

Propagação da Energia Acústica Submarina

Capitão-de-Corveta (T) **Lúcia Artusi**

Ajudante da Divisão de Geologia do IEAPM. Graduada em Geologia e pós-graduada (M.Sc.) em Geologia e Geofísica Marinha pela Universidade Federal Fluminense.

A área de Ambiente Operacional do Plano de Desenvolvimento Científico e Tecnológico da Marinha (PDCTM) preconiza que compete ao IEAPM desenvolver sistemas de previsão da propagação acústica no ambiente marinho. Para bem executá-lo, este Instituto deve ser capaz de determinar o nível de ruído ambiente e as perdas de energia sonora na propagação, por meio de medições em campo e em laboratório, visando à sua aplicação nas Operações Navais.

Dois são os parâmetros da equação sonar que dependem exclusivamente do meio ambiente e interferem no limiar de detecção: o nível de ruído (NL) e as perdas na transmissão (TL).

$$DT=SL-TL+TS-(NL-DI)$$

Onde **DT** é o limiar de detecção, **SL** o nível da fonte, **TL** as perdas na transmissão, **TS** a refletividade do alvo, **NL** o nível de ruído e **DI** o índice de diretividade.

As irregularidades do fundo, a agitação da superfície, a heterogeneidade da massa de água e as correntes marinhas são fatores de grande importância.

Nas águas rasas, principal cenário de

operação dos submarinos convencionais, o fundo marinho é o principal agente promotor de perdas na propagação acústica. O termo TL (*Transmission Loss*) expressa o “enfraquecimento” da energia sonora ao longo da sua trajetória devido à divergência geométrica e aos diversos mecanismos de atenuação. Uma das características principais da propagação acústica em águas rasas é o confinamento da energia sonora entre a superfície e o fundo do mar, que define um guia de ondas. A propagação a longas distâncias depende, em grande parte, da interação do som com estas superfícies, principalmente em relação ao fundo e subfundo, devido à sua morfologia e composição. Como a cada incidência nessas superfícies ocorrem grandes atenuações, o completo conhecimento desses mecanismos é de vital importância para o entendimento e previsão da propagação acústica e das respectivas perdas.

O Nível de Ruído (*Noise Level -NL*) compreende todas as fontes de sinais sonoros que interferem na detecção do sinal desejado. O “ruído ambiente” é aquele cuja origem independe do sistema sonar e engloba tanto os agentes naturais (vento, ondas, chuva e organismos vivos), como

os provenientes de interferências humanas, a exemplo das atividades de navegação e atividades industriais, entre outros.

O projeto de Propagação da Energia Acústica desenvolvido pelo IEAPM enfoca o estudo desses dois parâmetros. De posse do conhecimento dos mecanismos envolvidos, será possível, a partir de medições de campo, experimentações laboratoriais e modelagem numérica, criar um banco de dados ambientais. Esses dados, por sua vez, serão os parâmetros de inicialização para os diversos modelos acústicos, devidamente avaliados, validados e calibrados visando ao aprimoramento das previsões da propagação acústica e do alcance sonar.

Para melhor conduzir as atividades desta pesquisa, o referido Projeto foi dividido em três fases intimamente relacionadas e que terão que ser desenvolvidas concomitantemente:

A Fase 01 - Ruído Ambiental Marinho - tem como objetivos identificar as principais fontes de ruído ambiental, classificando-os como ruídos geográficos (ondas, vento, correntes etc), ruídos biológicos e ruídos provenientes de embarcações; quantificar os níveis de ruído; e, por fim, monitorar a

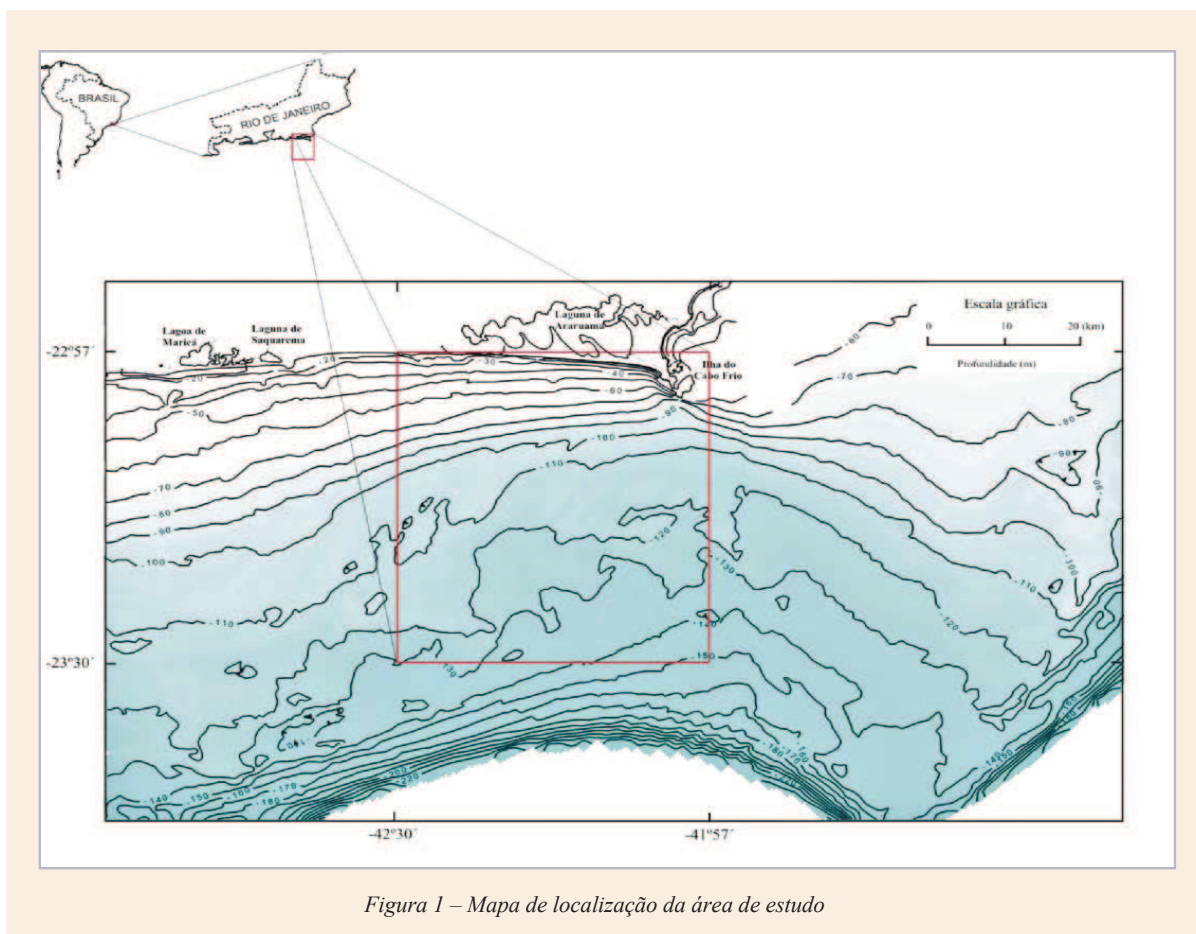


Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo

sua variação temporal, visando à inserção destes dados em banco de dados para serem utilizados como parâmetros de inicialização dos modelos acústicos de previsão de alcance sonar.

A Fase 02 - Geologia, Geomorfologia e Geofísica - tem como objetivo fornecer, para a fase 3, as informações listadas abaixo, que comporão o banco de dados ambientais e serão utilizadas como parâmetros de inicialização dos modelos de propagação:

- distribuição granulométrica dos sedimentos superficiais;
- morfologia detalhada do fundo marinho;
- porosidade e densidade dos

sedimentos que compõem as camadas sedimentares;

- geometria e espessura dos estratos sedimentares;
- composição e profundidade do embasamento acústico; e
- sistemas deposicionais da área de estudo.

A Fase 03 - Propagação do Som - tem como objetivo quantificar as perdas na propagação, por meio da realização de experimentos acústicos em laboratório e *in situ*. Para tal, são necessárias as seguintes etapas:

- medição da velocidade e atenuação do som nos estratos sedimentares,

utilizando o ultrassom;

- identificação, mensuração e estudo dos mecanismos envolvidos na propagação acústica em águas rasas;
- calibração e validação dos modelos de propagação acústica em águas rasas, pré-selecionados e amplamente utilizados pela comunidade científica, utilizando os dados ambientais controlados e os coletados na fase 02;
- estabelecimento de uma metodologia para a realização dos experimentos; e
- utilização de técnicas de inversão, para inferir parâmetros ambientais a partir da análise de dados acústicos.

Histórico das atividades de acústica submarina no IEAPM

As atividades de pesquisa propostas neste Projeto foram embasadas em diversos estudos já realizados pelo IEAPM, juntamente com Universidades, desde 1991, com o Projeto SISPER (Sistema de Previsão de Perdas na Propagação do Som no Mar).

O estudo do Ruído Ambiental Marinho teve seu início com a pesquisa, aquisição, processamento e catalogação de ruídos biológicos produzidos pelas principais espécies existentes na plataforma continental brasileira. A partir deste estudo, foi elaborado um Protótipo do Catálogo de Sons, denominado “RUÍDOS BIOLÓGICOS DOS PEIXES DA COSTA BRASILEIRA”.

Os estudos das áreas de Geologia, Geomorfologia e Geofísica estão sendo conduzidos desde 2002, com o desenvolvimento de três mestrados. A primeira dissertação defendida escolheu a localização da área-teste, na plataforma continental próxima ao IEAPM, e estudou a distribuição da variação granulométrica dos sedimentos superficiais, bem como os aspectos gerais da morfologia e a geometria e espessura das camadas dos primeiros 125 m de sedimentos do subfundo. A segunda dissertação realizou análises da velocidade do som em nove testemunhos de sondagem coletados na área-teste e a terceira obteve o levantamento detalhado da morfologia do fundo marinho, utilizando o ecobatímetro multifeixe e, adicionalmente, forneceu informações de *backscattering* ou retroespalhamento associadas ao tipo de sedimento que recobre o fundo.

O estudo da Propagação do Som teve início em 1994 com a apresentação de quatro

dissertações envolvendo os princípios fundamentais da acústica submarina e do Método dos Modos Normais. Os estudos revelaram a importância do conhecimento de cada fator ambiental, a necessidade de se estabelecer uma área controlada para experimentação e, principalmente, as dificuldades técnicas e logísticas, para a realização de experimentos no mar. Um quarto mestrado, em fase de conclusão, tem como propósito a realização de um experimento acústico na área-teste, escolhida com base nas características morfológicas e composicionais do fundo marinho e em função de sua proximidade ao IEAPM e à raia acústica do CASOP.

As coordenadas geográficas 042°30'W a 041°57'W e 22°57'S a 23°30'S limitam um trecho da plataforma continental adjacente à laguna de Araruama (RJ), entre as profundidades de 30 m e 145 m (Figura 1).

Atividades previstas

ESTADO ATUAL – FASE 1 Subprojeto: MONITORAMENTO DO RUÍDO AMBIENTAL SUBMARINO

Esta fase teve início em dezembro de 2007 com recursos financeiros obtidos junto à FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos). Sua duração prevista é de 2 anos e a execução será compartilhada pelo Instituto de Pesquisas da Marinha (IPqM), pelo Centro de Apoio a Sistemas Operativos (CASOP) e pela Coordenação dos Cursos de Pós-Graduação da UFRJ (COPPE).

O propósito do Projeto é a criação de um Banco de Dados de Ruído Ambiental Submarino (BRAS) na área de testes acústicos da MB, visando a estabelecer uma metodologia para o estudo da intensidade e da variabilidade do ruído ao longo do tempo,

relacionando-o com os fatores responsáveis por esta variabilidade.

Para a MB, são especialmente importantes o conhecimento dos níveis e intensidades do ruído ambiental e os fatores causadores desse ruído, tais como: os ruídos irradiados por embarcações; e os decorrentes das atividades biológicas e marítimas.

Para obter as informações do ruído ambiental submarino, será adquirida uma Unidade Flutuante de Aquisição (UFA) onde serão acomodados os componentes necessários à aquisição e à transmissão remota dos dados acústicos. Nesta primeira etapa do Projeto, está prevista a montagem de um sistema de aquisição de dados, em banda larga, com transmissão via ondas de rádio, composto pelos Módulos de Fundo e de Superfície. A montagem destes módulos está a cargo do IPqM e de empresas contratadas. O Módulo de Fundo é a parte responsável pela aquisição dos sinais acústicos e é composto por um hidrofone, baterias e cabos de transmissão. No Módulo de Superfície, estarão os equipamentos responsáveis pela alimentação do sistema de aquisição, gravação e transmissão dos sinais acústicos de ruído ambiental.

Além da aplicação direta para as atividades navais, o conhecimento dos níveis de ruídos ambientais submarinos poderá auxiliar nas diversas atividades humanas, desde a identificação de áreas de pesca; o controle ecológico de espécies marinhas; o comando remoto de equipamentos acústicos em pesquisas e prospecções oceanográficas; e até mesmo, no futuro, o controle do tráfego de embarcações na Plataforma Continental Brasileira.