

O Programa de Intercâmbio Ocean Acoustic Exploration – OAEX

Retrospectiva, o Experimento OAEX'10 e Perspectivas

CMG (RM1-T) *Marcus Vinícius da Silva Simões*
 Encarregado do Grupo de Acústica Submarina, M.Sc. Physical
 Oceanography-NPS/USN

SC-NS *Celso Marino Diniz*
 Encarregado da Divisão de Processamento de Sinais do IEAPM.



Fig.1: Congraçamento de encerramento do “Kickoff meeting’ em 2009.

Retrospectiva: O programa de Intercâmbio Ocean Acoustic Exploration (OAEX).

Fruto do firme objetivo da Direção deste Instituto e com a colaboração de diversos oficiais que labutam para que o IEAPM, a Marinha e o Brasil atinjam o estado-da-arte na acústica submarina, iniciou-se em 01 de fevereiro de 2009 o Programa de Intercâmbio Ocean Acoustic Exploration (OAEX).

Sob os auspícios da Marinha do Brasil e da Comissão Européia, por meio do Sétimo Programa - Quadro (FP7 – Frame Program) das Ações Marie Curie – People, dentro do programa internacional de intercâmbio de pesquisadores (IRSES-International Research Staff Exchange Scheme), o Programa OAEX foi elaborado com o objetivo de permitir a interação entre pesquisadores europeus, canadenses e brasileiros, de

forma a aumentar a colaboração e galgar os degraus tecnológicos e científicos para, especificamente, definir metodologias, tecnologias e procedimentos para a implementação de uma rede acústica de comunicação e monitoramento ambiental a ser integrada ao levantamento e monitoramento de estruturas marítimas críticas.

De forma a atingir este amplo objetivo principal, os intercâmbios focaram particularmente o seguinte:

1. A investigação da performance característica requerida para o monitoramento ambiental;
2. A definição de requisitos e sugestão de metodologia para implementação de uma rede genérica de monitoramento na região do Cabo Frio, Rio de Janeiro, Brasil;
3. A troca de experiências relativas aos requisitos, metodologias e algoritmos específicos para integração, transmissão de dados e infraestrutura geral da rede de monitoramento Canadense NEPTUNE; e

4. A realização de um experimento no sítio do Cabo Frio para geocaracterização do subfundo marinho, bem como teste e ajuste fino da performance para um sistema protótipo de monitoramento ambiental.

À parte o objetivo particular relativo à rede Neptune, que não teve o envolvimento do Instituto, o IEAPM participa ativamente dos demais, tendo cumprido com êxito total a etapa operacional sob sua responsabilidade, realizando a Comissão acústico-oceanográfica denominada “OAEX’10 Experiment” nas adjacências do Cabo Frio.

Desde seu marco inicial, em 1 de fevereiro de 2009, o projeto OAEX já transpôs várias etapas planejadas. Iniciado com um encontro de coordenadores e pesquisadores para definições de estratégias para execução dos objetivos ou “Kickoff meeting”(Fig.1), realizou, após 19 meses de projeto, o intercâmbio de oito pesquisadores do IEAPM, dois da UFRJ/COPPE, sete da Universidade do Algarve (UALG) e dois da Universidade Livre de Bruxelas(ULB), culminado o primeiro ano com um encontro para avaliação de resultados “I OEAX Workshop” (Fig.2) deste período de trabalho.

Após a realização dos intercâmbios durante o ano de 2010, iniciaram-se as atividades necessárias ao planejamento da comissão acústico-oceanográfica para o experimento OAEX’10 bem como a elaboração conjunta dos documentos pertinentes. Foram realizados os testes de equipamentos (“Engineering Test”), a montagem de um



Fig.2: Coordenadores e pesquisadores participantes do I Workshop do Programa OAEX – 2010.

documento consolidado de planejamento para comissão (“Test Plan”) e uma reunião preparatória para comissão, “Briefing”, dois dias antes do suspender para a comissão propriamente.

A Comissão “OAEX’10 Experiment”

No período de 18 à 22 de novembro de 2010, nas cercanias do Cabo Frio, foi coordenado pelo IEAPM, com a participação dos pesquisadores das instituições envolvidas e convidados, o experimento OAEX’10.

Objetivos

Como não poderia deixar de ocorrer, os objetivos do experimento OAEX’10 foram alinhados com os do programa de Intercâmbio OAEX. Contudo, para permitir que fossem atendidas as solicitações de parceiros convidados, como o Centro de Apoio a Sistemas Operativos - CASOP e o Instituto de Pesquisas

da Marinha - IPqM, objetivos adicionais foram incluídos sem prejuízo dos objetivos principais e visando à otimização plena dos meios envolvidos. O conjunto final de objetivos foi o seguinte:

- Investigação da performance característica requerida para o monitoramento ambiental por meio de estimativa e previsão acurada, tempo de resposta, banda e taxa de transmissão possíveis, resiliência, tempo de retardo, cobertura espacial e alcance máximo;
- Verificação do comportamento das transmissões de dados em canais acústicos submarinos em função da frequência de transmissão, modulação do sinal, geometria do canal, profundidade, propriedades ambientais (incluindo velocidade do som em função do espaço e tempo, batimetria, reverberação, ruído ambiente, etc.) e a distância do par fonte/receptor;



- Definição dos requisitos e sugestão de metodologias para implementação de uma rede genérica de monitoramento acústico em Cabo Frio, RJ;
- Desenvolver um modelo ambiental adequado para a região do Cabo Frio e realizar simulações usando dados pré-existentes fornecidos pelo IEAPM em conjunto com ferramentas computacionais e a expertise dos parceiros do projeto;
- Realizar medições do ruído de cavitação do U-14 para cômputo do invariante adiabático β na área teste;
- Realizar medições em apoio à validação e ao refinamento de modelos de previsão acústica clássicos com o Bellhop, Kraken e outros; e
- Realizar medidas de transmissão acústica, concomitantemente com o levantamento de dados oceanográficos de alta resolução, com a finalidade de validar as metodologias de tomografia acústica desenvolvidas no primeiro ano do projeto.

Descrição das operações

Foram realizadas, no decorrer dos quatro dias de comissão, diversas atividades científicas e de coleta de dados. Distribuídas ao longo deste período as tarefas abrangeram diversas áreas da acústica de forma a coletar a maior quantidade possível de informações, otimizando ao máximo a utilização dos meios empregados. Durante os dois primeiros dias, foi realizada uma

comissão oceanográfica, visando a detecção, localização e evolução da pluma de ressurgência, sendo esta atividade conjugada com medições acústicas para acompanhamento da pluma e sua influência na comunicação submarina. Esta atividade permitiu a validação do modelo oceanográfico Regional Ocean Modeling System – ROMS, especificamente adaptado para a região do experimento.

“A nossa “Plataforma Nacional Embarcado II”, nome dado ao nosso “Aspirante Moura” pelo Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT, copatrocinador de sua compra, realizou 100% das coletas planejadas em sua primeira comissão de medições acústicas submarinas e provou que está apto para realizar qualquer tarefa hidroacústica na Plataforma Continental Brasileira (PCB).”

Complementarmente, no segundo dia foram também executadas gravações para as atividades relacionadas com os experimentos visando a determinação do tipo de fundo e subfundo por métodos acústicos (geoacústica). No terceiro dia ocorreram gravações de sinais para determinação do parâmetro invariante adiabático β e, paralelamente, foram realizadas gravações para aferição e validação de modelos acústicos de propagação clássicos como Kraken, BellHop e outros; e finalmente, no quarto dia, foram efetuadas

gravações para determinação dos parâmetros para o cálculo da inversão acústica, quais sejam, tomografia (cálculo dos parâmetros oceanográficos da coluna d’água por métodos acústicos) e geoacústica já mencionados.

Meios e equipamentos

Os principais recursos disponíveis para a comissão foram o Aviso de Pesquisa “Aspirante Moura” e a Embarcação de Desembarque de Carga em Geral (EDCG) “Guarapari” .

Cabe aqui mencionar o total suporte dado ao experimento pelo Comando do 1º Esquadrão de Apoio (ComEsqdAp-1), por meio da Embarcação de Desembarque de Carga Geral (EDCG) L-10/GED 10 “Guarapari” e sua tripulação. A Guarapari superou em muito as expectativas na realização de sua primeira faina de caráter científico. A sinergia do setor operativo com a Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) mostrou-se eficaz e promissora. No jargão naval, um BZ (Excelente) para a “Guarapari” e sua tripulação.

Não com menos destaque, o nosso AvPq “Aspirante Moura” e sua tripulação demonstraram possuir toda aptidão e eficácia necessárias às fainas hidroacústicas. A nossa “Plataforma Nacional Embarcado II”, nome dado ao nosso “Aspirante Moura” pelo Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT, copatrocinador de sua compra, realizou 100% das coletas planejadas em sua primeira comissão de medições acústicas submarinas e provou que está apto para realizar qualquer tarefa hidroacústica na Plataforma Continental Brasileira (PCB).

O AvPq “Aspirante Moura” operou como navio transmissor e estava equipado com um transdutor acústico subaquático Lubell modelo LL-1424HP, um conversor de Impedâncias Lubell modelo AC1424HP, um amplificador de potência Harman CROWN modelo CDi2000, um hidrofone ITC modelo 1032, um GPS marca M.E. modelo ME-2000RW, um sensor de pressão com DATALOG (cedido pela UALG), um notebook HP modelo Compaq 6710b e um no-break com carga ampliada.

Já a EDCG Guarapari, equipada com uma linha vertical de 8 Hidrofones PI00-153-8229 espaçados de 3 metros entre si, um equipamento de aquisição de sinais Astro Med modelo DASH8HF-HS, um GPS marca M.E. modelo ME-2000RW, um notebook DELL modelo INSPIRON Pentium 4 Dual Core@2.16GHz, 3Gb RAM, HD 250Gb com Windows Vista Professional e um no-break com carga estendida executou a função de navio receptor dos sinais.

O posicionamento genérico para as atividades de emissão e recepção dos sinais foi como apresentado na figura 3.

Arranjo Experimental Acústico:

Para a realização do experimento, o arranjo dos equipamentos a bordo das embarcações seguiu o esquema demonstrado na figura 4 (transmissão) e na figura 5 (recepção).

Procedimentos durante o experimento:

O par Transmissão/Recepção

Após posicionamento das

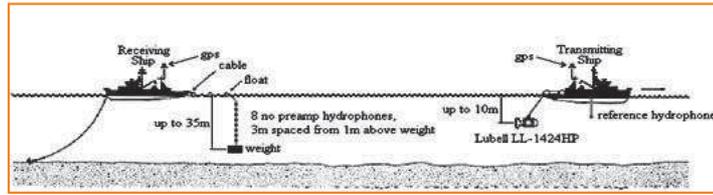


Fig.3: Esquema genérico de posicionamento do experimento.

embarcações e colocação da fonte de transmissão e da linha de hidrofones na recepção, configurou-se o equipamento de aquisição dos sinais de modo sincronizado com o GPS e entre os oito (8) hidrofones. Na transmissão, a sincronização do hidrofone de referência, dos tipos de sinais transmitidos e do sinal GPS permitiu o controle do par transmissão/recepção, fundamental para as medidas acústicas de todos os experimentos.

Para a gravação do ruído de cavitação manteve-se a L-10

fundeada e o AvPq “Aspirante Moura” afastando-se com toda máquina à vante, em uma derrota paralela à proa da L-10, até o desaparecimento do sinal.

Para o experimento geoacústico repetiu-se o esquema da figura 3, com a configuração já mencionada do par transmissão/recepção, tendo um testemunho geológico já coletado e analisado posicionado entre as embarcações. As medições acústicas foram realizadas entre as duas embarcações sendo o tipo de fundo inferido pelo testemunho já analisado.

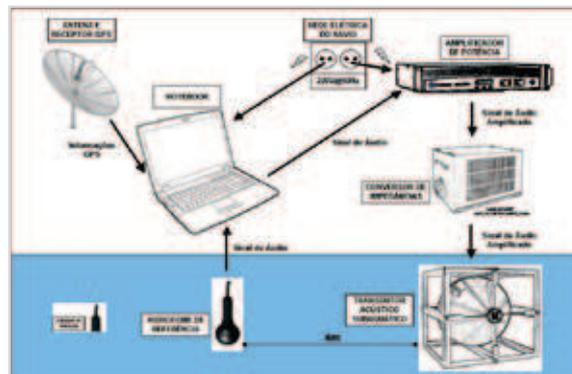


Fig.4: – Esquema de ligação dos equipamentos de transmissão

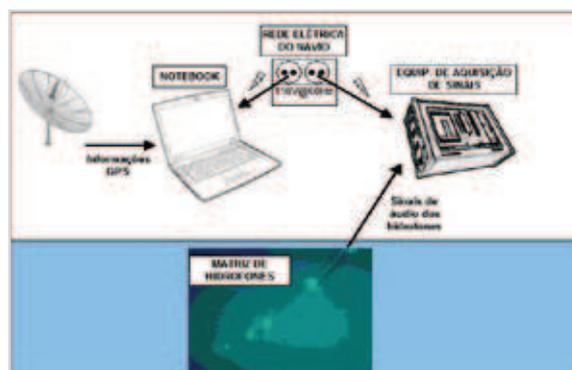


Fig.5: – Esquema de ligação dos equipamentos de recepção

Os dados obtidos no experimento estão sendo analisados e alguns resultados preliminares promissores podem ser vistos nas figuras de 6 a 10.

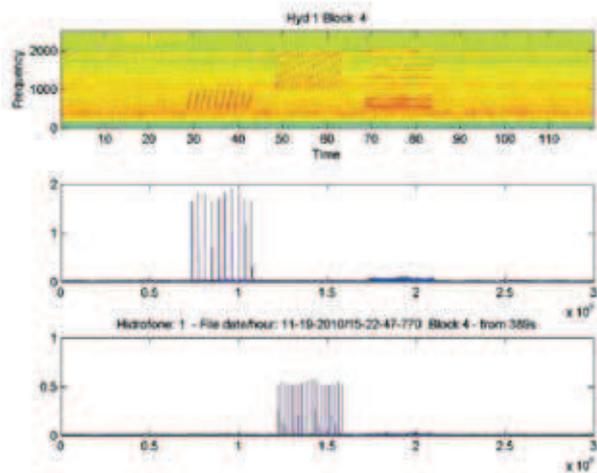


Fig.6: – Espectrograma e análise da amplitude dos sinais recebidos no experimento de monitoramento da ressurgência, onde está evidenciado o recebimento dos sinais transmitidos e quantificada a sua amplitude.

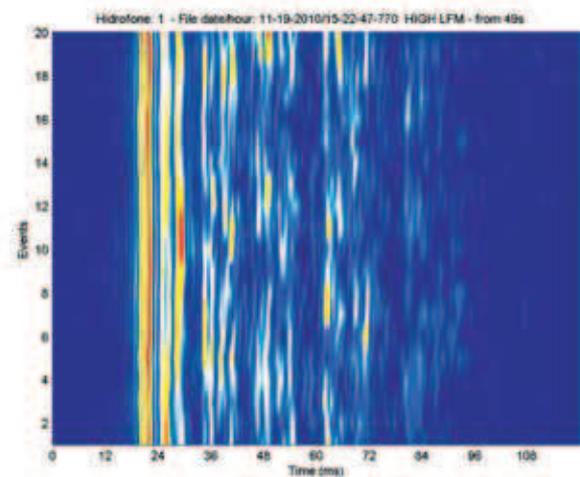


Fig.7: Intensidade e atraso dos sinais recebidos e seus ecos no experimento de monitoramento da ressurgência. Nela podemos ver a comparação do tempo de chegada de vários sinais transmitidos até a linha de hidrofones, além dos ecos causados pela reflexão deste sinal.

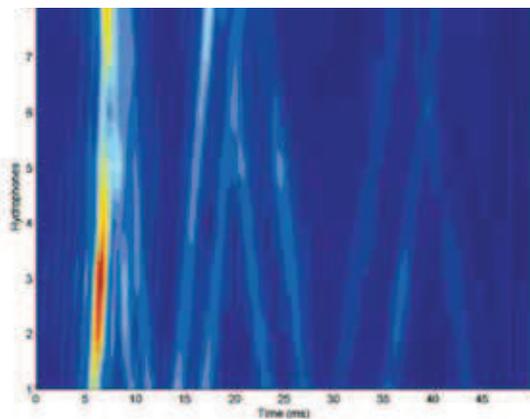


Fig.8: Perfil vertical de propagação do som, no qual é possível a análise individual e conjunta dos sinais recebidos utilizando-se todos os componentes da linha de hidrofones. Este tipo de análise é bastante útil para a caracterização do meio, evidenciando a dependência da velocidade e amortecimento da propagação do som em relação à profundidade.

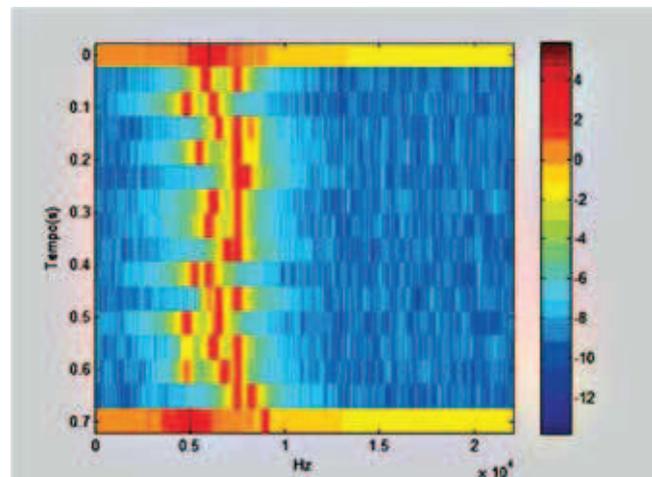


Fig.9: Espectro do sinal transmitido no experimento de comunicações submarinas.

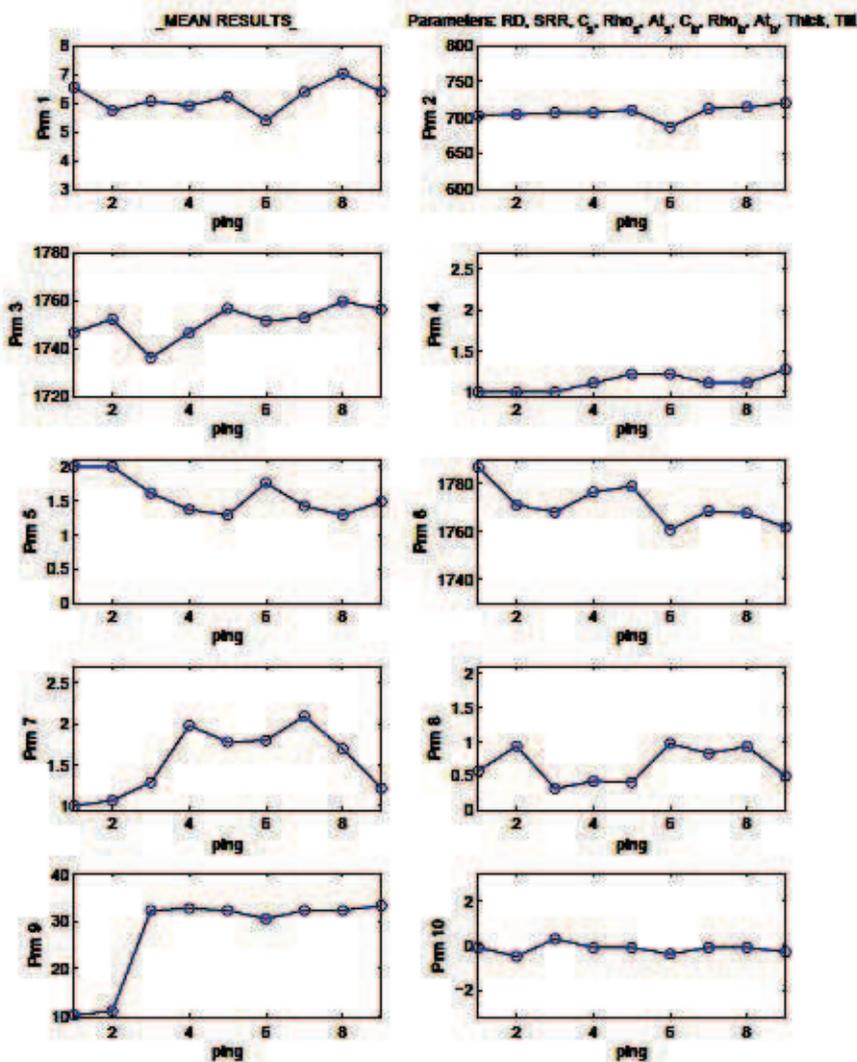


Fig.10: Parâmetros estimados por meio da técnica de inversão geoacústica para caracterização do fundo e dos parâmetros geométricos.

Perspectivas

A análise preliminar dos dados da comissão acústico-oceanográfica mostrou-se promissora e será avaliada por completo em seminário previsto para julho de 2011, a ser realizado na Universidade do Algarve(UALG).

A produção do relatório de dados ou "Data Report", instrumento que organiza e arquiva todas as informações, dados, procedimentos e configurações necessários às futuras análises e publicações, tem data de prontificação prevista para maio de 2011 e será fundamental para os trabalhos futuros dentro do Programa OAEX e para as atividades dos que labutam com acústica submarina na MB.

O Programa, em seu último ano, terá que avaliar, processar e preparar para publicação todos os resultados obtidos durante os intercâmbios e na Comissão OAEX'10. A avaliação preliminar, prevista para seminário em julho de 2011, permitirá inferir o real potencial científico e qualidade dos dados coletados.

Com término e entrega do relatório final previstos para fevereiro de 2012, o programa de intercâmbio OAEX terá, em dezembro de 2011, seu último seminário. Este evento demandará grande esforço e aplicação dos pesquisadores envolvidos, em virtude da complexidade dos trabalhos e volume de dados levantados.

Com os promissores resultados preliminares do programa de intercâmbio OAEX em conjunto com a materialização do Grupo de Acústica Submarina no IEAPM e a sinergia entre as Organizações Militares e Instituições Civis atuantes na área, podemos vislumbrar um rumo seguro e firme para a hidroacústica no IEAPM, na Marinha e no Brasil.

Bons ventos aos embarcados nesta singradura.