

# Previsão do Alcance Sonar – Influência do Fundo Marinho na Velocidade de Propagação e Atenuação dos Sinais Sonoros

Capitão-de-Corveta Helber **Carvalho** Macedo

Ajudante da Divisão de Geologia do IEAPM. Aperfeiçoado em Hidrografia e Navegação e pós-graduado (M.Sc.) em Geologia e Geofísica Marinha pela Universidade Federal Fluminense.

Gerar soluções científicas, tecnológicas e inovações, a fim de obter vantagens competitivas atinentes à Defesa e ao Desenvolvimento Nacional, é a missão do Sistema de Ciência e Tecnologia da Marinha (SCTM).

Neste contexto e atendendo às orientações do Plano de Desenvolvimento Científico e Tecnológico da Marinha (PDCTM), na área atinente ao Ambiente Operacional, o IEAPM desenvolve, na fase 2 do seu Projeto de Propagação da Energia Acústica Submarina, uma linha de pesquisa que tem como propósito, entre outros, conhecer os mecanismos que influenciam as perdas da propagação do som em ambiente submarino, devido à interação com o fundo e o subfundo marinhos. Estas perdas, na propagação ou na transmissão (TL), são caracterizadas pelo comportamento da velocidade e da atenuação do feixe sonoro quando este atinge o fundo marinho. De acordo com a Lei de Snell, fenômenos conhecidos como absorção, reflexão e refração serão os condicionantes da ocorrência de maior ou menor perda de energia do feixe. Estes fenômenos, apesar de serem complexos e difíceis de se mensurar em um ambiente real,

podem ser calculados e previstos com um certo grau de confiança, utilizando-se para este fim modelos matemáticos de previsão acústica. A Figura 1 mostra uma simulação de possíveis situações de propagação, abrangendo:

- uma reflexão total do feixe, relacionada a um fundo mais rígido;
- uma reflexão parcial, associada a uma absorção, para um fundo composto por areias na superfície e lama na camada subjacente;
- uma dupla reflexão, quando o

subfundo é formado por estruturas rígidas; e

d) uma situação de absorção total, relacionada a um fundo macio, composto por sedimentos finos e coesivos.

Nesta pesquisa, um sistema de medição da velocidade e atenuação do som em sedimentos marinhos foi desenvolvido e montado em laboratório, com o apoio do Laboratório de Geologia Marinha (LAGEMAR - UFF) e do Programa de Engenharia Biomédica da COPPE-UFRJ,

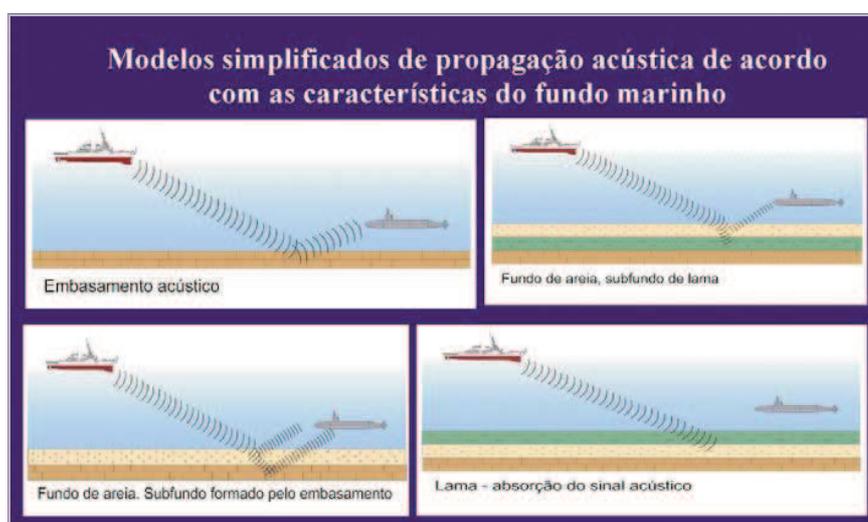


Figura 1 – Simulação de possíveis situações de propagação acústica submarina, envolvendo a detecção de alvos.



Figura 2 – Testemunhador a pistão, tipo Kullemerger, sendo operado do AvPqOc Diadorim na área de pesquisa. Ao fundo, a Ilha do Cabo Frio e o Farol.

também foi realizada uma comissão oceanográfica para a coleta de nove testemunhos de sondagem na área de pesquisa delimitada pelo projeto (Figura 2), localizada na plataforma continental, nas

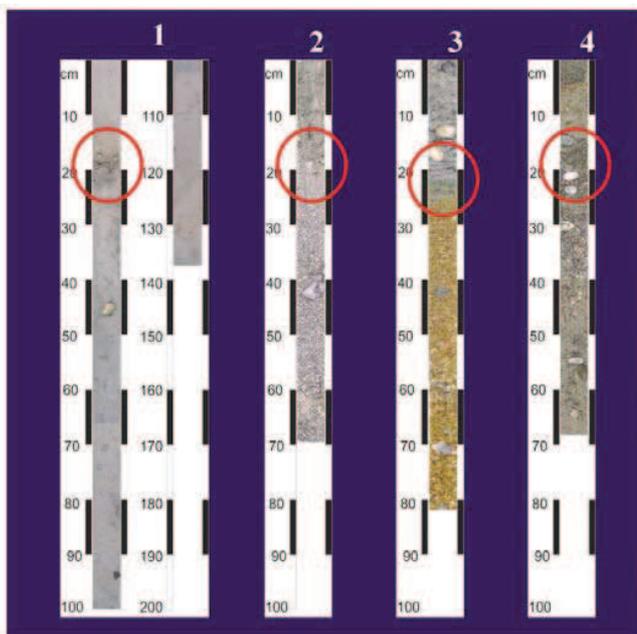


Figura 3 – Testemunhos abertos indicando as interfaces nas camadas de sedimentos

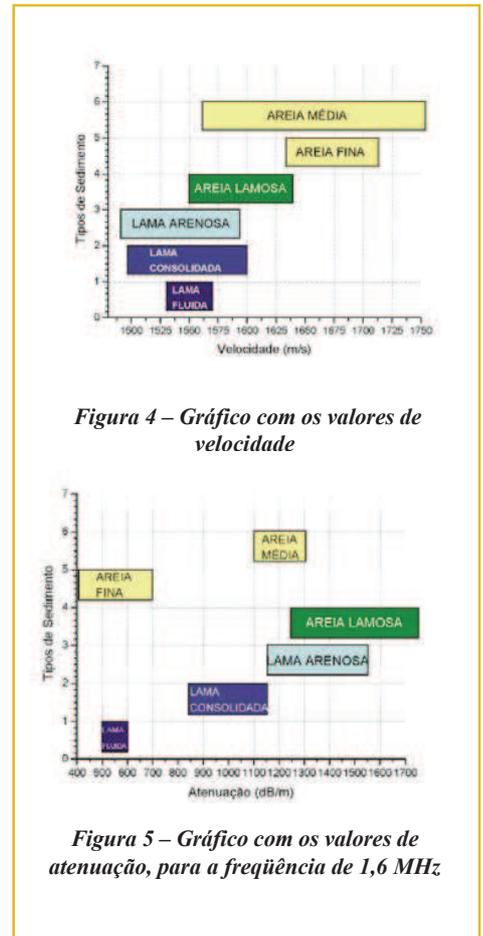
proximidades da Ilha do Cabo Frio, em Arraial do Cabo/RJ.

A Figura 3 mostra os mais representativos testemunhos coletados, já abertos, indicando por círculos as interfaces das camadas do subfundo mais significativas (discordâncias geológicas), uma vez que influenciam diretamente na velocidade e atenuação do som. A primeira foto mostra uma pequena camada de lama arenosa inserida em um pacote de areias finas. A segunda, uma transição de uma camada de lama para uma de areia fina e média. As terceira e quarta fotos mostram uma transição de areias para cascalhos e conchas.

A descrição dos testemunhos e a análise granulométrica permitiram identificar sete tipos de sedimentos: areias grossa, média e fina; areia lamosa; lama arenosa; lama compactada; e fluida.

Com os testemunhos ainda em laboratório, antes de serem abertos, foram

realizadas cerca de 2.550 medições de propagação do som, centímetro a centímetro, cobrindo assim toda extensão do teste, registrando para cada ponto um valor de velocidade e atenuação. Os resultados permitiram construir perfis de velocidade e diagramas tridimensionais da atenuação, este último em função da



freqüência. A análise destes dados também permitiu elaborar gráficos comparativos indicando, para cada tipo de sedimento, o valor da faixa de velocidade (Figura 4) e atenuação (Figura 5) obtidos com os resultados das medições.

Os resultados apresentados nos gráficos, juntamente com a análise dos dados disponíveis na literatura, permitiram concluir que:

1 - os fatores geológicos mais relevantes que controlam a velocidade de onda “P” ( $V_p$ ) em sedimentos marinhos são a porosidade, a densidade e a granulometria. Em geral, existe uma tendência de aumento da “ $V_p$ ”, com a diminuição da porosidade, e um aumento da granulometria. Por este motivo, nota-se um aumento dos valores de



velocidade proporcional ao aumento da dimensão do grão que compõe o sedimento (Figura 4); e

2 - com relação à atenuação, apesar de medidas em meios viscoelásticos serem de difícil obtenção, tendo em vista a variabilidade desta propriedade em função da frequência e sua susceptibilidade a ruídos e a anisotropia, os valores obtidos estão de acordo com estudos progressos e mostram claramente uma tendência de maiores perdas de energia ocasionadas por

fundos formados por sedimentos de menor granulometria, ou seja, os lamosos e suas misturas (Figura 5). Em areias, onde os grãos são maiores e mais arredondados, a área de contato entre as partículas é menor, conseqüentemente, a rigidez é relativamente mais baixa. À medida que a dimensão dos grãos diminui, a quantidade de partículas por unidade de volume aumenta, aumentando assim as áreas de contato, a rigidez e a atenuação. Sob este aspecto, também pode-se considerar a força de

coesão, que tem maiores efeitos sobre as misturas de areias, siltes e argilas.

Portanto, os valores apresentados representam um avanço nas pesquisas que envolvem o aperfeiçoamento dos modelos de previsão acústica, principalmente no que diz respeito à atualização dos valores de velocidade e atenuação, utilizados como parâmetros de entrada no algoritmo de previsão do alcance sonar do SISPRES e na ampliação da base de dados ambientais da área-teste do IEAPM.



## Seu sonho é a nossa missão!



- Sem fila de espera
- Empréstimo Rápido
- Financiamento Imobiliário
- Bolsa de Imóveis
- Imóveis 100% financiados
- Assessoria Jurídica Imobiliária Gratuita

Caixa de Construções de Casas para o Pessoal da Marinha

www.cccpm.mar.mil.br / www.cccpm.mb

Endereço: Av. Rio Branco, 39, 11º andar. Tel.: (21) 2105-7400  
E-mail: atendimento@cccpm.mar.mil.br

São Pedro da Aldeia - RJ (BAeNSPA)  
Rua Comte. Ituriel, S/N - Fluminense - CEP: 28940-000  
Tel e Fax: (22) 2621-3934 SISTELMA: (8117) 2056

