

DETERMINAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS HIDROGRÁFICAS DA ÁREA DO ARRAIAL DO  
CABO - R.J., ATRAVÉS DA INTERPRETAÇÃO AUTOMÁTICA DAS  
IMAGENS MSS - LANDSAT

Domingos Sérgio Meireles

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq  
Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE  
12.200 - São José dos Campos, SP, Brasil

RESUMO

Imagens MSS-LANDSAT foram utilizadas na determinação de características hidrográficas da área do Arraial do Cabo - RJ. Através do canal 7 foi determinado o contorno da linha da costa. Os canais 4, 5 e 6 foram utilizados na obtenção de regiões de mesma profundidade. A classificação automática foi feita pelo Sistema Interativo de Análise Multiespectral (sistema I-100). Foram determinadas as regiões mais rasas do banco das Enseadas de Cabo Frio - RJ. Os resultados saíram na forma de um mapa, obtido na impressora de linhas do sistema, em uma no va escala aproximada pré-estabelecida.

## 1. INTRODUÇÃO

A dinâmica de diversos fenômenos hidrográficos, faz com que as cartas náuticas de certas regiões fiquem rapidamente imprecisas e desatualizadas. Entre estes diversos fenômenos, pode-se citar, como exemplo, os bancos de areia móveis, presentes no Brasil na barra do porto de Cananéia em São Paulo, e na barra Norte do Rio Amazonas.

É necessário então que se tenha uma técnica capaz de fornecer informações atualizadas, a fim de evitar o oneroso procedimento de se enviar um navio para a atualização destas cartas. Uma das respostas pode ser o emprego das imagens MSS-LANDSAT, devido à sua capacidade repetitiva de imagear uma mesma região de 18 em 18 dias. Aliada a esta vantagem, têm-se nas imagens MSS-LANDSAT a facilidade de aquisição e o baixo custo da mesma, já que o Brasil possui uma estação de recepção do satélite LANDSAT em Cuiabá, Mato Grosso, e um centro de processamento das suas imagens em Cachoeira Paulista, São Paulo, sob a responsabilidade do Instituto de Pesquisas Espaciais.

Dentro de suas atividades, o Instituto de Pesquisas Espaciais conta com o projeto Hidrosere, que tem como objetivo a análise de dados de sensores fotográficos métricos e orbitais, visando o desenvolvimento de uma técnica de sensoriamento remoto para o auxílio à construção e atualização da carta náutica. O presente trabalho faz parte deste projeto e apresenta os resultados obtidos com a interpretação automática de imagens MSS-LANDSAT, através do Sistema Interativo de Análise Multiespectral (I-100).

A área de estudo selecionada foi o banco das Enseadas de Cabo Frio, localizado próximo ao Arraial do Cabo, RJ, coberta pela imagem da órbita 122, ponto 28.

A imagem analisada é do dia 11/03/77, que se apresenta sem nuvens e com pouca sedimentação na área de estudo.

Admitindo-se diversas simplificações, pode-se assumir que o nível de cinza de um "pixel", relativo a um ponto localizado sobre uma superfície de água, está relacionado com a profundidade deste ponto [1].

Partindo-se deste princípio, e utilizando-se o programa Sub-Áreas de Níveis de Cinza ("Gray Level Slices") do sistema I-100, pode-se obter sub-áreas cujos pontos tenham a sua profundidade dentro de um determinado intervalo, ou seja, sub-áreas com pontos de mesma profundidade.

O programa Sub-Áreas de Níveis de Cinza separa em uma determinada área de uma imagem analisada (ou em toda a imagem) os "pixels" cujos níveis de cinza encontram-se dentro de um determinado intervalo pré-determinado ou não, associando a cada um dos intervalos citados uma das funções TEMA do sistema I-100.

O sistema possui um máximo de oito (8) funções TEMA, e quando uma delas for solicitada, será indicado no terminal vídeo colorido todos os pixels relativos a ela.

De acordo com o método proposto, quando uma das funções TEMA for solicitada, têm-se assinalados os "pixels" de uma selecionada, cujos níveis de cinza encontram-se dentro de um determinado intervalo, ou seja, os "pixels" correspondentes a pontos de mesma profundidade, definindo uma sub-área com pontos de mesma profundidade.

A análise das feições sub-superficiais constou, basicamente, da aplicação do referido programa no canal 4 da imagem MSS - LANDSAT, da área selecionada.

O canal 4 foi escolhido como o principal, devido ser na sua faixa de atuação, 500 - 600 nm, que a radiação eletromagnética possui maior penetração na água do mar [2, 3] (Figura 1).

O mesmo programa foi aplicado também nos canais 5 e 6 do MSS - LANDSAT, visando-se obter informações dos seus comportamentos na investigação de feições sub-superficiais, assim como retirar-se algumas informações sobre a condição de sedimentação da área. A variação na concentração das partículas em suspensão na área, altera o sinal de resposta da superfície da água ao sensor nos quatro canais do MSS - LANDSAT [4], principalmente nos canais 4 e 5, como pode ser visto na Figura 2.

Isto é prejudicial para a investigação de sub-superfície, porque à medida que a concentração aumenta, o sinal da superfície cresce, mascarando o sinal de nível mais baixo proveniente do fundo, diminuindo a profundidade máxima que pode ser investigada.

As feições de superfície, notadamente o contorno da linha da costa, foram determinadas com base na profundidade da grande absorção da radiação infravermelha pela água do mar [2], fazendo com que as superfícies de terra tenham um sinal de retorno a um sensor maior do que as superfícies de água, na região infravermelha do espectro.

No MSS-LANDSAT o canal infravermelho próximo, o canal 7 (800 - 1100 nm), é o indicado para a separação entre as superfícies de terra e água, de acordo com o explanado acima, e a interpretação consistiu da aplicação do programa Célula Única ("Single-Cell") do sistema I-100 ao referido canal.

Todos os resultados foram obtidos em forma de um mapa com uma escala previamente determinada, originado na impressora de linhas do sistema I-100 ("print-out"), onde a cada função TEMA é associado um símbolo gráfico diferente. Os resultados do programa Célula Única podem ser transferidos para uma das funções TEMA; e do programa Sub-Áreas de Níveis de Cinza têm acesso direto às referidas funções.

### 3. RESULTADOS

Os resultados obtidos com o programa Célula Única, aplicado ao canal 7, são apresentados na Figura 3. A parte da imagem classificada como terra está indicada pelo símbolo a, e pode ser comparada com a Figura 4, que é um trecho da carta DHN-1503-Enseadas de Cabo Frio, considerada a verdade terrestre do presente estudo\*.

Dos resultados obtidos, tem-se:

- Os "pixels" de água tiveram o nível de cinza igual a 1, como era esperado.
- Os acidentes geográficos foram bem delineados, com uma boa de terminação da linha da costa, exceção feita para os acidentes de pequenas dimensões. Este fato prende-se à baixa resolução do MSS-LANDSAT (70 m).

Os resultados obtidos com o programa Sub-Áreas de Níveis de Cinza, aplicado aos canais 6, 5 e 4, estão nas Figuras 5, 6 e 7 respectivamente.

Da análise destes resultados, pode-se dizer:

a) Canal 6 (Figura 5)

- Os "pixels" de água ficaram concentrados nos temas 1 e 2, nível de cinza de 1 a 8.

b) Canal 5 (Figura 6)

- São delineadas as áreas mais rasas do banco, profundidades de 1 m a 2,5 m, no tema 3, nível de cinza de 16 a 22.

---

\* Veja anexo: Mapa Nº 11

c) Canal 4 (Figura 7)

- São delineadas 4 diferentes sub-áreas sobre o banco correspondente aos temas de 2 a 5, nível de cinza de 24 a 65.
- As áreas rasas do banco, profundidades de 1 m a 2 m, foram indicadas no tema 5, nível de cinza de 55 a 65.
- As áreas de 2 m a 4 m foram indicadas no tema 4, nível de cinza de 45 a 54.
- As áreas de 4 m a 7 m foram indicadas no tema 3, nível de cinza de 34 a 44.
- As áreas de 7 m a 12 m foram indicadas no tema 2, nível de cinza de 24 a 33, existindo "pixels" de águas profundas classificados neste tema. Nota-se a influência das partículas em suspensão, ocasionando uma dúvida na classificação, a qual pode ser retirada por uma análise da textura da imagem

Pela comparação dos resultados obtidos com a verdade terrestre (Figura 4), pode-se comprovar o seu acerto. Entre as feições da área de Arraial do Cabo - RS, de interesse a Hidrografia, que foram reconhecidas a partir da imagem MSS-LANDSAT, de 11/03/77, pode-se citar como principais:

- a) Reconhecimento dos grandes acidentes geográficos como a Ilha do Boi, as Enseadas dos Anjos e do Forno, O Boqueirão, as Pontas do Forte, D'água, da Prainha, Focinho do Cabo, etc.
- b) Identificação e localização das partes mais rasas do Banco das Enseadas do Cabo Frio.
- c) Definição de 4 sub-áreas no Banco das Enseadas do Cabo Frio e nas praias, com pontos de mesma profundidade, sendo que as linhas que subentendem cada sub-área pode ser interpretada como isobatimétricas.

- d) Determinação do canal que liga Boqueirão ao Saco do Filtrador.
- e) Reconhecimento da menor declividade ao Norte da Praia do Fa  
rol, ao Sul da praia dos Anjos, e na extremidade Oeste do Ban  
co das Enseadas do Cabo Frio.

Os erros cometidos na perfeita determinação e posicionamento das feições reconhecidas, são devidos às limitações do Sistema Sensor e do método utilizado, como pouca resolução, distorções geométricas, simplificações feitas, etc.

Dois fatos importantes merecem ser citados:

- 1) Os resultados foram obtidos, partindo-se do princípio que não se tinha nenhum conhecimento prévio sobre a área. Isto demonstra a potencialidade do método no planejamento de missões hidrográficas, quando se deseja investir em uma área desconhecida.
- 2) Apesar de pouca resolução do MSS-LANDSAT, o acerto dos resultados foi conseguido em uma grande escala, 1:20.000, sendo analisada uma área de pequenas dimensões (4.2 km<sup>2</sup> para o banco) em comparação com a área de 185 x 185 km, coberta por uma imagem.

### 3. CONCLUSÕES

A capacidade das imagens MSS-LANDSAT fornecerem informações de interesse para a Hidrografia, ficou demonstrada pelos resultados apresentados. As feições reconhecidas indicam a potencialidade do emprego deste sistema no planejamento de uma missão hidrográfica e/ou na correção da carta náutica, devido a sua propriedade de gerar informações atualizadas, sem que haja necessidade de se ter qualquer informação prévia sobre a área.

Os resultados obtidos não atendem aos requisitos hidrográficos de construção da carta náutica, porém, com o atual desenvolvimento de técnicas e equipamentos mais sofisticados, pode-se esperar, para o futuro, resultados bem superiores quanto à precisão das informações obtidas. Não se pode eliminar a hipótese de que sejam conseguidos dados que satisfaçam os requisitos citados acima, ocasionando com isto, a implementação definitiva da técnica de sensoriamento remoto como mais uma ferramenta no auxílio à construção da carta náutica.



BIBLIOGRAFIA

- [1] MEIRELES, D.S. *Aplicação de técnica de sensores remotos na Hidrografia, com ênfase a batimetria*. Tese de mestrado em sensoriamento remoto e aplicações, opção Oceanográfica. São José dos Campos, INPE, 1979. (no prelo).
- [2] DUNTLEY, S.Q. Light and the Sea. *Journal of the Optical Society of America*, 53 (2): 214-233, Fev., 1963.
- [3] POLCYN, F.C.; ROLLIN, R.A. *Remote sensing techniques for the location and measurements of shallow water features*. Ann Arbor, The University of Michigan, 1969. (Report nº 8793-10-P).
- [4] RITCHIE, J.C.; Mc HENRY, J.R.; SCHIEBE, F.R.; WILSON, R. The relationship of reflected solar radiation and the concentration of sediment in the surface water of reservoirs. In: SHANOKHI, F., ed. *Remote Sensing of earth resources*. Tullahoma, The University of Tennessee, 1974. V. 3, p. 57 - 71.

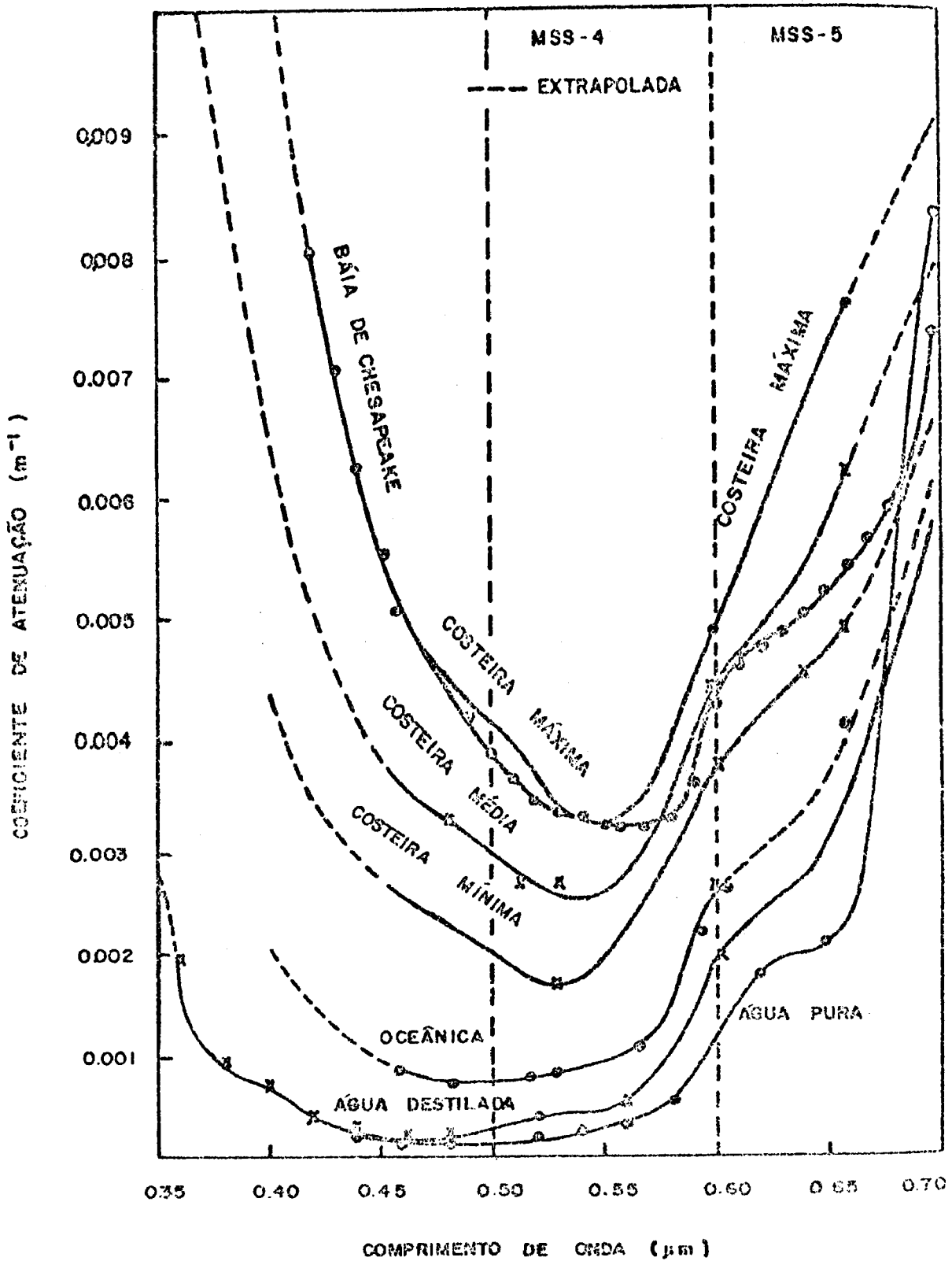


Fig. 1 - Curvas de atenuação de vários tipos de água do mar, com a faixa de atenuação dos canais 4 e 5 do MSS-LANDSAT. Fonte: (Polcyn e Rollin, 1969, p. 10).

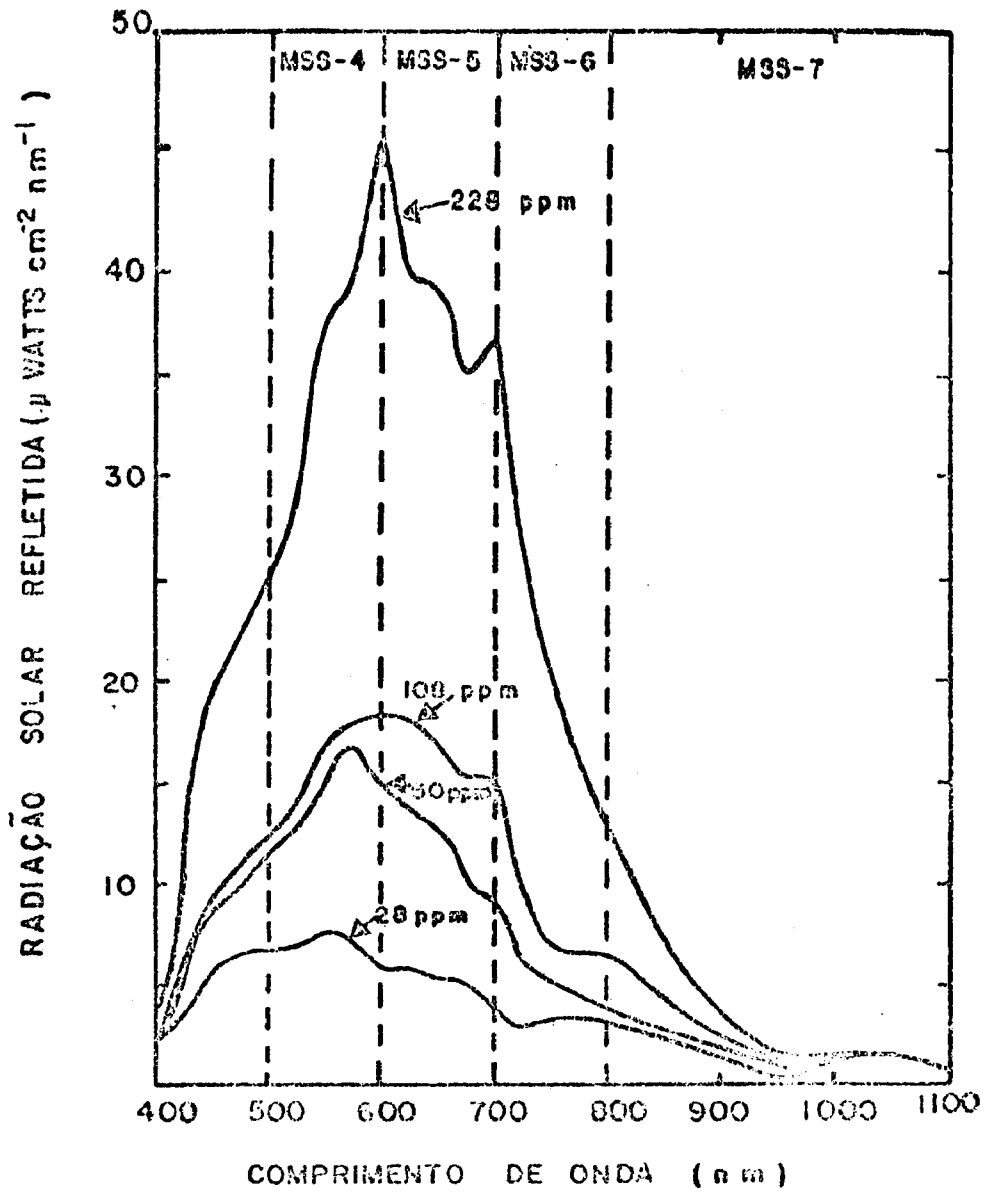


Fig. 2 - Relação entre a quantidade de radiação solar refletida, comprimento de onda e concentração de sólidos em suspensão em superfícies de água, com as faixas de atuação dos 4 canais do MSS - LANDSAT. Fonte: (Ritchie et al., 1974, p.65)

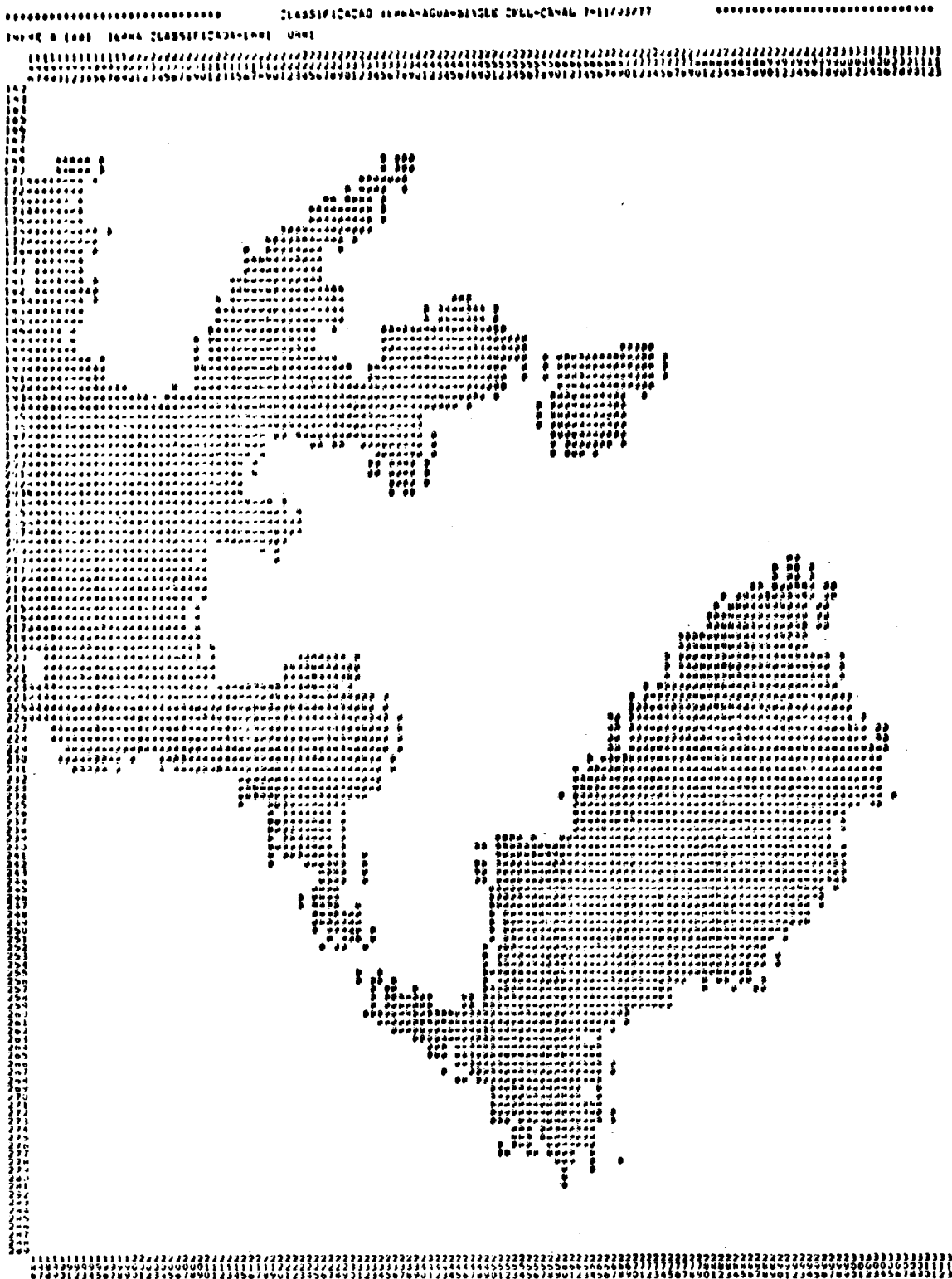


Fig. 3 - Classificação de Terra - Programa Célula Única aplicado no ca  
nal 7 - Imagem de 11/03/77.

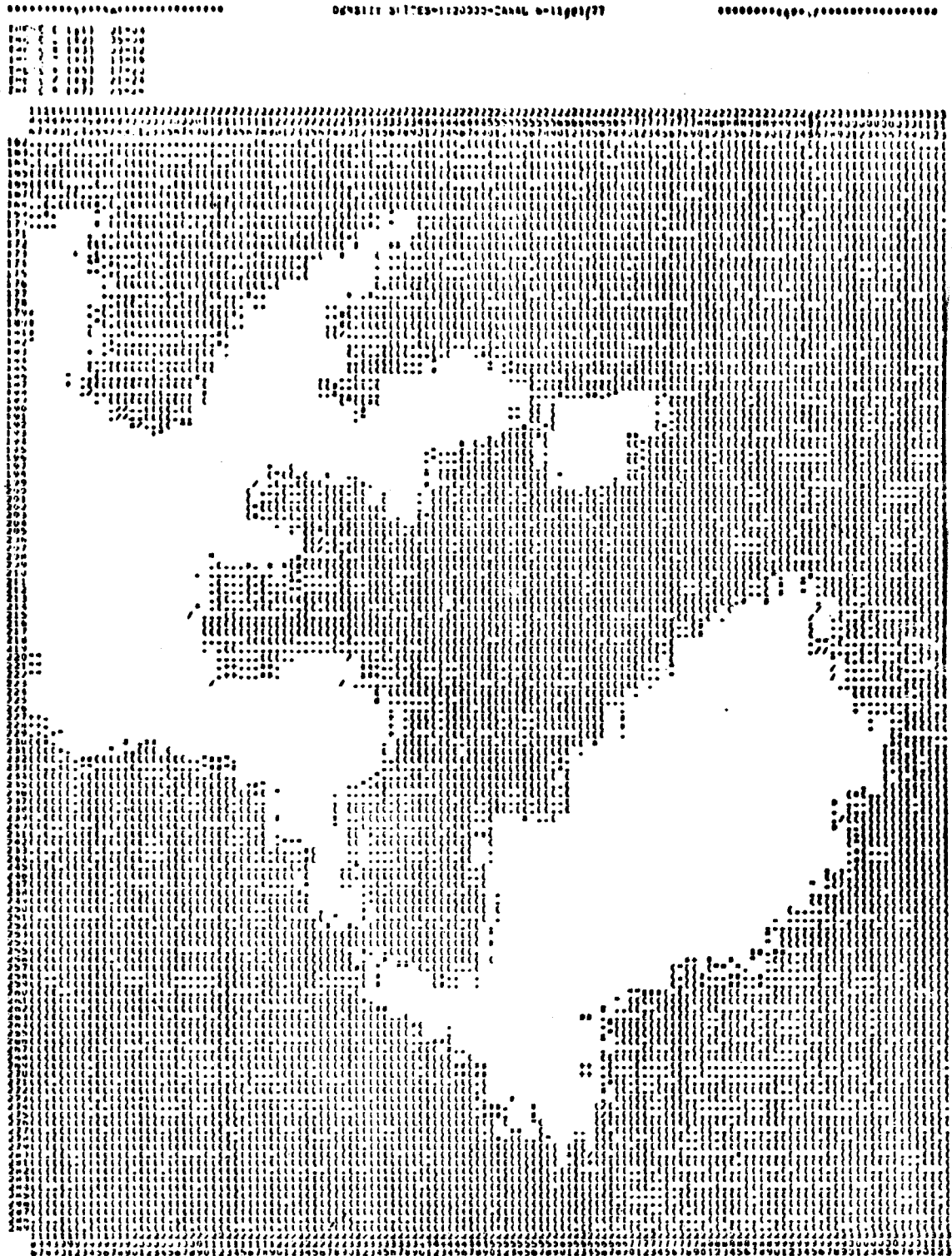


Fig. 5 - Sub-Áreas de Níveis de Cinza, Canal 6 - Imagem de 11/03/77.

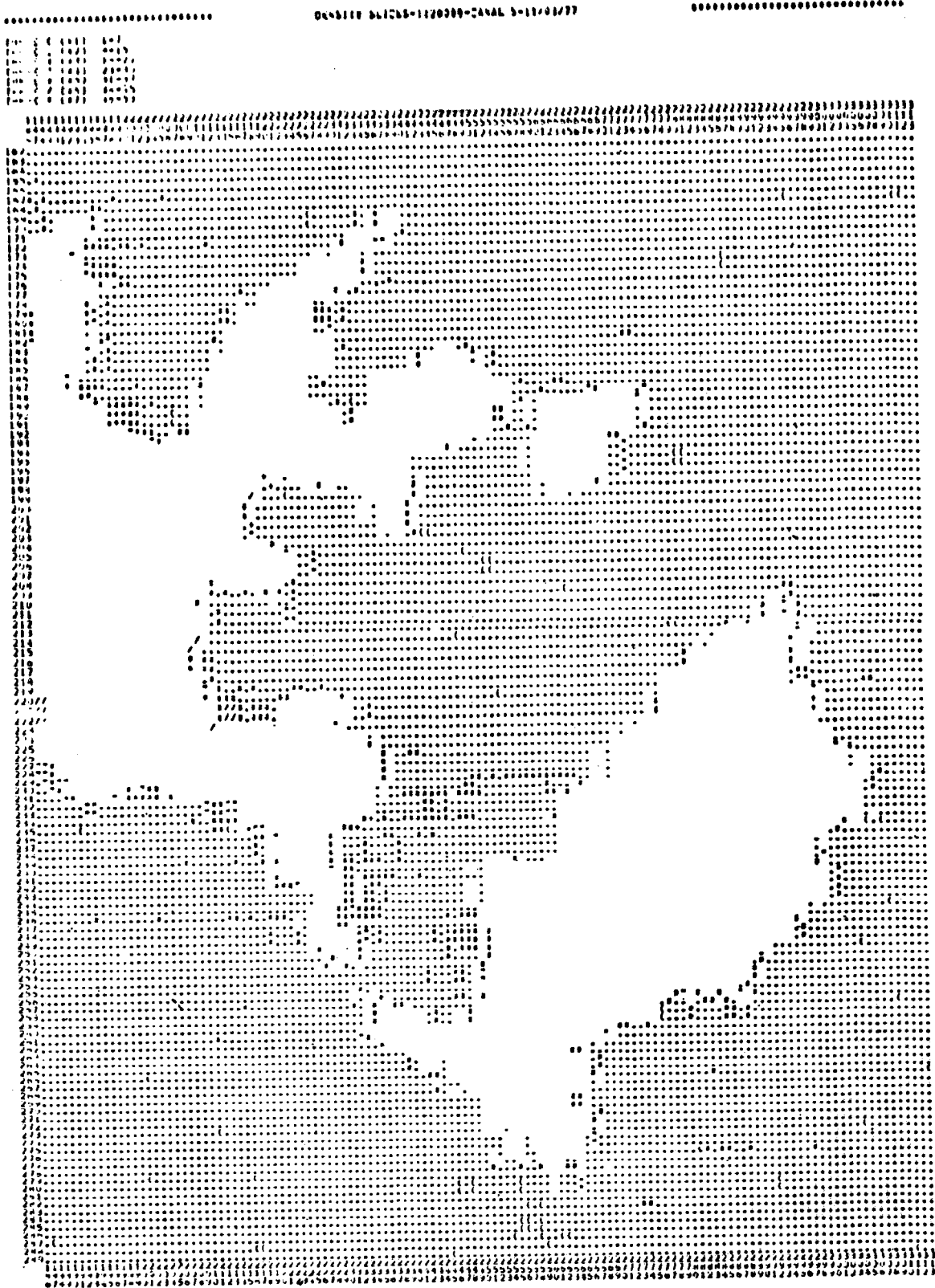


Fig. 6 - Sub-Áreas de Níveis de Cinza, Canal 5 - Imagem de 11/03/77.

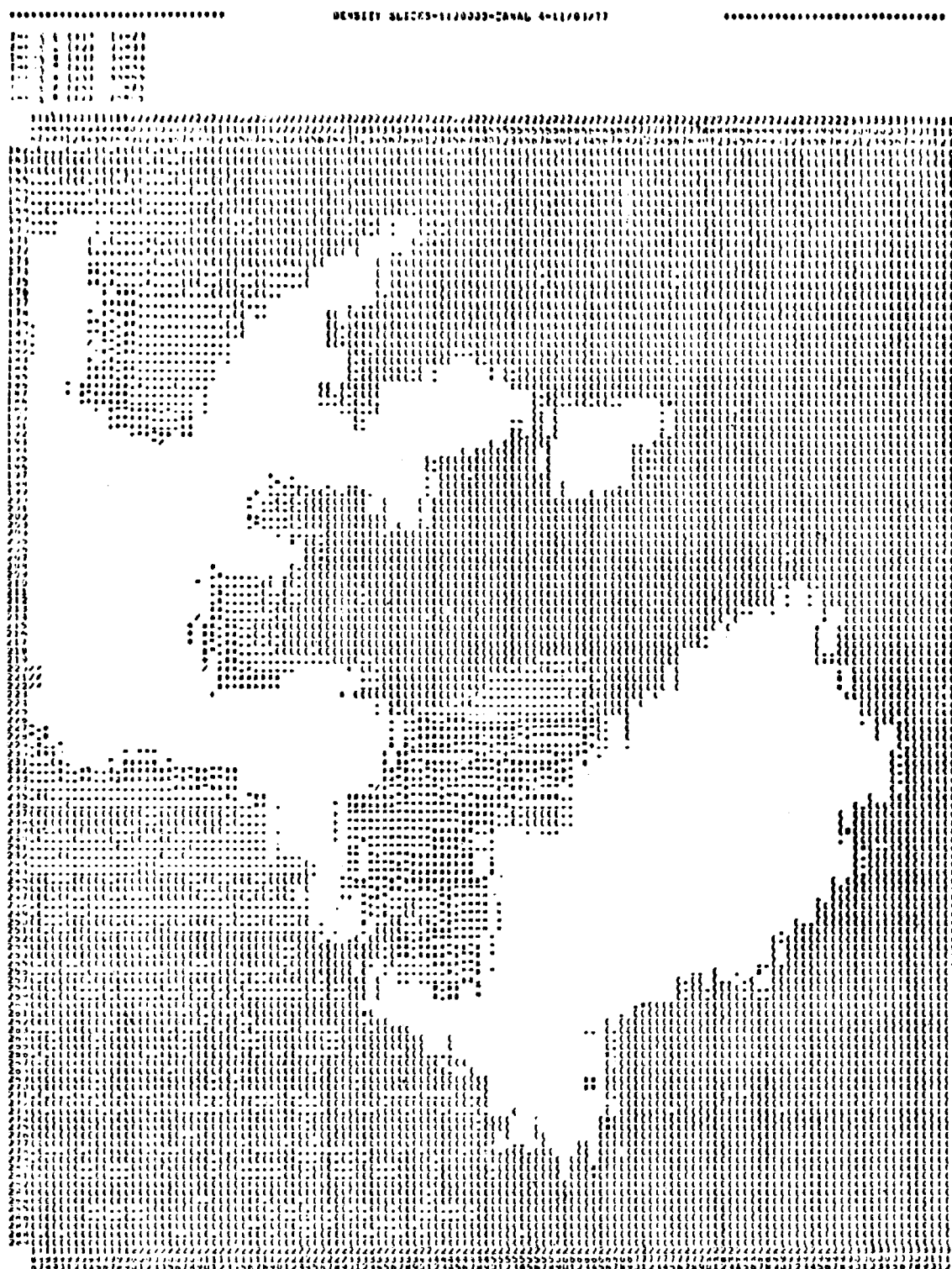


Fig. 7 - Sub-Áreas de Níveis de Cinza, Canal 4 - Imagem de 11/03/77.

**MAPA Nº 11**

**BRASIL - COSTA LESTE. ENSEADAS DO CABO FRIO**



INFORMAÇÕES SOBRE A MARÉ			
Lugar	H.W.F.&C.	Altura sobre o N.R.	
		M.H.W.S	M.H.W.N.
Cabo Frio	Maré de desigualdades diurnas		67 cm



**BRASIL - COSTA LESTE**  
**ENSEADAS DO**  
**CABO FRIO**

Levantamentos efetuados pela Marinha do Brasil até 1972  
 SONDAgens EM METROS  
 reduzidas aproximadamente ao nível da baixa-mar média de sizigia  
 ALTITUDES EM METROS ACIMA DO NÍVEL MÉDIO  
 Para símbolos e abreviaturas ver carta No. 12000  
 Escala natural 1:20 000 na lat. 22°59,5'  
 Projeção de Mercator

**PRECAUÇÃO**  
 Existência de cabos submarinos. Proibidos fundeio e pesca de arrastão na área delimitada.