



**Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM**

**INTERPRETAÇÃO DOS REGISTROS DE SONAR DE VARREDURA  
LATERAL OBTIDOS NA PLATAFORMA SUL RIOGRANDENSE  
DURANTE A OPERAÇÃO GEOMAR VII.**

**PROJETO REMAC**

**Rio de Janeiro**

**DEZEMBRO - 1976**

## **PROJETO REMAC**

**PETROBRÁS - Petróleo Brasileiro S.A. / M M E**

**DNPM - Departamento Nacional da Produção Mineral / M M E**

**CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais / M M E**

**DHN - Diretoria de Hidrografia e Navegação / M M**

**CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico / SPPR**

## **INTERPRETAÇÃO DOS REGISTROS DE SONAR DE VARREDURA LATERAL OBTIDOS NA PLATAFORMA SUL RIOGRANDENSE DURANTE A OPERAÇÃO GEOMAR VII.**

### **AUTORES**

**ALBERTO GARCIA FIGUEIREDO JR.<sup>1</sup>**

**RENATO OSCAR KOWSMANN<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Geólogo do Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica  
CECO/UFRGS e bolsista do CNPq

<sup>2</sup> Geólogo do Departamento de Geologia da Superintendência de  
Recursos Minerais – CPRM – Projeto REMAC

<b>SUMÁRIO</b>	<b>PÁGS.</b>
<b>RESUMO</b>	<b>1</b>
<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>2</b>
<b>ÁREA DE TRABALHO</b>	<b>2</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>2</b>
<b>METODOLOGIA</b>	<b>3</b>
<b>RESULTADOS OBTIDOS</b>	<b>5</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>7</b>
<b>AGRADECIMENTOS</b>	<b>7</b>
<b>BIBLIOGRAFIA CONSULTADA</b>	<b>8</b>

## **RESUMO**

Durante a Operação GEOMAR VII, realizou-se um levantamento com sonar de varredura lateral na plataforma interna do Rio Grande do Sul, entre Chuí e Rio Grande. Objetivou-se comprovar a associação morfogenética entre bancos arenosos, concheiros e depósitos lamosos conspícuos na área.

O levantamento associado a amostragem de fundo revelou um nítido condicionamento dos tipos litológicos à microtopografia da região. Os concheiros cascalhosos foram acumulados como "lag deposits" nas cavas entre os bancos arenosos, enquanto que os depósitos de lama predominaram na parte externa da área estudada. A distribuição das marcas de ondulação revelaram o atual retrabalhamento dos bancos arenosos em estágio de desenvolvimento senil e confirmaram o caráter seletivo dos depósitos conchíferos.

## I. INTRODUÇÃO

Dando continuidade ao Projeto Rio Grande do Programa Integrado Brasileiro de Oceanografia (PIBO), foi realizada a Operação GEOMAR VII, a bordo do NOc. Almirante Câmara da Diretoria de Hidrografia e Navegação do Ministério da Marinha. A coordenação científica do Programa coube ao Prof. Luiz Roberto da Silva Martins, do Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica, CECO da UFRGS. As etapas em águas rasas desta Operação objetivaram o estudo da morfologia, estratigrafia e evolução Quaternária da plataforma interna sul riograndense.

O presente relatório apresenta os resultados da interpretação dos registros de sonar de varredura lateral, obtidos durante o trato 4 na plataforma interna entre Rio Grande e Chuí, em maio de 1976. O emprego de tal aparelho foi proporcionado pelo Projeto REMAC, através da contratação dos serviços da Decca Survey do Brasil e sua utilização teve caráter pioneiro em cruzeiros científicos na margem continental brasileira. O primeiro autor participou como chefe científico do trato 4 e o segundo como representante do Projeto REMAC no mesmo trato.

## II. ÁREA DE TRABALHO

Os levantamentos foram realizados na plataforma interna entre Rio Grande e Chuí, em perfis perpendiculares a costa, sendo limitados internamente pela isóbata de 10m e externamente pela isóbata de 60m. A área de estudo situa-se entre as latitudes 32°30'S e 34°30'S e longitude externa 51°30'W (FIGURA 1).

Compreende a região de bancos arenosos alinhados segundo a direção NE/SW e ainda, mais ao sul, o vale alongado que estende-se paralelo a costa, parcialmente preenchido por lamas terrígenas.

## III. OBJETIVOS

Utilizando-se as características do sonar de varredura lateral, que permitem uma diferenciação textural dos sedimentos superficiais e a caracterização da microtopografia e até de grandes feições morfológicas, objetivou-se o seguinte:

- Comprovar a associação morfogenética entre os bancos arenosos e os depósitos conchíferos e fragmentos de "beach rock", sugeridas por Figueiredo Jr. (1975) a partir de amostras superficiais esparsamente distribuídas e registros de 3,5 kHz.
- Mapear os depósitos conchíferos, fornecendo subsídios para uma avaliação do seu potencial econômico como matéria prima para a fabricação de cimento e corretivo de solos.
- Mapear os poços de lama que ocorrem na parte sul e externa da área e verificar a sua interrelação com outras litologias e a morfologia de fundo.
- Através do mapeamento de detalhe das litologias ocorrentes na área (concheiros, beach rock, lama e areia), fornecer dados à indústria pesqueira, já que a natureza dos sedimentos de fundo condicionam a fertilidade piscosa e a facilidade no arrasto de rédes de pesca.
- Caracterizar a hidrodinâmica da área, através do mapeamento de estruturas primárias tais como, marcas de ondulação, "sand waves", "scour pits", etc.
- Tendo em vista a plataforma interna do Rio Grande do Sul possuir grande variedade textural de seus sedimentos e de topografia de fundo, avaliar o potencial do sonar de varredura lateral como instrumento de mapeamento de detalhe expedito em pesquisas oceanográficas.

#### IV. METODOLOGIA

##### OPERAÇÃO

O planejamento das linhas do levantamento foi realizado sobre um mapa batimétrico contornado em intervalos de 2 metros, na escala aproximada 1:100000 por Figueiredo Jr., tendo como base as folhas de bordo da DHN. Este mapa serviu ainda de controle batimétrico durante a operação, em conjunto com um ecobatímetro de 12 kHz.

A navegação próxima a costa foi realizada através de visadas a faróis e radar. Mais ao largo, o posicionamento foi por satélite, com fixos aproximadamente espaçados de 2 horas. A

velocidade de cruzeiro durante o levantamento foi planejada para 5 nós.

O equipamento de sonar de varredura lateral, operado pelos técnicos eletrônicos da Decca Survey do Brasil, consistiu de um modelo Mark 1B da EG & G, emitindo em frequência de 200 kHz em dois canais, com ângulo de depressão da janela de 10° e ângulo de varredura de 20°. O peixe foi rebocado a bombordo, lateralmente ao navio, havendo uma interferência no canal de boreste do peixe devido ao eco do casco, o que afetou um pouco a qualidade do registro naquele canal. O reboque a ré foi impedido pela operação simultânea do sistema de sísmica de reflexão. O peixe do sonar situou-se a uma distância do fundo de aproximadamente 10% da escala de varredura utilizada. Foram empregadas as escalas de 250, 500 e 1000 pés (para cada lado) em profundidades respectivamente maiores. No registro de papel molhado foram assinaladas as marcas de tempo em intervalos de 5 minutos.

Paralelamente ao levantamento de sonar de varredura lateral foi realizada perfilagem sísmica, com um aparelho Boomer da EG & G pertencente a DHN e operado pelo técnico eletrônico da Hidroport. A utilização deste equipamento visou delinear a estrutura interna dos bancos arenosos, a espessura dos poços de lama e a continuidade em subsuperfície dos concheiros e "beach rock". A interferência deste aparelho no registro de sonar mostrou-se bem característica, sendo facilmente identificada e não acarretando prejuízos à qualidade do registro.

### **INTERPRETAÇÃO**

Na interpretação dos registros de sonar de varredura lateral definiu-se primeiramente os diversos graus de refletividade do sinal. Em seguida foram analisadas a extensão e forma das áreas refletoras, sendo classificadas de *corpos* quando seus limites eram nítidos e atravessavam pelo menos a metade da faixa varrida (250 pés); de *manchas* quando um pouco menores, com contornos definidos e totalmente incluídos no registro; finalmente *pontuais*.

Descreveu-se ainda a textura da área refletora, classificando-a como difusa, granular, rugosa ou homogênea.

Numa última fase, procurou-se associar todos estes parâmetros ao conhecimento da morfologia do fundo e amostras superficiais quando existentes, permitindo assim o mapeamento da litologia.

Geralmente a areia apresentou baixa refletividade enquanto que cascalho biodetrítico apresentou alta refletividade (FIGURA 2). Regiões de marcas de ondulação e surpreendentemente lama apresentaram também maior refletividade. A distinção entre corpo de lama e de cascalho foi tentada através da textura, que era mais granular para o último. Marcas de ondulação em geral foram facilmente identificadas na escala de 250 pés (FIGURA 3). Na escala de 500 pés, somente marcas de ondulação de maior porte foram identificadas com facilidade, (FIGURA 4). As medidas de altura e comprimento de onda das marcas de ondulação foram obtidas através da sua sombra acústica. A FIGURA 5, exemplifica o cálculo da altura de um corpo refletor.

As direções aparentes dos contatos entre os fácies, representados pelos corpos e manchas (FIGURA 6) e pelas estruturas primárias, não sofreram nenhuma correção posterior, já que não se pretendia, nem a densidade dos dados permitia a construção de mosaicos.

Os "beach rock" foram identificados pela sua alta refletividade, forma bem definida, dimensões, textura rugosa e relação com a morfologia do fundo (FIGURA 7).

Foram também observadas manchas na coluna d'água, interpretadas como cardumes de peixes (FIGURA 8).

Os registros de sísmica de reflexão rasa, obtidos simultaneamente aos de sonar, auxiliaram na caracterização das áreas lamosas, devido a sua melhor penetração nestes sedimentos. Já na área dos bancos, a areia, "beach rock" e cascalho biodetrítico não puderam ser diferenciados pela falta de penetração do sinal no subfundo.

## V. RESULTADOS OBTIDOS

Das 657 milhas náuticas planejadas para a utilização do sonar de varredura lateral, apenas 399 foram levantadas (61%), devido a problemas eletrônicos com o cabo condutor do sonar. A redução do número de linhas prejudicou a cobertura da área, já considerada bastante esparsa, levando-se em conta a escala das feições mapeáveis.

Foram mapeados os padrões identificados nos registros de sonar e suas litologias prováveis, respeitando-se o controle batimétrico (MAPA em ANEXO). É necessário frisar o caráter



tentativo do mapa, notadamente na sua porção sul, onde a maior suavidade relativa dos contornos batimétricos, aliada a ocorrência de lama e cascalho pouco amostrados e com padrões de refletividade muito semelhantes, em muito dificultaram a identificação e o mapeamento dos fácies.

Os melhores resultados foram obtidos na região dos bancos arenosos ao norte da área (em frente a Albardão), onde o espaçamento entre as linhas foi menor (compatível com a escala das feições) e a morfologia irregular e heterogeneidade identificada das litologias, resultou em contrastes de refletividade marcantes. Nesta região a escala de varredura foi constante e de 250 pés para cada lado. As cristas arenosas dos bancos apresentaram baixa refletividade, exceto em pontos esparsos interpretados como fragmentos de "beach rock" ou cascalho biodetrítico. Em contraste, as cavas dos bancos invariavelmente apresentaram alta refletividade, com padrões definidores de cascalho (biodetrítico) ou, em raras ocasiões, lama terrígena (FIGURA 2). A presença predominante de concheiros na cava entre os bancos arenosos, representando "lag deposits", atesta uma hidrodinâmica mais ativa nestas depressões, o que reforça o modelo sugerido por Figueiredo Jr. (1975) para a concentração destes depósitos.

Manchas altamente refletoras, apresentando contornos nítidos e sombreados, interpretadas como lages de "beach rock" (FIGURA 8) foram identificadas na faixa mais próxima à praia (blocos rolados de "beach rock" são comuns nas praias da região).

A parte externa da área pesquisada, de batimetria suave, apresentou um padrão homogêneo de média refletividade, representativo das lamas terrígenas que ocorrem na região. Este padrão é interrompido por uma barreira arenosa de topografia suave, que, no entanto, apresentou ora alta refletividade ora baixa, sem uma definição diagnóstica precisa no registro de sonar.

Marcas de ondulação foram identificadas principalmente na parte sul da área em profundidades de 10 a 50 metros, com predominância nas isóbatas inferiores a 20 metros. As alturas de onda (H) oscilaram entre 0,10 e 1,20m e os comprimentos de onda (L) entre 0,90 e 7,00m, com predominância daquelas de dimensões menores. Estas características permitem classificá-las de "mega-ripples", segundo Reineck e Singh (1975). As estruturas primárias menores e simétricas (H = 0,20m L = 1,00m) foram constatadas em fundos

de areia, principalmente próximos à costa e nas cristas e flancos dos bancos arenosos, mostrando uma tendência atual de retrabalhamento dos mesmos. Já as "mega-ripples" maiores ( $H = 1,20m$   $L = 7,00m$ ), assimétricas, foram localizadas em depressões batimétricas geralmente mais afastadas da costa. O maior porte destas estruturas reflete a natureza bem grosseira dos sedimentos que as compõem, provavelmente cascalho bioturbado e evidencia uma maior competência do fluxo hidrodinâmico canalizado nas depressões batimétricas, que tende a concentrar estes depósitos grosseiros.

## VI. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos, embora satisfatórios, revelaram a necessidade de uma melhor adequação da malha do levantamento à escala das feições que se espera mapear. Mesmo nas regiões onde a malha mostrou-se adequada (ao largo de Albardão), a frequência do posicionamento mostrou-se totalmente inadequada, principalmente no caso de fixos de satélite. Não fosse o excelente controle fornecido pelo mapa batimétrico e a natureza irregular que caracteriza o piso marinho nesta região, teria sido impossível mapear os padrões refletivos observados.

Verificou-se também a necessidade de uma amostragem de fundo mais frequente, concomitante ao levantamento, a fim de facilitar a identificação dos padrões refletivos observados no registro. Seria indicado o uso de um amostrador Phipps para lançamento com o navio em marcha. Caso fosse utilizado simultaneamente um sistema de reflexão sísmica com fonte elétrica, seria aconselhável lançar o amostrador no bordo oposto e para evitar o perigo de eletrocussão, desligar a fonte durante a amostragem.

Respeitadas as condições de escala de trabalho, controle de navegação, controle batimétrico e amostragem de fundo compatíveis com as feições da área, o emprego do sonar de varredura lateral poderá fornecer a relativo baixo custo informações precisas sobre a morfologia e natureza dos sedimentos, de aplicação em pesquisas geológicas, pesca, segurança de navegação e estratégia militar.

## VII. AGRADECIMENTOS

Somos gratos ao Sr. Comandante, oficiais, e tripulação do NOc. Almirante Câmara, em

especial aos componentes da Divisão de Oceanografia.

O Projeto REMAC proporcionou a inclusão do sonar de varredura lateral nos levantamentos da Operação GEOMAR VII.

O primeiro autor é subvencionado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS), através do Projeto Evolução Sedimentar Pós-Pleistocênica da Plataforma Continental do Rio Grande do Sul, Proc. n.º 00205/76.

O CNPq proporcionou o estágio do primeiro autor no Projeto REMAC, cujo fruto se reflete na elaboração do presente relatório conjunto.

Somos gratos ao técnico Gilson Quintas da Decca pelas discussões durante a operação de bordo.

Ao geólogo Cristiano A. Amaral da CPRM/REMAC, agradecemos a colaboração no decorrer da análise dos registros.

#### VIII. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- BELDERSON, R.H., KENYON, N.H., STRIDE, A.H. e STUBBS, A.R. — 1972 — Sonographs of the sea floor, Elsevier Publishing Company, Amsterdam, 185 p.
- CHESTERMAN, D. — 1971/72 — Sea-floor sediment mapping by sonar methods, Proc. R.S.E. (B), 72, 13.
- EG & G, Environmental Equipment Division — Mark 1B Side-scan Sonar, Bulletin ss-10 (inédito).
- FLEMMING, B.W. — 1975 — Side-scan sonar: a practical guide, Technical report n.º 7 (1974) Joint Geological Survey/University of Cape Town Marine Geology Programme, pp. 11 — 26.
- FIGUEIREDO JR., A.G. — 1975 — Geologia dos depósitos calcários biodetríticos

da plataforma continental do Rio Grande do Sul, Tese de Mestrado em Geociências, UFRGS, 72 p. (inédito).

- Mc KINNEY, T.F., STUBBLEFIELD, W.L. e SWIFT, D.J.P. — 1974 — Large-scale current lineations on the Central New Jersey shelf: investigations by side-scan sonar, *Marine Geology* V. 17, pp. 79 — 102.
- REINECK, H.E. e SINGH, I.B. — 1973 — *Depositional sedimentary environments*, Springer-Verlag, Berlin, 439 p.
- SANDERS, J.E. e CLAY, C.S. — 1968 — Investigating the ocean bottom with side-scanning sonar, em Parker, D.C. (editor), *Symposium on Remote Sensing of Environment*, 5<sup>th</sup> Proc. Ann Arbor, Mich, Infrared Physics Laboratory, Willow Run Laboratories, Inst. Sci. and Tech., Univ. Michigan, 946 p.
- SANDERS, J.E., EMERY, K.O. e UCHUPI, E. — 1969 — Microtopography of five small areas of the continental shelf by side-scanning sonar, *Geol. Soc. America Bull.* V. 80 pp. 561 — 572.
- SWIFT, D.J.P. e LUDWICK, J.C. — 1976 — Substrate response to hydraulic process: grain-size frequency distributions and bed forms, em *Marine Sediment Transport and Environmental Management*, Stanley, D.J. e Swift, D.J.P. (editores), Wiley & Sons Inc. New York, pp. 159 — 195.
- ZEMBRUSCKI, S.G. e FRANÇA, A.M.C. — 1976 — Mapa batimétrico da margem continental brasileira, *Bol. Técnico da Petrobrás*, pp. 157 — 162.

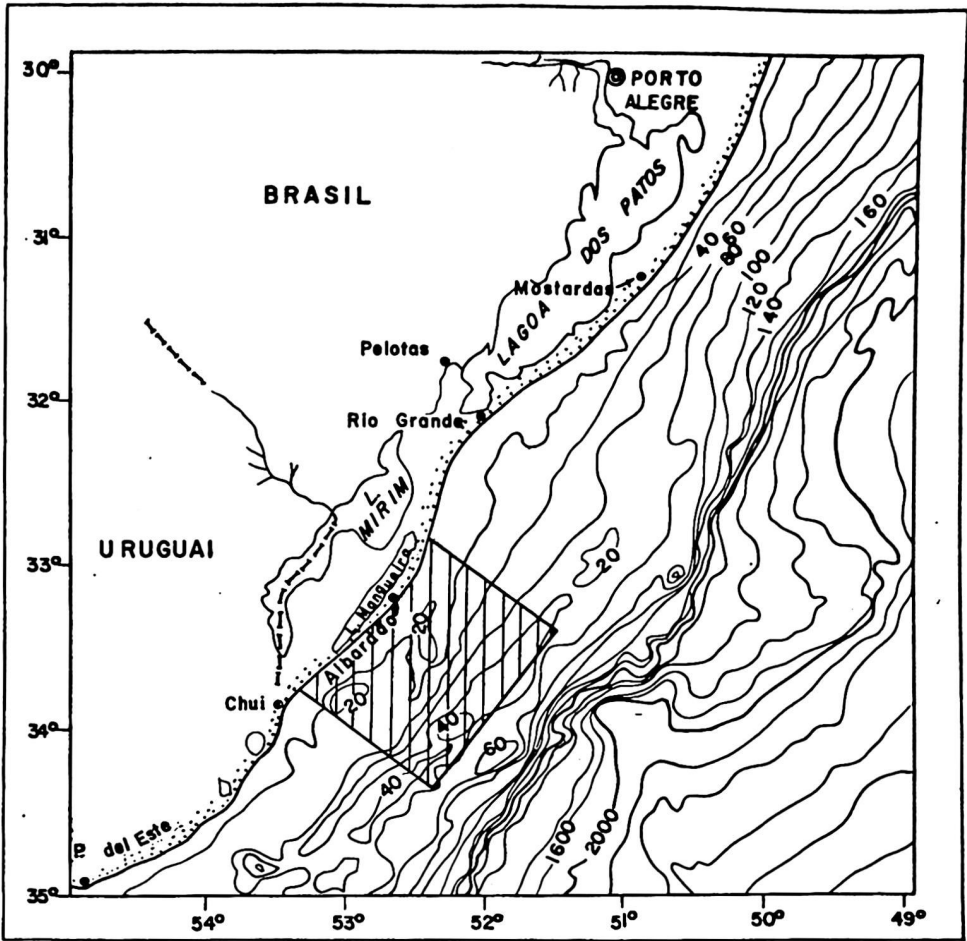


FIGURA 1 – Localização da área de estudo com sonar de varredura lateral. Batimetria de Zembruscki e França (1976) em metros.

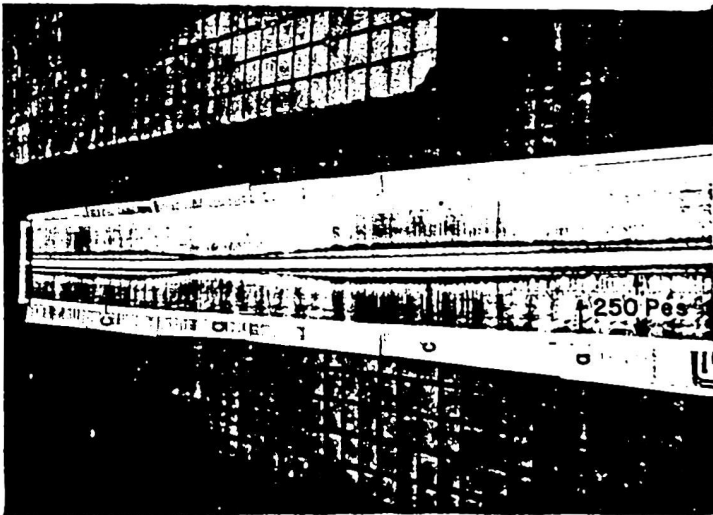
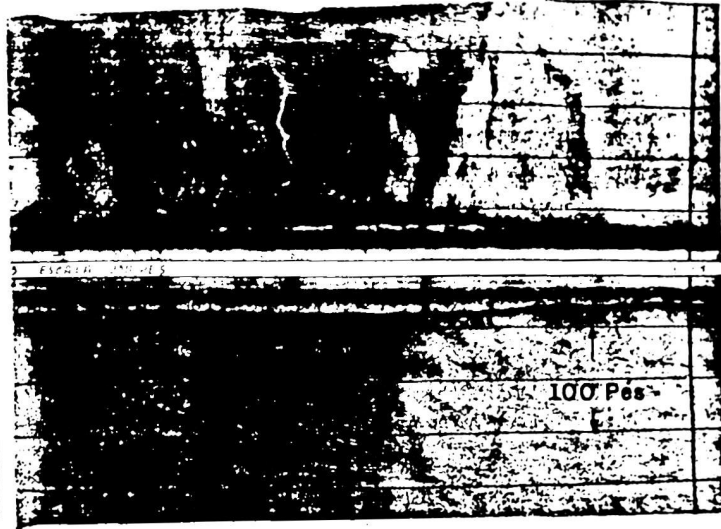
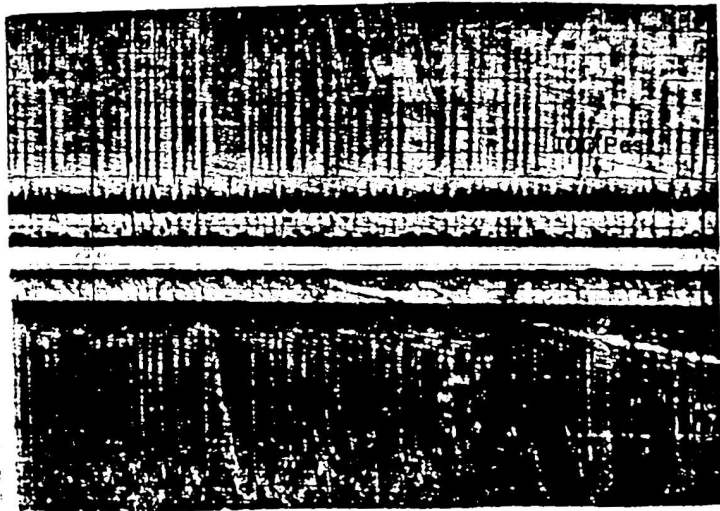


FIGURA 2 – Contraste de refletividade entre a crista arenosa (a) e cava cascalhosa biodetrítica (c) dos bancos da plataforma interna.



**FIGURA 3** — Zona areno-cascalhosa com "mega-ripples" ( $H = 0,20m$   $L = 1,00m$ ) interdigitada com areia menos refletora.



**FIGURA 4** — "Mega-ripples" assimétricas bem desenvolvidas ( $H = 1,20m$   $L = 7,00m$ ).

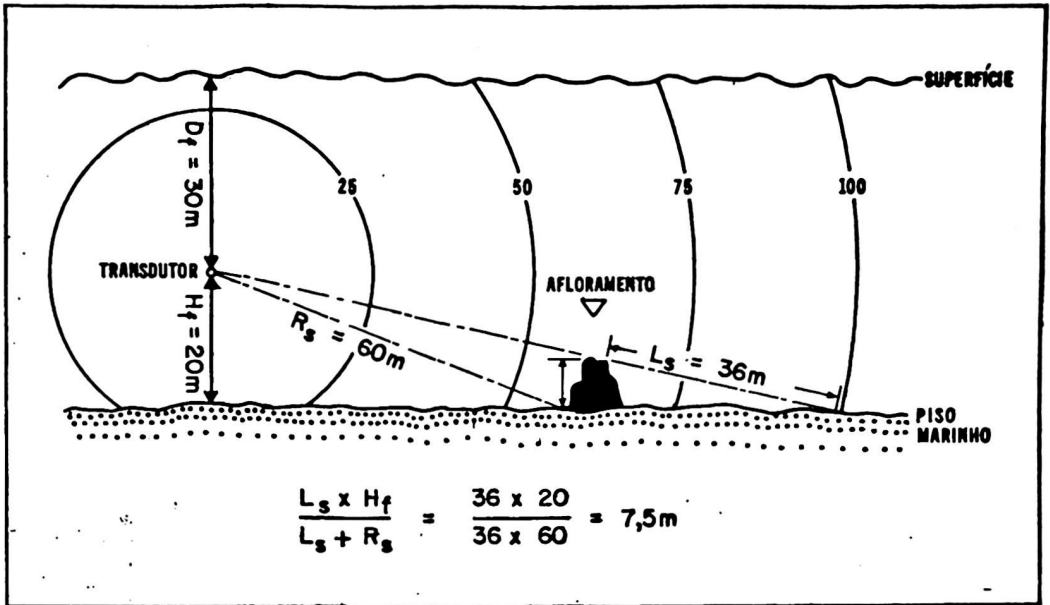


FIGURA 5 — Cálculo da altura de um corpo refletor (Flemming, 1975).

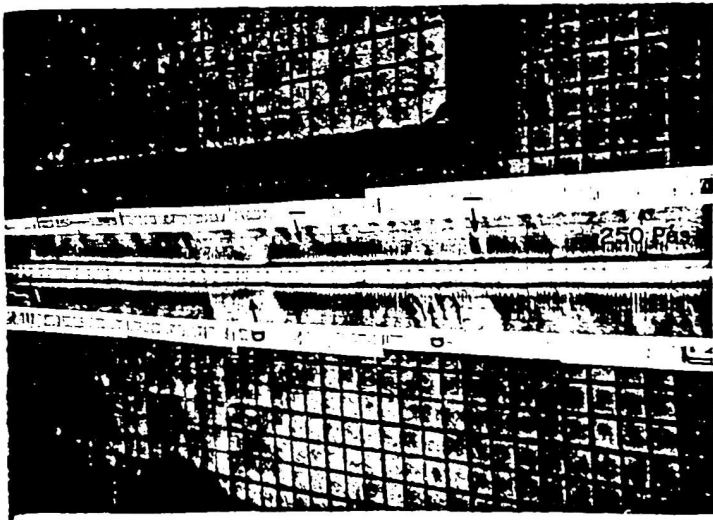


FIGURA 6 — Contatos alternados (interdigitados) entre corpos de areia (a) e corpos e manchas de lama (l).

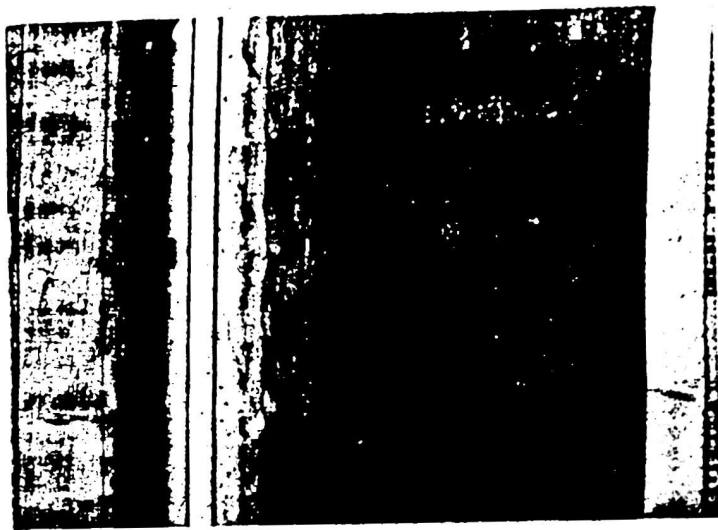


FIGURA 7 — Lage de "beach rock" (br).

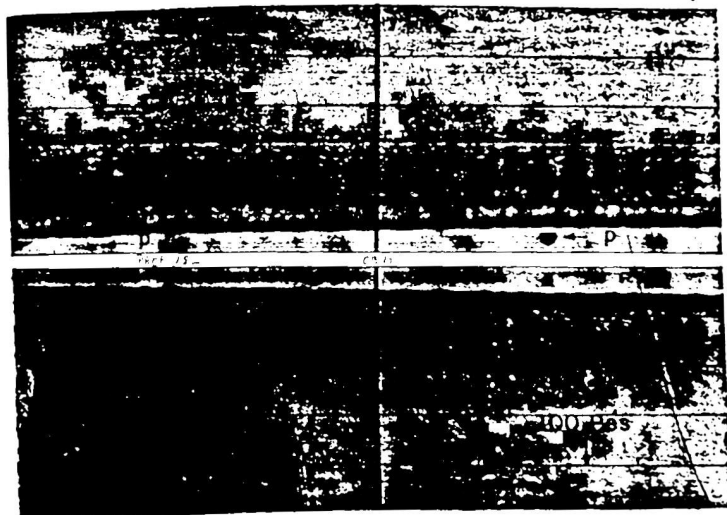


FIGURA 8 — Cardumes de peixes (p) refletindo na coluna d'água e sobre o fundo.