

## ÍNDICE DE UMIDADE NA REGIÃO NORDESTE DO BRASIL

Janice Freitas Leivas<sup>1</sup>, Ricardo Guimarães Andrade<sup>2</sup>, Antonio Heriberto de C. Teixeira<sup>3</sup>, Daniel de Castro Victoria<sup>4</sup>, Fabio Enrique Torresan<sup>5</sup>, Edson Luis Bolfe<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Meteorologista, Pesquisadora da Embrapa Monitoramento por Satélite, CNPM, Campinas-SP, janice.leivas@embrapa.br

<sup>2</sup> Engenheiro Agrícola, Pesquisador da Embrapa Monitoramento por Satélite, CNPM, Campinas-SP, ricardo.andrade@embrapa.br

<sup>3</sup> Agrônomo, Pesquisador da Embrapa Monitoramento por Satélite, CNPM, Campinas-SP, heriberto.teixeira@embrapa.br

<sup>4</sup> Agrônomo, Pesquisador da Embrapa Monitoramento por Satélite, CNPM, Campinas-SP, daniel.victoria@embrapa.br

<sup>5</sup> Ecólogo, Pesquisador da Embrapa Monitoramento por Satélite, CNPM, Campinas-SP, fabio.torresan@embrapa.br

<sup>6</sup> Engenheiro Florestal, Pesquisador da Embrapa Monitoramento por Satélite, CNPM, Campinas-SP, edson.bolfe@embrapa.br

**RESUMO:** A análise espacial e temporal dos recursos de gestão e de água da agricultura tem sido utilizado amplamente imagens de satélite. Índices de Umidade foram criados para o monitoramento ambiental, como por exemplo, o Índice da água por diferença normalizada (*Normalized Difference Water Index - NDWI*). A seca que ocorreu no Nordeste brasileiro em 2012 foi monitorada a partir do NDWI derivado das imagens do satélite SPOT-Vegetation devido à grande extensão do evento climático extremo. À frente da forte seca que ocorreu no Nordeste brasileiro, especialmente na Bahia, onde quase 250 municípios estão em situação de emergência, o objetivo deste estudo foi avaliar o comportamento do NDWI do satélite SPOT-Vegetation. O período mais crítico foi observado a partir de janeiro de 2012, onde grandes áreas da região semi-árida da Bahia, apresentaram baixo teor de umidade, com predominância de valores de NDWI abaixo de zero durante o período seco. A variabilidade do NDWI ao déficit de hídrico indica que o produto pode utilizado para o monitoramento de ocorrência de secas do nordeste brasileiro.

**PALAVRAS-CHAVE:** sensoriamento remoto, índice de umidade, estiagem

**INTRODUÇÃO:** A seca de 2011/2012 foi considerada a pior dos últimos 30 anos, acarretando, além da deficiência hídrica que assola o Nordeste Brasileiro (NEB), aumento nos preços dos alimentos. Segundo a União dos Municípios da Bahia, a seca que atingiu o semi-árido nordestino prejudicou a produção de milho e feijão, além de inviabilizar a de mel e leite. A seca é uma deficiência de precipitação durante um período prolongado de tempo que resulta em escassez de água para algumas atividades, grupo ou setor ambiental (NDMC, 2007).

A má distribuição da precipitação no estado da Bahia acarreta expressivas mudanças na cobertura vegetal, como erosão superficial, ausência de vegetação, baixa fertilidade e, conseqüentemente, desertificação. A desertificação gera e acentua a escassez de recursos naturais vitais para a sobrevivência humana, tais como água potável, solo agrícola e vegetação (SILVA et al., 2009). Imagens de satélite são amplamente utilizadas para o monitoramento da cobertura vegetal devido à rapidez de acesso às informações em escala regional e, principalmente, a possibilidade de aquisição de locais de difícil acesso. Com isso, torna-se possível monitorar e identificar ocorrências de secas em escala regional, por meio da utilização de índices de umidade como o índice da água da diferença normalizada (*Normalized Difference Water Index - NDWI*). Este índice tem sido amplamente utilizado para avaliar as condições hídricas da superfície.

O NDWI é um método desenvolvido por Gao (1996) com o intuito de delinear feições na água presentes no ambiente e realçar a presença das mesmas na imagem digital obtida por sensoriamento remoto, sendo obtido através de combinações das bandas espectrais do infravermelho próximo (0,86 µm) e infravermelho médio (1,24 µm).

Diante da intensa seca que assola o nordeste brasileiro, principalmente o estado da Bahia, o objetivo deste estudo foi monitorar o comportamento das condições hídricas, através da análise do NDWI do SPOT-Vegetation.

**MATERIAL E MÉTODOS:** A área de estudo é o estado da Bahia (Figura 1). A Bahia está localizada na zona intertropical, apresentando uma elevada quantidade de luz incidente na superfície do local, resultando em temperaturas muito elevadas durante o ano todo com precipitação mal distribuída no decorrer do ano. Segundo a classificação de Koeppen, são identificados os tipos

climáticos ao longo da região de estudo: Af (quente e úmido) na parte litorânea do sudeste da Bahia e Aw (quente e úmido) que abrange o Recôncavo Baiano e BSh (semi-árido).

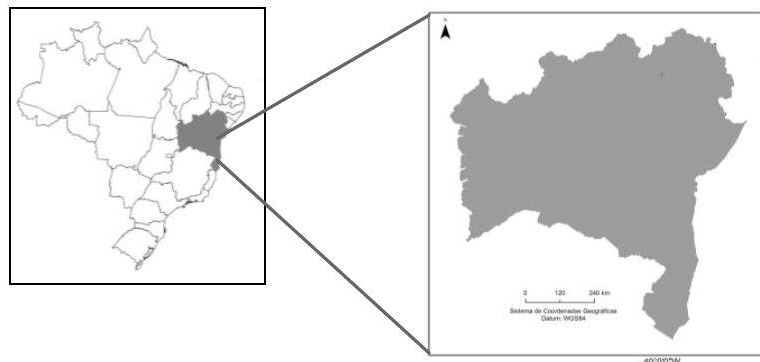


Figura 1. Localização da área de estudo

Para a realização do trabalho, foi utilizado o produto g2\_BIOPAR\_NDWI\_SouthAmerica\_VGT2, referente ao NDWI. O produto é obtido a partir do valor máximo do índice de umidade observado durante o período da composta temporal (10 dias) para cada pixel da imagem, o *Maximum Value Composite* (MVC). Como o produto é decenal, ocorre seleção dos pixels com maior valor de NDWI durante o período, reduzindo a contaminação por nuvens. O NDWI possui resolução radiométrica de 8 bits e resolução espacial de 1km. Os resultados foram comparados com os dados de precipitação padronizados (SPI – Standard Precipitation Index) do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), de outubro de 2011 a outubro de 2012.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Na Figura 2 é apresentado o índice de umidade NDWI do o período de outubro de 2011 a outubro de 2012, na Bahia. Foram observados valores de NDWI abaixo de zero desde outubro de 2011. Em todo o período analisado, o NDWI apresentou predominância de valores inferiores a zero, representada em tom vermelho, entre -0,2 a -0,6 indicando condição de baixa umidade em grande parte do estado da Bahia, exceto na faixa litorânea onde os valores de NDWI variam entre 0,2 e 0,5 (azul), devido à influência da costa oceânica. A partir de janeiro de 2012, observa-se intensificação da seca na Bahia.

Com a ocorrência da intensa seca, o NDWI ficou extremamente baixo, corroborando com pesquisas anteriores como Jackson et al. (2004) realizaram o monitoramento do estresse hídrico em soja e milho; Yoshida (2005) monitoraram vegetação ripária; riso de fogo (VERBESSELT et al., 2006), mapeamento de áreas úmidas e mudanças ambientais (XU, 2006; OUMA e TATEISHI, 2006). Na Figura 3, referente à precipitação padronizada (*Standard Precipitation Index*-SPI) do INMET, observa-se que a partir de janeiro de 2012, a ocorrência de anomalias da precipitação em relação à média, classificando o período extremamente seco em grande parte da Bahia. Em abril de 2012, todo o nordeste brasileiro registrou chuva muito abaixo do normal.

Molion et al. (2002) mostraram que em praticamente toda Bahia, norte de Minas Gerais, noroeste do Espírito Santo e partes sul do Maranhão e Piauí e extremo sudoeste de Pernambuco, os índices pluviométricos variam de 600 mm.ano<sup>-1</sup> (interior) a mais de 3.000 mm.ano<sup>-1</sup> (litoral) e seu período mais chuvoso está compreendido entre os meses novembro a fevereiro (NDJF). Na seca de 2012, a precipitação esperada não ocorreu, conforme constatado nos resultados deste estudo, causando sérios problemas para a população.

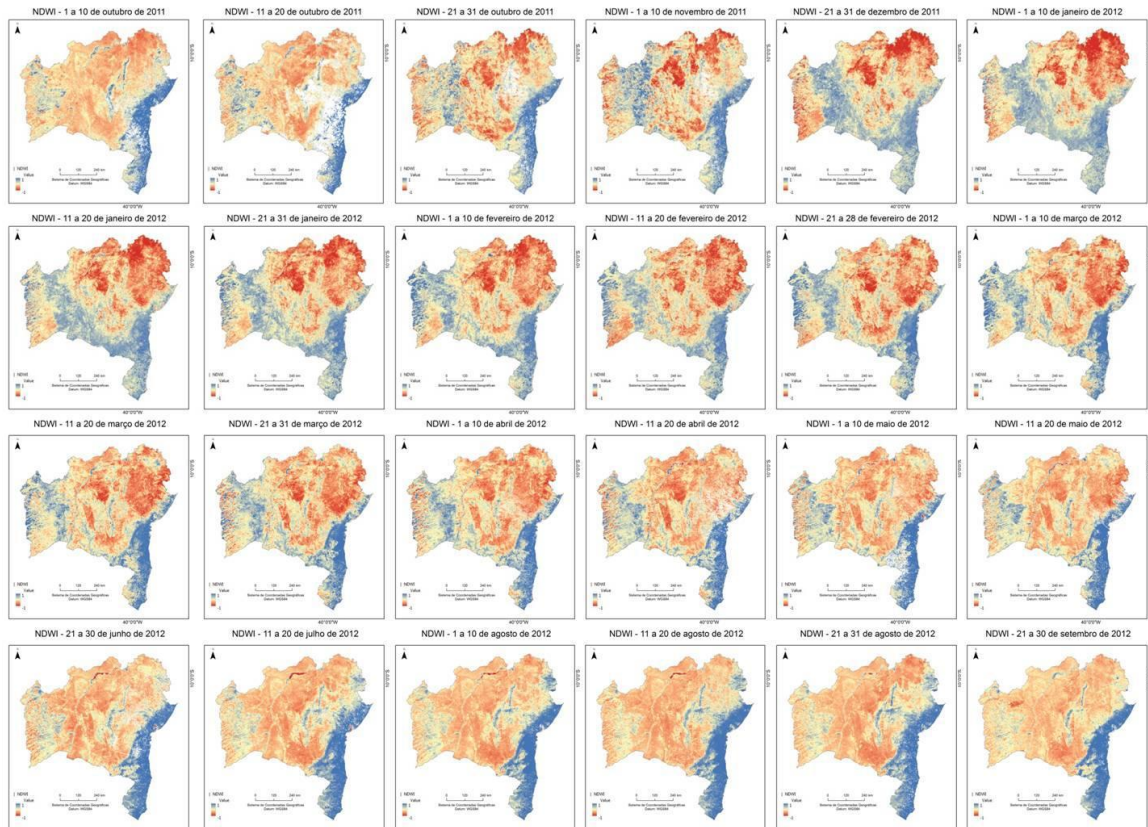


Figura 2. Distribuição espacial do NDWI, de outubro de 2011 a outubro de 2012.

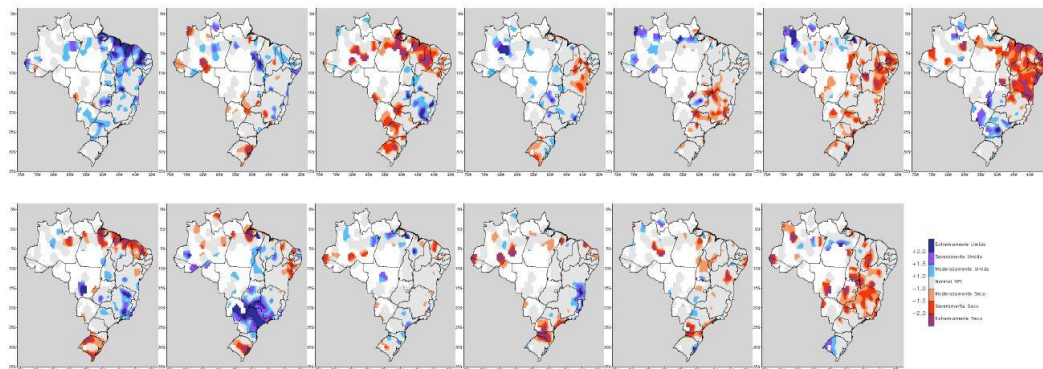


Figura 3. Índice de Precipitação Padronizado (SPI) do INMET, de outubro de 2011 a outubro de 2012 (Fonte: INMET/Instituto Nacional de Meteorologia).

**CONCLUSÕES:** A seca que ocorreu no nordeste brasileiro em 2012 pode ser monitorada a partir o Índice de Água por Diferença Normalizada derivado das imagens do satélite SPOT-Vegetation devido à grande extensão do evento extremo climático. O período mais crítico foi observado a partir de janeiro de 2012, onde grandes áreas do semi-árido da Bahia apresentaram baixo índice de umidade NDWI, com predominância de valores inferiores a zero para o período da seca. O NDWI pode ser aplicado para o monitoramento de áreas com potencial de ocorrência de secas no nordeste brasileiro devido à resposta da variabilidade do NDWI ao déficit de precipitação no período.

## REFERÊNCIAS:

GAO, B. NDWI- a normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space. **Remote Sensing of Environment**, v.58, 257-266, 1996.

INSTITUO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET) Disponível em: <<http://inmet.gov.br/>>. Acesso em: 20 ago.2014.

JACKSON, T.J.; CHENB, D.; COSHA, M.; LIA, F.; ANDERSONC,, M.; WALTHALLA, C.; DORIASWAMYA, P. HUNTA, R. - Vegetation water content mapping using Landsat data derived normalized difference water index for corn and soybeans. **Remote Sensing of Environment**. v.92, p. 475–482, 2004.

MOLION, L. C. B; BERNARDO, S. O. Uma revisão da dinâmica das chuvas no nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 17, n. 1, p. 1-10, 2002.

NDMC, 2007: Inaugural Annual Report 2006-2007. National Disaster Management Centre, Provincial and Local Government Department, Pretoria, South Africa, 172 pp.

OUMA, Y. O.; TATEISHI, R.. A water index for rapid mapping of shoreline changes of five East African Rift Valley lakes: an empirical analysis using Landsat TM and ETM+ data. **International Journal of Remote Sensing**, v.27, p.3153–3181, 2006.

SILVA, N. P. N.; MOURA, G. B. A.; GIONGO, P. R.; SILVA, A. O. Dinâmica espaço-temporal da vegetação no semi-árido de Pernambuco. **Revista Caatinga**, v.22, n.4, p.195-205, 2009.

VERBESSELT , J.; JONSSON, P.; LHERMITTE, S.; AARDT, J.; COPPIN, P. Evaluating Satellite and Climate Data-Derived Indices as Fire Risk Indicators in Savanna Ecosystems. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote**, v. 44, n. 6 p.1622-1632 , 2006.

XU, H. Q. Modification of normalised difference water index (NDWI) to enhance open water features in remotely sensed imagery. **International Journal of Remote Sensing**, v.27, p.3025–3033, 2006.

YOSHIDA, H. Observation of riparian vegetation in western Namibia using NDVI and NDWI derived from Spot-Vegetation. **African Study Monographs**, v. 30, n.4, p. 153-163, 2005