

# boletim **SBGf**

Publicação da Sociedade Brasileira de Geofísica  
Número 2, 2012 – ISSN 2177-9090



## **Sísmica Marinha: Aquisição**

Utilizada primordialmente pela indústria de petróleo e gás, a aquisição sísmica marinha atravessa uma fase marcada por grandes inovações, o que possibilita um convívio mais equilibrado com o meio ambiente

Em novembro o V SimBGf apresenta o tema "Geofísica Terrestre"

EVENTOS, PÁG. 3

Projeto Geofísico Brasil-Canadá

MEMÓRIA, PÁG. 10

## Aquisição Sísmica Marinha: A rota da evolução

Enfocando Aquisição de Dados Sísmicos Marinhos, a SBGf discute na atual edição do Boletim este tema que tem evoluído nos últimos anos graças a um substancial incremento de inovações, entre as quais podemos destacar a densidade de informações proveniente do aumento do número de cabos (*streamers*) e da extensão dos mesmos, e ainda resultante do crescimento do número de canais receptores (hidrofonos) e da diversidade de azimutes, além da maior precisão na determinação do local dos diferentes elementos envolvidos na aquisição dos dados. Adicionalmente, as técnicas de registro com cabo de fundo têm propiciado melhoria no fator de recuperação dos reservatórios em produção, além de contribuir para o avanço do conhecimento das características dos reservatórios, otimizando a produção. Relevante conquista da tecnologia, considerando que progressos na aquisição dos dados e no posterior imageamento têm permitido a apropriação de novas reservas, como no caso do Brasil com a descoberta do petróleo em rochas do pré-sal.

Por outro lado, o Boletim em matéria relativa à Universidade Federal do Ceará nos informa sobre a criação de mais um curso de graduação em geofísica nesta instituição. Esse curso será o nono no país, o que prova a importância do geofísico no contexto das geociências e das atividades nacionais. Boa leitura.

### CONFIRA NESTA EDIÇÃO

#### 3 EVENTOS

- Em novembro o V SimBGf apresenta o tema "Geofísica Terrestre"
- 13º CIBGf em agosto de 2013, no Rio
- SBGf sedia palestra da OCTIO

#### 4 INSTITUCIONAL

- Em defesa da C&T, SBGf envia carta à Presidente Dilma
- SBGf sedia encontros entre SBGs

#### 5 PESQUISA

- INCT-INOG promove pesquisas científicas para qualificação profissional
- UFC inaugura Laboratório de Geofísica de Prospecção e Sensoriamento Remoto e prepara novo curso de graduação em geofísica

#### 7 NOTAS

- Plataforma Continental, a última fronteira da mineração brasileira
- Aplicações em Petrofísica: tema base da XIII Semana de Geofísica da UFRJ
- SBGf divulga 13º Congresso Internacional em Conferência da EAGE

Capa: Barcos X-Bow da CGGVeritas, Oceanic Vega e Oceanic Sirius realizando aquisição WAZ no Golfo do México. Imagem cedida pela CGGVeritas

#### 8 UNIVERSIDADE

Panorama da Graduação em Geofísica no Brasil - USP

#### 10 MEMÓRIA

Projeto Geofísico Brasil-Canadá

#### 13 ESPECIAL Sísmica Marinha: Aquisição

- Novas tecnologias e custos
- Aquisição sísmica marinha no Brasil
- Meio ambiente e métodos EM



Visão interna da área operacional de um navio sísmico

#### 17 ARTIGO TÉCNICO

Reduzindo o tempo do Ciclo de Exploração na Bacia de Campos: Integração de Dados Sísmicos de Aquisição e Processamento Sanchez et al.

### ADMINISTRAÇÃO DA SBGf

Presidente

Ana Cristina B. F. Chaves

Vice-presidente

Renato Cordani

Secretário-Geral

Francisco Carlos Neves de Aquino

Secretário de Finanças

Marco Antônio Pereira de Brito

Secretário de Relações Institucionais

Renato Lopes Silveira

Secretário de Relações Acadêmicas

Adalene Moreira Silva

Secretário de Publicações

Luiz Geraldo Loures

Conselheiros

Adriana Perpétuo Socorro da Silva

Edmundo Julio Jung Marques

Eduardo Lopes de Faria

Eliane da Costa Alves

Ellen de Nazaré Souza Gomes

Jorge Dagoberto Hildenbrand

Jurandy Schmidt

Marcelo Sousa de Assumpção

Neri João Boz

Paulo Roberto Porto Siston

Secretários Regionais

Patricia Pastana de Lugão (Centro-Sul)

Welitom Rodrigues Borges (Centro-Oeste)

Silvia Beatriz Alves Rolim (Sul)

Carlos da Silva Vilar (Nordeste Meridional)

Rosangela C. Maciel (Nordeste Setentrional)

Cícero Roberto Teixeira Régis (Norte)

Editor-chefe da Revista Brasileira de Geofísica

Cleverson Guizan Silva

Secretárias executivas

Ivete Berlice Dias

Luciene Victorino de Carvalho

Coordenadora de Eventos

Renata Vergasta

Analista de Marketing

Carolina Santinoni Esteves

#### BOLETIM SBGf

Editora-chefe

Adriana Reis Xavier

Editor Associado

Gustavo França Faria (MTb 2612/DF)

Assistente de Publicações

Fabianna Mathias Sotero

Diagramação

Bianca Fernandes Lobianco

Estagiário de Informática

Cláudio Correia de Sales Junior

Tiragem: 2.500 exemplares

Distribuição restrita

O Boletim SBGf também está disponível no site [www.sbgf.org.br](http://www.sbgf.org.br)

Sociedade Brasileira de Geofísica - SBGf

Av. Rio Branco, 156 sala 2.509

20040-901 - Centro - Rio de Janeiro - RJ

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

[sbgf@sbgf.org.br](mailto:sbgf@sbgf.org.br)

### FUNDO SBGf

OURO



PRATA

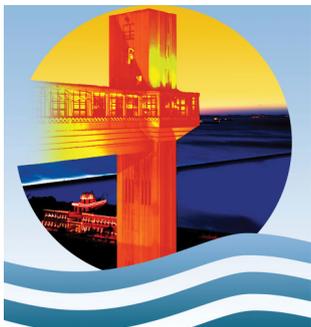


BRONZE



## EVENTOS

## EM NOVEMBRO O V SIMBGf APRESENTA O TEMA "GEOFÍSICA TERRESTRE"



Em sua quinta edição, o Simpósio Brasileiro de Geofísica (V SimBGf) terá por tema central a "Geofísica Terrestre", com apresentação de cursos, sessões orais e pôster. O evento será realizado no Pestana Bahia Hotel, de 27 a 29 de novembro, em Salvador (BA).

A comissão organizadora do evento é composta por Neri Boz (Petrobras), como coordenador; e Carlos Vilar (UFBA) e Marco Schinelli (Petrobras) como componentes do comitê técnico.

Entre as atividades estão os cursos "Geofísica aplicada à prospecção de depósitos minerais", com Renato Cordani (Reconsult), "O emprego do GPR na caracterização de impactos ambientais e na solução de problemas geotécnicos", por Marco Botelho (UFBA), "Interpretação Sísmica", com Marco Schinelli (Petrobras) e "Fundamentos de Métodos Sísmicos", por Marco Cetale (UFF).

Durante o V SimBGf ainda será realizada a 34ª Assembleia Geral Ordinária, quando os sócios efetivos quites poderão se reunir com a direção da SBGf para discussão de temas pertinentes à ciência geofísica e à entidade.

As inscrições estão abertas e vão até 25 de outubro, com descontos diferenciados para sócios efetivos e estudantes quites. Para mais informações quanto às inscrições, acesse o site <http://simposio.sbgf.org.br>.

## 13º CISBGf EM AGOSTO DE 2013, NO RIO

De 26 a 29 de agosto de 2013, a SBGf promoverá a 13ª edição de seu congresso internacional (13º CISBGf). O comitê organizador já tem se reunido e é composto por: José Contreras (Secretário-Geral); Claudio Guerra, Francisco Aquino e João Lima (Comitê Técnico); Carlos Belem, Neri Boz e Simplicio Freitas (EXPOGEF & Patrocínio); Adriana Silva, Andre Rabelo, Cibele Clauver e Marco Brito (Comitê de Infraestrutura & Financeiro).

Informações adicionais podem ser obtidas no site oficial do evento no endereço <http://congress.sbgf.org.br>.

## SBGf SEDIA PALESTRA DA OCTIO

Foi realizada no dia 30 de maio de 2012 na sede da SBGf, no Rio de Janeiro, a palestra "POM - *Permanente Oilfield Monitoring*, ferramentas de geofísica monitorando a vida dos campos *offshore* de petróleo e gás", ministrada por Helge Brandsaeter, presidente da Octio AS.

Gratuita para os sócios da SBGf, a palestra teve 23 inscritos e contou com um *coffee break* ao final.



Foto: Carol Santinori



### 13º Congresso Internacional da Sociedade Brasileira de Geofísica & EXPOGEF

Rio de Janeiro, 26 - 29 Agosto de 2013 • Centro de Convenções SulAmérica

[congress@sbgf.org.br](mailto:congress@sbgf.org.br) / [expogef@sbgf.org.br](mailto:expogef@sbgf.org.br)

<http://congress.sbgf.org.br>

## INSTITUCIONAL

## EM DEFESA DA C&T, SBGf ENVIA CARTA À PRESIDENTE DILMA

A SBGf, por iniciativa da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), enviou no dia 20 de abril uma carta à Excelentíssima Presidente Dilma Rousseff, onde se posiciona acerca dos cortes no orçamento do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI).

Assinada pela presidente da SBGf, Ana Cristina Chaves, a carta traz em seu conteúdo o apoio da sociedade às diversas manifestações contrárias aos cortes feitos no orçamento do MCTI. Diante dos manifestos, nos quais instituições científicas e empresariais externaram preocupação com as consequências dos referidos cortes para qualquer projeto de desenvolvimento nacional sustentado ou sustentável, a SBGf declara sua apreensão com o destino do setor através do manifesto intitulado “Em defesa da ciência, da tecnologia e inovação” como pode ser visto no trecho da carta: *“a SBGf preocupa-se com os efeitos derivados de tal corte sobre os investimentos na área da Geofísica e considera um retrocesso vis-à-vis os avanços que vinham sendo realizados nos últimos anos, podendo prejudicar diferentes setores da economia do país e em especial em um momento crucial diante dos desafios da exploração da camada do pré-sal”*.

E solicita que seja realizada uma análise profunda das alternativas, de modo que haja uma revisão dos cortes anunciados.

A presidente da SBPC, Helena Nader, ressalta a importância da comoção causada pelo anúncio do corte “Trata-se de uma área estratégica que está sendo fragilizada” e lembrou que no período de crise nos EUA, os gastos com ciência e tecnologia foram aumentados para alcançar melhores resultados.

## SBGf SEDIA ENCONTROS ENTRE SBGs

Nos dias 25 de abril e 9 e 10 de agosto reuniram-se na sede da Sociedade Brasileira de Geofísica, no Rio de Janeiro, representantes das três sociedades científicas que representam as profissões que congregam o mercado da indústria do petróleo e mineração: Sociedade Brasileira de Geologia (SBG), Sociedade Brasileira de Geoquímica (SBGq) e SBGf. O intuito das reuniões foi a formulação de diretrizes para o aumento quantitativo e qualitativo de geólogos, geofísicos e geoquímicos para atuar nessa indústria que hoje é carente de profissionais, mas que será dramaticamente insuficiente no futuro.

“Os encontros demonstram a importância do momento que estamos vivendo e a preocupação das associações científicas em garantir um investimento adequado no desenvolvimento dos recursos humanos de geociências que farão parte do desenvolvimento de nosso país nos próximos anos. A iniciativa de buscarmos, em conjunto, uma melhoria na estrutura de fomento para estas áreas, seja da indústria do petróleo ou da mineração, mostra a maturidade do meio na busca de alternativas inovadoras e de longo prazo para o desenvolvimento da ciência e da economia de nosso país”, avalia Ana Cristina Chaves, presidente da SBGf.



Em encontro em abril: Egberto Pereira (UERJ-SBG), Gilmar Bueno (Cenpes-SBG), Ana Cristina Chaves (SBGf), Renato Cordani (SBGf), Jorge de Lena (UFOP-SBGq), Andre Mexias (UFRGS-SBGq) e Moacir Macambira (UFPA-SBG)

Foto: Carol Santioni

We have through our history launched step changing innovations, among these are the Ramform Series - benchmarks of marine seismic operations.

Our competent and interdisciplinary teams are constantly pushing the limits through technology development, gaining operational experience and indisputable results from challenging environments worldwide.

We take great pride in our achievements, knowing that the strong will and ability that made us the company we are today will keep us continuously focused and competitive in the future.

And most importantly; we always work tirelessly to be your first choice. PGS - Unrivaled Performance



Defining benchmarks

Rio de Janeiro  
Main: +55 21 3970 7300  
Direct: +55 21 3970 7302  
stephane.dezaunay@pgs.com

Houston  
Main: +1 281 509 8000  
Direct: +1 281 509 8391  
alan.wong@pgs.com

A Clearer Image  
www.pgs.com



## PESQUISA

## INCT-INOG PROMOVE PESQUISAS CIENTÍFICAS PARA QUALIFICAÇÃO PROFISSIONAL

Criado em 2009 e com duração prevista de cinco anos, o Instituto Nacional de Óleo e Gás (INCT-INOG) faz parte do projeto de Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCTs) do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) através do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ).

Instalar uma infraestrutura técnica-científica na área de petróleo e gás no Estado do Rio de Janeiro para fortalecer o estado na profissionalização do setor. Este é o principal objetivo do INCT-INOG que promove pesquisas científicas inovadoras nos programas de pós-graduação das universidades envolvidas, procurando atender a crescente demanda de serviços tecnológicos e de mão de obra especializada no setor.

Grande parte da pesquisa e do desenvolvimento na área de exploração de hidrocarbonetos é dedicada às jazidas convencionais de petróleo e gás. No entanto, o modelo de geração convencional de petróleo e gás nem sempre se aplica a todas as bacias brasileiras, sobretudo as paleozoicas, que abrangem quase 30% do território nacional. Desse modo, a proposta desse instituto é estudar, em um primeiro momento, estas jazidas não convencionais, que ainda persistem como fronteiras exploratórias, necessitando de conhecimentos mais aprofundados sobre os mecanismos que controlaram a formação de seus sistemas petrolíferos.

Em entrevista ao Boletim SBGf, o coordenador do INCT-INOG, prof. **René Rodrigues** (UERJ), fala sobre as jazidas não convencionais, as linhas de pesquisa do instituto e a próxima Rodada de Licitações da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP).



### O que são jazidas não convencionais?

Jazidas não convencionais ou sistemas petrolíferos atípicos podem ser considerados por dois aspectos: quanto à geração de petróleo e gás como, por exemplo, quando gerados a partir da influência térmica de intrusões de diabásio ou pelo aquecimento industrial de folhelhos betuminosos (PETROSIX, método patenteado pela Petrobras) e, no caso do biogás, produzido pelo efeito das bactérias sobre a matéria orgânica presente em aterros sanitários ou lixões; e quanto à produção em reservatórios não convencionais, como no caso de produção de gás a partir de folhelhos (*shale gas*), reservatórios com baixa permeabilidade (*tight sands*) e arenitos impregnados de óleo (*tar sands*).

### Qual é o objetivo principal do INCT-INOG?

O INCT-INOG tem por finalidade a consolidação do Estado do Rio de Janeiro como um centro de referência nacional para qualificação de profissionais para a indústria do petróleo e gás nas áreas de exploração, produção, refino, meio ambiente e regulação.

### Como avalia a importância dos trabalhos desenvolvidos pelo instituto?

Embora também desenvolva pesquisas sobre jazidas de petróleo e gás convencionais, é dada ênfase especial às jazidas não convencionais, atualmente em segundo plano em nível nacional, em função das importantes descobertas recentes de petróleo e gás, principalmente no chamado “pré-sal”.

### Quais métodos geofísicos são aplicados nas linhas de pesquisa do INCT-INOG?

A geofísica tem especial relevância na exploração e produção de petróleo e gás. Envolve um amplo leque de métodos, desde os métodos potenciais até a sísmica e a geofísica de poços.

### Quais universidades/institutos compõem o INCT-INOG?

UERJ (Universidade do Estado do Rio de Janeiro); UENF (Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro); UFF (Universidade Federal Fluminense); UFPE (Universidade Federal de Pernambuco); UnB (Universidade de Brasília); PUC-Rio (Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro); DRM-RJ (Departamento de Recursos Minerais do Estado do Rio de Janeiro); ON (Observatório Nacional); e Embrapa Solos.

### Como ocorre o intercâmbio de conhecimento entre as instituições?

O intercâmbio utiliza os recursos proporcionados pela internet, com, por exemplo, através da página do instituto ([www.inct-oleogas.com.br](http://www.inct-oleogas.com.br)) e da promoção de seminários técnicos.

### Quantos colaboradores estão envolvidos?

Mais de 50 pesquisadores, além de número equivalente de estudantes de graduação, mestrado e doutorado.

### O instituto oferece bolsas de pesquisa aos especialistas?

Bolsas são oferecidas para estudantes de pós-graduação, por intermédio da Capes.

### As pesquisas de jazidas não convencionais exigem cuidados específicos com o meio ambiente diferentes dos estudos em áreas convencionais?

Pela necessidade de cuidados específicos com o meio ambiente, o INCT-INOG incluiu em sua estrutura tanto a área de meio ambiente, como a de regulação em todas as atividades desenvolvidas.

### No seu entendimento, por que as áreas que envolvem bacias paleozoicas estiveram focadas na 10ª Rodada de Licitações da ANP? E quanto à 11ª Rodada, qual é a expectativa?

Em nossa opinião, a 10ª Rodada de Licitações da ANP incluiu bacias paleozoicas pela necessidade de incrementar o conhecimento da geologia nessas áreas e, possivelmente, por falta da regulamentação das áreas do “pré-sal”. Quanto à 11ª Rodada, segundo o *site* da ANP, os blocos a serem licitados estarão concentrados nas regiões Norte e Nordeste do país, incluindo áreas de novas fronteiras da Margem Equatorial Brasileira.

## PESQUISA

## UFC INAUGURA LABORATÓRIO DE GEOFÍSICA DE PROSPECÇÃO E SENSORIAMENTO REMOTO E PREPARA NOVO CURSO DE GRADUAÇÃO EM GEOFÍSICA

A inauguração do Laboratório de Geofísica de Prospecção e Sensoriamento Remoto (LGPSR) da Universidade Federal do Ceará (UFC), em abril passado, foi uma das etapas do projeto de implantação do curso de graduação em geofísica na instituição. Com apoio da Petrobras, CNPq, Finep e ANP, o laboratório já desenvolve pesquisas de Geofísica em bacias sedimentares, nas áreas de recursos hídricos subterrâneos, meio ambiente e contaminação, geofísica forense e petróleo através de métodos não-sísmicos.



Foto: Arquivo Pessoal

De acordo com o coordenador do LGPSR, Prof. **Mariano Castelo Branco**, as pesquisas geofísicas no laboratório se iniciaram em 1983. “Com o passar dos anos, e principalmente durante o início da década de 90, passamos a imaginar a geofísica aplicada integrada ao Processamento

Digital de Imagens (PDI) de diversos sensores e ao Sistema de Informações Geográficas (SIG). A construção de nosso novo Laboratório de Geofísica de Prospecção e Sensoriamento Remoto encerra um ciclo de infraestrutura básica e importante em parte física, equipamentos de geofísica, recursos humanos e projetos de pesquisa. Por outro lado inicia-se outro ciclo contínuo de avanços em pesquisa e desenvolvimento em busca de novas tecnologias em aquisição, processamento e interpretação de dados geofísicos”.

A execução de projetos junto a instituições de fomento à pesquisa e a formação de recursos humanos é o principal objetivo do laboratório. “A geofísica de prospecção tem uma importância estratégica em vários setores multidisciplinares, fundamentalmente em termos de nordeste brasileiro, tais como a pesquisa de sistemas aquíferos/água subterrânea (cristalinos, sedimentares e de interface), cartografia geológica com forte foco para a mineração e o conhecimento geológico-estrutural-geotectônico, estudos de bacias sedimentares do nordeste brasileiro e, notadamente, os estudos voltados para o setor de petróleo e gás natural através de tecnologias não sísmicas. Outra característica importante são os estudos geofísicos relacionados ao meio ambiente e sua contaminação, bem como as pesquisas geofísicas em zonas costeiras e geofísica oceanográfica. Nossa missão tem sido também a constante busca em formação de recursos humanos para o setor de geofísica de modo geral”, afirma o coordenador do LGPSR.

### Equipamentos e recursos humanos

Com área construída de 500 m<sup>2</sup>, o laboratório conta atualmente com nove pesquisadores, que em sua maioria possuem formação básica em geologia, todos mestres e, ou, cursando doutorado, dois físicos, um com graduação e outro com pós-graduação em geofísica e outros três profissionais são geólogos. Cerca de dez alunos de graduação em geologia e dois em física fazem parte de projetos e investimentos que estão em curso para a aquisição de mais profissionais em geofísica com formação em geologia e física com potencial em processamento, inclusive com a contratação de pessoal do exterior.

“A infraestrutura do laboratório conta com equipamentos para diversas áreas de estudo, como métodos potenciais (gravimetria e magnetometria), métodos elétricos (sondagens, tomografia/imageamento multieletrodo), perfilagem geofísica de poços (sensores elétricos e gama), métodos eletromagnéticos para investigações rasas (EM, TDEM, VLF), Radar de Penetração no Solo - GPR



Foto: Arquivo UFC

com antenas para ampla gama de frequências e acessórios, filmagem ótica de poços, métodos eletromagnéticos de investigação profunda (MT, CSAMT), posicionamento como GPS, DGPS, estação total, hidrogeologia, informática e *softwares* para processamento e interpretação, veículos de apoio, reboques etc.”, destacou o Prof. Mariano.

Ainda sem prazo definido para o início de suas atividades, o curso de graduação em geofísica da UFC, que deverá ser vinculado ao novo Instituto de Ciências do Mar, está em fase final de elaboração do projeto pedagógico e recebe apoio interno da reitora, da pró-reitoria de graduação e da diretoria do Instituto de Ciências do Mar. “Esperamos apoio de toda a UFC e dos programas de investimentos do Ministério da Educação, do CENPES/Petrobras e das instituições públicas e privadas que apoiam pesquisas geológicas, geofísicas, hidrogeológicas e de meio ambiente”, conclui o coordenador do laboratório.



A SMART COMPANY AT YOUR SERVICE

- > Technology
- > Business
- > Data Management

Av. Nilo Peçanha, 50 Gr.1617 | Centro - Rio de Janeiro - RJ  
Tel: +55 (21) 2262-9651 | contato@iesbrazil.com.br

## NOTAS

## PLATAFORMA CONTINENTAL, A ÚLTIMA FRONTEIRA DA MINERAÇÃO BRASILEIRA



Além do petróleo e gás na Zona Econômica Exclusiva (ZEE) da Plataforma Continental Brasileira, já foram identificadas ocorrências de ouro, titânio, zircônio, diamante, granulados bioclásticos e siliciclásticos, fosforitas, carvão, evaporitos, sulfetos e nódulos polimetálicos. Apesar deste potencial, ainda não

existem atividades de mineração marítima comercial de grande porte no país. Para apresentar o atual *status* deste assunto, o Departamento Nacional de Produção Mineral do Ministério de Minas e Energia (DNPM/MME) lançou o livro *Plataforma Continental, a última fronteira da mineração Brasileira*, de autoria da geóloga e chefe do Serviço de Desenvolvimento da Mineração da Superintendência do DNPM no Ceará, Vanessa Maria Mamede Cavalcanti.

Segundo a autora, a publicação foi feita não somente dirigida a geólogos marinhos, mas também aos técnicos, gestores públicos, estudantes, investidores e outros que possam vir a se interessar pelo potencial econômico dos recursos minerais marinhos. "Em 2007 surgiu a ideia de executar um projeto com o objetivo de realizar o levantamento da situação da pesquisa e lavra mineral na Plataforma Continental Brasileira, sob o aspecto legal, ambiental, econômico e tecnológico, objetivando identificar os entraves ao desenvolvimento e apresentar recomendações, visando subsidiar as ações futuras do DNPM. O livro é um resumo dos quase 20 anos em que venho atuando no setor".

Atualmente existem áreas concedidas para lavra na parte emersa da zona costeira para areia, conchas calcárias e minerais pesados, como é o caso da Baía de Todos os Santos (BA). "Excetuando a exploração de petróleo, a pesquisa mineral marinha no Brasil é insipiente. Em uma costa extensa como a nossa só temos sete portarias de lavra para calcário bioclástico e mesmo nestas áreas, não há ainda uma lavra comercial consolidada. No mar, só tenho conhecimento de extração na área concedida para calcário na Plataforma Continental do Espírito Santo, mas sempre de forma descontínua. As seis concessões de lavra outorgadas no final de 2010 no Maranhão ainda não iniciaram as operações".

Entre as adversidades, além da necessidade de embarcações devidamente equipadas, estão o efeito das marés, dos ventos e das ondas, a morfologia do fundo, a profundidade da lâmina d'água e o efeito corrosivo da água salgada. "Outro tema importante são as diversas questões regulatórias relativas à mineração *offshore* ainda não resolvidas, tanto no Brasil, quanto em outros países e na Área Internacional, que são essenciais para que as empresas interessadas possam assumir o alto risco e custo da exploração mineral no mar".

Com tanto a ser explorado na costa brasileira, a geofísica se torna essencial, seja na fase de pesquisa mineral, seja na etapa de lavra e no acompanhamento da extração. "A geofísica é uma ferramenta imprescindível para a exploração mineral marinha, toda pesquisa está baseada em métodos indiretos (geofísicos) e diretos de investigação. Não há como se fazer uma pesquisa mineral no mar sem ecobatímetros de feixe único ou multifeixe, sonografia e sísmica", afirma a autora.

A versão impressa do livro *Plataforma Continental, a última fronteira da mineração Brasileira* pode ser solicitada ao DNPM por *email* ([biblioteca@dnpm.gov.br](mailto:biblioteca@dnpm.gov.br)). A cópia digital está disponibilizada gratuitamente e na íntegra no *site* [www.dnpm.gov.br](http://www.dnpm.gov.br).

## APLICAÇÕES EM PETROFÍSICA: TEMA BASE DA XIII SEMANA DE GEOFÍSICA DA UFRJ

Nos últimos 13 anos a Semana de Geofísica da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) tem por intuito divulgar a geofísica e aproximar a universidade das empresas, ajudando a entrada dos alunos no mercado de trabalho. Em 2012 o evento, com o apoio da SBGf, será realizado de 21 a 23 de novembro na UFRJ-Cidade Universitária, na Ilha do Fundão, e terá por tema base "Aplicações em Petrofísica".

A XIII Semana de Geofísica da UFRJ irá apresentar palestras que se complementam, voltadas aos alunos de graduação e pós-graduação (geofísica, geologia, engenharias), com a participação de professores, pesquisadores e profissionais de empresas, em sua maioria especialista em novas tecnologias. O destaque desta edição é a palestra do geólogo inglês Patrick William Michael Corbett. As inscrições serão gratuitas. Mais informações no *site* <http://semanadageofisica.blogspot.com.br>

## SBGf DIVULGA 13º CONGRESSO INTERNACIONAL EM CONFERÊNCIA DA EAGE

Cerca de 6 mil pessoas, em sua maioria geofísicos, geólogos e engenheiros, participaram da 74ª Conferência da *European Association of Geoscientists and Engineers* (EAGE), que ocorreu entre 4 e 7 de junho em Copenhague, Dinamarca.

A exibição da EAGE contou com aproximadamente 350 estandes e cerca de mil *papers* foram apresentados nas sessões orais e de pôsteres. Representada por sua presidente, Ana Cristina Chaves, seu vice-presidente, Renato Cordani, e seu secretário-geral, Francisco Aquino, a SBGf esteve presente no evento com um estande divulgando o seu 13º Congresso Internacional (CISBGf), que tem a Exposição de produtos e serviços geofísicos (EXPOGEF) integrada ao evento, que será realizado em agosto de 2013 no Rio de Janeiro, Brasil. O evento tem o objetivo de atrair empresas que já foram expositoras e novas empresas que pretendem expor seus produtos e serviços ao mercado brasileiro.

A SBGf além de divulgar o CISBGf e EXPOGEF participou de diversos eventos associados à Conferência, Como a cerimônia de abertura, o jantar dos presidentes - que teve a participação de ex-presidentes da EAGE, além das diretorias atuais e eleitas, e das sociedades parceiras, como é o caso da SBGf -, e o jantar de encerramento.

No último dia do evento a SBGf firmou acordo com a EAGE para a realização de um *workshop* conjunto no ano de 2013.



Representantes da SBGf e EAGE reunidos em frente ao estande da SBGf

## Panorama da Graduação em Geofísica no Brasil – USP

*O Boletim SBGf está divulgando um Panorama da Graduação em Geofísica no Brasil, no qual são tratados diferentes temas relativos ao ensino nas Instituições de Ensino Superior (IES). A cada edição é publicada uma entrevista com um coordenador de curso de graduação em geofísica e um estudante da mesma IES.*

Em 1984, o Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo (IAG/USP) criou o primeiro curso de graduação em geofísica do Brasil, que já formou 232 profissionais e atualmente possui 201 alunos regularmente matriculados. Anualmente são oferecidas 30 vagas através do Vestibular FUVEST e a mais recente concorrência foi de 5,5 candidatos por vaga.

Desde o primeiro semestre os alunos de geofísica exercem atividades práticas de aquisição e de processamento de dados. A forte ênfase dada na formação em geofísica básica possibilita que os alunos do IAG se encaixem adequadamente em quaisquer das áreas de trabalho, sendo que as disciplinas optativas podem ser utilizadas com o objetivo de direcionar o conhecimento do estudante para um âmbito específico.

Com pesquisas nas áreas de exploração de recursos naturais, geotecnica e meio ambiente, as aulas durante os 5 anos do curso de graduação em geofísica do IAG são realizadas em mais de 10 laboratórios, que fazem parte da infraestrutura do curso e que conta ainda com salas equipadas com 20 a 30 microcomputadores de última geração e *softwares* de processamento gráfico, gravímetros, magnetômetros, GPRS com diversas antenas, equipamentos de medição de suscetibilidade magnética, fluxo térmico, detectores gamaespectrométricos, equipamentos para caminhamento elétrico e sondagens eletromagnéticas.

O corpo docente do IAG-USP é formado por 19 professores, todos com doutorado, e mais de 90% com um ou mais estágios de pós-doutorado no exterior.

### Entrevista Eder Cassola Molina



Cargo: Coordenador do curso de graduação em geofísica do IAG/USP

#### Como está o desenvolvimento da Geofísica em sua instituição de ensino?

O curso apresenta um excelente rendimento atualmente, com baixíssima evasão e procura cada vez maior. O fluxo de formação a cada ano aumenta, e os egressos encontram facilmente boas posições no mercado de trabalho imediatamente após a formatura.

#### Os alunos usufruem de algum convênio entre universidade-empresa?

Existem parcerias com empresas geofísicas nacionais e estrangeiras, e estágios são estimulados.

#### São oferecidas bolsas de iniciação científica aos alunos?

Sim, todos os alunos realizam ao menos um estágio de iniciação científica (IC) de um ano durante o curso. A maioria dos estudantes, porém, realiza mais de um estágio de IC, com bolsas do CNPq, FAPESP, ANP e SBGf.

#### Como considera o perfil do aluno formado no curso de graduação em geofísica oferecido pela universidade?

O aluno apresenta um perfil bastante amplo e adequado a enfrentar o mercado de trabalho nas diversas áreas. A ênfase na formação básica dos estudantes permite que o egresso se adeque rapidamente a qualquer área em que for atuar,

mediante o treinamento inicial oferecido pelas empresas. A ascensão profissional é normalmente muito rápida na carreira.

#### A instituição oferece também curso de pós-graduação em geofísica?

Sim, o curso de pós-graduação possui grande tradição na área de geofísica. Atualmente estão matriculados 22 alunos de mestrado e 17 alunos de doutorado. Diversos alunos do Brasil e do exterior realizam estágio de pós-doutorado junto ao departamento.

### Entrevista Guilherme Souza Begnini



Idade: 23 anos

Período: 9º semestre de graduação em geofísica

Interesse atual: Paleomagnetismo, Magnetismo de rochas, Campo Magnético da Terra

Situação profissional: formando, bolsista da SBGf

#### O que te motivou a cursar Geofísica?

O que me motivou a cursar Geofísica foi a grande possibilidade de pesquisa que essa área oferece.

#### O curso foi o que você esperava?

Em minha opinião, a Universidade de São Paulo precisa rever um pouco as prioridades do estudo de geofísica. Durante quatro anos e meio me dediquei apenas a matérias exatas (Física e Matemática), enquanto na área de geologia não obtive grande sucesso.

#### Quais são seus planos para o futuro?

Para o próximo semestre pretendo realizar um intercâmbio na Austrália, pela comissão de mobilidade estudantil da USP. Pretendo me formar no início de 2013.

#### Se associou à SBGf partir de qual período?

Associei-me à SBGf no início de 2011 e sou bolsista a partir do mês de março de 2012. A bolsa da SBGf me incentivou ainda mais na pesquisa do meu trabalho de final de curso. Consegui dedicar meu tempo exclusivamente a esse trabalho e obtive sucesso.

#### Qual é o tema do trabalho de conclusão de curso que você está desenvolvendo?

Entreguei meu trabalho de conclusão de curso no final de junho, cujo título é "Determinação de Inclinação Magnética em Tijolos e Datação Arqueomagnética no Engenho Central de Piracicaba, São Paulo". Neste trabalho pude fazer análises que auxiliam na obtenção de dados do campo magnético da Terra a partir de tijolos, e assim ajudar no estudo da variação do campo magnético da Terra no período histórico, no Brasil. Também realizei a chamada "Datação Arqueomagnética". Com ela pude determinar a idade em que tijolos foram queimados pela última vez, e assim contribuir com informações sobre a arquitetura do sítio arqueológico Engenho Central de Piracicaba, onde foram datadas oito paredes de idade desconhecida.

# Georadar. Revelando as riquezas naturais do Brasil para o mundo.

Referência em geosserviço e líder em sísmica terrestre, a Georadar é uma das maiores empresas brasileiras de prestação de serviços onshore e offshore de levantamentos geofísicos, diagnósticos ambientais e geotécnicos para a indústria petrolífera e mineral.

Atuando na terra e no mar, a Georadar acumula profundo conhecimento das bacias brasileiras, alta porcentagem de conteúdo local e forte experiência com aquisição sísmica 2D e 3D na selva amazônica.

Aliando conhecimento, atuação responsável, métodos precisos e alta tecnologia, a Georadar trabalha ajudando o Brasil a revelar suas riquezas naturais e a se tornar um país cada vez mais valorizado em todo o mundo.

**Líder em sísmica terrestre no Brasil.**

[www.grupogeoradar.com.br](http://www.grupogeoradar.com.br)

Rua Lauro Muller, 116/506 | Torre do Rio Sul | Rio de Janeiro | Brasil | Tel: (21) 3820-8800



G R U P O  
**GEORADAR**

## MEMÓRIA

## Projeto Geofísico Brasil-Canadá (PGBC): pioneirismo na região central do Brasil

Em 1974 o governo brasileiro e a Agência Canadense para o Desenvolvimento Internacional (Canadian International Development Agency - CIDA) assinaram o acordo do Projeto Geofísico Brasil-Canadá (PGBC), que foi um dos marcos da geofísica no país, tornando-se uma das grandes escolas que formou geofísicos com conhecimentos práticos e de primeira linha, capazes de planejar e gerenciar e, sobretudo, executar todas as etapas de levantamentos e pesquisas.

Financiado pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), entre 1974 e 1979, o PGBC cobriu uma área de 375.000 km<sup>2</sup> na região central do Brasil utilizando as técnicas aerogeofísicas de magnetometria e gamaespectrometria, assim distribuídos: Goiás (245.700 km<sup>2</sup>), Pará (108.400 km<sup>2</sup>), Mato Grosso (19.600 km<sup>2</sup>) e Maranhão, (1.300 km<sup>2</sup>). A execução do projeto ficou a cargo do Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM) e a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) forneceu a equipe técnica. O Serviço Geológico Canadense (Geological Survey of Canada - GSC) foi o responsável pela assessoria técnica de todas as atividades do projeto.

Na época, a região foi escolhida por ser a mais promissora para a prospecção de minerais metálicos (Ni, Cu, Co, PT, Sn) no centro-sul de Goiás. Mais ao norte tinha como objetivo desvendar o grande potencial da Serra dos Carajás para mineralizações além do minério de ferro. Outra meta foi averiguar se na fossa da Bacia do Bananal havia espessura de sedimentos suficientes para acumulação de petróleo ou gás.

O Canadá foi o país escolhido para ser o parceiro nesta empreitada por possuir atividades de mineração altamente desenvolvidas e ser produtor de novas tecnologias e equipamentos para a geofísica aplicada à prospecção mineral. “O processamento e a interpretação dos dados aerogeofísicos foram feitos quase que totalmente no Canadá, devido às facilidades de sistemas de computação e mão de obra especializada disponíveis. Os dados de geofísica terrestre e geoquímica foram todos processados e interpretados no Brasil. Todas estas atividades foram sempre acompanhadas pelos técnicos brasileiros, onde quer que fossem executadas”, afirma Antonino Juarez Borges, geofísico que participou das atividades do PGBC entre 1974 e 1978. O quadro de funcionários do PGBC era formado por cerca de 70 funcionários, entre brasileiros e canadenses. O número de brasileiros foi dimensionado de forma a serem treinados em equipes completas em cada atividade, para que fossem capacitados a dar continuidade aos trabalhos depois de finalizado o projeto.

Muitas descobertas ocorreram graças aos trabalhos do PGBC, incluindo as jazidas correlacionadas ao Greenstone Belt de Crixás, Faina e Goiás e às jazidas de minerais metálicos da Serra dos Carajás e da Serra das Andorinhas, no sul do Pará. Ainda houve uma grande procura pelos dados do projeto e aumento dos investimentos em prospecções na região. Os geofísicos do PGBC deram continuidade a seu trabalho no DNPM, na CPRM e na iniciativa privada. Até hoje muitos continuam a desenvolver atividades, sendo respeitados pelos muitos serviços prestados à mineração brasileira e inestimável contribuição aos avanços da geofísica no Brasil.

O projeto foi finalizado em 1979, cumprindo exatamente o cronograma previsto no convênio e sua criação, tanto no que se refere aos prazos quanto aos serviços programados, sendo considerado pelo BID um projeto exemplar quanto ao cumprimento dos compromissos de financiamentos.

### Equipamentos e Métodos no PGBC:

- O levantamento regional de toda área foi realizado por duas aeronaves Douglas DC-3 da empresa Northway Survey Corporation, equipadas com magnetometria e gamaespectrometria.
- O levantamento piloto de eletromagnetometria empregou uma aeronave Catalina, levando o equipamento INPUT da Geotrex Limited.
- Nos levantamentos de geofísica terrestre foram usados os seguintes métodos:
  - Magnetometria de campo total e componente vertical.
  - Equipamentos eletromagnéticos CRONE e MAX-MIN, VLF e TURAM.
  - Polarização Induzida – IP no domínio do tempo.
  - Medidores de susceptibilidade magnética e de resistividade das rochas.

## Entrevista Antonino Borges



Foto: Arquivo pessoal

Antonino Juarez Borges é um dos pioneiros da geofísica no Brasil. Formado em engenharia de minas pela Escola de Minas de Ouro Preto (UFOP) em 1971 e com Especialização em Geofísica pela UFBA, em 1974, trabalhou no Projeto Geofísico Brasil-Canadá (PGBC) desde seu início em 1974 até 1978, exercendo funções na equipe de aerolevantamentos e nas equipes de geofísica terrestre.

Hoje Antonino é pesquisador em geociências da CPRM e em 2011 recebeu o prêmio Irnack do Amaral, da SBGf, por seus 40 anos de contribuição às pesquisas nas áreas de geofísica e engenharia de minas. Em entrevista ao Boletim SBGf, falou sobre as fases que envolveram o PGBC e sua importância para o desenvolvimento da geofísica no país.

### Como foi firmado o Projeto Geofísico Brasil-Canadá? Como era a situação da pesquisa geofísica nacional antes do projeto?

Na década de 60 o governo federal fomentou a mineração no Brasil através de uma série de estudos básicos de geologia. Todavia, a experiência vinha mostrando a inadequação dos métodos convencionais de mapeamentos geológicos quando usados isoladamente, face à necessidade de novas descobertas, sobretudo de depósitos não aflorantes. Assim nasceu entre os técnicos do DNPM/GO, em 1971, a ideia de executar um grande projeto de prospecção mineral na Região Centro-Oeste usando a geofísica com o objetivo de revelar seu grande potencial mineral, em ambientes geológicos propícios a mineralizações diversas.

### Qual área foi selecionada para os levantamentos do PGBC? Houve alguma correlação com as atividades do Convênio Geofísico Brasil-Alemanha, que iniciou em 1970?

Corroboraram para justificar e viabilizar o PGBC, os bons resultados obtidos pelo Convênio Geofísico Brasil-Alemanha, que na época estava terminando a cobertura geofísica do Estado de Minas Gerais. Para a execução do PGBC, foi selecionada uma área de 375.000 km<sup>2</sup>, a maior parte na região do antigo Estado de Goiás, sul do Pará, leste do Mato Grosso e uma pequena área do Maranhão. Nesta grande área, o espesso manto de intemperismo, a cobertura laterítica, dificuldades de acesso e as necessidades de informações em curto prazo, impunham a adoção de métodos indiretos, principalmente a aerogeofísica. Foi estabelecido então, que seria feito um levantamento aerogeofísico usando magnetometria e gamaespectrometria cobrindo toda área, um levantamento aéreo eletromagnético em pequenas áreas piloto e levantamentos terrestres para follow-up e detalhamento de anomalias reveladas pelos aerolevantamentos. Paralelamente e, em caráter complementar, foram feitos também levantamentos geoquímicos regionais e de detalhe de áreas selecionadas, com amostragens de sedimento de corrente e de solo.

### Quais eram as funções do DNPM e da CPRM no convênio? Houve participação de alguma instituição de ensino brasileira?

Coube ao DNPM a responsabilidade de execução direta de todas as atividades do projeto, cabendo à CPRM, como empresa conveniada, as atividades operacionais como contratação de funcionários, manutenção de equipamentos e veículos. A contribuição da Universidade Federal da Bahia (UFBA), como única instituição com cursos de pós-graduação em geofísica, foi fundamental quanto à formação da mão de obra especializada. Foi criado na UFBA o curso de especialização em Geofísica Aplicada à Mineração, com duração de 12 meses contínuos de estudos intensivos. Com a evolução do ensino de geofísica e a criação de novos cursos, os dados do PGBC passaram a ser bastante utilizados em teses de mestrado e doutorado, principalmente pela UnB.

### Quais órgãos canadenses atuaram no convênio? Quais eram as suas atribuições?

Mesmo sendo um convênio entre governos, foram contratadas as melhores empresas canadenses de prospecção para a execução dos serviços e treinamento da equipe brasileira. Assim fazendo, ficou assegurado um tipo de treinamento tanto teórico quanto prático decorrente do trabalho com equipes que se prezavam pela grande produtividade e qualidade indiscutível dos serviços. Estavam envolvidos a Canadian International Development Agency (CIDA) - órgão do governo canadense signatário do convênio, ao lado do DNPM, sendo os mesmos responsáveis diretos pela execução do projeto -, a Geological Survey of Canada (GSC) - Assessoria técnica do projeto, responsável pela indicação das empresas a serem contratadas no Canadá, pelo acompanhamento e qualidade dos trabalhos e treinamento dos técnicos brasileiros no Canadá -, além de outras empresas canadenses, como Northway Survey Corporation, Scintrex Limited, Geotrex Limited, Barringer Limited que, em uma primeira etapa, foram executoras de todas as atividades, tendo ao lado técnicos brasileiros para auxiliar no trabalho e absorver as metodologias e técnicas aplicadas. O representante da CIDA e coordenador do treinamento foi o Dr. B.E. Mainstre.

### Quais métodos foram utilizados na execução do PGBC? Como foi a participação dos brasileiros?

Quanto à execução do trabalho, o que de mais importante ocorreu foi a forma de planejamento e a metodologia de trabalho empregada. Foram instituídas cinco áreas piloto, cada qual representativa do ambiente geológico predominante de uma determinada região. Nestas áreas foram então testados todos os equipamentos, os espaçamentos entre os perfis e as estações de medidas, densidades de amostragens geoquímicas etc. Depois disso eram então definidas as melhores especificações e procedimentos operacionais para serem aplicados sistematicamente em toda região daquela área piloto. Esta sistemática propiciou a execução dos levantamentos regionais de forma segura e com ótimos índices de produtividade e qualidade.

### Quais foram os principais conhecimentos transmitidos pelos canadenses?

Os conhecimentos transmitidos foram o que de melhor havia na época, desde os aerolevantamentos, follow-up e detalhamento das anomalias até a interpretação de dados. Para testar e consagrar o treinamento, após o término das atividades de campo dos canadenses, foram selecionadas áreas e anomalias para serem prospectadas por equipes exclusivamente brasileiras, incluindo pilotos, analistas de sistemas, técnicos de operação. Como se esperava, os resultados foram do mesmo nível dos trabalhos anteriores, sendo os mesmos liberados ao público sem nenhuma restrição. Vale ainda ressaltar que no final do projeto foram selecionadas 16 anomalias detalhadas por geofísica terrestre para ser objeto de furos de sonda. Os resultados foram espetaculares, mostrando um índice de acerto de minerais condutores de 80%, quanto às localizações e profundidades dos alvos anômalos.

Gostaria de registrar e agradecer o exemplo deixado pelo nosso coordenador do projeto, Dr. Iamar Xavier Vianna, profissional e cidadão brasileiro exemplar, o qual, juntamente com Sebastião Dias do Carmo, Edyr de Oliveira e Acyr Ávila da Luz, conseguiu juntar todos os funcionários em uma única e bem entrosada equipe, que trabalhava com alegria e afinco rumo a um mesmo foco.

## Nomes dos geofísicos brasileiros envolvidos no PGBC



- Antonino Juarez Borges
- Armando Neiva
- Célio Freitas Barreira
- João Lourenço dos Santos Filho
- Marcos S. Ventura
- Murilo Machado Pinheiro
- Paulo G. Pereira
- Paulo N. Gobby
- Sérgio Augusto Bueno Vieira

## RECONHECIMENTO

## USP concede título de Professor Emérito ao geofísico Igor Pacca



Foto: Arquivo IAG/USP

Da esquerda para a direita: Prof. Jorge Porsani, Chefe do Departamento de Geofísica do IAG; Igor Pacca; Prof. Tércio Ambrizi, Diretor do IAG; Prof. Marta Mantovani, Decana do Departamento de Geofísica; Prof. Laerte Sodré, Vice-Diretor do IAG

A Congregação do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG/USP) realizou em 23 de novembro de 2011 uma sessão solene para a outorga do título de Professor Emérito ao Prof. Dr. Igor Ivory Gil Pacca. O título é concedido aos docentes já aposentados em reconhecimento à sua relevante atuação acadêmica e científica.

Nascido em 1930, Igor Pacca se aposentou compulsoriamente aos 70 anos pelo IAG/USP. Membro Titular da ABC, Comendador e Grã-Cruz da Ordem Nacional do Mérito Científico, Igor Pacca foi presidente da SBGf no período de 1985 a 1987.

Especialista em Física da Radiação, foi colega de César Lattes (1924-2005), o brasileiro que por pouco não conquistou o Nobel de Física pela descoberta do méson  $\pi$ . “O programa (com Lattes) era de estudo de interações nucleares de alta energia, produzidas pela radiação cósmica, utilizando emulsões nucleares. Foram sete anos de muito trabalho, mas muito importantes para minha formação como pesquisador. A convivência com o Prof. Lattes foi extraordinária. Com ele aprendi muito sobre pesquisa e sobre o funcionamento das instituições”, conta Igor Pacca.

Docente do Instituto de Física da USP desde 1960, o professor foi chamado para dar nova estrutura ao IAG, antes denominado Observatório de São Paulo. “Comecei no IAG/USP em 1970. A origem do IAG vinha dos tempos do Império, na Comissão Geográfica e Geológica do Estado de São Paulo. O instituto teve diferentes nomes e pertenceu a diversas secretarias do Estado, até ser incorporado à USP. A universidade viveu uma grande reforma entre os anos de 1969 e 1970 e o IAG foi transformado em unidade de ensino e pesquisa em 1972, com a criação dos Departamentos de Astronomia, de Geofísica e de Meteorologia. Havia alguma tradição em Astronomia, pouco em Meteorologia e nada em Geofísica. A nova estrutura abriu caminho para o desenvolvimento dos três departamentos”.

Igor Pacca continua ministrando aulas na graduação e pós-graduação, além de participar de pesquisas em paleomagnetismo e em geomagnetismo no IAG, onde se tornou o primeiro professor do Departamento de Geofísica a ser nomeado professor emérito. De acordo com ele, o interesse pela geofísica em um país acaba sendo proporcional ao tamanho de seu território. “A exploração de recursos minerais e energéticos deverá certamente crescer. Pesquisas sobre geofísica global realizadas no Brasil são cada vez mais importantes para entender a estrutura e os processos físicos que ocorrem no planeta. Deverá aumentar a inversão de recursos e a procura dos cursos de formação”, avalia.

## Empossados novos membros da ABC da área de Ciências da Terra

No dia 8 de maio de 2012, durante a Reunião Magna da ABC, no Rio de Janeiro, foram empossados os novos membros da Academia Brasileira de Ciências (ABC). O acadêmico Umberto Giuseppe Cordani foi o responsável por apresentar os eleitos da área de Ciências da Terra, entre eles o geofísico Ícaro Vitorello, do Inpe.

Segundo a ABC, anualmente acontece o processo de seleção dos novos membros com a indicação de candidatos por parte de Membros Titulares da ABC. Todos os indicados são avaliados por seus pares, ou seja, os Membros Titulares da seção a qual pertence o candidato. As notas recebidas por cada candidato são enviadas à Comissão de Seleção, que se reúne para decidir quantas vagas serão abertas para cada seção e para preparar a cédula de votação, que é encaminhada a todos os Titulares da ABC para eleição dos novos membros entre os candidatos listados.

Confira abaixo os nomes dos novos acadêmicos da seção Ciências da Terra:

**Ícaro Vitorello (Inpe):** Mestre e doutor em Geofísica. Foi secretário-geral, conselheiro e secretário da Regional Sul da SBGf. É associado honorário da SBGf devido à sua dedicação na edição da Revista Brasileira de Geofísica (RBGf).

**Jose Antonio Marengo (Inpe):** Doutor em Meteorologia e Chefe do Centro de Ciências do Sistema Terrestre.

**Claudio Riccomini (USP):** Mestre em Sensoriamento Remoto, Doutor em Geologia Sedimentar e Livre Docente. Foi membro do Comitê Técnico do 5º CIBSGf, em 1997.

- ✓ Extensivo Banco de Dados de Sísmica e Poços
- ✓ Gerenciamento de Dados de E&P
- ✓ Projetos de Aquisição Sísmica
- ✓ Interpretação Geológica e Geofísica
- ✓ Avaliação de Prospectos e Reservas
- ✓ Projeto Margem Equatorial - ANP Round 11

**www.geohub.com.br**  
+55 21 3535-9664 | contato@geohub.com.br

**GEOHUB**

ESPECIAL

# Sísmica Marinha: Aquisição

Utilizada primordialmente pela indústria de petróleo e gás, a sísmica marinha atravessa uma fase marcada por grandes inovações, possibilitando avanços na aquisição e interpretação de dados e um convívio mais equilibrado com o meio ambiente.

Dados de sísmica marinha de qualidade são fundamentais para a compreensão dos reservatórios, o desenvolvimento de levantamentos geofísicos em campo e uma maior precisão na perfuração de poços. Utilizada primordialmente pela indústria de petróleo e gás, a sísmica marinha, como as outras áreas da geofísica, estão atravessando uma fase marcada por grandes inovações, possibilitando avanços na aquisição de dados e um convívio mais equilibrado com o meio ambiente.

“Nenhuma outra tecnologia fornece modelos tão abrangentes e detalhados da subsuperfície”, afirma o diretor da empresa CGGVeritas no Brasil, **Patrick Postal**. “A aquisição de dados de alta qualidade é de grande importância, uma vez que fornece a matéria-prima a ser processada para a criação de imagens para interpretação. Embora algumas deficiências na aquisição possam ser superadas através do processamento, os dados sísmicos de melhor qualidade só serão alcançados através da melhor aquisição possível”.



Foto: Arquivo CGGVeritas

A CGGVeritas oferece uma gama completa de serviços de aquisição sísmica marinha para a exploração, desenvolvimento e monitoramento de reservatórios 4D, incluindo *Towed Streamer* e na aquisição fundo do mar com *autonomous nodes* e técnicas de cabo em superfície e de fundo (*Ocean Bottom Cable, OBC*), além de pesquisas 2D e 3D *narrow azimuth, high-density wide azimuth* e *full-azimuth*. Uma novidade é a recente sísmica de banda larga de frequência em alta resolução, denominada *BroadSeis*.

“Estamos concluindo uma pesquisa de 13.760 km<sup>2</sup> quadrados com o uso do *BroadSeis* na Baía de Santos. Esta enorme área foi pesquisada em oito meses, com a conclusão da aquisição prevista para meados de agosto. Esperamos ter os primeiros resultados em novembro, e os resultados finais completos no terceiro trimestre do próximo ano. A quantidade de tempo que isso leva reflete o enorme tamanho do processo e dos algoritmos avançados que vamos usar para obter a melhor imagem possível do prolífico pré-sal”, comenta Patrick Postal.



Foto: Frederico Balloni

De acordo com o diretor-geral da empresa PGS Brasil, **Stephane Dezaunay**, a principal vantagem dos métodos sísmicos marinhos está em sua comprovada eficiência como instrumento de exploração e de monitoramento dos reservatórios. “O tipo de método sísmico a ser utilizado vai depender da região e do tipo das obstruções que se pode encontrar na área do levantamento. A importância da aquisição sísmica reside na possibilidade de fazer o mapeamento das bacias marítimas por método indireto, permitindo um grande acerto na identificação e localização de alvos exploratórios. Isso ocorre desde o nível de reconhecimento regional (levantamentos

2D), passando pelo detalhamento de áreas específicas que são selecionadas para exploração (3D) e culminando com o monitoramento dos reservatórios descobertos, onde o método sísmico tem se mostrado indispensável para auxiliar no desenvolvimento dos mesmos (levantamentos 4D, base e monitores)”.

A PGS utiliza as tecnologias *Towed Streamer, Towed GeoStreamer, Towed GeoStreamerGS* e hoje desenvolve a tecnologia *OptoSeis*, para o monitoramento permanente de reservatórios com cabos de fundo oceânico. No processo da empresa, além dos *streamers* propriamente ditos (que são rebocados por grandes navios sísmicos), utiliza-se fontes de energia sísmica, instrumentos de registro, sistemas de navegação e posicionamento dos equipamentos e poderosos sistemas computacionais (tanto a bordo dos navios sísmicos como nos centros de processamento de dados *onshore*), destinados ao processamento de grande quantidade de dados.

O diretor da empresa TGS no Brasil, **Mario Kieling**, comenta que o processo da sísmica marinha não é demorado, se forem levados em conta o aumento no volume de dados adquiridos e seu correto tratamento. “Provavelmente mais demoradas são as exigências legais, como permissão de importação, licença ambiental, vistos de trabalho para estrangeiros, entre outras”. A TGS é uma empresa de dados multicliente, também chamados dados não exclusivos, que possui uma característica diferente de outras empresas privadas de aquisição de dados sísmicos, pois não possui ativos (navios) próprios. “Costumamos alugar navios de outras empresas, dependendo da necessidade e do tipo de projeto multicliente que vamos desenvolver. Assim, na verdade, temos acesso às diversas tecnologias disponíveis no mercado. Em muitos casos fazemos parcerias com empresas de sísmica e investimos na aquisição de novos projetos junto”.



Foto: Arquivo SBGf

A TGS possui um grupo de Processamento de Dados Sísmicos (*Imaging*) em Houston (EUA) e no ano passado adquiriu a empresa Stingray, que produz sistemas de aquisição de dados sísmicos com cabos de fibra ótica para implantação no fundo do mar, de Sistemas de Monitoramento Permanente de Sísmica em campos de petróleo.



Foto: Arquivo Pressal

**Marcos Gallotti**, diretor da empresa brasileira Geonunes, explica que o método sísmico marítimo é o que possui maior resolução para a prospecção de petróleo se comparado com outros métodos geofísicos. “Parâmetros mal definidos e falta de acompanhamento a bordo para fiscalização do levantamento podem prejudicar a precisão dos dados adquiridos e aumentar os custos”. A Geonunes trabalha com aquisição de dados sísmicos 2D, 3D e VSP, sísmica de alta resolução e sísmica terrestre. Como todas as embarcações que fazem

## ESPECIAL

levantamentos sísmicos na costa brasileira são estrangeiras, uma das futuras ações da Geonunes é a montagem do primeiro navio nacional para tais fins. “Para sísmica 3D, o valor de uma embarcação fica em torno de 21 milhões de dólares, mais a montagem da equipe”.

Foto: Arquivo SBGf



Segundo o gerente de Aquisição Marítima da Petrobras, **Neri Boz**, a estatal brasileira utiliza, na maioria de suas aquisições de dados sísmicos *offshore*, a técnica de levantamento de dados tridimensionais (3D), convencionais e de alta resolução. Essas aquisições usam receptores colocados na superfície (*streamers*) ou no fundo do oceano (OBC).

“O método sísmico de reflexão oferece diversas vantagens quando comparado a outros métodos geofísicos, como por exemplo o levantamento de grandes áreas e a obtenção de informações estruturais e litoestratigráficas da subsuperfície, a grandes profundidades e com boa resolução. A presença de ruídos ambientais severos e alguns tipos de rochas podem ser obstáculos ao imageamento da subsuperfície por este método, porém técnicas avançadas de processamento de dados têm amenizado este problema. Embora o custo da aquisição de dados sísmicos seja elevado, a relação custo/benefício é vantajosa quando comparada a outros métodos geofísicos”.

Para suprir a demanda de recursos humanos, as empresas nacionais e estrangeiras continuamente vêm treinando profissionais brasileiros para as atividades de sísmica marinha em todo mundo. Patrick Postal comenta que uma equipe de sísmica marinha é composta por cerca de 30 profissionais. “São pesquisadores com formação em geofísica, engenharia eletrônica, biologia marinha, além de navegadores com conhecimento em geodésia e mecâni-

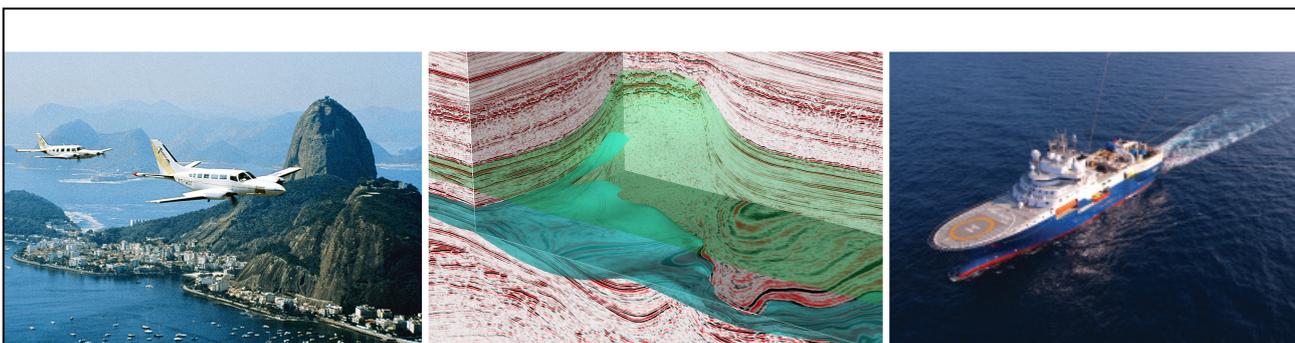
cos. Como acontece no restante do mercado internacional, no Brasil há escassez de mão de obra especializada para atender a demanda crescente por equipes sísmicas *offshore*. A CGGVeritas tem se empenhado em contratar, treinar e manter os profissionais para garantir o bom funcionamento e o cumprimento das obrigações locais. Os brasileiros são encorajados a crescer em sua carreira em sua terra natal e internacionalmente. Nosso Centro de Tecnologia no Rio de Janeiro é um exemplo desta interface que fazemos entre a oferta do mercado global e brasileiro”.

#### Novas tecnologias e custos

O desenvolvimento de tecnologia na aquisição sísmica marítima tem evoluindo de forma rápida, com grandes melhorias na qualidade das imagens que podem ser produzidas. Atualmente os esforços se concentram na remoção de ruídos nos dados, em sua origem e no receptor, e no surgimento da aquisição em banda larga de frequência.

“As frequências baixas proporcionam uma melhor penetração abaixo de cargas complexas e melhores resultados de inversões quantitativas, as frequências altas fornecem incrível resolução dos dados próximos à superfície. As frequências baixas adicionais também possibilitam uma maior diferenciação nos dados para interpretação entre diferentes camadas sedimentares”, explica o diretor da CGGVeritas, Patrick Postal. Outro elemento-chave em imageamento complexo foi a evolução de 2D para 3D, com aquisições em *wide-azimuth* e *full-azimuth*, além do surgimento de computadores que processam enormes quantidades de dados e complicados algoritmos.

Para Neri Boz, outra novidade tecnológica em desenvolvimento, que está sendo introduzida na Petrobras, é a aquisição de dados com cabos (*streamers*) equipados com



## FOR COMMITMENT IN BRAZIL...

Fugro provides its clients in Brazil with unsurpassed technology, resources and expertise ideally placed to explore the region.

- Modern 3D and 4D seismic fleet of new, ultra-high capacity C-Class vessels
- Local processing centre for comprehensive seismic processing
- 11,000 km<sup>2</sup> of 3D and 115,000 km of 2D multiclient seismic data from offshore Brazil
- Over 2 million line-km of NEX high resolution airborne magnetic data from offshore basins
- Complete suite of gravity, magnetic and electromagnetic services

Fugro - Local Support, Global Reach

#### Fugro

Tel: +55 (21) 3219 8500 (Seismic)  
Tel: +55 (21) 3501 7700 (Non-Seismic)  
[www.fugro.com.br](http://www.fugro.com.br)





Navio Ramform Sovereign, da PGS, na Bacia de Santos. Agradecimento Petrobras. Foto: Trajano Paiva, WPI Filmes

hidrofones e geofones e cabos com receptores a profundidades variáveis, que possibilitam adquirir dados com uma banda maior de frequências e conseqüentemente uma maior resolução. “Devido à evolução tecnológica que vem sendo propiciada pelas companhias de serviço, os dados sísmicos são adquiridos, cada vez mais, com melhor resolução, aumentando a confiabilidade na interpretação final. A presença de ruídos causados por condições oceanográficas adversas e por outras unidades marítimas (navios sísmicos, plataformas etc.), bem como a parametrização inadequada na aquisição, influenciam na qualidade final dos dados. São também importantes os fatores geológicos, como a complexidade estrutural da área e problemas relativos à propagação da energia sísmica”.

Atualmente o maior desafio na área de aquisição marítima é suprir dados de qualidade para o bom imageamento das camadas do pré-sal. Este é o pensamento de Stéphane Dezaunay: “devido à complexidade estrutural, profundidade, e, principalmente, por estarem debaixo de um pacote de alta velocidade sísmica, essas rochas precisam de ferramentas bem dimensionadas para poderem ser corretamente mapeadas. Por exemplo, os levantamentos exploratórios com objetivos acima do sal vinham utilizando até pouco tempo atrás os *streamers* com até 6 km de comprimento. Essa configuração não permite mapear de forma eficiente abaixo do sal; é preciso partir para configurações com cabos de 8 quilômetros ou mais. Isso torna o projeto mais complexo”.

As tecnologias de sensores no fundo oceânico (OBC), *nodes* e cabos permanentes são as mais promissoras para Marcos Gallotti. “Estas técnicas permitem a aquisição sísmica 3D verdadeira, que é mais sofisticada que a sísmica convencional com *streamers*”.

Mário Kielling comenta que o principal fator que influencia o custo por unidade do levantamento marinho é o tamanho do projeto, já que navios sísmicos têm alto custo fixo (pessoal, depreciação, tecnologia, mobilização). “Quanto menor o projeto em quilômetros quadrados, maior o custo unitário. Outro fator muito importante é a metodologia escolhida em relação à densidade dos dados por unidade de área. Também tem efeito em menor escala a tecnologia escolhida, que, em geral, tem anos de pesquisa e desenvolvimento em cada uma das empresas que fornecessem os serviços”.

De acordo com Stéphane Dezaunay, outros fatores ligados à configuração dos cabos e às necessidades operacionais definem o custo da aquisição sísmica marinha. “Um navio puxando mais cabos teria um custo/benefício mais em conta do que outro com menos cabos. Uma aquisição com presença de obstruções na área de levantamento terá um custo mais alto devido à necessidade de fazer um *undershoot*; esse método implica em se ter outro navio fonte que apoia o navio com cabos sísmicos. A técnica *undershoot* permitirá a aquisição de dados embaixo de uma obstrução, porém fará aumentar o custo da aquisição”. Em outras áreas pode-se ter dificuldade em iluminar os objetivos. “Nesses casos pode ser necessário fazer uma aquisição do tipo MAZ (*multi-azimuths*) ou WAZ (*wide-azimuths*); na primeira um mesmo navio sísmico pode levantar a área de aquisição diversas vezes, em direções diferentes em cada uma; na segunda utiliza-se um, ou dois, navios de registro combinados com um, ou dois, navios fonte”.

#### Aquisição sísmica marinha no Brasil

De acordo com os especialistas, de forma geral, as bacias da costa Sul/Sudeste brasileira (Espírito Santo, Campos e Santos) têm sido cobertas por levantamentos sísmicos marinhos com as técnicas e tecnologias mais modernas disponíveis no mercado. Apesar desta situação, a demanda por aquisição sísmica marítima no Brasil tem diminuído a cada ano, resultado, em grande parte, da não existência de novos blocos exploratórios licitados pela ANP. A última rodada foi em 2008.

Mário Kielling afirma que as empresas que adquirem dados de forma independente estão interessadas em avançar com aquisições de novos dados no Brasil. “O maior empecilho é a falta de leilões pela Agência Nacional do Petróleo, ANP. As petroleiras não têm mais nos seus portfólios áreas exploratórias disponíveis. Não podemos esquecer que novos dados multicliente demandam investimentos de dezenas de milhões de dólares e este investimento só será possível se as petroleiras se comprometerem a comprar estes dados. Hoje quase ninguém se compromete porque não se sabe quando os leilões voltarão a acontecer. Eu temo que muitos investimentos disponíveis das empresas de sísmica e das petroleiras já estão e serão cada vez mais direcionados para outros mercados como África, Austrália, Ásia”.



## ESPECIAL

Segundo Stephane Dezaunay, os contratos exploratórios dos blocos licitados até 2008, quanto a compromisso mínimo de aquisição sísmica, praticamente já estão todos cumpridos. “As bacias da costa norte/nordeste ainda carecem de mais investimentos em termos de tecnologias de aquisição sísmica marítima, com exceção talvez para as bacias de Camamu e Jequitinhonha (BA), onde a PGS realizou aquisições multiclente em 2011. As recentes descobertas na Guiana francesa, junto com a próxima rodada de leilões da ANP permitirão corrigir rapidamente este desequilíbrio”.

A PGS é proprietária do navio Ramform Sovereign, que já realizou levantamentos 3D em várias áreas de exploração nas bacias de Santos, Campos e Espírito Santo. Os levantamentos têm utilizado 14 cabos sísmicos de 8,1km de comprimento com separação de 50 m, equivalente a 113km de cabos rebocados, a maior configuração já utilizada no Brasil e no mundo. Esse dispositivo estabeleceu um novo recorde na indústria em 2008, quando foi iniciado o referido contrato com a Petrobras, recorde esse que até hoje não foi sequer igualado por outro navio sísmico.

No campo de Jubarte, a PGS está em processo de instalação do primeiro sistema permanente de monitoramento de reservatório do país, numa lâmina de água de 1.300 m, com cabos de fibra ótica, que não ficam sujeitos à corrosão. Os cabos serão equipados com sensores instalados no fundo do mar e serão conectados a um navio ou plataforma, permitindo a melhora do *turnaround* de aquisição, processamento e interpretação.

Patrick Postal classificou o país em três grupos: “o primeiro é composto por áreas em que o governo e a ANP poderão decidir lançar rodadas de licitações para distribuir direitos de exploração novos: estas são áreas livres de direitos ou já exploradas, até certo ponto, mas ainda não suficientemente entendidas em termos de risco de produção e valor previsto pela União, quando da atribuição de direitos de exploração e produção. O segundo é composto por áreas já exploradas e até mesmo com produção, mas que podem ser reconstruídas com base em novos e mais eficientes métodos de pesquisas sísmicas. Nestas se incluem áreas em Campos e Espírito Santo. O terceiro grupo é formado por grandes áreas das bacias sedimentares restantes que permanecem pouco exploradas e podem incluir recursos promissores”.

Hoje a CGGVeritas opera no Brasil o navio Viking, pois a frota da empresa varia de acordo com as demandas globais. A empresa tem investido no país sob o formato de multiclente, para apoiar o desenvolvimento do pré-sal ao longo das linhas traçadas pelo governo e pela ANP, principalmente desde 2010, quando foi adotado o atual modelo regulatório de exploração do pré-sal.

#### Meio ambiente e métodos EM

No Brasil as licenças ambientais para atividades de aquisição sísmica marítima são responsabilidade do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e exigem amplos estudos ambientais. Segundo Marcos Gallotti, o método sísmico tem pouco impacto ambiental em águas profundas. Em águas rasas o efeito da energia da fonte sísmica pode afetar, principalmente, os cetáceos.

Neri Boz explica que a questão se relaciona às fontes acústicas: “na sísmica marítima, a influência das fontes acústicas no comportamento da fauna marítima (baleias, gol-

finhos, tartarugas) é objeto de pesquisa em todo o mundo. No entanto, medidas mitigadoras são adotadas para minimizar ou eliminar o impacto que a sísmica possa causar”.

O gerente da Petrobras diz ainda que os métodos não sísmicos integrados à sísmica marítima, podem reduzir os riscos exploratórios e explotatórios. “É importante a corroboração de diversos métodos no sentido de dirimir interpretações ambíguas características dos métodos indiretos de investigação. A aplicação de métodos geofísicos de forma integrada pode reduzir o risco exploratório na prospecção de hidrocarbonetos, como ocorre nas regiões do pré-sal”.

De acordo com Mario Kieling, os métodos não sísmicos, em muitos casos, são decisivos para a tomada de decisão entre uma ou mais anomalias sísmicas disponíveis. “Nos últimos anos esta complementação dos dados geofísicos tem se desenvolvido, pois as descobertas simples já não existem mais. Assim, quanto mais informação agregada, menor o risco do investimento”.

A PGS Brasil desenvolve uma nova técnica na aquisição de dados eletromagnéticos (EM) utilizando um sistema rebocado por um navio sísmico. Conforme explica Stephane Dezaunay, “esse sistema será composto de uma fonte horizontal (um dipolo elétrico) e um *streamer* de 8km contendo pares de eletrodos receptores distribuídos em vários *offsets*. Essa configuração permitirá que os dados EM e os dados sísmicos sejam adquiridos simultaneamente a partir da mesma embarcação. A combinação dos dados de resistividade junto aos dados sísmicos permite transformar a geofísica de exploração e a entender a complexidade do subsolo. O objetivo do trabalho será detectar, nessa região, anomalias de resistividade, associadas ou não, com acumulações conhecidas de hidrocarbonetos”.



Av. Prudente de Moraes, 577, Tirol - Natal,  
Rio Grande do Norte, CEP: 59.020-505  
Tel: +55 (84) 3611-1636 / (84) 3201-2041  
cpgeo@cpgeo.com  
<http://www.cpgeo.com>

# Reduzindo o tempo do Ciclo de Exploração na Bacia de Campos: Integração de Dados Sísmicos de Aquisição e Processamento

Kerly Sanchez, Alex Cooke e Franck Le Diagon (WesternGeco Neptune OBP Staff - Brasil)  
Antonio Ortolan e Ionildo Veras (Petrobras-Brasil)

## RESUMO

Este trabalho apresenta uma abordagem integrada para a aquisição e o processamento de dados sísmicos na Bacia de Campos. É descrito um fluxo de processamento avançado feito a bordo, projetado para fornecer dados de alta qualidade diretamente do navio sísmico, permitindo assim, uma antecipação na tomada de decisões exploratórias e de reservatório.

## INTRODUÇÃO

Em 2009, a WesternGeco começou a adquirir para a Petrobras dados sísmicos Q-Marine na Bacia de Campos (Fig. 1). Para maximizar o valor da informação destes dados uma abordagem integrada para aquisição e processamento foi implementada, a fim de fornecer produtos de boa qualidade diretamente do navio em um tempo menor que o de costume.

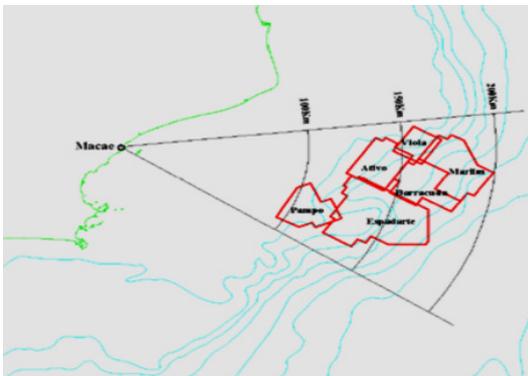


Fig. 1: Localização do levantamento sísmico adquirido pelo M/V Western Neptune entre 2009 e 2011.

Os principais desafios para esta área incluem a variação da lâmina d'água (de 60 a 3.400 m) com complexa geração de múltiplas; a complexidade geológica com reservatórios fortemente falhados; e a deriva dos cabos, devido às fortes e variáveis correntes marinhas. Além disso, parte dos dados foi adquirida em áreas altamente obstruídas (por exemplo, por plataformas e FPSOs), resultando numa aquisição irregular com variada geometria para fontes e receptores (Fig. 2).

Esses levantamentos compõem um dos maiores projetos de aquisição 4D em todo o mundo, implicando também numa otimização para o processamento 4D.

Um fluxo específico de processamento dos dados sísmicos a bordo foi projetado para superar estes desafios e exigências, utilizando tecnologias normalmente empregadas em centros de processamento de dados sísmicos. Com isso, dados de qualidade superior foram produzidos em relação a um produto "fast-track" convencionalmente produzido a bordo.

O fluxo de processamento de dados aperfeiçoado foi habilitado no centro de processamento da embarcação e ligado por uma conexão via satélite de banda larga com o centro de processamento de dados no Rio de Janeiro, onde os dados puderam ser revisados pela WesternGeco e pela Petrobras.

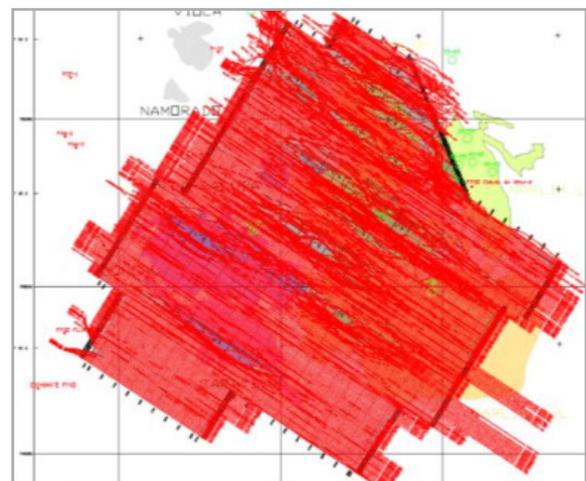


Fig. 2: Mapa *post-plot* da aquisição, mostrando a cobertura irregular na parte norte de um levantamento com 1.650 km<sup>2</sup>.

## Fluxo de Processamento

Da sequência de processamento podemos destacar:

- O uso da fonte sísmica calibrada (CMS);
- A utilização de um programa 3D para atenuação das múltiplas relacionadas à superfície (SRME 3D);
- A aplicação do algoritmo de interpolação COMFI (Compact Fourier Interpolation); e
- A migração pré-empilhamento em tempo de alta densidade.

O sistema Q-Marine traz vários benefícios para as aquisições sísmicas que se destinam a análise 4D, como o controle dinâmico do posicionamento de fonte e receptores, descrito por Le Diagon et al. (2010) e que permite uma maior repetibilidade. Além disso, o uso da fonte sísmica calibrada (CMS) permite a definição das assinaturas de campo distante com base nas medições das assinaturas de campo próximo dos hidrofones para cada ponto de tiro. Durante o processamento, é definido um operador que, para cada tiro, combina cada uma das assinaturas individuais em uma assinatura comum, reduzindo a não repetibilidade devido à variação de pressão, variação de intervalo de tiro e geometria do arranjo (Fig. 3).

## ARTIGO TÉCNICO

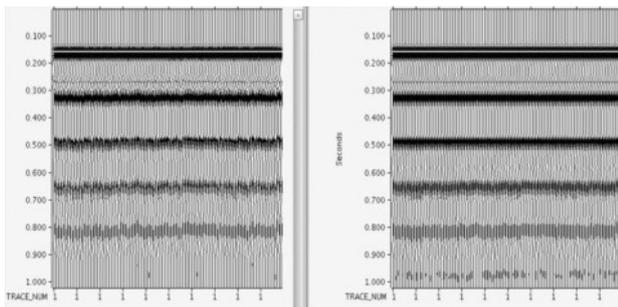


Fig. 3: Assinatura antes (esquerda) e depois (direita) do CMS.

Um processo eficaz de atenuação de múltiplas é fundamental nesta região onde a energia das múltiplas muitas vezes interfere com a reflexão primária no nível do reservatório, introduzindo ruído e incerteza na interpretação e na análise de amplitude. Os principais desafios nesta área são as múltiplas geradas a partir da reflexão do fundo do mar, de refletores próximos à superfície e aos difratores. *Peg-legs* de refletores mais profundos também são frequentemente observadas.

Uma combinação de várias técnicas de atenuação de múltiplas foi utilizada, incluindo Radon (que discrimina as múltiplas e as primárias com base na velocidade), Deconvolução Tau-p (que discrimina com base na periodicidade) e SRME, uma técnica que produz uma estimativa das múltiplas diretamente a partir do dado, usando auto-convolução (Verschuur et al., 1992).

Por ser eficiente e de implementação paralela à aquisição, a técnica de atenuação de múltiplas SRME é comumente utilizada em fluxos 2D de processamento a bordo. No entanto, para o caso 2D, duas suposições principais levam a imprecisões na modelagem das múltiplas. Primeiro, assume-se que os receptores se encontram diretamente em linha atrás da fonte, e depois, que não há mergulho na direção *cross*. Na Bacia de Campos, as aquisições com grande largura de arranjos e fortes derivas devido às correntes e geometrias de *undershooting* comprometem estas premissas, e isto foi levado em conta para otimização do fluxo e uso do SRME 3D. Assim, foi utilizado um *swath* como dado de entrada, permitindo a modelagem das múltiplas em azimuth verdadeiro, em vez do pressuposto zero-azimute no caso do SRME 2D (Fig. 4).

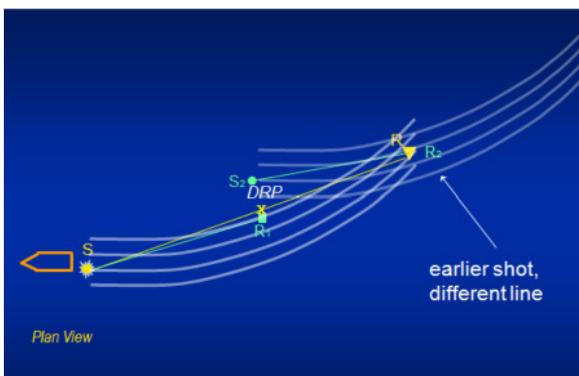


Fig. 4: SRME com azimuth verdadeiro. A múltipla gerada pelo percurso S-X-R pode ser melhor modelada pela convolução dos subeventos S-R<sub>1</sub> e S<sub>2</sub>-R<sub>2</sub> se comparada a modelagem realizada pelo SRME 2D, onde a entrada é um cabo uma linha únicos.

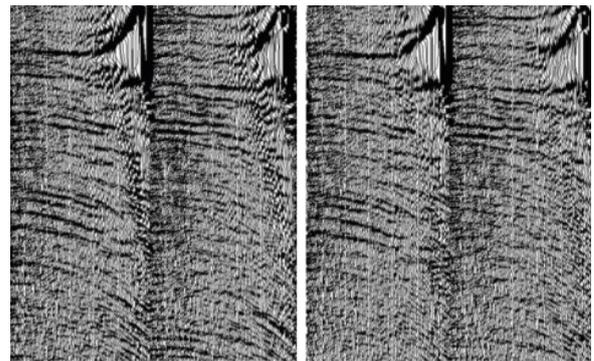


Fig. 5: Esquerda: *Gather* após Radon. Direita: *Gather* após Radon e SRME. A figura mostra como foi atenuado o falseamento dos *offsets* longos e as múltiplas geradas próximas à superfície.

O SRME com azimuth verdadeiro é eficiente e ao mesmo tempo em que utiliza várias linhas de aquisição como entrada não requer um grande volume antes de ser executado. A Figura 5 mostra como o SRME com verdadeiro azimuth atenua o falseamento dos *offsets* longos e as múltiplas geradas próximo à superfície.

Uma das premissas da migração pré-empilhamento Kirchhoff em tempo é que os dados de entrada estejam regularmente amostrados em grupos de *offset* comum. Devido à grande quantidade de *infill* e *undershooting* realizados neste levantamento sísmico, o dado adquirido ficou muito irregular, forçando o uso de uma técnica de regularização explícita para condicioná-lo antes da migração. A técnica de interpolação Compact Fourier Interpolation (Moore & Ferber, 2008) foi usada, resultando 80 grupos de *offset* comum com dados em centros de cela de 12,5 m x 12,5 m e uma migração em tempo pré-empilhamento Kirchhoff foi então aplicada utilizando um campo de velocidades de migração interpretado a bordo (Fig. 6).

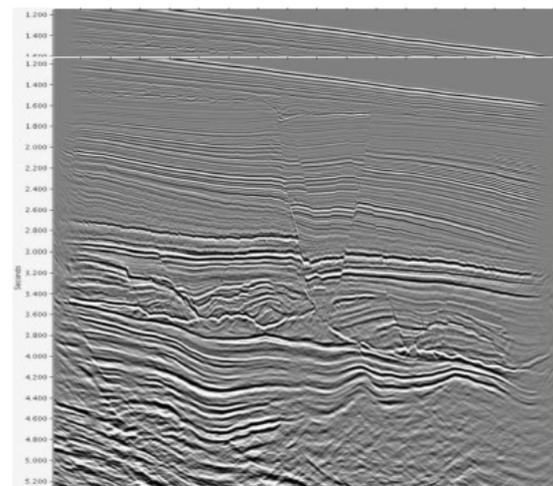


Fig. 6: Seção sísmica após migração pré-empilhamento em tempo.

### A Garantia de Qualidade da Aquisição

Além da rapidez na entrega de volumes de dados de alta qualidade, a flexibilidade obtida por integrar aquisição e processamento a bordo, permitiu assegurar uma melhor qualidade da aquisição. Foi possível, por exemplo, avaliar os efeitos de ruídos, como interferência sísmicas, no produto final, e observar os efeitos que *undershoots* adicionais teriam sobre a iluminação dos reservatórios, necessária para interpretação e análises 4D.

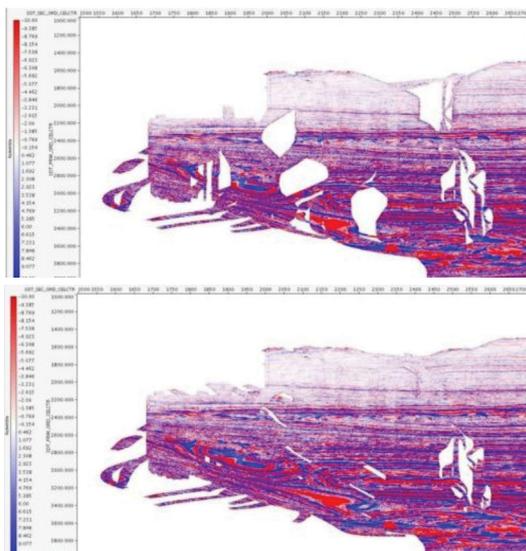


Fig. 7: Time slices do dado antes e depois dos undershootings.

## CONCLUSÕES

A integração entre a aquisição e o processamento durante esta campanha sísmica 4D na Bacia de Campos reduziu significativamente o tempo de resposta para a entrega de dados sísmicos de alta qualidade, permitindo que fossem tomadas, mais cedo, decisões de exploração e de reservatório. Tendo em vista que os dados foram entregues seis semanas após o último tiro.

O fluxo de processamento de dados sísmicos desenvolvido para esta área, foi adaptado para as diferentes situações geofísicas encontradas em cada prospecto, produzindo produtos de alta qualidade, incluindo volume migrado pré-empilhamento de alta resolução, empilhamentos com variação angular para análise de AVO e famílias pré-empilhamento otimizados prontos para serem utilizados em imageamento em profundidade ou processamento 4D. Além disso, recursos de processamento dedicados e flexíveis permitiram um melhor controle de qualidade da aquisição.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos especialmente a Marcus Holloway, William Griggs e aos outros membros do M/V Western Neptune pelos testes e processamentos feitos a bordo.

## REFERÊNCIAS

- LE DIAGON F, WATTERSON P, PAULSEN JO, TOVAR R, VERAS IM & PEREIRA AO. 2010. Results seen from the first application of a System for Dynamic Control of Vessel, Source and Streamers in 4D acquisition off shore Brazil. Proceedings of the Rio Oil and Gas Expo & Conference.
- MOORE I & FERBER R. 2008. Bandwidth Optimization for Compact Fourier Interpolation. 70<sup>th</sup> EAGE Conference & Exhibition, Extended Abstract.
- VERSCHUUR D, BERKHOUT AJ & WAPENAAR CPA. 1992. Adaptive, surface-related multiple elimination. Geophysics, 57: 1166-117.

Este artigo foi escrito originalmente em inglês para apresentação no 12º CIBGf (2011), sob o título Reducing Exploration Cycle Time in the Campos Basin: Integrating Seismic Data Acquisition and Processing. Tradução: SBGf.

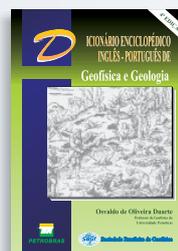
## Publicações SBGf



Análise do Sinal Sísmico  
André L. Romanelli Rosa  
R\$ 120,00



SBGf: três décadas promovendo a Geofísica  
R\$ 35,00  
\*Gratuito para sócios efetivos quites



Dicionário Enciclopédico Inglês - Português de Geofísica e Geologia (4<sup>ª</sup> ed.)  
Osvaldo de Oliveira Duarte  
R\$ 70,00



Fundamentos de Física para Geociências  
C. E. de M. Fernandes  
R\$ 50,00



A Saga da Geofísica Aplicada e da Engenharia de E&P do Petróleo no Brasil  
Carlos Alberto Dias  
R\$ 50,00

Informações:  
sbgf@sbgf.org.br  
(21) 2533-0064

▶ **Santos Offshore**

16 a 19 de outubro - Santos - SP  
 Informações: [www.santosoffshore.com.br](http://www.santosoffshore.com.br)

▶ **XVII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas**

23 a 26 de outubro - Bonito - MS  
 Informações: [www.abas.org/xviiicongresso](http://www.abas.org/xviiicongresso)

▶ **Reunión Anual – Unión Geofísica Mexicana**

28 de outubro a 2 de novembro - Jalisco - México  
 Informações: [www.ugm.org.mx/raugm](http://www.ugm.org.mx/raugm)

▶ **SIRGAS – Sistema de Referencia Geocéntrico para Las Américas**

29 a 31 de outubro - Concepción - Chile  
 Informações: [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org)

▶ **ICES – International Center for Earth Sciences**

30 de outubro a 2 de novembro - Buenos Aires - Argentina  
 Informações: [www.cnea.gov.ar/cac/ices](http://www.cnea.gov.ar/cac/ices)

▶ **82<sup>nd</sup> SEG Annual Meeting**

4 a 9 de novembro - Las Vegas - EUA  
 Informações: [www.seg.org/am](http://www.seg.org/am)

▶ **EXPOSIBRAM 2012**

**3º Congresso de Mineração da Amazônia**  
 5 a 8 de novembro - Belém - PA  
 Informações: [www.exposibram.org.br](http://www.exposibram.org.br)

▶ **XXVI Reunión Científica de la Asociación Argentina de Geofísicos y Geodestas**

5 a 9 de novembro - San Miguel de Tucumán - Argentina  
 Informações: [www.aaggreunion.org](http://www.aaggreunion.org)

▶ **Feira Brasil Petróleo, Gás e Biocombustível**

20 a 23 de novembro - Salvador - BA  
 Info.: [www.multifeirascongressos.com.br/bpg/2012/bpg2012.html](http://www.multifeirascongressos.com.br/bpg/2012/bpg2012.html)

▶ **V Simpósio Brasileiro de Geofísica – V SimBGf**

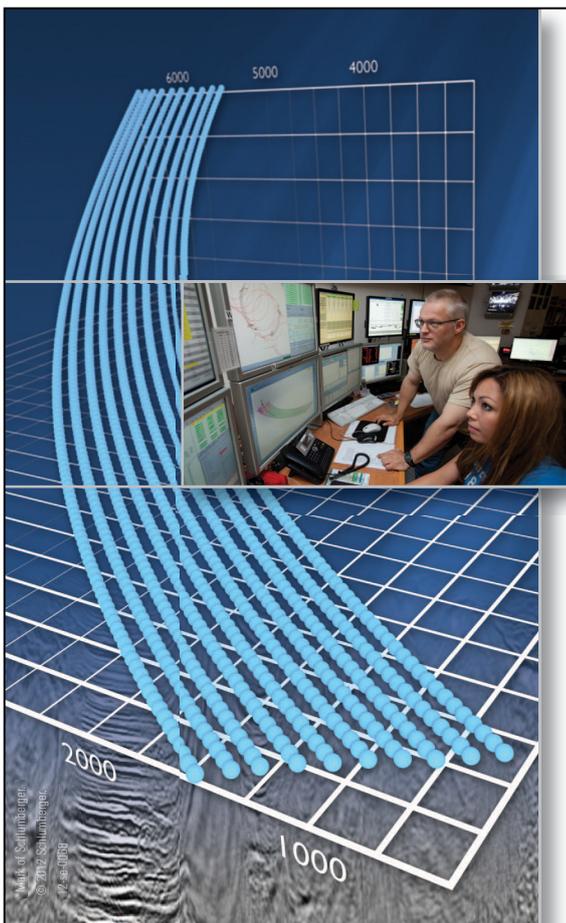
27 a 29 de novembro - Salvador - BA  
 Informações: <http://simposio.sbgf.org.br>

▶ **AGU Fall Meeting 2012**

3 a 7 de dezembro - San Francisco - EUA  
 Informações: <http://fallmeeting.agu.org/2012>

▶ **8<sup>th</sup> International Conference on Geo-information for Disaster Management**

13 a 16 de dezembro - Enschede - Holanda  
 Informações: [www.gi4dm.net/2012](http://www.gi4dm.net/2012)



**ObliQ**

SLIDING-NOTCH  
 ACQUISITION AND IMAGING

**See your data from a whole new angle**

ObliQ\* sliding-notch acquisition and imaging is a marine broadband technique that enhances the low frequency content of seismic data without compromising the high frequencies.

Enabled by Q-Marine\* technology, the ObliQ technique optimizes the seismic bandwidth by combining slant streamer acquisition with a proprietary deghosting methodology and a newly developed broadband seismic source.

ObliQ can also be used with other WesternGeco technologies such as Coil Shooting\* acquisition techniques to combine broad bandwidth with full-azimuth, long-offset acquisition.

[www.slb.com/obliq](http://www.slb.com/obliq)

