



RUÍDO AMBIENTAL SUBMARINO E PARÂMETROS GEOACÚSTICOS DE FUNDO: PROPOSTA PARA UM SISTEMA DE ARMAZENAMENTO E CONSULTA

Houston dos Santos Fernandes
Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira – IEAPM, Av. Kioto nº, 253
CEP: 28930-000 Arraial do Cabo – RJ, Brasil
houstonfernandes@gmail.com

Marcus Vinícius da Silva Simões
Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira – IEAPM, Av. Kioto nº, 253
CEP: 28930-000 Arraial do Cabo – RJ, Brasil
simoes@ieapm.mar.mil.br

Fabio Contrera Xavier
Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira – IEAPM, Av. Kioto nº, 253
CEP: 28930-000 Arraial do Cabo – RJ, Brasil
contrera@ieapm.mar.mil.br

Resumo:

O trabalho apresenta dois esquemas de banco de dados em apoio aos modelos acústicos submarinos, um para gerenciamento de parâmetros geoacústicos (Banco de Dados Geoacústicos Submarinos-BDGS) e outro para ruído ambiental submarino (Banco de Dados de Ruído Acústico Submarino-BDRAS). Ambos tiveram sua modelagem conceitual desenvolvida na metodologia orientada a objeto utilizando a notação UML v.2.0 - Unified Modeling Language e sua implementação realizada na linguagem PHP(Personal Home Page) utilizando o Sistema Gerenciador de Banco de Dados Objeto-Relacional PostgreSQL v.9.1. O BDRAS armazena e disponibiliza para processamento à posteriori o ruído ambiental submarino, seu espectro e os metadados associados. Já o BDGS armazena os parâmetros oriundos da análise de testemunhos geológicos do subfundo marinho, com o objetivo de prover os modelos acústicos submarinos uma melhor caracterização geoacústica da camada limite inferior. As informações são apresentadas aos usuários em cartas náuticas no formato de imagem de forma interativa e de fácil manuseio. Em última análise, os dois sistemas buscam contribuir para a eficácia dos modelos acústicos submarinos, fornecendo bases de dados para o computo do perfil de velocidade do som no subfundo marinho e para o cálculo da relação sinal/ruído - SNR e das perdas na propagação da energia acústica no mar.

Palavras-chave: *Acústica Subaquática; Acústica Submarina; Geoacústica; Ruído Ambiental Submarino; Banco de Dados Acústicos Submarinos; Monitoramento de Ruído Ambiental Submarino.*

Abstract:

The main goal of this paper is to present two database schemes development to support underwater acoustic prediction models. The first, for geoacoustic parameters management (Underwater Geoacoustics Database – BDGS) and the second for underwater environment noise storage (Underwater Acoustic Environmental Noise Database - BDRAS). Both databases have their conceptual modeling methodology developed in object-oriented notation using UML v2.0 – Unified Modeling Language, with coding done in PHP (Personal Home Page) programming language using PostgreSQL v9.1 Object-Relational Database Management Software. BDRAS stores and supply for post processing underwater environmental noise, its spectrum and associated metadata. The BDGS stores parameters derived from geological analysis of seabed cores aiming to provide a

better seabed layer geoacoustic sediment characterization for underwater acoustic prediction models. All information is presented in nautical chart images to be used in a user friendly interface. The bottom line of the two systems development is to contribute to underwater acoustic model effectiveness, providing databases to compute the sound speed in the ocean bottom layer and a most accurate signal/noise-ratio (SNR).

Keywords: *Underwater Acoustics; Geoacoustics; Underwater Environmental Noise; Database Modeling; Underwater Acoustic; Underwater Noise Monitoring*

1. Introdução

As atividades na área acústica submarina vêm crescendo significativamente nos últimos anos dentro do Grupo de Acústica Submarina do Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira – GAS/IEAPM. Atualmente, em apoio à estas atividades, o número de experimentos vêm aumentando e têm como objetivo o desenvolvimento das comunicações acústicas submarinas na Marinha do Brasil - MB. Tais aplicações demandam pleno conhecimento do comportamento espaço-temporal do canal acústico submarino e de suas fronteiras superior e inferior. Além disso, a performance de instrumentos marinhos, em termos de detecção ou comunicação submarina, é afetada pelo ruído ambiental (PIENG 2004), bem como pela interação com o subfundo marinho. Na busca deste conhecimento o GAS, por meio do projeto para estudo Propagação da Energia Acústica no Ambiente Submarino – PROPENERG, implementou dois Bancos de Dados: O Banco de Dados Geoacústico Submarino – BDGS e Banco de Dados de Ruído Acústico Submarino – BDRAS, com capacidade de armazenar e recuperar um volume considerável de informações brutas sobre o canal acústico submarino, assoalho e subfundo marinho visando apoiar os experimentos e modelos acústicos em uso pelo Grupo.

O BDGS é um sistema que foi construído para gerenciar e disponibilizar parâmetros geoacústicos de fundo marinho, sendo possível importar os dados analisados por um perfilador acústico e também armazenar os parâmetros granulométricos do sedimento. Com os dados analisados, é possível gerar gráficos de perfis de velocidade do som para cada análise dos testemunhos.

O BDRAS é um sistema que foi desenvolvido para gerenciar dados de monitoramento acústico submarino realizado pelo GAS, permitindo armazenar gravações realizadas por monitoramento de ruído ambiental submarino e espectrogramas gerados após análise do ruído.

2. Metodologia

A modelagem conceitual dos sistemas utilizou-se da metodologia orientada a objeto com a notação UML, gerando diagramas estruturais e comportamentais com o objetivo de oferecer múltiplas visões do sistema a ser modelado (GUEDES 2004). O diagrama de casos de uso do BDGS é mostrado na figura 1.

Ademais, sendo o Modelo Entidade Relacionamento-MER, a base para o desenvolvimento de sistemas orientados a objetos (MACHADO 1996), foi também desenvolvido e implementado um modelo de dados no Sistema Gerenciador de Banco de Dados-SGBD PostgreSQL para atender às necessidades dos sistemas.

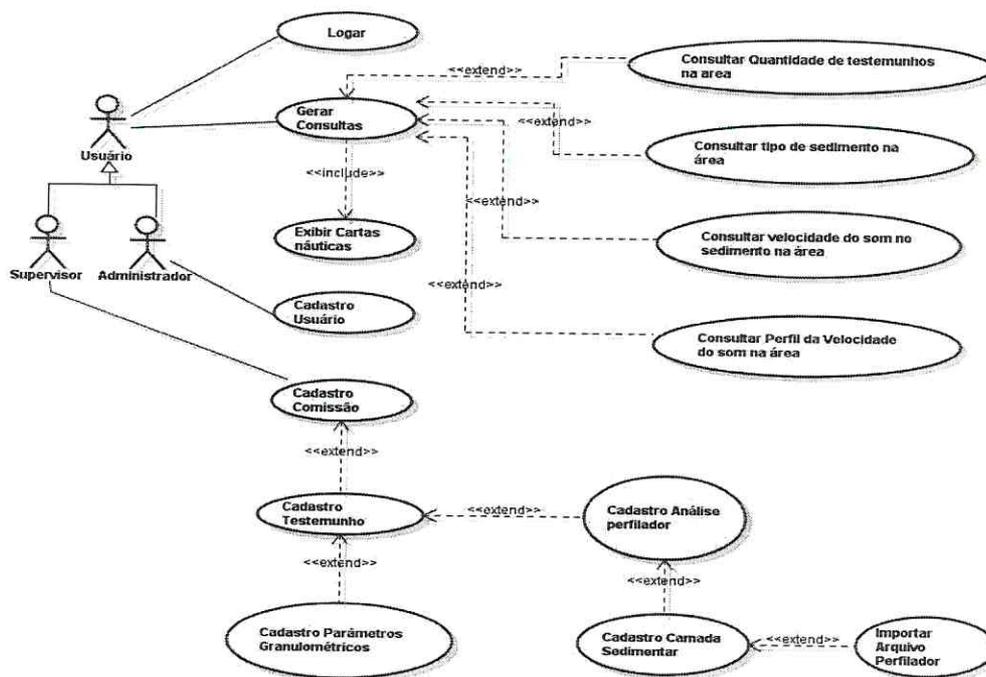


Figura 1 – Diagrama de casos de uso – BDGS

3. Desenvolvimento

3.1 – Interface

A interface de consulta foi desenvolvida na linguagem PHP v.5.3.8, de modo a termos um aplicativo cliente leve, portátil e para ambiente de rede local, executado num servidor com SGBD PostgreSQL v.9.1, rodando sobre o sistema operacional Windows 7, e ainda, utilizando-se de um servidor de aplicações APACHE v.2.2.22 e protocolo de transferência HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*). Visando a apresentação em um navegador *web*, com funcionalidades similares a de um Sistema de Informações Geográficas – SIG, foram carregadas e georreferenciadas as cartas náuticas que abrangiam as regiões de coleta de dados. Buscou-se ainda, maior produtividade no desenvolvimento da interface de consulta utilizando-se códigos preexistentes no *toolkit Framework CodeIgniter*; e uma melhor experiência para o usuário utilizando-se recursos AJAX (*Assynchronous Javascript and XML*) e a biblioteca jQuery em *Javascript*.

Optou-se por este tipo de interface, de modo a propiciar aos usuários de modelos acústicos uma interface via *WEB/LAN*, com fácil georreferenciamento dos pontos de transmissão, recepção e coleta de dados (geoacústicos e ruído ambiental), de modo a fornecer a situação geográfica e ambiental da aplicação do modelo.

3.2 - Implementação do MER

O modelo conceitual do MER buscou representar todos os parâmetros medidos e indiretos de uma análise de testemunho, contemplando: a camada sedimentar; os parâmetros granulométricos; tença; situação espaço temporal de coleta; e tipo de equipamento utilizado. Devido a diferentes tipos de usuários do sistema, o projeto conceitual do MER contemplou ainda o acesso por níveis, de modo a não permitir que inclusões ou alterações espúrias fossem realizadas por usuários não autorizados.

Para implementação da modelagem lógica dos Bancos de Dados utilizou-se a ferramenta DB

Designer v.4.0 gerando-se os diagramas Entidade-Relacionamento-ER com as respectivas tabelas, relacionamentos, chaves, atributos e regras (Figuras 2 e 3), sendo a modelagem física implementada usando-se diretamente os recursos do PostgreSQL.

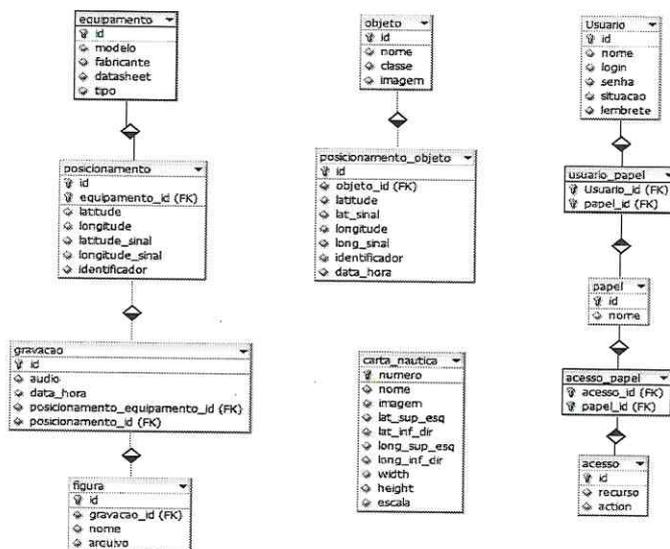


Figura 2 – MER BDRAS

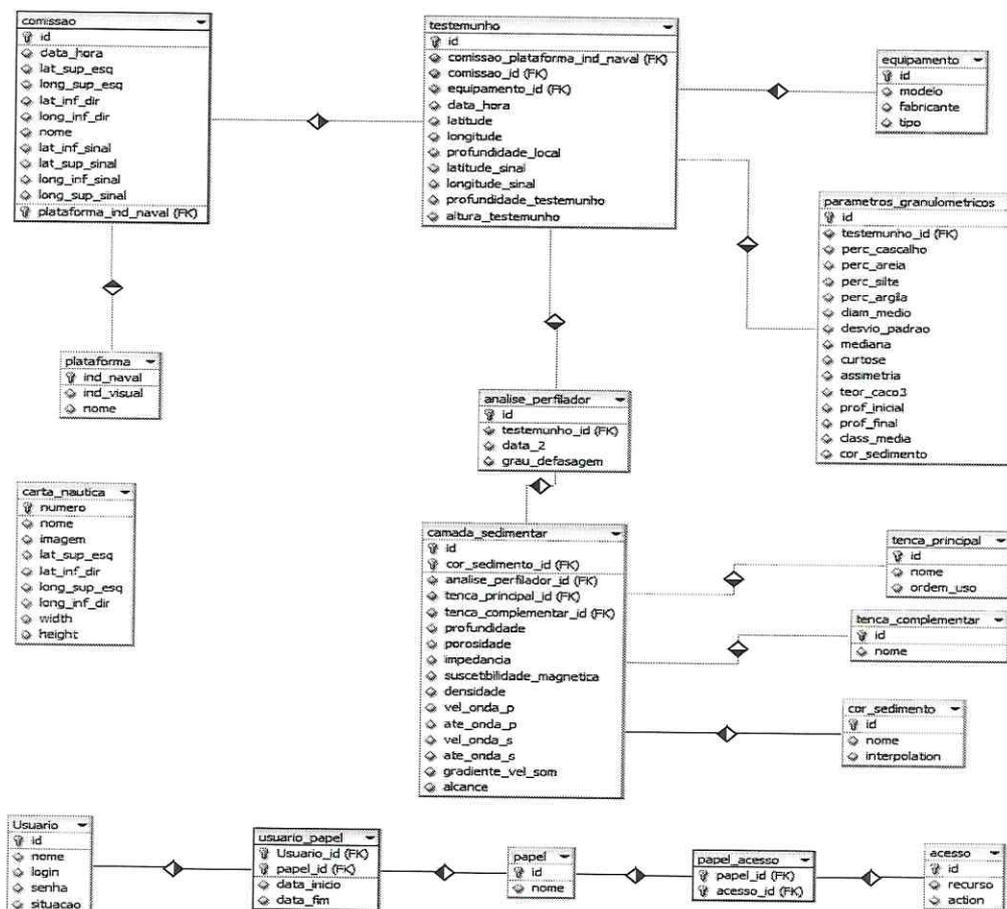


Figura 3 – MER BDGS

3.3 - Carga de dados

Os sedimentos foram coletados em comissões realizadas nas proximidades do Cabo Frio utilizando-se testemunhadores do tipo *Piston Corer*. Os dados geoacústicos foram obtidos por meio da análise de testemunhos geológicos (granulometria) e da importação de arquivos no formato ASCII com os parâmetros oriundos de um perfilador acústico do tipo *Multisensor Core Logger*, da empresa GEOTEK (cedido pela LAGEMAR da UFF), sendo obtidos dados como: tença, porosidade, impedância, suscetibilidade magnética, densidade, velocidade da onda primária, atenuação da onda primária nas diversas profundidades (conforme o comprimento dos testemunhador).

Inicialmente para a importação dos arquivos do perfilador foi identificado seu padrão, sendo um arquivo formado por: cabeçalho, parâmetros analisados, seção de calibração e seção de análise. Foi criado ainda um módulo no BDGS para interpretação dos arquivos do perfilador, no qual um arquivo é carregado no servidor e em seguida lido, interpretado e validado. Após a validação são apresentadas ao usuário as informações do arquivo de forma organizada para armazenagem, sendo permitido incluir várias análises para o mesmo testemunho como, por exemplo, análises efetuadas em datas diferentes.

Com o objetivo de monitorar o ruído ambiental submarino nas proximidades da Enseada do Forno, Praia dos Anjos, Porto do Forno e áreas adjacentes ao IEAPM foram instalados três hidrofones, ligados por cabo até o Laboratório de Acústica, sendo utilizados hidrofones da *International Transducer Corporation*, modelos ITC-6080C, na faixa de frequências 0.015 a 55kHz, e, ITC-8073, na faixa de frequências 0.005 a 70kHz, conectados via cabos hidroacústicos, da marca DRAKA modelo TSS-2 até o Laboratório de Acustica do IEAPM (Figura 4).



Figura 4 – Posicionamento dos Hidrofones

No período julho de 2008 até junho de 2013 foram realizadas diversas gravações em arquivos no formato .wav, sendo as gravações feitas simultaneamente a cada uma hora, durante 24 horas, tendo cada gravação aproximadamente dez minutos de duração, perfazendo um total aproximado de 14Gb de dados até a presente data, que irão popular o BDRAS juntamente com as análises realizadas.

Após a verificação da data e hora os arquivos de gravação são armazenados pelo servidor no BDRAS com a data e hora sendo usadas em parte de seu nome e estarão associados, juntamente com o seu posicionamento em um registro do banco de dados. Da mesma forma, as figuras associadas aos espectros são armazenadas no banco, de forma que numa consulta todos esses dados

sejam apresentados.

3.3 Consultas

No sistema de consulta do BDRAS, a recuperação dos dados para pós-processamento do sinal pode ser realizada direto na carta náutica, via seleção do ícone do hidrofone e informando-se o período desejado (Figura 5).

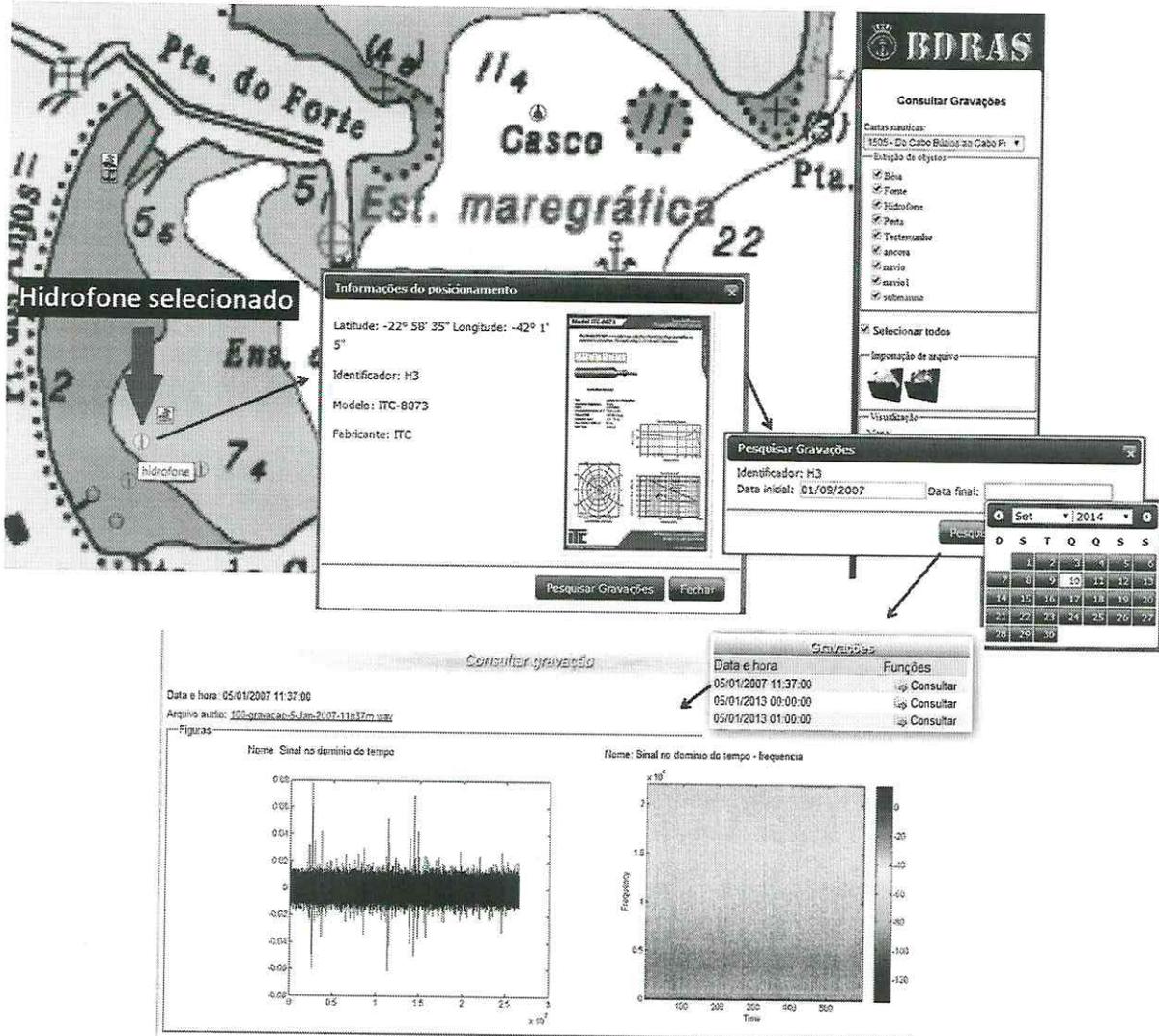


Figura 5 – Exemplo de consulta no sistema BDRAS

Já no sistema de consulta do BDGS podemos obter os parâmetros geoacústicos de dois modos: numa seleção feita por área; ou pelo menu com o nome da comissão que realizou levantamentos geoacústicos (Figura 6). O BDGS possui ainda as funcionalidades de exportação dos resultados das consultas em formato ASCII e plotagem do perfil de velocidade do som encontrado nos testemunhos, de modo a facilitar a carga destes parâmetros em aplicativos que implementem modelos acústicos submarinos.

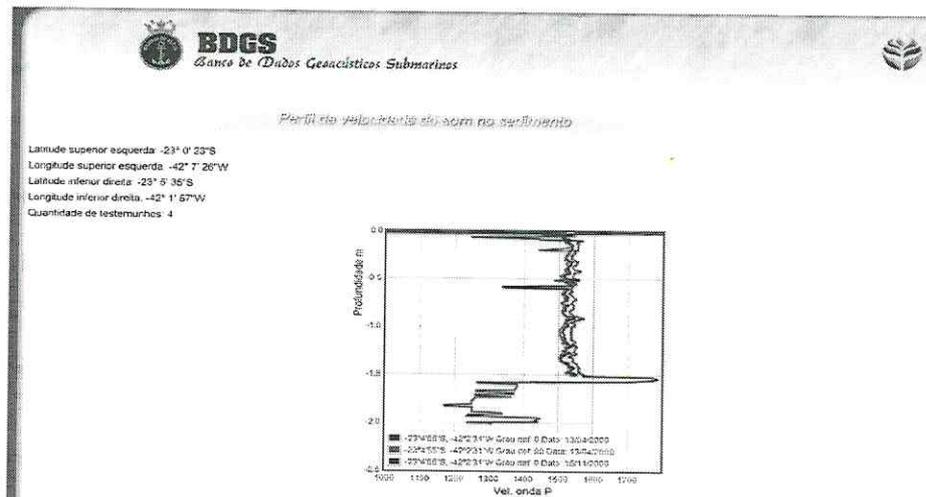


Figura 6 – Sistema BDGS - Plotagem do perfil de velocidade do som no testemunho com diferentes análises.

4. Conclusão

Os sistemas apresentados fazem parte das ações do projeto PROPENERG, contratado pelo Comando de Operações Navais ao IEAPM. Tais ações visam obter uma melhor compreensão da propagação da energia acústica no mar e melhor caracterização do canal acústico submarino, usando como área piloto a região do Cabo Frio. Os sistemas apresentados estão contribuindo significativamente na determinação do perfil de velocidade do som no subfundo marinho e no computo das perdas sazonais na propagação no canal acústico submarino, permitindo um aumento considerável na eficácia dos modelos utilizados no GAS e aplicados na região.

Outrossim, os sistemas além de servirem de base para novos projetos, estão preparados para o aporte de dados oriundos da diversificação espacial na coleta de testemunhos e de ruído ambiental submarino por toda a costa brasileira, o que aumentará o conhecimento das características ambientais nas áreas de operação da MB e contribuirá para maior eficácia no emprego do Poder Naval nas Águas Jurisdicionais Brasileiras.

Referências

GUEDES, T. A. G. **UML - Uma abordagem prática**. São Paulo: Novatec, 2004.

MACHADO, F. N. R.; ABREU, M. P. **Projeto de Banco de Dados: uma visão prática**. São Paulo: Érica, 1996

PIENG, T. S et al. **Development of a Shallow Water Ambient Noise Database**, IEEE: Underwater Technology 2004 International Symposium on, disponível em: <ieeexplore.ieee.org> Acesso em : 10 AGO. 2014.