes *et al.*, 2010). A importância desse tipo de análise é gerenciar de forma adequada impactos ambientais, como por exemplo, o que ocorre na Barragem Brotas onde existe a prática de retirada de água do reservatório por carros pipa. Também com o NDVI é possível fazer a análise de solo exposto, a poluição ambiental e a degradação da vegetação nativa no entorno. Nesse contexto com o auxílio do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada, pode-se monitorar e identificar mudanças na cobertura vegetal do sertão pernambucano que tem sofrido com as longas estiagens e os corpos hídricos, por consequência, são afetados. Algumas medidas para assegurar água nas nascentes e nos corpos hídricos têm sido estudadas, por exemplo, pelo CECOR (Centro de Educação Comunitária Rural) onde percebeu-se que a manutenção da vegetação na área pode auxiliar na retenção da água.

O objetivo do estudo em questão é determinar a espacialização dos índices de vegetação na bacia hidrográfica do Rio Pajeú para determinar as mudanças do índice de vegetação e detectar a variação da cobertura do solo realizando uma comparação com os anos de 2007 e 2010, através de imagens do sensor LANDSAT 5 TM.

2- METODOLOGIA

2.1- Área de estudo

A área de estudo compreende a bacia hidrográfica do Rio Pajeú localizada entre 07° 16'20" e 08° 56' 01" de latitude sul e 36° 59'00" e 38° 57'45" de longitude oeste, formando a Unidade de Planejamento Hídrico UP9 (APAC, 2017), especificamente no trecho que compreende a Barragem Brotas, alto curso, localizada no município de Afogados da Ingazeira no Estado de Pernambuco.

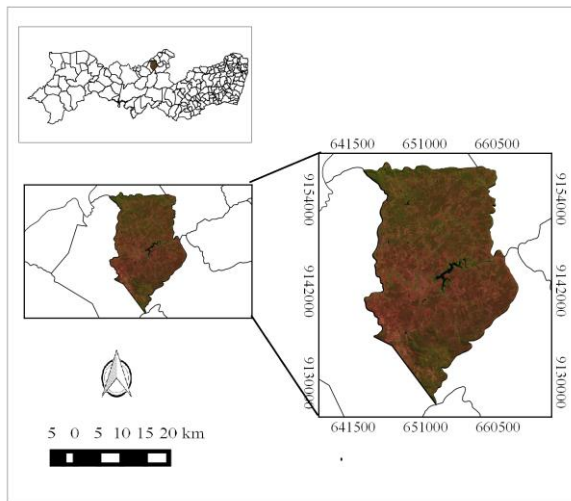


Fig.1 – Mapa de localização de Afogados da Ingazeira.

Sabe-se que o município se situa na Microrregião do Sertão do Pajeú e é banhado pelas águas do rio Pajeú, sendo este caracterizado por ser do tipo intermitente, variando o volume de água em seu curso nas épocas de inverno e verão, porém o sertão de Pernambuco padece com as longas estiagens, afetando os corpos hídricos. O nível de armazenamento na barragem Brotas em sua inauguração foi de 21 milhões de metros cúbicos mas conta hoje com 19,6 milhões de metros cúbicos devido ao assoreamento de suas margens, de acordo com a prefeitura do município.

2.2 – Processamento das imagens

Foram utilizadas imagens do satélite Landsat 5, sensor TM, adquiridas na instituição científica USGS (*United States Geological Survey*), referentes aos dias 19/07/2007 e 24/05/2010, na órbita 215 e ponto 65. A Tabela 1 detalha as características das imagens para o referido processamento dos índices de

vegetação utilizando-se o software livre QGIS versão 2.8.7.

TABELA 1 – Características das Imagens

Data	Hora	Ângulo de Elevação do sol	Cos	dr
19.07.2007	00:15:00	48,49239832	0,7491	0,9684
24.05.2010	09:45:59	49,69150624	0,7628	0,9739

Utilizou-se o software livre QGIS na versão 2.8.7, para o processamento das imagens coloridas e do NDVI. A imagem colorida (composição RGB) é obtida a partir do empilhamento das bandas 5, 4 e 3. Após a composição das bandas aplicando o RGB, obtém-se o Índice de Vegetação da Diferença Normalizada, NDVI. A princípio é feita a calibração radiométrica, que consiste na conversão do ND (Número Digital) de cada pixel da imagem em radiação espectral monocromática (L_{λ_i}) e a calibração é efetivada segundo a equação (Markham & Baker, 1987):

$$L_{\lambda_i} = a_i + \frac{b_i + a_i}{255} ND \quad (1)$$

onde “a” e “b” são as radiâncias espectrais mínimas e máximas ($Wm^{-2} sr^{-1} \mu m^{-1}$) adquiridos em Chander e Markham (2007); ND é a intensidade do pixel (número digital – número inteiro de 0 a 255); e “i” corresponde a cada banda do satélite Landsat 5 – TM. Com isso é possível adquirir os valores de radiância para as bandas TM-5, TM-4 e TM-3 que correspondem no espectro eletromagnético ao infravermelho médio, infravermelho próximo e ao vermelho respectivamente para o TM-Landsat 5. A partir daí, calcula-se a reflectância, determinada pela razão entre o fluxo de radiação refletida e o fluxo de radiação incidente para cada banda, conforme a equação de Allen *et al.* (2007) temos:

$$\rho_{\lambda_i} = \frac{\pi L_{\lambda_i}}{k_{\lambda_i} \cos Z d_r} \quad (2)$$

Onde: L_{λ_i} é a radiância espectral de cada banda; k_{λ_i} é a irradiância solar espectral de cada banda no topo da atmosfera k_{λ_i} ($Wm^{-2} \mu m^{-1}$) obtidos em Allen *et al.* (2007); Z é o ângulo zenital solar e d_r é o quadrado da razão entre a distância média Terra – Sol (r_0) e a distância Terra – Sol (r) em um determinado dia do ano (DSA) e de acordo com Iqbal (1983) é dado por:

$$d_r = 1 + 0,033 \cos\left(\frac{DSA 2\pi}{365}\right) \quad (3)$$

em que DSA representa o dia sequencial do ano e o argumento da função cosseno está em radianos. Com os valores calculados no software, de radiância e de reflectância pode-se processar as imagens NDVI. Para o processamento é preciso inserir os dados de

reflectância das bandas 3 e 4, de acordo com as equações de Rouse *et al.* (1973), no software usando calculadora raster. Em seguida para avaliar a taxa de umidade da vegetação por meio de pixel a pixel através da razão entre a diferença das reflectâncias das faixas do infravermelho próximo (ρ_{IV}) e vermelho (ρ_V) com a soma das mesmas bandas 4 e 3 do TM Landsat 5, aplicou-se a equação abaixo:

$$NDVI = \frac{(\rho_{IV} - \rho_V)}{(\rho_{IV} + \rho_V)} \quad (4)$$

O NDVI é um indicador sensível da quantidade e condição da vegetação, cujos valores variam no intervalo de -1 a 1. Nas superfícies que contêm água ou nuvens, esta variação é sempre menor do que 0. (Rouse *et al.*, 1973).

3- RESULTADOS

Jensen (2009) afirma que a importância do NDVI a partir da sua aplicação é observada nas variações sazonais e interanuais da vegetação, colaborando para o seu monitoramento. Jensen (2009) assegura que a desvantagem do NDVI é a não linearidade, por ser um índice de razão e diante desse motivo pode apresentar uma maior influência dos efeitos ruidosos aditivos, como por exemplo, a radiação de trajetória atmosférica.

A partir das imagens correspondentes aos períodos de 19/07/2007 e 24/05/2010, pode-se fazer a análise espaço – temporal na Barragem Brotas. Os valores do NDVI na região central da bacia hidrográfica do Rio Pajeú apresentaram-se menores que 0 (zero) até 0,70 (Figura 3). Observa-se que tanto na Figura 2 quanto na 3, a área em cor azul corresponde ao corpo hídrico (NDVI<0) representado pelo reservatório denominado Barragem Brotas, situado na região de Afogados da Ingazeira. Este resultado condiz com Oliveira *et al.* (2013) quando detectaram NDVI negativo na bacia hidrográfica do rio Tapacurá especificamente na área do reservatório de água.

Segundo Huete & Tucker (1991), os números representativos para NDVI referentes a solos expostos são, geralmente, no intervalo de 0,005 a 0,30, contudo por razões de propriedades óticas do solo, não se pode determinar uma faixa rigorosa de valores de NDVI para solos com baixa densidade ou nenhuma vegetação. A região limitada com NDVI entre 0,24 a 0,30 constituem regiões com vegetação estressada ou área degradada pela ação antrópica, evidenciando o centro urbano do município em questão e no comparativo das figuras percebe-se o aumento de solo exposto na região do município. Para o intervalo de 0,60 a 0,70 percebe-se a resposta da atividade vegetal, com altos índices de clorofila da vegetação nativa. De acordo com a tabela 2 abaixo, tem-se os valores estatísticos de mínimo, máximo e desvio padrão dos

seus respectivos índices de vegetação calculados para os respectivos anos de 2007 e 2010.

TABELA 2 – Valores estatísticos.

Índice (NDVI)	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Ano 2007	0,229	0,642	0,436	0,124
Ano 2010	0,250	0,659	0,454	0,122

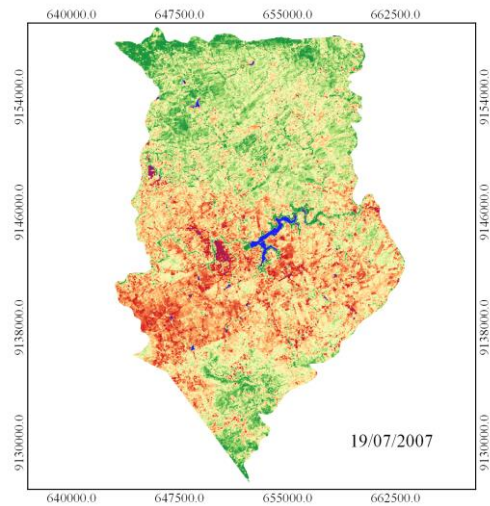


Fig.2 – NDVI do ano de 2007.

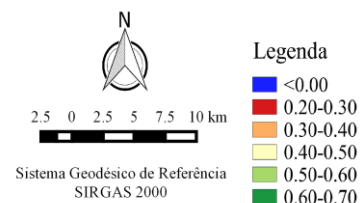
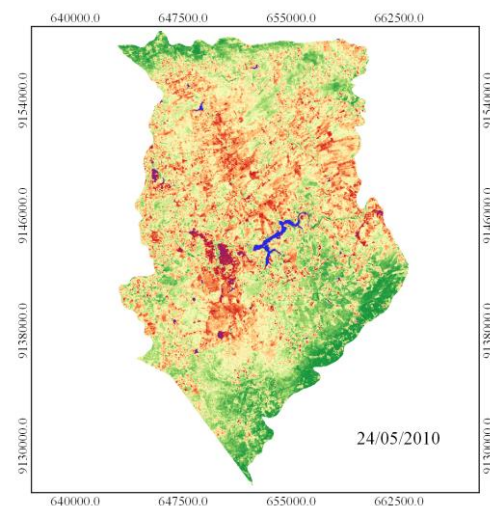


Fig.3 – NDVI do ano de 2010.

4- CONCLUSÕES

O NDVI mostra a eficiência no que se refere a caracterização de feições naturais que compõem a área de estudo, principalmente a barragem Brotas. Através dessa pesquisa utilizando as imagens do Landsat 5, no período de três anos, foi possível identificar visualmente que houve o aumento de solo exposto, causado por ações antrópicas e degradação ambiental na área total do município. Se faz necessário a preservação da vegetação do tipo Caatinga, pois ela retém a água e assegura a preservação dos corpos hídricos, evitando desta forma o assoreamento das suas margens.

5- BIBLIOGRAFIA

Agência Pernambucana de Águas e Climas - APAC. Sistema de Informação Geográfica. Disponível em: <<http://www.apac.pe.gov.br/sighpe/>>. Acesso: Setembro de 2017.

FERREIRA, J.M.S.; FERREIRA, H.S.; DA SILVA, H.A.; DOS SANTOS, A.M.; GALVÍNCIO, J.D.; 2012. Análise Espaço – Temporal da Dinâmica da Vegetação Caatinga no Município de Petrolina – PE. Revista Brasileira de Geografia Física. Vol., Nº04 904-922.

GUSMÃO, A. C. V. L.; SILVA, B. B. DA; OLIVEIRA, L. M. M. de; COELHO, V. H. R. Índice de Vegetação e Temperatura da Superfície por Sensoriamento Remoto para o Sertão do São Francisco. XXI Simpósio.

Lopes, A.S.; Silva, H.P.; Araujo, I.R.; Alencar, B.P.B.; Melo, A.L. Utilização de imagens de satélites e dados meteorológicos visando o monitoramento de mudanças climáticas. In: III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, Recife, PE. 2010, p. 001-004.

MARKHAM, B.L.; BARKER, L.L. Thematic mapper bandpass solar exoatmospherical irradiances. International Journal of Remote Sensing, n.3, pp.517-523, 1987.

NOVAIS, L. R.; LIMA, A. da C.; RODRIGUES, J. A.; COSTA, A. M. dos S.; BORGES, E. F.; ANJOS, C. S.

Análise da vegetação da Área de Preservação Ambiental de São Desidério - BA, a partir do NDVI e NDWI. In: Anais do Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), INPE, pp. 1888 – 1894, 2011.

OLIVEIRA, M. M. DE; MONTENEGRO, S. M. G. L.; SILVA, B. B. DA; MOURA, A. E. S. S. DE; GUSMÃO, A. C. V. E L.; SALGUEIRO, J. H. P. DE. B. Índices de vegetação por sensoriamento remoto na bacia hidrográfica do rio Tapacurá – PE, in Anais do XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, RS, nov. 2013.

OLIVEIRA, T.H.; SILVA, J.S.; MACHADO, C.C.C.; GALVÍNCIO, J.D.; NÓBREGA, R.S.; PIMENTEL, R.M.M. “Detecção espaço-temporal de estresse hídrico na vegetação do semiárido do nordeste do Brasil utilizando NDVI e NDWI – Estudo de caso Serra da Capivara e Serra do Congo – PI”, in Anais do VI Semiárido Latino Americano de Geografia Física. Coimbra, 2010.

PONZONI, F.J.; SHIMABUKURO, Y. Sensoriamento remoto no estudo da vegetação. São José dos Campos: A Silva Vieira Ed. 135 p., 2010.

ROUSE, J.W.; HAAS, R.H.; SCHELL, J.A.; DEERING, D.W. Monitoring the vernal advancement and retrogradation (green wave effect) of natural vegetation. Prog. Rep. RSC 1978-1. Remote Sensing Cent., Texas A&M Univ., College Station, 1973.

ROUSE, J.W.; Haas, R.H.; Schell, J.A.; Deering, D.W. Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS. In: Third ERTS Symposium, Proceedings, NASA SP-351, NASA, Washington, DC, v. 1, p. 309-317, 1973.

USGS – United States Geological Survey através do sítio <<https://earthexplorer.usgs.usgs.gov> > USGS Acesso: Setembro de 2017.

VASCONCELOS, R. S.; MONTEIRO, S. M. G. L.; MOURA, G. B. A.