

# INTERPRETAÇÃO DE DADOS MSS/LANDSAT PARA AVALIAR A DISTRIBUIÇÃO FÍSICA DOS MANGUEZAIS DE CANANÉIA-IGUAPE (SP)

Carmen Regina Silveira Espíndola  
Instituto de Pesquisas Espaciais  
Ministério da Ciência e Tecnologia  
Caixa Postal 515, 12201 - São José dos Campos, SP, Brazil

## RESUMO

Os manguezais são considerados os ambientes responsáveis pela alta produtividade biológica e ecológica dos sistemas costeiros. Apesar disso, são pouco conhecidos e muito devastados, necessitando, portanto, de pesquisas que permitam a sua identificação de maneira rápida e pouco onerosa. As técnicas de sensoriamento remoto, utilizando dados obtidos por satélite, processados digitalmente, têm sido muito utilizadas, não só por seu reduzido custo como também pela capacidade de fornecer uma visão geral da extensa área costeira. Esta pesquisa teve como objetivo avaliar a distribuição física dos manguezais da região de Cananéia-Iguape através de processamento digital de imagens MSS-LANDSAT correlacionadas a imagens de radar e fotografias aéreas. A classificação estatística realizada por algoritmos implantados no Sistema Interativo de Análise de Imagens Multiespectrais (IMAGE-100), forneceu um mapa temático com 13 unidades de manguezal. Estas áreas foram calculadas e correlacionadas com as áreas obtidas em fotografias aéreas pancromáticas e em imagens de radar. Os resultados encontrados revelaram coeficientes de correlação linear máximos ( $r=0,99$ ) significando que o processamento de dados MSS-LANDSAT é satisfatório para a identificação das características gerais dos ambientes de manguezais.

## ABSTRACT

Mangrove is considered the responsible for the biologic and ecologic coastal productivity. However, it is unknown and strongly destroyed, requiring appropriated research techniques to provide fast and cheap procedure to its' identification. Remote sensing techniques using data obtained from satellite, digitally processed, were found to be valuable not only for its low cost, but also for its overall view. The objective of this study is to evaluate the physical distribution of Cananéia-Iguape mangrove using MSS-LANDSAT images processing and correlate them with radar images and aerial photographs. A statistical classification performed by algorithms used by the Multiespectral Interactive Image Analysing System (IMAGE-100) reaching a thematic map with 13 mangrove units from which areas were calculated and correlated with areas obtained from panchromatic aerial photographs and from radar images. The results indicate very high linear correlation coefficients ( $r=0,99$ ) which showed that the use of MSS-LANDSAT products are good enough to separate spectrally mangrove from other soil cover types.

## 1. INTRODUÇÃO

A importância dos manguezais para o equilíbrio dos sistemas costeiros é um fato amplamente reconhecido pela comunidade científica. Este ambiente é responsável pelo início da cadeia alimentar nos oceanos, mas também é alvo de intensa influência antrópica, o que tem causado a sua devastação e reduzido o potencial energético do ambiente marinho. Para garantir a conservação e a preservação deste ecossistema insubstituível é indispensável a criação de novas metodologias de monitoramento e reconhecimento de regiões alagadas costeiras.

Dentro desta concepção, o objetivo da pesquisa foi desenvolver, com base bibliográfica, método de interpretação digital de dados MSS/LANDSAT para identificar e delimitar os manguezais da região de Cananéia-Iguape em face a dados de fotografias aéreas e imagens de radar.

O estudo recebeu apoio de informações obtidas por equipes de fotointerpretação e de campo, integradas ao projeto "Sensoriamento Remoto de Manguezais" (SERMA), subvencionado pela Secretaria Interministerial de Recursos do Mar (SECIRM) e desenvolvido no Instituto Oceanográfico da USP (IOUSP). (Herz, et alii, 1984).

## 2. ASPECTOS DA ECOLOGIA DOS MANGUEZAIS

O manguezal é considerado a zona de contato entre o continente e o oceano e desenvolve-se geralmente às margens de enseadas, baías, desembocaduras de rios e estuários.

A composição florística destes ambientes está condicionada à interação de fatores bióticos, físicos e edáficos como, solo, efeito de marés, salinidade e pluviosidade. A elevação da taxa de salinidade no solo, por exemplo, altera o fator de absorção da água e de nutrien

tes pela planta modificando a sua estrutura interna. A interferência das marés é observada na formação dos terraços quaternários onde cresce a vegetação de mangue alto e mangue baixo. (Herz et alii, 1984).

Estas espécies vegetais para sobreviver aos níveis baixos de oxigênio no solo e a teores elevados de salinidade desenvolveram mecanismos peculiares que as caracterizam, como raízes aéreas da *Rhizophora mangle* e glândulas excretoras de sal da *Avicennia nitida*.

### 3. SENSORIAMENTO REMOTO APLICADO ÀS REGIÕES COSTEIRAS.

A técnica de sensoriamento remoto é relevante para o estudo dos manguezais na medida em que permite superar algumas das suas dificuldades específicas como área inacessível e muito dinâmica onde interagem diversos fatores. A importância da utilização de imagens orbitais MSS/LANDSAT está no fato de que os bosques de manguezais apresentam características de ambientes constantemente úmidos capazes de absorver a radiação na faixa do infravermelho próximo fornecendo uma resposta espectral bem definida e contrastada discriminando o ambiente de outros ecossistemas menos complexos. Diversos autores chegaram a estas conclusões, demonstrando a viabilidade de utilização de imagens orbitais para o estudo de áreas inundadas, destacando-se: Klemas (1976), Bina et alii (1978), Shines (1979), Roque et alii (1980), Tomlins (1981), Carter (1982), Dottavio e Dottavio (1984) e Espíndola, C.R.S. (1985).

### 4. MATERIAL E MÉTODO

#### 4.1 - ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo (Figura 4.1) está localizada no litoral sul do Estado de São Paulo, no sistema estuarino-lagunar Cananéia-Iguape, sendo delimitada pelas coordenadas geográficas 24°30' e 26°00' de latitude sul e 47°00' e 48°00' de longitude oeste de Greenwich, abrangendo uma superfície de aproximadamente 480 km<sup>2</sup>.

Segundo Camargo et alii (1972) o interesse pelas regiões vizinhas em função da cultura do café, fez com que a zona litorânea do Vale do Ribeira, ficasse marginalizada economicamente e assim mantendo os principais ecossistemas desta área essencialmente intactos. Esse aspecto é de grande importância para a pesquisa dos manguezais porque possibilitou o estudo de um ambiente altamente produtivo e rico em termos de alimento e energia, praticamente ainda sem influência do homem e relativamente próximo à capital de São Paulo.

Segundo Camargo et alii (1972) a composição vegetal da área é constituída de: "Jundú", "Mangue", "Mata Tropical" e "Pioneira".

Quanto à vegetação de mangue, considera-se as seguintes espécies: *Rhizophora mangle* (mangue alto), *Avicennia shaueriana* (mangue baixo) e *Laguncularia racemosa* (mangue manso).

Em relação ao clima, esta região apresenta os meses mais chuvosos em janeiro e março e os meses de menor índice pluviométrico em julho e agosto.

#### 4.2 - MÉTODO

O método utilizado se baseou nas seguintes etapas:

- a - aquisição de dados de verdade terrestre;
  - b - aquisição de dados de apoio;
  - c - aquisição de dados orbitais;
  - d - análise digital;
  - e - mapa temático e final.
- a - Aquisição de dados de verdade terrestre

Fotografias aéreas pancromáticas foram consideradas como a principal fonte de verdade da área de estudo. Utilizou-se fotografias aéreas datadas de 1973 na escala 1:25.000, que foram interpretadas pela equipe do Projeto SERMA através da técnica de planimetria. Estas fotos foram anteriormente ajustadas e corrigidas à base cartográfica e a legenda obtida da fotointerpretação (Figura 4.2) foi controlada por fotografias aéreas oblíquas e dados de campo (Projeto SERMA 1983/1985).

Calculou-se a área de 13 amostras de manguezais, como a demonstrada na Figura 4.2, que posteriormente foram correlacionadas aos valores de área obtidos através de imagem orbital e imagem de radar.

#### b - Aquisição de dados de apoio

Para auxiliar o processo de identificação dos manguezais foram usados mosaicos semicontrolados por Radar, provenientes da cobertura Radargramétrica de 1976, escala 1:250.000, realizada pelo Projeto RadamBrasil.

Nesta imagem de radar, Figura 4.3, é interessante observar que os ambientes de manguezais estão representados em alto contraste pelas tonalidades mais claras, aparecendo muito bem discriminados. Esta característica se deve ao elevado nível de reflexão do sinal retroespalhado das partículas de sal e da umidade do ambiente que segundo Fung e Ulaby (1982) tendem a aumentar a constante dielétrica, a qual é responsável pela elevação da refletividade do material.

Realizou-se o mesmo procedimento de cálculo de área em 13 amostras de manguezais, descrito no item anterior, possibilitando a correlação com outros dados.

#### c - Aquisição de dados orbitais

Para aquisição dos dados espectrais foi utilizada a imagem MSS/LANDSAT de 10/08/78 referente à órbita 178 ponto 29.

Estudando-se a imagem nas quatro faixas espectrais, verificou-se que o ambiente em estudo foi discriminado satisfatoriamente apenas na faixa espectral do infravermelho próximo (MSS7).

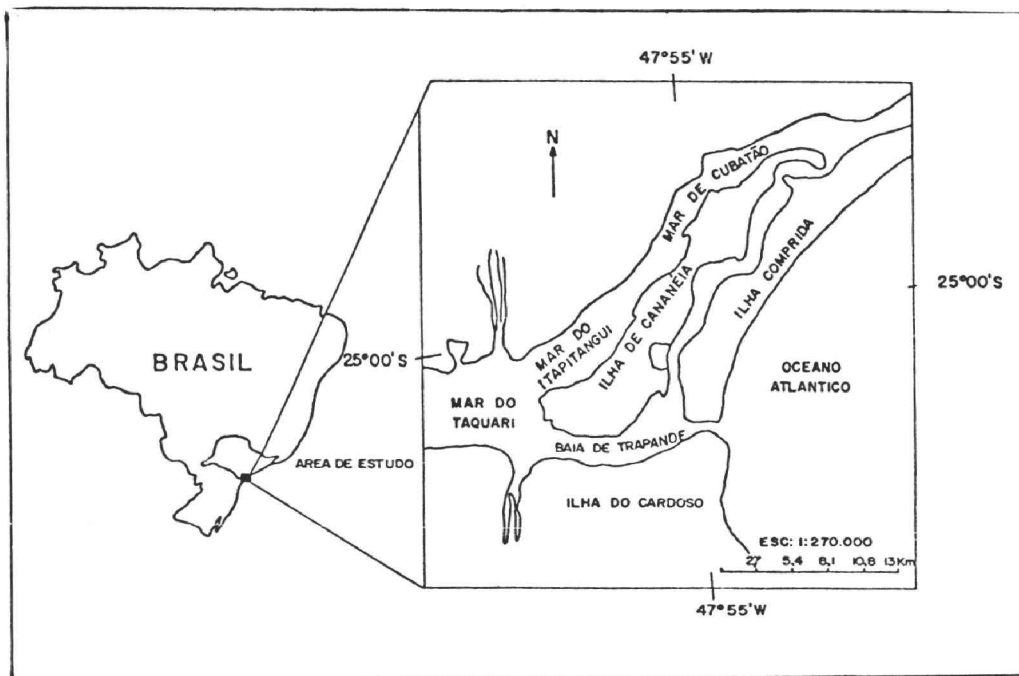


Fig. 4.1 - Localização da área de estudo.

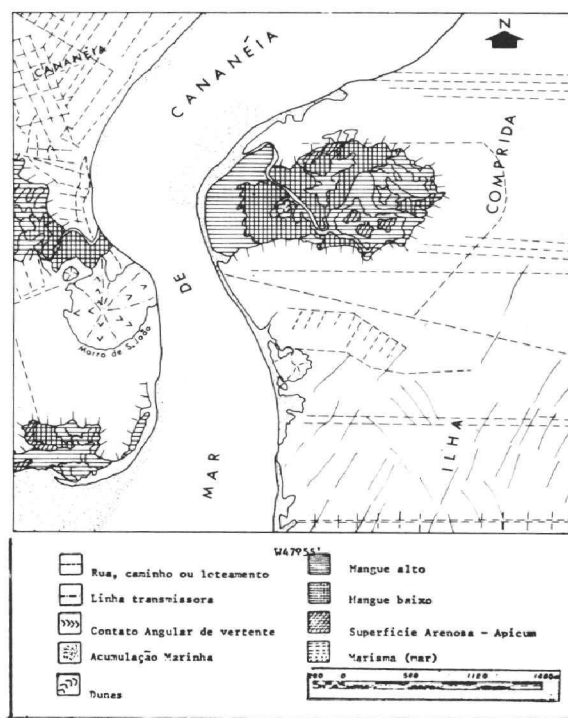


Fig. 4.2 - Interpretação estereoscópica da fotografia aérea pancromática da região de manguezal próxima ao Rio Nóbrega em Cananéia (escala 1:25.000 - Projeto SERMA/IOUSP).



Fig. 4.3 - Reprodução parcial da imagem de radar da área de Cananéia - Iguape na escala 1:250.000 (1976 - Projeto Radam-Brasil).

Na região do visível a vegetação de mangue se comportou espectralmente de maneira semelhante a qualquer outro tipo de vegetação, apresentando, portanto, resposta semelhante e confusa, não discriminando o ambiente alagado.

A faixa espectral do MSS7 é considerada por Hoffer e Johansen (1969) como a ideal para separação de tipos vegetais. No caso dos mangais, além de serem constituídos de um tipo de vegetação característica constituem ainda superfícies úmidas que aparecem nitidamente na imagem MSS7. Este aspecto se deve ao seu registro como zonas de alta absorção da energia eletromagnética nesta faixa espectral, diferenciando o ambiente de qualquer outro tipo de composição vegetal.

#### d - Análise digital

A imagem MSS/LANDSAT foi processada no sistema interativo de análise de imagens multiespectrais, "IMAGE-100", do INPE, na escala 1:100.000.

Para atenuar os possíveis erros ocorridos na leitura do sensor foi utilizado o algoritmo de "correção radiométrica".

Os parâmetros estatísticos de média e covariância, necessários à classificação, foram obtidos através da aquisição de assinatura espectral de 17 amostras representativas das diversas classes. O procedimento foi realizado com auxílio do algoritmo de classificação supervisionada "Single-Cell" que também estabeleceu valores de frequência e limites inferiores e superiores de níveis de cinza para cada classe, nas diferentes faixas espectrais.

Com a aquisição destes dados realizou-se a classificação supervisionada por "máxima verossimilhança" (MAXVER) que atribuiu os pontos às classes de maior probabilidade de ocorrer dentro de um limiar pré-estabelecido, utilizando-se a máxima verossimilhança do ponto pertencer à classe proposta, Shines (1979) e Tomlins (1981).

Para a classificação MAXVER foi utilizado o limiar 5 e as quatro faixas espectrais do MSS, obtendo-se um resultado com cinco classes discriminadas. A seguir eliminou-se os pontos dispersos da cena através do algoritmo "Uniformização de Temas" (UNITOT).

e- O mapa temático obtido foi impresso em caracteres alfanuméricos ("Print'Out") do qual elaborou-se um mapa final numa base de papel "polyester" estável, sem considerar os problemas de distorções geométricas.

Como processamento automático final calculou-se a área (algoritmo "Theme area") das 13 amostras de regiões de manguezais obtidas no mapa temático, permitindo desta forma que todos os dados, em valores de área, fossem correlacionados.

#### 5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os resultados relacionados a seguir se referem ao processamento digital da imagem MSS/LANDSAT e à avaliação estatística destes dados correlacionados aos valores de interpretação de fotografia aérea e imagens de radar.

A Tabela 5.1 adquirida do algoritmo "Single-Cell" relaciona os limites de níveis de cinza da classe mangue podendo-se observar que as maiores diferenças entre níveis inferiores e su

periores (delta) foram encontradas nas faixas espectrais MSS6 e MSS7, significando que nestas imagens as classes foram melhor separadas pois ocorreram com maior frequência. Este aspecto pode ser confirmado através da obtenção de valores da matriz de covariância a qual informou que os melhores contrastes foram obtidos nestas faixas espectrais. Para visualização da assinatura espectral de cada classe, os níveis de cinza médio obtidos de histograma de frequência, foram plotados em um gráfico (Figura 5.1).

TABELA 5.1

LIMITES DE NÍVEIS DE CINZA QUE REPRESENTAM OS MANGUEZAIS

MSS	LIMITES ESPECTRAIS		DELTA
4	22	44	22
5	16	29	13
6	20	50	30
7	14	55	41

Na Figura 5.1 observa-se que na faixa do visível ocorreu uma certa confusão entre a classe vegetação densa e vegetação de mangue, provavelmente porque esta faixa espectral não é sensível às variações de umidade e a absorção se dá através de pigmentos de clorofila. A partir da faixa do MSS6 a discriminação entre as classes tende a aumentar melhorando acentuadamente na faixa espectral do infravermelho próximo (MSS7). O manguezal é um ambiente considerado interface entre a água e a vegetação apresenta, portanto, características espectrais das duas classes. O valor da elevada refletividade da vegetação de mangue, no MSS7 é amenizado pela absorção desta radiação através de corpos úmidos do ambiente, sendo este o principal fator de discriminação do manguezal em relação às outras classes.

O resultado obtido na classificação supervisionada MAXVER forneceu a identificação de cinco classes: vegetação densa, mangue, área urbana, praia e outros.

O desempenho médio de classificação foi de 96,4% com insignificante porcentagem de confusão entre vegetação densa e vegetação mangue, o que indicou a probabilidade de um resultado satisfatório porque ficou demonstrado que as classes são espectralmente separáveis.

A partir deste resultado e considerando que a região de estudo não causou modificação na classificação espectral devido a fatores de influência antrópica, que são detectados pelo sensor MSS7, classificou-se toda a cena, obtendo-se o mapa temático (Figura 5.2).

Neste mapa verificou-se que a classe mangue foi separada como unidade homogênea não dividida em subgrupos, sendo que ocorreu ligeira confusão em relação à serra. A classe urbana abrangeu elementos como estradas, praias e áreas desmatadas e a classe "outros" representou áreas com presença de dunas e restingas.

O mapa final, em base de "overlay", obtido a partir de caracteres alfanuméricos, está representado na Figura 5.3, onde observa-se em alto contraste as áreas de manguezal.

Os valores de área assim como os valores dos desvios e erros, em porcentagem, na comparação dos dados, estão relacionados na Tabela 5.2. (Herz et alii, 1984).

No geral o resultado alcançado é compatível com a distribuição física dos manguezais na área estudada e, comparando-se os dados observa-se que eles estão muito próximos e que ocorreram em uma relação linear, sendo que os coeficientes de correlação (r) apresentaram valores máximos (r = 0,988). Isto significa a existência de um forte grau de associação entre as variáveis correlacionadas.

Os resultados foram ajustados para uma taxa de regressão linear, considerando como variável dependente os dados MSS/CCT e variável independente os valores de fotografias aéreas e imagem de radar, conforme Figuras 5.4, 5.5 e 5.6.

Observando-se as figuras pode-se notar que as retas estão bem próximas dos pontos, sendo que alguns deles, conforme o caso, se distanciam mais. Esta distância é o limite de confiança dos valores MSS/CCT, em relação à reta (Figuras 5.4 e 5.6).

Para o caso de correlação dos dados de fotointerpretação com MSS/CCT verificou-se na comparação do mapa temático com o mapa fotointerpretado que a diferença poderia ocorrer em relação à representação da classe mangue. Como, por exemplo, no processamento digital da área A<sub>1</sub> (Tabela 5.2) onde a classe acumulação marinha é separada do manguezal no mapa fotointerpretado, enquanto que no mapa temático foi considerada como pertencente à classe mangue. Outra hipótese está relacionada ao problema de contorno na delimitação das áreas de manguezais que se encontram muito dispersas, dificultando sua caracterização digital na escala 1:100.000 que não tem a precisão da escala 1:25.000 de fotografia aérea, ajustada e corrigida.

Mas à esses aspectos outros devem ser considerados como resolução espacial e espectral dos diferentes sensores e as épocas de obtenção dos dados.

Os valores obtidos em fotografia aérea e imagem de radar também foram correlacionados (Figura 5.5) obtendo-se um coeficiente de correlação r = 0,99, significando que os dados estão muito próximos. Isto ocorre devido à semelhança nos seguintes aspectos: tipo de sensor (aerotransportado); resolução geométrica; época de aquisição dos dados (próximas) e tipo de interpretação (estereoscópica). Neste caso os pontos de resíduos, se devem ao problema de limite de borda das áreas identificadas em função da utilização de escalas muito diferentes (fotografia aérea = 1:25.000 e imagem de radar = 1:250.000).

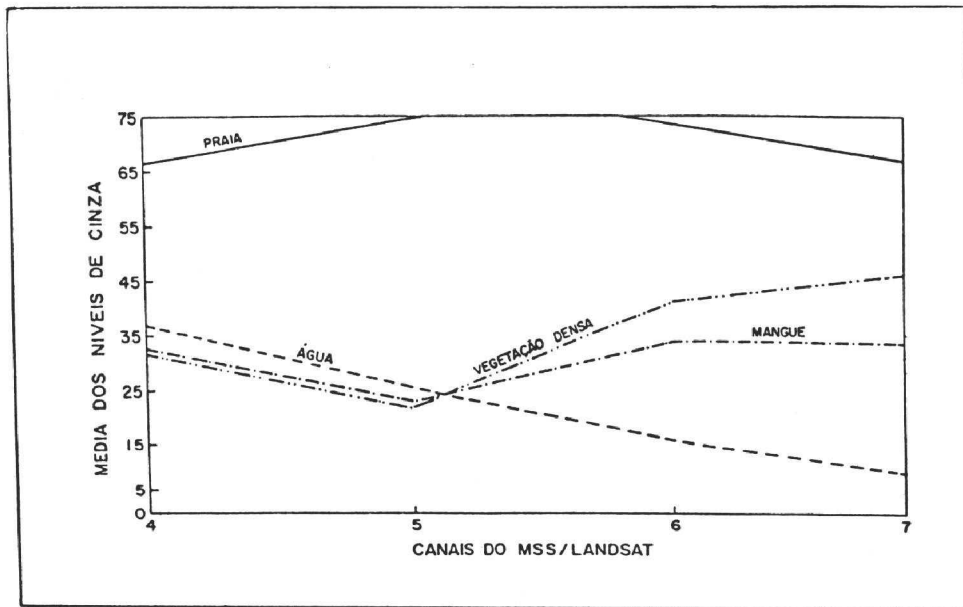


Fig. 5.1 - Representação grãfica do comportamento espectral das classes demonstrando que a melhor separabilidade ocorre nas faixas espectrais do MSS 6 e MSS 7.

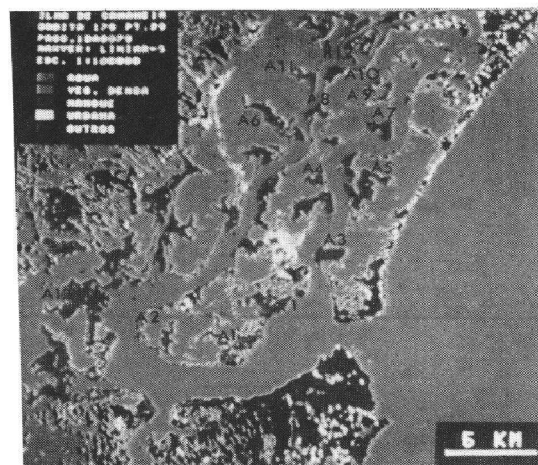


Fig. 5.2 - Fotografia do mapa temãtico obtido do processamento digital da imagem no sistema interativo "Image-100".

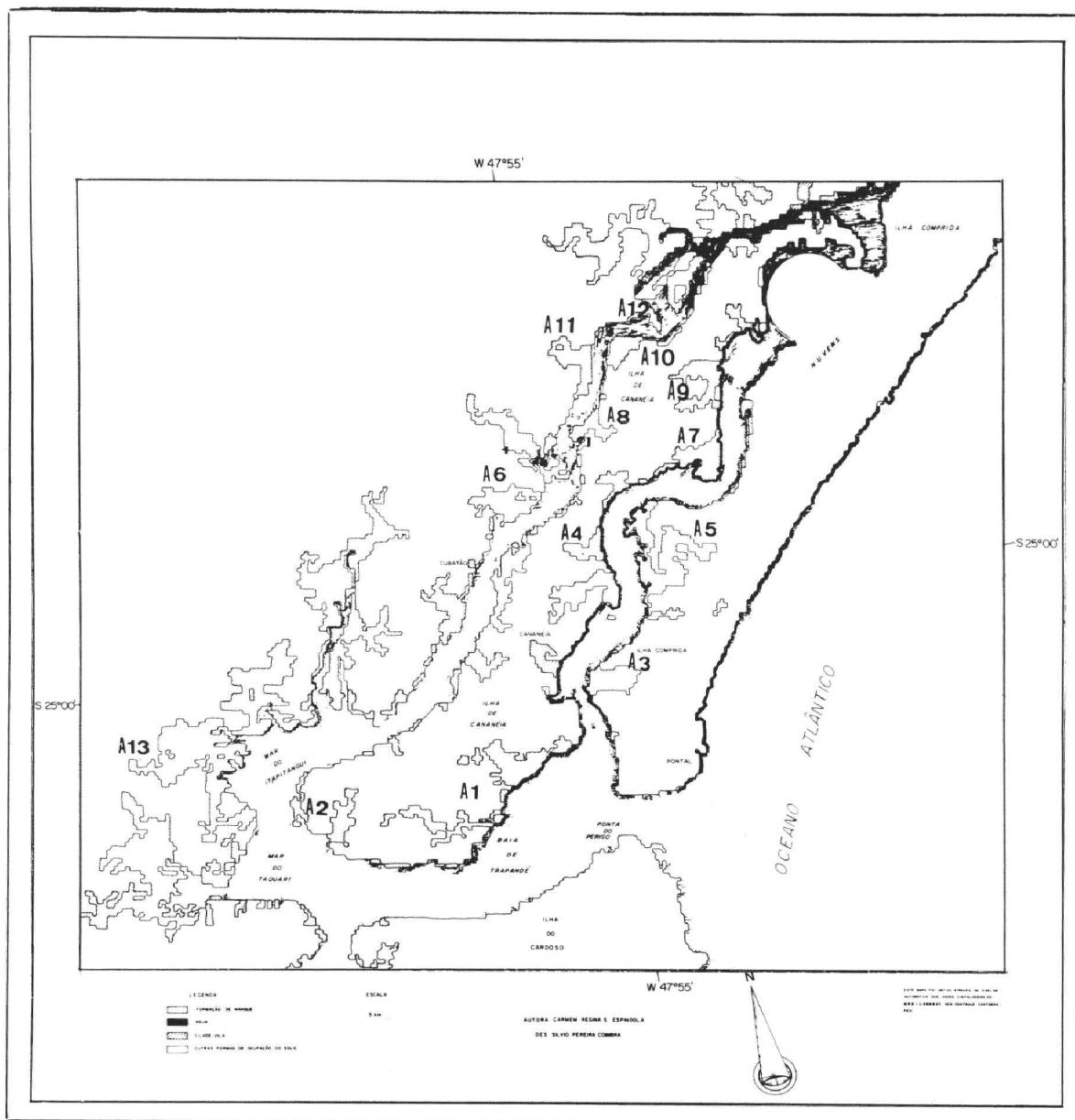


Fig. 5.3 - Mapa final da distribuição espacial das formações de manguezal da região de Cananéia-Iguape; ã partir de dados MSS/LANDSAT, na escala 1:100.000.

TABELA 5.2

DADOS COMPARATIVOS DE CÁLCULO DE ÁREA (KM<sup>2</sup>), EM  
 IMAGEM MSS (CCT), FOTO AÉREA E IMAGEM DE RADAR.

Áreas mangue	F/aer. 1973 1/25.000	CCT 1978 1/100.000	Im/rad. 1976 1/250.000	DESVIO		% DE ERRO	
				CCT	RADAR	CCT	RADAR
A1	5,649	4,688	5,625	0,961	0,024	17,0	0,42
A2	0,947	0,863	1,062	0,084	-0,115	8,9	-12,14
A3	1,076	1,178	1,125	-1,102	0,014	-9,5	1,30
A4	2,253	2,060	1,939	0,193	0,314	8,6	21,72
A5	2,665	2,435	2,500	0,230	0,165	8,6	6,19
A6	2,936	3,052	3,125	-0,116	-0,189	-3,9	-6,44
A7	0,992	0,908	0,939	0,084	0,053	8,47	5,34
A8	0,782	0,774	0,687	0,008	0,095	1,02	11,15
A9	1,438	1,107	1,250	0,331	0,188	23,02	13,07
A10	0,698	0,565	0,562	0,133	0,136	19,05	19,48
A11	0,916	0,870	0,875	0,046	0,041	5,02	4,48
A12	0,807	0,783	0,762	0,024	0,045	2,97	5,58
A13	3,595	3,530	3,637	0,065	-0,042	1,81	-1,17

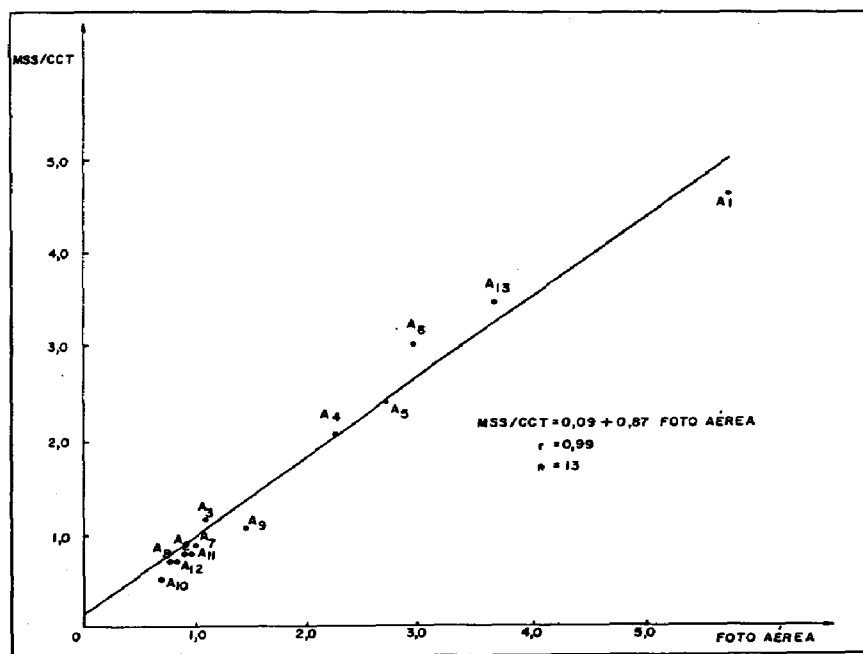


Fig. 5.4 - Relação entre áreas medidas em fotografias aéreas e dados MSS/LANDSAT.



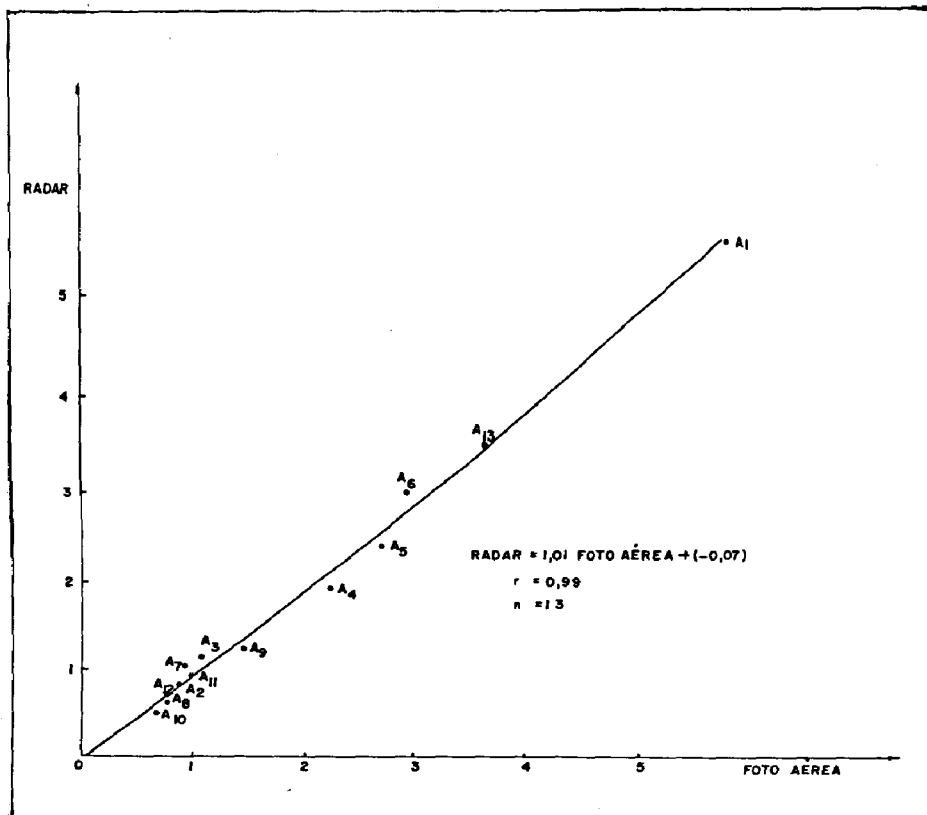


Fig. 5.5 - Relação entre os dados de área em fotografia aérea e imagem de radar.

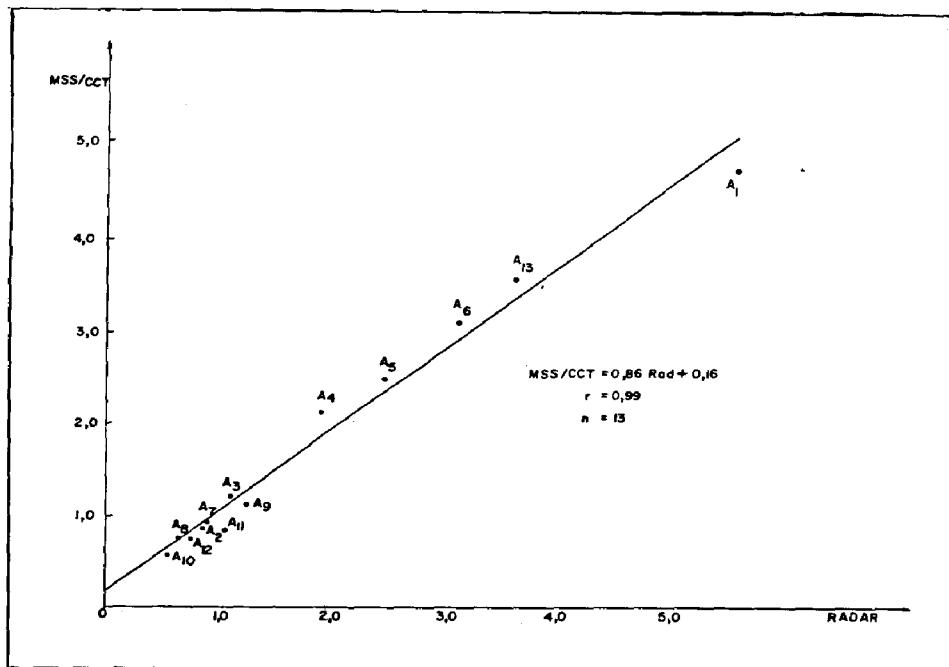


Fig. 5.6 - Relação entre a área medida em imagem CCT/MSS e imagem de radar.

Observando-se na Figura 5.3, a representação da reta de regressão para dados MSS/CCT e radar, verificou-se que os resíduos, praticamente são insignificantes devido talvez pelos valores mais próximos das escalas (MSS = 1:100.000 e radar = 1:250.000) que são também mais precisas. Embora os dois sensores se diferem muito em resolução espacial, o contrário ocorre para resolução espectral a qual pode ser estudada de forma separada e mais detalhada, o que não acontece com emulsões pancromáticas.

Outro aspecto de proximidade entre o sensor MSS e o de radar é em relação à detecção de valores elevados de reflectância proveniente do manguezal e obtidos em épocas próximas (MSS = 1978 e radar = 1976). Em relação ao sensor MSS, este fato se deve a alta reflectância de radiação infravermelho, apesar das características de ambiente úmido, e em relação ao radar, juntamente a estes aspectos acrescenta-se outros como impregnação de sal na vegetação e no solo. Estas considerações podem explicar porque nas imagens de radar e MSS7 os manguezais foram melhor visualizados e separados espectralmente.

Para avaliação estatística deste estudo foram utilizados algoritmos na linguagem "BASIS" considerando os dados corretos com 99,9% de nível de confiança, baseando-se no teste "t student".

Apesar de ser praticamente o primeiro trabalho sobre processamento digital para reconhecimento e classificação de manguezais no Brasil, portanto, sem nenhuma base de referência, fica demonstrado, conforme resultados estatísticos obtidos, a viabilidade da utilização de dados MSS/LANDSAT para identificação e delimitação dos ambientes costeiros de manguezais.

## 6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A utilização de medidas de área MSS/CCT, correlacionadas a valores de área em fotografia aérea e imagem de radar constituíram os dados fundamentais para o levantamento da distribuição física dos ambientes de manguezais com grau satisfatório de confiabilidade e precisão.

O ambiente em estudo foi perfeitamente identificado na imagem MSS7/LANDSAT, devido às suas características de ecossistema úmido, sendo que a faixa espectral do visível foi de utilização muito restrita porque apresentou separabilidade relativamente pequena para a identificação dos manguezais.

Na interpretação digital da imagem MSS/LANDSAT esses ambientes devem ser considerados como áreas homogêneas. A maioria das unidades identificadas não ultrapassaram a área de 0,2 ha, valor que na resolução de 0,45 ha de área do MSS/LANDSAT, não discrimina com ótimo contraste as diferentes populações vegetais presentes no manguezal.

As unidades amostrais que apresentaram baixa incidência de acúmulo de sedimentos foram melhor separadas. Por isso deve-se verificar o problema de retroespalhamento causado pelas

partículas em suspensão na água e, que podem modificar a resposta no sensor, em determinadas condições resultantes da hidrodinâmica local.

A classificação foi satisfatória devido, provavelmente, a região estudada ser um "habitat" natural, não apresentando alterações representativas sobre a cobertura vegetal.

Fatores como o de variações sazonais que causam modificações na estrutura da planta devem ser considerados, devido à capacidade do sensor MSS 7 em detectar mudanças espectrais causadas por um estágio distinto de floração, que repercute de modo expressivo no conteúdo de água e ar das folhas.

Na correlação dos dados o ideal sempre se ajusta na utilização de medidas de escalas compatibilizadas e datas próximas; se possível de resolução similar considerando devidamente os problemas de distorções geométricas.

Os valores CCT/MSS estão melhor correlacionados com dados de imagem de radar do que com dados de fotografias aéreas, provavelmente, porque devem ser considerados fatores de contorno, incluídos nas imagens referidas, que permanecem em escalas menores, bastante diversas daquelas pertencentes ao aerolevante considerado em escala maior (1/25.000). Embora tenha-se obtido valores de correlação muito elevados, é aconselhável a utilização de um número maior de dados de área das regiões de manguezais.

O mapa final obtido constitui um documento cartográfico de precisão adequada para detectar e monitorar dados de influência antrópica que possam ocorrer na região em estudo, causados pela alteração na resposta do sensor MSS 7. Este mapa pode ser constantemente atualizado considerando dados de características gerais dos manguezais do complexo lagunar de Cananéia-Iguape.

Apesar de não se ter alcançado o nível de detalhe obtido na interpretação de fotografias aéreas, o processamento a partir de dados MSS/LANDSAT, servirá como base para futuras pesquisas de monitoramento das regiões costeiras, podendo ser aprimorado com o desenvolvimento de novas tecnologias. Convém lembrar que a resolução do sensor TM do satélite LANDSAT 5 oferece esse detalhamento na classificação temática dos manguezais, sendo que a utilização conjunta dos sensores MSS e TM, permitirá a aquisição de dados das características gerais do manguezal (MSS) a um nível maior de detalhe (TM).

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BINA, R.T.; JARA, R.; JESUS, B.; LORENZO, E. Mangrove Inventory of the Philippines using the LANDSAT Multispectral Data and the Image 100 System. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON REMOTE SENSING OF THE ENVIRONMENTAL, 12., Ann Arbor, MI, Apr. 20-26., 1978. *Proceedings*. Ann Arbor, MI, ERIM, 1978, p. 2343-2351.

- CAMARGO, J.G.C.; PINTO, S.A.F. dos; TROPPEMAIR, H. *Estudo fitogeográfico e ecológico da Bacia Hidrográfica paulista do Vale do Rio Ribeira*. São Paulo, USP, 1972. 30 p. Bio geografia 5).
- CARTER, V. Applications of Remote Sensing to wetlands. In: JOHANNSEN, C.J.; SANDERS, J. L. *Remote Sensing for resources management*. Aukeny, Iowa, 1982. cap. 24, p. 284-300.
- DAMÁSIO, E. Contribuição ao conhecimento da Vegetação dos Manguezais da Ilha de São Luis. *Boletim do Laboratório de Hidrologia*. 3(1):17-55, 1979/80.
- DOTTAIVIO, O.L.; DOTTAIVIO, F.D. Potential Benefits of New Satellite Sensors to Wetland Mapping. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 50(5):509-605, may 1984.
- ESPINDOLA, C.R.S. *Avaliação de dados MSS/Landsat para identificação e delimitação de manguezais na área de Cananéia-Iguape, SP*. Tese de mestrado em Sensoriamento Remoto. São José dos Campos, Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE, 1985. (no prelo).
- FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE (FEEMA). *Os manguezais do recôncavo da Baía de Guanabara*. Rio de Janeiro, Dicom, 1979. 60 p. (Cadernos FEEMA, série técnica, 10/79).
- FUNG, A.K.; ULABY, F.T. Matter-Energy Interaction in the Microwave Region. In: AMERICAN SOCIETY OF PHOTOGRAMMETRY. *Manual of remote sensing*. Falls Church, VA, 1982, V.1, p. 115-164.
- GENERAL ELECTRIC Space Division Group Systems Department (GE). *Image-100: User manual*. Daytona Beach, FL., 1975.
- HAMILTON, L.S.; SNEDAKER, S.C., ed. *Handbook for mangrove area management*. Paris, UNESCO, 1984, p. 48-119.
- HERZ, R.; ESPINDOLA, C.R.S.; GORNATTI, A.L.M. Análise do Grau de Resolução dos sensores MSS para a identificação de Manguezais na Costa Brasileira, a partir de processamento de dados CCT. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. 3, Rio de Janeiro, nov. 1984. *Proceeding*. São José dos Campos, SP, 1985.
- HOFFER, R.M.; JOHANSEN, C.J. Ecological potentials in spectral signature analysis. In: JOHNSON, P.L. *Remote sensing in ecology*. University of Georgia, Athens, GA, 1969, p. 1-16.
- KLEMAS, V. Remote Sensing of coastal wetland vegetation and estuarine water properties. In: WILEY, M. *Estuarine processes*. New York, 1976, p. 381-403.
- PANNIER, F. Biología y manejo del mangle. *Boletim da Academia de Ciências Físicas*, 36, 1976.
- RIBEIRO, E.A.; II, F.A.M.; MOREIRA, J.C.; DUTRA, L.V. *Manual de usuário dos sistemas de tratamento de imagens digitais*. São José dos Campos, INPE, Departamento de Informática DCC-LTID, 1982. 158 p.
- ROQUE, C.R.; BINA, R.T.; JARA, R.S.; LORENZO, E.N. Application of LANDSAT data and selective aerial reconnaissance survey to mangrove forest resource management in the Phillipines. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON REMOTE SENSING OF ENVIRONMENTAL, 14., San Jose, Costa Rica, apr. 23-30, 1980. *Proceedings*. Ann Arbor, MI, ERIM, 1980, v. 2, p. 1225-1226.
- SHINES, J.E. *Distribution of mangrove communities state of Florida*. Las Vegas, NE, U.S. Environmental Protection Agency. Office of research and development, oct. 1979. 42 p.
- TOMLINS, G.F. Canadian Experience in wetland monitoring by satellite. Ottawa Ontario, Canada. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF THE BRITISH PHOTOBIOLOGY SOCIETY, 1., Leicester, jan. 1981. *Proceedings*. Leicester, 1981, p. 101-113.