

# ANÁLISE DA VARIAÇÃO DOS ÍNDICES DE VEGETAÇÃO EM ÁREA CONTENDO A BACIA DO RIO PRATAGY-AL

*M. FÁTIMA B. NOVAS<sup>1</sup> PATRÍCIA P. N. CRUZ<sup>2</sup>, FREDERICO T. DI PACE<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Engenheira Civil, Coordenadoria de Urbanização, Instituto Federal de Educação Tecnológica, Maceió - AL, Fone: (0 xx 82 3302 1807),

[fanovas@cefet-al.br](mailto:fanovas@cefet-al.br)

<sup>2</sup> Mestranda em Meteorologia - Instituto de Ciências Atmosféricas - UFAL

<sup>3</sup> Doutor Prof. Adjunto, Instituto de Ciências Atmosféricas, UFAL, Maceió - AL.

Apresentado no XVI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 22 a 25 de Setembro de 2009 – GranDarrell Minas Hotel, Eventos e Convenções – Belo Horizonte – MG.

**RESUMO:** Neste trabalho são mapeados o índice de vegetação da diferença normalizada (IVDN) e o índice de área foliar (IAF) em área com a bacia do rio Pratagy, em Alagoas, por meio de dados de sensores remotos em dias de céu claro. Na estimativa dos índices de vegetação foram utilizados dados do TM-Landsat 5 e o algoritmo SEBAL - Surface Energy Balance Algorithm for Land proposto por Bastiaanssen (1995). Foram analisadas as imagens dos dias 21/09/1998 e 03/09/2003. O valor médio do IVDN foi de 0,607 em 21/09/1998 e 0,502 para 03/09/2003, evidenciando diminuição de vegetação na área em estudo de 1998 a 2003. O IAF em 1998 apresentou uma variação no intervalo [0 - 2,261], com valores médios de 0,694 e em 2003 no intervalo [0 - 2,737], com valores médios de 0,529. A diminuição da densidade de cobertura verde na área em estudo, no período de cinco anos, ocorreu a uma taxa de 3,5% ao ano, enquanto a variação do índice da área foliar ocorreu numa taxa de 2,4% ao ano. As imagens dos índices de vegetação IVDN e IAF confirmaram sua aplicabilidade como ferramenta no monitoramento de cobertura verde em bacias hidrográficas permitindo alcançar o objetivo proposto.

**PALAVRAS CHAVES:** algoritmo SEBAL, IVDN, IAF.

## ANALYSIS OF CHANGES IN THE VEGETATION INDICES FOR AREA CONTAINING A RIVER BASIN PRATAGY-AL

**ABSTRACT:** This work mapped the index of the normalized difference vegetation (NDVI) and leaf area index (LAI) in area with the river basin Pratagy, Alagoas, using remote sensing data in days of clear sky. The estimation of the components of the balance of radiation were used data from Landsat TM-5 and algorithm SEBAL - Surface Energy Balance Algorithm for Land Proposed for Bastiaanssen (1995). We analyzed the images of the days 09/21/1998 and 09/03/2003. The average value of NDVI was 0.607 and 0.502 on 09/21/1998 to 09/03/2003, showing a reduction of vegetation in the study area in 1998 to 2003. For the LAI in 1998 showed a variation in the [0 to 2.261], with average values of 0.694 and in 2003 in the range [0 to 2.737], with average values of 0.529. The decrease in the density of green cover in the area under study, within five years, occurred at a rate of 3.5% annually, while the leaf area index variation occurred at a rate of 2.4% per year. The images of the vegetation indices NDVI and LAI confirmed its applicability as a tool in monitoring of green coverage in watersheds will achieve the proposed objective.

**KEYWORDS:** algorithm SEBAL, NDVI, LAI.

**1. INTRODUÇÃO:** A aplicação do sensoriamento remoto (SR) no monitoramento da cobertura vegetal tem respaldo na constante necessidade de avaliação e de acompanhamento dos recursos vegetais necessários à vida no planeta. Diversos índices de vegetação têm sido propostos na literatura com o objetivo de explorar a assinatura espectral da vegetação,

especialmente nas regiões do visível e do infravermelho. Inúmeros trabalhos têm utilizado índices de vegetação em diversas pesquisas: Huete (1988), Moreira (2000) e Rosendo et al. (2005). Estes índices são relacionados a parâmetros biofísicos da cobertura vegetal, como biomassa e o IAF (HUETE, 1988). O índice mais utilizado atualmente é o IVDN, que foi desenvolvido por ROUSE et al. (1974), pois reduz o efeito topográfico, e apresenta uma escala de variação linear entre -1 e 1. A estrutura e distribuição de uma cobertura vegetal têm uma relação direta com as condições climáticas regionais. O IAF representa a razão entre a área total de todas as folhas contidas em dado pixel, pela área do pixel. O objetivo deste estudo foi estimar e avaliar a variação de cobertura vegetal por meio de sensores remotos, em área contendo a bacia do rio Pratagy, no estado de Alagoas, no período de 1998 a 2003, usando os índices de vegetação IVDN e IAF. A região da bacia em estudo é formada por alguns rios importantes para a cidade de Maceió, capital do estado, no sentido do abastecimento de água e atividades agrícolas de cana-de-açúcar da região, concluindo a utilidade da avaliação da variação de cobertura vegetal.

**2. METODOLOGIA:** A área de estudo deste trabalho corresponde a uma região do estado de Alagoas com 694,9km<sup>2</sup>, que contém a bacia do Rio Pratagy (194,49km<sup>2</sup>) conforme Figura 1. A bacia abrange parte dos municípios de Maceió, Rio Largo e Messias. A área do rio Pratagy apresenta um clima tropical quente e úmido do tipo As', com ocorrência de chuvas no outono e inverno, segundo a classificação de Köppen (SEMARHN/COHIDRO, 2006).

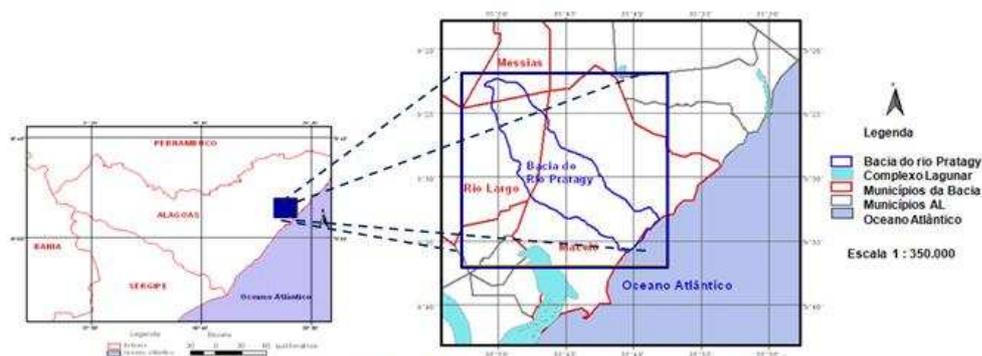


Figura 1 – Localização da área em estudo

As análises efetuadas neste trabalho foram elaboradas em duas cenas do mapeador TM - Landsat 5, órbita 214 e ponto 67 em formato digital, para os dias 21/09/1998 e 03/09/2003, (Figuras 2a e 2b). Suas imagens são compostas de sete bandas espectrais e seus coeficientes de calibração (radiância mínima e máxima) e irradiâncias 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 elaborado nas seguintes etapas:

**Calibração radiométrica:** A efetivação da calibração radiométrica, em que o 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 ( $W m^{-2} sr^{-1} \mu m^{-1}$ ).

**Reflectância:** O cálculo da reflectância monocromática de cada banda ( $\rho_{\lambda_i}$ ), é definido, pela equação:

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

Onde:  $L_{\lambda_i}$  e  $k_{\lambda_i}$  = radiância e irradiância solar espectral de cada banda no topo da atmosfera, Z = ângulo zenital solar e  $E_0$  = é o inverso do quadrado da distância relativa Terra - Sol (em unidade astronômica - UA).

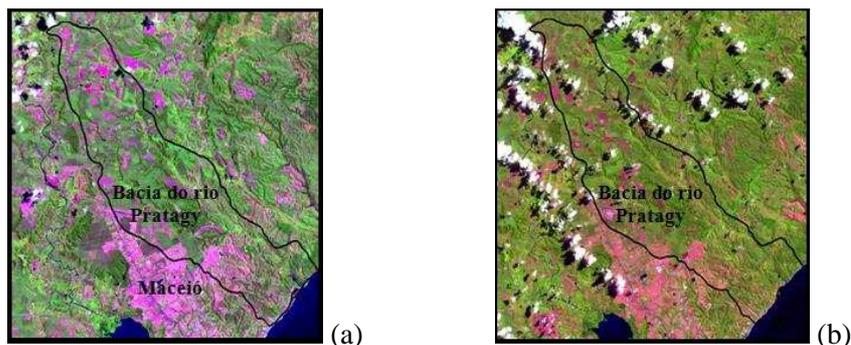


Figura 2 – Composições em RGB das bandas 5, 4 e 3 das imagens Landsat de 1998(a) e 2003(b).

**Índices de vegetação – IVDN, IVAS e IAF:** O cálculo do IVDN foi obtido através da razão entre a diferença das refletividades do Infravermelho-próximo ( $\rho_{IV}$ ) e do Vermelho ( $\rho_V$ ) pela soma das mesmas (ALLEN et al., 2002):

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

Onde:  $\rho_{IV}$  e  $\rho_V$  são a reflectância na faixa do infravermelho próximo e a reflectância na faixa do visível vermelho. Para o cálculo do IVAS foi utilizada a expressão (HUETE, 1988):

$$IVAS = (1 + L) (\rho_{IV} - \rho_V) / (L + \rho_{IV} + \rho_V) \quad (4)$$

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. O IAF é definido pela razão entre a área foliar de toda a vegetação por unidade de área utilizada por essa vegetação e o mesmo é calculado pela seguinte equação empírica obtida por ALLEN et al. (2002):

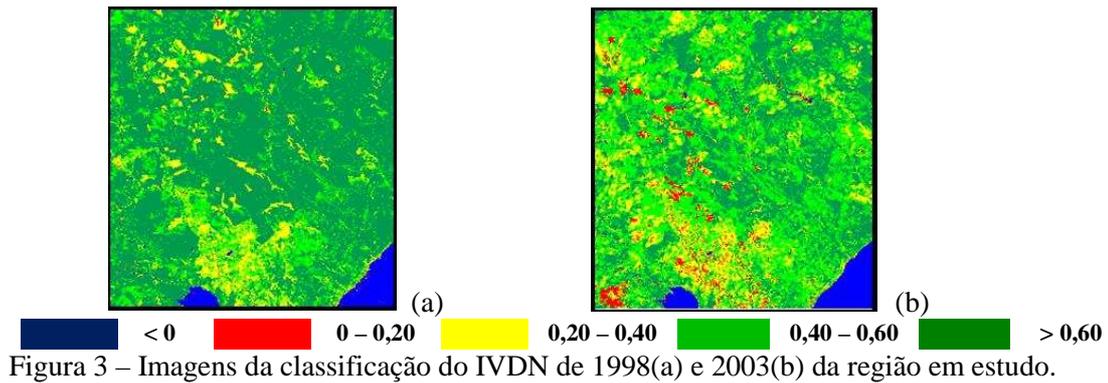
$$IAF = - (\ln (0,69 - IVAS / 0,59)) / 0,91 \quad (5)$$

Processou-se uma operação aritmética a partir das imagens dos dois períodos dos índices de vegetação IVDN e IAF com o objetivo de evidenciar as mudanças ocorridas na região durante o intervalo de tempo analisado. A operação utilizada foi à subtração entre a imagem IVDN de 1998 pela imagem IVDN de 2003 e mesmo processo para o índice IAF. O resultado foram duas novas imagens que foram classificadas e utilizadas para determinar e quantificar as mudanças em relação à cobertura vegetal na paisagem.

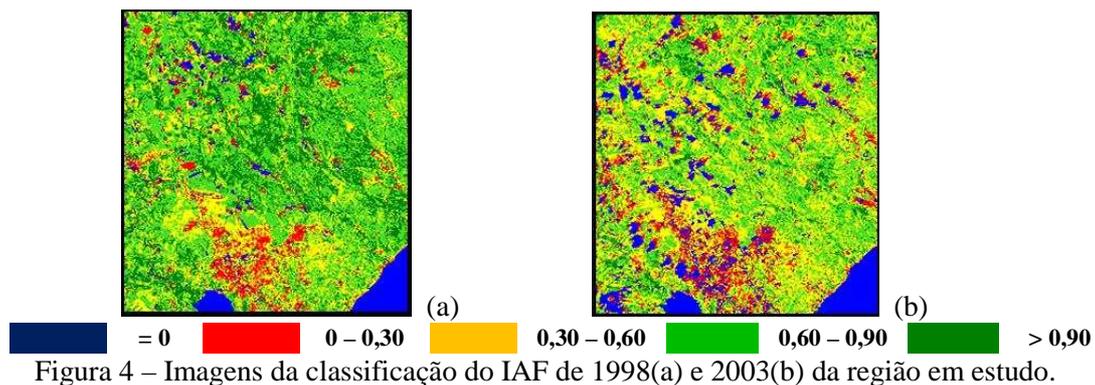
**3. RESULTADOS E DISCUSSÕES:** A região em 1998 para o IVDN apresentou uma variação no intervalo [-0,938 - 0,884], com valores médios de 0,607 e em 2003 no intervalo [-0,820 - 0,821], com valores médios de 0,502. Analisando as imagens de 1998 e 2003 (Figuras 3) observa-se que ocorreu uma diminuição razoável do IVDN médio em toda área, mostrando o aparecimento de algumas regiões em tons vermelhos (Figura 3b) (faixa 0 – 0,20) e o aumento das áreas em verde mais claro (faixa de 0,40 – 0,60). A diminuição gradativa do IVDN que ocorreu no período, onde os valores baixos de 0 – 0,20 são encontrados mais na área metropolitana da cidade de Maceió, na parte mais ao sul das imagens, pode ter sido pelo processo de urbanização que foi se intensificando durante o período estudado. Em relação ao IVAS a região em 1998 apresentou uma variação no intervalo [-0,168 - 0,663], com valores médios de 0,361 e em 2003 no intervalo [-0,209 - 0,641], com valores médios de 0,302.

Silva et al. (2002), também trabalhando com o SEBAL, encontraram valores do IVDN para alvos de área cultivada com fruteira, solo exposto e água de 0,71, 0,18 e -0,05, respectivamente.

Em outro trabalho usando as mesmas cenas, o mesmo algoritmo e trabalhando com seis mini-recortes da mesorregião Leste de Alagoas, região com atividade agrícola de cana-de-açúcar, Oliveira et al. (2007) observaram valores médios de IVDN de 0,669 a 0,770, próximos aos encontrados neste trabalho.



Em relação ao IAF em 1998 para o IAF apresentou uma variação no intervalo [0 - 2,261], com valores médios de 0,694 e em 2003 no intervalo [0 - 2,737], com valores médios de 0,529. Analisando as imagens de 1998 e 2003 (Figuras 4) observa-se que ocorreu uma diminuição razoável do IAF médio na área em estudo de 0,694 para 0,529 respectivamente, onde em 2003 (Figura 4b), os valores baixos de 0 – 0,30 (cor vermelha) são encontrados mais na área urbana da cidade de Maceió, talvez devido o processo de urbanização que foi se intensificando durante o período. O processo de urbanização avançou em direção Noroeste a partir da praia e com isso está fazendo recuar os canaviais, alterando a cobertura vegetal.



Em estudo usando imagem TM-Landsat 5 em Pernambuco, Giongo et al. (2007) obteve para o IAF os valores de -0,469, 0,85 e 0,056, como o mínimo, máximo e médio, respectivamente, bem compatíveis aos encontrados neste estudo. Os baixos valores encontrados refletem uma menor densidade de cobertura vegetal da área estudada.

A imagem classificada da subtração do IVDN entre 1998 e 2003 (Figura 5a) usada para avaliar a variação da cobertura vegetal mostrou que ocorreu uma alteração significativa no sentido de diminuição 1998 para 2003 da densidade da cobertura vegetal numa área da cena estudada de aproximadamente 341,2km<sup>2</sup>, sendo uma faixa de 49,1% da área total distribuída espacialmente na parte central da região em estudo (cor azul, Figura 5a). Observou-se também um aumento do IVDN menos expressivo em relação a sua distribuição espacial na área em estudo, de aproximadamente 64,4km<sup>2</sup>, sendo uma faixa de 9,2% da área total (cor vermelha, Figura 5a). As áreas em cor branca mostram regiões em não ocorreu variação no IVDN entre os dias estudados, num total de 288,6km<sup>2</sup>, aproximadamente 41,7% da região total. Em relação ao IAF a imagem classificada da subtração entre 1998 e 2003 mostrou que ocorreu uma diminuição da biomassa e volume de cobertura vegetal de aproximadamente 395,4 km<sup>2</sup>, sendo uma faixa de 56,9% da área total (cor azul, Figura 5b). Verificou-se também uma elevação dos valores de biomassa e volume, de aproximadamente de 125,8km<sup>2</sup>, uma faixa de 18,1% da área total (cor vermelha, Figura 5b). As áreas em branco são regiões em que não ocorreu variação no IAF, sendo uma área de 173,7km<sup>2</sup>, uma faixa de 25% da área total.

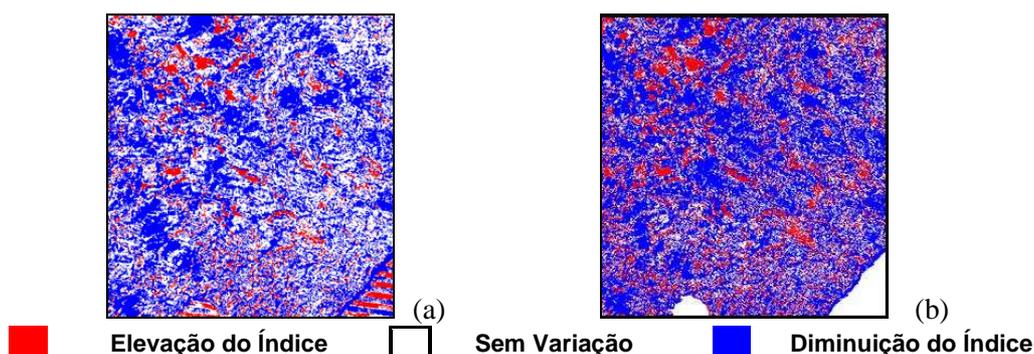


Figura 5– Imagens da subtração (1998-2003) classificadas IVDN (a) e IAF (b) da região em estudo.

**4. CONCLUSÕES:** As imagens dos índices de vegetação IVDN e IAF confirmaram sua aplicabilidade como ferramenta no monitoramento de cobertura verde em bacias hidrográficas permitindo alcançar o objetivo proposto. A diminuição da densidade de cobertura verde na área em estudo, no período de cinco anos, ocorreu a uma taxa de 3,5% ao ano, enquanto a variação do índice de área foliar ocorreu numa taxa de 2,4% ao ano. As ocorrências de perda da cobertura vegetal e análise destas ocorrências são necessárias para caracterizar as disponibilidades térmicas e hídricas, fundamentais no entendimento das reações genótipo-ambiente que determinarão a produção e a produtividade da vegetação.

## 5. 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.
- BASTIAANSEN, W.G.M. **Regionalization of surface flux densities and moisture indicators in composite terrain: A remote sensing approach under clear skies in Mediterranean climate.** PhD. Dis., CIP Data Koninklijke Bibliotheek, Den Haag, the Netherlands. 272 p.,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, nº. 11, 2674-2677, November 2003.
- GIONGO, P.R.; MOURA, G.B.A.; RÊGO, P.L.; MEDEIROS, S.R.R. **Índices de vegetação NDVI, SAVI e IAF estimados com imagens Landsat 5-TM.** In: VII Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão, Recife. CD ROM. Recife – PE: Imprensa Universitária – UFRPE, 2007.
- HUETE, A.R. **A soil-adjusted vegetation index (IVAS).** Remote Sens. Environ., v.25, p.53-70, 1988.
- MOREIRA, R.C. **Influência do posicionamento e da largura de bandas de sensores remotos e dos efeitos atmosféricos na determinação de índices de vegetação.** S. J.dos Campos: INPE, 2000. 179p.
- OLIVEIRA, A.D.S.R, DI PACE, F., CABRAL, S.L., COSTA, N.F.S. **Análise preliminar do IVDN e da Temperatura da Superfície na mesorregião Leste do estado de Alagoas utilizando imagens do satélite TM/Landsat 5.** XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 2006.
- ROSENDO, J.S.; ROSA, R. **A utilização de sensores com resolução moderada (MODIS) no estudo da vegetação na Bacia do Rio Araguari – MG.** Revista Sociedade & Natureza, Uberlândia, 17 (33): 91 -104, dez 2005.
- 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.
- SEMARHN/COHIDRO. **Plano Diretor da Região Hidrográfica Pratagy.** Relatório, Secretaria Executiva de Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Naturais – SEMARHN e a COHIDRO – Consultoria, Estudos e Projetos S/C Ltda, 2006.
- SILVA, B.B. da, FEITOSA, J.R., MOURA, S.B., GALVÍNCIO, J.D., COSTA, F.J.F. **Determinação do albedo no Perímetro irrigado Nilo Coelho utilizando técnicas de sensoriamento remoto e imagens Landsat 5-TM.** Anais... Congresso Brasileiro de Meteorologia XII, 2002, Foz de Iguaçu. Paraná.