

AVALIAÇÃO DO MATERIAL EM SUSPENSÃO NA ÁGUA A PARTIR DO ÍNDICE DA DIFERENÇA NORMALIZADA DE ÁGUA (NDWI)

**Laís Thie Hasuda Nakao¹; Ângela Maria Klein Hentz²*

Resumo – O presente trabalho teve como objetivo verificar a eficácia do Índice da Diferença Normalizada de Água (NDWI) para identificar a presença de material em suspensão nos corpos d'água ao redor da Ilha do Mel, localizada no litoral do Estado do Paraná, a partir de duas imagens do sensor Landsat 8. Foi utilizada a equação modificada de NDWI por Polidorio *et al.* (2004) para melhor visualização, e posterior verificação dos diferentes tipos de massas d'água presentes nas imagens. Identificou-se claramente a maré vazante na imagem que representou a época chuvosa, carreando o material em suspensão em direção ao mar. O oposto ocorreu para época de seca, onde se observou que a direção das massas d'água foi do oceano para o continente, corroborando com os dados de precipitação. A partir desse tipo de análise foi possível concluir que o método é uma ferramenta de carácter qualitativo e instantâneo, porém importante, na detecção de material em suspensão na água e verificação da direção do seu transporte.

Palavras-Chave – Baía de Paranaguá, variação sazonal, precipitação.

EVALUATION OF THE SUSPENSION MATERIAL IN WATER USING THE NORMALIZED DIFFERENCE WATER INDEX (NDWI)

Abstract – The present paper has the objective to verify the efficiency of the Normalized Difference Water Index (NDWI) to identify the presence of suspension material in the water bodies around the Ilha do Mel island, located at Paraná state coast, using two images from sensor Landsat 8. The modified equation of NDWI by Polidorio *et al.* (2004) was used to better visualize and posterior verification of different types of water mass. It is clearly identifiable the low tide image presented in the study during the rainy season, carrying the suspension material to the sea. The opposite occurs for the dry season, where it was observed that the direction of the water mass was of the ocean to the continent, corroborating with the precipitation data. This kind of analysis concludes that the method is a qualitative and instantaneous tool, however important to detect the suspension material in water and verify the transport direction.

Keywords – Paranaguá Bay, sazonal variation, precipitation.

¹ Afiliação: Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, laishasuda@gmail.com.

² Afiliação: Pós-Graduação em Engenharia Florestal, angelakhentz@gmail.com.

* Autor Correspondente: Inserir * no autor responsável pela submissão.

INTRODUÇÃO

A avaliação da presença de sedimentos na água é de grande importância, devido aos efeitos que estes podem acarretar aos ambientes aquáticos. Segundo Cavalcanti (2010), os sedimentos possuem grande importância para os ecossistemas aquáticos, pois ele serve de fonte de recursos orgânicos e inorgânicos. Porém, observa-se que alguns compostos como metais pesados e organoclorados se fixam a estes sedimentos, podendo acumular-se e causar efeitos nocivos para as comunidades que vivem ou entram em contato com esse material (CHAPMAN, 1992).

Segundo Liu (2007) os dados de sensoriamento remoto, podem fornecer informações sobre grandes superfícies, tanto oceânicas quanto terrestres, com baixo custo, de modo a proporcionar uma visão do sistema aquático integrado a sua bacia de drenagem.

Manter a constante coleta de amostragem *in situ* para avaliar a qualidade das águas é muito oneroso, em contrapartida, os dados de sensoriamento remoto podem ser adquiridos em diferentes épocas do ano, permitindo não somente uma análise espacial integrada, mas também análises de transformações temporais como resultados de mudanças nas funções de forças hidrológica, climática e antrópica (FILHO, 2010).

O NDWI é uma importante ferramenta para avaliar características de ambientes aquáticos. Este índice foi desenvolvido por McFeeters (1996) com o intuito de delinear feições na água presentes em um ambiente e realçar a presença das mesmas na imagem digital obtida por sensoriamento remoto. Este método tem diversas aplicações encontradas em trabalhos, podendo citar seu uso para delimitação de linhas costeiras (BABINSCK *et al.* 2005), determinação de nível batimétrico (FOERSTNOW & MENESES, 2011; KRUG & NOERNBERG, 2007), delimitação de áreas de inundação (BRUBACHER & GUASSELLI, 2013), identificação de corpos de água (SIRAVENHA *et al.*, 2013; POLIDORIO *et al.*, 2004) e quantificação da umidade de combustíveis vivos (DENNISON *et al.*, 2012).

Além disso, com este índice é possível verificar a direção de massas d'água, devido a presença de materiais em suspensão. Quando há presença desses materiais, a refletância da água torna-se alta, devido ao fato da água pura refletir muito pouco, e somente na banda do visível. Desta forma, com o índice NDWI que utiliza a banda do NIR (infravermelho próximo), a percepção de materiais na água é destacada.

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo, avaliar a presença de materiais suspensos na água, a partir do Índice da Diferença Normalizada de Água, para a região do entorno da Ilha do Mel, região litorânea do Estado do Paraná.

MATERIAS E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado na região litorânea do Estado do Paraná, nos entornos da Ilha do Mel localizada na latitude 25° 33' 33" S e longitude 48° 17' 34" W (Figura 1), pertencente ao município de Paranaguá, região com grande presença de atividades turísticas e portuárias.

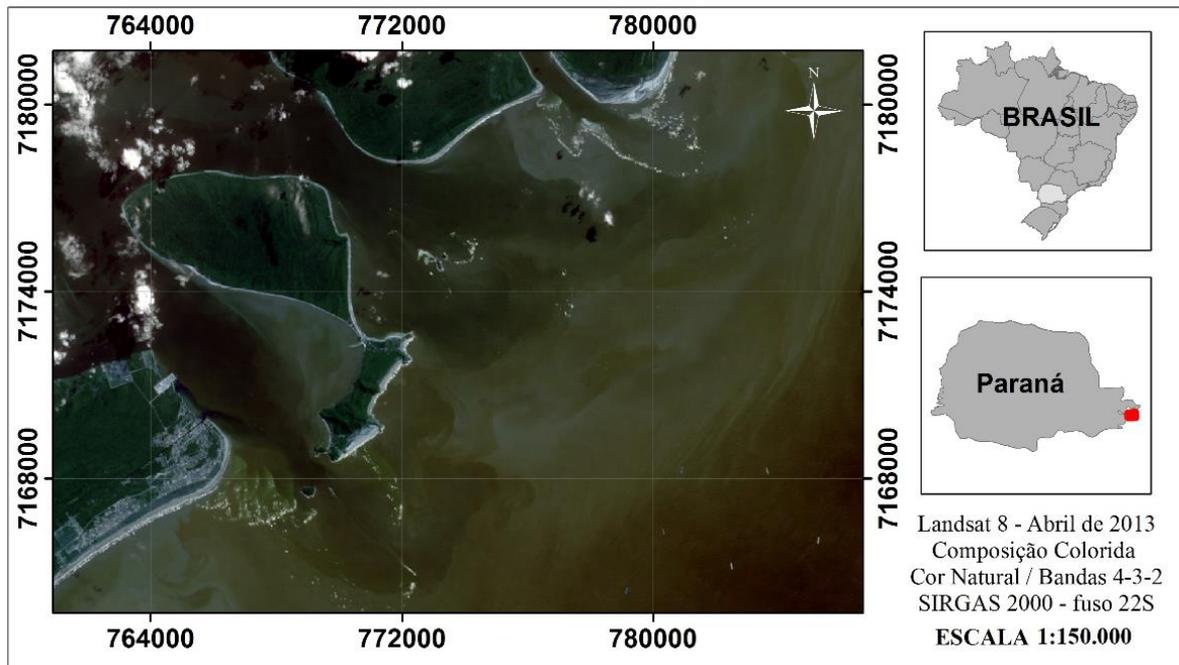


Figura 1 – Área de estudo localizada na Ilha do Mel, litoral do Estado do Paraná.

A região litoral pertence a transição entre a região tropical e subtropical (MAACK, 1981), incluindo, segundo a classificação Köppen, na zona climática Af, acrescentando a letra “t” para indicar esta transição. Quanto às chuvas, de acordo com Vanhoni (2008), o período com maior intensidade pluviométrica está compreendido nos meses de verão, principalmente janeiro e fevereiro, tendo como média aproximada os 350 mm/ano somente no mês de janeiro. O período com menor média pluviométrica é o inverno, principalmente o mês de agosto, quando a média se situa em torno de 80 a 150 mm. Ainda, segundo Vanhoni (2008), a atmosfera do litoral do Paraná é controlada, na maior parte do ano, pelo Anticiclone do Atlântico Sul, sendo que as massas polares são mais atuantes no inverno e a tropical atlântica no verão.

Devido à dificuldade de encontrar imagens nos períodos citados por Vanhoni (2008) foram utilizadas duas imagens do satélite Landsat 8, uma cena de 17 de abril de 2013 para representar o período chuvoso, e outra de 11 de novembro de 2013 para representar o período seco. As imagens foram obtidas gratuitamente pelo endereço eletrônico do Serviço Geológico dos Estados Unidos. Foram utilizadas as bandas 3 e 5, que no Landsat 8, compreendem as bandas do verde e infravermelho próximo, respectivamente.

O Índice da Diferença Normalizada de Água (NDWI) foi calculado conforme a equação (1) de Polidorio *et al.* (2004), apresentada a seguir:

$$NDWI = \frac{B_verde - 4 * B_NIR}{B_verde + 4 * B_NIR} \quad (1)$$

Onde: B_verde: banda na região do verde (0,53 – 0,59µm); B_NIR: banda na região do infravermelho próximo (0,85 – 0,88 µm).

Foram então calculados os valores de NDWI para as duas épocas e posteriormente feita a avaliação visual dos resultados, para verificar o comportamento do material em suspensão na água.

Os valores calculados para as regiões onde há cobertura terrestre foram desconsiderados, sendo classificados todos com mesmo padrão, assim como a presença de nuvens em uma das imagens. As operações matemáticas entre as bandas foram realizadas com o software ArcGIS versão 10.1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O índice foi calculado conforme descrito na metodologia, para os dois meses, de abril e novembro, e os resultados estão apresentados nas Figuras 2 e 3, respectivamente. Para o mês de abril (Figura 2), é possível observar que a vazão da baía é superior as correntes marítimas - em azul mais escuro - advindo das chuvas ocorrentes nos dias que sucederam a coleta da imagem, fazendo com que grande porção de material em suspensão fosse carregado em direção oposta ao continente, representada pelas cores mais claras. Corroborando assim, com os dados da Estação de Paranaguá que indicaram uma precipitação de 37,7mm para o mês de abril (INMET, 2013).

Esse material, pode ser sedimento, material biodetrítico como conchas e carapaças de outros organismos, ou qualquer material que tenha maior poder de reflectância que a água. Porém, na parte côncava da ilha, as cores mais escuras predominam, pelo fato de ser uma região mais abrigada, ou seja, o fluxo de água é menor e, assim o material em suspensão também será, devido à baixa energia do local. Além disso, pode-se determinar para o mês de abril a direção norte-sul das correntes na imagem, através do movimento dos diferentes corpos d'água.

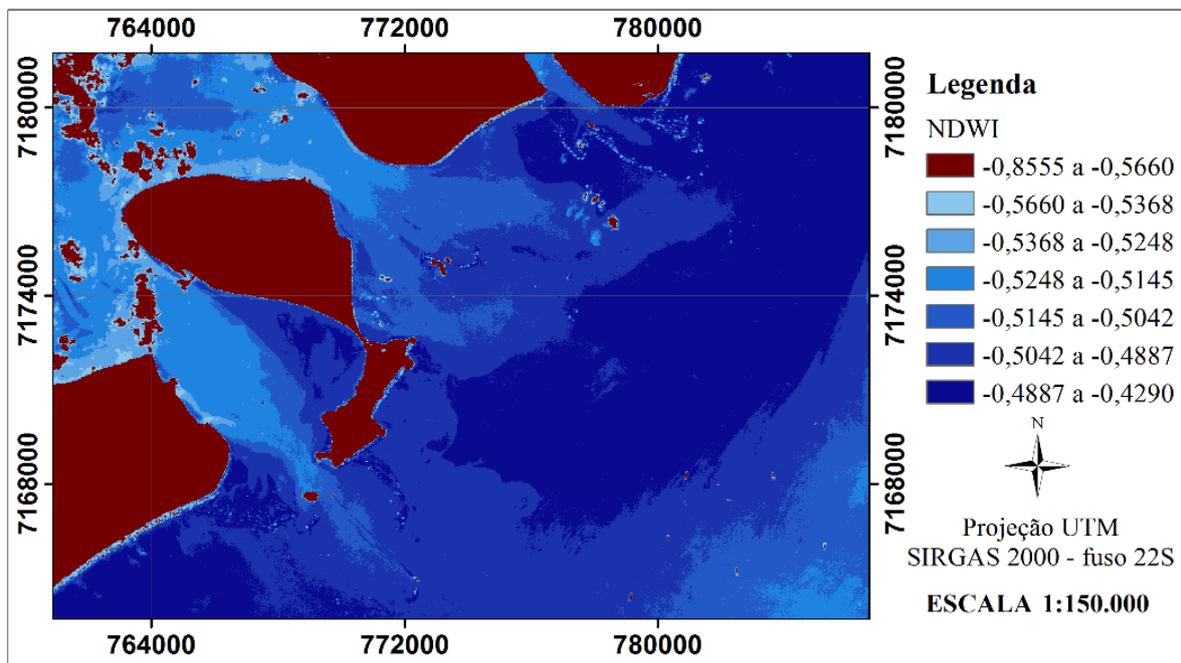


Figura 2 – Classificação através do método NDWI representando a época chuvosa.

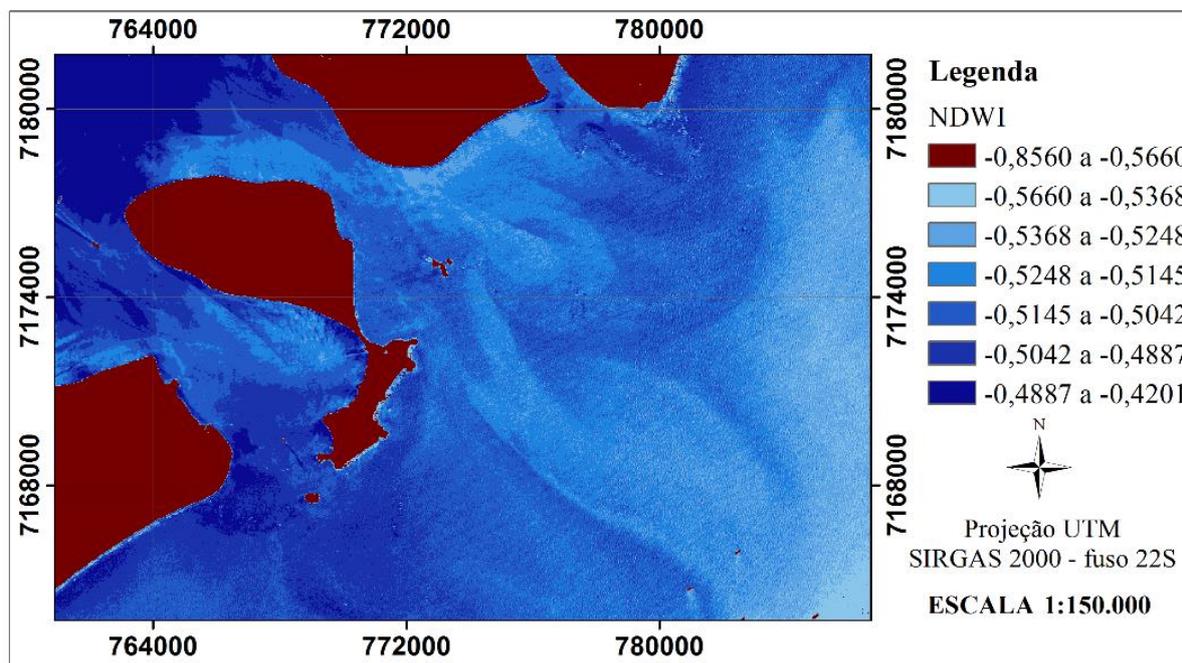


Figura 3 – Classificação através do método NDWI representando a época de seca.

Como esperado, nota-se para ambas as imagens, cores mais claras beirando as áreas mais exposta do continente e da Ilha do Mel. Essas regiões são também conhecidas como áreas de arrebenção e espraimento, onde a profundidade diminui e, conseqüentemente a água começa a sofrer interação com o fundo do oceano, gerando as ondas que se dissipa em direção à região emersa da praia.

Devido à falta de dados, para essa análise pressupõem-se, de acordo com Mendonça (2008), que o valor total de precipitação do mês de novembro seja aproximado ao mês de outubro com valor de 0,8 mm/mês. Como não houve período grandes de chuva que fizessem o volume da baía aumentar, sua vazão continuou a mesma. Isto, juntamente com a maior energia das correntes de SE-NO, fez com que o material em suspensão representado pelas cores mais claras fosse transportado para dentro da baía (Figura 3).

Sendo assim, os dados de precipitação corroboram com a imagem apresentada na Figura 3, onde a vazão da baía é baixa e a energia das correntes predomina, caracterizando uma época de seca, opostamente a Figura 2, que representa uma época de chuvas.

CONCLUSÕES

Pode-se considerar o NDWI como uma ferramenta importante para analisar a presença do material em suspensão em corpos d'água, bem como, a direção das correntes. No entanto, é difícil identificar o tipo de material presente na imagem apenas pela sua reflectância. Sendo assim, é necessário um estudo mais aprofundado das características físicas, biológicas e geológicas da área de estudo; bem como aplicação de um método direto para comprovação dos resultados e verificação do cenário real.

REFERÊNCIAS

- BABINSCK, A. P.; KRUEGER, C. P.; CENTENO, J. A. S. 2005. Detecção De Alterações Na Linha Costeira Da Ilha Do Mel Utilizando Imagem Landsat. In: *IV Colóquio Brasileiro De Ciências Geodésicas*, 2005, Curitiba. Anais do IV Colóquio Brasileiro de Ciências Geodésicas. v. 1.
- BRUBACHER, J. P.; GUASSELLI, L. A. 2013. Mapeamento da área inundável da planície do rio dos Sinos a partir do índice NDWI, São Leopoldo - RS. In: *Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, 16. (SBSR), 2013, Foz do Iguaçu. Anais... São José dos Campos: INPE. p. 4540-4547.
- CAVALCATI, V. A. 2010. *Avaliação da toxicidade de sedimentos e água contaminados com azoocorantes têxteis utilizando Chironomus xanthus e Daphnia similis*. 78 p. Dissertação (Mestrado em Ciências na Área de Saúde Pública). Rio de Janeiro.
- CHAPMAN, P. M. 1990. The sediment quality triad approach to determining pollution-induced degradation. *The science of the total Environment*, Amsterdam, Vol. 97-98, p. 815/825.
- DENNISON, P. E.; ROBERTS, D. A.; PETERSON & J. RECHEL, S. H. 2005. Use of Normalized Difference Water Index for monitoring live fuel moisture. *International Journal of Remote Sensing*, 26:5, 1035-1042.
- FOERSTNOW, L.P.; MENEZES, J.D. 2011. Aplicabilidade de imagens de satélite utilizando NDWI na determinação da batimetria da Lagoa da Conceição, Florianópolis, SC. In: *Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, 15. (SBSR), 2011, Curitiba. Anais... São José dos Campos: INPE, p. 4397-4404.
- FILHO, C. A. T. F. 2010. *Detecção da Pluma Sedimentar na Costa do Cacau, Bahia, Brasil, em uma Imagem Landsat TM*. 59 p. Dissertação (Sistemas Aquáticos Tropicais). Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus.
- INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. *Dados históricos*. Disponível em <http://www.inmet.gov.br/sim/sonabra/dspDadosCodigo.php?ODM4NDQ=>. Acesso em 21 nov. 2013.
- KRUG, L. A.; NOERNBERG, M. A. 2007. O sensoriamento remoto como ferramenta para determinação da batimetria de baixios na Baía das Laranjeiras, Paranaguá PR. *Revista Brasileira de Geofísica*, v. 25, p. 101-105.
- LIU, W. T. L. 2007. *Aplicações de sensoriamento Remoto*. Editora Unierp.
- MAACK, R. 1981. *Geografia Física do Estado do Paraná*. 2º ed. Rio de Janeiro. José Olympio, 450p.
- MCFEETERS, S. K. 1996. The use of Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features. *International Journal of Remote Sensing*, London, vol.17, n. 7, p. 1425-1432.
- POLIDORIO, A. M., IMAI, N. N.; TOMMASELLI, A. M. G. 2004. Índice indicador de corpos d'água para imagens multiespectrais. In: *I Simpósio de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação*. 9. Recife. Anais... Disponível em CD-ROM não paginado.

SIRAVENHA, A. C. Q.; SOUSA, D. F.; RESENDE, D. C. O.; SANTOS FILHO, R. C.; PELAES, E. G. 2013. Uso de índices de diferença normalizada na detecção de nuvens e sombras em imagens Landsat-5 TM. In: *Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, 16. (SBSR), Foz do Iguaçu. Anais... São José dos Campos: INPE, 2013. p. 7942-7949.

VANHONI, F.; MENDONÇA, F. 2008. O Clima do Litoral do Estado do Paraná. *Revista Brasileira de Climatologia*. v. 3, não paginado.