



PALAVRAS CHAVES / KEY WORDS  
AUTORES / AUTHORS  
MACRÓFITAS AQUÁTICAS  
ÍNDICE DE VEGETAÇÃO  
LANDSAT/TM

AUTORIZADA POR / AUTHORIZED BY  
Roberto Pereira da Cunha  
Diretor Sens. Remoto

AUTOR RESPONSÁVEL / RESPONSIBLE AUTHOR  
Myrian de M. Abdon

DISTRIBUIÇÃO / DISTRIBUTION  
 INTERNA / INTERNAL  
 EXTERNA / EXTERNAL  
 RESTRITA / RESTRICTED

REVISADA POR / REVISED BY  
Evelyn M.L. de Moraes Novo

CDU/UDC  
528.711.7:577.4E

DATA / DATE  
Agosto 1989

TÍTULO / TITLE	PUBLICAÇÃO Nº / PUBLICATION NO INPE-4880-PRE/1489
	ÁREAS DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS CLASSIFICADAS ATRAVÉS DE ÍNDICES DE VEGETAÇÃO EXTRAÍDOS DE IMAGENS LANDSAT/TM
AUTORES / AUTHORSHIP	Myrian de M. Abdon Divino C. Figueiredo

ORIGEM / ORIGIN  
DPA

PROJETO / PROJECT  
DEMURE

Nº DE PAG. / NO OF PAGES  
05

ÚLTIMA PAG. / LAST PAGE  
04

VERSÃO / VERSION

Nº DE MAPAS / NO OF MAPS

RESUMO - NOTAS / ABSTRACT - NOTES

Áreas de macrófitas aquáticas da represa de Tucuruí, Estado do Pará, foram identificadas em imagens do sensor TM do satélite LANDSAT. Baseado no histograma obtido da imagem índice de vegetação, criada a partir das bandas 3 e 4 do sensor TM, foram diferenciadas 4 classes de vegetação, sendo que 2 de macrófitas. As classes diferenciadas no histograma serviram como área de treinamento para obtenção de amostras que por sua vez seriam utilizadas na classificação da área de estudo. Os dados digitais foram processados estatisticamente comprovando a eficiência do método desenvolvido para a identificação de macrófitas aquáticas.

OBSERVAÇÕES / REMARKS

Trabalho aceito para apresentação no XIV Congresso Brasileiro de Cartografia, em Gramado-RS, no período de 21 a 26 de maio de 1989.

ÁREAS DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS CLASSIFICADAS ATRAVÉS DE ÍNDICES DE VEGETAÇÃO  
EXTRAÍDOS DE IMAGENS LANDSAT/TM

Myrian de M. Abdon  
Divino C. de Figueiredo  
Instituto de Pesquisas Espaciais  
Caixa Postal 515 - 12201 - São José dos Campos, SP, Brasil

RESUMO

Áreas de macrófitas aquáticas da represa de Tucuruí, Estado do Pará, foram identificadas em imagens do sensor TM do satélite LANDSAT. Baseado no histograma obtido da imagem índice de vegetação, criada a partir das bandas 3 e 4 do sensor TM, foram diferenciadas 4 classes de vegetação, sendo que 2 de macrófitas. As classes diferenciadas no histograma serviram como área de treinamento para obtenção de amostras que por sua vez seriam utilizadas na classificação da área de estudo. Os dados digitais foram processados estatisticamente comprovando a eficiência do método desenvolvido para a identificação de macrófitas aquáticas.

ABSTRACT

LANDSAT/TM data were used to identify the occurrence of aquatic macrophytes within the Tucuruí reservoir, Pará State, Brazil. A vegetative index imagery (VII) was derived by applying the normalized ratio between bands 3 and 4. The VII histogram was sliced into 4 vegetation classes, from which 2 displayed macrophyte populations. Those classes were then used as training sites to implement a maximum likelihood classification on the remaining study area. The method proved to be efficient as shown by the statistical results.

1. INTRODUÇÃO

A necessidade de produção de energia elétrica, produção de alimento e aumento de proteínas levou a um desenvolvimento intenso de sistemas lacustres artificiais (Tundisi, 1980). Estes, ao interceptarem o fluxo de água dos rios, interferem nos processos de evolução das comunidades de organismos aquáticos (Tundisi, 1986). Em função de modificações em condições ecológicas, algumas espécies de macrófitas aquáticas se desenvolvem excessivamente ocupando grandes extensões da superfície da água nos reservatórios (Perazza et al., 1979).

Plantas aquáticas são indicativas da qualidade da água e do ambiente podendo levar a processos de eutrofização nas represas em que se encontram devido a grande quantidade de matéria orgânica morta cedida por suas comunidades (Esteves e Barbosa, 1986).

Valeiano, (1984) realizou um trabalho de detecção de macrófitas flutuantes na represa de Salto Grande, utilizando dados digitais das bandas 4, 5 e 7 do sensor MSS do satélite LANDSAT.

O trabalho que será descrito a seguir é uma primeira avaliação de macrófitas aquáticas presentes na represa de Tucuruí (PA), a partir de índices de vegetação derivados de dados digitais TM/LANDSAT.

2. ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo, hachurada na Figura 1, corresponde a uma parte da represa de Tucuruí, localizada no rio Tocantins, estado do Pará, Brasil. É uma área de aproximadamente 250km<sup>2</sup> e

situa-se em torno das coordenadas de 4°20'S e 49°20'W.

3. MATERIAIS

- Imagem do dia 27 de julho de 1987, órbita 224, ponto 63, quadrante B, obtida do sensor TM do satélite LANDSAT, nas bandas 3 e 4 que correspondem às informações nos intervalos espectrais de 0,63µm a 0,69µm e 0,76µm a 0,90µm respectivamente.

4. MÉTODO

4.1 - GERAÇÃO DA IMAGEM ÍNDICE DE 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 disponível no 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 área estudadas, variaram de -0,714 a +0,698. 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).

4.2 - AQUISIÇÃO DE HISTOGRAMA

Após a transformação dos valores DN em

níveis de cinza, adquiriu-se o histograma da imagem INDVEG que pode ser observado na Figura 2. Nesse histograma os índices de vegetação estão representados por níveis de cinza, como explicado anteriormente, e podem portanto ser processados como dados de uma imagem convencional.

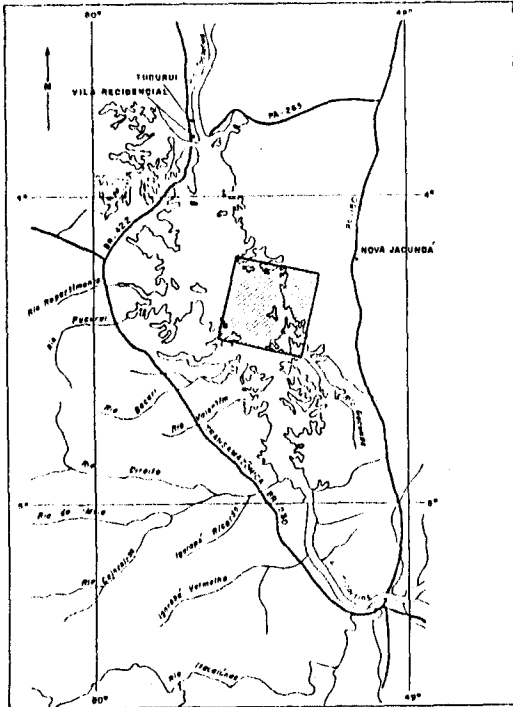
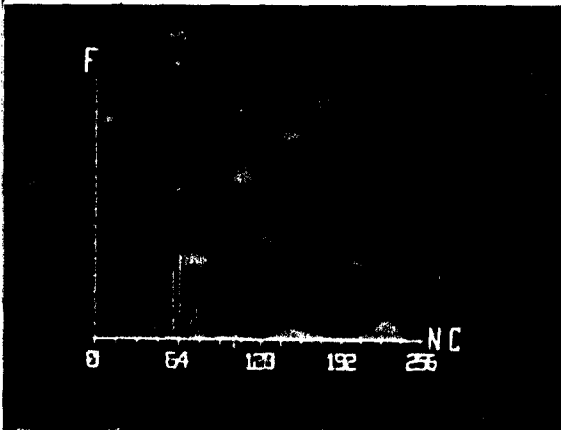


Fig. 1 - Área de estudo.



NC 0 → INDVEG = -0,714  
NC 255 → INDVEG = +0,698

Fig. 2 - Histograma da imagem INDVEG.

#### 4.3 - GERAÇÃO DE CLASSES HOMOGÊNEAS QUANTO AO ÍNDICE DE VEGETAÇÃO

Baseado na distribuição multimodal observada no histograma, definiram-se intervalos de nível de cinza que provavelmente diferenciam tipos de vegetação na ocupação do solo ou superfície da água. Uma classificação usando o algoritmo de fatiamento "SLICER" (Ribeiro et al., 1981) foi feita e as classes obtidas são apresentadas na Tabela 1.

TABELA 1  
CLASSES DIFERENCIADAS COM O ALGORITMO DE FATIAMENTO

CLASSE	NOME	INTERVALO DE NÍVEL DE CINZA
1	Água 1	0 - 48
2	Água 2	49 - 58
3	Paliteiro e/ou Macrófitas	59 - 94
4	Macrófitas 1	95 - 114
5	Macrófitas 2	115 - 132
6	Macrófitas 3	133 - 190
7	Floresta	191 - 255

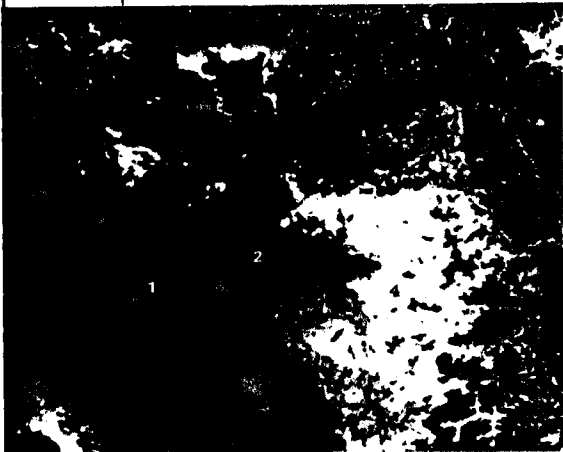
Além das classes presentes na Tabela 1, foram observadas, na região de estudo, áreas em solo firme com pouca vegetação entre regiões de floresta. Os padrões encontrados nestas áreas levam a crer que estas tenham sido desmatadas há algum tempo. Na data da imagem gravada, estas áreas com vegetação esparsa apresentavam-se com os índices de vegetação semelhantes aos das áreas de macrófitas. A classificação feita com o algoritmo de fatiamento não possibilitou a diferenciação entre estas duas regiões (vegetação esparsa em solo firme e vegetação de macrófitas).

#### 4.4 - CLASSIFICAÇÃO DA ÁREA DE OCORRÊNCIA DE MACRÓFITAS

As classes obtidas pelo fatiamento da imagem INDVEG foram utilizadas para definir amostras de treinamento para a classificação de macrófitas na totalidade da área de estudo. Nesta fase adotou-se o algoritmo de classificação por máxima verossimilhança "MAXVER" (Ribeiro et al., 1981), o qual foi aplicado aos seguintes atributos espectrais: banda 3, banda 4 e INDVEG.

## 5. RESULTADOS

Na Figura 3 podem ser observadas as classes resultantes da classificação por máxima verossimilhança e na Tabela 2, a área por elas ocupada. Apenas 10% da área de estudo não consta em nenhuma das classes.



1 ÁGUA	4 MACRÓFITAS B
2 PALITEIRO	5 VEGETAÇÃO ESPARSA
3 MACRÓFITAS A	6 FLORESTA

Fig. 3 - Classificação MAXVER.

A Tabela 3 apresenta a matriz de classificação por máxima verossimilhança oferecida pelo sistema e que permite estimar a porcentagem de acerto de classificação com base nas amostras utilizadas.

Pode-se observar na Tabela 3 a porcentagem de cada tema classificado em função das amostras coletadas na imagem para a classificação "MAXVER". A classe denominada macrofitas A foi resultante das classes macrofitas 1 e 2 obtidas no fatiamento feito na área através do algoritmo "SLICER" e a classe denominada macrofitas B foi resultante da classe macrofitas 3.

O desempenho médio alcançado nesta classificação foi de 92,24%, a abstenção média foi de 6,53% e a confusão média 1,22%.

Seis classes de interesse foram diferenciadas através do método desenvolvido, apresentando um resultado bastante satisfatório.

## 6. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

A) Na aplicação do método desenvolvido para classificação de toda a área da represa de Tucuruí, serão feitas novas coletas em solo firme com vegetação esparsa. Este procedimento não foi possível nesta parte da região trabalhada porque a ocorrência dessas áreas era muito baixa, dificultando a precisão da coleta de amostras.

B) A imagem índice de vegetação, criada a partir das bandas 3 e 4 do TM/LANDSAT, se mostrou bastante adequada para a separação de tipos de vegetação na região de estudo.

C) As diferentes classes foram facilmente visualizadas no histograma obtido na imagem índice de vegetação. No entanto, há necessidade de verificação em campo para observar se a separabilidade entre as classes de macrofitas, diferindo nos valores de índices de vegetação, se deve à ocorrência de plantas em várias fases de desenvolvimento e vigor e/ou à existência de populações de macrofitas aquáticas de espécies diferentes, e/ou as plantas se encontrarem emersas ou submersas.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ESTEVES, F. de A.; BARBOSA, F.A.R. Eutrofização Artificial - A Doença dos Lagos. *Ciência Hoje* 5(27): 57-61, 1986.
- 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).
- PERAZZA, M.C.D.; PEREIRA, D.N.; MARTINS, M.T. Problemática do Controle de Plantas Aquáticas. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ECOLOGIA, 2, Belém, 1979. Anais. V.3, p.314-361.
- RIBEIRO, E.A.; MITSUO Ii, F.A.; MOREIRA, J.C.; DUTRA, L.V. Manual dos Usuários dos Sistemas de Tratamento de Imagens Digitais. São José dos Campos, INPE, 1981.
- TUNDISI, J.C. Ecologia Aquática no Brasil: Problemas e Perspectivas. *Interciência* 5(6): 373-379, 1980.
- TUNDISI, J.C. Ambientes, Represas e Barragens. *Ciência Hoje*. 5(27): 49-54, 1986.
- VALERIANO, D. de M. Estudo Preliminar sobre Viabilidade de Detecção de Macrofitas Flutuantes Através de Processamento Digital de Dados do MSS/LANDSAT. São José dos Campos, ago., 1984. (INPE-3228-PRE/579).

TABELA 2

## CLASSES OBTIDAS COM O ALGORITMO MAXVER

CLASSE	NOME	ÁREA EM KM <sup>2</sup>
1	Água	93,2
2	Paliteiro	47,9
3	Macrófitas A	11,8
4	Macrófitas B	24,2
5	Vegetação esparsa	1,0
6	Floresta	44,0
ÁREA NÃO CLASSIFICADA		24,4
ÁREA TOTAL		246,5

TABELA 3

## MATRIZ DE CLASSIFICAÇÃO - MAXVER

CLASSE	NOME	N	CLASSE					
			1	2	3	4	5	6
1	Água	5,0	94,1	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0
2	Paliteiro	3,3	2,7	94,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	Macrófitas A	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0
4	Macrófitas B	8,6	0,0	0,0	0,3	90,7	0,3	0,0
5	Vegetação esparsa	5,1	0,0	0,0	0,0	6,8	88,1	0,0
6	Floresta	9,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	90,1

N = % dos temas não classificada