

COMPARAÇÃO DE ÍNDICES DE ÁGUA NA IDENTIFICAÇÃO DE CORPO HÍDRICO POR SENSORIAMENTO REMOTO

Evely Ferreira do Nascimento¹, Leidjane Maria Maciel de Oliveira², Jéssica Fernanda de Lima³, Álvaro Augusto das Montanhas Farias⁴, José Gustavo da Silva⁵

¹ Graduanda em Engenharia Cartográfica e de Agrimensura, Universidade Federal de Pernambuco-UFPE, Av. Acadêmico Hélio Ramos, s/n, CDU, Recife-PE, e-mail: evelyfnascimento@hotmail.com; ² Professora do Departamento de Engenharia Civil e PPGCGTG da Universidade Federal de Pernambuco-UFPE, Av. Acadêmico Hélio Ramos, s/n, CDU, Recife-PE, e-mail: leidjaneoliveira@hotmail.com; ³ Mestranda em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação (PPGCGTG), Universidade Federal Pernambuco (UFPE), Av. Acadêmico Hélio Ramos, s/n, Cidade Universitária, Recife-PE, e-mail: fernanda.agrim@gmail.com; ⁴ Mestrando em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação (PPGCGTG) da Universidade Federal Pernambuco (UFPE), Av. Acadêmico Hélio Ramos, s/n, Cidade Universitária, Recife-PE, e-mail: alvaroamfarias@gmail.com; ⁵ Graduando de Engenharia Civil - Universidade Federal de Pernambuco-UFPE, Av. Acadêmico Hélio Ramos, s/n, CDU, Recife-PE, e-mail: jgustavo.silva@outlook.com

RESUMO

A detecção de corpos hídricos em imagens de satélite tem sido tema de diversos trabalhos, dos quais diversos métodos foram desenvolvidos para delinear corpos de água. Alguns dos métodos de detecção do corpo hídrico envolve o índice de água de diferença normalizada (NDWI) e o índice de água de diferença normalizado modificado (MNDWI) para aumentar seu alcance em regiões rasas. O método utilizado delimitou com precisão e rapidez a água de outras características da cobertura da terra nas redondezas do Rio Pajeú que abrange parte do município de Serra Talhada, Mirandiba e São José do Belmonte-PE, porém o MNDWI destacou mais a água.

Palavras-chave — NDWI, MNDWI, OLI.

ABSTRACT

The detection of water bodies in satellite images has been the subject of several works, of which several methods have been developed to delineate bodies of water. Some of the methods of water body detection involve normalized difference water index (NDWI) and modified normalized difference water index (MNDWI) to increase its reach in shallow regions. The method used accurately and rapidly delimits the water from other characteristics of the land cover in the vicinity of the Pajeú River that covers part of the municipality of Serra Talhada, Mirandiba and São José do Belmonte-PE, but the MNDWI highlighted water more.

Key words — NDWI, MNDWI, IANDSAT 8.

1. INTRODUÇÃO

Existem vários métodos que podem ser usados para delinear recursos de corpo hídrico e aprimorar sua presença em dados

de imagens de sensoriamento remoto, dentre eles os que fazem uso de radiação solar refletida [1].

Uma das maneiras de extrair informações de água usando o método de banda múltipla é através da análise de características de assinatura de cada alvo terrestre entre diferentes bandas espectrais, descobrindo as diferenças de assinatura entre a água e outros alvos baseados na análise [2].

Com base em suas curvas de reflectância espectral características, os corpos de água são agrupados em três tipos - claro, verde e turvo. O MNDWI é o mais adequado para identificar águas claras [3].

Diversos autores, com o objetivo de extrair informação de água a partir de imagens de sensoriamento remoto, utilizaram o NDWI [4]-[5] e MNDWI [6] para ressaltar áreas inundáveis e obtiveram resultados satisfatórios.

O rio Pajeú é o maior afluente do rio São Francisco. O rio nasce no município de Brejinho-PB, percorre uma extensão de aproximadamente 353 km e deságua no Rio São Francisco, no lago formado pela barragem de Itaparica, no município de Petrolândia-PE [7]. Em seu percurso é possível encontrar açudes de pequeno porte, um deles localizado em sua maior parte no município de Serra Talhada, considerado de grande importância para as comunidades vizinhas na realização de diversas atividades de subsistência.

Este artigo teve como objetivo o processamento de dois índices de água por sensoriamento remoto em trecho específico do Rio Pajeú, em Pernambuco, utilizando imagens do OLI- Lansat 8 do dia 02/09/2015 e software de livre acesso QGIS 2.18.19.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo compreende a um trecho específico do Rio Pajeú que se encontra nos municípios de Serra Talhada, Mirandiba e São José do Belmonte-PE.

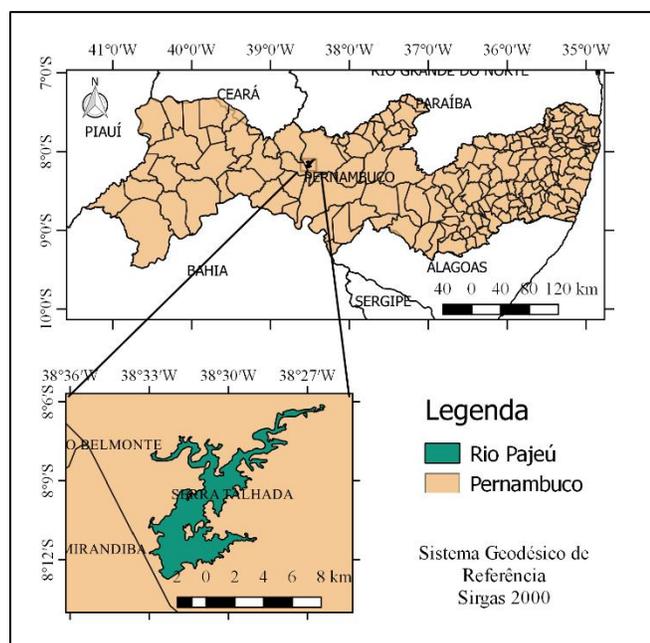


Figura 1. Área de estudo.

A imagem de satélite LANDSAT 8/OLI que contempla a área de estudo, foi adquirida através do catálogo de imagens orbitais no site do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS), da órbita 216, Ponto 66. As bandas utilizadas para obter o NDWI e MNDWI são as do verde, infravermelho próximo e infravermelho médio, que correspondem no sensor OLI as Bandas 3, 5 e 6, as quais foram processadas no software de livre acesso QGIS - versão 2.18.19 com projeção UTM e Sistema Geodésico de referência SIRGAS 2000. A data da imagem utilizada foi 02/09/2015.

O cálculo da reflectância monocromática foi feito com as bandas correspondentes do sensor OLI utilizadas no estudo, as quais foram convertidas para reflectância planetária a partir do coeficiente de reescalonamento de reflectância informado no arquivo metadados da imagem (MTL file), utilizando a Equação 1.

$$\rho\lambda'_i = M_{pi} * Q_{cal} + A_p \quad (1)$$

em que: $\rho\lambda'_i$ é a reflectância planetária sem a correção do ângulo solar; M_{pi} é o fator multiplicativo de cada banda, encontrado no arquivo metadados (REFLECTANCE_MULT_BAND_i); A_p é o coeficiente de adição encontrado no arquivo metadados (REFLECTANCE_ADD_BAND_i); i refere-se ao número da banda; Q_{cal} são os números digitais correspondentes a cada banda da imagem.

Porém, se fez necessário corrigir a reflectância de acordo com o ângulo zenital utilizando a Equação 2 [8]-[9].

$$\rho\lambda_i = \frac{\rho\lambda'_i}{\text{Sen}(\theta_{SE}) * \left(\frac{1}{d^2}\right)} \quad (2)$$

em que: $\rho\lambda_i$ é a reflectância planetária com a correção do ângulo zenital; θ_{SE} é o de elevação solar; d é distância Terra-Sol; presente no arquivo metadados.

O índice de água de diferença normalizada (NDWI) foi expresso da seguinte forma [1]:

$$NDWI = \frac{\rho_{Green} - \rho_{NIR}}{\rho_{Green} + \rho_{NIR}} \quad (2)$$

em que: ρ_{Green} é a reflectância de uma faixa verde como a banda 3 do OLI, e ρ_{NIR} é a reflectância de uma faixa de infravermelho próximo, como a banda 5 do OLI.

Este índice é projetado para (1) maximizar a refletância da água usando comprimentos de onda verdes; (2) minimizar a baixa refletância do NIR pelas características da água; e (3) aproveitar a alta refletância do NIR pelas características da vegetação e do solo. Como resultado, as características da água têm valores positivos e, portanto, são melhoradas, enquanto a vegetação e o solo geralmente têm valores zero ou negativos e, portanto, são suprimidos [1].

O modified normalized water difference index (MNDWI) foi expresso da seguinte forma [2]:

$$MNDWI = \frac{\rho_{Green} - \rho_{SWIR1}}{\rho_{Green} + \rho_{SWIR1}} \quad (2)$$

onde ρ_{SWIR1} é a reflectância em uma banda de infravermelho médio.

O cálculo do MNDWI produzirá três resultados: (1) a água terá maiores valores positivos do que no NDWI, uma vez que absorve mais luz MIR do que a luz NIR; (2) terrenos construídos terão valores negativos como mencionado acima; e (3) o solo e a vegetação ainda terão valores negativos, uma vez que o solo reflete a luz MIR mais do que a luz NIR [10] e a vegetação reflete a luz MIR ainda mais que a luz verde.

3. RESULTADOS

Nas imagens processadas do NDWI e MNDWI (Figura 2) podem-se observar claramente as características da água como valores positivos dos resultados dos índices.

Observaram-se em ambos os índices valores positivos para o corpo hídrico (Figura 2) onde este resultado condiz com [2] que em sua pesquisa também encontraram valores positivos em áreas com presença de água e negativos em regiões com vegetação e construção.

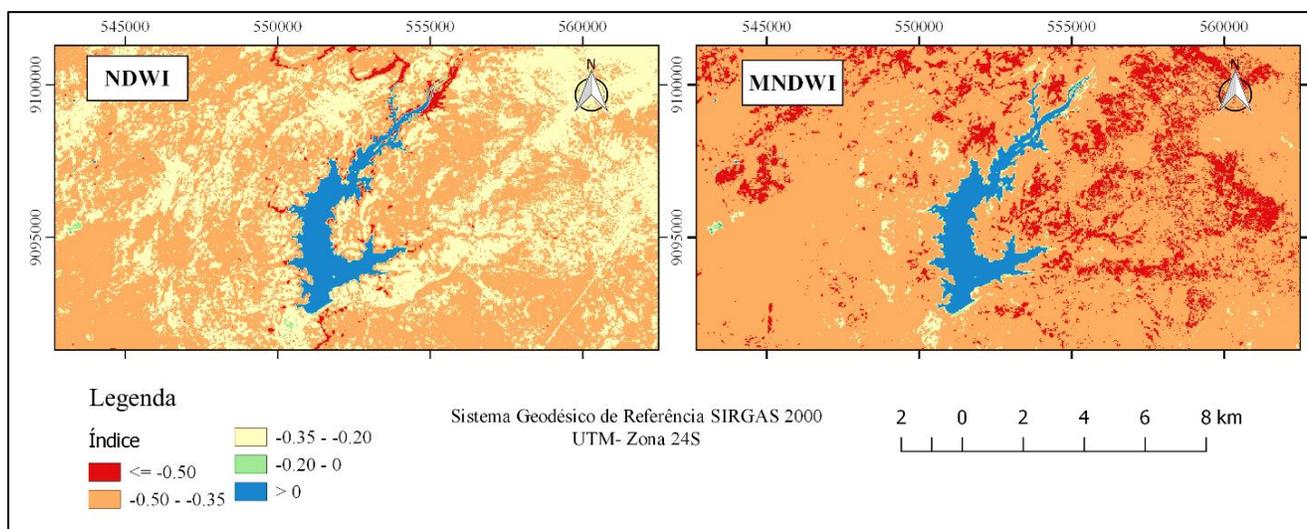


Figura 2. NDWI e MNDWI da área de estudo.

A Tabela 1 listou os resultados estatísticos dos índices.

Tabela 1 – Estatística dos Índices

	NDWI	MNDWI
Mínimo	-0,7351	-0,6271
Médio	-0,3450	-0,4462
Máximo	0,7604	1

Pode se notar que a área de estudo presente na imagem do NDWI e do MNDWI valores médios negativos (-0,3450 e -0,4462 respectivamente).

A Figura 3 detalha o perfil longitudinal georreferenciado dos índices em área do rio Pajeú, onde se observou o destaque maior dos valores dos pixel do MNDWI em relação ao NDWI.

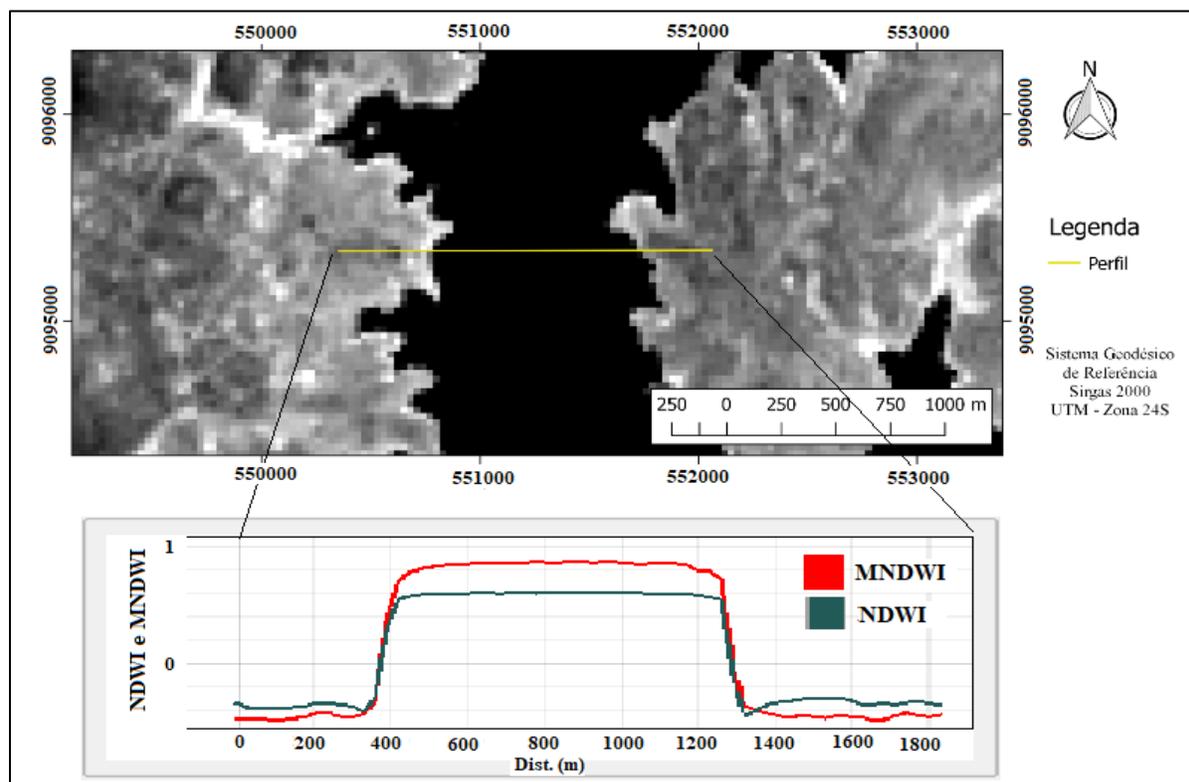


Figura 3. Perfis dos índices em trecho que corta o rio Pajeú.

O índice MNDWI apresentou valores mais positivos nas regiões onde há presença de corpos hídricos, e mais negativos nas regiões onde não foi detectada a presença de água, compatível com os resultados obtidos por [2].

4. DISCUSSÃO

Apesar da semelhança nos resultados, onde ambos os índices produzem valores negativos para terrenos com a ausência de água e positivo para a água, o MNDWI se destaca pela resposta espectral dos alvos na banda do infravermelho médio, por esse motivo se observam valores de máximo mais positivo em relação ao NDWI e valor de mínimo mais negativo. Isso pode ser visto a partir de um exame detalhado das assinaturas espectrais da água e dos demais alvos.

5. CONCLUSÕES

O processamento do MNDWI, no qual é usando uma banda do infravermelho médio em vez de uma banda do infravermelho próximo melhora o resultado quando o objetivo é destacar corpo hídrico dos demais alvos, sendo assim é possível discriminar com eficiência a água por meio de sensoriamento remoto e processamento de imagens. Se o valor de limiar considerado for o padrão (zero) o MNDWI pode produzir melhor precisão de extração de água que o NDWI.

6. REFERÊNCIAS

- [1] McFeeters, S.K., 1996. "The use of normalized difference water index (NDWI) in the delineation of open water features. *International Journal of Remote Sensing*", 17, pp. 1425–1432
- [2] Xu, Hanqiu (2006). "Modificação do índice de diferença de água normalizada (NDWI) para melhorar as características de água aberta em imagens de sensoriamento remoto", *International Journal of Remote Sensing*, 27:14, 3025-3033
- [3] Sun, F., Sun, W., Chen, J., & Gong, P. (2012). "Comparison and improvement of methods for identifying

waterbodies in remotely sensed imagery". *International Journal of Remote Sensing*, 33 (21), 6854-6875. doi: 10.1080 / 01431161.2012.692829

[4] Brenner, V. C.; Guasselli, L. A., "Índice de diferença normalizada da água (NDWI) para identificação de meandros ativos no leito do canal do rio Gravataí/RS – Brasil", *Anais do XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR*, João Pessoa-PB, 3693- 3699, 2015.

[5] Rodrigues, W. B.; Morais, F.; Paschoal, L. G. , "Índice de Diferença Normalizada da Água (NDWI) calculado para estações chuvosas e secas na bacia do Córrego Barreiro, Lagoa da Confusão – TO", *Anais do XVII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada* , Campinas-SP, 254-263, 2017.

[6] Brubacher, J. P.; Guasselli, L. A.; Oliveira, G. G., "Delimitação de áreas inundáveis a partir de Modified Normalized Difference Water Index (MNDWI) no Município de Esteio (RS, Brasil)", *Revista Pesquisa em Geociências*, Porto Alegre-RS, v. 44, 2017.

[7] APAC - Agência Pernambucana de Águas e Climas. Sistema de Informação Geográfica. Disponível em: <<http://www.apac.pe.gov.br/sighepe/>>. Acesso: Outubro de 2018.

[8] USGS. United States Geologic Survey. Catálogo USGS. Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov/> Acesso em: junho de 2018.

[9] Ruhoff, A. L.; SILVA NOVO, B. B.; ROCHA, H. R. Determinação da irradiância solar no topo da atmosfera para cálculo do albedo e balanço de energia a partir de imagens LANDSAT 8 OLI. *Anais. VVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR*, João Pessoa-PB, p. 4495-4502, 2015.

[10] Jensen, J.R., 2004, *Introductory digital image processing: "A remote sensing perspective"*, 3rd edition (NJ: Prentice Hall Logicon Geodynamics, Inc).