

# boletim **SBGf**

Publicação da Sociedade Brasileira de Geofísica  
Número 3, 2008

## Poder computacional para a geofísica

Uma das chaves da tecnologia de ponta para a exploração, os supercomputadores desempenham um papel fundamental no desenvolvimento da geofísica. Especialistas do setor nos ajudam a dar um panorama da computação de alto desempenho



**A Licença de Pesquisa Sísmica do Ibama** LICENCIAMENTO AMBIENTAL, PÁG. 6

**O retorno ao Proterozóico** SÍSMICA TERRESTRE, PÁG. 8

**Exploração sísmica para áreas subsal** ARTIGO TÉCNICO, PÁG. 16

## Idéias em resultados

Nesta edição, dedicamos atenção especial à área de computação. A geofísica aplicada ganha limites antes inalcançáveis graças à evolução dos sistemas de computação de alto desempenho, aliada ao desenvolvimento de linguagens e tecnologias originalmente desenhadas para diferentes áreas de aplicação, como os videogames.

Os limites da aplicação da geofísica estão intimamente conectados ao desenvolvimento de profissionais que dominam não somente a geofísica, mas também a ciência da computação. Grupos de profissionais com diferentes formações conseguem produzir resultados surpreendentes, transformando em realidade o que antes habitava apenas algumas mentes privilegiadas.

No momento em que o Brasil se prepara para os desafios de ser um grande produtor de petróleo, a geofísica tem um papel de destaque ao utilizar em seu potencial máximo a tecnologia disponível de forma a otimizar os resultados exploratórios e explotatórios e contribuir para o progresso do país.

Por último, vale o reconhecimento de que a importante contribuição da computação de alto desempenho só é possível graças ao também alto desempenho dos profissionais envolvidos na tarefa de transformar idéias em resultados.

### 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 (UFCEG)

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 (Stratageo)

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

Cleveson 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

Magie Art Comunicação

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

20040-003 – Centro

Rio de Janeiro – RJ

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

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

### CONFIRA NESTA EDIÇÃO:

#### 3 EVENTOS

- Geofísica Espacial e Aeronomia: II Simpósio será na Paraíba
- Semanas de Geofísica: UFRJ terá curso de GêBR
- III SimBGf terá workshop sobre a Amazônia

#### 4 e 5 NOTAS

- EAGE 2008: Representação brasileira em Roma
- GPR: curso atrai empresas
- Geofísica de reservatório em nível internacional
- 44º CBG: SBGf apóia congresso de Geologia
- Pará encerra Ciclo de Palestras da SEG no Brasil
- Mulheres em Geociências
- SBPC debate "Energia, Ambiente e Tecnologia"
- SBGf participa da Rio Oil & Gas 2008
- AIPT desperta interesse por cursos de graduação

#### 6 LICENCIAMENTO AMBIENTAL

Procedimento padrão para o licenciamento ambiental

#### 8 SÍSMICA TERRESTRE

O retorno ao Proterozóico

#### 10 ESPECIAL Poder computacional para a geofísica



Diego Araújo (NCE/UFRJ)

- Inferno e paraíso
- Talento paralelo
- Performance, preço e energia
- O estado da arte
- Resolução e interatividade
- Visualização interativa
- Uma corrida sem fim

#### 16 ARTIGO TÉCNICO

Exploração sísmica para áreas subsal

#### 20 AGENDA

## EVENTOS

## GEOFÍSICA ESPACIAL E AERONOMIA: II SIMPÓSIO SERÁ NA PARAÍBA

A Sociedade Brasileira de Geofísica (SBGf) promoverá, de 8 a 11 de setembro, em Campina Grande (PB), o II Simpósio Brasileiro de Geofísica Espacial e Aeronomia (SBGEA-2008). O encontro será realizado em duas sedes: a Universidade Federal de Campina Grande e a Universidade Estadual da Paraíba.

Poderão participar pesquisadores, professores, profissionais atuantes e/ou interessados nas Ciências Espaciais e Atmosféricas, do Brasil e do exterior. Será incentivada a integração e a troca de conhecimentos científicos e acadêmicos entre os participantes. Os trabalhos estarão vinculados a diversas áreas temáticas, como a interação entre camadas atmosféricas, aeroluminescência, aplicação do GPS na pesquisa atmosférica, clima espacial e sua previsão, eletricidade atmosférica, física da atmosfera, geomagnetismo, ionosfera, pesquisas espaciais na Antártica e química da atmosfera. Outras informações no site [www.df.ufcg.edu.br/~sbgea2008](http://www.df.ufcg.edu.br/~sbgea2008) ou na homepage da SBGf.

## SEMANAS DE GEOFÍSICA: UFRJ TERÁ CURSO DE GÊBR

A IX Semana de Geofísica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, promovida pela SBGf/Regional Centro-Sul, trará este ano em sua programação um curso de GêBR, interface gráfica para tratamento de dados geofísicos com enfoque em processamento sísmico.



De acordo com a Profa. Paula Lucia Ferrucio da Rocha (UFRJ), coordenadora do evento, durante o curso serão introduzidos conceitos básicos do método de sísmica de reflexão e as principais técnicas de fluxo de processamento sísmico. Serão abordados temas como aquisição de dados sísmicos, correções estáticas e dinâmicas, empilhamento, análise de velocidade e migração. A interface GêBR será utilizada para exemplificar as principais etapas do processamento de uma linha 2D.

“Desenvolvido por pesquisadores do departamento de Matemática Aplicada, IMECC/Unicamp, o GêBR está disponível a todos indistintamente servindo como plataforma ideal para o ensino e como veículo de disseminação de pesquisa”, afirmou a professora.

O curso será realizado de 1º a 4 de setembro, das 13:00 às 18:00 horas, no Centro Cultural Horácio Macedo – Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza - Ilha do Fundão. A programação completa da IX Semana está disponível no site [www.sbgf.org.br](http://www.sbgf.org.br).

### Semanas de Geofísica 2008

Instituição	Data	Local
UFRJ	1 a 5 de setembro	Rio de Janeiro – RJ
UFBA	21 a 24 de outubro	Salvador – BA
UFRN	2º semestre	Natal – RN

## III SimBGF TERÁ WORKSHOP SOBRE A AMAZÔNIA

O workshop “Desafios da Geofísica na Amazônia” será um dos pontos altos do III Simpósio Brasileiro de Geofísica (SimBGF), promovido pela SBGf/Regional Norte, entre 26 e 28 de novembro, no Hotel Crowne Plaza, em Belém (PA). A abertura e o encerramento do workshop serão realizados pelo professor João Carlos Cruz (UFPA). Entre os palestrantes está a superintendente de E&P da ANP, Magda Chambrind, que abordará o tema: “Plano Plurianual da ANP (2006-2012): fronteiras exploratórias com ênfase nas bacias terrestres”.



Os palestrantes abordarão temas relacionados à Bacia do Amazonas: Mário Vicente Caputo (UFPA) discorrerá sobre potencial petrolífero e perspectivas exploratórias; Celso Murakami (Petrobras) mencionará as ações exploratórias da Petrobras; German Garabito (UFPA) explanará sobre imageamento sísmico não convencional; João Batista Corrêa da Silva (UFPA) apresentará uma estratégia para interpretação magnética e gravimétrica; Lúcia Maria da Costa e Silva (UFPA) falará sobre modelagem e inversão magnetotélúrica; Jaime Eiras (Petrogeo) abordará as experiências na reavaliação de alvos exploratórios; e Wanderley Filho (Petrobras) fará uma apresentação sobre modelagem de bacias e sistemas petrolíferos.

Ao final do workshop está prevista uma mesa-redonda para discussão dos problemas e das estratégias para futuras ações exploratórias na Bacia do Amazonas. As inscrições para o III SimBGF podem ser feitas no site <http://simposio.sbgf.org.br>.

**A PGT cresceu** combinando  
sólido conhecimento geológico às mais  
novas tecnologias de E&P.

Todos os dias,  
inovamos para deixar a nossa marca  
nos seus resultados.

Nos últimos 5 anos, a indústria do petróleo no Brasil cresceu, modernizou-se e atingiu níveis inéditos de sucesso. Foram 5 anos de grandes descobertas, novos horizontes, que acabaram por inserir o país entre os grandes detentores de reservas de óleo e gás no mundo.

Em 2008, a PGT completa 5 anos. Assim como o Brasil, a PGT ampliou em muito a sua atuação, sua carteira de clientes e a qualidade e o retorno de seus produtos e serviços. Prossegue utilizando as mais modernas tecnologias, aplicadas pela mais feliz e bem treinada equipe de profissionais do país. São mais de 50 pessoas, atuando nas recém-lançadas filiais de Curitiba, Salvador e Ouro Preto, e na sede, no Rio de Janeiro.

Nesses 5 anos, desenvolvemos parcerias com importantes operadoras da indústria, a quem levamos, a cada novo projeto, a nossa garantia de excelência técnica, confiabilidade e compromisso com os resultados.

Para representar ainda melhor todos esses valores e a nossa expectativa de um futuro cada vez mais promissor para a indústria brasileira do petróleo, criamos uma nova marca: moderna e inovadora como as nossas soluções.

A todos os nossos clientes e parceiros, o nosso abraço pelos 5 anos fantásticos e o nosso agradecimento por ajudar a tornar a PGT a melhor e mais completa empresa brasileira de serviços e consultoria em E&P.



**PGT**  
Soluções integradas em E&P

Rio de Janeiro • Curitiba • Salvador • Ouro Preto

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

## NOTAS

## EAGE 2008: REPRESENTAÇÃO BRASILEIRA EM ROMA

A delegação brasileira que participou do 70º Congresso da EAGE (European Association of Geoscientists & Engineers) realizado em junho, em Roma, Itália, executou um grande esforço de divulgação e promoção dos futuros eventos da SBGf, principalmente o Fórum Campos Maduros em agosto e do Congresso Internacional (11º CISBGf) em Salvador em agosto de 2009. Na ocasião foi distribuído um novo folder de divulgação da SBGf e do Brasil. No estande, um monitor exibia continuamente uma seqüência de slides com o mesmo material do folder.

“Distribuímos um ‘cartão postal’ convidando todos a estarem em Salvador em 2009. A recepção ao nosso material de divulgação foi muito positiva”, afirmou Carlos Eiffel Arbex Belem, diretor de Relações Institucionais da SBGf, acrescentando que foram visitados todos os estandes do evento. Segundo o diretor, foram realizados contatos com mais de 500 profissionais da área, além de dezenas de outros que visitaram o estande da Sociedade que, mais uma vez, funcionou como ponto de encontro dos brasileiros que participaram do congresso, destacando-se alguns colegas expatriados que aproveitaram para matar um pouco das saudades do Brasil.

Foto: arquivo SBGf



A partir da esquerda: Eduardo Faria (Petrobras), Marco Polo Buonora (Petrobras), Luis Geraldo (Uenf), Renata Vergasta (SBGf), Luiz Fernando Braga (Fugro), Marcos Grochau (Petrobras), Fernando Moraes (Uenf), Carlos Belem (IES/SBGf), Jurandy Schmidt (Schmidt & Associados) e Eduardo Filpo (Petrobras)

## GROUND PENETRATING RADAR – GPR: CURSO ATRAI EMPRESAS



O curso “O Método GPR” ministrado pelo pesquisador sênior do Observatório Nacional Jandyr de Menezes Travassos reuniu aproximadamente 20 alunos nos dias 26 e 27 de junho na sede da

SBGf. A apresentação de 16 horas de duração foi dividida em cinco partes: Fundamentos do Método; Instrumentação e Aquisição; Processamento; Análise de dados; Aplicações e Estudo de Casos. Ao contrário do mesmo curso apresentado no ano passado, que tinha grande participação de estudantes, desta vez o maior número de inscritos veio de empresas que esperam capacitar seus empregados nesse método geofísico. “Acho muito certo a SBGf promover cursos que enfatizam a troca de experiências e conhecimentos científicos”, destacou Jandyr, que é PhD em Geofísica pela University of Edinburgh (1987).

Fotos: Fernando Zaldar

## 44º CBG: SBGf APÓIA CONGRESSO DE GEOLOGIA

Os sócios da SBGf quites com a anuidade de 2008 têm direito a desconto na inscrição do 44º Congresso Brasileiro de Geologia (CBG) que será realizado entre 26 e 31 de outubro no *Estação Embratel Convention Center*, em Curitiba (PR). A SBGf estará presente na exposição que tem como público-alvo pesquisadores, profissionais e estudantes das diversas áreas de conhecimento das Ciências da Terra, interessados nas contribuições técnico-científicas e em questões voltadas para políticas setoriais.

Participam do evento instituições de ensino superior, empresas públicas, privadas e ONGs vinculadas à geologia. Segundo os organizadores, “o 44º CBG encontra um quadro favorável, inclusive do ponto de vista econômico, que propicia o investimento e a atração de empresas nacionais e estrangeiras de mineração e serviços, que ao final resulta no aporte de recursos no desenvolvimento das geociências brasileiras”. Informações no site [www.44cbg.com.br](http://www.44cbg.com.br).

## GEOFÍSICA DE RESERVATÓRIO EM NÍVEL INTERNACIONAL

Duas iniciativas internacionais recentes mobilizaram a SBGf. Com quase 80 participantes inscritos, foi realizado em junho no Windsor Flórida Hotel, no Rio de Janeiro, o Distinguished Instructor Short Course (DISC) “Reservoir Geophysics: Applications”. Patrocinado em conjunto pela SEG, EAGE e SBGf, o curso de oito horas de duração foi ministrado pelo Dr. William L. Abriel (Chevron), e contou com a participação do diretor de Publicações da SBGf, Jurandy Schmidt, na abertura do evento.

Um grupo de 16 estudantes de graduação de várias universidades participou gratuitamente. Os cursos de curta duração (DISC) fazem parte do programa de Desenvolvimento Profissional da SEG/EAGE. Neste contexto, Abriel fará ao longo deste ano um total de 26 apresentações em 21 países. A próxima parada será na Holanda no dia 24 de setembro.

“É uma honra enorme estar no Rio de Janeiro para falar em um ambiente onde a geofísica de reservatório é bem representada e compreendida. O nível de qualificação das pessoas presentes é extremamente alto, a expertise tecnológica é excelente. É muito difícil ensinar a uma classe como essa”, afirmou Abriel.

Dois meses mais tarde no mesmo local, cerca de 70 participantes participaram do curso “Seismic Reservoir Characterization: An Earth Modelling Perspective”, ministrado pelo Dr. Philippe Doyen (CGGVeritas). O evento faz parte do ciclo “Education Tour” promovido pela EAGE, que percorre diversos países e foi realizado pela primeira vez no Brasil com apoio da SBGf.

Doyen é um dos precursores da utilização da geoestatística na análise de dados sísmicos. Ele elogiou a eficiência da organização da SBGf que conseguiu divulgar o curso em menos de um mês e destacou o nível de interesse dos participantes pelo tema. Segundo o associado Carlos Eduardo Abreu (Petrobras), que conseguiu incluir o Brasil no roteiro de Doyen, um terço da platéia era da Petrobras e o restante, de outras empresas. A SBGf ofereceu 10 gratuidades para estudantes de graduação. O livro com o conteúdo do curso está à venda no site [www.eage.org](http://www.eage.org).



Philippe Doyan em curso no Rio de Janeiro

### PARÁ ENCERRA CICLO DE PALESTRAS DA SEG NO BRASIL

Quase 100 pessoas, entre estudantes e professores de geofísica e geologia da Universidade Federal do Pará (UFPA), lotaram o auditório do Instituto de Geociências no dia 21 de maio em Belém, para assistir a palestra “Geofísica de Reservatório: Caracterização e monitoramento offshore no Brasil”, ministrada pelo Dr. Paulo Johann (Petrobras). O evento foi promovido pela Seção Estudantil da SEG na UFPA, a “UFPA Geophysical Society”, como parte do ciclo de palestras da SEG na América do Sul e Central.



Foto: arquivo SBGf

A palestra teve duração de mais de três horas e foi recebida com entusiasmo pela audiência

### SBPC DEBATE “ENERGIA, AMBIENTE E TECNOLOGIA”

“A geofísica como ferramenta na investigação do meio físico: aplicações em meio ambiente, engenharia e na prospecção de petróleo” foi o tema da mesa-redonda que marcou a participação da SBGf na 60ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC) realizada em julho em Campinas (SP). O secretário da Regional Sul da SBGf, Otávio Gandolfo (IPT), que coordenou o encontro, agradeceu a colaboração de Vagner Elis e Sérgio Sacani Sancevero pela participação neste evento científico, que contou com cerca de 20 participantes, sendo a maioria estudantes de graduação, que debateram com interesse os assuntos abordados.

### AIPT DESPERTA INTERESSE POR CURSOS DE GRADUAÇÃO

O evento de encerramento das atividades do Ano Internacional do Planeta Terra (AIPT) deverá acontecer no Rio de Janeiro em 2009 junto com os demais países de língua portuguesa. A informação foi dada ao Jornal da Ciência (órgão da SBPC) pelo coordenador-geral das unidades de pesquisa do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) e conselheiro sênior para o AIPT junto à União Internacional de Ciências Geológicas (IUGS), Carlos Oiti Berbert.

As atividades do AIPT, segundo Berbert, vêm chamando a atenção especialmente dos jovens para a área de geociências. “Estamos vivendo um ‘boom’ nas áreas mineral e de energia, mais especificamente de petróleo. A procura pelos cursos de geologia e pelos novos cursos de geofísica é grande e os alunos já saem contratados. É um momento muito gratificante que só vi acontecer na década de 1970. E acho que isso ainda vai durar um tempo”, avaliou Berbert, observando ainda que, em termos de geociências básicas, as escolas brasileiras formam “os melhores profissionais do mundo”. Para outras informações sobre o Ano Internacional do Planeta Terra e a participação brasileira, consultar <http://aipt.mct.gov.br>.

### MULHERES EM GEOCIÊNCIAS

A I Escola “Mulheres em Geociências” reuniu cerca de 50 participantes no início de agosto no Observatório Nacional (ON). O evento foi ao encontro de outras iniciativas que visam a aumentar o percentual feminino nas atividades de geofísica. Atualmente, por exemplo, dos trinta alunos de mestrado e doutorado do ON apenas seis são mulheres. As coordenadoras do evento Valéria Barbosa (ON) e Naomi Ussami (IAG/USP) destacaram que o excelente nível das apresentações serviu para mostrar às estudantes presentes que as oportunidades profissionais estão abertas, seja na academia ou em empresas, e o momento na área de geociências no Brasil é de pleno emprego.

Foto: arquivo ON



### SBGf PARTICIPA DA RIO OIL & GAS 2008

A diretoria convida todos os associados a visitar o estande da SBGf na Rio Oil & Gas 2008, que será realizada entre 15 e 18 de setembro no centro de convenções Riocentro, no Rio de Janeiro. A SBGf estará no Pavilhão das Associações, no Pavilhão 3 – Ala H – Boxe 5. No mesmo local estarão representadas entidades como a Organização Nacional da Indústria do Petróleo (ONIP), a *Society of Petroleum Engineers* (SPE), a Associação Brasileira das Empresas de Serviço de Petróleo (ABESPETRO), a Associação Brasileira de Engenharia Industrial (ABEMI) e a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), entre outras.

The world's leading international pure-play geophysical company

Your future is waiting to be discovered.

**CGGVERITAS**  
cggveritas.com

# Procedimento padrão para o licenciamento ambiental

Padronização de projetos exigidos pelo Ibama reduz prazos e facilita as atividades de pesquisa sísmica marinha



Foto: Fernando Zaldar

O processo de licenciamento ambiental para atividades de aquisição de dados sísmicos no Brasil evoluiu de forma marcante nestes 10 anos sem o monopólio estatal do petróleo no país. Na opinião do geólogo Edmilson Comparini Maturana (foto), chefe da Coordenação Geral de Petróleo e Gás (CGPEG) do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), o sistema ficou mais simples devido a fatores como a reestruturação do órgão responsável pelo licenciamento ambiental, o acúmulo de experiência de seus analistas ambientais e pelas mudanças propiciadas pela Resolução CONAMA nº 350/04.

A aprovação do texto legal que orienta a Licença de Pesquisa Sísmica (LPS) ocorreu após debates com a participação de empreendedores e da sociedade e permitiu a adoção de documentos de apoio, elaborados pela equipe da CGPEG, que ajudaram a padronizar os procedimentos de licenciamento ambiental. Um destes documentos, o “Guia para o Licenciamento Ambiental da Atividade de Aquisição de Dados Sísmicos Marítimos e em Zona de Transição”, auxilia a compreender como o Ibama conduz esse processo. O “Guia de Monitoramento da Biota Marinha em atividades de

aquisição de dados sísmicos” é outro que, por sua vez, padroniza os procedimentos de monitoramento e mitigação do impacto sobre os organismos marinhos.

“Os guias possibilitaram ao Ibama deixar de exigir a elaboração de projetos, passando a exigir a implementação de medidas”, salientou Edmilson, acrescentando: “A experiência bem-sucedida sugere que novos roteiros práticos estão a caminho, como os guias para os projetos de Controle da Poluição e de Monitoramento de Praias”.

**CLASSIFICAÇÃO E ENQUADRAMENTO** A Licença de Pesquisa Sísmica (LPS) definida pela Resolução CONAMA nº 350/04 foi estabelecida em três classes, a partir da localização da pesquisa, da tecnologia a ser utilizada e da sensibilidade ambiental da região. O enquadramento é realizado através da análise da Ficha de Caracterização da Atividade – FCA, documento fornecido pelo Ibama que é preenchido pelo empreendedor com informações básicas como a localização georreferenciada da área da pesquisa, a descrição dos arranjos de canhões de ar e de cabos sísmicos a serem utilizados, as atividades de apoio e suprimento e o cronograma da atividade.

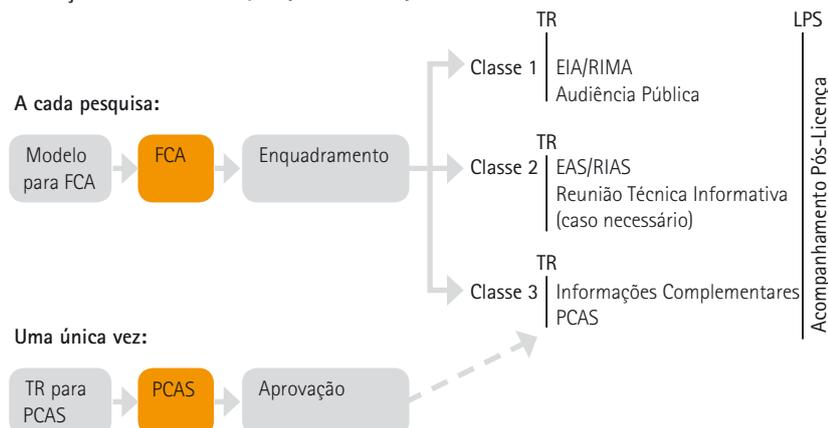
A pesquisa sísmica é enquadrada na Classe 1 quando for localizada em águas rasas e próximas da costa. É considerado o processo mais complexo e demorado, uma vez que vai conviver com ecossistemas importantes além de atividade pesqueira artesanal intensa. Nessa situação, a sísmica é considerada potencialmente causadora de impactos ambientais, caso estes não sejam devidamente mitigados.

A utilização de embarcações assistentes para orientar a movimentação do navio-fonte na área de operação é um exemplo de medida mitigadora exigida pelo Ibama. São barcos pesqueiros adaptados que navegam à frente do arranjo sísmico com antecedência suficiente para providenciar a liberação da linha de passagem do navio-fonte e evitar possíveis acidentes. Em áreas com elevada densidade de atividade pesqueira as empresas devem utilizar mais de uma embarcação assistente para essa tarefa.

Para evitar animais nas proximidades da fonte sonora, outra medida recomendada é o *soft-start*, a emissão de som em um volume mais baixo no início para, de certo modo, alertar os animais para que se afastem do local do disparo. Além disso, as embarcações devem ter três observadores de biota a bordo. Caso seja visto um animal a menos de 500 metros a atividade deve ser suspensa imediatamente até que ele se afaste.

Vale destacar a criação das áreas de restrição temporária para as atividades sísmicas devido a algum evento biológico como, por exemplo, a migração e a reprodução da baleia jubarte, entre julho e novembro. Neste período, do norte do Espírito Santo ao sul de Sergipe, estão proibidos os levantamentos sísmicos em lâminas d’água inferiores a 500 metros. Tartarugas, peixes-boi e baleias francas também têm suas áreas de restrição.

Esquema-síntese do modelo de licenciamento conduzido atualmente pelo Ibama com base na Resolução CONAMA nº 350/04 (Fonte: Ibama).



**SEGURANÇA JURÍDICA** Segundo a Resolução CONAMA nº 350/04, a LPS na Classe 1 está sujeita à elaboração de Estudo Ambiental de Sísmica/Relatório de Impacto Ambiental de Sísmica – (EAS/RIAS). No entanto, o Ibama tem exigido a elaboração de Estudo de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA). Nesses casos também são conduzidas audiências públicas. Edmilson explica que a adoção sistemática do conjunto ‘EIA/RIMA – Audiência Pública’ para o licenciamento na Classe 1, ainda que não-obrigatória, busca fornecer segurança jurídica ao processo de licenciamento ambiental, evitando que licenças concedidas sem EIA/RIMA sejam contestadas judicialmente, conforme alguns casos ocorridos em 2003.

Por sua vez, o enquadramento na Classe 2 é realizado quando a pesquisa sísmica é proposta em profundidade entre 50 e 200 metros, desde que essas águas não apresentem alta intensidade de pesca artesanal nem abriguem ecossistemas sensíveis. Nesses casos, para subsidiar a concessão da licença ambiental há a necessidade de apresentar informações detalhadas sobre a área da pesquisa além do EAS/RIAS, cujo conteúdo é definido caso a caso por meio de Termos de Referência específicos fornecidos pelo Ibama e seu nível de exigência varia de acordo com as características tecnológicas e a localização da pesquisa proposta. A Resolução CONAMA nº 350/04 prevê ainda a possibilidade da realização de uma reunião técnica informativa, menos formal que uma audiência pública, para discussão entre as partes interessadas.

Para ser enquadrada na Classe 3 de licenciamento, a pesquisa sísmica é proposta em águas com profundidade superior a 200 metros, em áreas com baixa intensidade de pesca artesanal e ausência de ecossistemas sensíveis. Nestas áreas a pesquisa sísmica não é considerada potencialmente causadora de impactos ambientais, dispensando o empreendedor da apresentação de um estudo ambiental detalhado. A medida concorre com a redução do prazo da emissão da licença que, nestes casos, pode chegar no máximo a três meses. A Resolução prevê a adoção e implementação de medi-

das previamente aprovadas pelo Ibama no Plano de Controle Ambiental de Sísmica – PCAS, documento que congrega os cinco projetos ambientais exigidos para uma empresa que pretende adquirir dados sísmicos em águas profundas de acordo com as diretrizes do Ibama. São eles: Gerenciamento de Efluentes e Resíduos, Monitoramento da Biota Marinha, Comunicação Social, Educação Ambiental para Trabalhadores e Plano de Ação de Emergência.

Elaborado com base no Termo de Referência (TR) disponibilizado pelo Ibama, o PCAS cumpre um duplo objetivo: padronizar os projetos ambientais de mitigação e monitoramento para operações em águas profundas e servir de depósito para informações estáveis relativas à empresa de aquisição de dados, como descrição de navios e arranjos de canhões de

ar. Porém, o órgão ambiental exige a apresentação de informações complementares sobre observadores de bordo, embarcações assistentes, empresas de gerenciamento de resíduos, certificados das embarcações, entre outras.

Se por um lado, as empresas de sísmica acreditam que, o novo sistema de licenciamento ambiental em águas profundas foi facilitado, por outro, o Ibama dificultou ainda mais as pesquisas em águas rasas. Segundo o chefe da CGPEG, na Classe 3 a licença é concedida em cerca de três meses, mas na Classe 1, o documento não é emitido antes de completar um ano. “Não dificultamos, mas tratamos as áreas em águas rasas com o rigor necessário, pois há uma sensibilidade maior e um potencial de conflitos grande. Mas, este é o prazo de licenciamento normal de qualquer empreendimento no Brasil”, finalizou Edmilson.

PGS
Ramform Sovereign



The Most Advanced Seismic Vessel is Heading to Brazil

Rio de Janeiro  
Main: +55 21 3970 7300  
Direct: +55 21 3970 7322  
Email: alex.vartan@pgs.com

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

A Clearer Image  
[www.pgs.com/sovereign](http://www.pgs.com/sovereign)



## SÍSMICA TERRESTRE

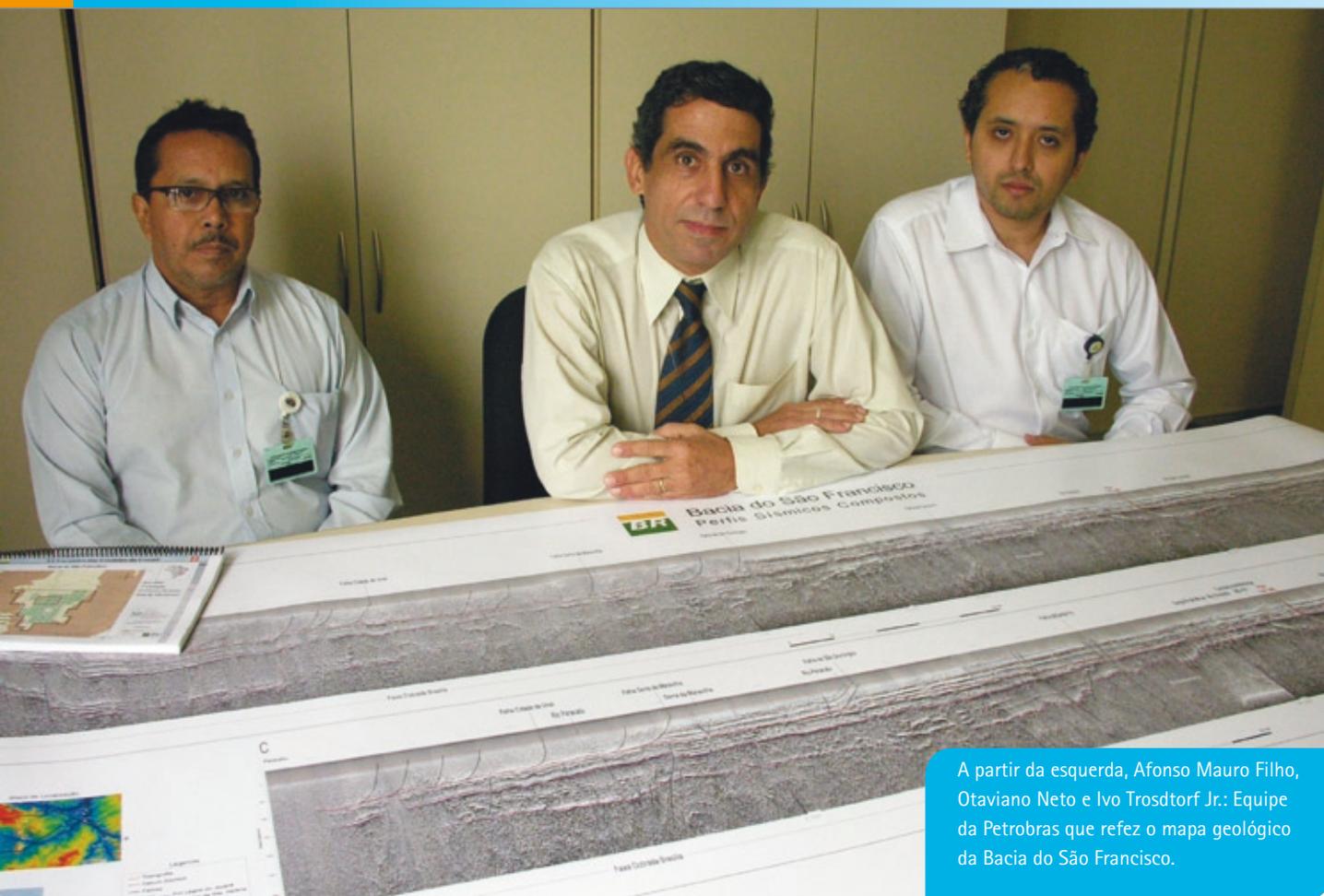


Foto: Fernando Zillier

A partir da esquerda, Afonso Mauro Filho, Otaviano Neto e Ivo Trosdorf Jr.: Equipe da Petrobras que refez o mapa geológico da Bacia do São Francisco.

## O retorno ao Proterozóico

Sócias 50/50 de seis blocos da concessão BT-SF-2 na Bacia do São Francisco, no estado de Minas Gerais, a Petrobras (operadora) e a British Gas deram partida à primeira fase do Programa Exploratório Mínimo (PEM), cujo prazo expira no próximo ano

Os blocos foram licitados na Sétima Rodada da ANP (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis), em 2005. Está em andamento a campanha de aquisição de 450 quilômetros lineares de sísmica 2D, que deve durar entre quatro e cinco meses.

Entre os objetivos do programa sísmico está a melhoria no imageamento de alguns prospectos potenciais identificados por uma equipe interna da Petrobras que refez o mapeamento geológico da região. A equipe reprocessou e converteu de tempo para profundidade as linhas de dois levantamentos de 2.600 km de sísmica 2D adquiridas entre 1992 e 1997.

“O novo programa sísmico pretende adensar a amostragem existente e confirmar algumas das estruturas indicadas. Os exploracionistas, com os dados disponíveis até agora, não têm certeza da extensão e do fechamento destas estruturas. Processamentos especiais serão realizados para melhorar o imageamento desses prospectos”, destacou o geólogo Otaviano da Cruz Pessoa Neto, gerente de Interpretação e Avaliação da Margem Equatorial e Bacias Interiores da Petrobras, acrescentando que a escolha do processamento está em discussão entre os parceiros.

Segundo Otaviano, a exploração de petróleo no Brasil e no mundo, na sua grande maioria, ocorre na seção do Fa-

nerozóico, cujo início se dá aproximadamente entre 570 e 580 milhões de anos. A Bacia do São Francisco, cujos alvos estão em seções do Proterozóico, mais antigas e pouco exploradas, é uma exceção. Em consequência das exsudações de hidrocarbonetos verificadas na região, esta é a única bacia dessa era geológica em exploração no Brasil.

“Nas décadas de 1980 e 1990 a companhia perfurou quatro poços na região, sem nenhum controle sísmico, e o poço Remanso do Fogo nº 1 (1-RF-1-MG), localizado cerca de 8 quilômetros ao sul da cidade de Cachoeira da Manteiga (MG), apresentou uma produção não comercial de gás na Formação Lagoa do Jacaré”, informou.

Para o responsável pelo setor que cuida das fronteiras exploratórias, nesse estágio da exploração não há certeza de se ter gás comercial. “Tentamos melhorar o imageamento das feições geológicas para aumentar a acuidade dos geofísicos e geólogos na delimitação das estruturas que são candidatas a acumulações comerciais. A identificação direta da presença de hidrocarbonetos nesse estágio é ainda fora de questão”, advertiu Otaviano.

Os dois alvos geológicos principais estão localizados no Grupo Bambuí, mais raso, e outro mais profundo que recebe nomes diferentes conforme a escola: Pré-Bambuí, Macaúbas, Paranoá ou Jequitaiá. A profundidade máxima dos alvos está em torno de 3.000 metros. Segundo Otaviano, após a análise e a interpretação dos dados sísmicos será elaborado um *ranking* dos prospectos para a Petrobras e a British Gas decidirem quais serão perfurados na segunda fase do Programa Exploratório Mínimo, que termina em 2011.

## MAIS UMA EQUIPE DE SÍSMICA TERRESTRE NO BRASIL

Em atendimento ao consórcio Petrobras-British Gas, a PGS Onshore do Brasil iniciou a campanha de 450 quilômetros lineares de sísmica 2D em seis blocos da concessão BT-SF-2, na Bacia do São Francisco. Unidade de negócios da *holding* norueguesa que atua em 14 países, a empresa formou uma equipe de sísmica terrestre de aproximadamente 400 pessoas, entre técnicos e operacionais. Além disso, adquiriu equipamentos novos, como o sistema de aquisição Sercel 408XL, com aproximadamente 4.000 canais, incluindo cabos e geofones.

“É um trabalho pequeno, mas já nos permite colocar os pés no mercado. Vamos para atuar por um prazo longo. Tem muito trabalho por vir. Vamos tentar ajustar o *timing* das licitações com a disponibilidade do nosso grupo”, afirmou o economista Rui Esteves, *country manager* da empresa no Brasil, que vinha participando de licitações há dois anos, segundo ele, para estudar o mercado. “Esperamos o momento certo para entrar”, acrescentou.



Foto: Fernando Zaider

Segundo Esteves, com o mercado brasileiro aquecido, a empresa teve que recrutar trabalhadores da América Latina, na sua maioria do Brasil, mas também da Colômbia, Equador, Bolívia e Venezuela. “Em outros países, é normal as equipes sísmicas serem mistas. Na Líbia, montamos um time de 33 nacionalidades”, disse o *country manager*, acrescentando que a intenção da empresa é, à medida que sua presença no Brasil for avançando, formar e capacitar mão-de-obra local para contratar o máximo possível de brasileiros.

## ABRIMOS AS PORTAS PARA UMA IDÉIA EXCEPCIONALMENTE SIMPLES.

[sun.com/sunmd](http://sun.com/sunmd)

Construa uma só vez,  
opere em qualquer lugar.

Basta ter energia,  
água e banda larga.



10 toneladas de capacidade  
de processamento.

Instalado e em funcionamento  
em 30 minutos.

100% reciclável e eco-eficiente:  
economia de energia e espaço.

**Sun™ Modular Datacenter**  
conhecido mundialmente como **Projeto BlackBox:**  
**O Primeiro Datacenter Virtualizado do Mundo.**

Mais informações através do número 0800-101786 ou pelo e-mail [info\\_brazil@sun.com](mailto:info_brazil@sun.com)



# Poder computacional para a geofísica

Para superar grandes desafios como a exploração de hidrocarbonetos em águas profundas, uma das chaves da tecnologia de ponta é a computação de alto desempenho. Gerenciar supercomputadores é uma atividade complexa e envolve diferentes aspectos como arquitetura, sistema operacional, consumo de energia e formação de pessoal qualificado no desenvolvimento de algoritmos em programação paralela. Fomos buscar especialistas para saber o que acontece neste setor tão essencial para o desenvolvimento da geofísica.

Desde maio, no Núcleo de Computação Eletrônica da Universidade Federal do Rio de Janeiro (NCE/UFRJ), está em operação o Centro de Computação de Alto Desempenho de Geofísica e Oceanografia, no qual funciona o supercomputador Netuno que atende às demandas de projetos desenvolvidos pelas Redes Temáticas de Geofísica Aplicada e de Modelagem e Observação Oceanográfica, que compreendem 17 instituições de ensino e pesquisa no Brasil.

O projeto, em torno de R\$ 5 milhões, foi financiado pela Petrobras com recursos das participações especiais sobre campos de grande produção de petróleo. O Netuno é um cluster composto por 256 servidores DELL, cada um com dois processadores Quad Core (de quatro núcleos), perfazendo 2.048 núcleos de processamento paralelo. Cada servidor conta com 16 gigabytes (GB) de memória RAM e 160 GB de disco. Outros seis servidores fazem o serviço de acesso e gerenciamento do cluster.

“Pela primeira vez na história o meio acadêmico brasileiro está dotado de um grande poder computacional”, afirmou Ricardo Bragança, da gerência de Geofísica do Centro de Pesquisas da Petrobras (Cenpes), que participou do projeto de desenvolvimento e implantação do Netuno. Segundo Ricardo, a opção de concentrar o poder computacional aumenta a possibilidade de resolver problemas maiores e permite trabalhar de forma simultânea em diversas tarefas, reduzindo, o ciclo ocioso da máquina.

A UFRJ foi a escolhida para abrigar o Netuno devido à proximidade com o Cenpes e, principalmente, por ser um dos pontos principais da Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP), que serve como base de acesso ao banco de dados científicos e interliga mais de 300 instituições de ensino e pesquisa no país. Através de 38 Redes Temáticas e mais sete Núcleos Regionais, a Petrobras já investiu cerca de R\$ 1 bilhão em projetos de infra-estrutura e pesquisa. Segundo Carlos Tadeu da Costa Fraga, gerente executivo do Cenpes, o Netuno é o primeiro de uma série de seis supercomputadores que serão instalados em instituições que

integram outras redes temáticas da Petrobras, abrangendo o investimento total de R\$ 29,7 milhões.

Para o Prof. Milton J. Porsani (UFBA), coordenador da Rede Norte-Nordeste de Geofísica da FINEP e representante do comitê técnico da Rede de Geofísica Aplicada da Petrobras, a instalação do Netuno marca um momento histórico do desenvolvimento da geofísica brasileira que merece ser comemorado, mas advertiu que não adianta infra-estrutura se não tiver pessoal qualificado. Segundo Porsani, é necessário desenvolver projetos de longa duração e quando possível promover a fixação de pessoal através de concursos nas universidades para garantir a estabilidade e a sustentabilidade à pesquisa e ao processo de treinamento do pessoal.



**INFERNO E PARAÍSO** Em computação de alto desempenho, o maior desafio hoje é o ‘*peta scale computing*’ ou seja, a possibilidade de acessar a infra-estrutura computacional para o desempenho de processamento no patamar do petaflop/s. Essa marca se refere à medida de velocidade de processamento que pode ser expressa por um quatrilhão de operações de pontos flutuantes por segundo. Ponto flutuante é um método de codificação numérica dentro dos limites de precisão finita disponível em computadores. Com ele, números extremamente longos podem ser manipulados com relativa facilidade.

Na última lista do TOP500 ([www.top500.org](http://www.top500.org)) publicada em junho com as estatísticas atualizadas sobre supercomputadores, uma única máquina havia atingido oficialmente esse patamar. O sistema número um do mundo hoje chama-se Roadrunner e atinge a performance de 1,026 petaflop/s, além de ser também o campeão em eficiência energética do TOP500. Construído pela IBM no Laboratório de Los Alamos do Departamento de Energia dos Estados Unidos, o sistema é baseado em lâminas IBM QS22 construídas com versões avançadas dos processadores do Sony Playstation 3. O Roadrunner desbancou o BluGene/L da IBM, que com seus 478 teraflop/s é agora o número dois.





Netuno: maior supercomputador em operação do hemisfério Sul apóia as Redes Temáticas de Geofísica e Oceanografia

Com 21 teraflop/s de pico, o Netuno rompeu uma barreira. É o maior supercomputador em operação do hemisfério Sul e o 138º na lista do TOP500. Se por um lado é “o paraíso” dos pesquisadores que poderão estudar fenômenos modelados com maior rapidez e precisão, por outro, na opinião de [Sergio Guedes de Souza](#), um dos coordenadores do Centro de Computação de Alto Desempenho para Geofísica e Oceanografia é “o inferno”. Segundo ele, após dois meses de funcionamento do Netuno, a maioria dos usuários não está preparada para ter acesso a todo esse poder de processamento.



“O Netuno impõe uma quebra de paradigma de programação, pois o que antes se processava de forma seqüencial ou em até 16 processadores com memória compartilhada agora poderá ser dividido entre milhares de processadores de memória distribuída. Isso requer uma mudança na estratégia de submissão dos trabalhos”, afirmou Guedes, acrescentando que o nível das dúvidas demonstra que os usuários conseguem vislumbrar o poder desse supercomputador, mas ainda têm muito que aprender. Para quebrar essa barreira, a coordenação do Centro está produzindo uma série de tutoriais com as tarefas básicas e avançadas de como usar e submeter programas no supercomputador que poderá ser baixado pela internet.

**TALENTO PARALELO** “Não basta adquirir a máquina, mas é preciso fazê-la funcionar na velocidade que justifique o investimento. É sempre extremamente cara e difícil de trabalhar porque está na fronteira entre o conhecimento e o que a indústria consegue produzir”, analisa o doutor em

matemática aplicada [Jairo Panetta](#), do Grupo de Processamento de Alto Desempenho do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisa Espacial - CPTEC / INPE, e que há 22 anos colabora para que o setor de Exploração da Petrobras use efetivamente o supercomputador com todo o seu potencial.



Segundo Panetta, é uma atividade que demanda grande conhecimento e requer contato permanente com o meio acadêmico e com a indústria para identificar a direção a ser seguida. Como exemplo positivo dessa interação, ele lembra que o índice de sucesso de poços exploratórios subiu a partir do uso dos supercomputadores.

No entanto, adverte Panetta, para atingir esses objetivos é preciso aplicar os conhecimentos de programação paralela para quebrar o problema em pedaços iguais, de modo que todos os núcleos do cluster comecem e terminem o processamento dos dados ao mesmo tempo e, assim, o supercomputador possa render o seu máximo. Ele acrescenta que não existe solução pronta no mercado para fazer a paralelização, já que cada problema é tratado de forma diferente.

“A paralelização é calculada à mão e depende da qualificação da força de trabalho disponível”, salienta Panetta, reconhecendo que existem poucos profissionais nessa área no Brasil. Uma iniciativa brasileira que se destaca, segundo o consultor, é o Simpósio Internacional de Arquitetura Computacional e Performance de Alto Desempenho (SBAC-PAD), realizado anualmente e que entre outras atividades promove uma maratona de programação paralela para estimular o desenvolvimento de talentos.

**PERFORMANCE, PREÇO E ENERGIA** Os geofísicos do processamento sísmico da Petrobras contam atualmente com dez mil processadores distribuídos pelas várias unidades espalhadas pelo país. Parte do equipamento está alocada no 15º andar do Edifício Sede (Edise), no Centro do Rio de Janeiro, mas a maioria se encontra em um CPD alugado. É que a estimativa de consumo de energia, tanto para colocá-los em funcionamento como para resfriá-los, é tão elevada que inviabiliza a instalação num mesmo local. No entanto, a centralização é uma meta que deverá se tornar realidade quando o novo CPD, que está em construção ao lado do Cenpes, ficar pronto. Será o maior do gênero na América Latina.

“Vivemos hoje uma mudança de paradigma, envolvendo máquinas que consomem menos energia para obter a mesma performance. Esta é uma das nossas principais preocupações”, afirmou [Paulo Souza](#), analista de sistemas no Grupo de Tecnologia Geofísica da Petrobras.



A Petrobras testou o poder computacional de processadores com quantidades maiores de núcleos. Um deles

foi o do videogame Sony Playstation 3 (PS3), que tem nove núcleos, sendo um convencional e oito dedicados a cálculos. Em comparação, as placas gráficas que suportam programação genérica se saíram melhor no teste. Tanto é que a empresa abriu licitação para adquirir um cluster de GPU (Graphics Processing Unit), que poderá chegar a 200 teraflop/s de performance de pico com o objetivo de rodar programas de processamento de dados geofísicos, entre outros.

Uma das vantagens comparativas diz respeito às novas gerações. Enquanto um novo videogame é lançado a cada quatro anos, a renovação da GPU, com o dobro da performance anterior ocorre a cada 18 meses. A GPU de última geração tem um teraflop/s de poder computacional e custa menos para o usuário final, que além disso economiza também espaço e energia. E, com maior poder computacional à disposição, poderá processar dados mais rapidamente, refinar modelos, gerar imagens com melhor resolução e ainda pensar em novos algoritmos.

“Temos um setor interno especializado em algoritmos que busca entender como funcionam os sistemas comerciais disponíveis, para utilizar o que já existe e desenvolver o que o mercado não atende”, sintetizou o geofísico **Carlos Cunha**, consultor sênior do Grupo de Tecnologia de Geofísica.



Fotos: Fernando Zaidler

**O ESTADO DA ARTE** Para **Carlos Thomaz**, arquiteto de sistema para computação de alto desempenho da Sun Microsystems do Brasil, ultrapassar a barreira do petaflop/s foi um marco importante para a comunidade mundial de computadores, mas um dos grandes desafios, segundo ele, é a questão do custo, que pode ser superado com o uso de componentes de propósito geral, utilizáveis para qualquer tipo de computação e cuja fabricação em escala pode contribuir para diminuir custos, melhorar performances e ainda melhorar o meio ambiente. A questão ambiental envolve consumo de energia, climatização e ocupação de espaço, fatores sempre críticos nos data centers.

Para montar um sistema de alto desempenho mais econômico, não só no hardware, mas também em operação e manutenção, é necessária uma arquitetura simples, fácil de ser implementada e que possa atingir todas as frentes de trabalho, envolvendo componentes disponíveis no mercado e um sistema operacional já utilizado por várias instituições como o Linux.

“Com crescente facilidade de programação e altíssima velocidade, o conjunto GPGPU (General Purpose GPU) e o processador x86 deverá ser a base da arquitetura computacional nos próximos anos”, acredita Thomaz, acrescentando que a utilização de aceleradores aumenta ainda



Fotos: arquivo SUN

## 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

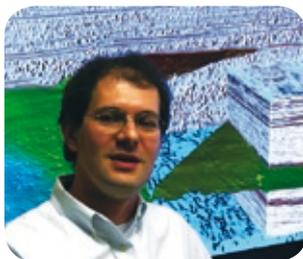
Av. Nilo Peçanha, 50, sala 1617 (Ed. Paoli)  
Rio de Janeiro, RJ CEP: 20020-906  
Tel: +55 21 2262 9651



mais o desempenho de supercomputadores. Na área de processamento de dados sísmicos, por exemplo, pesquisadores demonstraram que alguns processamentos que não tinham um desempenho razoável, já se mostraram factíveis. “Devemos ver em breve a utilização desses equipamentos na área de geofísica, sísmica principalmente, para modelos de onda completa”, prevê Thomaz.

**RESOLUÇÃO E INTERATIVIDADE** Quando a visualização de dados sísmicos era feita sobre projeções estáticas, há dez anos atrás, visualizar e interpretar dados com a interatividade disponível atualmente era um sonho que parecia inatingível. Essa atividade evoluiu. Os dados hoje são vistos e interpretados na sua verdadeira localização espacial em três dimensões e a interação ocorre na velocidade do pensamento. Basta mexer no cubo sísmico com mouse e a resposta aparece na tela como num videogame.

“A computação ajuda no imageamento de representações da subsuperfície de uma maneira muito mais clara, combinando informações diferentes de maneira a reduzir as incertezas. Sem dúvida, a combinação de processos, pessoas, conhecimentos e tecnologia é fundamental para aumentar a taxa de acerto e o fator de recuperação de reservatórios”, afirmou **Márcio Spínola**, gerente da conta Petróbras na Landmark.



Entretanto, a tecnologia disponível permite produzir imagens com muito mais resolução (pixel) do que uma tela de monitor convencional consegue exibir. Com modelos superdetalhados é preciso dar um zoom enorme para visualizar toda a informação disponível. Para enxergar detalhes, a empresa utiliza um monitor de 56 polegadas TFT LCD de altíssima definição (até 8,2 megapixels).

“Em aplicações de alta definição e grande poder computacional sem compressão de dados é possível visualizar uma quantidade incrível de detalhes dentro do contexto geológico sem passar os olhos de uma tela para outra”, descreve Márcio.

Mas o que ainda não é possível visualizar hoje, o será no futuro com mais memória e maior número de núcleos e performance dos processadores. Principalmente com a computação realizada nas placas gráficas (GPUs). Visualizar dados de uma matriz da ordem de centenas de bilhões de células em ponto flutuante (escala de cor de 32 bits), na prática, hoje em dia, é difícil porque não há memória RAM suficiente para isso. E o resultado oferece muito mais detalhe que o olho humano consegue captar.

“Será que vale investir em um computador de 1 terabyte (TB) de memória RAM para visualizar a mesma quantidade de dados que se precisa hoje para um computador de 124 GB de RAM, só para ter uma resolução um pouco melhor?”, indaga Márcio. E ele mesmo responde: “Se não houver um monitor com resolução para aproveitar esse recurso todo talvez não valha a pena. Enquanto isso, é possí-



**SÍSMICA**  
**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL,**  
**REMEDIAÇÃO DE AQUÍFEROS,**  
**GEOFÍSICA RASA E GEOQUÍMICA.**



**GEO RADAR**

A Georadar é uma empresa brasileira, de alta tecnologia, que se destaca na realização de serviços de Aquisição Sísmica, Levantamentos Geofísicos, Diagnósticos Ambientais e Geotécnicos, Remediação de Aquíferos e Geoquímica.

Contando com mais de 1.500 colaboradores em campo já possui cinco bases de operações sísmicas localizadas na Amazônia, no Rio Grande do Norte e em Sergipe.

A constante busca da Excelência tem sido a principal marca Georadar, destacando seus serviços no Brasil e no exterior.

Rua do Campo, 80. Vale do Sereno. Nova Lima-MG CEP 34000-000 Tel/fax: 55 31 2104-7171  
[www.georadar.com.br](http://www.georadar.com.br) [georadar@georadar.com.br](mailto:georadar@georadar.com.br)

IMAGO C

## ESPECIAL

vel trabalhar muito bem com escalas de cor de 8 ou 16 bits, que têm uma boa relação custo-benefício, e utilizar discos rígidos para acessar volumes de dados muito maiores que a memória RAM, através de uma tecnologia chamada Data On Demand onde, por exemplo, se pode visualizar e interpretar 18.000km<sup>2</sup> equivalente a 122 GB de dados utilizando menos de 1 GB de memória RAM”.

**VISUALIZAÇÃO INTERATIVA** O grupo de Tecnologia da Computação Gráfica (Tecgraf) da PUC-Rio nasceu há 21 anos na área de informática, mas chegou à geofísica há 11 anos. Forte em matemática-computacional, o grupo tem membros que atuam nas linhas de visualização e de inteligência computacional para determinação de pré-interpretação de dados sísmicos. Para **Marcelo Gattass**, coordenador do Tecgraf, a visualização de dados sísmicos foi grandemente melhorada com a utilização de placas de processamento gráfico (GPU) com memória de textura e poder de processamento em paralelo.

“Antes das GPUs, a geração de imagens de dados sísmicos demorava tanto que a visualização não era interativa. O tamanho da memória de textura e a capacidade de processamento das GPUs, entretanto, ainda são fatores

muito restritivos se considerarmos o tamanho dos dados sísmicos reais”, afirmou Gattass, acrescentando que como consequência, a atual geração de visualizadores interativos trabalha com pedaços pequenos dos dados ou com baixa qualidade, devido à subamostragem.

Para o coordenador, a computação de alto desempenho baseada em grades de muitos computadores representa uma esperança de melhora significativa neste quadro. Gattass salientou que espera ver levantamentos sísmicos completos com alta qualidade assim que estiverem prontos algoritmos que possam tirar proveito da nova arquitetura.

A falta de uma equipe dedicada à pesquisa científica na área de geofísica na PUC é superada plenamente pela parceria com a Petrobras. “Trabalhamos aprendendo geofísica e ensinando computação. O conhecimento migra para os dois lados num jogo desafiador em que transformamos equipes mistas em híbridas, fazendo o diálogo fluir”, descreve Gattass.

**UMA CORRIDA SEM FIM** Para as novas gerações de geofísicos, que não trabalharam sem computadores, deve soar estranho saber que no passado a sísmica convencional normalmente produzia apenas 24 canais de dados, o tratamento dos dados era feito todo no papel e os mapas desenhados com a ajuda de normógrafos e régua de cálculo, entre outras ferramentas já obsoletas. Havia nos primórdios da Petrobras funções já extintas como a de desenhista e a de computador, como era chamado o profissional que passava



Foto: Fernando Zilber

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

Foto: Fernando Zaidler



o dia debruçado em sismogramas e cálculos matemáticos.

Como foi possível a evolução? Para **Simplicio de Freitas**, geofísico aposentado da Petrobras e consultor da WesternGeco, a busca por tecnologia é antiga e os geofísicos desde aquela época já queriam encurtar os tempos do processamento e melhorar

a qualidade das imagens. E na década de 1960 a Petrobras adquiriu os primeiros computadores movidos à válvula e transistores que fizeram processamentos sísmicos analógicos até 1967.

Em 1968 mudou-se o paradigma com a chegada do primeiro computador digital ao Rio de Janeiro, um **IBM 360/44**. Considerado na época o maior sistema computacional da América Latina, possuía 256 kilobytes (KB) de memória. “Os registros digitais deram margem a fantásticas melhorias com enormes possibilidades de se processar o sinal registrado no campo”, relembra Simplicio.

Ainda no tempo dos mainframes, computadores enormes que ocupavam salas inteiras, em 1987 a Petrobras adquiriu um IBM 3090 com dois VF (vector facility), unidade que fazia cálculos sobre vetores mais rapidamente. Para a compra ser liberada, houve um acordo entre os governos do Brasil e dos Estados Unidos.

A visualização de dados também evoluiu muito. Até 1982

os mapas eram desenhados com papel e lápis. Com os primeiros computadores dotados com memória suficiente, foi lançada a primeira estação CAD (Computer Aided Design). O sistema pioneiro proporcionou grandes avanços para o Cenpes, que já buscava projetar plataformas para águas rasas.

Em 1985, os geofísicos despertaram para essa tecnologia e a pioneira Western Geophysical criou uma estação de interpretação sísmica chamada Crystal, que foi ligada pela Petrobras ao mainframe. Em 1986 a Petrobras instalou a primeira estação de interpretação sísmica da Landmark.

Os maiores frutos do avanço computacional, porém, se mostraram visíveis em meados dos anos 1990 com o advento de supercomputadores baseados em clusters, centenas de microprocessadores de baixo custo unitário, trabalhando juntos em busca de resultados.

Isso mudou radicalmente a maneira dos intérpretes trabalharem. A computação proporcionou ganhos de produtividade fantásticos, mas a evolução certamente ainda não chegou e não chegará ao fim.

Foto: Arquivo IBM



## 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 24 11 10 00

HOUSTON  
+1 713 375 1755

CARACAS  
+58 212 975 0385

SINGAPORE  
+65 98 21 55 61

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](http://www.scangeo.com)

# Exploração sísmica para áreas subsal

Marcos A. Gallotti Guimarães (Stratageo) & Carlos Rodriguez Suarez (Petrobras)

Grandes depósitos de hidrocarboneto estão algumas vezes associados à presença das estruturas de sal, que favorecem as condições de acumulação e trapeamento de óleo e gás. Os custos elevados de perfuração através do sal aumentam os riscos exploratórios, levando à necessidade de investigação geofísica detalhada destas estruturas e dos sedimentos subsal.

Os corpos de sal geralmente impõem uma grande variação lateral de velocidade sísmica em relação aos sedimentos onde estes corpos se encontram encaixados (principalmente quando estes sedimentos são siliciclásticos), prejudicando as técnicas de aquisição e processamento convencionais para a formação da imagem dos sedimentos situados abaixo do sal. Há mais de 15 anos companhias de petróleo e prestadoras de serviço vêm aprimorando as técnicas de processamento de imagem das estruturas subsal. A complexidade do sal e da estruturação da velocidade sísmica obrigou os geofísicos a repensarem as técnicas convencionais, que vinham sendo aplicadas para os sedimentos pós-sal.

Um levantamento sísmico 3D marítimo convencional é a combinação da aquisição de várias linhas 2D paralelas, espaçadas lateralmente de 12,5 a 75m. Estas linhas são obtidas por navios rebocando de 6 até 14 cabos (*streamers*), com comprimento variando geralmente de 3.500 a 12.000m, e cada cabo portando receptores (hidrofones) equi-espaçados de 3 a 25m. Estes navios também rebocam, à frente dos cabos, a fonte sísmica. O conjunto destas linhas 2D compõe o volume 3D final com uma única direção (azimute) fonte-receptor.

A natureza tridimensional amorfa dos corpos de sal, aliada ao elevado contraste de impedância geralmente presente entre rochas evaporíticas e siliciclásticas, faz com que a energia refletida das interfaces abaixo do topo do sal, seja espalhada em várias direções, e não somente na direção do plano vertical contendo a fonte e o receptor (plano sagital). Além disso, este alto contraste de impedância faz com que esta energia seja espalhada também para afastamentos fonte-receptor além dos adquiridos convencionalmente. A Fig. 1 mostra um modelo, utilizando traçado de raio, com um corpo de sal, onde se observam os raios espalhados para longas distâncias e várias direções.

A perda de iluminação, na superfície dos sedimentos subsal, por causa do espalhamento de energia, provoca decréscimo de qualidade devido à queda drástica da razão sinal/ruído, com o ruído principal sendo geralmente a múltipla do topo do sal. As técnicas de processamento convencionais são incapazes de condicionar a imagem subsal devido à falta de iluminação, à presença marcante de múltiplas não eliminadas (por serem de natureza 3D) e dos próprios algoritmos de imageamento, que não prevêem esta complexidade no modelo estrutural de velocidade sísmica abaixo do sal.

A primeira ação a ser tomada para melhorar a imagem dos sedimentos subsal é, portanto, a alteração da técnica de aquisição. Para aumentar os afastamentos entre fonte-receptor de forma a captar os raios com alto ângulo de emergência na superfície, Rattcliff & Weber (1997) utilizaram a técnica de dois navios no Golfo do México no final da década passada. Assim, estando a fonte sísmica atrelada a um navio, desconectada do outro que rebocava os cabos de receptores, era possível adquirir afastamentos maiores entre fonte-receptor, possibilitando a captação da energia espalhada lateralmente para grandes distâncias como mostra a Fig. 1.

A Texaco, na década de 1990, realizou levantamentos com Cabo de Fundo Oceânico (*Ocean Bottom Cable*, OBC) para adquirir dados sísmicos com afastamentos longos entre fonte-receptor e com maior variação de azimutes que a sísmica convencional, procurando captar esta energia espalhada no topo dos domos salinos. A técnica consistia em colocar os OBCs fixos no fundo oceânico (Fig. 2), e gerar energia pela fonte sísmica em intervalos regulares e curtos na superfície. O objetivo era adquirir famílias de receptores comuns.

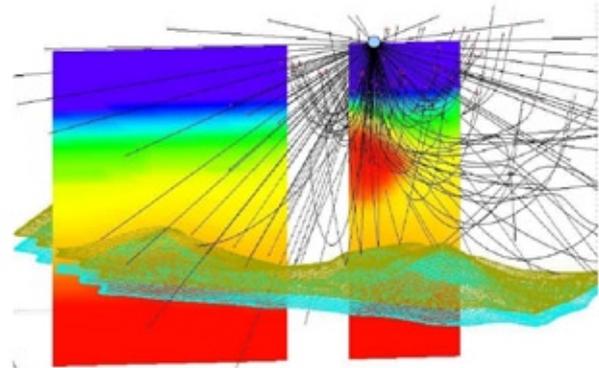


Fig. 1: Raios de um tiro (círculo azul) sobre uma região estruturada com a presença de sal (camada de cor vermelha rasa). Nota-se que os raios são espalhados ao refletir no topo do sal e retornam à superfície em longas distâncias e em vários azimutes. Modelo geológico em profundidade, com camada azul representando mar, verde e amarelo siliciclásticos e vermelha profunda carbonatos de alta velocidade (cores quentes significam maiores velocidades).

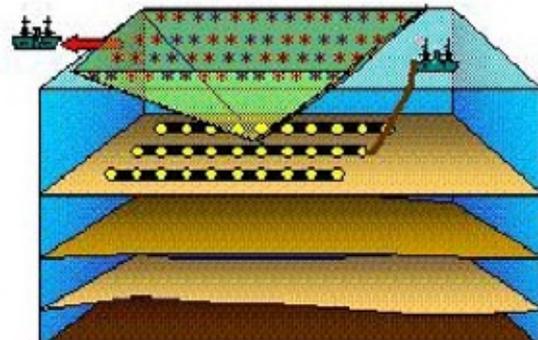


Fig. 2: Técnica para prospecção subsal com OBC. Os OBCs permanecem fixos no fundo enquanto o navio fonte perfaz a malha de tiros equi-espaçados na superfície.

Assumindo-se a reciprocidade, os tiros na superfície seriam considerados como receptores e os receptores no fundo oceânico como fonte. A família de receptor comum se tornaria uma família de tiro onde os receptores (fontes) estariam próximos e equi-espaçados nas direções X e Y. Paul Valasek et al. (2001) apresentaram no 7º CIBSGf que a Phillips Petroleum também lançou mão desta técnica até o final da década de 1990 para prospecção subsal.

A Fig. 3A mostra que, assumindo-se a reciprocidade, os raios podem ser vistos como emitidos pelos receptores dos OBCs e captados pelos tiros na superfície. Este registro capta então a energia espalhada lateralmente e em afastamentos longos entre fonte-receptor. As posições dos receptores em subsuperfície podem ser esparsas (200 a 400m entre cabos, e 25 a 50m entre receptores no mesmo cabo), desde que iluminem propriamente os sedimentos subsal.

A Fig. 3B mostra um exemplo de registro multi-azimute destas famílias de receptor comum.

Como os receptores podem ser mais esparsos nas direções X e Y, (e.g. 300 a 500m), a Texaco desenvolveu a técnica do cabo vertical (CV) – posteriormente cedido a PGS – para obter dados com larga cobertura azimutal (*Wide Azimuth*, ou WAZ). O CV permitiu maior flexibilidade na aquisição, tornando possível posicionar receptores fixos com distribuição esparsa em duas direções ortogonais. Os OBCs são fabricados em intervalos de receptores regulares (e.g. 25 a 50m) na direção X (ao longo do cabo), impossibilitando a colocação dos receptores em intervalos esparsos nessa direção. A desvantagem em relação ao CV é operacional, considerando que uma quantidade grande de OBC deve estar disponível e fixa no fundo oceânico durante uma campanha de tiro.

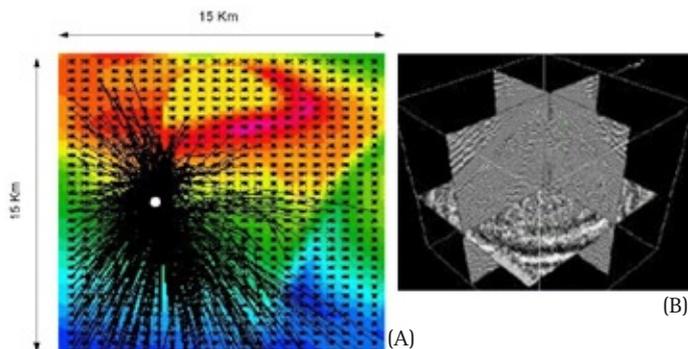


Fig. 3: (A) Malha regular de tiros na superfície (asteriscos) vistas como captando os raios gerados pelo receptor fixo (círculo branco). Nota-se que a energia captada é proveniente de várias direções e afastamentos entre fonte-receptor. Assumindo a reciprocidade, o receptor pode ser visto como tiro e os tiros como receptores. (B) Família de receptor comum mostrando o campo de onda multi-azimute e com afastamentos longos entre fonte e receptor. Assumindo-se a reciprocidade, estas famílias são vistas como famílias de tiro onde aplica-se a técnica migração 3D no domínio do tiro para o processamento da imagem final subsal (Valasek et al., 2001).

Os CVs consistiam de hidrofones verticalmente espaçados entre 50 e 100m. Estes cabos eram presos a uma bóia em superfície e ancorados no fundo oceânico com espaçamento lateral (malha) de 300 a 500m (Fig. 4). Paul Kraill (1994) considerou esta técnica de levantamento como a ideal para WAZ e para investigação subsal, já que além da flexibilidade de se colocar os receptores em malha regular, o cabo vertical contava com mais de um nível de recepção na mesma posição para separação de campos de onda ascendente e descendente, como nos levantamentos VSP. Similarmente, esta técnica necessita da premissa da reciprocidade para que cada receptor de cada CV seja considerado como fonte e cada tiro da malha de tiros na superfície seja considerado como receptor. Desta forma, a cada posição de receptor do CV seria adquirido então um registro de tiro 3D.

Como na técnica OBC, na WAZ nota-se que a fonte sísmica pode se afastar a distâncias grandes do receptor em qualquer direção – na prática, quase sempre a direção de aquisição (azimute, ou rumo, do navio com a fonte) é paralelo ou normal à direção de disposição dos cabos. Este receptor recebe energia de todas as milhares de posições das fontes sísmicas presentes na malha de tiro, formando uma família de receptores comuns com ampla distribuição de afastamentos entre fonte e receptor (Fig. 3). Assumindo-se a reciprocidade, esta família de receptores comuns é considerada como uma família de tiro comum onde se assume que o receptor está emitindo a energia e os pontos de tiros estão recebendo esta energia em uma malha regular.

A técnica de processamento natural para este tipo de aquisição é a migração 3D no domínio do tiro. Conhecida há mais de duas décadas, esta técnica utiliza propagadores da equação da onda. Somente nos últimos anos, no entanto, devido a maior capacidade dos computadores, se tornou possível utilizar esta migração nessas famílias 3D.

Anderson et al. (1997), Guimarães et al. (1998) e Valasek et al. (2001), entre outros, mostram exemplos bem sucedidos das técnicas de aquisição OBC e CV. A Texaco obteve no final da década passada alguns sucessos exploratórios utilizando WAZ com cabo vertical. Como ocorre com qualquer tecnologia, alguns problemas surgiram com este tipo de aquisição – o principal sendo a deriva (desvio) do cabo em relação a vertical, causada por correntes submarinas, durante a aquisição. Contudo, técnicas no processamento atenuavam o problema, com algoritmos matemáticos de regularização (Fig. 4).

Entre 1998 e 2002, as empresas BHP, British Petroleum (BP) e ChevronTexaco participaram do SMAART, *joint venture* para aquisição de dados WAZ. Com este objetivo, o consórcio analisou OBC, *nodes* e o cabo vertical.

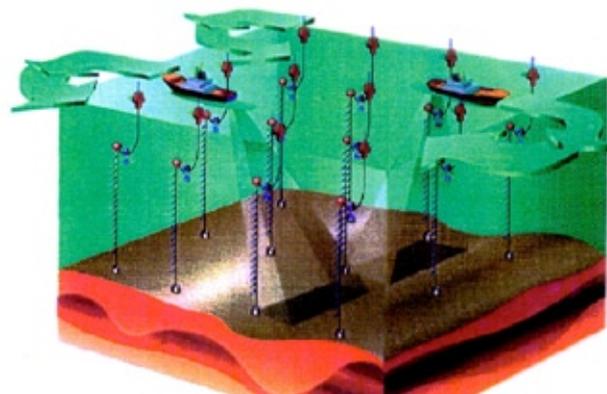


Fig. 4: Aquisição com cabo vertical utilizada em meados da década de 1990 para levantamento WAZ. Receptores fixos e em diferentes níveis dispostos em cabos verticais. Tiros detonados em malhas regulares na superfície, como mostrado na Fig. 2.

Naquela época, a necessidade de aquisição WAZ para investigação subsal era notória. Em 2002, Dwight Sukup publicou um artigo sobre a técnica WAZ utilizando dois navios com *streamer* e dois navios-fonte, método que denominou de aquisição “Helix”. Esta consiste em quatro passagens de quatro navios, com dois navios rebocando cabos sísmicos de 8.000m e fonte sísmica e os outros dois rebocando somente a fonte sísmica. Os navios ficam dispostos como na Fig. 5A, e cada navio possui duas fontes sísmicas, que detonam alternadamente (método *flip-flop*).

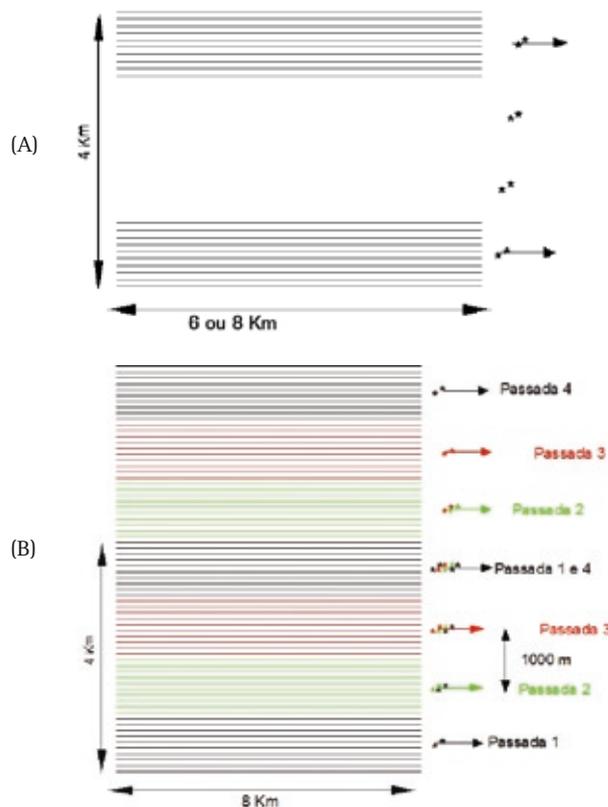


Fig. 5: (A) Aquisição Helix proposta por Sukup (2002). As fontes são representadas por asteriscos e os cabos de receptores por linhas. Dois navios rebocam 10 cabos e fontes e outros dois somente a fonte. (B) Quatro navios perfazem quatro passagens.

Fundamentalmente, a ideia é a mesma que a do OBC e a do CV, ou seja, adquirir registros 3D com alta cobertura azimutal (WAZ) para iluminar sedimentos localizados abaixo de camadas evaporíticas. Quatro passagens (Fig. 5B) dos quatro navios (dois navios fonte e dois na-

## ARTIGO TÉCNICO

vios fonte-receptor) em uma direção – sendo possível realizar o mesmo procedimento em várias direções, situação em que naturalmente os custos se tornam bastante elevados. Depois de reorganizados os receptores com posição de tiro comum, formam-se os registros de tiro 3D.

Nesta técnica, cada família de tiro conta com receptores espaçados estendendo-se por até 8km na direção X e até 3,5km na direção Y (Fig. 6). O processamento dos dados é o mesmo: migração no domínio do tiro 3D, técnica que utiliza extrapoladores com a equação da onda.

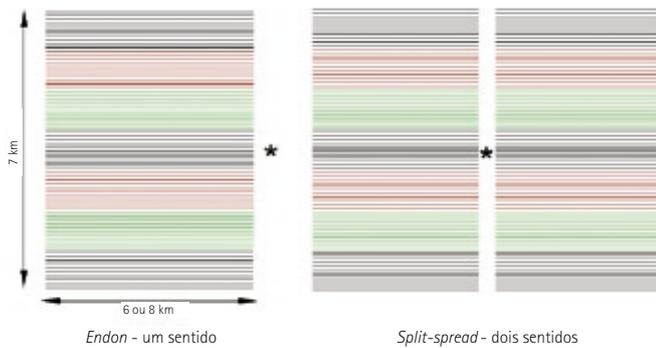


Fig. 6: Composição final dos registros de tiro da técnica Helix. As passagens do navio fonte em somente um sentido produzem famílias *endon*. As passagens nos dois sentidos produzem famílias *split-spread*.

Posteriormente, várias companhias tentaram adaptar esta técnica aos navios fonte e de *streamer*. A WesternGeco e a CGG tiveram seus próprios desenhos de aquisição, que consistiam em variações da idéia original de Sukup. A grande diferença entre elas são os afastamentos máximos entre fonte e receptor na direção transversal à direção de propagação (curso) do navio.

Esta técnica é limitada nos afastamentos máximos tanto na direção X (comprimento máximo dos cabos) quanto na Y (distância lateral entre navios). Esta limitação não ocorre com os cabos verticais e nem com o OBC, pois a fonte sísmica opera separadamente dos receptores.

Algumas companhias vêm utilizando esta nova técnica para aquisição de dados WAZ. A BP revelou que vinha utilizando esta técnica alternativamente a outra que vinha desenvolvendo. A BP contratou a Fairfield Industries para fabricar sensores de quatro componentes de fundo oceânico (originalmente denominados *Ocean Bottom Seismometers*, OBS), os *nodes*. O objetivo era utilizar estes receptores da mesma forma que foram usados os cabos verticais na década passada, naturalmente com os mesmos princípios de imagem do cabo vertical (Fig. 7). Os *nodes* podem ser espaçados como os CVs, mas não dispõem de receptores espaçados verticalmente na mesma coordenada geográfica (posição X,Y) para separar os campos ascendentes e descendentes. Contudo, é possível registrar o campo de onda pelo geofone e pelo hidrofone, já que os *nodes* ficam acoplados diretamente no fundo oceânico. Com estes dois componentes – geofone e hidrofone – técnicas de soma e subtração possibilitam a separação dos campos de onda ascendente e descendente. A BP publicou artigos sobre a aquisição com *nodes* no campo de Atlantis. Somente no *Development & Production Forum 2006* promovido pela SBGf, esta técnica foi explicitamente abordada pela companhia declarando o sucesso do levantamento.

A SeaBird vem desenvolvendo os *nodes* para aquisição de dados sísmicos 4C de alta fidelidade, tendo adaptado seus *nodes* para aquisição WAZ (Fig. 8). Atualmente, três companhias possuem *nodes*, mas somente duas (Fairfield e SeaBird) utilizam com o objetivo de adquirir dados WAZ.

Todas as técnicas de aquisição WAZ para subsal adquirem famílias de tiro ou receptor comum para a aplicação da migração 3D com equação da onda no domínio do tiro. As técnicas que uti-

# A BRAIN É

- + de uma década no mercado
- + de 250 diagnósticos ambientais concluídos
- + de 450 km de dutos cadastrados em travessias de rios
- + de 2X em extensão a Muralha da China em seções GPR
- + de 15.000 seções de Resistividade
- + de 900 km de sísmica 2D e 1350 km<sup>2</sup> de sísmica 3D, em apenas 3 anos
- + de 160.000 homens/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
- Cadastramento 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

- Aquisição sísmica terrestre 2D e 3D
- Processamento e interpretação sísmica
- Detalhamento de reservatórios
- Equipamentos de última geração com 5000 canais de registros

### ABRANGENTE

- Profissionais com vasta experiência
- Pronta para operar em qualquer parte do país
- 30 projetos em 8 estados brasileiros
- Em apenas 3 anos, 900 km de sísmica 2D e 1350 km<sup>2</sup> de sísmica 3D
- Mais de 4 milhões de homens/horas expostos ao risco sem qualquer acidente com afastamento

**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. Raja Gabaglia, 4.943  
Santa Lúcia - 30360-670  
Belo Horizonte MG - Brasil  
Fone: (55) 31-3526-4800  
brain@braintecnologia.com.br

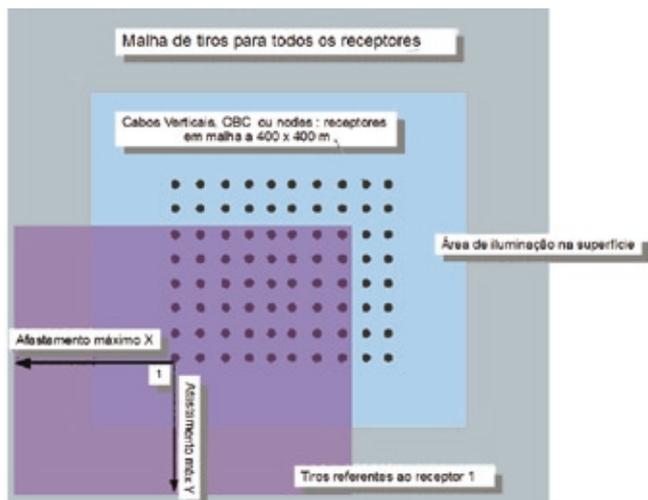


Fig. 7: Flexibilidade da aquisição com *nodes* e CV para o posicionamento dos receptores esparsos e para a aquisição WAZ.

lizam sensores fixos no fundo mar, *i.e.* *nodes*, são melhores para posicionar estas famílias em malhas regulares para a iluminação subsal. As técnicas que utilizam cabos de receptores na superfície (*e.g.* Helix) apresentam os mesmos problemas que os CVs apresentaram na década passada, *i.e.*, problemas na presença de correntes provocando deriva dos cabos e conseqüentemente um posicionamento não regular dos receptores, aumentando tanto o custo de aquisição (devido à necessidade de linhas *in-fill*, para cobrir regiões não iluminadas em subsuperfície, problema causado pelo posicionamento dos receptores diferente do planejado) – algumas vezes, de maneira significativa – quanto os esforços de regularização durante a fase de processamento.

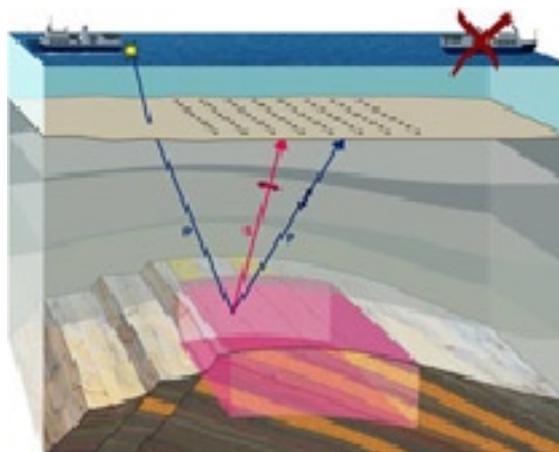
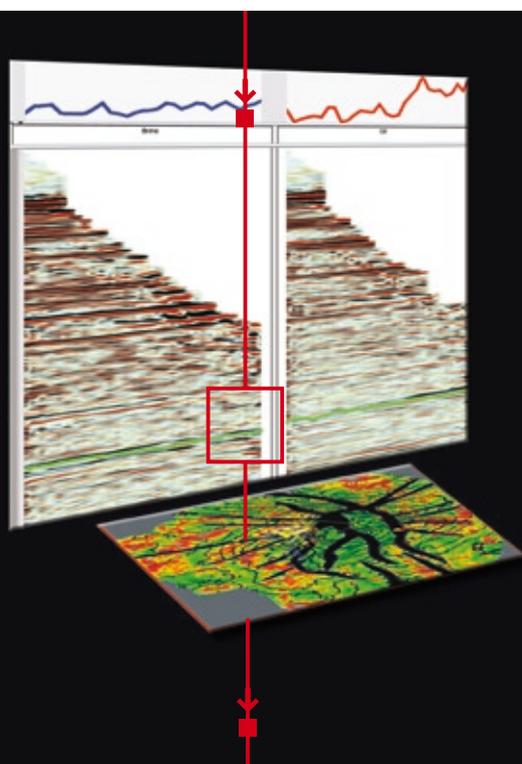


Fig. 8: Aquisição com *nodes* – Cortesia da SeaBird.

## REFERÊNCIAS

- ANDERSON J, NOPONEN I, CAI W, DELOME H, SUKUP D & BOYD S. 1997. 3-D vertical cable processing to obtain a pre-stack depth-migrated image. SEG Exp. Abst. 16, 1399-1401.
- GUIMARÃES MAG, SEKKARAN KK, SUKUP D & KRAIL P. 1998. 3-D pre-stack depth migration of vertical cable data over SEG/EAGE physical model. SEG Exp. Abst., 1182-1186.
- KRAIL PM. 1994. Vertical cable as a subsalt imaging tool. The Leading Edge, 13: 885.
- RATCLIFF DW & WEBER DJ. 1997. Geophysical imaging of subsalt geology. The Leading Edge, 16:115-142.
- SUKUP DV. 2002. Wide-azimuth marine acquisition by the helix method. The Leading Edge, 21: 791-794.
- VALASEK P, WYATT KD, WHITMORE D, SHEN Y, MENG Z & BRANHAM KL. 2001. 3D Wavefield Imaging in the Deepwater Gulf of Mexico. In: Cong. Inter. Soc. Bras. Geof., 7, Anais... Salvador. CD-ROM.



## In the search for reservoir potential, see through it all.

**Well Seismic Fusion™** software.

Rapidly identifies and validates your best prospects.  
Designed for the **DecisionSpace®** environment.

Pre-stack seismic data gives interpreters the ability to better understand reservoir potential. With Well Seismic Fusion™ technology, pre-stack seismic can be incorporated into core G&G interpretation workflows for rapid and accurate prospect validation. Providing fast and easy criteria for determining which prospects to pursue, Well Seismic Fusion tools can indeed dramatically improve your odds of success.

For complete details about Well Seismic Fusion software, please visit us at [www.lgc.com](http://www.lgc.com)

Deeper knowledge. Broader understanding.™

**Landmark**

HALLIBURTON

▶ **2º Simpósio Brasileiro de Geofísica Espacial e Aeronomia – SBGEA**

8 a 11 de setembro – Campina Grande – PB  
 Informações: [www.df.ufcg.edu.br/~sbgea2008](http://www.df.ufcg.edu.br/~sbgea2008)

▶ **II Encontro de Alunos de Geofísica Aplicada das Universidades Paulistas – II EAGAUP**

11 e 12 de setembro – São Paulo – SP  
 Informações: [andreaustra@iag.usp.br](mailto:andreaustra@iag.usp.br) e [manuelle@iag.usp.br](mailto:manuelle@iag.usp.br)

▶ **Rio Oil & Gas 2008**

15 a 18 de setembro – Rio de Janeiro – RJ  
 Informações: [www.ibp.org.br](http://www.ibp.org.br)

▶ **SPE Annual Technical Conference and Exhibition**

21 a 24 de setembro – Denver – Colorado – USA  
 Informações: [www.spe.org/atce/2008](http://www.spe.org/atce/2008)

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

29 de setembro a 3 de outubro – Lima – Peru  
 Informações: [www.congresosgp.com](http://www.congresosgp.com)

▶ **XIV Congreso Venezolano de Geofísica**

6 a 9 de outubro – Caracas – Venezuela  
 Informações: [www.congresogeofisica-sovg.org](http://www.congresogeofisica-sovg.org)

▶ **Symposium on Exploration and Production Technologies for Unconventional Hydrocarbon Reservoirs**

9 a 10 de outubro – Tabasco – México  
 Informações: [www.amge.org.mx](http://www.amge.org.mx)

▶ **VI International Seminar: Oil and Gas Exploration and Production – INGEPT**

13 a 17 de outubro – Lima – Peru  
 Informações: [www.ingepet.com](http://www.ingepet.com)

▶ **AAPG International Conference and Exhibition**

26 a 29 de outubro – Cape Town – África do Sul  
 Informações: [www.aapg.org/capetown](http://www.aapg.org/capetown)

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

26 a 31 de outubro – Curitiba – PR  
 Informações: [www.44cbg.com.br](http://www.44cbg.com.br)

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

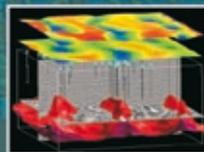
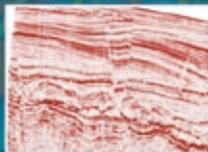
9 a 14 de novembro – Las Vegas – Nevada – EUA  
 Informações: <http://meeting.seg.org>

▶ **III Simpósio Brasileiro de Geofísica – SimBGF**

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

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

Fugro's Geoscience Division acquires, interprets and integrates seismic, gravity, magnetic and eletromagnetics 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](mailto:seismic@fugro-br.com)

\*FGMS Fugro Gravity & Magnetic Services  
 A Company fully dedicated to Potential Fields for Oil&gas  
 e-mail: [brega@fugro.com](mailto:brega@fugro.com)

Fugro - Lasa - Geomag  
 Tel.: +55 21 3501 7700 Fax: +55 21 3501 7701  
 e-mail: [brega@fugroairborne.com.br](mailto:brega@fugroairborne.com.br)

NO OTHER COMPANY CAN PROVIDE THE SAME COMPREHENSIVE RANGE OF GEOTECHNICAL, SURVEY AND GEOSCIENCES

