

APLICAÇÃO DOS ÍNDICES DE VEGETAÇÃO NDVI, SAVI E NDWI NA CARACTERIZAÇÃO DA COBERTURA VEGETATIVA DO PLANTIO DE AÇAÍ (*Euterpe oleracea* Mart.) EM REGIÕES AMAZÔNICAS

MATEUS HIGO DAVES ALVES¹, JOSÉ RENAN DA SILVA E SILVA²,
JANNAYLTON ÉVERTON OLIVEIRA SANTOS³, GUSTAVO HENRIQUE DA
SILVA⁴, JOAQUIM ALVES DE LIMA JUNIOR⁵, FERNANDO FRANÇA DA
CUNHA⁶

¹ Graduando em Agronomia, Universidade Federal Rural da Amazônia, UFRA, Capanema - PA,
mateushigo.alves@gmail.com.

² Graduando em Eng Agrícola, Universidade Federal Rural da Amazônia, UFRA, Tomé Açu – PA.

³ Engo Agrônomo, Prof Adjunto, Universidade Federal Rural da Amazônia, UFRA, Tomé Açu – PA.

⁴ Engo Agrônomo, Doutorando em Eng Agrícola, Departamento de Engenharia Agrícola, UFV, Viçosa - MG.

⁵ Engo Agrônomo, Prof Adjunto, Universidade Federal Rural da Amazônia, UFRA, Capanema – PA.

⁶ Engo Agrônomo, Prof Adjunto, Departamento de Engenharia Agrícola, UFV, Viçosa - MG.

Apresentado no
XLIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2020
23 a 25 de novembro de 2020 - Congresso On-line

RESUMO: O objetivo do presente trabalho visa identificar a condição da cobertura vegetal de um plantio de açaí utilizando os índices de vegetação NDVI, SAVI e NDWI, como auxílio no monitoramento da cultura e na tomada de decisões para uma melhor gestão dessa unidade. A área de estudo localiza-se a 15 km do município de Igarapé-Açu, Pará, com coordenadas 1°1'44.91" de latitude Sul e 47°35'10.72" de longitude Oeste, em um plantio comercial de Açaí (*Euterpe oleracea* L.), plantado no espaçamento de 5m X 5m no ano de 2009 e atualmente tem 4 espites por toiceira com um aspersor de irrigação localizada. As imagens utilizadas neste estudo foram adquiridas da base de dados da U.S. Geological Survey (USGS), satélite landsat 8/OLI (Operational Land Imager), do ano de 2017 e 2018 nas seguintes datas: 06/07/2017 e 07/06/2018. O SAVI (0.25) foi o que apresentou o menor coeficiente de variação, e maiores médias que proporcionaram uma melhor identificação e visualização do mapeamento do açai, com menor interferência da refletância do solo. Os pixels analisados têm consistência na caracterização do cultivo do açaí, deste modo, é válido o uso de NDWI para avaliação das condições hídricas junto com o vigor vegetativo observado no NDVI.

PALAVRAS-CHAVE: NDVI, SAVI, NDWI.

**APPLICATION OF NDVI, SAVI AND NDWI VEGETATION INDICES IN THE
CHARACTERIZATION OF THE VEGETATIVE COVER OF AÇAÍ (EUTERPE
OLERACEA) PLANTATIONS IN AMAZONIAN REGIONS.**

ABSTRACT: The objective of the present work aims to identify the condition of the vegetation cover of an açaí plantation using the NDVI, SAVI and NDWI vegetation indices, as an aid in monitoring the culture and in making decisions for a better management of this unit. The study area is located 15 km from the municipality of Igarapé-Açu, Pará, with coordinates 1 ° 1'44.91

"south latitude and 47 ° 35'10.72" west longitude, in a commercial plantation of Açaí (*Euterpe oleracea* L.), planted at a spacing of 5m X 5m in 2009 and currently has 4 spikes per bowl with a localized irrigation sprinkler. The images used in this study were acquired from the database of the US Geological Survey (USGS), satellite landsat 8 / OLI (Operational Land Imager), for the years 2017 and 2018 on the following dates: 07/06/2017 and 06/07 / 2018. The SAVI (0.25) was the one with the lowest variation coefficient, and the highest averages that provided better identification and visualization of the açazal mapping, with less interference from soil reflectance. The analyzed pixels have consistency in the characterization of the cultivation of açai, therefore, the use of NDWI is valid for the evaluation of water conditions together with the vegetative vigor observed in NDVI.

KEYWORDS: NDVI, SAVI, NDWI.

INTRODUÇÃO

O açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) é uma planta nativa da região amazônica no território brasileiro, produz um fruto com poupa de cor roxa, sendo o mesmo a base da alimentação de muitos nortistas, principalmente dos ribeirinhos que apreciam sua poupa de forma natural.

O estado do Pará é o maior produtor mundial e o maior exportador brasileiro de açai, de resto que nos últimos 10 anos sua produção dobrou. Isso é consequência do aumento da demanda no mercado internacional (SERRA, 2019).

Para a realização de monitoramento e avaliações de culturas agrícolas como a do açai, a aplicação do Sensoriamento Remoto auxilia de múltiplas formas, pois possibilita informações de grades áreas de maneira mais econômica e com tempo reduzido, mantendo estratégias de gestão na propriedade, na preservação do meio ambiente, nas estimativas de biomassa, na avaliação através de índices de vegetação (ALMEIDA et al., 2019).

A utilização do Sensoriamento Remoto na aplicação de índice de vegetação ou conhecida também como índice biofísico, se mostra eficiente no monitoramento e avaliação de cobertura vegetal em uma determinada região definida, pois apresenta precisão na execução da ferramenta, é pratica e adota caráter multiespectral (CHAGAS, 2012; RIBEIRO et al., 2016).

O índice que mais se utiliza para a análise da vegetação é o índice de vegetação por diferença normalizada NDVI, indicado por Rouse et al. (1973), adequado para o monitoramento da espacialização e da evolução da cobertura vegetal. No entanto, outros índices têm fundamental importância nessa avaliação, como é o caso do que foi desenvolvido por Huete (1998), o índice de vegetação ajustado ao solo (SAVI), onde permite minimizar a influência da refletância dos solos claros ou escuros em meio à vegetação; e o oferecido por Gao (1996), o índice de umidade por diferença normalizada (NDWI), que relaciona ao levantamento de escassez hídrica.

O objetivo do presente trabalho visa identificar a condição da cobertura vegetal de um plantio de açai utilizando os índices de vegetação NDVI, SAVI e NDWI, como auxilio no monitoramento da cultura e na tomada de decisões para uma melhor gestão dessa unidade.

MATERIAL E MÉTODOS:

A área de estudo localiza-se a 15 km do município de Igarapé-Açu, Pará, com coordenadas 1°1'44.91" de latitude Sul e 47°35'10.72" de longitude Oeste, em um plantio comercial de Açai (*Euterpe oleracea* L.) conforme figura 1, plantado no espaçamento de 5m X

5m no ano de 2009 e atualmente tem 4 espites por toiceira com um aspersor de irrigação localizada.

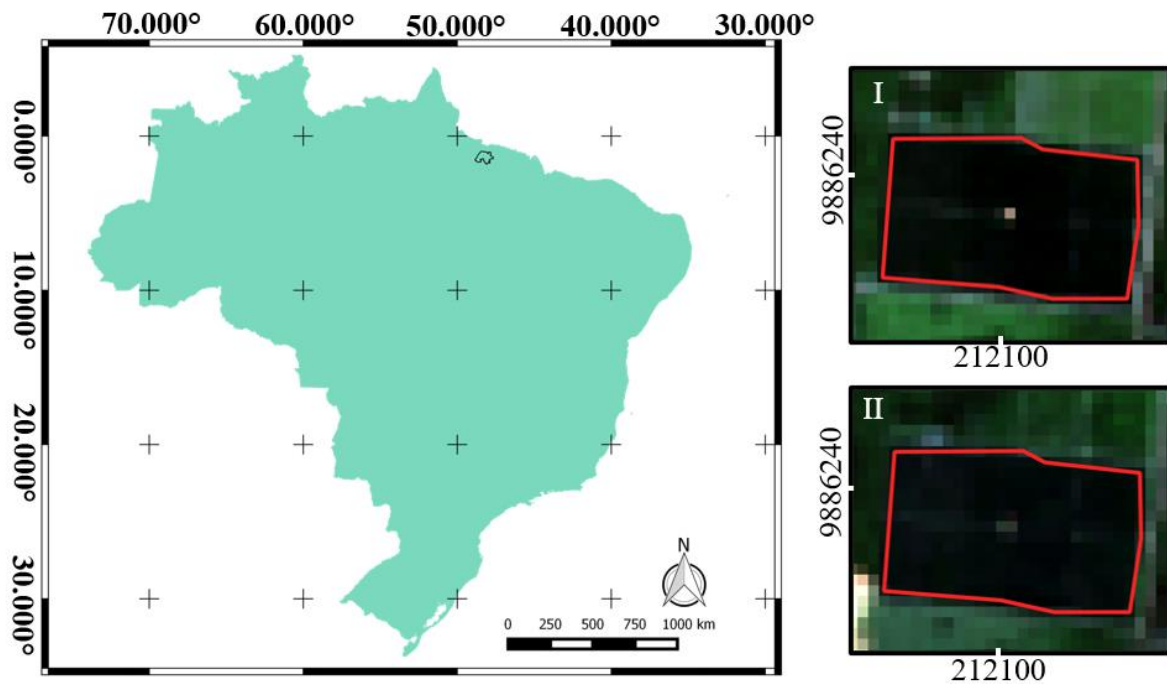


Figura 1. Localização da área com produção de pimenta do reino na região nordeste do Pará, I= 2017; II= 2018.

As imagens utilizadas neste estudo foram adquiridas da base de dados da U.S. Geological Survey (USGS), satélite landsat 8/OLI (Operational Land Imager), do ano de 2017 e 2018 nas seguintes datas: 06/07/2017 e 07/06/2018.

Os índices de vegetação utilizados neste estudo foram o *Normalized Difference Vegetation Index* – NDVI, *Normalized Difference Water Index* – NDWI e *Soil Adjusted Vegetation Index* – SAVI.

O NDVI (equação 1) foi desenvolvido por Rouse et al. (1974) e permite avaliar a condição que se encontra a vegetação dentro de um intervalo de -1 a 1, quanto menor o índice, menor a densidade e/ou condição saudável da vegetação.

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

em que,

ρ_4 é a reflectância no vermelho;
 ρ_5 é a reflectância no infravermelho próximo.

O NDWI (equação 2) proposto por Gao (1996) tem a finalidade de avaliar o estresse hídrico na vegetação e leva em consideração a banda no infravermelho próximo e médio.

$$NDWI = \frac{\rho_5 - \rho_6}{\rho_5 + \rho_6} \quad (2)$$

em que,

ρ_5 é a reflectância no infravermelho próximo;
 ρ_6 é a reflectância no vermelho médio.

O SAVI (equação 3) é um índice que surgiu como alternativa ao NDVI por acrescentar o fator L que foi proposto por Huete (1998), este índice leva em consideração os efeitos da presença do solo e vislumbra diminuir o efeito do mesmo no resultado final (LEDA et al., 2016). Na aplicação da fórmula foi testado valores de ajuste de 0.25, 0.50 e 0.75 objetivando conhecer qual apresentará melhor resultado na classificação das imagens.

$$SAVI = \frac{(1+L)\rho_5 - \rho_4}{\rho_5 + \rho_4 + L} \quad (3)$$

em que,

ρ_4 é a reflectância no vermelho;

ρ_5 é a reflectância no infravermelho próximo; L é o fator de ajuste do SAVI.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Após o processamento dos dados, foi possível estudar as informações, individualmente, para cada índice de vegetação; seja da diferença normalizada, normalizada da água e/ou ajustado ao solo, como mostra a Tabela 1.

TABELA 1. Estatística descritiva do índice de vegetação da diferença normalizada (NDVI), do índice de vegetação normalizada da água (NDWI) e do índice de vegetação ajustado ao solo (SAVI) com diferentes fatores de ajuste, nas diferentes datas.
Descriptive statistics of the normalized difference vegetation index (NDVI), the Normalized Difference Water Index (NDWI) and the soil-adjusted vegetation index (SAVI) with different adjustment factors, in different data.

	NDVI		SAVI 0.25		SAVI 0.50		SAVI 0.75		NDWI	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018
Média	0,82	0,79	0,61	0,58	0,53	0,50	0,48	0,45	0,46	0,42
Desvio Padrão	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,05	0,03
Variância	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C.V (%)	2,60	2,03	3,85	2,95	4,46	3,41	4,80	3,68	10,05	7,86
Mínimo	0,62	0,72	0,47	0,53	0,41	0,46	0,37	0,41	0,34	0,31
Q1	0,80	0,78	0,59	0,57	0,51	0,48	0,46	0,44	0,42	0,40
Mediana	0,82	0,79	0,62	0,58	0,53	0,50	0,48	0,45	0,47	0,42
Q3	0,83	0,80	0,63	0,59	0,54	0,51	0,49	0,46	0,50	0,44
Máximo	0,85	0,82	0,66	0,62	0,57	0,54	0,53	0,49	0,54	0,48

Q1 – primeiro quartil; Q3 – terceiro quartil; CV – Coeficiente de variação.

A partir da análise da Tabela 1, é possível observar que o desvio padrão se mantiveram estáveis e constantes entre todos os índices, com exceção do NDWI, que obteve uma variação um pouco maior entre os valores de (Q1 a Q3), entretanto, os valores se preservam próximos dos valores mínimos, tornando essa análise mais confiável e uma variação entre os pixels praticamente nula. Diante disso, a cultura se mostra uniforme e em desenvolvimento.

Os valores de NDVI quando se encontram mais próximos de 1, significa dizer que a vegetação fica mais densa, e mais próximos de 0 indica que a floresta está menos densa, segundo afirma Rosendo (2005). Portanto, é possível observar uma leve redução na parte vegetativa do ano de 2017 para 2018.

Um dos fatores para essa interferência pode estar relacionado diretamente com o vigor da planta durante a passagem do satélite, podendo a mesma no ano de 2017 se encontrar com um maior vigor e 2018 com menor vigor no momento, podendo a causa ser por estresse hídrico

da planta, nutricional ou ambos.

O SAVI (0.25) foi o que apresentou o menor coeficiente de variação, e maiores médias que proporcionaram uma melhor identificação e visualização do mapeamento do açaiçal, com menor interferência da refletância do solo, resultado semelhante para análise do Eucalipto realizado por Leite et al. (2017), seguindo de acordo com Gilabert et al. (2002) e Eastman (2006). O desvio padrão se mantendo 0,2 para os três SAVI e a variação entre os pixels permanecendo nulas. Os SAVI (0.50 e 0.75) obtiveram um valor de coeficiente de variação um pouco maior com relação ao de (0.25), que pode interferir no resultado final.

Analisando os valores da Tabela 1 para o NDWI, verificamos que realmente no ano de 2017 a umidade do solo estava maior no açaiçal, logo o plantio está em bom desenvolvimento vegetativo e com maior disponibilidade hídrica para a cultura que por ser uma palmeira, exige bastante umidade e luminosidade, tornando possível observar através do vigor mais elevado.

A partir do comportamento espectral na figura 2, observa-se que o SAVI (0.25) é o que apresenta valores mais próximos do NDVI nos anos de 2017 (I) e 2018 (II). A cobertura do solo obteve uma pequena redução na densidade vegetativa de 2017 (I) para 2018 (II) observado no NDVI. Isso se deu pela diminuição do vigor da palmeira ocasionado por uma menor demanda hídrica no momento da captura da imagem pelo satélite Landsat 8/OLI.

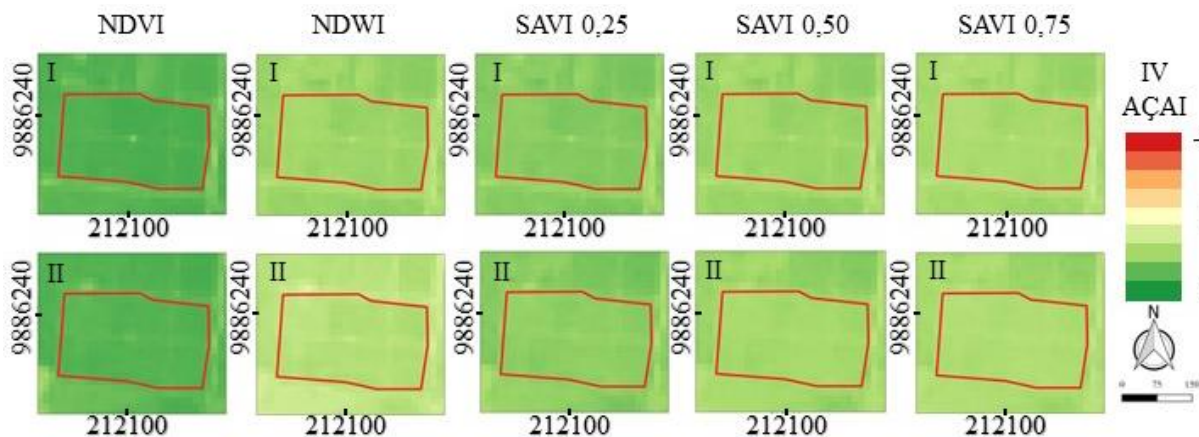


FIGURA 2. A área com produção de Açaí e sua resposta espectral em índice de vegetação da diferença normalizada (NDVI), do índice de vegetação normalizada da água (NDWI) e do índice de vegetação ajustado ao solo (SAVI), na região nordeste do Pará. **The area with Açaí production and its spectral response in the vegetation index of the normalized difference (NDVI), the normalized water vegetation index (NDWI) and the vegetation index adjusted to the soil (SAVI), in the northeast region of Pará.**

Nos dois anos estudados o NDWI obteve números positivos, o que significa dizer que há presença de corpos d'água na região, ou seja, indica que a área está úmida, com o índice maior registrado em 2017 (I). Quando os valores ficam abaixo ou igual a zero, geralmente indica ausência de corpos d'água na análise ou com pouca umidade, representando um ambiente mais seco; que não é o caso da área de Açaí estudada.

Ao se tratar de uma região amazônica, a tendência é que o valor do NDWI se mantenha positivo, pois a região possui um alto índice pluviométrico anual e em épocas que há a ocorrência de veranico (que ocorre com mais frequência na região nordeste do Pará) a área de estudo utiliza-se de métodos de irrigação, mantendo a região úmida e obtendo pouca alteração na umidade durante o ano.

Outro fator que contribui a manter os números de NDWI positivos é pelo fato de a cultura possuir uma certa densidade longínqua (perene), todavia, na época em que é realizado o plantio das mudas de açaí, o solo fica mais exposto (quando se tratando de monocultura), nesse caso os valores podem apresentar em alguns momentos números negativos próximos de zero. A atmosfera tem uma pequena influência nos dados obtidos do satélite referente a umidade, porém, não significativa ao ponto de comprometer a análise.

CONCLUSÕES:

Os índices de vegetação estudados descrevem uma vegetação com bom vigor, sendo o SAVI (0,25) o que mais se aproxima da caracterização do NDVI, para a cultura do açaí em ambiente amazônico.

Os pixels analisados têm consistência na caracterização do cultivo do açaí, deste modo, é válido o uso de NDWI para avaliação das condições hídricas junto com o vigor vegetativo observado no NDVI.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, S. L.; CARNEIRO, F. M.; SILVA, R. P.; ZERBATO, C.; Introdução ao Sensoriamento. Sensoriamento Remoto na Cultura do Amendoim. **Novas tecnologias da engenharia para aproveitamento**, p. 60.
- CHAGAS, M. G. S. **Condição biológica da vegetação em ecossistemas costeiros e do Sertão do Pajeú em Pernambuco**. 2012. 123f. Tese (Doutorado) Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- EASTMAN, J.R. Idrisi Andes - **Guide to GIS and Image Processing**. Clark Laboratory. Clark university. Worcester/MA. USA. 2006. 284p.
- GAO, B. C. NDWI - A normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space. **Remote Sensing of Environment**, v. 58, p. 257-266, 1996.
- GILABERT, M.A; González-Piqueras; J; García-Haro, F.J; Melia, J. A.; **generalized soil-adjusted vegetation index**. **Remote Sensing of Environment**. v. 82. p. 303–310. 2002.
- HUETE, A. R. A Soil-Adjusted Vegetation Index (SAVI). **Remote Sensing of Environment**, v. 25, p. 295-309, 1988.
- MORAES, J. R. S. C.; **Modelagem agrometeorológica para previsão de produtividade de açaizeiro**. 2017.
- NASCIMENTO, C.N.B.; HOMMA, A.K.O. Amazônia: meio ambiente e tecnologia agrícola. Belém: **Embrapa-CPATU**. 282p. 1984. (Embrapa-CPATU. Documentos, 27).
- RIBEIRO, E. P.; NOBREGA, R. S.; MOTA FILHO, F. de O.; MOREIRA, E. B. M. Estimativa dos índices de vegetação na detecção de mudanças ambientais na bacia hidrográfica do rio Pajeú. **Revista Geosul**. Florianópolis, v. 31, n. 62, p. 59-92, jul./ago, 2016.
- ROSENDO, J. dos S. **Índices de Vegetação e Monitoramento do uso do solo e cobertura vegetal na Bacia do rio Araguari -MG - utilizando dados do sensor Modis**. 2005. 130 p. Dissertação (Mestrado em Geografia e Gestão do Território) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 2005.
- ROUSE, J. W.; HAAS, R. H.; SCHELL, J. A.; DEERING, D. W. Monitoring vegetation

systems in the great plains with ERTS. In: Earth Resources Technology Satellite - 1 Symposium, 3, 1973. Proceedings. Washington, 1973, v. 1, Sec. A, pp. 309-317.

SERRA, F. R.; **Análise mensal de açaí (fruto)**: Conab, 2019. Disponível em: <file:///C:/Users/DELL/Downloads/AcaiZ-ZAnaliseZMensualZZ-ZmarcoZ2019_1.pdf>. Acesso em Jun. 2020.

SILVA, R. **Embrapa disponibiliza Sistema de Produção do Açaizeiro para Amazônia Ocidental**. Brasília: Embrapa, RO, 2019. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/40670503/embrapa-disponibiliza-sistema-de-producao-do-acaizeiro-para-amazonia-ocidental>>. Acesso em Jun. 2020.