

DETECÇÃO DE DEGRADAÇÃO E ZONAÇÃO EM ÁREAS DE MANGUEZAL A  
PARTIR DE ÍNDICES DE VEGETAÇÃO

Myrian de Moura Abdon  
Eliana Miglioranza

Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE  
Secretaria Especial da Ciência e Tecnologia  
Caixa Postal 515  
1201 - São José dos Campos, SP, Brazil

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo avaliar a potencialidade da imagem índice de vegetação (INDVEG), no auxílio à classificação de áreas com zonação e detecção de degradação na vegetação no manguezal do sistema estuarino do rio Piauí (SE). A imagem índice de vegetação foi obtida através da aplicação da razão da diferença normalizada entre as bandas 3 e 4. A área de cada classe de manguezal foi estimada através da utilização de dados digitais multiespectrais do TM/LANDSAT obtidos em 19/07/87 nas bandas 3, 4 e 5. A zonação no manguezal foi associada às áreas ocupadas por Rhizophora sp e Laguncularia sp e Avicennia sp. Dados de campo comparados aos produtos digitais processados confirmam a eficiência da imagem INDVEG para identificação e classificação de áreas de manguezal.

## ABSTRACT

The purpose of this work is to assess the potential of a vegetative index image (INDVEG) for mangrove degradation and zonation assessment in the Piauí river estuarine area (Sergipe State, Brazil). A vegetative index image was derived by applying the normalized ratio between bands 3 and 4. The area of each mangrove class was estimated by utilization of TM/LANDSAT digital multispectral data obtained in 07/19/87 in 3, 4 and 5 bands. The mangrove zonation was associated with areas occupied by Rhizophora sp, Laguncularia sp and Avicennia sp. Ground data compared to digital processed products confirm the efficiency of the INDVEG image for the identification and classification of mangroves areas.

### 1. INTRODUÇÃO

Este trabalho tem por objetivo avaliar a potencialidade da imagem índice de vegetação obtida através de dados do TM/LANDSAT, no auxílio à classificação e detecção de degradação na vegetação.

A área escolhida para estudo localiza-se no estuário do rio Piauí, estado de Sergipe, entre as coordenadas de 11° 20' S e 11° 28' S e 37° 19' W e 37° 26' W.

### 2. MATERIAIS

- Imagem obtida em 19/07/84 do sensor TM do satélite LANDSAT-5. Órbita e ponto 215.68. Foram gravadas as bandas 3, 4 e 5 que correspondem às informações nos intervalos espectrais de 0,63 um a 0,69 um, 0,76 um a 0,90 um e 1,55 um a 1,75 um.

- Fotografias aéreas pancromáticas obtidas pela FAB em 20/12/84, na escala 1:25.000, que cobrem parte da área de estudo.

### 3. METODO E RESULTADOS

#### 3.1 Seleção de bandas espectrais

Foram selecionadas para o trabalho as bandas 3, 4 e 5 do TM/LANDSAT em função de sua adequação aos estudos de vegetação tais como diferenciação de espécies vegetais, levantamento de biomassa, delineamento de corpos d'água e medidas de umidade da vegetação. (Nasa, 1982 in Curran, 1985).

### 3.2 Geração da imagem índice da vegetação

A partir dos dados digitais das bandas 3(visível = VIS) e 4(infravermelho próximo = IVP), gerou-se uma imagem "Índice de Vegetação" (INDVEG) através de algoritmo compatível ao sistema SITIM-150 que considera a equação:

$$DN = ( IVP - VIS ) / ( IVP + VIS )$$

(in Gallo e Daughtry,1987), onde DN = índice de vegetação da diferença normalizada. Os valores dos índices de vegetação, encontrados na data e áreas estudadas, variaram de 0,859 a + 1,000. O algoritmo utilizado para gerar a imagem INDVEG associa o menor valor do índice de vegetação encontrado na área de estudo ao nível de cinza de valor 0 (zero) e o maior índice ao nível de cinza de valor 255, evitando saturação nos limites inferior e superior da imagem INDVEG (Figueiredo, 1988).

### 3.3 Aquisição de Histograma e Geração de Classes

Após a transformação dos valores DN em níveis de cinza, adquiriu-se o histograma da imagem INDVEG que pode ser observado na figura 1. Neste histograma os índices de vegetação estão representados por níveis de cinza e podem portanto ser processados como dados de uma imagem convencional.

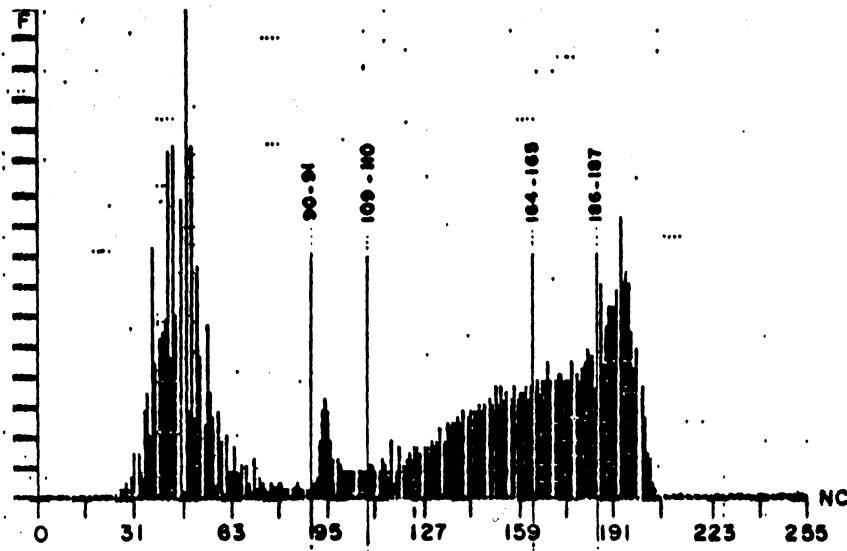


Fig 1. Histograma da Imagem INDVEG  
F = Frequencia  
NC= Nível de Cinza

Baseado na distribuição multimodal observada no histograma, definiram-se intervalos de nível de cinza que provavelmente diferenciam tipos de vegetação na ocupação do solo. Uma classificação usando o algoritmo de fatiamento "SLICER" ( Ribeiro et alii, 1982 ) foi feita, onde foram diferenciadas classes de ocupação de solo.

A ocupação de solo referente a cada classe diferenciada pelos algoritmos de fatiamento e classificação observados neste estudo foi verificada em trabalhos desenvolvidos na região por Abdon et alii, 1987 e Adema, 1984 e em fotografias aéreas pancromáticas obtidas em 1984. As áreas com mangue menos denso correspondem à áreas ocupadas por Laguncularia sp e Avicennia sp e as áreas com mangue mais denso são ocupadas por Rhizophora sp.

São apresentadas na tabela 1 as classes diferenciadas com o algoritmo de fatiamento na imagem INDVEG.

Tabela 1

Classes Diferenciadas com o Algoritmo de Fatiamento na Imagem INDVEG

Classe/Ocupação	Intervalo de Nível de cinza	Area em km2
1- Agua	0 - 90	79,24
2- Areia e Apicum	91 - 109	11,84
3- Desmatamento e Veg. esparsa	110 - 164	57,99
4- Mangue menos denso/Floresta	165 - 186	41,38
5- Mangue mais denso/Floresta	187 - 255	45,48

Classes também foram diferenciadas na imagem da banda 5 utilizando-se o mesmo processo descrito anteriormente.

O histograma da imagem da banda 5 foi adquirido e pode ser observado na figura 2.

Intervalos de nível de cinza foram novamente definidos com base na distribuição multimodal do histograma, criando-se as classes apresentadas a seguir, na Tabela 2.

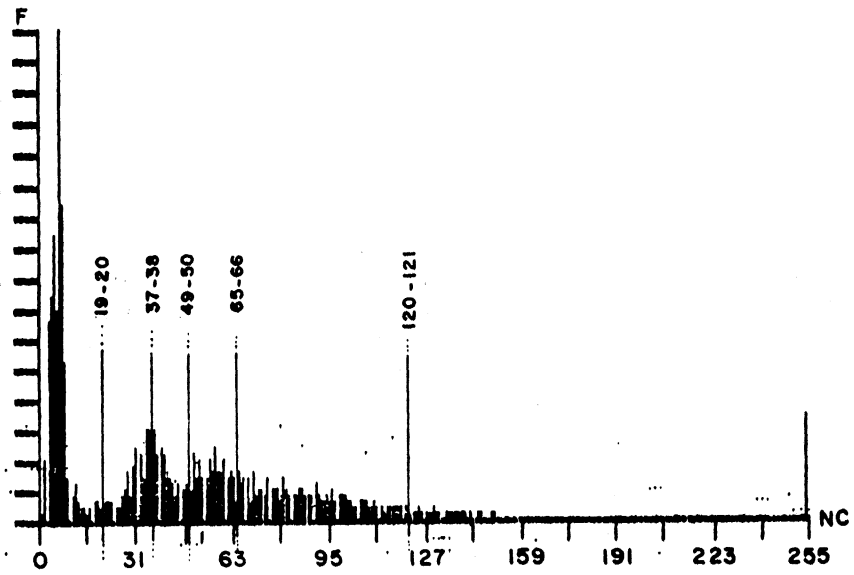


Fig 2 - Histograma da imagem na banda 5  
 F = Frequencia  
 NC= Nivel de Cinza

Tabela 2

Classes Diferenciadas com o Algoritmo de Fatiamento na Imagem da Banda 5

Classe/Ocupação	Intervalo de Nivel de cinza	Area em km2
1- Agua	0 - 19	79,86
Mangue 2- mais denso	20 - 37	28,67
Mangue 3- menos denso	38 - 49	22,83
4- Floresta	50 - 65	29,37
Areas agricolas 5- Veg. esparsa	66 - 120	53,29
6- Areia e apicum	121 - 255	21,91

### 3.4- Classificação por Máxima Verossimilhança

As classes obtidas pelo fatiamento das imagens INDVEG e banda 5 foram utilizadas para se definir amostras de treinamento para a classificação dos temas de interesse no trabalho. O algoritmo de classificação por máxima verossimilhança "MAXVER" (Ribeiro et alii, 1982) foi aplicado aos seguintes atributos espectrais, juntos ou combinados 3 a 3 e 2 a 2 : banda 3, banda 4, banda 5 e INDVEG.

As matrizes de classificação obtidas através da utilização do algoritmo "MAXVER" geraram dados de desempenho, abstenção e confusão médios que constam das tabelas 3 e 4.

Tabela 3

Dados das Matrizes de Classificação Obtidos com os 4 Atributos Espectrais e os Mesmos Combinados 3 a 3

Atributos Espectrais	Desempenho médio	Abstenção média	Confusão média
3,4, 5 e IV	95,38	3,85	0,77
3,4 e 5	97,13	1,54	1,33
3,4 e IV	86,92	2,94	10,14
3,5 e IV	96,57	2,31	1,12
4,5 e IV	97,06	1,82	1,12

Tabela 4

Dados das Matrizes de Classificação Obtidos com os 4 Atributos Espectrais Combinados 2 a 2.

Atributos Espectrais	Desempenho médio	Abstenção média	Confusão média
3 e 4	89,72	0,91	9,37
3 e 5	95,59	0,84	3,57
5 e IV	97,13	1,26	1,61
3 e IV	88,88	0,77	10,35
4 e IV	89,79	0,98	9,23
4 e 5	92,10	0,35	7,55

### 3.4 - Discussão dos Resultados e Seleção da Melhor Classificação "MAXVER"

A seleção da melhor classificação obtida com o algoritmo "MAXVER" foi feita baseada nas matrizes de classificação geradas para as diferentes combinações dos atributos espectrais utilizados no trabalho e na análise das amostras obtidas para a aplicação do algoritmo.

No primeiro grupo, composições com 3 ou mais atributos espectrais, foi observado que a ausência da banda 5 ocasionava um nível de confusão muito alto na tentativa de separação de áreas com vegetação de mesma densidade ou vigor, se estas se localizavam em regiões com diferentes teores de umidade do solo. A banda 4 contribui mais do que a 3 para a separabilidade entre as classes de mangue entretanto a banda 3 é essencial para identificar áreas com cobertura vegetal. A presença do INDVEG nas composições contribui para a melhor diferenciação entre as classes de manguezal no entanto, se forem utilizadas em seu lugar as bandas 3 e 4 juntas, os resultados da classificação serão bastante semelhantes.

Neste grupo, portanto, as composições (4,5 e INDVEG) e (3,4 e 5) foram as que apresentaram melhor desempenho e menor confusão na classificação dos temas de interesse, sendo que a primeira produziu o melhor índice de separabilidade entre áreas com mangue mais denso e com mangue menos denso.

No segundo grupo, composições com 2 atributos espectrais, foi observado que somente as composições utilizando a banda 5 apresentavam melhor desempenho nas classificações dos temas de interesse. Nas composições de atributos espectrais sem a banda 5 não havia separabilidade entre classes de mangue e floresta. A ausência do INDVEG nas composições provocou um pouco de confusão na diferenciação de áreas ocupadas por mangue mais denso das áreas com mangue menos denso. A presença do INDVEG na composição com a banda 5 resultou no melhor desempenho na classificação dos temas de interesse. Na tabela 5 podem ser observados os dados obtidos na classificação "MAXVER" utilizando os atributos espectrais banda 5 e INDVEG.

Tabela 5

Dados da Classificação "MAXVER" Obtidos com os Atributos Espectrais Bandas 5 e INDVEG

Classe	Area em km2
Água	70,3
Apicum	9,9
Areia	12,2
Mangue menos denso	17,7
Mangue mais denso	23,9
Floresta	17,4
Áreas agrícolas e Vegetação esparsa	63,5
Área não classificada	21,1



#### 4- CONCLUSOES

A) É indispensável a utilização da banda 5 para qualquer tipo de estudo em áreas de manguezal por sensoriamento remoto devido a alta potencialidade desta banda para diferenciar áreas de vegetação em regiões alagadas ou com alto teor de umidade.

B) Tanto a combinação de atributos espectrais bandas 3, 4 e 5 quanto a combinação banda 5 e INDVEG forneceram excelentes resultados na classificação "MAXVER". Isto demonstra que os dados contidos nas bandas 3 e 4 utilizados em sua forma original ou utilizados como INDVEG contribuem decisivamente para diferenciar zonação em áreas de manguezal.

C) Na otimização de tempo para processamento digital de dados de imagem do satélite TM/LANDSAT em estudos de manguezal pode-se optar pelo algoritmo "MAXVER" com utilização de dois atributos espectrais: banda 5 e INDVEG, o que fornecerá resultados tão bons ou melhores que todas as outras combinações de atributos espectrais.

D) A utilização do atributo espectral INDVEG, além de fornecer informações para a diferenciação de zonação em áreas de manguezal, possibilita a identificação de áreas com vegetação diferentes em densidade e vigor.

E) A utilização do INDVEG para o estudo de áreas desmatadas ou degradadas não se mostrou muito eficaz devido a dificuldade em se diferenciar áreas agrícolas de áreas com vegetação esparsas ou áreas com quase nenhuma vegetação. Sugere-se, no entanto, estudos mais detalhados deste atributo espectral com dados multitemporais.

#### 5- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Abdon, M.M.; Vieira, E.G.M.; Espindola, C.R.S. Avaliação da Extensão e Degradação de Manguezais no Sul de Sergipe através de dados de Sensoriamento Remoto. São José dos Campos, INPE. INPE-4196-PRE/1080, junho, 1987.

Adema. Levantamento da flora e caracterização dos bosques de mangue do Estado de Sergipe. Administração Estadual do Meio Ambiente. Governo do Estado de Sergipe, fev., 1984.

Curran, P.J. Principles of Remote Sensing. New York-Longman, 1985.

Figueiredo, D.C. Obtenção de Índice de Vegetação por Processamento Digital de Imagens de Satélite. A ser publicado.

Gallo, K.P.; Daughtry, C.S.T. Differences in Vegetation Indices for Simulated LANDSAT-5 MSS and TM , NOAA-9 AVHRR, and SPOT-1 Sensor Systems. Remote Sensing of Environment 23:439-452 (1987).

Ribeiro, E.A.; Mitsuo Ii, F.A.; Moreira, J.C.; Dutra, L.V. Manual do Usuário do Sistema de Tratamento de Imagens Digitais. São José dos Campos, INPE. Departamento de Informática DCC - LTID, 1982.