

USO DE ÍNDICES DE VEGETAÇÃO NA AVALIAÇÃO DA VARIAÇÃO DE COBERTURA VEGETAL NA ÁREA RURAL DO MUNICÍPIO DE MACEIÓ

M. FÁTIMA B. NOVAS^{1,2} PATRÍCIA P. N. DA CRUZ², FREDERICO TEJO DI PACE³

¹Eng. Civil, Centro Federal de Educação Tecnológica de Alagoas, CEFET-AL, Maceió - AL, Fone: (082) 21267000, fanovas@hotmail.com.

² Mestranda em Meteorologia - Instituto de Ciências Atmosféricas – UFAL

³ Doutor Prof. Adjunto, Instituto de Ciências Atmosféricas, UFAL, Maceió – AL.

Apresentado no XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 05 de julho de 2007 – Aracaju – SE

RESUMO: O objetivo deste estudo foi avaliar a variação de cobertura vegetal em parte da área rural do município de Maceió, no período de 1990 a 1998 usando os índices de vegetação NDVI e SAVI. Os índices foram calculados através de etapas do Algoritmo do Balanço de Energia da Superfície do Solo – SEBAL, mediante dados de imagens do TM-Landsat 5. O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada - NDVI obteve valores médios de 0,71 e máximo em 0,86 para 1990 e para 1998 de 0,67 e o máximo em 0,88. O Índice de Vegetação Ajustado ao Solo - SAVI obteve valores médios de 0,34 e o máximo em 0,55 para 1990 e para 1998 de 0,41 e o máximo em 0,63. Os resultados mostraram que ocorreu uma variação na cobertura vegetal da região em estudo, no sentido de alteração negativa da densidade e biomassa da mesma. A variação da densidade foi mais acentuada na parte noroeste, sendo aproximadamente de 33,6 km² da região (faixa de 13%) de 1990 a 1998, já para a variação da biomassa e volume foi de 155,7 km² (faixa de 61%).

PALAVRAS CHAVES: algoritmo SEBAL, NDVI, SAVI.

ABSTRACT: The objective of this study went evaluate partly to variation of vegetable covering of the rural area of the municipal district of Maceió, in the period from 1990 to 1998 using the vegetation indices NDVI and SAVI. The indices were calculated through stages of the Surface Energy Balance Algorithm for Land - SEBAL, by means of data of images of TM-Landsat 5. The Normalized Difference Vegetation Index - NDVI obtained medium values of 0.71 and maximum in 0.86 for 1990 and for 1998 of 0.67 and the maximum in 0.88. The Soil Adjuste Vegetation Index - SAVI was obtained medium values of 0.34 and maximum in 0.55 for 1990 and for 1998 of 0.41 and the maximum in 0.63. The results showed that it occurred a variation in the vegetable covering of the area in study, in the sense of negative alteration of the density and biomass of the same. The variation of the density was more accentuated at the part northwest, being approximately of 33.6 km² of the area (strip of 13%) from 1990 to 1998, already for the variation of the biomass and volume was of 155.7 km² (strip of 61%).

KEYWORDS: algorithm SEBAL, NDVI, SAVI.

INTRODUÇÃO: Vários pesquisadores têm desenvolvido índices de vegetação para avaliação qualitativa e quantitativa da cobertura vegetal, usando medidas espectrais. Esses

índices de vegetação foram criados com o intuito de mostrar a resposta espectral da vegetação em função do fechamento de seu dossel sobre o solo (JACKSON & HUETE, 1991). Estes índices são influenciados por vários fatores, pois a resposta espectral de áreas vegetadas é uma complexa mistura de vegetação, da média do brilho do solo em todas as bandas do sensor e o brilho do solo em cada faixa do espectro, da umidade, sombra e de efeitos ambientais (BANNARI et al., 1995). O NDVI desenvolvido por ROUSE et al. (1974), é o mais conhecido e utilizado para estudos de caracterização e monitoramento da vegetação, dentre outras aplicações. O NDVI é indicador sensível da quantidade e da condição da vegetação verde, seus valores variam de -1 a +1, a vegetação apresenta valores entre 0,1 e 0,8, variando conforme o tipo, densidade e umidade. Com o intuito de minimizar a influência desses fatores, HUETE (1988) propôs uma modificação do NDVI, o SAVI. O SAVI faz parte de um grupo de índices de vegetação que medem ou aproximam a distância entre o pixel e a linha do solo, minimizando o efeito dos solos claros ou escuros. O objetivo deste estudo foi avaliar a variação de cobertura vegetal em parte da área rural do município de Maceió, no período de 1990 a 1998 usando os índices de vegetação NDVI e SAVI. A região em estudo é banhada por alguns rios importantes para o abastecimento de água deste município, logo é útil avaliar a variação de cobertura vegetal.

METODOLOGIA: A região em estudo corresponde à parte noroeste da área rural do município de Maceió com um total de 254,5 km². Esta região é limitada ao norte pelos municípios de Messias, Flexeiras e São Luís do Quitunde, a leste por Paripueira e Barra de Santo Antônio e ao oeste por Rio Largo (Figura 1). As imagens utilizadas neste estudo correspondem a um segmento das cenas do satélite Landsat-5, sendo a passagem do satélite em 11/06/1990 e 21/09/1998 da órbita/ponto 214/67 às 09h30 min (hora solar) (Figuras 2a e 2b). Os dois índices avaliados neste estudo foram o NDVI e o SAVI.

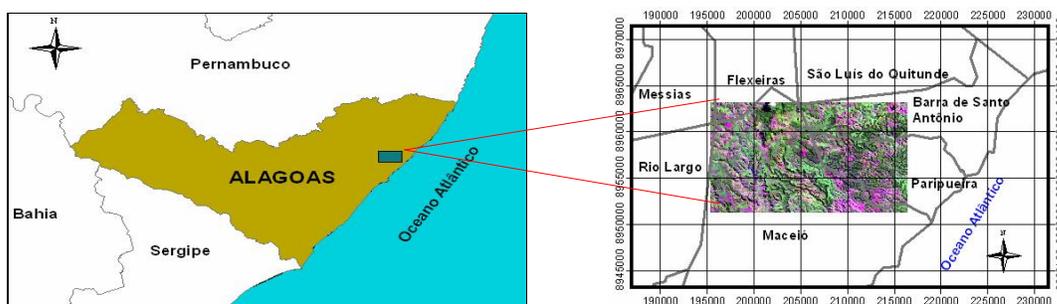


Figura 1 – Localização da área em estudo

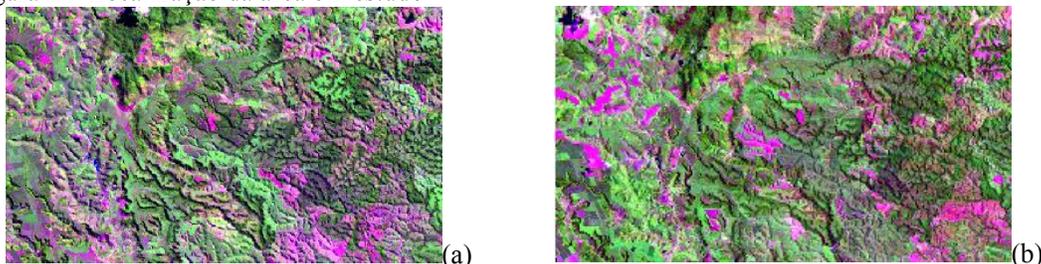


Figura 2 – Composições em RGB das bandas 5, 4 e 3 das imagens Landsat de 1990(a) e 1998(b).

O sensor TM do Landsat 5 mede a radiância espectral dos alvos, armazenando na forma de níveis de cinza, ou número digital (ND). Suas imagens são compostas de sete bandas espectrais e seus coeficientes de calibração (radiância mínima e máxima) e irradiancias espectrais no topo da atmosfera (TOA) são baseados em CHANDER & MARKHAM, (2003).

O cálculo dos índices de vegetação é baseado no modelo SEBAL (ALLEN et al., 2002) e foi elaborado em três etapas. Na primeira etapa do processamento foi feita a efetivação da calibração radiométrica, em que o número digital (ND) de cada pixel é convertido em radiância espectral monocromática segundo a equação:

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

onde: a e b são as radiâncias espectrais mínimas e máximas. A segunda etapa representa o cálculo da reflectância monocromática de cada banda (ρ_{λ_i}), definida, pela equação:

$$\rho_{\lambda_i} = (\pi L_{\lambda_i}) / (k_{\lambda_i} \cos Z \cdot E_0) \quad (2)$$

Onde: L_{λ_i} = radiância espectral de cada banda, k_{λ_i} = irradiância solar espectral de cada banda no TOA, Z = ângulo zenital solar e E_0 = é o inverso do quadrado da distância relativa Terra-Sol, fornecido em unidade astronômica (UA). O cálculo do NDVI foi obtido através da razão entre a diferença das refletividades do Infravermelho-próximo (ρ_{IV}) e do Vermelho (ρ_V) pela soma das mesmas (ALLEN et al., 2002):

$$NDVI = \rho_{IV} - \rho_V / \rho_{IV} + \rho_V \quad (3)$$

onde: ρ_{IV} e ρ_V são a reflectância na faixa do infravermelho próximo e a reflectância na faixa do visível vermelho. E para o cálculo do SAVI foi utilizada a expressão:

$$SAVI = (1 + L) (\rho_{IV} - \rho_V) / (L + \rho_{IV} + \rho_V) \quad (2)$$

onde: L = uma constante de ajuste, é do efeito do Sol e varia de 0,1 até 1,00. Segundo HUETE (1988), o valor do coeficiente L escolhido deve ser menor quanto mais densa for a vegetação e nesse estudo foi assumido $L = 0,5$. Observou-se nas imagens resultantes do índice SAVI valores negativos e quando isso ocorre deve-se atribuir valores para esses pixels SAVI igual aos menores valores. Processou-se uma operação aritmética a partir das imagens dos índices de vegetação NDVI e SAVI com o objetivo de evidenciar as mudanças ocorridas na região durante o período de estudo. A operação utilizada foi à subtração entre a imagem NDVI de 1990 pela imagem NDVI de 1998 e mesmo processo para o índice SAVI. O resultado foram duas novas imagens que foram utilizadas para se determinar e quantificar as mudanças na paisagem.

RESULTADOS: A região em 1990 para o NDVI apresenta uma variação no intervalo [-0,33, 0,86], com valores médios de 0,71 e em 1998 no intervalo [-0,37, 0,88], com valores médios de 0,69. Com base nestas variações a região foi dividida em 4 classes. Nesta classificação, os valores em verde representam às regiões agrícolas ou com mata nativa ($NDVI > 0,60$), os em amarelo representam regiões de solo exposto ou pouca vegetação ($0,40 < NDVI < 0,60$), os em vermelho representam regiões com valores baixos ($NDVI < 0,30$) e o branco os valores negativos (Figura 3a e 3b). Observa-se também que a maior parte da região tem uma cobertura vegetal densa, com valores altos de NDVI.

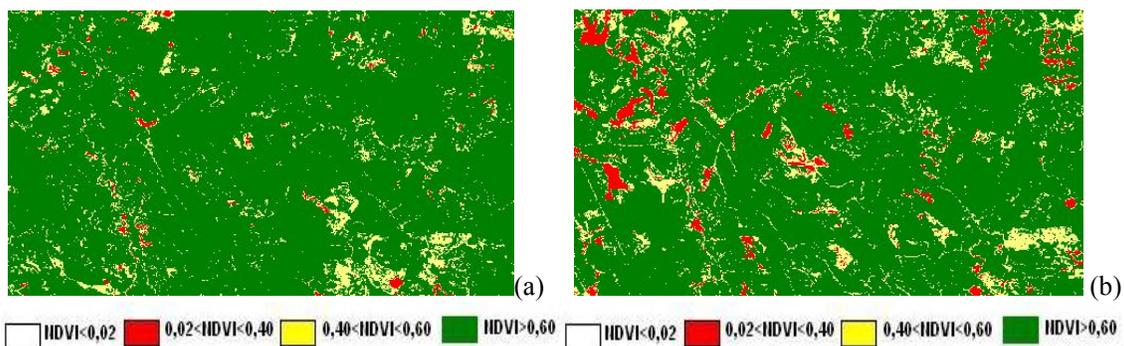


Figura 3 – Imagens da classificação do NDVI de 1990(a) e 1998(b) da região em estudo.

Em relação ao SAVI a região em 1990 apresenta um intervalo de valores [0,035, 0,55], com médios de 0,34 e em 1998 um intervalo [0,034, 0,63] e médios de 0,41. Com base nestas variações a região foi dividida em 3 classes. Nesta classificação, os valores em verde representam regiões com SAVI altos (>0,40), os em amarelo representam regiões com SAVI médios (0,20-0,40), os em vermelho as regiões com SAVI baixos (<0,20) (Figura 4a e 4b). Valores baixos de SAVI demonstram áreas com elevados valores de área basal, biomassa e volume, segundo estudo de MACIEL et al. (2003) e afirma que esta diferenciação apresentase decorrente, principalmente, da maior ou menor proporção de sombra ocasionada pela estrutura do dossel.

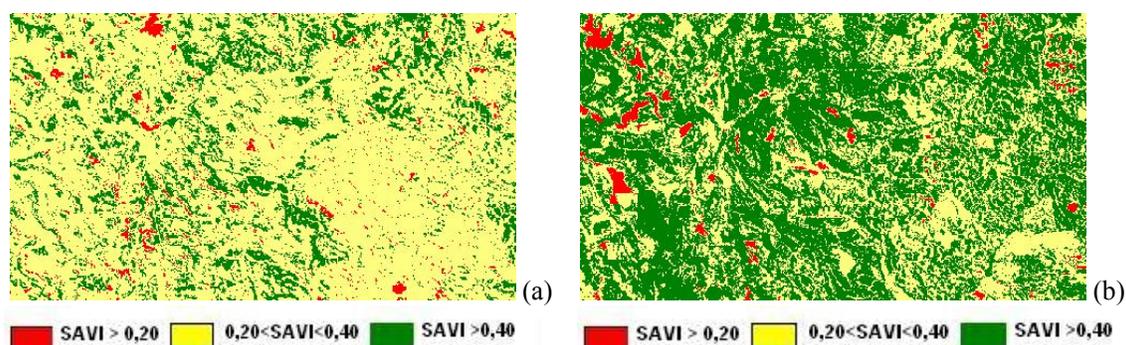


Figura 4 – Imagens da classificação do SAVI de 1990(a) e 1998(b) da região em estudo.

A imagem da subtração NDVI classificada para avaliar a variação da cobertura vegetal mostrou que ocorreu uma alteração negativa na densidade da cobertura vegetal de aproximadamente 33,6 km², sendo uma faixa de 13% da área total e mais acentuada na parte noroeste da região em estudo (cor laranja, Figura 5a). Observou-se também uma alteração positiva, de menor densidade para maior, de aproximadamente de 18,5 km², uma faixa de 7% da área total, sendo mais acentuada ao sudeste da região em estudo (cor verde escura, Figura 5a). A imagem da subtração SAVI classificada mostrou que ocorreu também uma alteração negativa da biomassa e volume de cobertura vegetal de aproximadamente 155,7 km², sendo uma faixa de 61% da área total (cor verde escura, Figura 5b). Verificou-se também uma alteração positiva, de menores valores de biomassa e volume para maiores, de aproximadamente de 23 km², uma faixa de 9% da área total (cor laranja, Figura 5b).

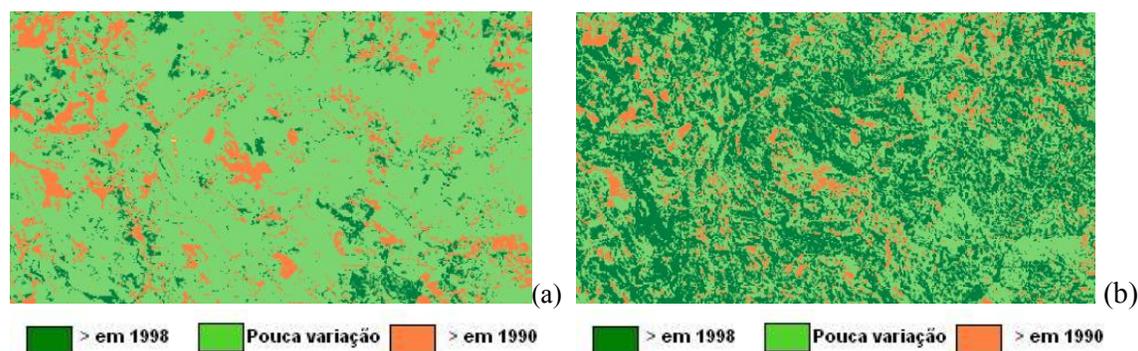


Figura 5 – Imagens da subtração classificadas NDVI (a) e SAVI (b) da região em estudo.

CONCLUSÕES: As imagens dos índices de vegetação NDVI e SAVI confirmaram sua aplicabilidade como ferramenta no monitoramento de cobertura verde em área rural entorno de zona urbana, permitindo alcançar o objetivo proposto. A diminuição da densidade de

cobertura verde na área rural da cidade de Maceió, no período de oito anos, ocorreu a uma taxa de quase 2% ao ano, enquanto a variação da biomassa e volume ocorreu numa taxa de aproximadamente 7,5% ao ano. Seria interessante fazer um estudo posterior considerando valores menores para a constante de ajuste L usada no cálculo de SAVI, pois se comprovou que a região tem uma cobertura vegetal densa. Atualmente, o grande desafio é a utilização de dados de sensoriamento remoto para extrair propriedades da cobertura vegetal pela inversão dos modelos de transferência radiativa. Todavia, mais esforços são necessários para incluir a variabilidade espacial e temporal da interação da radiação eletromagnética com os diferentes ecossistemas vegetais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R.G., TASUMI, M., TREZZA, R., WATERS, R. & BASTIAANSEN, W.G.M. **Surface Energy Balance Algorithm for Land (SEBAL)** – Advanced training and users Manual. Idaho, p. 98, agosto de 2002.
- BANNARI, A.; MORIN, D.; BONN, F.; HUETE, A.R. **A Review of Vegetation Indices**. Remote Sensing Reviews, v. 13, n. 1-2, p. 95-120, 1995.
- CHANDER, G. & MARKHAM, B.L. **Revised Landsat-5 TM radiometric calibration procedures and postcalibration dynamic ranges**. Ieee Transactions on Geoscience and Remote Sensing, Vol. 41, n°. 11, 2674-2677, November 2003
- HUETE, A.R. **A soil-adjusted vegetation index (SAVI)**. Remote Sens. Environ., v. 25, p. 53-70, 1988.
- JACKSON, R.D.; HUETE, A.R. **Interpreting vegetation indices**. Preventive Veterinary Medicine, v. 11, n. 2, p. 185-200, 1991.
- MACIEL, M.N.M.M., LINGNAU, C., SANQUETTA, C.R., PÉLLICO, S. **Relação entre variáveis digitais de imagem Landsat e variáveis biométricas de uma floresta primária na Amazônia Oriental**. Anais XI SBSR, Belo Horizonte, abril 2003, INPE, p. 2791-2798.
- ROUSE, J.W., HAAS, R.H., SCHEEL, J.A, DEERING, D.W., HARLAN, J.C. **Monitoring the vernal advancement of retrogradation (greenwave effect) of natural vegetation**. NASA/GSFC, Type III, Final Report, Greenbelt, MD, 1974, 371 p.