

## **Avaliação espaço temporal do índice de vegetação (NDVI) no manguezal de Maracaípe – PE, através de imagens do satélite Landsat 5 TM**

Anderson Messias Silva<sup>1</sup>  
Elvis Bergue Mariz Moreira<sup>2</sup>

Universidade Federal de Pernambuco - UFPE  
Av. Acadêmico Hélio Ramos, s/n  
CEP 50.670-900, C.P- 7803, Recife/PE, Brasil

<sup>1</sup>Mestrando do Programa de Pós Graduação em Geografia  
<sup>2</sup>Doutorando do Programa de Pós Graduação em Geografia  
andersontrilhas@hotmail.com  
elvisberg@hotmail.com

### **Abstract**

The region of Maracaípe located on the southern coast of Pernambuco has suffered an intense process of urbanization of coastal ecosystems, changes socio guided the growth of tourism as one of its main economic activities. This study aims to examine the evolution spatial-temporal NDVI ( Normalization Differentiate Vegetation Index) in the mangrove Rio Maracaípe through multispectral images Landsat 5 TM. The methodology involved the implementation of models of radiometric correction atmospheric part of the algorithm SEBAL (Surface Energy Balance Algorithm for Land). We used two images of the day July 10, 1989 and September 6 2010, point in the orbit and 215/66. The maximum found the Difference Vegetation Index Standard was 0.795 for the year 1984 and 0.829 for the year 2010, the average was 0.355 for the year 1989 and 0.375 for the year 2010. According to the results was found possible to detect a significant reduction of natural areas occupied by forests sandbank, degradation is influenced by the emergence of urban areas of Porto de Galinhas and Maracaípe in However it was observed an increase in areas occupied by mangrove vegetation as observed in values in the image 2010.

**Keywords:** remote sensing, land cover, mangrove, urban areas

### **1. Introdução**

O manguezal é um ecossistema de elevada importância ecológica, social e econômica, e também considerado dominante na fisiografia do litoral do Brasil, distribuindo-se ao longo dos 6.88km da linha costeira, sendo a estimativa mais recente, para a área de cobertura calculada em 1,38 milhões de hectares (Kjerfve *et al* 1993).

A situação atual dos grupos de ecossistemas costeiros principalmente do manguezal fomenta considerações sobre os principais vetores de pressões e perspectivas de conservação em seu uso sustentável, analisando-o como ecossistema complexo, altamente resilientes e resistente, inquestionavelmente reconhecido como um dos ecossistemas mais produtivos do planeta Schaeffer Novelli (1990).

Nesta perspectiva, analisar a densidade da cobertura vegetal, assim como, sua evolução espaço-temporal, torna-se um importante mecanismo para estudos voltados para análise ambiental, gestão e planejamento dos recursos naturais, compreensão dos processos hidrológicos, diagnóstico do dinamismo no espaço costeiro, turístico entre outras finalidades. Dentro desse contexto, Tucker (1985) destaca que nos últimos anos cresceu o número de métodos e técnicas que permitem análises apuradas sobre a cobertura vegetal, entre eles o NDVI. Holben *et al* (2007) apontam que o NDVI é o mais empregado e um dos mais aceitos índices para analisar a cobertura vegetal utilizando o sensoriamento remoto orbital, isto porque, além de

um diagnóstico detalhado da fitomassa sinteticamente ativa, ele corrige os efeitos das sobras oriundas das elevações topográficas sobre a imagem (Tucker, 1979; Elvidge e Lyon, 1985)

A região de Maracaípe localizada no litoral sul de Pernambuco vem sofrendo um intenso processo de urbanização dos seus ecossistemas costeiros, transformações socioambientais estas pautadas no crescimento do turismo como principal atividade econômica.

Diante disto, o presente trabalho se propõe em analisar a evolução espaço-temporal da cobertura vegetal de mangue no estuário do Rio Maracaípe, através de imagens multiespectrais de satélite Landsat 5 TM.

## 2. Metodologia

### 2.1 Caracterização da área de estudo

A área escolhida para o desenvolvimento do presente trabalho foi estuário o Rio Maracaípe localizado entre as coordenadas 08° 31' 00" a 08° 33' 11" de latitude Sul e 34° 59' 30" a 35° 01' 12" Longitude Oeste.), localizada no município de Ipojuca, litoral sul do Estado de Pernambuco, ha 52km da cidade do Recife. Devido sua localização geográfica, o litoral Sul de Pernambuco tem clima tropical úmido com chuvas de inverno antecipadas no outono – clima As' (pseudo tropical) da Classificação de Koeppen. A temperatura média anual da área é de 24° C, quanto a sua hidrografia, a área em estudo está constituída pela categoria de rios litorâneos, que nascem e deságuam na zona costeira, sendo em geral, perenes.

O manguezal em análise se estende paralelamente ao litoral contíguo à estreita faixa de terra ocupadas pela vegetação de restinga que separa a beira-mar, percorrendo desde as proximidades a leste do centro urbano de Porto de Galinhas, seguindo na direção sul até a foz do rio Serinhaém, formando um extenso manguezal chega a atingir cerca de 4,3km de extensão no sentido Norte-Sul. Sua vegetação típica é constituída por três espécies de mangue: *Laguncularia racemosa* (L.) Gaerth., *Rhizophora mangle* (L.) *Avicenia schauerianna* Stappf & Leechm e na parte de transição do mangue coma a restinga encontramos indivíduos da espécie *Conocarpus erectu* (L).

### 2.2. Material e Métodos

#### 2.3. Processamento digital das imagens

Neste estudo foram utilizadas duas imagens do Mapeador Temático do satélite Landsat 5, composta por sete bandas espectrais, gratuitamente obtidas no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). A passagem do satélite pela área em estudo ocorreu nos dias 10 de julho de 1989 e 06 de Setembro de 2010, na órbita e ponto 215/66. Para o pré-processamento das imagens de satélite e aplicação dos índices escolhidos foi utilizado o programa Erdas Imagine 9.3 (licença do Departamento de Ciências Geográficas da Universidade Federal de Pernambuco-UFPE). A montagem final do layout foi feito no programa ArcGIS 9.3 (licença do Departamento de Ciências Geográficas da UFPE). Foi empregado parte do Algoritmo SEBAL (*Surface Energy Balance Algorithm for Land*), desenvolvido por Win Bastiaanssen (1995), o qual tem sido utilizado em diferentes países. A metodologia empregada seguiu Silva et al. (2005) e Bastiaanssen (2000), a qual consiste em:

#### 2.4. Etapa 1 (Calibração radiométrica)

Nesta etapa é usada intensivamente a ferramenta do *Model Maker* que será descrito a seguir as diversas etapas para a obtenção do índices de vegetação. A primeira etapa chamada de Radiância, ou seja, é a conversão do numero digital, ND, de cada pixel da imagem em Radiância espectral monocromática de acordo com o equação 1 apresentado por Markham & Baker (1987):

$$L_{\lambda i} = a_i + \frac{b_i - a_i}{255} ND \quad (1)$$

Onde  $a$  e  $b$  são as Radiância mínimas e máximas ( $W m^{-2} sr^{-1} m^{-1}$ ), detectada pelo sensor TM do *Landsat*,  $ND$  é os números digitais da imagem que corresponde a um intervalo de 0 á 255 e  $i$  corresponde as bandas do satélite em estudo.

## 2.5 Etapa 2 (Reflectância espectral)

A etapa 2 representa o cômputo da reflectância monocromática de cada banda ( $\rho_{\lambda i}$ ), definida como sendo a razão entre o fluxo de radiação solar refletido pela superfície e o fluxo de radiação solar global incidente, que é obtida com a Equação 2 (Allen et al., 2002):

$$\rho_{\lambda i} = \frac{\pi \cdot L_{\lambda i}}{k_{\lambda i} \cdot \cos Z \cdot d_r} \quad (2)$$

Onde  $L_{\lambda i}$  é a Radiância espectral de cada banda,  $k_{\lambda i}$  é a irradiância espectral solar de cada banda no topo da atmosfera,  $Z$  é o ângulo zenital solar e  $d_r$  é o inverso do quadrado da distância relativa Terra-Sol.

## 2.6 Etapa 3 (Índice de Vegetação da Diferença Normalizada)

O Índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) obtido pela razão da diferença da banda do vermelho com a banda do infravermelho próximo pela soma da mesma de acordo com a Equação 3 (Tucker, 1985):

$$IVDN = \frac{\rho_{IV} - \rho_V}{\rho_{IV} + \rho_V} \quad (03)$$

Onde  $\rho_V$  é a banda do vermelho  $\rho_{IV}$  é a banda do infravermelho próximo

## 3. Resultados e Discussão

Dentre os diversos índices de vegetação disponíveis a partir da utilização de técnicas de sensoriamento remoto, os mais frequentemente utilizados são os Índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) índice de vegetação ajustado ao efeito do solo (SAVI) e índice de área foliar (IAF). Huete (1998), afirma que estes índices baseiam-se em simples combinações das refletâncias do visível e do infravermelho próximo. O índice utilizado neste trabalho NDVI é um indicador sensível da quantidade e da condição da vegetação verde com os valores entre -1 e 1, onde geralmente os valores de água são negativos como mostra a Figura 1 a seguir.

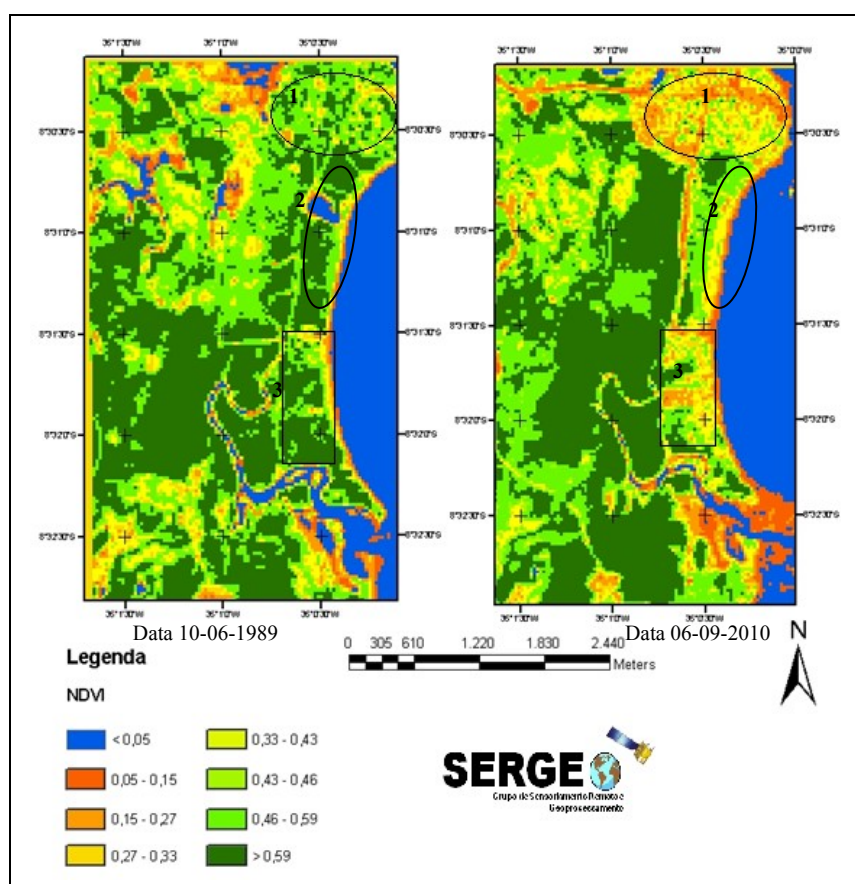
Na Tabela 01 estão representados os valores estatísticos: mínimo, máximo, média e moda do NDVI ( Normalization Diference Vegetation Index) nos dias 10 de julho de 1989 e 06 de setembro de 2010. Os valores referentes ao ano de 1989 foram: -1,29 o valor mínimo encontrado, de 0,795 o valor máximo, a média 0,355 e a moda 0,297, para o ano de 2010 os valores foram: -1,23 o valor mínimo, de 0,829 o valor máximo, a média de 0,375 e a moda foi de 0,341. A partir dos resultados obtidos, pode-se concluir que os menores valores foram para o ano de 1989.

**Tabela 01:** Valores estatísticos do NDVI (mínimo, máximo, média e moda), para os dias 10 de junho de 1984 e 29 de agosto de 2007.

<i>Albedo da Superfície</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Média</i>	<i>Moda</i>
<b>1989</b>	-1,29	0,795	0,355	0,297

2010	-1,23	0,829	0,375	0,341
------	-------	-------	-------	-------

A Figura 01 apresenta os valores espaciais e temporais da NDVI (Índice de Vegetação da Diferença Normalizada), o tom azul representa os valores  $< 0,5$  encontrados nos corpos hídricos, o tom verde escuro apresenta os valores  $> 0,59$  localizados nas áreas com maior adensamento vegetal constituído pelos bosques de mangue e matas de restingas, o tom verde limão representado pelos valores 0,46 a 0,59 destaca-se com vegetação semi-densa constituída por plantações de cana-de-açúcar e coqueirais, os tons amarelo e verde claro apresenta valores variando entre 0,25 a 0,43 representa as áreas com baixa ocupação urbana, o tom laranja com valores entre 0,15 a 0,25 localizado nas áreas com maior adensamento urbano podendo ser verificados em Porto de Galinhas e no povoado de Maracaípe, o tom vermelho com valores entre 0,05 a 0,15 representado pelo solo exposto ou áreas asfaltadas.



**Figura 1.** Imagem do IVDN (Índice de Vegetação da Diferença Normalizada) no manguezal de Maracaípe-PE, nos anos de 1989 e 2010 respectivamente

Analisando a evolução espaço temporal da Figura 2, constata-se na parte superior da imagem de 1989 (área 1), que os tons verde escuro e verde claro com valores entre 0,46 a 0,59 são substituídos pelos tons amarelo escuro e laranja com intervalos entre 0,15 a 0,33 observados na imagem de 2010. Conforme parágrafo supracitado anteriormente observa-se uma perda de vegetação por ambientes urbanizados, evidenciando com isto o acelerado crescimento da infra-

estrutura urbana turística que área vem apresentando nos últimos 20 anos. A descaracterização dos ambientes naturais com a turistificação da paisagem vem gerando ações desordenadas, com formas de apropriação, usos variados e degradação ambiental sendo um sério problema verificado na área estudo.

A área de restinga (02) representado pela cor verde escuro na imagem de 1989 com valores maiores que 0,59 é alterado pelos tons amarelo e verde claro com valores entre 0,33 a 0,46, constituindo assim, uma intensa modificação na cobertura vegetal, outrora composta por exuberante mata de restinga sendo atualmente encontrada uma extensa fazenda de coqueiral. Diante disto, pressupõe-se que caso a aceleração da expansão urbana na referida zona costeira permaneça, em um futuro próximo poderá ser evidenciado um processo de conurbação entre a restinga, hoje coqueiral indo de Porto de Galinhas e Maracáipe.

Analisando a área (3) representado pelo quadrado na Figura 1, nota-se que na imagem de 1989 predominava o tom verde escuro representado pela classe com valores maiores que 0,59 inseridos no manguezal e na área de restinga. Observa-se na imagem de 2010 da referida área a alteração dos tons verde escuro pelos tons amarelo escuro e laranja com valores entre 0,27 a 0,43. A supressão da vegetação nativa é consequência de um povoamento desordenado e da insuficiente oferta de infra-estrutura urbana, sendo os impactos ambientais tão devastadores que descaracterizam por completo o meio físico e suas funções biológicas.

A área representado pela tonalidade verde escuro com valores superior a 0,50, na imagem de 1989 este tom apresenta-se de forma fragmentada, ao observar a imagem de 2010 percebe-se um adensamento e aumento deste tom, constituído pelo desenvolvimento estrutural da vegetação de mangue, indicando uma relativa expansão das áreas povoadas pelo mesmo. Essa análise está de acordo com os valores encontrados na média entre 0,355 para o ano de 1989 e 0,375 em 2010, pressupõe-se que essa expansão esteja atrelada as dificuldades impostas pelo ecossistema na ocupação humana.

#### 4. Conclusão

Os resultados obtidos neste trabalho mostraram-se coerentes com a literatura, evidenciando a variação espacial e temporal dos valores encontrados para cobertura vegetal na região de Maracáipe. A técnica de sensoriamento remoto mostrou-se como importante ferramenta na estimativa do NDVI favorecendo a análise e compreensão dos diversos fatores que atuam de maneira integrada no delineamento de novos cenários na zona costeira de Pernambuco.

Através do presente estudo, foi possível constatar uma significativa diminuição dos espaços naturais ocupados pelas matas de restinga, degradação esta influenciada pelo surgimento dos núcleos urbanos de Porto de Galinhas e Maracáipe, em contrapartida foi constatado um aumento das áreas ocupadas pela vegetação de mangue como observado na imagem de 2010.

#### Agradecimentos

Os autores agradecem a CAPES e a Facepe pelo apoio financeiro e o SERGEO pelos softwares utilizados.

#### Referências

Allen, R.G., Tasumi, M e Terezza. R. **Sebal (Surface Energy Balance Algorithms for Land) – Advanced Training and User Manual – Idaho Implementation**, version 1.0, 2002.

Bastiaanssen, W.G.M. SEBAL-based sensible and latent heat fluxes in the irrigated Gediz Basin, Turkey. **Journal of Hydrology** 229:87-100, 2000.

Elvidge, C.D.; Lyon, R.J.P. Influence of rock-soil spectral variation on the assessment of green biomass. **Remote Sensing of Environment**, 17:265-279, 1985.

Holben, B.N.; Tucker, C.J.; Fan, C.J. Spectral assessment of soybean leaf area and leaf biomass. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, 46:651-656, 1980.

HUETE, A. R. A soil adjusted vegetation index (SAVI). *Remote Sensing of Environment*, v. 25, p. 295-309, 1998.

Markham, B. L. and BARKER, L. L. Thematic mapper bandpass solar exoatmospherical irradiances, Int. **Journal of Remote Sensing**, v. 8, nº. 3 p. 517-523, 1987.

Kjerfve, B. & Lacerda, L.D. 1993. **Conservation and sustainable utilization of mangrove forests in Latin America and Africa Regions**. Internacional Society for Mangrove Ecosystems. Technical reports, v.2. p 245-272, 1993.

Schaeffer Novelli, Y. **Manguezal: ecossistema entre a terra e o mar**. São Paulo, Caribben Ecological Research, 1995.

Silva, B.B; Lopes, G.M; Azevedo, P.V. Determinação do albedo de áreas irrigadas com base em imagens LANDSAT 5-TM. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 13, n.2, p.201-211, 2005.

Tucker, C. J., Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. **Remote sensing of Environment**, v.8, p.325-348, apr. 1985.