



SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS BIOFÍSICO E FÍSICOS NA IDENTIFICAÇÃO DO PROCESSO DE DESERTIFICAÇÃO EM CABROBÓ

Maryana Cavalcante Cordeiro¹, Virgínia Mirtes de Alcântara Silva², Victor Herbert de Alcântara Ribeiro³, Maria José Herculano Macedo⁴, Vicente de Paulo Rodrigues da Silva⁵

¹ Universidade Federal de Campina Grande, e-mail: mary.cavalcante7@gmail.com

² Universidade Federal de Campina Grande, e-mail: virginia.mirtes@ig.com.br

³ Universidade Estadual da Paraíba, e-mail: victor_herbert_cg@hotmail.com

⁴ Universidade Federal do Maranhão, e-mail: mariejhm@hotmail.com

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

Introdução

O sensoriamento remoto representa uma ferramenta eficaz para gerenciamento e gestão de recursos naturais. Com o aperfeiçoamento dos algoritmos para estimativa de parâmetros biofísicos relevantes à variabilidade espacial dos componentes espectrais e resultados das interações solo-vegetação-atmosfera, tem-se cada vez mais avançado nas pesquisas com relação ao processo de desertificação e recuperação de áreas degradadas.

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. O IVDN ou 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). Também representa um indicador de vegetação utilizado para destacar a vegetação ocorrente em uma área, este, é dado pela razão entre as bandas de alta correlação entre si e serve para realçar os alvos de interesse, a biomassa vegetal (ARAÚJO et al., 2010).

Logo, a vegetação representa um parâmetro essencial no processo, pois a redução da fitomassa da caatinga está diretamente relacionada com a degradação dos solos das áreas com menos cobertura vegetal, essas duas condições tendem a aumentar o albedo das superfícies sujeitas à degradação. O albedo é definido como a fração da energia recebida no intervalo do espectro solar (0,3 a 3,0 μm) que é refletida por uma superfície (MONTEITH & UNSWORTH, 1990). Fisicamente, o albedo é inversamente proporcional à capacidade que uma superfície tem de absorver a radiação solar. Deste modo, quando uma superfície possui um albedo elevado, uma grande parcela da radiação de onda curta (R_s) é refletida de volta para atmosfera (MESQUITA, 2012).

Em sistemas ecológicos o albedo controla as condições microclimáticas das culturas e a absorção de radiação, afetando aspectos físicos e fisiológicos, tais como o balanço de energia, evapotranspiração, fotossíntese e respiração (WANG et al., 2001).





SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Com relação às áreas susceptíveis à desertificação no Brasil, analisadas como Núcleos de Desertificação, consideradas com o maior nível de severidade deste processo de degradação, as mesmas distribuem-se em quatro núcleos e todas estão localizadas na porção semiárida do Nordeste Brasileiro. Em meados de 1998/1999 o Ministério do Meio oficializou a identificação de quatro núcleos de desertificação, que passaram a ser conhecidos como Núcleos de Gilbués-PI, de Irauçuba-CE, do Seridó-RN e de Cabrobó-PE, o último totaliza uma área de 5.960 km² abrangendo os municípios de Cabrobó, Belém de São Francisco e Floresta.

De acordo com Silva & Silva (2015), o município de Cabrobó possui extensas áreas degradadas pelo desmatamento e o manejo inadequado do solo principalmente pela técnica de irrigação por inundação empregada na plantação de cebola (*Allium cepa* L.), arroz (*Oryza sativa* L.) e na fruticultura. Ainda relatam que a construção do canal de transposição do rio São Francisco está modificando a paisagem da área pela retirada da vegetação, exposição do solo e mudanças no ciclo hidrológico acentuando ainda mais o processo de desertificação em Cabrobó.

Para análise dos processos de desertificação é necessário o entendimento dos aspectos fisiográficos de cada área de estudo, pois os mesmos são responsáveis pela vulnerabilidade natural à desertificação. Nesse contexto, o presente estudo tem como objetivo analisar as áreas degradadas em Cabrobó, visando a utilização de imagens do satélite LANDSAT-5 por meio do algoritmo SEBAL.

Metodologia

O município de Cabrobó (Figura 1) está localizado na mesorregião do São Francisco e na microrregião de Petrolina do Estado de Pernambuco com coordenadas geográficas de 8°03'14"S de latitude e 34°52'52"W de longitude, limitando-se a norte com a cidade Terra Nova, a sul com o estado da Bahia, a leste com Salgueiro e Belém de São Francisco, e a oeste com Orocó e Parnamirim. O clima é do tipo Tropical Semiárido, com chuvas de verão. O período chuvoso se inicia em novembro com término em abril. A precipitação média anual é de 431,8mm.





SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

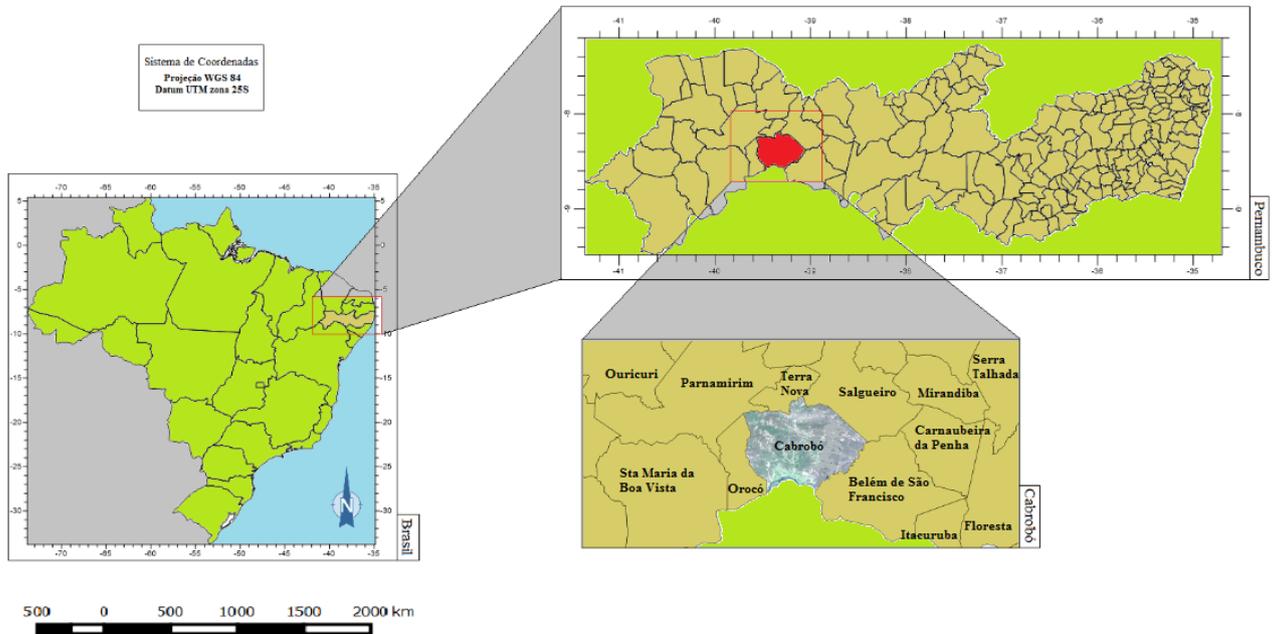


Figura 1. Foco para a cidade de Cabrobó no Estado de Pernambuco

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), e para a confecção dos mapas temáticos foi usado o programa *QGIS 2.8.2*.

A calibração radiométrica (L_{λ_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_{λ_i} é $Wm^{-2}sr^{-1}\mu m^{-1}$. Os coeficientes de calibração utilizados para o Landsat foram aqueles propostos por Chander & Markham (2003).





SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

A reflectância de cada banda (ρ_{λ_i}) foi obtida aplicando a Equação II, de acordo com Allen et al. (2002):

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

em que L_{λ_i} é a radiância espectral de cada banda, K_{λ_i} é a constante monocromática solar associada à cada banda do sensor, θ 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 ρ_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, α_{toa} é o albedo planetário, $\alpha_{\text{path_radiance}} = 0,03$ é a porção da radiação solar refletida pela atmosfera (Bastiaanssen, 2000) e τ_{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





SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

De acordo com os resultados obtidos, verificou-se que houveram mudanças significativas nos índices estimados, o IVDN aumentou de 1988 a 2010 no município de estudo e, em 1988 o maior valor registrado era de 0.42 chegando a 0.46 em 2010, como pode ser visto na Figura 2.

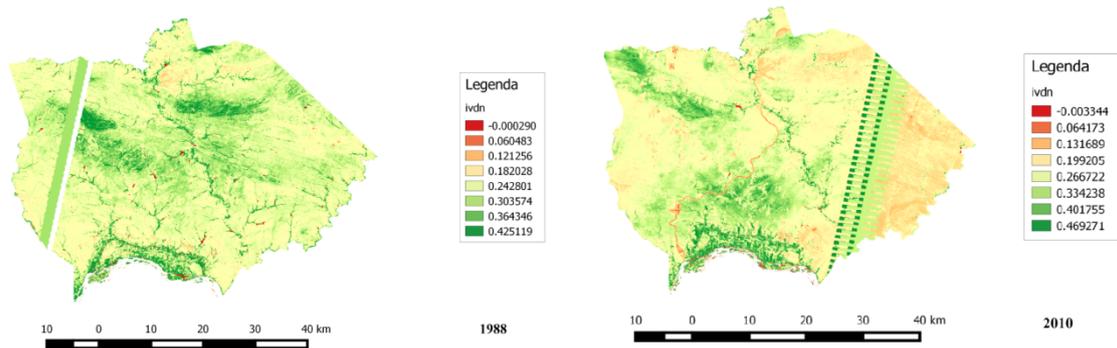


Figura 2. Índices de IVDN para a cidade de Cabrobó nos anos de 1988 e 2010

Em 1988 a cidade de Cabrobó apresentava quase que em sua totalidade valores de IVDN entre 0.18 a 0.36, já em 2010 a variação foi maior em toda a cidade, percorrendo valores de 0.13 a 0.40, aparecendo grandes áreas com valores percorrendo 0.13, o que indica uma maior área degradada.

A Figura 3 representa o albedo de superfície para a mesma região de estudo.

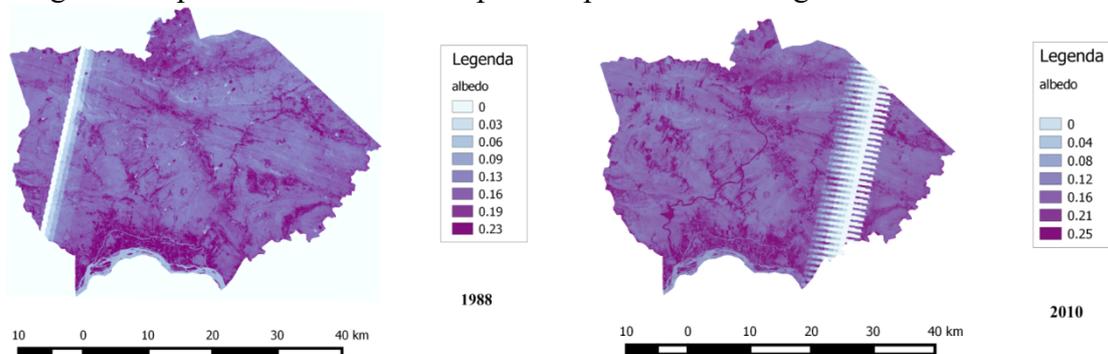


Figura 3. Albedo para a cidade de Cabrobó

Verifica-se que o albedo aumentou de 1988 a 2010 ocorrendo pouca variação entre os anos, chegando a valores de 0.23 em 1988 e 0.25 em 2010. Em 2010 há mais áreas com o albedo elevado do que no ano de 1988. Apesar dessa pouca variação o albedo encontra-se elevado para a região, evidenciando áreas de solos degradados.





SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Conclusões

Os resultados embora que preliminares evidenciam a eficiência do sensoriamento remoto no monitoramento ambiental. Para o município de Cabrobó, verifica-se que nesses 22 anos de temporalidade ocorreram mudanças significativas nos valores de IVDN acentuando ainda mais as variações de albedo. Isso significa a necessidade e implementação de projetos de recuperação para as áreas afetadas.

Referências Bibliográficas

ARAÚJO, I. R., SILVA, H. P., LOPES, A. S.; ALENCAR, B. P. B., SILVA, H. D. B. Cálculo de NDVI no suporte ao estudo de desertificação no município de Orobó –PE, In: III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Recife - PE, 27-30 de Julho de 2010.

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.

MONTEITH, J.L.; UNSWORTH, M.H. Principles of Environmental Physics. New York, Chapman and Hall, Inc, 1990

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.

WANG, S.; GRANT, R.F.; VERSEGHY, D.L.; BLACK, T.A. Modelling plant carbon and nitrogen dynamics of a boreal aspen forest in CLASS – the Canadian Land surface Scheme. *Ecology Modelling*. 2001. 142, 135-154.

