

## SISTEMA DE AVALIAÇÃO DO PERFIL DE VELOCIDADE DO SOM EM TEMPO REAL

ENG. AUDALIO REBELO TORRES JR.  
ENG. AFONSO DE MORAES PAIVA  
ENG. ROGÉRIO NEDER CANDELLA  
Instituto de Estudos do Mar Alte. Paulo Moreira (IEAPM)

### RESUMO

A partir de observações feitas durante as Comissões Pesquisex III de 1987 e PROCAM II foram identificados alguns problemas na obtenção e análise de dados ambientais relativos à propagação sonora no meio marinho. Uma análise crítica da metodologia atualmente empregada é apresentada.

Em contrapartida, é proposto o desenvolvimento de um sistema capaz de realizar a avaliação de insonificação, em função de um processo objetivo de aquisição, tratamento e análise dos dados coletados pelas sondas XBT (Expendable Bathythermograph) da Sippican, fornecendo ainda informações do meio ambiente necessárias aos modelos de previsão de alcance SONAR, armazenando em meio físico os pontos significativos do perfil técnico para cadastramento no BNDO e gerando a mensagem AS-25.

### 1. INTRODUÇÃO

O conhecimento do perfil de velocidade do som no mar é fator decisivo na utilização de sistemas SONAR, permitindo avaliar as condições de insonificação do meio sendo, conseqüentemente, determinante para a previsão do alcance SONAR. Usualmente, o que se faz é medir o perfil de temperatura (navios de superfície) utilizando-se batimógrafos (mecânicos ou descartáveis), a partir do qual estima-se o perfil de velocidade do som.

Atualmente, a avaliação dos dados ambientais é realizada por um operador, ou seja, o método é subjetivo, o que implica em interpretação pessoal. Além disso, existe um potencial de informações, que podem ser extraídos do perfil de temperatura, não totalmente aproveitado como, por exemplo, ocorrência de dutos de superfície e zonas de convergência.

Nos tópicos seguintes serão abordados algumas questões sobre a aquisição de dados ambientais e o sistema Sippican de coleta de informações utilizado pelas fragatas; ao final, será apresentada uma proposta para a criação do que se chamou SISTAT (Sistema Tático de Análise em Tempo Real das Características Acústicas do Perfil de Temperatura), que viria a tornar o processo objetivo, automatizando-o.

### 2. BASE OPERACIONAL

A motivação para que estas questões fossem levantadas surgiu com a participação do IEAPM na comissão Pesquisex III. Naquela oportunidade, pudemos observar a influência dos processos subjetivos na metodologia de coleta de informações ambientais, mais especificamente do XBT, durante o experimento do CASNAV (Centro de

Análises de Sistemas Navais) para determinação do poder de reflexão do alvo e levantamento do modelo de perdas na propagação em dutos do IPqM (Instituto de Pesquisas da Marinha).

Durante o experimento eram lançados XBTs, aproximadamente de 3 em 3 horas; a partir de gráficos fornecidos pelo MK-9 (figuras 1a e 1b), os operadores retiravam 5 pontos considerados significativos para a definição do traço de temperatura, que era utilizado então na inicialização do modelo do IPqM.

Com esta metodologia não era aproveitado todo o potencial do sistema MK-9, sendo perdidas as informações sobre o transiente diurno e a microestrutura. A expansão dos gráficos anteriores (figuras 2a e 2b) evidencia a ocorrência de estruturas não perceptíveis em escala comprimida, salientando-se a presença de um gradiente negativo de temperatura à superfície.

A importância desta estrutura pode ser observada na análise da insonificação do mar (perfil de velocidade do som e diagrama de espalhamento de raios segundo a lei de Snell).

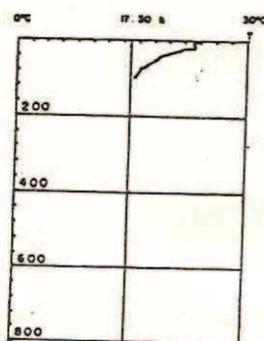


Fig. 1a

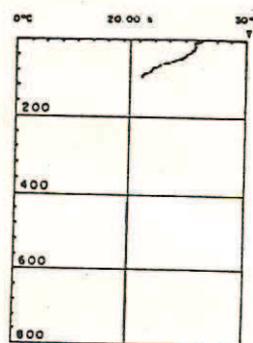


Fig. 1b

As figuras 3a e 3b referem-se ao perfil de temperatura determinado pelo processo subjetivo, utilizando o gráfico 1b; os gráficos das figuras 4a e 4b foram gerados com aproveitamento de todos os pontos fornecidos pelo MK-9. O primeiro caso (figura 3b), desconsiderando o transiente, levou à definição de um duto de superfície insonificado, o que não ocorreu na realidade (figura 4b); a diferença é significativa em termos de previsão de alcance.

Outro aspecto importante pode ser observado: em dois lançamentos de XBT com intervalo aproximado de duas horas e meia os perfis resultantes são semelhantes (primeiro lançamento: figuras 1a, 2a e 5a; segundo lançamento: figuras 1b, 2b e 4a); a análise acústica, porém, mostra que uma fonte localizada a 5 metros de profundidade insonificaria o duto de subsuperfície do primeiro perfil (figura 5b), o que não ocorreria no seguinte (figura 4b), devido ao afundamento da base do gradiente negativo de 2,5 m.

É importante salientar que uma variação de apenas 2,5 metros dificilmente seria percebida utilizando-se um processo subjetivo de análise. Considerando que as variações mais intensas ocorrem na camada mais superficial e que é nesta região onde geralmente se situam os sensores acústicos dos navios de superfície, torna-se flagrante a necessidade de uma análise acurada das informações.

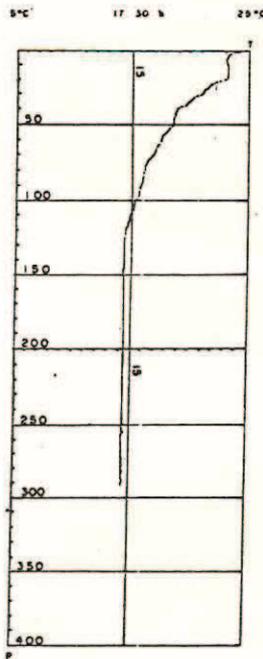


Fig. 2a

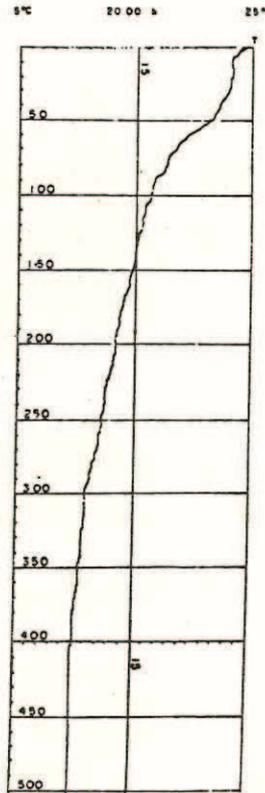


Fig. 2b

O armazenamento dos dados coletados com as técnicas acima comentadas é outro aspecto importante a ser ressaltado. A maneira subjetiva de se discretizar o traço de batitermógrafos implica na perda de informações extremamente importantes na montagem de um banco de dados.

Outra questão relevante é a calibração das sondas (XBT) pois equipamentos descalibrados implicam em má amostragem dos dados, prejudicando sobremaneira a análise acústica. Como exemplo, pode-se notar as diferenças marcantes entre perfis amostrados com sondas descartáveis (XBT) e com lingadas de garrafas de Nansen portando termômetros de inversão (figuras 6a, 6b, 6c e 6d) durante a comissão PROCAM II, realizada em novembro de 1987. Essas variações de temperatura são muito grandes para serem explicadas apenas em termos de variações de profundidade devidas a inclinação do cabo nas lingadas ou a maior imprevisão do XBT relativa ao cálculo da profundidade (que é função da velocidade de queda, com erro de  $\pm 5$  m). Sendo assim, fica difícil inferir os possíveis erros cometidos na análise acústica, a partir de um perfil impreciso.

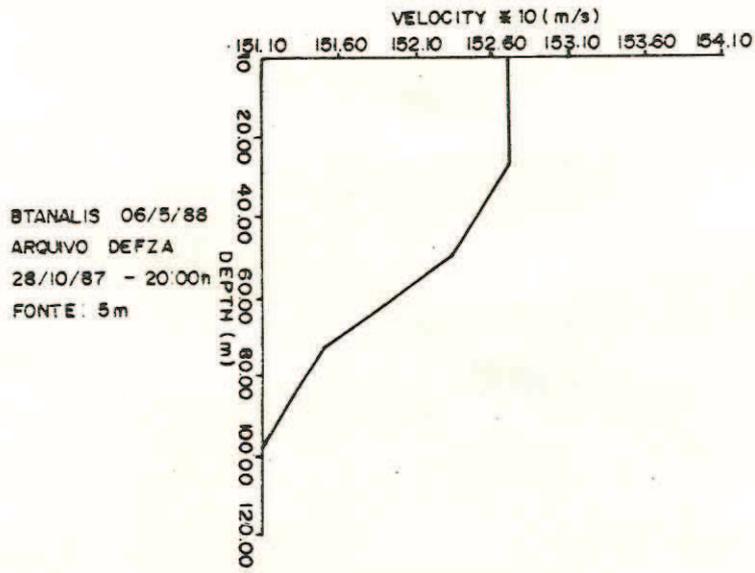


Fig. 3a

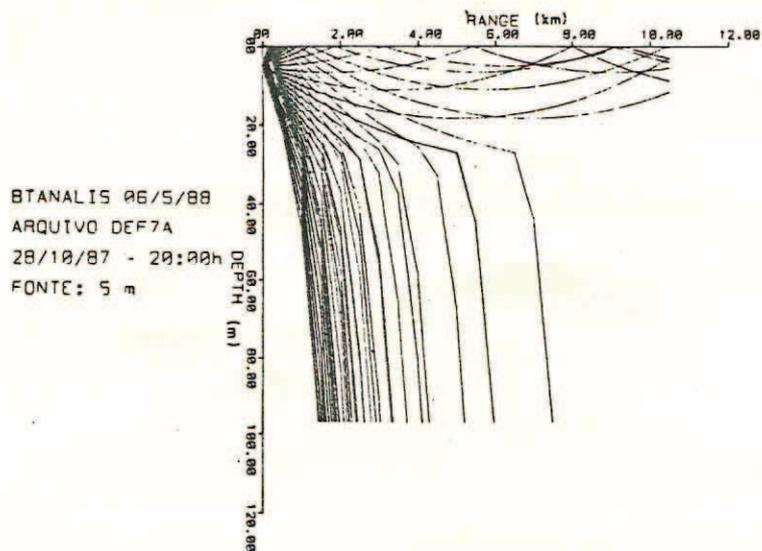


Fig. 3b

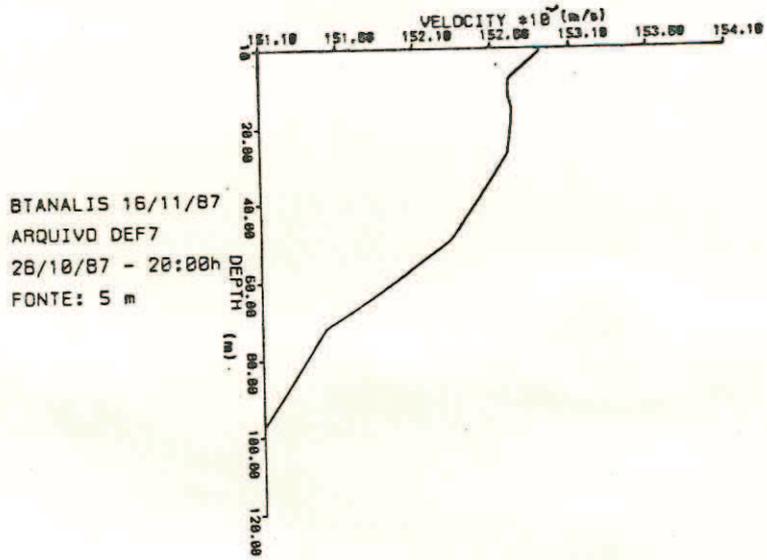


Fig. 4a

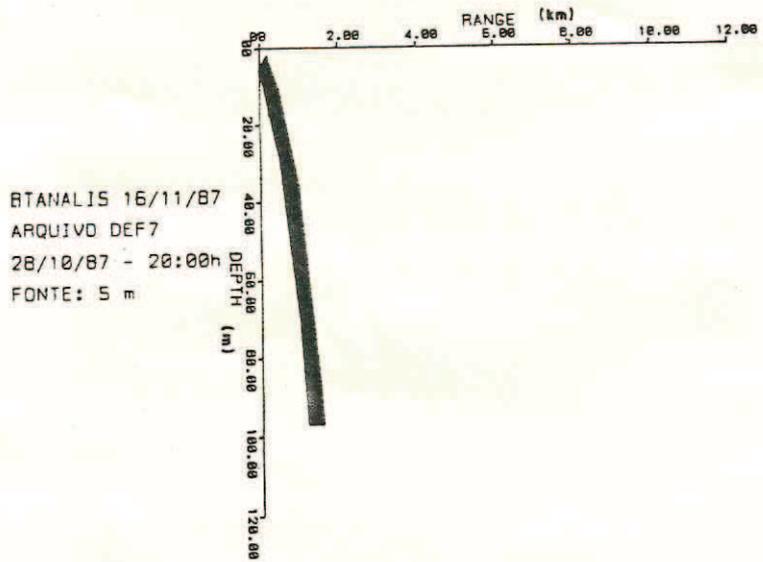


Fig. 4b

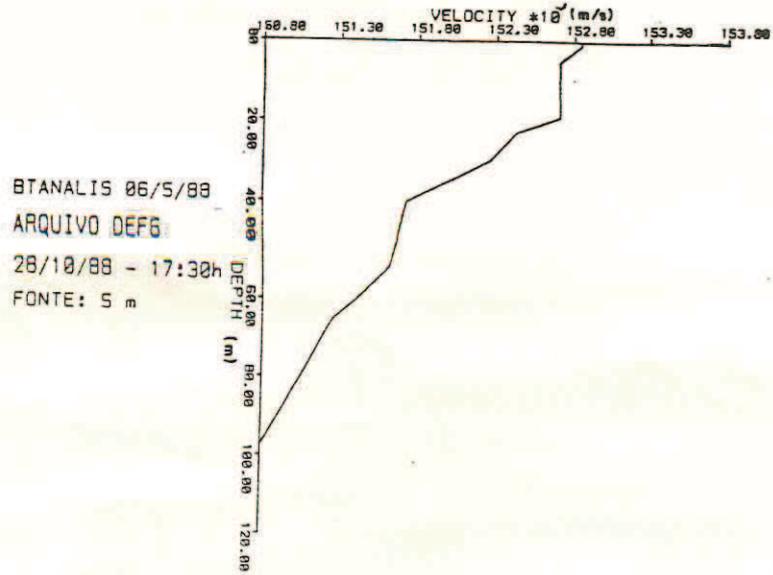


Fig. 5a

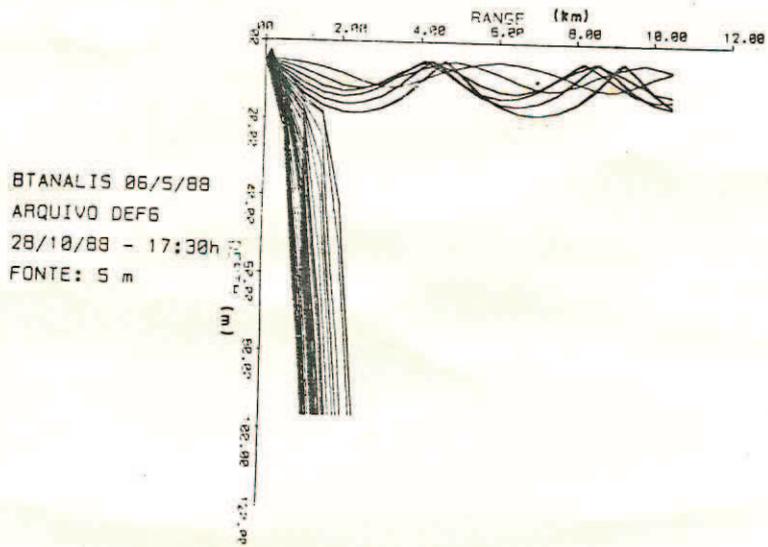


Fig. 5b

### 3. SISTEMA MK-9 (SIPPICAN)

Uma descrição sucinta do sistema MK-9 se faz necessária em vista de ser este equipamento o de uso convencional pela MB, devendo, portanto, o conhecimento de suas características ser a base para o desenvolvimento de um sistema de análise do perfil de temperatura.

Composto basicamente de uma sonda descartável, um lançador e um conversor analógico-digital, o MK-9 utiliza como meio de tratamento de informações um microcomputador; atualmente, na MB, difundiu-se o uso do HP-85 como computador associado ao sistema.

Neste ponto, deve-se salientar que os microcomputadores HP-85 estão obsoletos, têm processamento lento, pouca capacidade de memória, um sistema de armazenamento de dados ruim e, o mais importante, têm alto custo de manutenção. Atualmente, a tendência é empregar no tratamento de dados do MK-9 os microcomputadores IBM PC-compatíveis que, além de vantagens técnicas, já são fabricados no Brasil.

A Sippican fornece 6 modelos de sonda, que operam de 200 a 1.830 m, todos amostrando a uma taxa de 10 Hz, com uma velocidade de queda de 6,5 m/s. É interessante frisar que uma sonda T-7 (Deep Blue), por exemplo, amostra cerca de 1.169 pontos durante sua queda, que são armazenados pelo sistema.

Tendo em vista o alto custo de uma sonda deste tipo, cerca de US\$ 70.00, e que os dados coletados ficam à disposição do usuário ou na interface conversor AD/computador, ou no próprio computador, um sistema capaz de "acessar" essas informações, processando-as de forma objetiva e eficaz, seria extremamente importante na utilização dos recursos do sistema MK-9.

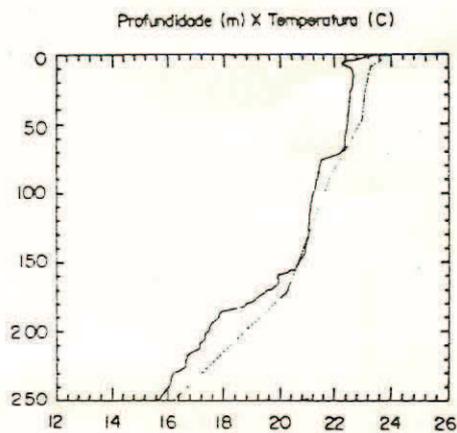


Fig. 6a

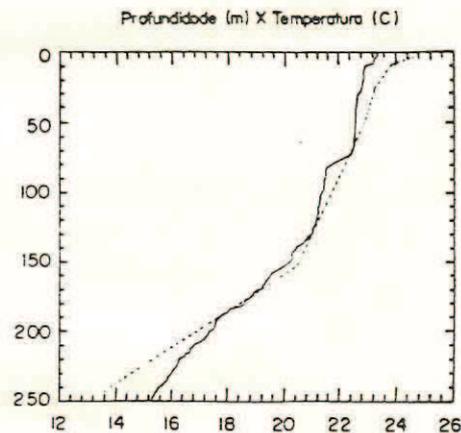


Fig. 6b

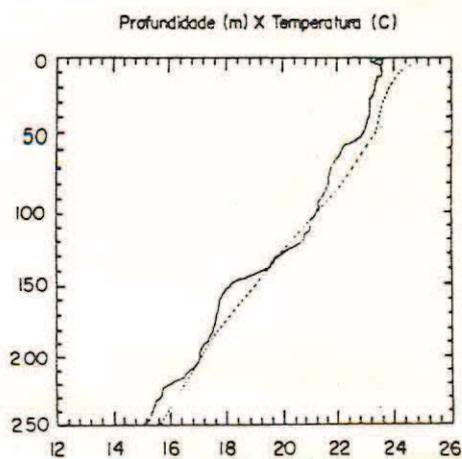


Fig. 6c

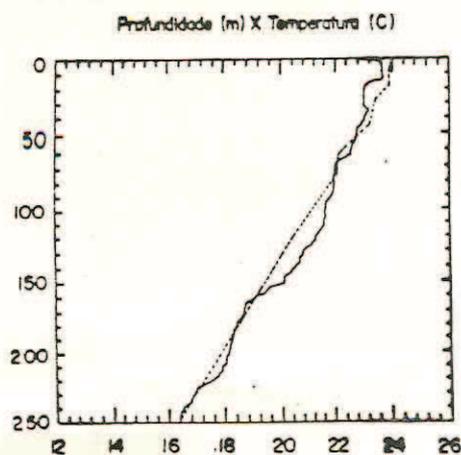


Fig. 6d

#### 4. SISTAT (Sistema Tático de Análise em Tempo Real das Características Acústicas do Perfil de Temperatura)

O objetivo fundamental do SISTAT seria automatizar a análise do perfil de temperatura, suprimindo seu caráter subjetivo e otimizando seu desempenho em termos de processamento (figura 7).

O SISTAT utilizaria ambiente computacional PC-compatível, acessando diretamente a interface do conversor AD do MK-9.

Basicamente, substituiria a interface "operador" nos seguintes processos:

- comunicação com sistemas de previsão de alcance SONAR;
- armazenamento de dados que caracterizam o perfil de temperatura, determinados através de análise objetiva, em meio físico para o BNDO;
- geração da mensagem AS-25.

Sua principal característica, no entanto, seria realizar a análise acústica básica para suportar a operação de sistemas SONAR, gerando informações tais como ocorrência de:

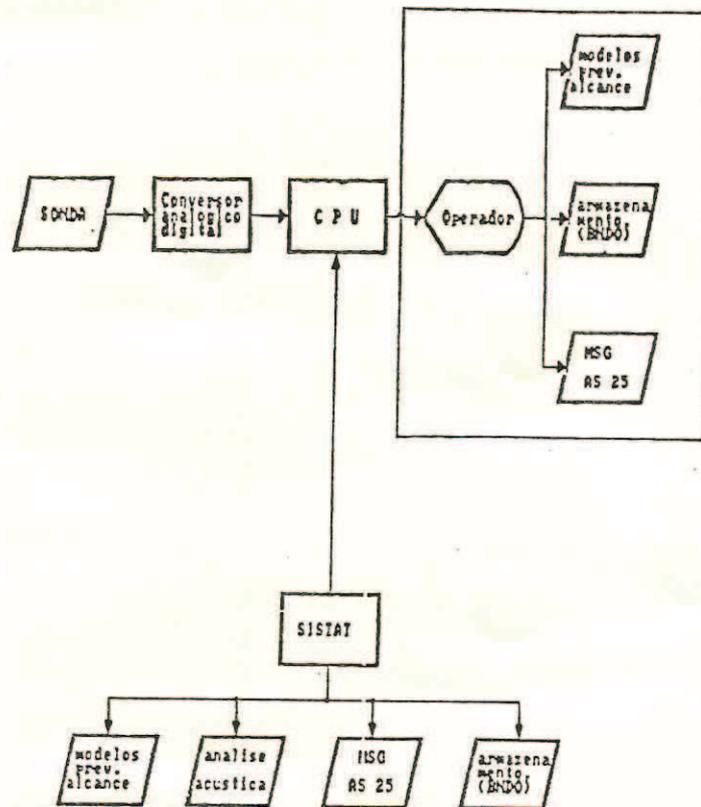


Fig. 7

### 5. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- [1] CLAY, C. S. & MEDWIN, H. *Acoustical oceanography: principles and applications*. John Wiley & Sons. 1977.
- [2] IEAPM. *Distribuição espaço-temporal de informações oceanográficas no quadro de Marsden 376*. IEAPM 301. 1986.
- [3] IEAPM. *Relatório de participação do IEAPM na comissão Pesquisex III*. IEAPM 311. 1988.
- [4] SIPPICAN OCEAN SYSTEMS, Inc. *MK-9 digital XBT-XSV system - operation/maintenance manual*. Sept. 1985
- [5] URICH, R. J. *Principles of underwater sound for engineers*. McGraw-Hill, 1967.

