



## **SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

### **USO DO SENSORIAMENTO REMOTO NA IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS VULNERÁVEIS AO PROCESSO DE DESERTIFICAÇÃO**

Maryana Cavalcante Cordeiro<sup>1</sup>, Victor Herbert de Alcântara Ribeiro<sup>2</sup>,  
Maria José Herculano Macedo<sup>3</sup>, Kedyna Luanna Tavares Bezerra<sup>4</sup>, Vicente de  
Paulo Rodrigues da Silva<sup>5</sup>

<sup>1</sup> *Universidade Federal de Campina Grande, e-mail: mary.cavalcante7@gmail.com*

<sup>2</sup> *Universidade Estadual da Paraíba, e-mail: victor\_herbert\_cg@hotmail.com*

<sup>3</sup> *Universidade Federal do Maranhão, e-mail: mariejhm@hotmail.com*

<sup>4</sup> *Universidade Federal de Alagoas, e-mail: kedyna.luanna@gmail.com*

<sup>5</sup> *Docente em Recursos Naturais – CTRN/UFCG, e-mail: vicente@dca.ufcg.edu.br*

#### **INTRODUÇÃO**

O processo de desertificação exige uma abordagem interdisciplinar e multicêntrica diante da área estudada, englobando primeiramente aspectos do ambiente, tais como clima, vegetação, geologia, geomorfologia e principalmente o manejo inadequado dos recursos naturais pela atividade antrópica.

O fenômeno El Niño-Oscilação Sul (ENOS) representa um dos fenômenos de grande escala que mais afetam o tempo e o clima em diferentes locais da superfície terrestre, provocando alterações na circulação atmosférica afetando os elementos meteorológicos, dentre eles o regime térmico de diversas regiões, inclusive no Brasil.

Portanto, notou-se que o fenômeno ENOS modula a precipitação anual, através de múltiplas escalas de tempo, inclusive na precipitação no semiárido da Região Nordeste Brasileira, que sofre severa redução quando em anos de fase quente do ENSO. Nesse sentido é possível notar que esse fenômeno causa mudanças significativas na temperatura global, pois em anos em que a fase quente do ENSO está presente, existe uma tendência para registrarem-se temperatura do ar acima da média.

Nesse sentido, a Convenção das Nações Unidas para Combate à Desertificação, define a desertificação como o “processo de degradação das terras das regiões áridas, semiáridas e sub-úmidas secas, resultante de diferentes fatores, entre eles as variações climáticas e as atividades humanas”, acarretando impactos negativos na qualidade de vida da população. Ainda afirma que 250 milhões as pessoas são diretamente afetadas, e que as terras secas vulneráveis a desertificação cobrem 45% da superfície terrestre do planeta (LEAN, 2008).

As Áreas Susceptíveis à Desertificação (ASD) no Brasil cobrem uma área superior à compreendida pela Região Semiárida ou ao espaço do Polígono das Secas. Na Paraíba as regiões mais secas concentram-se nas microrregiões do Cariri, Seridó e





## **SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

Curimataú.

Palmer (1965), considera a seca como o intervalo de tempo, geralmente da ordem de meses ou até mesmo anos, durante o qual a precipitação cai “consideravelmente” em relação ao climatologicamente esperado ou apropriado. Logo, representa a interação entre um evento natural (menor precipitação do que o esperado como resultado da variabilidade climática) e a demanda das pessoas pelo fornecimento de água, atuando diretamente sobre ecológico, econômico, social e cultural, que seja vulnerável à redução da precipitação.

A Organização das Nações Unidas (ONU) indica a realização de pesquisas envolvendo o sensoriamento remoto para detecção de parâmetros biofísicos (índices de vegetação) e físicos (albedo, temperatura, emissividade) na identificação de áreas de riscos ao processo de desertificação. Entre os quatro indicadores do processo de desertificação recomendado pela ONU, encontra-se o índice de vegetação por diferença normatizada, indicador biofísico para avaliação e monitoramento sazonal e interanual das alterações dos ambientes. O NDVI é uma variável que vem sendo bastante empregada na estimativa de áreas secas, e está intimamente correlacionado a variáveis climáticas da região (BARBOSA et al., 2006).

A redução da cobertura vegetal representa um dos principais indicadores do processo de desertificação e diretamente relaciona-se com o aumento do albedo, que representa a refletância das propriedades de superfície dos corpos, variando de acordo com a cor e a constituição que o corpo apresenta. Uma elevação no albedo consequentemente terá uma baixa intensidade de absorção de energia, já que a maior parte da energia foi refletida. Assim, o albedo será máximo nos corpos brancos e mínimo nos corpos pretos (MENDOÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007).

O albedo é uma medida adimensional, sendo expresso geralmente por valores entre 0,0 e 1,0, ou sob a forma de porcentagem. É definido como a fração da energia recebida no intervalo do espectro solar (0,3 a 3,0: m) que é refletida por uma superfície (MONTEITH & UNSWORTH, 1990). Nesse sentido, o presente estudo tem como objetivo analisar os municípios de Algodão de Jandaíra, Nova Palmeira e Cabaceiras localizados nas microrregiões mais secas na Paraíba, visando a utilização de imagens do satélite LANDSAT-5 por meio do algoritmo SEBAL.

### **METODOLOGIA**

Os municípios escolhidos para o presente estudo localizam-se nas nas microrregiões mais secas na Paraíba: Cariri (Cabaceiras), Seridó (Nova Palmeira) e Curimataú (Algodão de Jandaíra), como pode ser visto na Figura 1 a seguir.





## SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

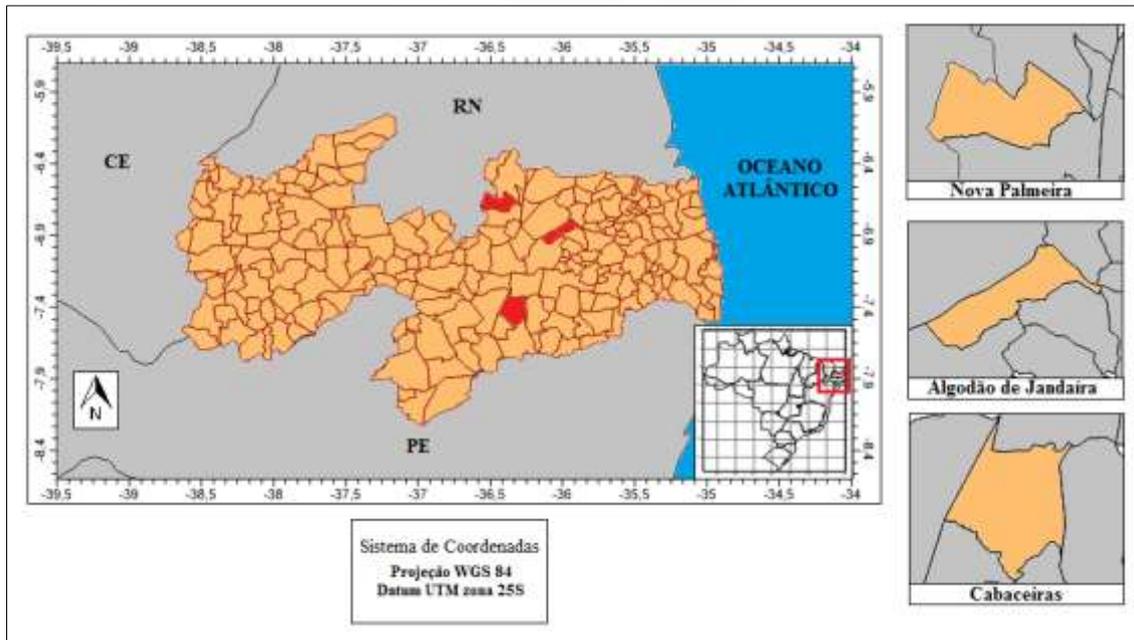


Figura 1. Mapa do Estado da Paraíba enfatizando as três cidades escolhidas

As cenas utilizadas foram adquiridas gratuitamente no site da USGS (<http://glovis.usgs.gov/>), os anos de tomada das imagens foram 1988 e 2010. As imagens foram selecionadas em função de apresentarem uma baixa cobertura de nuvens e por conter uma grande variação temporal.

Baseou-se no algoritmo *Surface Energy Balance Algorithm for Land* (SEBAL), usando o software *ERDAS IMAGINE 2014*. O processamento da imagem foi feito utilizando a ferramenta *Model Maker*, com isso foram geradas as seguintes variáveis: Calibração radiométrica (radiância espectral), reflectância monocromática, albedos planetário e da superfície e índice de vegetação (IVDN). Para a confecção dos mapas temáticos foi utilizado o programa *QGIS 2.8.2*.

A calibração radiométrica ( $L_{\lambda i}$ ) foi adquirida conforme a Equação I, indicada por Markham & Baker (1987):

$$L_{\lambda i} = a_i + \frac{b_i - a_i}{255} ND \quad (I)$$

em que  $a_i$  e  $b_i$  são as radiâncias espectrais mínima e máxima ( $Wm^{-2}sr^{-1}\mu m^{-1}$ ), DN é a intensidade do pixel, cujos valores variam entre 0 e 255, no caso do satélite Landsat, e  $i$  corresponde às bandas (1, 2, ... e 7). A unidade de  $L_{\lambda i}$  é  $Wm^{-2}sr^{-1}\mu m^{-1}$ . Os coeficientes de calibração utilizados para o Landsat foram aqueles propostos por Chander & Markham (2003).

A reflectância de cada banda ( $\rho_{\lambda i}$ ) foi obtida aplicando a Equação II, de acordo com Allen et al. (2002):





## SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

$$\rho_{\lambda_i} = \frac{L_{\lambda_i} \pi}{K_{\lambda_i} \times \cos \theta \times d_r^2} \quad (\text{II})$$

em que  $L_{\lambda_i}$  é a radiância espectral de cada banda,  $K_{\lambda_i}$  é a constante monocromática solar associada à cada banda do sensor,  $\theta$  é o ângulo zenital do Sol e  $d_r$  é o inverso do quadrado da distância relativa Terra-Sol. O cálculo de  $d_r$  foi adquirido de acordo com a Equação III:

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

onde DJ é o dia de ordem do ano em que foram obtidos os dados radiométricos (imagens de satélite), cujos valores corresponderam ao dia da geração das imagens.

O cálculo do albedo no topo da atmosfera foi realizado através de combinação linear das reflectâncias monocromáticas, obtido pela Equação IV:

$$\alpha_{\text{toa}} = 0,293\rho_1 + 0,274\rho_2 + 0,233\rho_3 + 0,157\rho_4 + 0,033\rho_5 + 0,011\rho_7 \quad (\text{IV})$$

onde,  $\rho_1$ ,  $\rho_2$ ,  $\rho_3$ ,  $\rho_4$ ,  $\rho_5$  e  $\rho_7$  são as reflectâncias nas bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7.

O albedo da superfície foi calculado através da Equação V:

$$r_0 = \frac{\alpha_{\text{toa}} - \alpha_{\text{path\_radiance}}}{\tau_{\text{sw}}} \quad (\text{V})$$

onde,  $\alpha_{\text{toa}}$  é o albedo planetário,  $\alpha_{\text{path\_radiance}} = 0,03$  é a porção da radiação solar refletida pela atmosfera (Bastiaanssen, 2000) e  $\tau_{\text{sw}}$  é a transmissividade atmosférica (Allen et al., 2002).

A transmissividade atmosférica foi computada em função da altitude local (Z), conforme a Equação VI:

$$\tau_{\text{sw}} = 0,75 + 2 \times 10^{-5} \times Z \quad (\text{VI})$$

Para o cálculo do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (IVDN) foi usada a seguinte equação (Allen et al., 2002):

$$\text{IVDN} = (\rho_4 - \rho_3) / (\rho_4 + \rho_3) \quad (\text{VII})$$

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados obtidos, verificou-se que houve mudanças significativas nos índices estimados, o IVDN aumentou de 1988 a 2010 nos três municípios de estudo (Algodão de Jandaíra, Cabaceiras e Nova Palmeira).

Comparando o Índice de Vegetação nessas três cidades, o maior valor do IVDN registrado pelas imagens de satélite se encontra no município de Nova Palmeira, com um valor máximo de 0,69 em 2010 ao passo que se encontravam valores em torno de





## SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

0,57 em 1988, seguido de Algodão de Jandaíra apresentando um valor de 0,66 em 2010, com 0,58 em 1988 e, por último, a cidade de Cabaceiras, com um valor de 0,62 em 2010 e 0,40 em 1988.

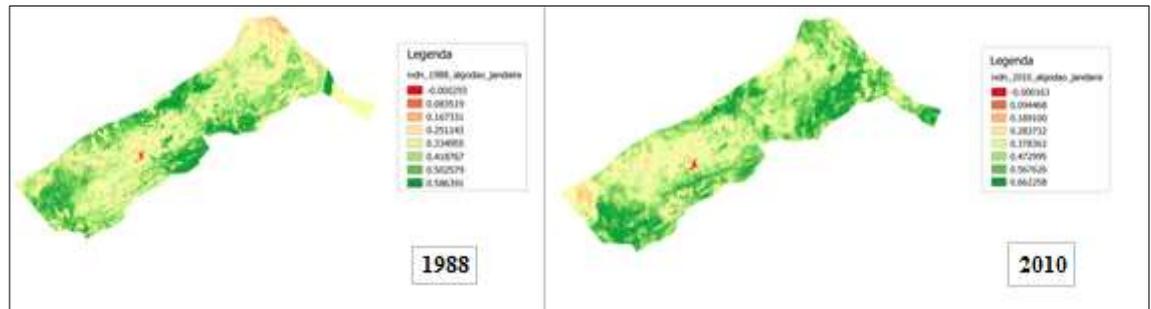


Figura 2. IVDN para a cidade de Algodão de Jandaíra em 1988 e 2010

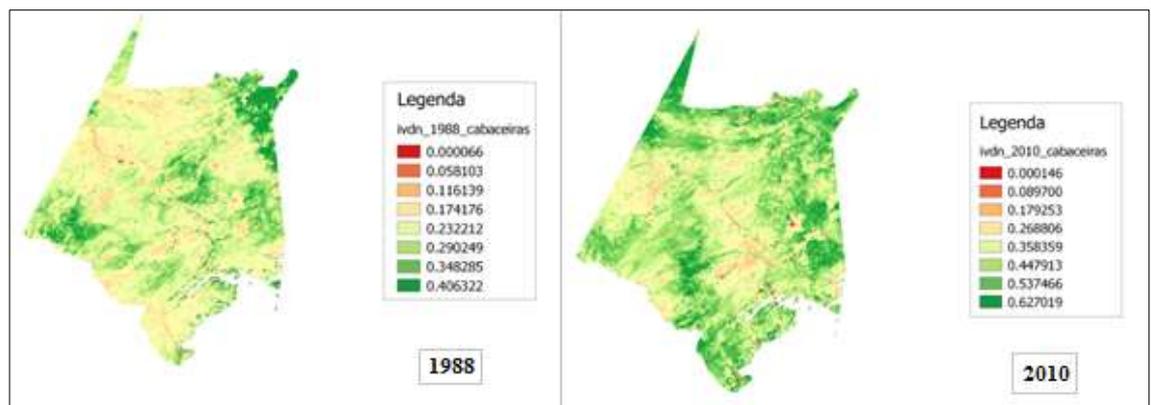


Figura 3. IVDN para a cidade de Cabaceiras em 1988 e 2010

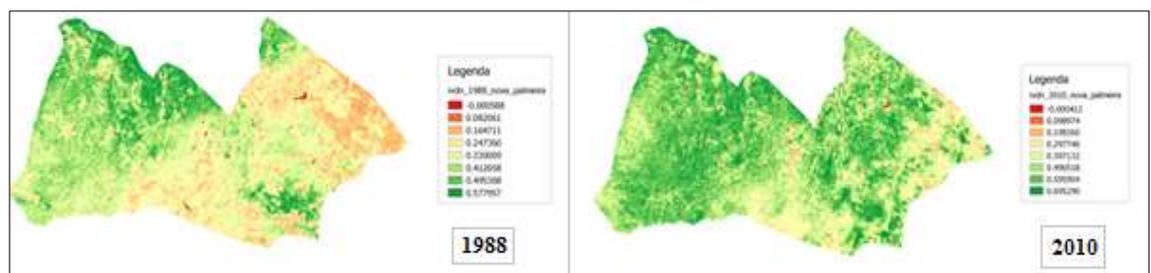


Figura 4. IVDN para a cidade de Nova Palmeira em 1988 e 2010

Observa-se que ocorreram mudanças significativas no IVDN nesses 22 anos de temporalidade. Os valores do índice de vegetação aumentaram, conseqüentemente ocorreu a diminuição da temperatura em áreas com vegetação. Isso pode ser explicado





## **SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

através de eventos como o El Niño (1988) e La Niña (2010), onde o El Niño no Nordeste Brasileiro provoca a queda na precipitação e a La Niña provoca um aumento, modificando a vegetação no ambiente.

### **CONCLUSÕES**

Os resultados embora que preliminares evidenciam a eficiência do sensoriamento remoto no monitoramento de áreas vulneráveis ao processo de desertificação localizado na Paraíba, como também a relação entre parâmetros biofísicos e anos de eventos de La Nina e El Nino, e a partir disso auxiliar o desenvolvimento de políticas contextualizadas com a realidade pluviométrica do local.

### **Referências Bibliográficas**

- ALLEN, R.; BASTIAANSEN, W.; WATERS, R.; TASUMI, M.; TREZZA, R. Surface energy balance algorithms for land (SEBAL), Idaho implementation - Advanced training and users manual, version 1.0, 2002. 97p.
- BASTIAANSEN, W.G.M. (2000). SEBAL-based sensible and latent heat fluxes in the irrigated Gediz Basin, Turkey. *Journal of Hydrology*, v. 229, p. 87-100.
- BARBOSA, H.A.; HUETI, A.R.; BAETHGEN, W.E. A 20 - year study of NDVI variability over the Northeast Region of Brazil. *Journal of Arid Environments*, London, v.67, p.288-307, 2006.
- LEAN, Geoffrey. Down to Earth: A simplified guide to the Convention to Combat Desertification, why it is necessary and what is important and different about it. Bonn: Secretariat of the United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD), 2008, p. 12
- MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. Climatologia: noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina de textos, 2007.
- MESQUITA, F.L.L. Monitoramento do balanço de radiação na região metropolitana do rio de janeiro. 2012. 80 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Meteorologia, Departamento de Instituto de Geociências do Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.
- MONTEITH, J.L.; UNSWORTH, M.H. Principles of Environmental Physics. New York, Chapman and Hall, Inc, 1990
- PALMER, W.C. Meteorological drought. Washington, 1965. 58p.

