

boletim **SBGf**

Publicação da Sociedade Brasileira de Geofísica
Número 2, 2008

Geofísica e Geologia Marinha

Associada às áreas de engenharia, mineração e meio ambiente, a comunidade científica busca ampliar seus conhecimentos do subsolo marinho e de suas potencialidades



Treinamentos sob demanda

EDITORIAL, PÁG. 2

A investigação sísmica de áreas
submersas rasas ARTIGO TÉCNICO, PÁG.11

Treinamentos sob demanda

A geofísica é uma ferramenta de grande importância na exploração de recursos naturais, em especial de hidrocarbonetos através da sísmica. A crescente demanda por recursos energéticos aliada ao alto custo do barril de petróleo tem tornado o setor extremamente aquecido nos últimos anos. A abertura do setor de petróleo no Brasil propiciou a entrada de outras empresas, tanto internacionais como brasileiras, num mercado até então de exclusividade da Petrobras.

Em consequência, está havendo uma grande demanda por recursos humanos especializados, ou seja, profissionais qualificados em todas as áreas envolvidas na exploração e exploração de hidrocarbonetos, não só pela Petrobras, ainda a maior recrutadora do mercado, mas também pelas novas empresas que atuam no Brasil. Na área da geofísica, sobretudo da sísmica, a demanda por profissionais para aquisição, processamento e interpretação de dados, tanto na fase exploratória como explotatória, tem sido intensa nos últimos anos e a previsão é de que se estenda ainda por um bom tempo.

Essa demanda por profissionais qualificados tem chamado a atenção do segmento educacional com a criação de quatro cursos de graduação em geofísica nos últimos anos, que juntamente com os dois outros já existentes, criados na década de 80 e 90, resultam em seis cursos de graduação em geofísica no Brasil. A média de graduados está em torno de 20 por ano, visto que os cursos mais recentes ainda não completaram cinco anos.

Cursos, treinamentos e palestras estão sendo programados pela SBGf, inclusive a pedido de empresas de petróleo e de serviços de geofísica, que precisam recrutar talentos para os seus quadros. Há muita gente jovem no mercado e muito trabalho acontecendo. Existe uma demanda grande por treinamento. Foi solicitada, pelas empresas, a programação de cursos de aquisição, processamento e interpretação de sísmica e a SBGf quer colaborar nesse sentido.

DIRETORIA DA SBGf

Presidente

Edmundo Julio Jung Marques (OGX)

Vice-presidente

Jorge Dagoberto Hildenbrand (Fugro)

Diretora Geral

Ana Cristina Fernandes Chaves Sartori (Geosoft)

Diretor Financeiro

Neri João Boz (Petrobras)

Diretor de Relações Institucionais

Carlos Eiffel Arbex Belem (Ies Brazil Consultoria)

Diretora de Relações Acadêmicas

Marcia Ernesto (IAG-USP)

Diretor de Publicações

Jurandyr Schmidt (Schmidt & Associados)

Conselheiros

Eduardo Lopes de Faria (Petrobras)

Ellen de Nazaré Souza Gomes (UFPA)

José Agnelo Soares (UFCG)

José Humberto Andrade Sobral (INPE)

Patricia Pastana de Lugão (Stratallmage)

Paulo Roberto Porto Siston (Petrobras)

Paulo Roberto Schroeder Johann (Petrobras)

Renato Lopes Silveira (ANP/BDEP)

Ricardo Augusto Rosa Fernandes (Petrobras)

Sergio Luiz Fontes (Observatório Nacional)

Secretário Divisão Centro-Sul

Marcos Antônio Gallotti Guimarães (Petrobras)

Secretário Divisão Sul

Otávio Coaracy Brasil Gandolfo (IPT)

Secretário Divisão Nordeste Meridional

Marco Antônio Pereira de Brito (Petrobras)

Secretário Divisão Nordeste Setentrional

Aderson Farias do Nascimento (UFRN)

Secretário Divisão Norte

Cícero Roberto Teixeira Régis (UFPA)

Editor-chefe da Revista Brasileira de Geofísica

Cleverson Guizan Silva (UFF)

Secretárias executivas

Ivete Berlice Dias

Luciene Camargo

Coordenadora de Eventos

Renata Vergasta

BOLETIM SBGf

Editora-chefe

Adriana Reis Xavier

Jornalista responsável

Fernando Zaider (MTb n. 15.402)

Projeto gráfico e Diagramação

Magic Art Comunicação

Tiragem: 2.500 exemplares

Distribuição restrita

O Boletim SBGf também está disponível no site www.sbgf.org.br

Sociedade Brasileira de Geofísica - SBGf

Av. Rio Branco 156, sala 2.509

20040-003 - Centro

Rio de Janeiro - RJ

Tel/Fax: (55-21) 2533-0064

sbgf@sbgf.org.br

CONFIRA NESTA EDIÇÃO:

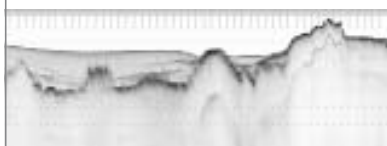
3 CURSOS E EVENTOS

- SEG/EAGE DISC no Brasil
- Fórum SBGf 2008: Campos maduros
- III Simpósio Brasileiro de Geofísica
- O Método GPR
- Encontro de estudantes paulistas

4 e 5 NOTAS

- Sismo tectônico
- Ligados em tecnologia de ponta
- O Brasil no PDAC 2008
- ON incentiva mulheres nas geociências
- SBGf na Reunião Anual da SBPC
- Trindade é diplomado na ABC
- Fugro amplia foco em Métodos Potenciais
- IAG/USP recebe calouros
- Inscrições para Pós em Geofísica

ESPECIAL Geofísica aplicada no fundo do mar



- Apoio a hidrocarbonetos
- Levantamentos pré-instalação
- Qualificação e treinamento
- Batimetria multifreixo
- Potencial mineral
- Oportunidades de estágio
- Patrimônio comum da humanidade

20 AGENDA

Os eventos de interesse da comunidade geofísica

Cursos e eventos dinamizam a Sociedade

SEG/EAGE DISC NO BRASIL

Com patrocínio da SBGf, da SEG e da EAGE, será realizado no dia 19 de junho, no Flórida Hotel, no Rio de Janeiro, o curso SEG/EAGE DISC (Distinguished Instructor Short Course). O curso intitulado "Reservoir Geophysics: Applications" será ministrado em inglês pelo Dr. William L. Abriel, consultor geofísico da Chevron, em San Ramon, Califórnia (EUA). O curso foi projetado para examinar e ilustrar a dependência dos dados de geologia e engenharia nas aplicações de geofísica durante a gerência de reservatórios e para expor aos participantes a variedade de ferramentas geofísicas usadas no trabalho de reservatório. A ficha de inscrição e o programa estão disponíveis no *website* www.sbgf.org.br. O curso tem limitação de 100 vagas.

III SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOFÍSICA

Os interessados em submeter trabalhos científicos para o III Simpósio Brasileiro de Geofísica (SimBGf) têm até 30 de junho para enviar os resumos expandidos ao comitê técnico do evento, que será realizado entre 26 e 28 de novembro, no Hotel Crowne Plaza, em Belém (PA). Estão previstas sessões técnicas sobre Métodos Sísmicos, Métodos Elétricos e Eletromagnéticos, Métodos Gravimétricos e Magnéticos, Geofísica de Poço, Geofísica Marinha Aplicada, Sísmica Passiva e Novas Aplicações Geofísicas. Serão realizados quatro minicursos nas áreas de Métodos Sísmicos, Métodos Eletromagnéticos, Métodos Potenciais e Geofísica de Poço com carga horária de seis horas cada. Informações no *site* <http://simposio.sbgf.org.br>.



GROUND PENETRATING RADAR (GPR)

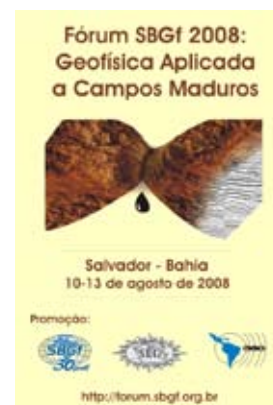
Pelo segundo ano consecutivo, o Dr. Jandyr de Menezes Travassos (Observatório Nacional) ministrará na sede da SBGf, no Rio de Janeiro, o curso "O Método GPR". Será nos dias 26 e 27 de junho. A ficha de inscrição e o programa estão disponíveis no *site* www.sbgf.org.br.

ENCONTRO DE ESTUDANTES PAULISTAS

O II Encontro de Alunos de Geofísica Aplicada das Universidades Paulistas (EAGAUP) que será realizado no IAG/USP nos dias 11 e 12 de setembro conta com o apoio da Regional Sul da SBGf. O objetivo é integrar os alunos de geofísica aplicada do IMECC-UNICAMP, IG-UNICAMP, IGc-USP, EESC-USP, IAG-USP e de outras instituições, no intuito de divulgar seus trabalhos. Os resumos com até 300 palavras devem ser submetidos até 15 de agosto através do *e-mail* eagaup@yahoo.com.br. As apresentações serão divididas nas grandes áreas de Aquisição, Processamento, Modelagem e Estudos de Caso. Informações pelo *site* www.iag.usp.br.

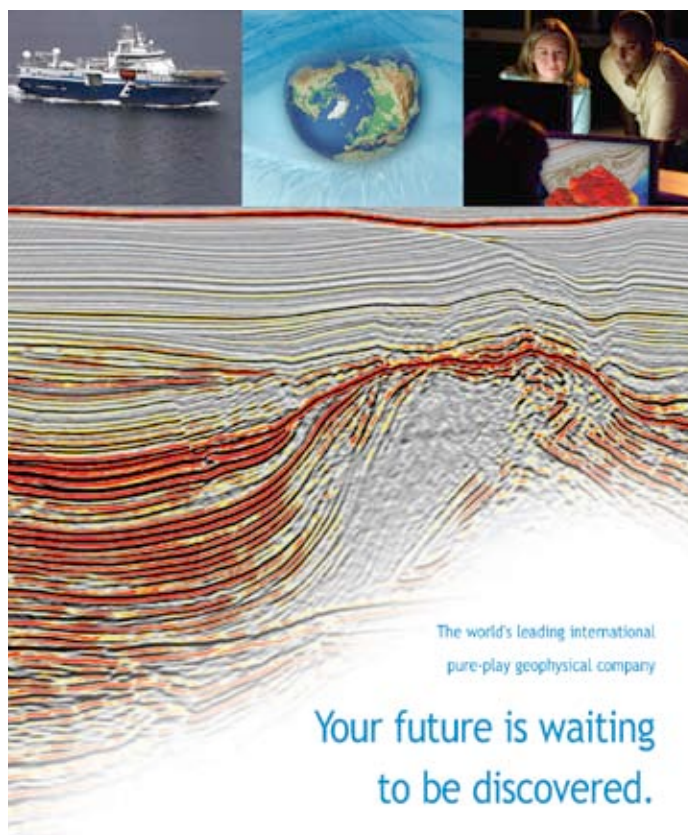
FÓRUM SBGf 2008: CAMPOS MADUROS

Estimular a discussão e a troca de experiências entre os geocientistas que trabalham na melhoria da produção em campos maduros. Este é o objetivo do Fórum "Geofísica Aplicada a Campos Maduros", que a SBGf realizará no período de 10 a 13 de agosto, no Fiesta Bahia Hotel, em Salvador (BA). Promovido em conjunto com a SEG e a Unión Latinoamericana de Geofísica (ULG), o evento deverá reunir cerca de 150 participantes, oriundos das principais empresas



de petróleo e serviços de geofísica do Brasil e do exterior, para apresentarem exemplos de campos marítimos e terrestres da América do Sul, Golfo do México, Mar do Norte, Oriente Médio e Rússia, entre outros.

Os trabalhos deverão ser submetidos em inglês, língua oficial do evento. Os interessados devem preencher formulário no *site* <http://forum.sbgf.org.br> declarando a intenção de participar e apresentar trabalho. Caso a participação seja aprovada pelo comitê, posteriormente serão enviadas instruções para efetuar a inscrição.



NOTAS

SISMO TECTÔNICO

O Laboratório de Sismologia do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo (IAG/USP) classificou como moderado o tremor de terra ocorrido no dia 22 de abril na Plataforma Continental em frente ao litoral de São Paulo. O chamado Sismo de São Vicente atingiu a magnitude de 5,2 pontos na escala Richter e assustou grande parte da população da Baixada Santista, a primeira a sentir seus efeitos devido à proximidade do epicentro. O sismo ocorreu a cerca de 200 km da costa do Estado de São Paulo.

Segundo o professor Marcelo Assumpção, do Departamento de Geofísica do IAG/USP, análises preliminares do sismo de São Vicente indicam tratar-se de um falhamento reverso com componente de transcorrência. Como todas as estações próximas estão de um lado só do epicentro (no continente), a cobertura de dados não é muito boa, mas certamente não se trata de



“Os terremotos destrutivos (magnitude acima de 6 na escala Richter) só ocorrem em grandes falhas geológicas nas bordas das placas, como nos Andes e no meio do oceano Atlântico. Como o Brasil está no meio da Placa Sul-Americana, longe das bordas, terremotos fortes são extremamente raros.”
Marcelo Assumpção – IAG/USP

Foto Fernando Zaidler

um falhamento normal como alguns acreditavam. Também não se trata de desabamento no talude continental, fenômeno raro, mas não incomum na plataforma continental e de grande impacto na indústria. Tanto a profundidade focal da ordem de 13 km (alguns quilômetros abaixo do pacote sedimentar) como a ocorrência de quatro pequenos abalos nas horas seguintes ao sismo, com magnitudes abaixo de 3 indicam que se tratou de um sismo tectônico.

BRASIL EM DESTAQUE NO PDAC 2008

Cerca de vinte e dois mil profissionais da prospecção mineral, entre geólogos, geofísicos, engenheiros e investidores participaram da 76ª edição do Prospectors & Developers Association of Canada – PDAC 2008, o maior fórum técnico-comercial de exploração mineral do mundo (www.pdac.ca/pdac/conv), realizado em Toronto entre os dias 2 e 5 de março.

O Pavilhão Brasil organizado pela Agência para o Desenvolvimento Tecnológico da Indústria Mineral Brasileira (ADIMB) teve intenso movimento. O Brasil foi destaque nas palestras, nos prospectos e na exposição. Para o geofísico Renato Cordani (Reconsult), a geofísica ocupa um lugar de destaque cada vez maior no cenário da exploração mineral, tanto na descoberta de novos campos (*greenfields*) como no detalhamento de depósitos conhecidos (*brownfields*).



A partir da esquerda: Eduardo Henrique, Célio Barreira, Sérgio Vieira e Renato Cordani

Foto: Sérgio Barreira

SBGf NA REUNIÃO ANUAL DA SBPC

A SBGf coordenará um simpósio sobre geofísica durante a 60ª Reunião Anual da SBPC, cuja temática deste ano será ‘Energia - Ambiente - Tecnologia’. O encontro será realizado entre os dias 13 e 18 de julho na Unicamp, em Campinas (SP). Com o tema “A Geofísica como ferramenta na investigação do meio físico: Aplicações em meio ambiente, engenharia e na prospecção de petróleo”, o simpósio será coordenado pelo secretário da Regional Sul da SBGf, Otávio Gandolfo (IPT), e terá palestras de Wagner Roberto Elis (IAG/USP), Sérgio Sacani Sancevero (Unicamp) e do próprio Gandolfo. Ao final, está previsto um debate. Informações no site www.sbgfnet.org.br/eventos/60ra.

ON INCENTIVA MULHERES NAS GEOCIÊNCIAS

Entre 30 de julho e 1º de agosto, no Auditório do Observatório Nacional (ON), será realizada a Primeira Escola “Mulheres em Geociências”, com minicursos e palestras ministrados por pesquisadoras geocientistas brasileiras. A iniciativa marcará os 180 anos do ON, os 30 anos da SBGf e o Ano Internacional do Planeta Terra proclamado pela Unesco. O público-alvo é formado por estudantes recém-formadas ou nos últimos anos de Geociências, Física, Matemática, Engenharias e áreas afins. Segundo os organizadores, o evento pretende atrair o público feminino para as áreas das geociências, uma vez que, tanto no mundo acadêmico quanto no empresarial o universo profissional é majoritariamente masculino. Informações no site www.on.br.

RICARDO TRINDADE É DIPLOMADO NA ABC

O professor Dr. Ricardo Ivan Ferreira da Trindade, vice-coordenador da Pós-Graduação em Geofísica do IAG/USP, foi diplomado como membro afiliado da Academia Brasileira de Ciências (ABC) por indicação dos membros efetivos ligados à área de Ciências da Terra da ABC em votação nacional. A modalidade de membro afiliado foi criada pela ABC para estimular jovens talentos em pesquisa, que no momento da indicação tenham menos de 37 anos e grande produção científica.

A diplomação aconteceu em 8 de abril durante a cerimônia de inauguração do escritório regional da ABC em São Paulo, que fica no Instituto de Estudos Avançados da USP. Na ocasião os novos membros eleitos apresentaram suas pesquisas atuais. O professor Trindade ministrou a palestra: “Variações climáticas há 650 milhões de anos: Um prelúdio para a explosão Cambriana”. Trindade foi o palestrante convidado para a abertura do 10º Congresso da SBGf em 2007.



Foto Altair Santos

FUGRO AMPLIA FOCO EM MÉTODOS POTENCIAIS

Uma nova empresa vai se dedicar exclusivamente às tecnologias de métodos potenciais aplicadas à área de petróleo. A Fugro Gravity & Magnetic Services (FGMS) incorporou as atividades de gravimetria e magnetometria, aérea, terrestre e marítima da Fugro-Robertson-LCT. “A iniciativa é uma resposta à crescente demanda de projetos de desenvolvimento e pesquisa, aquisição, processamento e interpretação de dados gravimétricos e magnetométricos integrados à sísmica”, informou Luiz Fernando Braga, vice-presidente de Desenvolvimento Global de Negócios da nova empresa cuja sede fica em Houston (EUA).

RECEPÇÃO DOS CALOUROS

Para receber os calouros do curso de graduação em geofísica, a coordenadora do IAG/USP, Profa. Liliansa Alcazar Diogo, organizou no início do período letivo uma mesa-redonda sobre a situação do mercado de trabalho e as perspectivas de futuro profissional para os geofísicos. Participaram do encontro a Profa. Naomi Ussami (IAG/USP), Renato Cordani (RECONSULT), Wagner Aquino (GPR Geoscience), Débora Carvalho (SOLLUM), Leandro Yokoyama (SIGEO) e Otávio Gandolfo (IPT/SBGf), todos ex-alunos que atuam profissionalmente com geofísica aplicada. O evento teve apoio da SBGf.



Foto: Fernando Zaidler

LIGADOS EM TECNOLOGIA DE PONTA

Devido à grande procura, a diretoria da SBGf transferiu a realização da palestra “Geofísica de Reservatório: Caracterização e monitoramento *offshore* no Brasil”, para o Hotel Guanabara, no Centro do Rio de Janeiro. Cerca de 80 pessoas, a maioria estudantes de graduação, assistiram a apresentação do professor Dr. Paulo Johann (Petrobras) no dia 8 de maio. Em nome da diretoria da SBGf, a conselheira Patrícia de Lugão abriu o encontro.

Agradavelmente surpreendido pelo predomínio de estudantes na platéia, Johann destacou a necessidade de preparar jovens geofísicos para o mercado de trabalho que, segundo ele, deverá se expandir, deixando de ser uma atividade exclusivamente ligada à fase de exploração para atuar também na fase de produção de petróleo, principalmente ligada ao monitoramento de reservatórios.

“A audiência foi uma das maiores. A SBGf está sendo reconhecida pelos estudantes de graduação de geofísica a ponto de eles comparecerem em massa a uma palestra sobre tecnologia de ponta, demonstrando interesse sobre Sísmica 4D, tema que mesmo os profissionais da indústria dominam pouco. Esse é o sinal de um futuro garantido para esta atividade”, destacou Johann que vem participando como “Honorary Lecturer”, indicado pela Society of Exploration Geophysicists (SEG), percorrendo vários países da América Latina.

Para vencer nesse jogo,
conhecimento é fundamental.
PGT, a melhor estratégia em E&P.

PGT
Petróleo Geofísica
Tecnologia

Mapeamento e interpretação de dados sísmicos 2D e 3D • Interpretação de dados gravimétricos e magnetométricos • Modelagem (1D, 2D e 3D) e análise integrada de bacias • Prospeção geofísica de superfície • Análise petrolíca e caracterização de reservatório • Play analysis e avaliação de risco geológico/econômico • Consultoria em Term-ai/outs e Rodadas de ANP

Av. Erasmo Braga 227 - Sala 1004, Centro - Rio de Janeiro - Brasil - CEP: 20.020-902
Tel: 21 2220-7478 - Fax: 21 2240-0271 - info@pgt.com.br - www.pgt.com.br

IAG/USP ABRE INSCRIÇÃO PARA PÓS EM GEOFÍSICA

O Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo (IAG/USP) informa que abriu inscrições para mestrado e doutorado nas seguintes áreas: Geofísica de Investigação Rasa, Geofísica e Meio Ambiente, Instrumentação Geofísica, Interpretação Geofísica, Gravimetria e Tectônica, Geofísica da Litosfera, Geofísica Nuclear, Paleomagnetismo, Geodésia Física e Sismologia. As inscrições para a seleção de candidatos ao mestrado para início no segundo semestre de 2008 vão até 30 de junho. Para início no primeiro semestre de 2009, as inscrições também para o mestrado estarão abertas até 21 de novembro. Os candidatos à seleção para o doutorado, com início no primeiro semestre de 2009, terão até 18 de julho para efetuar a inscrição.

Geofísica aplicada no fundo do mar

Para compreender a evolução geológica e o meio ambiente marinho é preciso dominar os métodos geofísicos, os sensores e os processos que ajudam a colher informações de modo indireto em regiões onde provavelmente o pesquisador nunca porá os pés.

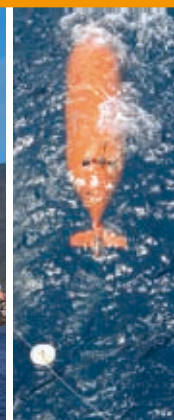
A geologia e a geofísica marinha estão, portanto, intrinsecamente associadas. Tanto na investigação dos riscos geológicos para a implantação de estruturas submarinas de engenharia, como no monitoramento do meio ambiente ou na exploração de jazidas minerais, incluindo o petróleo, a geofísica aplicada é fundamental para atividades no mar. A atividade tem enorme potencial de geração de empregos e riquezas para o país, mas ainda está dando seus primeiros passos.

APOIO A HIDROCARBONETOS Com a indústria avançando mais e mais em direção às águas profundas da Plataforma Continental Brasileira, um dos desafios da indústria do petróleo, por questão de segurança dos ativos e também por exigência dos órgãos ambientais, é o mapeamento detalhado do fundo marinho para a implantação de projetos de construção e instalação de plataformas, sondas, sistemas de produção submersos e dutos. Os engenheiros precisam previamente conhecer dados da topografia do fundo e de falhamentos a fim de calcular os riscos geológicos da área estudada para tomar suas decisões.

“Ocorre que a partir de certa profundidade, há uma degradação do posicionamento dos sensores que mapeiam o leito oceânico”, afirma Donizeti Carneiro, diretor geral da C&T Technologies do Brasil, especializada em levantamentos geofísicos marinhos em apoio à indústria de petróleo. Segundo o diretor, as coordenadas precisas são fundamentais para quem precisa instalar equipamentos no fundo do mar. Para superar essa dificuldade, a empresa trouxe ao Brasil uma solução que ajuda no mapeamento do leito oceânico em águas profundas: o AUV (*autonomous underwater vehicle*), um veículo autônomo não tripulado, equipado com sensores de batimetria multifeixe, sonografia e sísmica rasa, operando de 100 metros a 4.500 metros de profundidade. O veículo ‘sobrevoa’ o fundo submarino fazendo medições a uma altitude média de 40 metros. Ele faz conjunto com uma embarcação de apoio que abriga os técnicos, a tripulação e conta com duas estações de trabalho, uma para coletar dados e outra para processá-los em tempo real. A comunicação entre ambos é feita por meio de ondas acústicas.

O primeiro levantamento com AUV no Brasil realizado pela C&T foi feito para a Petrobras em 2002, iniciando o emprego comercial da batimetria multifeixe na exploração e produção de hidrocarbonetos no país. Foi no campo de Jubarte e no Parque das Baleias onde estabeleceu um

Fotos: Divulgação C&T



O navio Rig Supporter Brazil, da C&T, realiza levantamentos submarinos com apoio do veículo submarino autônomo (AUV)

recorde na profundidade, de 2.900 metros, comprovando a capacidade do veículo no seu limite operacional. Hoje os AUVs são comissionados para operar em até 4.500 metros de profundidade. Um dos segredos do sucesso do AUV é a bateria de célula combustível que permite uma autonomia do veículo entre 40 e 70 horas contínuas de trabalho. Baterias normais (pilhas) só conseguem 10 horas de autonomia.

“No Brasil, a área de petróleo é o nosso setor de maior atuação, mas a mineração marinha é uma área pouco explorada que temos capacidade para atender”, informou Donizeti, acrescentando ainda que está preparando uma equipe para atuar no setor de portos, que receberá incentivos do governo através do Plano de Aceleração do Crescimento - PAC. Para levantamentos em profundidades raras, a empresa instala sensores em outras plataformas como barcos, lanchas e até jet-skis.

LEVANTAMENTOS PRÉ-INSTALAÇÃO Para realizar levantamentos submarinos, a Fugro Oceansatpeg conta com a sua divisão de “Survey”, composta por uma equipe multidisciplinar. Uma de suas especialidades é o levantamento do tipo “site survey”, um estudo prévio do terreno onde será instalado o projeto de engenharia. Utilizando ecobatímetro multifeixe, sonar de varredura lateral, sísmica rasa 2D multicanal e monocanal (*sub-bottom profile*) e magnetômetro, além de diversos tipos de amostragens de sedimentos, a empresa levanta dados que permitem avaliar a geomorfologia e o substrato raso, visando à identi-



Foto: Cortesia da Marinha do Brasil

O Navio Hidroceanográfico Cruzeiro do Sul está sendo equipado e será operado em conjunto pela Marinha e pelas Universidades

ficção dos riscos à colocação de estruturas de engenharia. Recentemente, para analisar a morfologia e verificar a presença de obstáculos no fundo marinho, a Fugro inspecionou a rota de lançamento de um oleoduto que ligará o continente a um PLEM (sistema de válvulas que controla o escoamento dos poços de petróleo) instalado na borda da Plataforma Continental.

No ano passado, a Fugro realizou diversos "site surveys"

para petroleiras estrangeiras em fase de perfuração ou instalação de plataformas. Participou também de campanhas para coleta de dados geoquímicos de sedimentos na Margem Continental para a ANP na Bacia de Pelotas, tendo levantado cerca de mil amostras do tipo *piston cores*. Ainda em 2007, instalou bóias oceanográficas em cinco estados do litoral brasileiro e operou um navio de levantamentos em parceria com a Petrobras em 12 diferentes áreas para coleta de dados ambientais em fases de pré-perfuração, durante e pós-perfuração.

Em busca de novas soluções tecnológicas para o ambiente marinho, a Fugro vem utilizando, em parceria com a Petrobras, um ROV (*remotely operated vehicle*) equipado com sonar multifeixe, perfilador de subfundo e sonar de varredura lateral para coletar dados. Segundo Eduardo Abreu, gerente de Negócios de Levantamentos Marinhos da Fugro Oceansatpeg, o ROV, por operar próximo ao fundo, fornece a possibilidade de utilizar equipamentos de maior frequência e conseqüentemente maior capacidade de detalhamento da área estudada. "O modelo já foi utilizado pela empresa com sucesso em 2006 e 2007 em contrato para lançamento de linhas de produção", salientou Eduardo.

Para Ranald Blair, chefe do processamento de dados da Fugro Oceansatpeg, o uso de veículos submarinos como os ROVs e os AUVs vem aumentando por causa da

Stratageo é uma empresa de serviços certificada pela ONIP e que oferece uma visão integrada de E&P.

Use nossos serviços para cumprir seu compromisso de Conteúdo Local.

Contato
SERGIO POSSATO
(21) 2554 1200 / 8868 2003

Processamento
4D/3D/2D
PSTM e PSDM

Modelagem
de Sistemas
Petrolíferos

Interpretação
Sísmica


stratageo
www.stratageo.com.br



demanda dos engenheiros pelo mapeamento mais detalhado do assoalho oceânico em águas profundas e ultra-profundas. “O AUV ideal ainda vai chegar. Ele poderá até substituir com vantagem alguns levantamentos de sísmica multicanal, pela sua agilidade para fazer curvas e sua proximidade do fundo. Em águas profundas, os levantamentos com AUV serão cada vez mais baratos e eficientes com o uso de sonares e ecobatímetros”, previu Ranald.



Foto: Arquivo pessoal Helenice Vital

Alunos da UFRN em pesquisa de campo com a Profa. Helenice (ao centro)

QUALIFICAÇÃO E TREINAMENTO Com o mercado aquecido, as universidades buscam fornecer uma boa qualificação e atender o aumento da demanda por especialistas. Até recentemente, os equipamentos eram caros, pesados e insuficientes. Os de hoje são menores, portáteis e mais baratos. As universidades estão se equipando e até alugando barcos para pesquisar no mar. Resultado: estudantes mais motivados para aprender.

“Em razão da experiência técnico-científica e dos equipamentos disponíveis, atualmente a Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) tem plenas condições de empreender os estudos para investigar áreas submersas rasas”, afirma a geóloga e geofísica marinha, Profa. Helenice Vital, coordenadora do Laboratório de Geologia e Geofísica Marinha e Monitoramento Ambiental (GGEMMA). Segundo a professora, as atividades de Ciências do Mar no Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica (PPGG) da UFRN são desenvolvidas através de três linhas de pesquisa: Ge-

ologia Marinha e Sedimentar; Geologia e Geofísica do Petróleo; e Geologia e Geofísica Aplicada.

O PPGG vem monitorando o meio físico do litoral do RN, com forte ênfase nas áreas costeiras e submersas, com a utilização de técnicas de alta resolução de geologia e geofísica marinha e sensoriamento remoto, em diversas escalas temporais, através dos laboratórios GGEMMA e GEOPRO (de Geoprocessamento). Esta experiência permitiu que o PPGG/UFRN abrigasse a Rede de Monitoramento Ambiental ao Derramamento de Óleo no Norte e Nordeste (da Bahia ao Amapá) - REDE 05, financiada por ANP-FINEP-CNPq-CTPETRO-PETROBRAS, envolvendo 10 instituições de ensino superior e/ou pesquisa (UFBA, UFPE, UFPB, UFRN, UFC, UFMA, UFBA, UEPA, MPEG e IEPA).

Com a aprovação do CT-INFRA Projeto Mar-RN, em 2003, foram criados a base e o grupo de pesquisas em Ciências do Mar e Ambientais, envolvendo diferentes profissionais e laboratórios da UFRN, vinculados ao PPGG, ao Departamento de Oceanografia e Limnologia - DOL e ao Museu Câmara Cascudo - MCC.

“O momento atual é ímpar. As pessoas estão tendo condições de se capacitar. Tem equipamentos disponíveis que há tempos nem se pensava em comprar, como um sonar de varredura lateral, um sistema de sísmica rasa. Era sonho de pesquisador. Hoje, qualquer universidade que queira, tem possibilidade. Basta escrever um projeto bem fundamentado que há recursos para isso”, analisou a Profa. Helenice.

Em Salvador, outro exemplo. Ao tempo em que treina estudantes, a Universidade Federal da Bahia (UFBA) realiza pesquisas geológicas e geofísicas sobre o solo marinho que tem aplicação direta em várias atividades humanas como dragagens portuárias e implantação de dutos. O Prof. José Maria Landim Dominguez, do Centro de Pesquisa em Geofísica e Geologia, da UFBA, coordena o Laboratório de Estudos Costeiros que conta com sonar de varredura lateral, perfilador de subfundo e ecossonda monofeixe. Adquiridos através de um convênio com o Centro de Pesquisas da Petrobras (Cenpes), os equipamentos vão facilitar o estudo de vales incisos, substratos e

recursos da Plataforma Continental. Em outro projeto, os pesquisadores baianos investigarão o volume de sedimentos depositados no fundo da Baía de Todos os Santos desde que a mesma foi inundada pelo mar durante a última transgressão marinha. A equipe da UFBA está capacitada para realizar também projetos de localização e documentação de naufrágios, mapeamento de áreas de pesca, distribuição de recifes, dinâmica do fundo marinho e apoio à implantação de dutos e outras estruturas no fundo marinho.

“Espero que na próxima década se consiga avançar mais. É preciso ter mapas do fundo marinho com o mesmo nível de resolução que temos no continente. É necessário adquirir mais equipamentos e contar com mais unidades de pesquisa atuando nessa área”, arrematou o Prof. Landim, acrescentando que o IBAMA também é responsável pelo aumento da demanda, desde que passou a exigir das petroleiras levantamentos prévios do fundo marinho como parte dos estudos necessários para o licenciamento das atividades realizadas na margem continental.

BATIMETRIA MULTIFEIXE A comunidade científica brasileira passará a contar em breve com um sonar multifeixe e vários periféricos que serão instalados no Navio Hidrográfico Sirius, da Marinha do Brasil. Financiado principalmente pela FINEP, com custo de cerca de R\$ 2 milhões, o projeto Geo-Oceano terá a coordenação científica do Prof. Landim. Uma parte dos dias de mar será utilizada pelos pesquisadores e outra parte pela Marinha do Brasil. A expectativa é de que até dezembro os equipamentos estejam instalados. Em julho, o navio deverá se dirigir para a Elevação do Rio Grande, área do Sul do Brasil, que faz parte do Fundo Oceânico Internacional, para começar as pesquisas brasileiras na área.

Além da batimetria multifeixe, a aquisição incluí outros equipamentos: perfilador acústico, sísmica monocanal, imageador de sedimentos, sistema integrado de sonar de varredura lateral. Para o Prof. Landim, a comunidade científica brasileira terá a oportunidade de recuperar um atraso tecnológico de quase 30 anos.

Foto: Arquivo Pessoal José M. Landim



O Prof. Landim (UFBA), que coordenará o projeto Geo-Oceano

Também com recursos consorciados, cerca de R\$ 13,3 milhões, foi adquirido um novo laboratório flutuante. O Navio Hidroceanoográfico Cruzeiro do Sul será operado em conjunto pela Marinha e pelas Universidades. O navio está sendo equipado e a expectativa é que o presidente Lula o inaugure ainda em outubro. É uma antiga reivindicação da comunidade científica. Inicialmente receberá apenas equipamentos oceanográficos. Posteriormente deverá receber equipamentos geofísicos e geológicos.

A Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) da Marinha do Brasil é a responsável pela guarda e manutenção dos equipamentos e ainda promoverá o treinamento de técnicos para atuar em projetos do Programa de Avaliação da Potencialidade Mineral da Plataforma Continental Jurídica Brasileira (REMPLOC), considerado estratégico para o fortalecimento das instituições voltadas para estudo e levantamento das potencialidades do mar.

POTENCIAL MINERAL “Existem várias oportunidades para geofísicos trabalhem no mar”, afirmou o geólogo Kaiser Gonçalves de Souza, chefe da Divisão de Geofísica Marinha da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) e coordenador operacional do REMPLAC. Um dos projetos prevê a procura de ouro na região da foz do Rio Gurupi, divisa entre Maranhão e Pará, numa parceria da CPRM com a Universidade Federal do Pará (UFPA). O REMPLAC também pesquisa a existência de diamantes no Sul da Bahia, próximo à foz do Rio Jequitinhonha. Este ano estão previstos ainda levantamentos no litoral da Região Sul, para identificação de fosforitas marinhas e minerais pesados,

e no Espírito Santo um projeto já aprovado para exploração de granulados bioclásticos (carbonatos), utilizados como matéria-prima para alimentação animal, agricultura e até na medicina.

“Nosso conhecimento atual sobre o mar é semelhante ao que tínhamos nos anos 70 em relação à Amazônia. Sabia-se do potencial da região, mas não havia conhecimento profundo. É isso que precisamos mudar”, explica Kaiser, acrescentando que a CPRM está elaborando um programa de treinamento para geofísicos para coleta, interpretação e processamento de dados. A programação atenderá também professores e alunos de universidades que fazem pesquisa de campo. Os cursos envolverão levantamentos batimétricos

multifeixe, sonar de varredura lateral, sísmica monofeixe e multifeixe. A entidade pretende ainda adquirir um imageador de sedimentos e um perfilador acústico, métodos que também farão parte do programa de formação.

OPORTUNIDADES DE ESTÁGIO Fruto de um convênio com quatro universidades públicas - Cefet, UERJ, UFF e UFRJ - a DHN abriu 71 vagas de estágio para diversas áreas. Cinco oportunidades serão destinadas a estudantes de graduação em geologia e geofísica marinha. Em abril, um curso de capacitação em operação e interpretação de imagens de sonar de varredura lateral, foi ministrado na DHN pelo Prof. Arthur Ayres Neto, da UFF. No final do



MARCH 12TH 2008
ÅLESUND, NORWAY
THE LAUNCH OF THE PGS RAMFORM SOVEREIGN
THE MOST ADVANCED SEISMIC VESSEL IN THE WORLD

CGR: 01-81-55-9490 | LAMON: 714-342-2882 | MARI: 1-201-288-2000 | R. B. G. P. 111
Fax: 01-81-55-9454 | Fax: 14-342-2882 | Fax: 1-201-288-2000 | Fax: 05-8755-4111

A Clearer Image
www.pgs.com/sovereign



ESPECIAL

ano, está prevista a realização de um curso de operação de ecobatímetro multifeixe, destinado à comunidade científica e a empresas interessadas.

E no final do próximo ano (de 23 a 28 de novembro de 2009) em Niterói, a DHN promoverá pela primeira vez na América Latina um curso de referência mundial sobre interpretação e teoria multifeixe ministrado por professores do Grupo de Mapeamento Oceânico, da Universidade de New Brunswick (Canadá) e do Centro de Mapeamento Costeiro e Oceânico, da Universidade de New Hampshire (EUA). Os participantes já deverão trazer uma base conceitual forte. De acordo com o Capitão-de-Mar-e-Guerra Alberto Costa Neves, Superintendente de Segurança da Navegação da DHN, o custo da inscrição é elevado para os padrões locais (US\$ 3 mil por aluno), mas a Marinha vai financiar uma parte e espera que algumas empresas possam contribuir com o restante. (Mais informações pelo e-mail: aluizio@chm.mar.mil.br)

PATRIMÔNIO COMUM DA HUMANIDADE O Brasil se notabiliza por ser o país mais bem aparelhado na América Latina em infra-estrutura de pessoal para pesquisa oceanográfica, seja ela geológica, biológica, física ou química. Foi o segundo país no mundo a reivindicar a ampliação do seu mar territorial, segundo a Lei do Mar, junto à ONU. Segundo o professor da UFF Marcus Aguiar Gorini, além de se preocupar com suas águas territoriais o país deve se preparar para atuar no Fundo Oceânico Internacional que é patrimônio comum da humanidade. Ele cita como exemplo de riquezas exploráveis no futuro, os sulfetos polimetálicos presentes em regiões de atividades hidrotermais da cordilheira meso-oceânica ou em zonas de fraturas onde o vulcanismo é ativo no fundo do mar, demonstrando a existência de sítios geológicos muitas vezes semelhantes aos que são explorados no continente.

“Não podemos perder a oportunidade da criação e manutenção de uma inteligência nacional voltada a recursos minerais marinhos via programas, não apenas como o REMPLAC, que trabalha com a Plataforma Continental Brasileira e a Zona Econômica Exclusiva, mas



Marcus Aguiar Gorini

também outros que visualizem os oceanos como um todo. Temos que avançar tecnologicamente e na infra-estrutura de pessoal qualificado com a percepção de que podemos ocupar espaço em qualquer oceano. As universidades têm o papel de incentivar esse conhecimento e

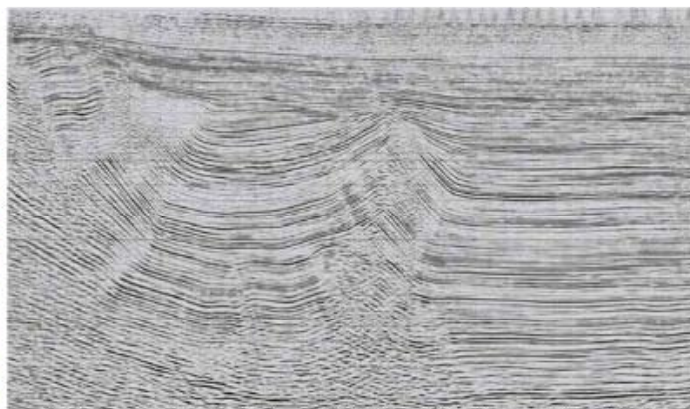
sem a Marinha, não poderiam ter ido para o mar, como aconteceu com o Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM), onde muitos se formaram. As entidades financiadoras devem proporcionar meios para apoiar as pesquisas. Oceanografia é uma atividade de alto custo e retorno de longo prazo. O Ministério de Minas e Energia tem também responsabilidade nisso. Uma comunidade científica com uma mentalidade marítima desenvolvida pode tecer linhas de ação importantes para o desenvolvimento futuro do país nos oceanos. Temos a obrigação de desenvolver essa qualificação na Plataforma Continental Brasileira e no Fundo Oceânico Internacional”, reiterou o Prof. Gorini.

HD3D®



SÍSMICA DE ALTA TECNOLOGIA

A tecnologia HD3D oferece benefícios que vão além da melhor imagem possível. Conceitos de design inovadores e grande capacidade de canais permitem uma aquisição e um processamento sintonizado, para qualquer que sejam os seus desafios exploratórios.



Alguns dos benefícios que o HD3D oferece são:

- Uma densidade de traços significativamente maior que o padrão da indústria
- Uma maior resolução e maior razão sinal/ruído com a aplicação de células menores e maior cobertura
- Soluções de “Wide Azimuth” para imageamentos complexos ou ambientes ruidosos através de designs inovadores e alta densidade de canais
- Análises de atributos avançadas e efetivas através de técnicas apropriadas de design
- Um conjunto de dados prontos para análise em 4D

A Clearer Image
www.pgs.com



A investigação sísmica de áreas submersas rasas: Parte 1–Fundamentos e Demandas

Luiz Antonio Pereira de Souza – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT

INTRODUÇÃO A investigação de ambientes submersos rasos (rios, reservatórios, áreas costeiras e plataforma continental interna) tem despertado especial interesse no Brasil e no mundo nestes últimos anos. O destaque para estes ambientes vem principalmente do fato de que é neles onde tem se concentrado grande parte da atividade antrópica. O crescimento da economia do país reflete diretamente na intensidade da ocupação destes sensíveis ambientes, que contém muito dos recursos naturais demandados pela sociedade moderna. A este crescimento associa-se o crescimento populacional e intensificam-se os processos de urbanização e as atividades industriais. Crescem conseqüentemente as atividades relacionadas a lazer, turismo, pesca, exploração mineral (petróleo, material de construção etc.), hidrovias, portos, dragagens, escolha de sítios para instalação de dutos, pontes, marinas, túneis, emissários submarinos, ilhas artificiais, barragens e até mesmo para disposição de resíduos.

As áreas costeiras, em especial, constituem ambientes altamente complexos, pois representam fisicamente uma interface tripla: atmosfera, continente e oceano. Geologicamente, o substrato que compõe este ambiente originou-se a partir das oscilações do nível do mar no Quaternário. Como resultado, tem-se uma complexa interdigitação de camadas de sedimentos argilosos e arenosos, o que por si só exige investigações detalhadas quando da necessidade de ocupação destes setores. Ventos, ondas, marés e correntes são alguns dos agentes da natureza que atuam nestes ambientes promovendo transformações em escalas de tempo das mais variadas. A interação destes processos naturais com aqueles resultantes do expressivo incremento da ocupação humana leva a transformações na paisagem costeira muitas vezes indesejáveis, que acabam por exigir da sociedade intervenções (muros, molhes, quebra-mares, guia-correntes, regeneração de praias erodidas, emissários etc.) que nem sempre são executadas com bases sólidas de conhecimento geológico ou geotécnico, contribuindo assim para o aumento dos riscos de degradação destes ambientes de transição, além dos conseqüentes prejuízos.

A grande quantidade de material (rochas e sedimentos) remobilizada pelo homem em suas atividades construtivas é indiscutível. Wilkinson (2005) afirma que, atualmente, o homem é o mais importante agente de denudação da superfície, superando, em uma ordem de magnitude, a soma de todos os processos naturais atuantes na superfície terrestre. À parte de eventual exagero nestes cálculos, o fato é que intervenções antrópicas, se realizadas sem estudos investigativos prévios, em particular quando se trata de áreas submersas, contribuem efetivamente para o incremento dos processos de denudação com os conseqüentes prejuízos ambientais e econômicos.

Construções irregulares em áreas costeiras e a construção de barragens em rios, impedindo que os sedimentos alcancem as áreas costeiras, limitando os processos de

remobilização e sedimentação costeira, constituem exemplos dessas interferências.

Em áreas interiores, a remoção da cobertura vegetal com fins agroindustriais, constitui um bom exemplo de interferência, que promove grande desequilíbrio no balanço dos processos de erosão e assoreamento continental.

Em qualquer destas intervenções, com ou sem obras de engenharia, há sempre necessidade de estudos oceanográficos, geológicos e geotécnicos abrangentes não só acerca dos processos atuantes, mas também das condições físicas e estruturais do terreno. Não raramente, vultosos investimentos em obras de engenharia se fazem prementes para tornar viável a ocupação destes setores, ou mesmo a manutenção da ocupação já efetivada sem os essenciais estudos prévios. São comuns na literatura exemplos de projetos de estruturas de proteção suportadas por estudos pouco abrangentes tendo resultados catastróficos no próprio local focado ou nas áreas contíguas (Trainini, 1994; Mansor, 1994; Morais et al., 1996; Castilhos & Gré, 1996; Tessler & Mahiques, 1996; Pereira et al., 1996; López & Marcomini, 1996; Neumann et al., 1996; Lima et al., 2002; Maia et al., 2002 e Abreu et al., 2005). Um item relevante a se destacar na ocupação de áreas costeiras são os portos. Os primeiros no Brasil foram construídos em áreas abrigadas e com boas condições de acesso (p.ex. portos de Santos, SP e do Rio de Janeiro, RJ). Naquele momento, estas obras, relativamente precárias, davam conta das necessidades sem causar grandes problemas, ou sem conseqüências danosas evidentes às áreas circunvizinhas. Todavia, com a intensificação de seu uso, resultado principalmente do incremento do comércio exterior, novas carências foram surgindo. No caso das áreas submersas interiores, como rios, lagos naturais ou artificiais, vários são os aspectos que despertam o interesse da sociedade nos dias atuais. Entretanto, enfoque especial tem sido dado à questão da água e da energia (Klessig, 2001). Para o Brasil, a questão energética ocupa posição relevante já que grande parte da energia gerada e consumida tem origem hídrica. A água, por outro lado, tem papel não menos fundamental, já que são muitas as limitações colocadas por diversos autores com relação à sua disponibilidade como bem mineral, com perspectivas bastante preocupantes no que tange ao futuro próximo. Os tópicos apresentados conduzem à necessidade prementemente de maior conhecimento dos cursos d'água e dos reservatórios, quanto ao potencial energético e armazenador de água, bem como dos processos sedimentares atuantes que, em última instância, serão os responsáveis pelo controle da vida útil do empreendimento. Neste contexto, os métodos geofísicos empregados na investigação de áreas submersas rasas oferecem enorme contribuição, constituindo ferramenta indispensável na investigação destes ambientes. Entretanto, estes métodos não se constituem a partir de uma simples transferência dos princípios dos

ARTIGO TÉCNICO

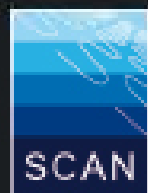
métodos empregados na investigação das áreas emersas, tampouco nas áreas submersas profundas, voltados principalmente para pesquisa de hidrocarbonetos. Este procedimento exige adaptações tecnológicas de toda ordem tendo em vista as distintas demandas inerentes à investigação destes ambientes, que basicamente tem por objetivo dar suporte a projetos de engenharia.

A GEOFÍSICA APLICADA NA INVESTIGAÇÃO DE ÁREAS SUBMERSAS RASAS Engenheiros, geólogos, oceanógrafos, geógrafos, hidrólogos e tecnólogos são alguns dos profissionais que, ao implementarem estudos de terrenos submersos, seja para fins acadêmicos ou aplicados (construção de portos, barragens, marinas, hidrovias, pesquisa mineral etc.), têm requerido, para a caracterização devida e segura das áreas, mais informações de subsuperfície que aquelas geradas pelos métodos convencionais de investigação (sondagens, testemunhagens ou amostragens). São muitas as razões que conduzem à necessidade de dados adicionais quando se trata da investigação de áreas submersas, destacando-se: a) em estudos geológicos básicos, a necessidade de extrapolar, para as áreas submersas, o conhecimento geológico acumulado nas áreas continentais; b) na pesquisa mineral, a necessidade de buscar recursos minerais para suprir as carências da sociedade, já que muitos dos depósitos continentais encontram-se em fase de esgotamento; c) a necessidade de estudar rios e reservatórios do ponto de vista da navegação, pois muitos desses constituem hoje importantes rotas de transpor-

te de cargas, além do ponto de vista da água potável, já que grande parte da água consumida origina-se destes ambientes; d) a necessidade de estudar os ambientes submersos para dar suporte a projetos de engenharia; e) eventuais interesses arqueológicos. Em qualquer destes tópicos os levantamentos geofísicos têm muito a contribuir. Além disso, tratam-se de ensaios não-destrutivos ou não-invasivos, pois as informações são obtidas a partir da superfície, sem a necessidade da penetração física no meio investigado. Esta propriedade tem especial relevância nos tempos atuais em que interferências ambientais têm forte controle legal. São vários os exemplos na literatura que ilustram as diversas vantagens de utilização de métodos geofísicos na investigação de áreas submersas. Tóth et al. (1997) e Souza (1988) apresentam vários exemplos que ratificam a excelente relação custo-benefício quando da aplicação desses métodos. A possibilidade de visualização contínua, em duas ou três dimensões, das superfícies e subsuperfícies submersas por meio de ensaios geofísicos permitem uma análise ampla da área de estudo, o que seria praticamente impossível, se reunidos apenas dados pontuais obtidos pelos métodos convencionais de investigação, mesmo que estes fossem obtidos a partir de *grids* com nós muito próximos, o que comumente é inviável, ante principalmente os custos operacionais envolvidos. As técnicas de investigação geofísica de áreas profundas têm recebido, desde há muito, grande atenção e enormes investimentos, tanto na questão da aquisição como da interpretação e do processamento dos dados,

2D DE ÚLTIMA GERAÇÃO. AMPLO ESPECTRO DE SERVIÇOS 3D & 4D. SÍSMICA DE OFFSET LONGO. EMBARCAÇÕES VERSÁTEIS. RESULTADOS CONFIÁVEIS.

A SCAN Geophysical dedica-se a fornecer o melhor negócio nas aquisições marítimas em 2D, 3D e 4D. Posicionada como um prestador de serviços altamente eficiente e flexível, você pode contar com a SCAN para a solução certa, no tempo certo.



OSLO
+47 84 11 10 00

HOUSTON
+1 713 276 1355

CARACAS
+58 810 936 0385

SINGAPORE
+65 81 91 55 41

Para mais informações sobre as embarcações da SCAN Geophysical ASA, e sobre como podemos nos encaixar em seus planos, contacte nossos escritórios ou visite-nos em:

www.scangeo.com

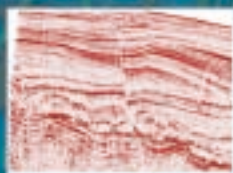
tendo em vista, a resposta ou a recuperação quase imediata dos recursos investidos, por se tratar, comumente, de pesquisas relacionadas com a prospecção de hidrocarbonetos. Por outro lado, somente nestas últimas duas décadas, alguma atenção tem sido dispensada ao desenvolvimento de métodos de investigação de áreas submersas rasas, fato que ocorreu certamente como resposta ao período de notável crescimento da ocupação, em especial, das regiões costeiras, gerando, conseqüentemente, novas demandas da sociedade.

COMPARTIMENTAÇÃO DA INVESTIGAÇÃO GEOFÍSICA DE ÁREAS SUBMERSAS A investigação sísmica de áreas submersas pode ser compartimentada em dois grandes blocos: investigação rasa e investigação profunda. Esta compartimentação ocorre tendo em vista a tecnologia envolvida na consumação da investigação em cada caso. Na primeira, utiliza-se equipamentos geofísicos de menor porte (fontes acústicas que raramente possuem potência superior a 1000 joules) necessitando de meios flutuantes também de menor porte. Na segunda, utiliza-se navios de grande porte e equipamentos de geofísica que lidam com fontes acústicas de alta potência (comumente milhares de joules). Esta última, que não é o foco da abordagem deste artigo, está relacionada à indústria do petróleo e também à investigação geológica básica, principalmente de bacias sedimentares. A primeira, que é o foco desta discussão, refere-se à investigação dedicada ao fornecimento de suporte técnico a projetos de engenharia e de geologia

básica rasa (mapeamento) e pode ainda ser subdividida em dois subgrupos: investigação de superfície e de subsuperfície. O primeiro diz respeito à caracterização geológica das superfícies submersas e envolve o mapeamento de afloramentos rochosos, feições sedimentares ou estruturais e até mesmo a localização de embarcações naufragadas. A delimitação do traçado de dutovias (Souza et al., 2006), de hidrovias e de áreas favoráveis para instalação de bota-foras, são exemplos de projetos nos quais a prioridade de investigação é a caracterização de superfícies submersas. Nestes projetos, comumente não existe a necessidade da investigação de subsuperfície. Assim, com estes objetivos, são utilizadas fontes acústicas que emitem preferencialmente espectros de altas frequências, comumente superiores a 30kHz. Ecobatimetria (simples, dupla ou multifeixes) e a sonografia de varredura lateral constituem os principais métodos sísmicos empregados (Fig. 1). A Fig. 2 ilustra um exemplo de aplicação da sonografia de varredura lateral no mapeamento de contatos geológicos, neste caso, em apoio a estudos sedimentológicos a jusante da barragem de Porto Primavera, SP. Os sistemas digitais existentes permitem que estas imagens sejam automaticamente justapostas lateralmente compondo um mosaico que possibilita o desenvolvimento de uma análise global de várias características geológicas da área investigada (lineamentos, falhas, afloramentos rochosos etc.). Os sistemas atuais permitem ainda a utilização de fontes multifrequenciais, o que garante resolução e alcance lateral simultaneamente.

When it's a Question of Geoscience... Ask Fugro

Fugro's Geoscience Division acquires, interprets and integrates seismic, gravity, magnetic and electromagnetic information from around the world to create a geological profile of our planet. Our airborne and marine surveys, coupled with extensive non-exclusive data, are helping to support global mining and petroleum exploration improvement.



Now Featuring:
AGG-Falcon Airborne Gravity Gradiometry

Fugro-Geoteam's seismic vessel fleet is one of the most comprehensive in the industry. Our fleet, consisting of new high class and recently upgraded vessels, provides efficient 2D/3D/4D seismic data acquisition worldwide. Our strong HSE commitment combined with more than 30 years of experience ensures safe, solid and smooth production with the highest of quality standards

Fugro Geosolutions (Brasil)
Tel: +55 21 3219 8500 Fax: +55 21 3219 8501
e-mail: seismic@fugro-br.com

Fugro - Lasa - Geomag
Tel: +55 21 3501 7700 Fax: +55 21 3501 7701
e-mail: braga@fugroairborne.com.br



ARTIGO TÉCNICO

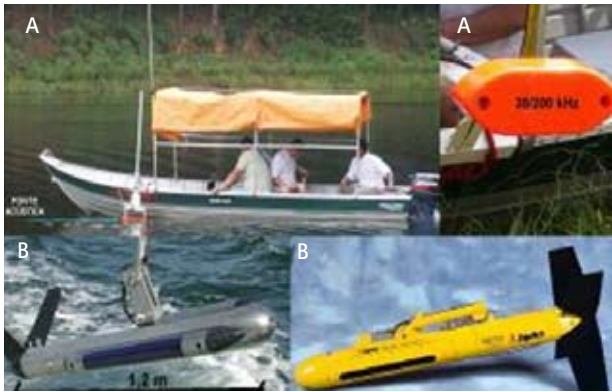


Fig. 1: Exemplos de fontes acústicas de alta frequência: A) ecobatímetros de dupla frequência (38/200kHz); B) sonar de varredura lateral (100kHz).

O segundo subgrupo refere-se à investigação de sub-superfície, cujo objetivo é dar suporte a projetos em que informações sobre a espessura da coluna sedimentar ou a profundidade do embasamento rochoso são fundamentais.

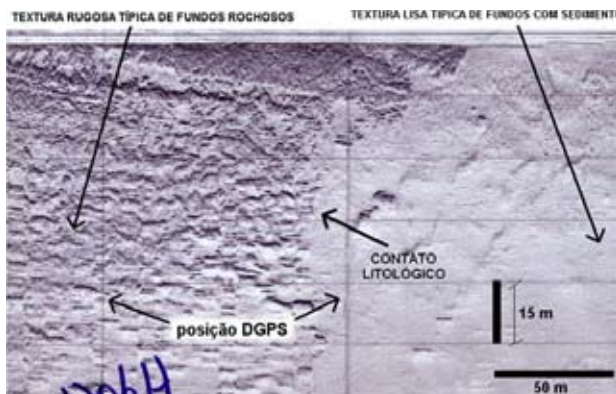


Fig. 2: Imagem obtida no rio Paraná (SP) por meio da sonografia de varredura lateral ilustrando o nítido contato entre um fundo com textura lisa e homogênea interpretado como cobertura sedimentar, e um fundo com textura rugosa, característico de afloramentos rochosos. (Souza, 2006; IPT, 2001).

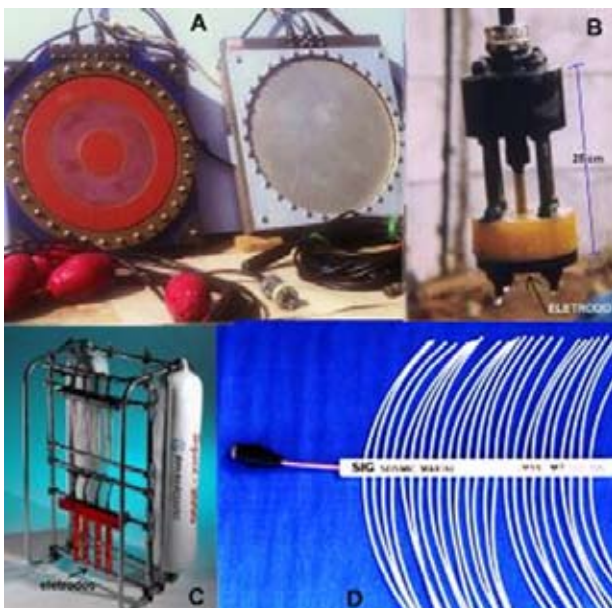
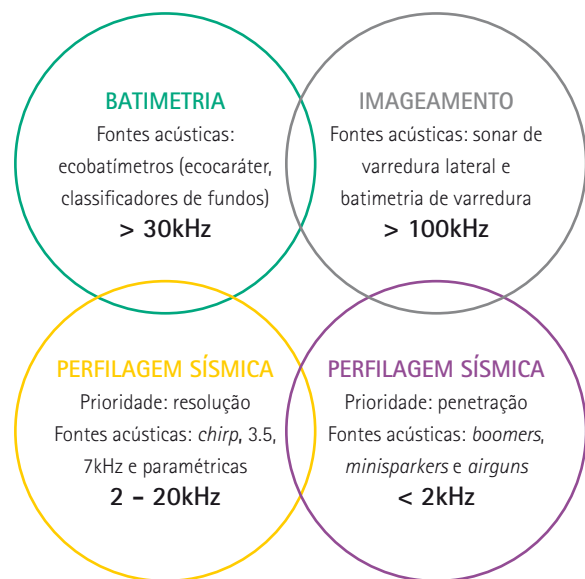


Fig. 3: Exemplos de fontes acústicas de baixa frequência e alta energia: A = boomers; B, C e D = sparkers. Modificado de Souza (2006).

A determinação da espessura das camadas sedimentares visando cálculos de cubagem de material para dragagem e da profundidade do embasamento rochoso, em projetos de pontes, túneis, portos e barragens, são alguns exemplos de estudos que exigem informações desta natureza, e que, portanto dados oriundos apenas de superfície de fundo não atendem às necessidades do projeto. Com esta finalidade se destacam os métodos sísmicos que utilizam fontes acústicas do tipo *boomers*, *sparkers* e *chirps* que emitem sinais acústicos com espectros de frequências inferiores a 20kHz (Fig. 3). A Fig. 4 constitui uma tentativa de compartimentar a investigação sísmica de ambientes submersos rasos tomando como referência as diferentes fontes acústicas existentes e suas principais características e aplicações (Souza, 2006).

INVESTIGAÇÃO DE SUPERFÍCIE



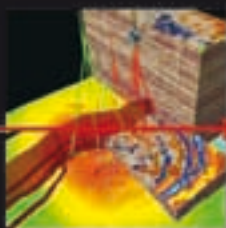
INVESTIGAÇÃO DE SUBSUPERFÍCIE

Fig. 4: Compartimentação da investigação sísmica de áreas submersas rasas. INVESTIGAÇÃO DE SUPERFÍCIE: batimetria - utiliza fontes acústicas que emitem frequências a partir de 30kHz; imageamento - utiliza fontes acústicas que emitem sinais de frequências geralmente superiores a 100kHz. INVESTIGAÇÃO DE SUBSUPERFÍCIE: perfilagem sísmica - utiliza fontes acústicas que emitem frequências geralmente inferiores a 20kHz. Pode ser subdividida em dois grupos: métodos que priorizam a resolução (>2kHz) e os que priorizam a penetração (<2kHz) (Souza, 2006).

DEMANDAS A importância desta discussão está embasada fundamentalmente em três demandas existentes no Brasil: a primeira refere-se à necessidade de aprimoramento do conhecimento geológico e geotécnico de áreas costeiras e da plataforma continental interna, devido principalmente à rápida evolução do nível de uso e/ou ocupação destas áreas, facilmente notável ao observarmos os projetos de infraestrutura ora em desenvolvimento no país. Dutos, portos, emissários submarinos, plataformas de exploração, rotas de navegação, locação de sítios para depósitos de resíduos, recuperação de praias, prospecção de recursos minerais e pesqueiros são alguns exemplos de usos múltiplos que exigem melhor e maior conhecimento deste ambiente geológico para garantia de sucesso e da sustentabilidade dos projetos.

Placeres marinhos, por exemplo, já constitui, em muitos países, fonte principal de recursos minerais (Silva, 2000). Com o inevitável esgotamento das reservas continentais, é incondicional e estratégico para o país envidar esforços na busca de bens minerais na plataforma continental. O Brasil, por meio do seu Serviço Geológico (CPRM) desenvolve projeto nesta direção (REMLAC – Programa de Avaliação da Potencialidade Mineral da Plataforma Continental Jurídica Brasileira). Uma segunda demanda refere-se à necessidade de conhecimento geológico e geotécnico de áreas submersas continentais interiores (rios e reservatórios). Esta demanda ocorre devido ao aumento da população, da ocupação e conseqüentemente, das necessidades básicas decorrentes: armazenamento de água potável, geração de energia elétrica, transportes (hidrovias), controle de vazão dos rios (controle de enchentes), recreação, controle de processos de erosão e assoreamento, prospecção de material de construção, entre outras. A relevância deste tema para o Brasil é constatada pela existência de dezenas de reservatórios, parcial ou totalmente assoreados, muitos dos quais ainda em operação, mas com graves problemas com relação ao excesso de sedimentos. Carvalho (1994) apresenta amplo estudo sobre hidrosedimentologia focando a questão do assoreamento dos reservatórios, as conseqüências para a sociedade e os prejuízos econômicos e sociais. Exemplos de reservatórios assoreados são freqüentes na literatura internacional. Chanson (1998) e Chanson & James (1998, 1999) fazem interessantes retrospectivas sobre este tema na Austrália no começo do

século passado. Uma terceira demanda, não menos importante, já que dá suporte às anteriores, constitui a demanda que pode ser denominada de “metodológica”. Está relacionada à ausência de literatura específica sobre esse tema no país, que proporcione aos empreendedores e/ou pesquisadores o suporte técnico necessário ao melhor desempenho no emprego dos métodos geofísicos, de forma a garantir que os produtos obtidos da utilização destes métodos de investigação sejam mais adequados aos propósitos do projeto original. Não são raros os exemplos na literatura nacional do emprego equivocado de métodos geofísicos na tentativa de resolver questões no contexto da investigação de áreas submersas rasas. A utilização de perfiladores sísmicos de alta freqüência (SBP 3,5kHz, 7kHz, 10kHz, *chirp* de baixa potência) na busca da profundidade do embasamento rochoso ou da espessura de camadas arenosas, em ambientes desfavoráveis à aplicação dessas fontes acústicas constitui um exemplo de uso inadequado de métodos geofísicos em projetos de geologia de engenharia ou de geotecnia. Com estes objetivos, *boomer*, *sparker* e *chirp* de alta potência constituem as fontes acústicas que apresentam melhor desempenho, já que lidam com baixas freqüências e alta potência e, portanto possuem poder de penetração. Por outro lado, no estudo de lagoas de decantação, por exemplo, os perfiladores de alta freqüência mencionados anteriormente oferecem resultados mais interessantes que estes últimos. Até mesmo ecobatímetros que lidam com freqüências entre 15 e 33kHz podem apresentar resultados compatíveis com as demandas, no



**Por todo processo,
conte com a nossa
experiência e
melhores práticas.**

**Landmark Consultoria e
Serviços.** Fazemos mais para
ajudar a reduzir custos e obter
maior valor.

Desde atividades simples ao desenvolvimento e exploração completa dos campos, a Landmark Consultoria e Serviços atua regularmente com 95% das maiores operações mundiais para fornecer soluções otimizadas—não importando o quão complexo é o campo petrolífero ou mesmo o desafio econômico.

Com mais de 1.000 consultores— e outros contatos pelo mundo—estaremos prontos quando você estiver pronto. Para maiores detalhes, visite-nos www.lgc.com.

Unleash the energy.™

Deeper knowledge. Broader understanding.™

Landmark

HALLIBURTON

ARTIGO TÉCNICO

caso de projetos de investigação de ambientes restritos como lagoas de decantação. Na Fig. 5 o registro de ecobatímetro de dupla frequência ilustra o poder de penetração de frequências altas quando as camadas sedimentares são compostas de material lamoso.

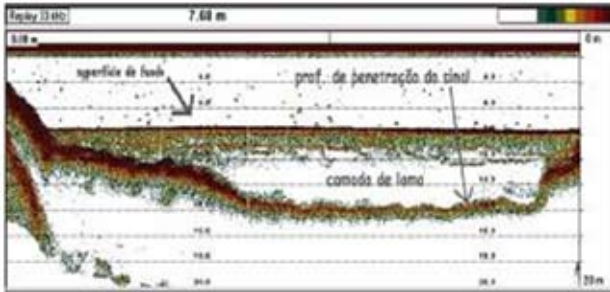


Fig. 5: Perfil obtido com um ecobatímetro de frequência de 33kHz mostrando camada de lama com cerca de 4m de espessura. Registro cedido pela Kongsberg-Sinrad. Modificado de Souza (2006).

COMO ESCOLHER O MÉTODO GEOFÍSICO ADEQUADO Os métodos sísmicos se destacam quando se trata da investigação de áreas submersas. Outros métodos geofísicos (elétricos, eletromagnéticos e magnetométricos) têm sido aplicados em estudos destes ambientes, todavia têm aplicação restrita e apresentam resultados mais qualitativos que quantitativos, e assim, oferecem produtos que não necessariamente satisfazem as solicitações de projetos de engenharia. Todavia, mesmo considerando o excelente e consagrado desempenho dos métodos sísmicos em investigações desta natureza, a decisão pela utilização de um ou outro método sísmico, dentre as várias possibilidades existentes, depende de algumas variáveis e, comumente, esta decisão não constitui um procedimento trivial. Diferentes métodos sísmicos utilizam diferentes fontes acústicas, que por sua vez possuem características específicas e oferecem produtos distintos. São vários os exemplos na literatura nacional de tomada de decisões equivocadas com relação ao método geofísico a ser empregado numa determinada investigação geológica ou geotécnica. Destes casos decorrem enormes prejuízos financeiros e técnicos aos empreendimentos, além de um prejuízo maior que é o conceitual, de expor, negativamente, o método geofísico que foi empregado com objetivo para qual não foi configurado. As fontes acústicas possuem propriedades, tais como espectro de frequências e energia (potência) emitidos, que as credenciam para serem aplicadas a objetivos distintos. De forma geral pode-se afirmar que fontes acústicas de frequências superiores a 2kHz oferecem melhor resolução, mas com prejuízo da penetração. Ao contrário, fontes acústicas com frequências inferiores a 2kHz favorecem o melhor desempenho no item penetração. O gráfico da Fig. 6 mostra um exemplo das limitações de penetração de uma fonte acústica do tipo 3,5kHz, que diminui drasticamente com o aumento da granulometria dos sedimentos.

Assim, para a investigação de depósitos sedimentares compostos basicamente de sedimentos arenosos (areias e cascalhos) comuns em aluviões de rios, com espessuras superiores a 8-10m, se faz necessário o emprego de fontes acústicas de maior energia e que emitam espectros com frequências inferiores a 2kHz. Fontes do tipo *boomer* e *chirp* (preferencialmente os de alta potência) estão entre

Características geológicas da superfície de fundo da área investigada

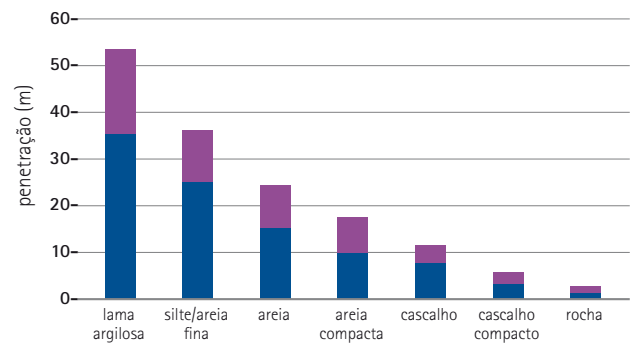


Fig. 6: Desempenho da fonte acústica modelo GeoPulse Pinger 3,5kHz, da Geoacoustics: penetração esperada (em azul) e a variabilidade possível (em roxo) para a relação penetração do sinal acústico x tipo de fundo. Modificado de: <<http://www.geoacoustics.com>> (Souza, 2006).

as mais indicadas para se atingir estes objetivos. Os exemplos ilustrados na Fig. 7 mostram excelentes perfis de subsuperfície obtidos com uma fonte acústica do tipo *boomer*. O primeiro, obtido no canal de Santos, permite observar a extensão do afloramento rochoso em profundidade, assim como as camadas sedimentares com espessura superior a 15m. O segundo, obtido no lago Guaraciaba, Santo André (SP) mostra uma camada de sedimentos com cerca de 25m de espessura depositada sobre a topografia irregular do embasamento local, assim configurada como resultado das atividades pretéritas de extração de areia. A Fig. 8 ilustra um registro obtido com o emprego de fonte acústica do tipo *chirp* mostrando, por outro lado,

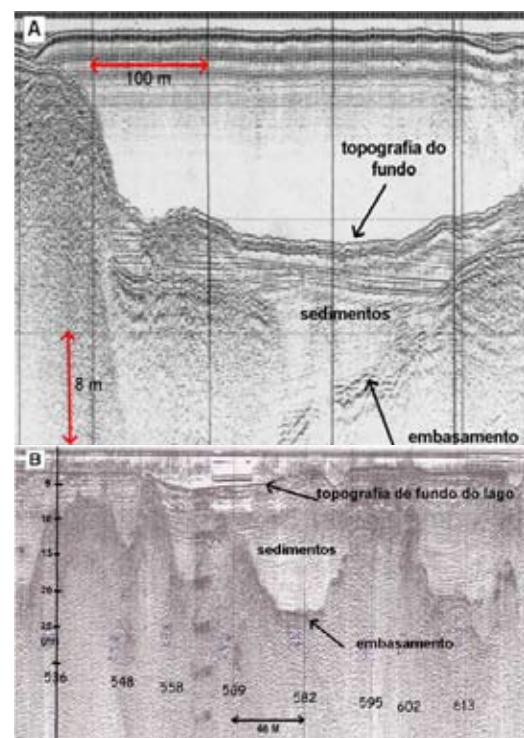


Fig. 7: Registros obtidos por meio do emprego da perfilagem sísmica contínua com fonte acústica do tipo *boomer*. (A) Canal de Santos, SP (Souza et al., 2007); (B) Lago Guaraciaba, Santo André (SP). Modificado de Souza (2006) e IPT (2003).

a importância do uso desta fonte na identificação da espessura das camadas mais superficiais de sedimentos, preferencialmente finos.

O exemplo ilustrado na Fig. 9 mostra a potencialidade do método de perfilagem sísmica com o uso de fonte tipo *boomer*, em projeto de dragagem de aprofundamento e de derrocagem submarina, na área da Pedra das Palanganas, Porto de Paranaguá, PR. Este método tem a potencialidade de indicar com grande precisão, o contorno do topo do embasamento rochoso sotoposto por seqüências sedimentares com até dezenas de metros de espessura.

Não raramente projetos de engenharia ou geotecnia em áreas submersas rasas devem ser elaborados com base de dados em todos os níveis discutidos anteriormente, a saber: espessura da coluna sedimentar rasa, profundidade do embasamento rochoso e imageamento das feições estruturais aflorantes na superfície de fundo. Em projetos desta natureza se faz necessário o emprego de sistemas de aquisição de dados mais complexos com capacidade de administrar, simultaneamente, várias fontes sísmicas, inclusive o sonar de varredura lateral. Existem vários modelos disponíveis no mercado atualmente. O sistema Meridata (Finlândia), por exemplo, apresenta um excelente desempenho sob este ponto de vista, conforme ilustrado na Fig. 10, que mostra nitidamente o produto diferenciado, sob ponto de vista da resolução e da penetração, de três fontes acústicas utilizadas simultaneamente (*pingar* 24kHz, *chirp* 2-8kHz e *boomer* 0,5-2kHz).

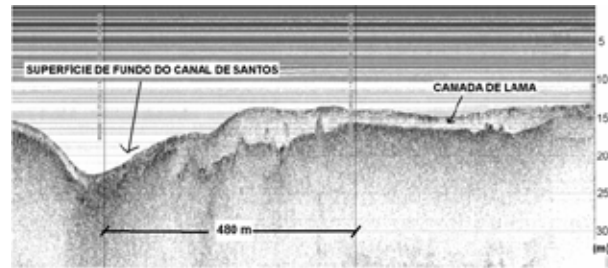


Fig. 8: Registro obtido com emprego de perfilador sísmico de fonte acústica do tipo *chirp* (2-8kHz). Registro cedido pelo Prof. Dr. M. M. de Mahiques do IO/USP.

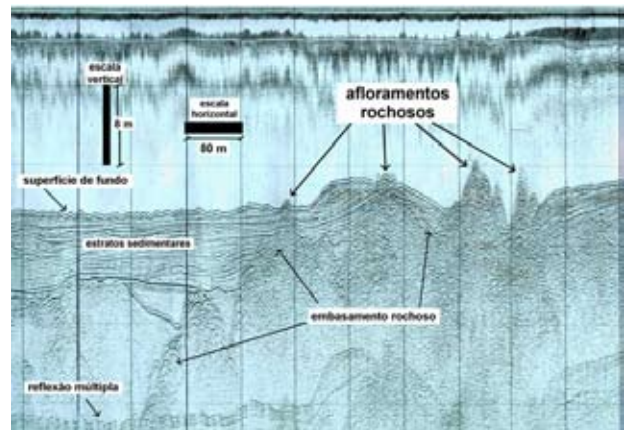


Fig. 9: Registro obtido com emprego de perfilador sísmico com fonte acústica do tipo *boomer* (Modificado de Bianco et al., 2003).

A BRAIN É +

- + de uma década no mercado
- + de 250 diagnósticos ambientais concluídos
- + de 450 km de dutos cadastrados em travessias de rios
- + de 2% em extensão a Muralha da China em seções GPR
- + de 15.000 seções de resistividade
- + de 900 km de sísmica 2D e 1.100 km de sísmica 3D, em apenas 3 anos
- + de 140.000 horas/hora de treinamentos em SMS
- + de 4 milhões de homens/hora expostos ao risco sem acidentes
- + de 1.000 funcionários felizes

SOLUÇÕES INTEGRADAS

- Diagnósticos ambientais
- Cadastro de dutos
- Geoprocessamento
- Levantamentos geofísicos
- Mapeamentos geotécnicos
- Avaliação de risco à saúde humana
- Monitoramento ambiental
- Sísmica passiva aplicada ao monitoramento de encostas
- Reconstituição de "as built" de dutos

SÍSMICA

TECNOLOGIA

- Aplicação sísmica terrestre 2D e 3D
- Processamento e interpretação sísmica
- Detalhamento de reservatórios
- Equipamentos de última geração com 3000 canais de registros

ARRANJENTE

- Profissionais com vasta experiência
- Pronto para operar em qualquer parte do país
- 30 projetos em 8 estados brasileiros
- Em apenas 3 anos, 900 km de sísmica 2D e 1.100 km de sísmica 3D
- Mais de 4 milhões de homens/horas expostos ao risco sem qualquer acidente com abastecimento

A Brain é a primeira empresa brasileira de aquisição sísmica com 100% de capital privado — um marco na história da exploração petrolífera no Brasil.

Av. Rio de Janeiro, 4.444
Santa Cruz - 06064-010
Belo Horizonte MG - Brasil
Fones: (11) 4134-4400
Email: info@brainologia.com.br

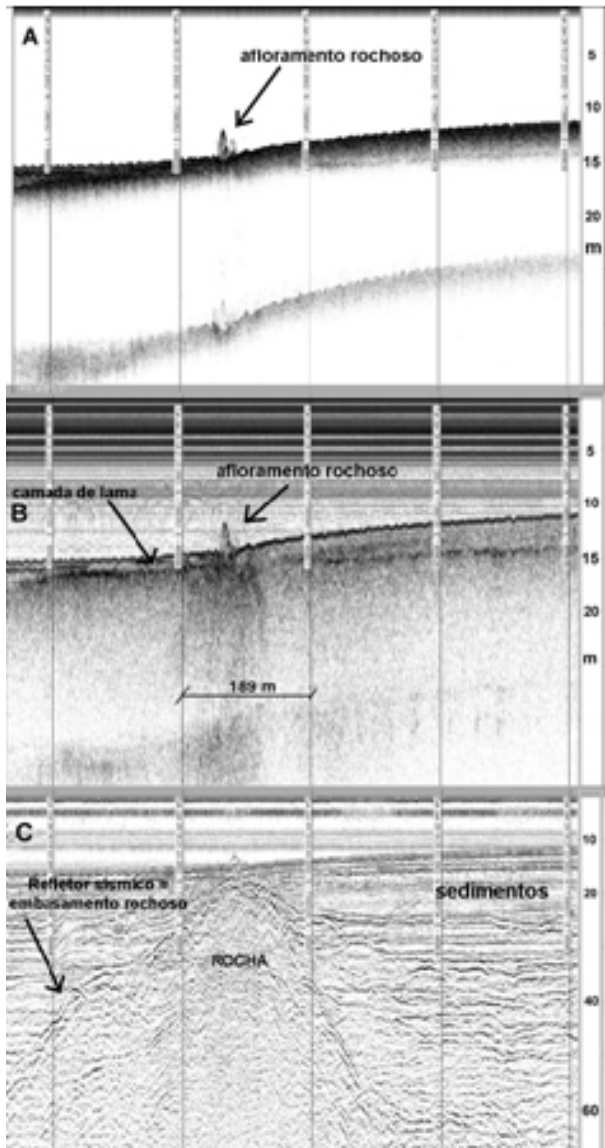


Fig. 10: Perfil sísmico executado com emprego simultâneo de três fontes acústicas (A) *pinger* (24kHz); (B) *chirp* (2-8kHz) e (C) *boomer* (0,5-2kHz). Observa-se nitidamente o desempenho diferenciado das fontes, com relação à penetração do sinal nos estratos sedimentares subjacentes. No perfil A e no perfil B se evidencia na superfície de fundo uma anomalia topográfica que somente no perfil C, pode ser correlacionada com a existência de um corpo rochoso em subsuperfície, permitindo inclusive seu dimensionamento (Souza, 2006).

CONCLUSÕES A análise desenvolvida neste artigo permite concluir que para um adequado desenvolvimento de estudos geológicos e/ou geotécnicos em áreas submersas rasas é fundamental proceder primeiramente uma análise criteriosa com relação aos objetivos do projeto em desenvolvimento. A melhor solução para o problema geológico-geotécnico será encontrada se três questões básicas forem devidamente avaliadas: 1) Qual é o objetivo do empreendimento? 2) Quais são as profundidades a serem investigadas? 3) Qual é o tipo de material a ser atravessado pelos sinais acústicos?

As respostas a estas questões vão indicar se a prioridade do projeto é a investigação da superfície (1) ou da subsuperfície (2), e neste segundo caso, se a prioridade é resolução (3) ou a penetração (4) ou até mesmo se todas essas

informações são importantes. Com estes dados, o empreendedor poderá emitir uma licitação para levantamentos geofísicos que basicamente irão prever, para o caso (1), levantamentos ecobatimétricos e/ou sonográficos que envolverão a utilização de ecobatímetros de uma ou duas frequências, sistemas multifreixes e/ou sonar de varredura lateral. Neste caso o objetivo do projeto será caracterizar a morfologia da superfície de fundo, através da identificação de feições como afloramentos rochosos, estruturas sedimentares, feições estruturais, como falhas e lineamentos ou, até mesmo, a localização de embarcações naufragadas, dando suporte a operações de busca ou salvamento. Para o caso (2), os levantamentos geofísicos solicitados serão aqueles relacionados à perfilação sísmica contínua. Neste contexto, se a prioridade for a resolução (3), o projeto necessitará de dados referentes à espessura de finas camadas (métricas a submétricas) de sedimentos finos inconsolidados (lamas ou no máximo areias finas) e os levantamentos deverão ser executados com métodos sísmicos que utilizam fontes acústicas que emitem sinais com frequências entre 2 e 30kHz (*SBP* 3,5kHz, 7kHz, 10kHz, 15kHz, *chirp* de baixa potência 2-10kHz ou *pinger* 24kHz). Informações desta natureza estão comumente relacionadas a projetos de obras de dragagem de manutenção em áreas portuárias, de hidrovias, de lagoas de decantação e a estudos de assoreamento de reservatórios, entre outros. Se a prioridade do projeto é a penetração de estratos sedimentares arenosos, ou seja, dados sobre a espessura da coluna sedimentar ou da profundidade do embasamento rochoso constituem informações fundamentais, os levantamentos geofísicos a serem solicitados serão aqueles também relacionados à perfilação sísmica contínua. Neste caso, todavia, deverão ser empregadas fontes acústicas de alta potência e que emitem sinais com frequências abaixo de 2kHz, o que possibilita a adequada penetração na coluna sedimentar. *Sparkers*, *boomers* e *chirps* de alta potência, estão entre as principais fontes acústicas utilizadas com estes objetivos, que apresentam produto final análogos aos exemplos ilustrados nas Figs. 7 e 9. Em alguns casos onde resolução e penetração são requeridas, o emprego simultâneo de várias fontes acústicas é recomendável, para obtenção de resultados semelhantes aos ilustrados na Fig. 10.

REFERÊNCIAS

- ABREU JGN, KLEIN AHF, DIEHL FL, MENEZES JT & SANTOS MIF. 2005. A experiência da alimentação artificial de praias no litoral centro-norte do estado de Santa Catarina. In: Congresso Brasileiro de Oceanografia, 2. Vitória-ES. Anais. CD-ROM.
- BIANCO R, SOUZA LAP & CUNHA AGN. 2003. Sísmica rasa e sonar de varredura lateral aplicados a projetos de dragagem e derrocagem submarina. 8º Congresso Internacional da Sociedade Brasileira de Geofísica, Rio de Janeiro-RJ. CD-ROM.
- CARVALHO NO. 1994. Hidrossedimentologia Prática. Rio de Janeiro, Companhia de Pesquisas e Recursos Minerais - CPRM / Eletrobrás. 372p.
- CASTILHOS JA & GRÉ JCR. 1996. Erosão costeira nas praias da ilha de Santa Catarina. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 39. Salvador-BA. Anais, 4: 417-420.
- CHANSON H. 1998. Extreme reservoir sedimentation in Australia: a review. *Int. J. Sediment Res.* 13: 55-62.
- CHANSON H & JAMES P. 1998. Rapid reservoir sedimentation of four historic thin arch dams in Australia. *J. Perform. Constr. Facil.*, ASCE, 12: 85-92.
- CHANSON H & JAMES P. 1999. Siltation of Australian reservoirs: some observations and dam safety implications. In: IAHR Congress, 28, Session B5. Graz, Áustria. Proceedings. CD-ROM.

IPT-Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. 2001. Monitoramento das erosões à jusante da barragem de Porto Primavera – Levantamentos Geofísicos – 1ª Fase. Relatório Técnico IPT no 55.008. 49p.

IPT-Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. 2003. Levantamento batimétrico no lago do parque Guaraciaba e caracterização geológico-geotécnica das encostas marginais – município de Santo André, SP. Relatório Técnico 66.080. 71p.

KLESSIG LL. 2001. Lakes and society: The contribution of lakes to sustainable societies. *Lakes Reserv. Res. Manage.*, 6: 95-101.

LIMA RCA, COUTINHO PN & MAIA LP. 2002. Estudo da erosão marinha na praia do Pontal da Barra – Maceió, AL. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 41. João Pessoa-PB. Anais, 1: 101.

LÓPEZ RA & MARCOMINI SC. 1996. Impacto ambiental gerado por assentamentos urbanos em zonas costeiras. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 39. Salvador-BA. Anais, 4: 484-488.

MAIA LP, CARVALHO AM & MONTEIRO LHU. 2002. Projeto de recuperação da praia de Iracema-CE. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 41. João Pessoa-PB. Anais, 1:102.

MANSOR LM. 1994. Disposição final de resíduos sólidos em áreas costeiras: avaliação geoambiental preliminar da planície costeira do RS. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 38. Balneário de Camboriú-SC. Boletim de Resumos Expandidos. p.27.

MORAIS JO, MAGALHÃES SHO & RODRIGUES ACB. 1996. Processos de erosão e assoreamento no litoral a oeste de Fortaleza-CE. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 39. Salvador-BA. Anais, 4: 413-416.

NEUMANN VH, LEITÃO SN, QUEIRÓZ CM & MAIA LP. 1996. Estudos sedimentológicos, geomorfológicos e impactos ambientais causados pela implantação do porto na Laguna de Suape – PE. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 39. Salvador-BA. Anais, 4: 496-499.

PEREIRA LCC, MEDEIROS C, FREITAS IC & CARVALHO PWDBC. 1996. Morfologia e hidrodinâmica da praia de Casa Caiada. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 39. Salvador-BA. Anais, 4: 472-476.

SILVA CG. 2000. *Placeres marinhos*. Rev. Bras. Geofis., 18: 327-336.

SOUZA LAP. 1988. As técnicas geofísicas de Sísmica de Reflexão de Alta Resolução e Sonografia aplicada ao estudo de aspectos geológicos e geotécnicos em áreas submersas. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 35. Belém-PA. Anais, 4: 1551-1564.

SOUZA LAP. 2006. Revisão crítica da aplicabilidade dos métodos geofísicos na investigação de áreas submersas rasas. Tese de Doutorado. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. 311p.

SOUZA LAP, GANDOLFO OCB, CORDEIRO RP, TESSLER MG. 2006. A investigação geofísica em projetos de dutovias. In: II Simpósio Brasileiro de Geofísica, Natal-RN. Resumos Expandidos. CD-ROM.

SOUZA LAP, BIANCO R, TESSLER MG & GANDOLFO OCB. 2007. Investigações geofísicas em áreas submersas rasas: qual o melhor método?. In: 10º Congresso Internacional da Sociedade Brasileira de Geofísica, Rio de Janeiro-RJ. Resumos Expandidos. CD-ROM.

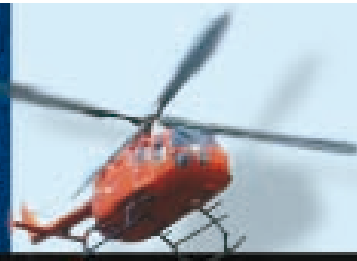
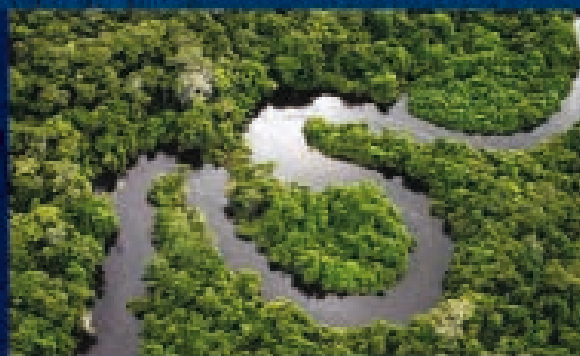
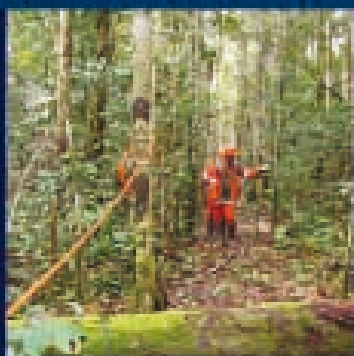
TESSLER MG & MAHIQUES MM. 1996. Processos erosivos e deposicionais no litoral paulista. Estudo de caso no sistema Cananéia-Iguape. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 39. Salvador-BA. Anais 4: 456-459.

TÓTH T, VIDA R & HORVÁTH F. 1997. Shallow-water single and multichannel seismic profiling in a riverine environment. *Lead. Edge*, p.1691-1695.

TRAININI DR. 1994. Diagnóstico preliminar de aspectos ambientais do litoral norte do Rio Grande do Sul. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 38. Balneário de Camboriú-SC. Boletim de Resumos Expandidos, 1: 26.

WILKINSON BH. 2005. Humans as geologic agents: A deep-time perspective. *Geology*, 33: 161-164.

SÍSMICA DIAGNÓSTICO AMBIENTAL, REMEDIAÇÃO DE AQUIFEROS, GEOTECNIA, INFRA-ESTRUTURA, GEOQUÍMICA, CARACTERIZAÇÃO DE SOLOS E ROCHAS, GEOFÍSICA RASA



As operações de sísmica da Georadar, incluindo suas cinco bases de operação (1 na Amazônia, 2 no Rio Grande do Norte e 3 em Sergipe), já contam com mais de 1500 colaboradores em campo, atuando com equipamentos próprios, equipes experientes e grandes desafios nos cenários nacional e internacional.

Tecnologia e atuação ambiental responsável.

É assim que a Georadar trabalha para oferecer os melhores serviços em Geologia e Geofísica, capacitando seu corpo técnico e acreditando no crescimento humano como a grande alavanca para o desenvolvimento sustentável.

A constante busca pela excelência tem sido a principal marca Georadar, destacando suas operações no Brasil e no exterior.



GEORADAR

Rua do Campo, 80. Vale do Sereno, Nova Lima-MG
CEP 34000-000 Tel/Fax: 55 31 2104-7171
www.georadar.com.br georadar@georadar.com.br

▶ **SEG/EAGE Distinguished Instructor Short Course 2008**

"Reservoir Geophysics: Applications"
Dr. William L. Abriel, Chevron
19 de junho - Rio de Janeiro - RJ
Informações: www.sbgf.org.br

▶ **Fórum SBGf 2008: Geofísica Aplicada a Campos Maduros**

10 a 13 de agosto - Salvador - BA
Informações: <http://forum.sbgf.org.br>

▶ **2º Simpósio Brasileiro de Geofísica Espacial e Aeronômica - SBGEA**

8 a 11 de setembro - Campina Grande - PB
Informações: www.df.ufcg.edu.br/~sbgea2008

▶ **II Encontro de Alunos de Geofísica Aplicada das Universidades Paulistas - II EGAUP**

11 e 12 de setembro - São Paulo - SP
Informações: andreaustra@iag.usp.br e manuelle@iag.usp.br

▶ **Rio Oil & Gas 2008**

15 a 18 de setembro - Rio de Janeiro - RJ
Informações: www.ibp.org.br

▶ **SPE Annual Technical Conference and Exhibition**

21 a 24 de setembro - Denver - Colorado - USA
Informações: www.spe.org/atce/2008

▶ **XIII Congreso Latinoamericano de Geología XIV Congreso Peruano de Geología**

Sociedad Geológica del Perú
29 de setembro a 3 de outubro - Lima - Peru
Informações: www.congresosgp.com

▶ **XIV Congreso Venezolano de Geofísica**

6 a 9 de outubro - Caracas - Venezuela
Informações: www.congresogeofisica-sovg.org

▶ **Curso pré-congresso: "Aerogeofísica aplicada ao mapeamento geológico e à exploração mineral"**

(Profa. Dra. Adalene Moreira Silva-UnB)
24 e 25 de outubro - Curitiba - PR
Informações: www.44cbg.com.br/cbg_minicursos.php

▶ **44º Congresso Brasileiro de Geologia - SBG**

26 a 31 de outubro - Curitiba - PR
Informações: www.44cbg.com.br

▶ **SEG Annual Meeting - Las Vegas 2008**

9 a 14 de novembro - Las Vegas - Nevada - EUA
Informações: <http://meeting.seg.org>

▶ **III Simpósio Brasileiro de Geofísica - SimBGf**

26 a 28 de novembro - Belém - PA
Informações: <http://simposio.sbgf.org.br>



Soluções em geofísica

Processamento sísmico

- ▶ Terrestre e marítimo
- ▶ 2D/3D (migração em tempo e profundidade)

Suporte à aquisição de dados sísmicos

- ▶ Parametrização
- ▶ Inspeção
- ▶ Controle de qualidade

Geofísica rasa

- ▶ Eletrorresistividade e GPR
- ▶ Aquisição, processamento e interpretação



Natal

Rua Seridó, 479, sala 100/200
Natal, RN CEP: 59020-010
Tel: +55 84 3221 4043/3201 3858

Rio de Janeiro

Av. Nilo Peçanha, 50, sala 1617 (Ed. Paoli)
Rio de Janeiro, RJ CEP: 20020-906
Tel: +55 21 2262 9651