

## XIV SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE

### **SENSOR THEMATIC MAPPER PARA PROCESSAMENTO DE ÍNDICES BIOFÍSICOS COM ANÁLISES MULTITEMPORAIS EM PIRANHAS – AL**

*Jéssica Fernanda de Lima<sup>1</sup>; Leidjane Maria Maciel de Oliveira<sup>2</sup>; Álvaro Augusto das Montanhas  
Farias<sup>3</sup>; Bruno e Silva Ursulino<sup>4</sup> & André Victor Silva Menezes<sup>5</sup>*

**RESUMO** – O Sertão alagoano tem passado por várias interferências devido as ações antrópicas, com isso, as mudanças na superfície terrestre se tornam cada vez mais evidentes. O uso do Sensoriamento Remoto (SR) possibilita o acompanhamento destas áreas de maneira mais abrangente. Neste contexto, este trabalho objetivou a análise multitemporal de variáveis biofísicas do município de Piranhas - AL, por meio de imagens Landsat – 5 e geoprocessamentos. As cenas foram de 06 de dezembro de 2000 e 07 de dezembro de 2007, tendo como parâmetro de escolha a menor incidência de nuvens. Foram gerados os seguintes mapas temáticos: Índice de Umidade por Diferença Normalizada (NDWI) e o Índice de Construção por Diferença Normalizada (NDBI). Quando confrontados os dias 06 e 07, evidenciou-se que o NDWI do dia 07/12/2006 sofreu uma diminuição, já o NDBI do mesmo dia foi acrescido.

**ABSTRACT** – The Alagoan Sertão has undergone several interferences due to the anthropic actions, with that, the changes in the terrestrial surface become more and more evident. The use of Remote Sensing (SR) makes it possible to follow these areas more comprehensively. In this context, this work aimed at the multitemporal analysis of biophysical variables of the city of Piranhas - AL, using Landsat - 5 images and geoprocessing. The scenes were of December 6, 2000 and December 7, 2007, having as a parameter of choice the lowest incidence of clouds. The following thematic maps were generated: Normalized Difference Moisture Index (NDWI) and the Normalized Difference Construction Index (NDBI). When faced with the days 06 and 07, it was evidenced that the NDWI of 12/07/2006 suffered a decrease, since the NDBI of the same day was increased.

**Palavras-Chave** – NDWI, NDBI, Sensoriamento Remoto

---

1) Graduada em Engenharia de Agrimensura, Mestranda em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, Universidade Federal Pernambuco (UFPE), Av. Acadêmico Hélio Ramos, s/n, Cidade Universitária, Recife-PE, CEP 50.740-540, Fone: 81-2126.7764. E-mail: fernanda.agrim@gmail.com

2) Professora do Departamento de Engenharia Civil e do Pós-graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação da Universidade Federal de Pernambuco-UFPE, Av. Acadêmico Hélio Ramos, s/n, CDU, Recife-PE, CEP 50.740-540, Fone: 81-2126.7764, e-mail: leidjaneoliveira@hotmail.com

3) Graduado em Geografia, Mestrando em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, Universidade Federal Pernambuco (UFPE), Av. Acadêmico Hélio Ramos, s/n, Cidade Universitária, Recife-PE, CEP 50.740-540, Fone: 81-2126.7764. E-mail: alvaroamfarias@gmail.com

4) Graduado em Engenharia Ambiental, Doutorando em Engenharia Civil, Universidade Federal Pernambuco (UFPE), Av. Acadêmico Hélio Ramos, s/n, Cidade Universitária, Recife-PE, CEP 50.740-540, Fone: 81-2126.7763. E-mail: brunosenga@gmail.com

5) Graduado em Engenharia Cartográfica, Universidade Federal Pernambuco (UFPE), Av. Acadêmico Hélio Ramos, s/n, Cidade Universitária, Recife-PE, CEP 50.740-540, Fone: 81-2126.7764. E-mail: andrevictorsm.27@gmail.com

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil, devido às suas dimensões continentais e ao escasso conhecimento de seu território, é um dos países que mais pode se beneficiar com o uso do Sensoriamento Remoto (SR) na pesquisa e no monitoramento de seus recursos naturais renováveis e não-renováveis (INPE, 2018). A possibilidade de visualizar e acompanhar as alterações da superfície terrestre sem necessariamente estar presente no local é de grande valia. Áreas com difícil acesso, ou que requerem um custo elevado para as excursões, são bem atendidas pelo SR.

De acordo com Coutinho *et al.* (2016) a única limitação para obtenção das imagens por sensores são as interferências da atmosfera. As partículas suspensas, os gases, e as nuvens presentes acima do alvo dificultam a captação da radiação refletida pela superfície pelo sensor. Através do processamento das imagens e do uso de índices de vegetação é possível minimizar essas interferências, evidenciando as características de interesse dos alvos.

A aplicação das técnicas de Sensoriamento Remoto (SR) fundamenta-se na investigação do comportamento espectral que uma porção da superfície terrestre assume em seu resultado. Esse resultado consiste no processamento de imagens de satélite que pode implicar diversos parâmetros e fatores ambientais (PONZONI, 2002). Entre os inúmeros índices empregados para configuração da superfície terrestre destacam-se o Índice de Umidade por Diferença Normalizada (NDWI) e o Índice de Construção por Diferença Normalizada (NDBI).

Andrade *et al.* (2018) pesquisaram o NDWI no Sertão pernambucano, especificamente nos municípios de Exu e Moreilândia, e detectaram a predominância de solo exposto e vegetação rasteira, compatíveis com outros estudos nesta região, confirmando a eficiência na aplicabilidade da técnica. Siqueira *et al.* (2017) no município de Caruaru no Agreste pernambucano processaram o NDBI utilizando imagens do satélite TM – Landsat 5 entre os anos de 1995 e 2007 e, foi possível detectar uma expansão territorial considerável na área de estudo entre os anos estudados.

O município de Piranhas tem uma grande relevância no Sertão por fazer parte do Sistema da Hidrelétrica de Xingó, estando localizada entre os estados de Alagoas e Sergipe. Outra relevante característica é o seu potencial turístico ambiental oferecendo valiosos passeios de Catamarã, Cânions e trilhas, possibilitando assim alterações na configuração terrestre.

O objetivo deste trabalho consiste na observação multitemporal dos índices biofísicos NDWI e NDBI do município de Piranhas - AL, utilizando imagens do satélite Landsat – 5 (*Thematic Mapper*) e o software de livre acesso QGIS.

## 2. MATERIAIS E METODOS

Segundo o IBGE (2013) o município de Piranhas situa-se geograficamente entre a latitude sul de  $9^{\circ}37'38''$  e a longitude oeste de  $37^{\circ}45'25''$ , a 88m de altitude, ocupando uma área de 407,5 km<sup>2</sup> (Figura 1). Está inserido na mesorregião do Sertão Alagoano e na microrregião Alagoana do Sertão do São Francisco, possuindo uma população de 23.045 habitantes conforme censo de 2010.

A extensão do município de Piranhas apresenta cotas de 12 metros (no nível das margens do rio São Francisco) e altitudes máximas, com elevações em torno de 545 m (no morro do Boqueirão e na serra da Formosinha), na região central e ao norte, no entanto, o predomínio dos níveis ficam entre 150 a 300 metros.

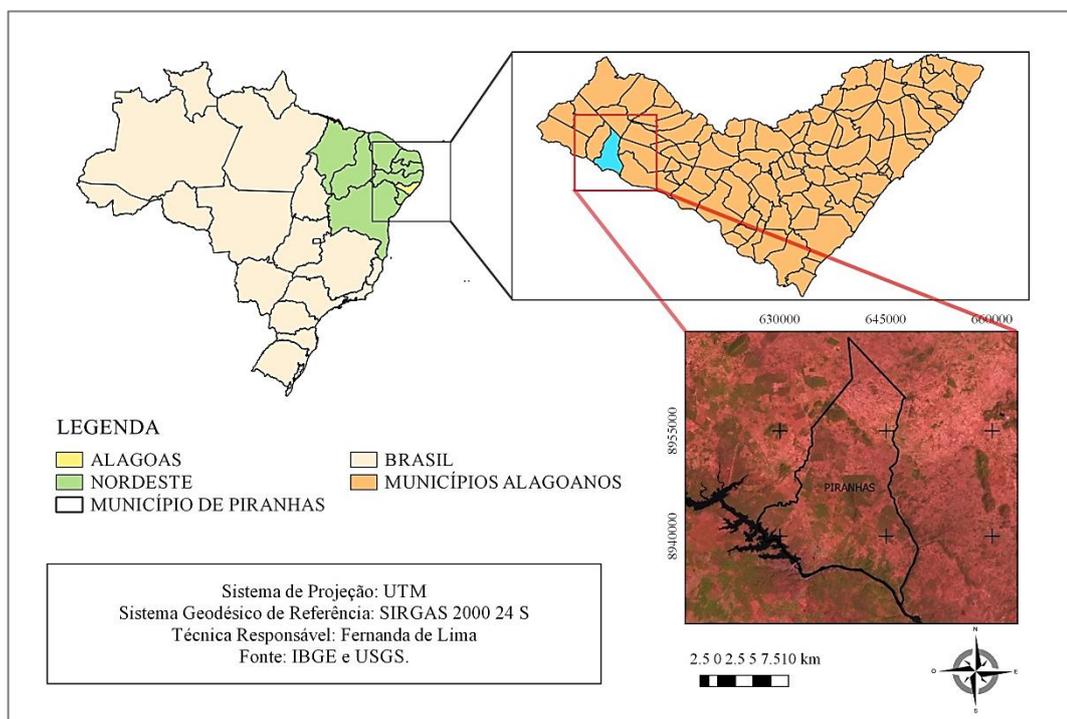


Figura 1- Mapa de localização do município de Piranhas -AL

O clima de Piranhas classifica-se como quente e seco, com o período chuvoso durante os meses de abril a julho, e com a precipitação média anual em torno de 500 mm, distribuindo-se de forma irregular no decorrer do ano. Ainda de acordo com o método de Thornthwaite, Piranhas tem o clima megatérmico semiárido, com grande deficiência hídrica no verão, e está na faixa de desertificação natural classificada como de susceptibilidade muito alta (GOIS *et al.*, 2005).

As duas imagens (2000 e 2007) oriundas do sensor espectral *Thematic Mapper* (TM), foram adquiridas no site do USGS, contendo cada uma sete bandas espectrais com as características expressa na Tabela.1, sendo elas da órbita 215 e ponto 067.

Tabela.1 - Bandas do TM Landsat 5, com os intervalos de comprimento de onda, coeficientes de calibração (radiância mínima – a; radiância máxima – b) e irradiancias espectrais no topo da atmosfera (Toa).

Bandas	Comprimento de onda ( $\mu\text{m}$ )	Coeficientes de Calibração ( $\text{Wm}^{-2} \text{sr}^{-1} \mu\text{m}^{-1}$ )			Irradiância Espectral no Topo da Atmosfera – $K\lambda_i$ ( $\text{Wm}^{-2} \mu\text{m}^{-1}$ )
		a	b (2000)	b (2006)	
1 (Azul)	0,452 – 0,518	-1,52	152,1	193	1983
2 (verde)	0,528 – 0,609	-2,84	296,81	365	1796
3 (vermelho)	0,626 – 0,693	-1,17	204,3	264	1536
4 (IV-próximo)	0,776 – 0,904	-1,51	206,2	221	1031
5 (IV-médio)	1,567 – 1,784	-0,37	27,19	30,2	220
6 (IV-termal)	10,450 – 12,420	1,2378	15,303	15,303	-
7 (IV-médio)	2,097 – 2,349	-0,15	14,38	16,5	83,44

Fonte: Adaptado de Chander *et al.* (2009)

Os processamentos das cenas foram efetivados no software QGIS 2.14.18. As imagens foram empilhadas, recortadas e reprojetadas para o Sistema de Referência Geodésico SIRGAS 2000 24S com o sistema de projeção UTM. Para definição dos parâmetros biofísicos foi necessário calcular a radiância e a reflectância a partir da calibração radiométrica, para ter como resultante os índices.

## 2.1 Calibração radiométrica

A radiância espectral de cada banda ( $L\lambda_i$ ) representa a energia solar refletida por cada pixel por unidade de área, de tempo, de ângulo sólido e de comprimento de onda, medida a nível do satélite Landsat (aproximadamente 705 km de altura) conforme Markham & Baker (1987):

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

sendo:

$L\lambda_i$  = radiância espectral de cada banda ( $\text{Wm}^{-2} \text{sr}^{-1} \mu\text{m}^{-1}$ ),

“a” e “b” = radiâncias espectrais mínimas e máximas ( $\text{Wm}^{-2} \text{sr}^{-1} \mu\text{m}^{-1}$ ) obtidos em Chander *et al.* (2009) na Tabela 1;

ND = intensidade do pixel (número inteiro entre 0 e 255) correspondente a referida cada banda;

i = cada banda do TM Landsat 5.

## 2.2 Reflectância das bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7

A reflectância monocromática foi obtida a partir da razão entre radiação refletida e radiação incidente banda a banda (ALLEN *et al.*, 2002).

$$\rho_{\lambda i} = \frac{\pi \cdot L_{\lambda i}}{K_{\lambda i} \cdot \cos Z \cdot d_r} \quad (2)$$

sendo:

$L_{\lambda i}$ : é a radiância espectral banda-a-banda ( $\text{W m}^{-2} \mu\text{m}^{-1}$ );

$K_{\lambda i}$ : é a irradiância solar espectral banda-a-banda no topo da atmosfera ( $\text{W m}^{-2} \mu\text{m}^{-1}$ );

$\cos Z$ : é o ângulo zenital solar e é o inverso do quadrado da distância relativa Terra-Sol (em unidade astronômica – UA);

$d_r$ : por meio da Equação (3), dada por Iqbal (1983).

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

sendo:

DJ: dia juliano

### 2.3 Índice de Umidade por Diferença Normalizada (NDWI)

Possibilita processar a variação da biomassa vegetal no que se refere a quantidade de água em plantios agrícolas, de acordo com o estresse hídrico no ambiente:

$$NDWI = \frac{\rho_{IVp} - \rho_{IVm}}{\rho_{IVp} + \rho_{IVm}} \quad (4)$$

sendo:

$\rho_{IVp}$  = reflectância da banda do infravermelho próximo;

$\rho_{IVm}$  = reflectância da banda do infravermelho médio.

### 2.4 Índice de Construção por Diferença Normalizada (NDBI)

O Índice de Construção por Diferença Normalizada (NDBI) foi desenvolvido para identificar áreas urbanas e construídas (França *et al.*, 2012), baseado no incremento da resposta espectral das áreas construídas entre as bandas do infravermelho médio e infravermelho próximo, onde são obtidos valores entre -1 e 1, sendo que os valores positivos correspondem a áreas construídas, conforme (Zha *et al.*, 2003):

$$NDBI = \frac{\rho_{IVm} - \rho_{IVp}}{\rho_{IVm} + \rho_{IVp}} \quad (5)$$

sendo:

$\rho_{IVm}$  = reflectância da banda do infravermelho médio;

$\rho_{IVp}$  = reflectância da banda do infravermelho próximo.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A região do Sertão apresenta uma maior sensibilidade quando se refere a mudanças climáticas, devido a isso, as imagens foram escolhidas em data com ausência de evento chuvoso para não ocorrer interferências no vigor vegetativo decorrente da precipitação.

A Figura 2 apresenta os resultados do índice NDWI nas datas de 06/12/2000 e 07/12/2006, onde os valores máximos obtidos foram, respectivamente, 0,4228 e 0,6345, e os menores -0,2753 e -0,8840. Na mesma figura é possível verificar a redução do NDWI quando comparados o dia 06 de dezembro de 2000 com o dia 07 de dezembro de 2006. O decréscimo dos corpos hídricos é mais visível na zona sudoeste do município na imagem de 2006, próximo ao trecho de maior magnitude do rio São Francisco, tendo como referência o município de Piranhas. Em contrapartida, a observação das imagens evidencia que há um contraste maior também na imagem do dia 07, evidenciando que a presença de água nestes alvos foi superior aos mesmos do dia 06.

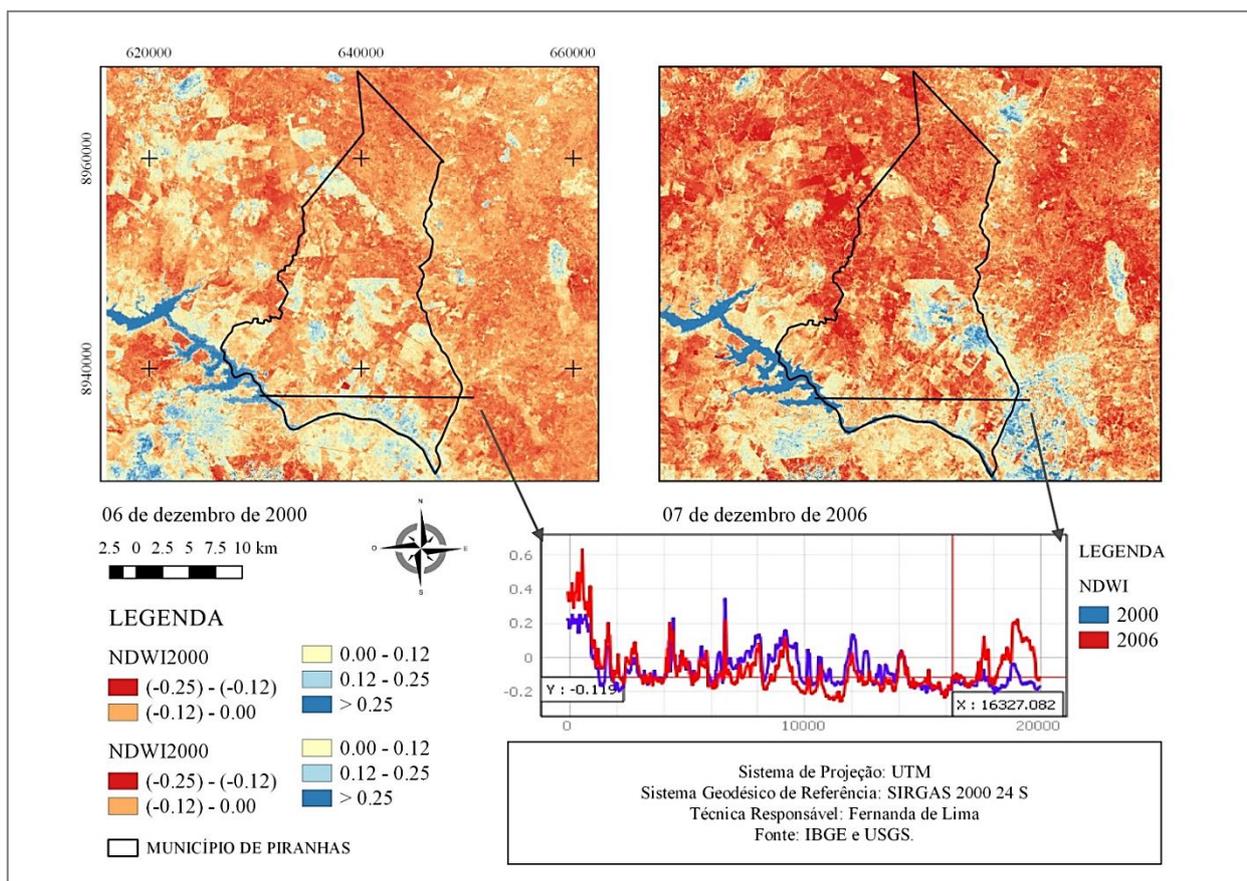


Figura 2- NDWI do município de Piranhas - AL

Os valores negativos de NDWI, representando baixo teor de umidade, encontrados nesta pesquisa condizem com os resultados de Andrade *et al.* (2018), que pesquisaram o NDWI no Sertão

pernambucano e detectaram que parte da área estudada apresentou maior estresse hídrico no meio ambiente. Este comportamento foi detectado também por Almeida *et al.* (2017), quando estudaram as bacias hidrográficas do Rio Brígida e G9 em 2011 com o mesmo sensor desta pesquisa.

Ainda pela Figura 2 verificou-se que o comportamento entre os índices nas duas datas foi semelhante. Entretanto ficou marcante que o ano de 2006 apresentou mais áreas úmidas e maior presença de corpos hídricos, como mostra no início e final do perfil traçado.

Já no que concerne ao NDBI, o valor máximo na imagem de 2000 foi 0,2753 e na de 2006 foi 0,8440, e os valores mínimos foram na mesma ordem -0,4228 e -0,6345. Na Figura 3 foi possível averiguar o desenvolvimento do índice de construção. Também, é factível que no dia 07/12/2006 a quantidade de solo exposto aumentou consideravelmente, não só no município de Piranhas, mas como no entorno. O perfil traçado corroborou, fundamentando que não há uma grande disparidade entre os dias estudados, tendo em vista a diferença de 6 anos.

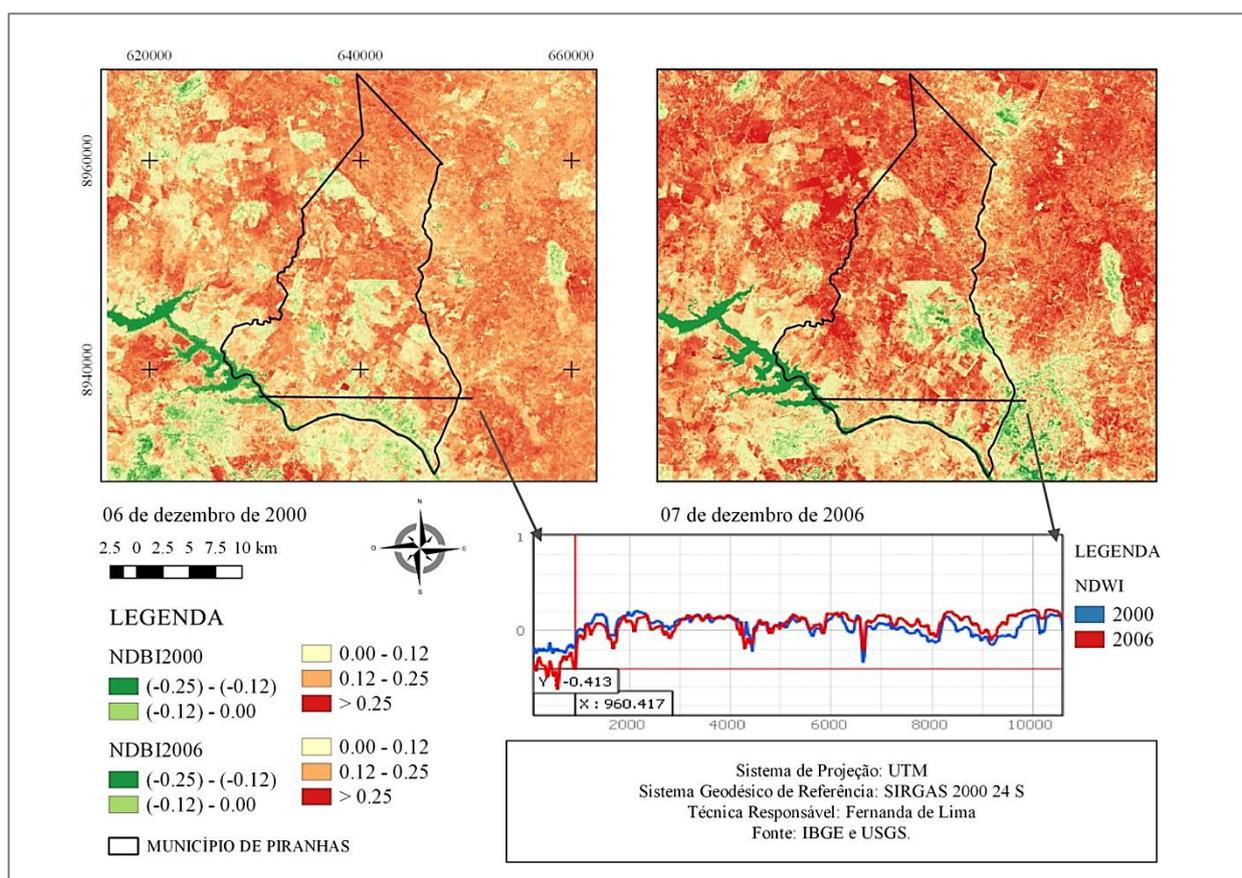


Figura 3 - NDBI do município de Piranhas - AL

#### 4. CONCLUSÃO

Os valores dos pixels detectados no NDWI e NDBI detectaram com eficiência a presença do Rio São Francisco no município de Piranhas e evidenciaram área com solo exposto.

O estudo do NDWI e NDBI utilizando imagens TM – Landsat 5 no Sertão pernambucano, apresentou resultados compatíveis com outros estudos confirmando a eficiência na aplicabilidade da técnica em Sensoriamento Remoto.

#### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE) pelo acesso livre os shapies dos Estados do nosso país; ao Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS) pelas imagens disponibilizadas e; a FACEPE pela bolsa de doutorado do quarto autor.

#### REFERÊNCIAS

ALLEN, R.; TASUMI, M.; TREZZA, R. (2002). “SEBAL (Surface Energy Balance Algorithms for Land)” – Advanced Training and Users Manual – Idaho Implementation, version 1.0, 2002.

ALMEIDA, D. N. O., OLIVEIRA, L. M. M., SILVA, C. B., BEZERRA, U. A., FARIAS, M.O., CANDEIAS, A.L.B. (2013) “Análise das Bacias Hidrográficas do Rio Brígida, Rio Terra Nova e Grupo de Bacias de Pequenos Rios Interiores 9 (Gi9) de Pernambuco Usando Índices de Vegetação e de Umidade”, in Anais do XXVII Congresso Brasileiro de Cartografia. Rio de Janeiro – RJ: INPE, 2013.

ANDRADE, C.B.; OMENA, J.A.M.; GUSMÃO, A.C.V.L.; RODRIGUES, D.F.B; OLIVEIRA. L.M.M. (2018). “Características Fisiográficas e Índices de Vegetação no Sertão pernambucano”, in Anais do VI Encontro de Desenvolvimento e Meio Ambiente (EDMA), Recife, Pernambuco, julho 2018.

COUTINHO, M.A.N. et al (2016). “Análise comparativa dos índices de vegetação NDVI, SAVI, RATIO E IAF para identificação de queimadas”. Revista Caderno de Ciências Agrárias. 2016. v. 8, n. 1, p. 70-81.

CHANDER, G.; MARKHAM, B. L.; HELDER, D. L. (2009). “Summary of current radiometric calibration coefficients for Landsat MSS, TM, ETM+, and EO-1 ALI sensors”. Remote Sensing of Environment, v.113, p.893-903.

GOIS, G; SOUZA, J.L; SILVA, P.R.; OLIVEIRA JUNIOR, J.F. (2005). “Caracterização da desertificação no Estado de Alagoas utilizando variáveis climáticas”. Revista Brasileira de Meteorologia, v.20, n.3, p. 301-314.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (2018). Portal das cidades. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/al/piranhas/panorama>>. Acessp em Julho de 2018.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (2018). Portal da Pós-graduação em Sensoriamento Remoto. Disponível em: <[http://www3.inpe.br/pos\\_graduacao/cursos/ser/](http://www3.inpe.br/pos_graduacao/cursos/ser/)>. Acesso em: Julho de 2018.

IQBAL, M. (1983). *“An introduction to solar radiation”*. New York: Academic Press. p.1-212.

MARKHAM, B. L.; BARKER, L. L. (1987) *“Thematic mapper bandpass solar exoatmospherical irradiances”*. International Journal of Remote Sensing, v.8, n.3, p.517-523, 1987.

PONZONI, F. J. (2002). *“Sensoriamento remoto no estudo da vegetação: diagnosticando a mata atlântica”*. São José dos Campos: INPE, 2002 8-8p.

SIQUEIRA, A.E.C; OLIVEIRA, L.M.M.; GONÇALVES, E.A.P.; BEZERRA, S.T.M; GUSMÃO, A.C.V.L (2017). *“Caracterização da expansão urbana de Caruaru-PE utilizando sensoriamento remoto”*, in Anais do 9º Encontro Internacional das Águas, 2018, Universidade Católica de Pernambuco (UNICAP).

USGS - United States Geological Survey. Earth Explore. 2018. Disponível em:<<https://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em: Julho de 2018.

ZHA, Y.; GAO, J.; NI, S. (2003). *“Use of normalized difference built-up index in automatically mapping urban areas from TM imagery”*. International Journal of Remote Sensing. v. 24, n. 3, p. 583-659.