

## CORRELAÇÃO ENTRE PARÂMETROS BIOFÍSICOS DO MUNICÍPIO DE RIBEIRÃO DO LARGO - BA

Luana Menezes Vianna<sup>1</sup>, José Renato Emiliano dos Santos<sup>2</sup>, Arthur Silva Gomes<sup>3</sup>, Rita de Cássia Freire Carvalho<sup>1</sup>, Odair Lacerda Lemos<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Estudante de Engenharia Florestal, UESB, Vitória da Conquista - BA, lm.vianna@hotmail.com; freirecarvalho@gmail.com

<sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo, Vitória da Conquista - BA, renato.jose20@gmail.com

<sup>3</sup>Engenheiro Florestal, Vitória da Conquista - BA, arthur\_002@hotmail.com

<sup>4</sup>Prof. Dr. do Departamento de Engenharia Agrícola e Solos, UESB, Vitória da Conquista - BA, odairlacerda@hotmail.com

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi analisar o comportamento sazonal e a correlação entre três parâmetros biofísicos: albedo, Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e temperatura de superfície obtidos por meio de imagens de satélite Landsat 8-OLI no município de Ribeirão do Largo - BA. As imagens foram processadas com a utilização do *software* ArcGis 10.3. O NDVI foi obtido pela razão entre a diferença das reflectâncias das bandas no infravermelho próximo e no vermelho e pela soma dessas mesmas, o albedo e a temperatura de superfície foram obtidos pelo algoritmo SEBAL. Todos os parâmetros apresentaram variabilidade sazonal. Houve forte correlação entre o NDVI e a temperatura de superfície, correlação moderada entre albedo e temperatura de superfície e correlação moderada e fraca entre albedo e NDVI. Sugere-se continuidade do monitoramento desses parâmetros na região para construção de série de dados temporais e análises em campo para verificação das fracas correlações.

**PALAVRAS-CHAVE:** albedo, NDVI, temperatura de superfície

**INTRODUÇÃO:** As imagens de satélites proporcionam uma visão sinóptica (de conjunto) e multitemporal (de dinâmica) de extensas áreas da superfície terrestre, possibilitando o estudo dos ambientes e sua transformação, destacando principalmente, os impactos causados por fenômenos naturais e pela ação do homem através do uso e ocupação do solo (FLORENZANO, 2002). Para a detecção e monitoramento dos impactos ambientais nas áreas susceptíveis à desertificação do semiárido brasileiro têm sido realizados estudos envolvendo a análise de indicadores biofísicos (LOPES et al., 2009; BEZERRA et al., 2014; SILVA, 2014). O objetivo deste trabalho foi analisar o comportamento sazonal e a correlação entre três parâmetros biofísicos: albedo, Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (Acrônimo em inglês - NDVI) e temperatura de superfície obtidos por meio de imagens de satélite Landsat 8-OLI no município de Ribeirão do Largo - BA.

**MATERIAIS E MÉTODOS:** Este estudo abrangeu o município de Ribeirão do Largo - BA, inserido na mesorregião do centro sul baiano. O clima é seco a subúmido, com valores pluviométricos entre 700 a 900 mm anuais. O período mais chuvoso se situa entre os meses de novembro a abril e os mais secos de maio a outubro, a temperatura média anual é de 21° a 23°. Segundo a CAR, a economia de Ribeirão do Largo é sustentada, principalmente, pela cultura do café. A pecuária é uma atividade tradicional no município, sendo a segunda economia (SANTANA, 2012). A vegetação é composta por Floresta Estacional Decidual e Semidecidual e manchas de Floresta Ombrófila Densa.

Inicialmente, as imagens do satélite Landsat 8 OLI/TIRS foram adquiridas junto ao site *Earth Explorer* do Serviço Geológico dos Estados Unidos. O município de Ribeirão do Largo se encontra na órbita 216 e ponto 71. Foram selecionadas uma imagem do período seco (04/10/2015) e do chuvoso (25/02/2016) utilizando como critério a menor presença de nuvens. As imagens foram processadas com a utilização do *software* ArcGis 10.3.

As reflectâncias das bandas 2-7 e a radiância da banda termal 10 foram obtidas conforme o indicado pela USGS (2015).

O NDVI foi obtido pela razão entre a diferença das reflectâncias da banda do infravermelho próximo ( $\rho_5$ ) e a banda do vermelho ( $\rho_4$ ), que para o Landsat 8, resulta na equação 1 (ROUSE et al., 1974).

$$NDVI = \frac{(\rho_5 - \rho_4)}{(\rho_5 + \rho_4)} \quad (1)$$

O cálculo da temperatura da superfície foi realizado de acordo com a fórmula 2 sugerida pelo algoritmo SEBAL (ALLEN et al., 2002).

$$T = \frac{K2}{\ln\left(\frac{\epsilon_{NB}K1}{L_\lambda} + 1\right)} \quad (2)$$

Em que: T é a temperatura efetiva no satélite, em Kelvin;  $L_\lambda$  é a radiância espectral no topo da atmosfera da banda termal (Banda 10), K1 é a constante de calibração 1 (metadados da imagem), K2 é a constante de calibração 2 (metadados da imagem) e  $\epsilon_{NB}$  é a emissividade no domínio da banda termal.

Para a obtenção da emissividade no domínio da banda espectral termal ( $\epsilon_{NB}$ ) foi utilizada a relação empírica (equações 3 e 4) estabelecida com o Índice de Área Foliar (IAF) sugerida em Allen et al. (2002).

$$\epsilon_{NB} = 0,97 + 0,0033 * IAF \quad \text{Para } IAF < 3 \quad (3)$$

$$\epsilon_{NB} = 0,98 \quad \text{Para } IAF \geq 3 \quad (4)$$

Para corpos de água ( $NDVI < 0$ ),  $\epsilon_{NB} = 0,99$ .

O IAF é um indicador de biomassa para cada pixel e foi obtido pela equação 5 (ALLEN et al. 2002).

$$IAF = - \frac{\ln\left(\frac{0,69 - SAVI}{0,59}\right)}{0,91} \quad (5)$$

O Índice de Vegetação Ajustado para os Efeitos do Solo (*Soil Adjusted Vegetation Index* - SAVI) é um índice que busca amenizar os efeitos do “background” do solo, para seu cálculo foi utilizada a equação 6 (HUETE, 1998).

$$SAVI = \frac{(1+L)(\rho_5 - \rho_4)}{L + \rho_5 + \rho_4} \quad (6)$$

Onde  $\rho_5$  é a reflectância espectral da banda do infravermelho próximo,  $\rho_4$  é a reflectância espectral da banda do vermelho e L é uma constante. Usualmente utiliza-se o valor 0,5 para L.

Para o cálculo do albedo de superfície, inicialmente, foi obtido o albedo no topo da atmosfera ( $\alpha_{toa}$ ) utilizando-se a equação 7, proposta pelo algoritmo SEBAL (ALLEN et al., 2002).

$$\alpha_{toa} = \sum(\omega_\lambda \times \rho_\lambda) \quad (7)$$

Ruhoff et al. (2015) obtiveram, a partir de imagens Landsat 8, os coeficientes de peso para as bandas multiespectrais (2-7) utilizados para o cálculo do albedo no topo da atmosfera, podendo ser observados inseridos na equação 8.

$$\alpha_{toa} = 0,300\rho_2 + 0,276\rho_3 + 0,233\rho_4 + 0,143\rho_5 + 0,035\rho_6 + 0,012\rho_7 \quad (8)$$

Sendo  $\rho_2$ ,  $\rho_3$ ,  $\rho_4$ ,  $\rho_5$ ,  $\rho_6$  e  $\rho_7$  as reflectâncias planetárias das respectivas bandas.

O albedo de superfície ( $\alpha_s$ ), levando em consideração a correção atmosférica, foi estimado pela equação 9 (ALLEN et al., 2002).

$$\alpha_s = \frac{\alpha_{toa} - \alpha_{atm}}{\tau_{sw}^2} \quad (9)$$

Sendo  $\alpha_{atm}$  o albedo da atmosfera e  $\tau_{sw}$  a transmissividade atmosférica.

O albedo da atmosfera pode variar entre 0,025 e 0,040, neste estudo, foi considerado o valor 0,03. Para a obtenção da transmitância atmosférica ( $\tau_{sw}$ ), foi utilizada a equação 10 simplificada proposta por Allen et al. (2002).

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

Em que z é a altitude de cada pixel (em metros) extraída a partir de imagens SRTM.

Para os cálculos de correlação entre as variáveis foi utilizada a ferramenta “Create Random Points” do ArcGis para gerar 500 pontos nos mapas resultantes. A ferramenta “Extract Multi Values to Points”

possibilitou extrair os valores das variáveis para a tabela de atributos do shape dos pontos gerados e confeccionar os gráficos de dispersão e cálculo de correlação de Pearson através do software Excel.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A figura 1 apresenta os mapas de NDVI, temperatura e albedo obtidos para o município de Ribeirão do Largo durante o período seco e chuvoso.

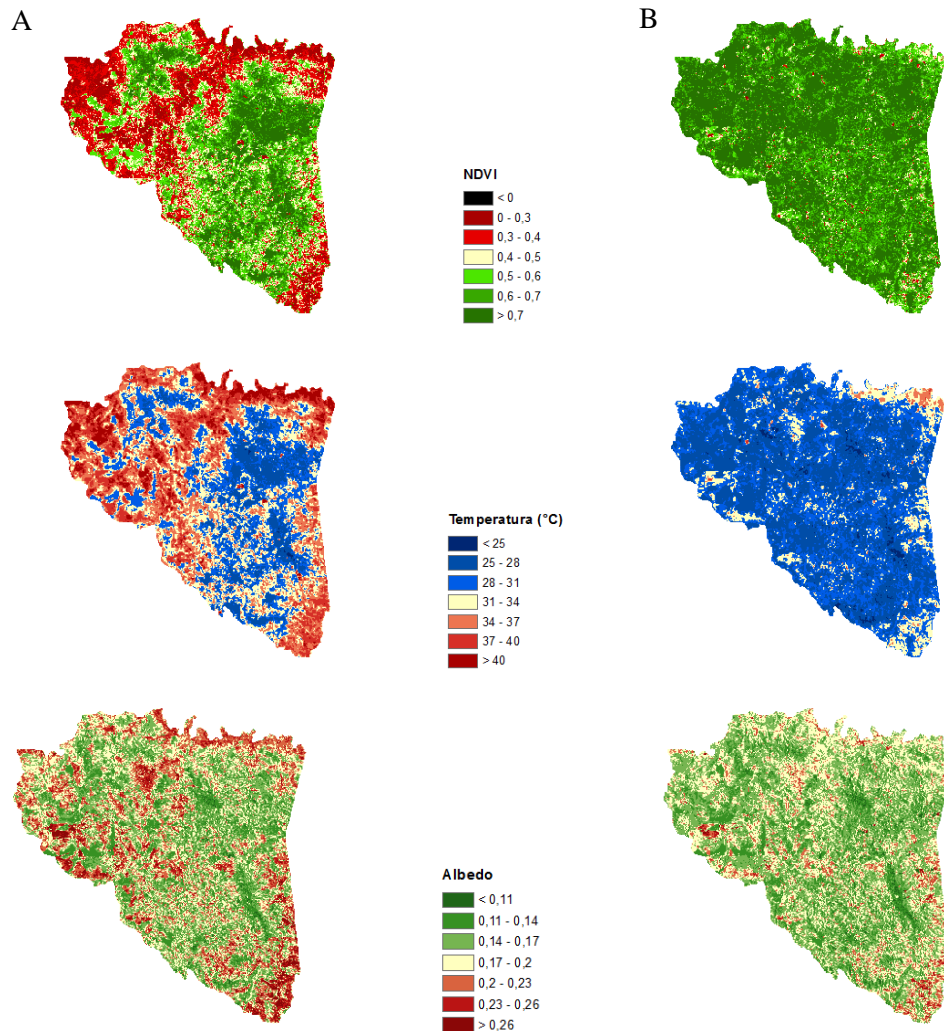


Figura 1. NDVI, temperatura e albedo para o período seco (A) e chuvoso (B) no município de Ribeirão do Largo - BA.

Foi possível observar que a vegetação existente no município em estudo apresentou variabilidade sazonal acentuada principalmente na região noroeste e parte da região sul que corresponde a áreas de floresta estacional decidual e semidecidual bastante descaracterizada pela agricultura e pecuária. Já no período chuvoso, as classes predominantes em todo o município foram as superiores a 0,5, demonstrando a capacidade de regeneração da vegetação após o aumento da precipitação. A região central do município não demonstrou grande variação, apresentando valores de NDVI superiores a 0,5 tanto no período seco quanto no período chuvoso possivelmente devido à presença de espécies nativas da floresta ombrófila densa ou culturas perenifólias.

A temperatura de superfície também apresentou forte sazonalidade, comportando-se inversamente ao NDVI, permitindo supor que a presença da vegetação contribuiu para a redução da temperatura na área.

O albedo de superfície apesar de demonstrar sazonalidade, esta não foi tão acentuada quanto a que foi observada no NDVI e no albedo.

Os gráficos de dispersão entre as variáveis temperatura de superfície e NDVI podem ser observados na figura 2.

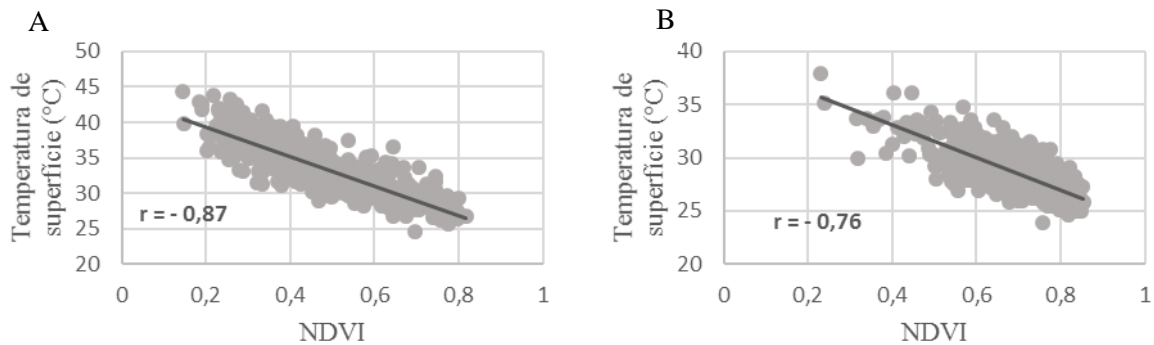


Figura 2. Gráficos de dispersão entre as variáveis temperatura de superfície e NDVI para o período seco (A) e chuvoso (B) no município de Ribeirão do Largo - BA.

O coeficiente de correlação de Pearson ( $r$ ) evidenciou forte grau de correlação linear negativa entre o NDVI e a temperatura de superfície, sendo este  $-0,87$  para o período seco e  $-0,76$  para o período chuvoso. Esta evidência comprova que o aumento da cobertura vegetal no município exerce papel fundamental na redução da temperatura de superfície. Huang e Ye (2015) encontraram correlação muito forte entre essas variáveis ( $-0,95$ ) em área urbana de Pequim, China.

O gráfico de dispersão entre albedo e temperatura de superfície pode ser observado na figura 3.

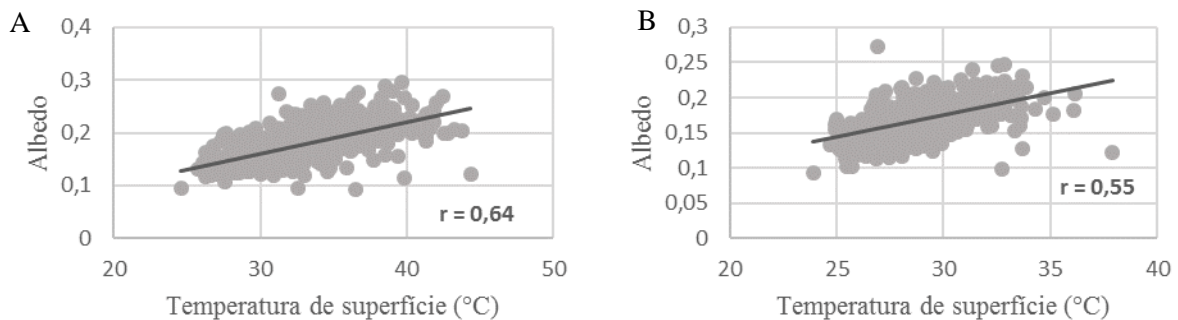


Figura 3. Gráficos de dispersão entre as variáveis albedo e temperatura de superfície para o período seco (A) e chuvoso (B) no município de Ribeirão do Largo - BA.

Observou-se uma correlação linear positiva moderada entre o albedo e a temperatura de superfície, sendo esta  $0,64$  para o período seco e  $0,55$  para o período chuvoso. Querino et al. (2016) encontraram correlação de  $0,71$  entre essas variáveis em regiões do município de Jarú, Rondônia.

O gráfico de dispersão entre albedo e NDVI pode ser observado na figura 4.

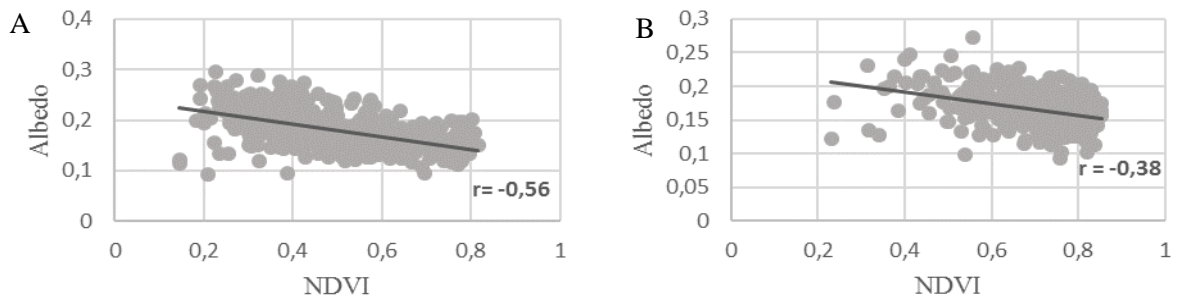


Figura 4. Gráfico de dispersão entre as variáveis albedo e NDVI para o período seco (A) e chuvoso (B) no município de Ribeirão do Largo - BA.

Entre as variáveis albedo e NDVI, o coeficiente de Pearson evidenciou correlação linear negativa moderada para o período seco (-0,56) e fraca para o período chuvoso (-0,38). Cabral et al. (2014) encontraram valores de correlação de - 0,70, - 0,61 e - 0,43 entre albedo e NDVI em diferentes datas para a bacia do rio Ipanema, localiza entre os estados de Alagoas e Pernambuco.

**CONCLUSÕES:** Todos os parâmetros apresentaram variabilidade sazonal. Houve forte correlação entre os parâmetros NDVI e temperatura de superfície, correlação moderada entre albedo e temperatura de superfície e correlação moderada e fraca entre albedo e NDVI. Sugere-se continuidade do monitoramento dos parâmetros biofísicos da região para construção de série de dados temporais e análises em campo para verificação das fracas correlações.

**AGRADECIMENTOS:** Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro.

#### **REFERÊNCIAS:**

- ALLEN, R.G.; TASUMI, M.; TREZZA, R.; WATERS, R.; BASTIAANSEN, W.G.M. **Surface Energy Balance Algorithm for Land (SEBAL) — Advanced Training and User’s Manual**. Kimberly: University of Idaho, 2002. 98p.
- BEZERRA, J. M.; MOURA G. B. de A.; SILVA, B. B. da; LOPES, P. M. O.; SILVA, E. F. de F. e. Parâmetros biofísicos obtidos por sensoriamento remoto em região semiárida do estado do Rio Grande do Norte, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 1, p. 73-84, 2014.
- CABRAL, S. L.; GOMES H. B.; SILVEIRA C. da S.; LEMOS, W. E. D.; GOMES, H. B. Análise espaço temporal do NDVI utilizando o modelo SEBAL no semiárido brasileiro. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 22., 2014, Natal. **Anais...** Porto Alegre: ABRH, 2014. p. 1-9.
- FLORENZANO, T.G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002. 97 p.
- HUANG, C.; YE, X. Spatial modeling of urban vegetation and land surface temperature: a case study of Beijing. **Sustainability**, v. 7, n. 7, p. 9478-9504. 2015.
- HUETE, A. R. A soil-adjusted vegetation index (SAVI). **Remote Sens. Environ.**, v. 25, p. 53-70, 1988.
- LOPES, H. L.; CANDEIAS, A. L. B.; ACCIOLY, L. J. de O.; SOBRAL, M. do C. M. Modelagem de parâmetros biofísicos para desenvolvimento de algoritmo para avaliação e espacialização de risco a desertificação. **Boletim de Ciências Geodésicas**, v.15, n.4, p.652-668, 2009.
- QUERINO, C. A. S.; BENEDITTI, C. A.; MACHADO, N. G.; SILVA, M. J. G. da; QUERINO, J. K. A. da S.; SANTOS NETO, L. A. dos; BIUDES, M. A. Spatio temporal NDVI, LAI, albedo, and surface temperature dynamics in the southwest of the Brazilian Amazon forest. **J. Appl. Remote Sens.**, v. 10, n. 2, p. 026007-1 - 026007-2. 2016.
- ROUSE, J. W.; HAAS, R. H.; SCHELL, J. A.; DEERING, D. W; HARLAN, J. C. **Monitoring the vernal advancement of retrogradation (greenwave effect) of natural vegetation**. Greenbelt: NASA/GSFC, Type III, Final Report, 1974. 371 p.
- RUHOFF, A. L.; NOVO, B. B. da S.; ROCHA, H. R. Determinação da irradiância solar no topo da atmosfera para cálculo do albedo e balanço de energia a partir de imagens Landsat 8 OLI. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 17., (SBSR), 2015, João Pessoa. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2015. p. 4495- 4502.
- SANTANA, E. de J. **História de Ribeirão do Largo - BA**. 2012. Disponível em: <<http://www.webartigos.com/artigos/historia-de-ribeirao-do-largo-ba/84307/>>. Acesso em: 06 jun. 2017.
- SILVA, G. J. F. da. **Estimativa de indicadores biofísicos para avaliação do processo de desertificação no município de São João do Cariri - PB**. 126 f. 2014. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2014.
- USGS – UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. **Landsat 8 (L8) Data Users Handbook**. 2015. Disponível em: <<http://landsat.usgs.gov/documents/Landsat8DataUsersHandbook.pdf>>. Acesso em: 10 mai. 2017.