

Análise da vegetação da Área de Preservação Ambiental de São Desidério - BA, a partir do NDVI e NDWI

Laíssa Rodrigues Novais¹
Amanda da Cunha Lima¹
Juliana Almeida Rodrigues¹
Anco Márcio dos Santos Costa¹
Elane Fiuza Borges¹
Camila Souza dos Anjos¹

¹ Universidade Federal da Bahia – UFBA/ICADS
Rua Prof. José Seabra, S/N, CEP 47805-100- Barreiras - BA, Brasil
{laissanovais, nanda_lima15, j.u.rodrigues, ancocosta}@hotmail.com;
elaneborges@gmail.com
camilasanjos@yahoo.com.br

Abstract. This paper was realization in the Area of Environmental Preservation of São Desidério, located in the western region of Bahia, with the aim of to analyse the vegetation cover using the NDVI and NDWI through satellite images TM/Landsat-5. The results obtained showed that the highest values of NDWI represent the vegetation that has higher water content in its internal structure and higher NDVI correspond to vegetation photosynthetic active. For the observed NDVI values between 0 and 0.7, while for NDWI values found are in the ranges -0.6 to 0.3. Comparing the two indexes, it was noticed that areas that have low values NDVI also have low values NDWI, indicating a vegetation with water stress and low chlorophyll. The regions that have higher values on both indexes have higher moisture and pigments responsible for photosynthesis process and the high reflectance of vegetation in the green wavelengths and absorption in the red of the visible range electromagnetic spectrum. Although the NDVI and NDWI differ in their results for the study area, it was noticed that in both the vegetation indexes is in high stage of degradation, despite being a conservation unit.

Key-words: remote sensing, NDVI, NDWI, APA de São Desidério, sensoriamento remoto, NDVI, NDWI, APA de São Desidério.

1. Introdução

O sensoriamento remoto tem se tornado uma importante tecnologia para obtenção de informações climáticas e ambientais, por possibilitar a análise sinóptica ou detalhada do objeto de estudo, pela velocidade no processamento dos dados e por ser baixo custo.

Para Ponzoni (2001) os índices de vegetação devem satisfazer uma série de critérios, tais como: maximizar os parâmetros biofísicos, normalizar efeitos externos, minimizar a contaminação da influência do solo, conduzir a geração de produtos que permitam a comparação das condições de vegetação em escalas globais. Todavia, ressalta o autor supracitado, não é possível integrar todas estas condições em um único índice de vegetação, daí a criação de diversos desses, cujas finalidades de avaliações de padrões são distintas, a exemplo do NDVI e o NDWI.

O mapeamento da vegetação na superfície terrestre tem recebido grande destaque devido aos diversos índices de vegetação utilizados nas mais diferentes fitofisionomias representativas dos biomas mundiais. Entre estes índices, tem se destacado o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e o Índice de Água por Diferença Normalizada (NDWI), (Oliveira *et al.*, 2010).

O NDVI tem sido utilizado para detectar os efeitos da sazonalidade, o estágio fenológico da vegetação, duração do período de crescimento, pico de verde, mudanças fisiológicas das folhas e períodos de senescência (Ponzoni e Shimabukuro, 2007). A avaliação da cobertura vegetal através dos índices faz-se necessária para monitorar as

mudanças sazonais e interanuais no desenvolvimento e na atividade da vegetação e para verificar a ocorrência de estresse hídrico (Jensen, 2009).

Mais recentemente, o NDWI tem se destacado no monitoramento do estresse hídrico em ambiente semi-árido, tendo em vista que as bandas do infravermelho próximo e do infravermelho médio são altamente correlacionadas com o conteúdo de água do dossel vegetal, conseguindo acompanhar melhor as mudanças na biomassa vegetal, na estimativa da quantidade de água em culturas agrícolas, dentre outros. Comparando o NDVI com o NDWI, a vantagem da utilização do NDWI resulta de sua menor sensibilidade aos efeitos atmosféricos (Oliveira *et al.*, 2010).

Desse modo, o objetivo deste trabalho é analisar a cobertura vegetal da Área de Preservação Ambiental (APA) de São Desidério, localizada no Oeste da Bahia, por meio de imagens de satélite TM/Landsat-5, empregando os índices NDVI e NDWI.

A região estudada foi criada pelo DECRETO Nº 10.020 em 05 de junho de 2006. Segundo a Secretaria do Meio Ambiente (SEMAHR-BA, 2010) esse decreto considerou os patrimônios geológicos, espeleológicos, arqueológico, paleontológico e cultural da região; as características da área abrangida, a exemplo dos remanescentes do bioma Cerrado, demais formações florestais e seu patrimônio ecológico.

2. Localização e características climáticas da área de estudo

Localizada na região Oeste da Bahia, no município de São Desidério (Figura 1), a área estudada abrange 10.961,14 hectares, ficando inserida nas imagens digitais do satélite TM/Landsat-5 de órbita/ponto 220/68 e 220/69. A data das imagens utilizadas foi de 27 de maio de 2010, pois este mês é considerado o início da estação seca, o que implica em afirmar que a vegetação ainda não está sofrendo um stress hídrico e, portanto apresenta resposta fotossinteticamente ativa. Segundo o Plano Estadual de Recursos Hídricos da Bahia (PERH-BA, 2004), o clima da região é de úmido a sub-úmido e seco, com temperatura média de 24°C. A precipitação média anual varia de 1000 a 1600 mm, estando a estação chuvosa concentrada entre os meses de dezembro a abril, o que garante índices pluviométricos superiores a 1800mm para este período.

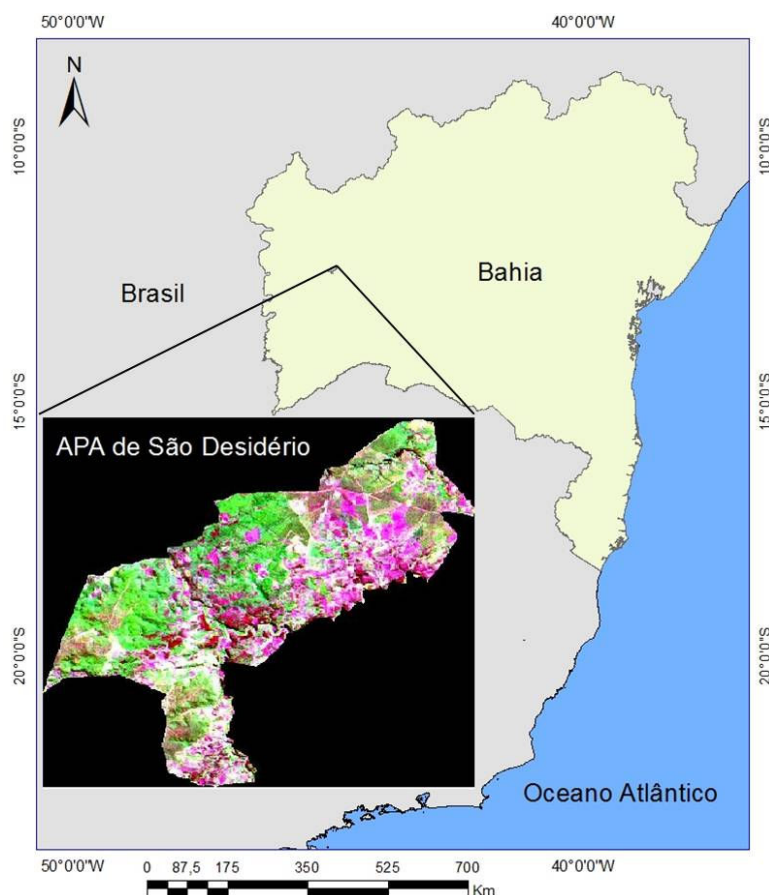


Figura 1. Localização da APA de São Desidério

3. Metodologia da Pesquisa

As imagens utilizadas para o desenvolvimento deste trabalho foram originadas do sensor TM (*Thematic Mapper*), a bordo do satélite Landsat-5, obtidas gratuitamente, junto à Divisão de Geração de Imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE (www.dgi.inpe.br).

A região estudada está inserida nas imagens de órbita/ponto 220/68 e 220/69, sendo utilizadas duas cenas de 27 de maio de 2010. A data das imagens foi escolhida em função da ausência de nuvens e por corresponder a um período do ano em que a vegetação está fotossinteticamente ativa e sadia, evitando inferências equivocadas acerca do vigor da vegetação que poderia apresentar baixo teor de biomassa verde e umidade na estrutura do seu dossel em função dos efeitos da estação seca que promovem a deciduidade da planta e levaria a resultados dos índices com valores consideravelmente inferiores, impossibilitando uma análise mais acurada do comportamento da vegetação e conseqüentemente menor discriminação das tipologias existentes.

As bandas espectrais usadas foram: 3, 4 e 5 que correspondem aos comprimentos de ondas do vermelho (RED), infravermelho próximo (NIR) e infravermelho médio (MidIR), respectivamente. Estas bandas foram selecionadas, pois as mesmas são necessárias à implementação dos índices de vegetação utilizados nesta pesquisa (NDVI e NDWI) e também para a elaboração da composição colorida na etapa de fotointerpretação das imagens para melhor entender os valores atribuídos por cada índice à área de estudo.

Inicialmente foi feita a padronização cartográfica dos dados através do software *ArcGIS 9.3*. Realizou-se a composição colorida 3R4G5B, no software *Erdas Imagine*

2010, de cada cena com o intuito de resumir em uma única imagem a informação contida nas três bandas.

As cenas foram registradas através da ferramenta *AutoSync* do *Erdas*, utilizando como referência a imagem *GeoCover* de 23 de outubro de 2000, disponibilizada gratuitamente pela NASA (2010). Para mosaicar as duas cenas, utilizou-se a ferramenta *Mosaic Pro* do mesmo software. Posteriormente, foi feito um recorte da área de estudo a partir de um arquivo vetorial que delimita a APA de São Desiderio.

O NDVI foi proposto por Rouse *et al.* (1973), os quais normalizaram a razão simples para o intervalo de -1 a +1. Para alvos terrestres o limite inferior torna-se aproximadamente zero (0) e o limite superior aproximadamente 0,80, (Ponzoni e Shimabukuro, 2009). A implementação deste índice é demonstrada na Equação 1.

$$NDVI = \frac{NIR_{TM4} - NIR_{TM3}}{NIR_{TM4} + NIR_{TM3}} \quad (1)$$

Onde:

NIR_{TM4} - Banda 4 do sensor TM, correspondente ao Infravermelho Próximo

NIR_{TM3} - Banda 3 do sensor TM, corresponde ao Vermelho

O NDWI proposto por Gao (1996) relaciona o teor de água presente nas folhas, representando o vigor da vegetação. Segundo Jensen (2009) o NDWI (Equação 2), baseado nas bandas do infravermelho próximo e do infravermelho médio do TM/Landsat, é altamente correlacionado com o conteúdo de água do dossel vegetal e consegue acompanhar melhor as mudanças na biomassa e no estresse de umidade das plantas do que o NDVI.

$$NDWI = \frac{NIR_{TM4} - MidIR_{TM5}}{NIR_{TM4} + MidIR_{TM5}} \quad (2)$$

Onde:

NIR_{TM4} - Banda 4 do sensor TM, correspondente ao Infravermelho Próximo

$MidIR_{TM5}$ - Banda 5 do sensor TM, correspondente ao Infravermelho Médio

Os cálculos do NDVI e NDWI foram realizados por meio da função *Band Math* do software *Envi 4.7*.

4. Resultados e Discussão

Para o NDVI observou-se valores entre 0 e 0,7, enquanto para o NDWI os valores encontrados estão nos intervalos de -0,6 a 0,3. A Figura 2 (a e b) apresenta os resultados da aplicação dos NDVI e NDWI, respectivamente.

No caso do NDVI (Figura 2-a) a resposta dar-se em função da presença de vegetação fotossinteticamente ativa, o que está relacionado a biomassa e ao teor de clorofila presentes. Desta forma os valores mais baixos deste índice correspondem a vegetação estressada, quer seja pela escassez hídrica, pelo exposição do solo com o desmatamento e a degradação da vegetação. Também os menores valores podem estar relacionados a fitofisionomias de cerrado que possui cobertura pouco densa, de porte pequeno e conseqüentemente menor taxa de biomassa. No caso da APA de São Desidério, infere-se que os menores valores de NDVI estão associados às áreas cuja vegetação encontra-se em estágio de degradação pela ação antrópica, por ser esta uma área sujeita a pressão da expansão da fronteira agrícola existente em seu entorno,

responsável pelas altas taxas de desmatamento na região do Oeste da Bahia. Os valores mais elevados de NDVI correspondem a vegetação sadia, em muitos casos onde se encontra as fitofisionomias de cerrado de maior densidade de biomassa verde.

Os valores negativos encontrados correspondem a saturação da razão de bandas, em função, por exemplo, da presença de solo exposto. Desta forma, tais valores não são considerados por ser este índice normalizado.

Para o NDWI (Figura 2-b) a área de cobertura vegetal mais densa possui o valor do índice de 0,35 ao passo que os valores de -0,15 a 0,00 predominam na área de estudo, representando o baixo teor de umidade em algumas áreas. Os valores de -0,55 a -0,30 indicam solo exposto. É perceptível por meio dos baixos valores do NDWI que a vegetação da área de estudo apresenta estresse hídrico já que os maiores valores encontrados são inferiores a 0,35.

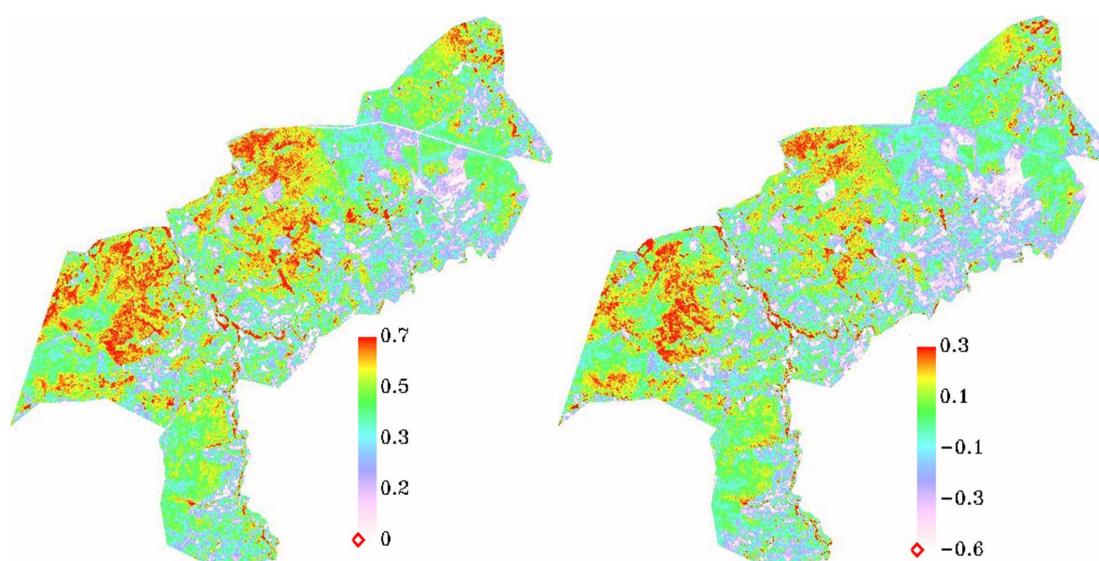


Figura 2. a) Resultado do NDVI

b) Resultado do NDWI

Os valores mais elevados de NDWI representam a vegetação que possui maior teor de água em sua estrutura interna. Em contrapartida, os menores valores são indicativos de plantas que possuem menor quantidade de água.

Comparando as análises dos dois índices, percebe-se nos resultados que as áreas que possuem baixos valores de NDVI também possuem baixos valores de NDWI, indicando uma vegetação com estresse hídrico e pouco fotossinteticamente ativa. Já as regiões que apresentam maiores valores em ambos os índices detêm maior teor de umidade e de pigmentos clorofiláticos responsáveis pelo processo de fotossíntese e pela alta reflectância da vegetação nos comprimentos de onda do verde e absorção no vermelho na faixa do visível do espectro eletromagnético.

Nota-se certa correspondência entre a vegetação que apresentou valores de NDVI em torno de 0,6 a 0,7 com aquelas cujos valores de NDWI foram entre 0,2 a 0,3.

Por meio da interpretação da imagem de satélite na composição colorida 3R4G5B, observa-se que a vegetação sadia, reflete bastante nesta composição na cor verde, está muito correlacionada com os dados da NDVI, nos quais é possível observar valores elevados entre 0,5 a 0,7. Todavia esta vegetação que se apresenta fotossinteticamente ativa no NDVI (Figura 2-a) não possui a mesma resposta em termos de conteúdo de água, pois percebe-se certa variabilidade entre os dados do NDWI (Figura 2-b). Isto ocorre porque, embora a vegetação apresente a aparência de verde e saudável o teor de umidade de sua estrutura interna pode variar significativamente, o que pode estar

relacionado ao tipo de solo, a diversidade fitofisionômica, a capacidade de adaptação da planta à estação seca e prolongada característica do bioma Cerrado.

Os valores mais elevados, como esperado, são encontrados nas faixas de mata ciliar tanto no NDVI quanto no NDWI, pois além de fotossinteticamente ativa apresenta também alta taxa de umidade devido a proximidade dos corpos d'água.

As áreas com os menores valores de NDVI, que correspondem as áreas antropizadas, além de serem pouco expressivas quanto a resposta da fotossíntese são ainda mais realçadas negativamente quanto a presença de umidade, haja vista que o degradação influencia diretamente no micro-clima local acirrando desta forma as condições de baixa umidade e elevadas temperatura inerentes a região de estudo.

Embora o NDVI e o NDWI apresentem diferenças nos seus resultados para a APA de São Desidério, percebe-se que em ambos os índices a vegetação encontra-se em estágio de degradação elevado, a despeito de se tratar de uma unidade de conservação.

5. Conclusão

Os índices de vegetação NDVI e NDWI utilizados neste trabalho apresentaram grande êxito na análise da cobertura vegetal da APA de São Desidério. O índice NDWI complementa a informação obtida do NDVI, isso porque, quanto maior os valores desse índice, maiores serão as taxas de biomassa e de substâncias fotossinteticamente ativa, estando os valores também relacionados diretamente ao teor de água existente na vegetação. Percebeu-se que grande parte da área da APA encontra-se com baixos valores de NDVI e NDWI indicando estresse hídrico na região estudada. Salienta-se que a imagem não é datada do período de seca extrema na região (de agosto a outubro) o que resultaria em valores ainda mais baixos.

A escolha da data da imagem permitiu não incluir interferências nas análises dos efeitos da sazonalidade na vegetação, haja vista que no mês de maio ainda não ocorre a redução de área foliar pela vegetação como meio de adaptação aos períodos de estiagens prolongadas que afetam a região de estudo.

6- Agradecimentos

Os autores agradecem a agência do IBAMA de Barreiras pelas informações sobre a instituição e gestão da APA de São Desidério.

Referências Bibliográficas

Gao, B.C. 1996. NDWI - **A normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space**. Remote Sensing of Env., v. 58, p. 257-266.

Jensen, J. R. **Sensoriamento Remoto do Ambiente: Uma Perspectiva em Recursos Terrestres**. Tradução de José Carlos Ephifanio (coord.) *et al.* São José dos Campos: Parêntese, 2009. 598 p.

Oliveira, T. H.; Silva, J.S.; Machado, C. C. C.; Galvêncio, J. D.; Nóbrega, R. S.; Pimentel, R. M. M. **Deteção espaço-temporal de estresse hídrico na vegetação do semi-árido no nordeste do Brasil utilizando NDVI e NDWI - Estudo de caso Serra da Capivara e Serra do Congo - PI**. In: VI Seminário Latino Americano de Geografia Física, 2010, Coimbra. Disponível em <www.uc.pt/fluc/cegot/vislagf/actas/tema2/tiago> Acesso em 26.set.2010.

PERH-BA(Plano Estadual de Recursos Hídricos- BA). Salvador. S.R.H..2004

Ponzoni, F. J. Comportamento espectral da vegetação. In: Meneses, P. R.; Madeira Netto, J. S. (Org.). **Sensoriamento remoto: reflectância dos alvos naturais**. Brasília: Universidade de Brasília, 2001. 262p.

Pozoni, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E. **Sensoriamento remoto no estudo da vegetação**. São José dos Campos: Parêntese, 2007. 127 p.

Rouse, J.W.; Haas, R.H.; Schell, J.A.; Deering, D.W. **Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS. In Earth Resources Technology Satellite- 1 Symposium**,3, 1973. Proceedings. Washington, 1973, v.1, Sec. A, p. 309-317.

NASA - Applied Science & Tecnology Project Office. Disponível em: <<https://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/mrsid.pl>>. Acesso em 24.set.2010

SEMARH (Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Bahia). Disponível em: <<http://www.semarh.ba.gov.br/conteudo.aspx?s=APASAO&p=APAAPA>>. Acesso em 24.set.2010.