

boletim **SBGf**

Publicação da Sociedade Brasileira de Geofísica
Número 4, 2010 – ISSN 2177-9090



A Geofísica na Indústria da Mineração

Investir em levantamentos geofísicos é o caminho mais eficiente na busca pelo conhecimento do subsolo. Para a indústria da mineração, a geofísica se tornou uma ferramenta indispensável para o *core business* das empresas

Estudo preliminar revela maior reservatório de água do mundo

MEIO AMBIENTE, PÁG. 5

INCT-Petrotec adquire microsonda capaz de estimar a idade das bacias do pré-sal

ENTREVISTA, PÁG. 8

A importância dos métodos geofísicos na indústria brasileira

O método sísmico é seguramente o mais utilizado entre as diferentes técnicas geofísicas. Essa preponderância se deve basicamente às atividades ligadas à indústria do petróleo e levou os especialistas a designarem, genericamente, os outros métodos como não-sísmicos. Ou seja, todos os métodos que não englobam a sísmica de reflexão e de refração são métodos não-sísmicos.

Atenta ao caráter multidisciplinar da geofísica e da importância dos métodos não-sísmicos, a SBGf organizou um fórum sobre esses métodos com extraordinário sucesso. Evento relatado nesta edição do Boletim SBGf dedicada às diversas aplicações da geofísica em P&D de atividades minerais onde os métodos não-sísmicos são mais empregados se comparados com as atividades petrolíferas. Observa-se que na indústria da mineração o Brasil sedia empresas com reconhecida capacidade tecnológica, além de atuar no campo acadêmico no desenvolvimento de pesquisa de vulto, o que nos deixa muito orgulhosos.

Por outro lado, entre outros assuntos de grande interesse, a matéria sobre o Aquífero Alter do Chão, na região amazônica, nos apresenta um novo reservatório de água cuja potencialidade poderá ser superior ao Aquífero Guarani. Excelente leitura para todos.

CONFIRA NESTA EDIÇÃO

3 EVENTOS

- SBGf realiza fórum sobre métodos não-sísmicos
- SBGf promove palestras com nomes internacionais

5 MEIO AMBIENTE

- Estudo preliminar revela maior reservatório de água do mundo

6 NOTAS

- Dados recolhidos pela Agência Espacial Europeia permitem traçar o retrato do campo gravítico terrestre
- UFRN aprova resolução das normas de segurança para atividades de campo
- Lançada a 2ª edição do livro 'Geologia do Quaternário e Mudanças Ambientais'
- Sistema de modelagem física de última geração já está em funcionamento no Lenep/UENF
- Fundo de Apoio à Ciência Geofísica
- SBGf marca presença na Rio Oil & Gas
- IPAM disponibiliza curso *online* sobre floresta amazônica e mudanças climáticas

8 ENTREVISTA

INCT-Petrotec adquire microsonda capaz de estimar a idade das bacias do pré-sal

10 ESPECIAL Geofísica na Mineração



Edu Simões / Acervo Vale

Mina de Brucutu, de minério de ferro - São Gonçalo do Rio Abaixo - MG

- Investimentos e mudança de cenário
- Pesquisa e formação
- Universidades
- Serviços em Geofísica

17 ARTIGO TÉCNICO

Processamento de Dados Gradiométricos Gravimétricos do Sistema FALCON (AGG) Dransfield & Gama

CAPA: Vista geral da área de operação da mina de cobre do Sossego, Canaã dos Carajás - PA. Lucas Lenci / Acervo Vale

DIRETORIA DA SBGf

Presidente
Eduardo Lopes de Faria

Vice-presidente
Inez Staciariini Batista

Diretor-Geral
Renato Lopes Silveira

Diretor Financeiro
Neri João Boz

Diretor de Relações Institucionais
Jurandyr Schmidt

Diretor de Relações Acadêmicas
Ellen de Nazaré Souza Gomes

Diretor de Publicações
Francisco Carlos Neves de Aquino

Conselheiros
Carlos Cesar Nascimento da Silva
Edmundo Julio Jung Marques
Eliane da Costa Alves
Jorge Dagoberto Hildenbrand
Marcelo Sousa de Assumpção
Naomi Ussami
Patricia Pastana de Lugo
Paula Lucia Ferrucio da Rocha
Paulo Roberto Porto Siston
Renato Cordani

Secretário Divisão Centro-Sul
Adalberto da Silva

Secretário Divisão Centro-Oeste
Adalene Moreira Silva

Secretário Divisão Sul
Maria Amélia Novais Schleicher

Secretário Divisão Nordeste Meridional
Roberto Max de Argollo

Secretário Divisão Nordeste Setentrional
Aderson Farias do Nascimento

Secretário Divisão Norte
Jessé Carvalho Costa

Editor-chefe da Revista Brasileira de Geofísica
Cleverson Guizan Silva

Secretárias executivas
Ivete Berlice Dias
Luciene Victorino de Carvalho

Coordenadora de Eventos
Renata Vergasta

Assistente de Eventos
Carolina Santinoni Esteves

BOLETIM SBGf

Editora-chefe
Adriana Reis Xavier

Jornalista responsável
Davi Gustavo Matias de Araújo

Diagramação
Thalita Linhares

Tiragem: 2.500 exemplares
Distribuição restrita

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

Sociedade Brasileira de Geofísica - SBGf
Av. Rio Branco 156, sala 2.509
20040-901 - Centro - Rio de Janeiro - RJ
Tel/Fax: (55-21) 2533-0064
sbgf@sbgf.org.br

FUNDO SBGf

OURO



BRONZE



(Veja página 7)

EVENTOS

SBGf REALIZA FÓRUM SOBRE MÉTODOS NÃO-SÍSMICOS

A Sociedade Brasileira de Geofísica realizou, entre os dias 21 e 23 de setembro, no Pestana Hotel, em Copacabana, Rio de Janeiro, o fórum internacional “Non-seismic methods: birth and rebirth of geophysics”, cujo foco foi a vasta discussão da aplicação de métodos não-sísmicos na exploração de petróleo e gás.

Segundo a geofísica e membro do comitê organizador, Patricia Lugão, a proposta central do evento foi difundir, de forma mais ampla, por meio da apresentação de experiências e resultados, as vantagens da utilização de métodos não-sísmicos na indústria. De acordo com ela, o mercado de exploração de petróleo e gás, de maneira geral, ainda desconhece os diferenciais competitivos inerentes à utilização de técnicas geofísicas.

Cerca de 70 inscritos, sendo 29 estrangeiros, participaram da programação do fórum. Foram apresentados *cases* e trabalhos desenvolvidos pela indústria nas Bacias Potiguar, de Santos, do Recôncavo e do São Francisco, além de atividades promovidas em outras localidades; como a Bacia de Sirt, na Líbia; e no Mar de Barents, no Ártico. Um dos destaques do evento foi a presença massiva de profissionais e pesquisadores australianos, que possuem uma experiência diferenciada na utilização de métodos não-sísmicos em seu país. “O nível das apresentações foi muito bom”, afirma Patricia Lugão.

Mesmo após um século, desde o nascimento da geofísica moderna, os métodos não-sísmicos ainda revolucionam a indústria possibilitando formas e ideias mais eficientes e sustentáveis de exploração de recursos minerais. Com as grandes descobertas cada vez mais raras e, concomitantemente, custos de desenvolvimento mais onerosos, companhias de exploração de óleo e gás têm recorrido cada vez mais às técnicas geofísicas que, por sua vez, oferecem um conjunto de informações diferenciadas que permitem o melhor aproveitamento dessas áreas. Além disso, as técnicas geofísicas se caracterizam pelo excelente custo-benefício, pela economia de tempo e pelo baixo impacto ao meio natural.



Fórum promoveu ampla discussão entre palestrantes, pesquisadores e profissionais de geofísica

SBGf PROMOVE PALESTRAS COM NOMES INTERNACIONAIS



Arquivo EAGE

Os meses de agosto e setembro foram marcados pelas palestras internacionais promovidas pela Sociedade Brasileira de Geofísica. A entidade promoveu no dia 24 de setembro, palestra com o geofísico francês **Etienne Robein**, como parte da 4ª edição do programa internacional ‘Education Tour’, da European Association of Geoscientists &

Engineers (EAGE). A palestra, “Modern Seismic Imaging: a review of the techniques, their principles, merits and limitations”, tem como objetivo apresentar um panorama sobre as mais atuais técnicas de imageamento sísmico utilizadas na indústria de óleo e gás.

Etienne Robein já apresentou essa palestra em pelo menos 20 países e, segundo declarou, apreciou muito a diversidade de público de cada lugar onde esteve. Na mesma semana em que esteve no Brasil, ele percorreu três cidades da América do Sul: Bogotá, Buenos Aires e Rio de Janeiro. Com um público de 52 pessoas, Etienne Robein revelou ter ficado orgulhoso com o número de participantes e espera que o curso seja útil principalmente para os jovens.

Graduado pela École Nationale Supérieure de l’Aéronautique et de l’Espace e École Nationale Supérieure du Pétrole et des Moteurs / IFP, em Paris, Etienne Robein iniciou sua carreira na Shell e, logo depois, entrou para a Elf – agora chamada Total –, companhia de petróleo francesa, onde trabalhou na parte operacional, em pesquisa e em cargos gerenciais na França, Itália, Reino Unido e Azerbaijão. Nos últimos anos, ele foi diretor da Total Geosciences Research Centre, em Londres. Seu último cargo na Total foi de gestor do programa de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) em Geologia e Geofísica, antes de se aposentar em 2010.

No dia 30 de agosto, na sede da SBGf, foi a vez do PhD em Geofísica **Carl Sondergeld**, da University of Oklahoma, apresentar palestra. Como parte do programa ‘Distinguished Lecturer – Fall 2010’, da Society of Exploration Geophysicists (SEG), Sondergeld ministrou para 32 inscritos a palestra “Rumblings from the Laboratory: Past, Present, and Future”, onde ele discutiu sobre o futuro da física das rochas e o papel das medições de laboratório para o desenvolvimento de novas tecnologias.

Carl Sondergeld trabalhou por 19 anos na Tulsa Research Center of Amoco Production Company e, atualmente, é membro da Mewbourne College of Earth and Energy, University of Oklahoma, e membro ativo da SEG. Sondergeld conduz pesquisas sobre rochas-reservatório não convencionais, e nas áreas de caracterização microestrutural, anisotropia, petrofísica, fraturamento hidráulico, reservatório e modelagem sísmica, entre vários outros. Ele obteve um doutorado em Geofísica pela Universidade de Cornell e um bacharelado e mestrado em Geologia pelo Queens College, CUNY.



Carol Esteves



RIO 2011: CHAMADA PARA TRABALHOS

O Comitê Técnico cordialmente convida os geofísicos e outros membros da comunidade de geociências a submeter resumos expandidos para apresentação no 12º Congresso Internacional da Sociedade Brasileira de Geofísica em um dos tópicos listados a seguir:

Aeronomia

Tecnologia Multiazimutal

Anisotropia

Multicomponente

Aquisição e
Parametrização Geofísica

Geofísica Rasa &
Meio Ambiente

AVO

Sísmica Passiva entre Poços

Geofísica de Poço

Caracterização
de reservatórios

Estudo de Casos

Monitoramento e
Gerenciamento de
Reservatórios

Métodos Geofísicos para
Engenharia Civil e Geotecnia
& Sensoriamento Remoto

Física de Rochas

Gerenciamento de Dados

Anisotropia Sísmica

Métodos Eletromagnéticos

Inversão Sísmica

Geofísica Ambiental

Modelagem Sísmica

GPR

Processamento Sísmico:
Atenuação de Múltiplas

Gravimetria e Magnetometria

Processamento Sísmico:
Atenuação de Ruídos

Geofísica Aplicada a
Águas Subterrâneas

Interferometria e
Fontes Virtuais

Teoria Sísmica

Interpretação

Interpretação e Análise
de Velocidade Sísmica

Inversão

Terra Sólida

Geofísica Marinha

4D

Migração & Imageamento
Sísmico

Tomografia

Geofísica para Mineração
& Geotermia

VSP & Sísmica entre Poços

INFORMAÇÕES IMPORTANTES PARA OS AUTORES

1. Os resumos expandidos deverão ser formatados em espaço simples, limitados a 6 (seis) páginas, incluindo figuras.
2. O prazo para submissão dos resumos é 31 de março de 2011.
3. Recomendamos que os resumos expandidos sejam submetidos em inglês.
4. Os resumos expandidos aprovados para o programa técnico serão reproduzidos apenas em CD-ROM e serão publicados exatamente como submetidos, sem correções.
5. Informações sobre formatação e submissão de resumos expandidos, acessar o site do evento: <http://congress.sbgf.org.br>.

Os autores poderão submeter *online* os resumos expandidos pelo site <http://congress.sbgf.org.br>.

Arquivos enviados por *e-mail* não serão aceitos. Se por alguma razão, não for possível realizar a submissão *online*, solicitamos entrar em contato com o Comitê Organizador (congress@sbgf.org.br).

Resumos expandidos não serão aceitos se recebidos após o prazo de 31 de março de 2011!

PROGRAMA TÉCNICO

O programa técnico consiste em apresentações orais e de pôster, palestras especiais, *workshops* e minicursos.

TÓPICOS DOS CURSOS PRÉ-CONGRESSO

Os cursos têm duração de um dia e acontecerão nos dias 14 e 15 de agosto de 2011. Os tópicos principais são nas áreas de petróleo e geofísica de mineração, tais como imageamento sísmico, atributos sísmicos, métodos eletromagnéticos, física de rochas, aquisição terrestre, caracterização e monitoramento de reservatório, GPR, geofísica rasa e meio ambiente.

Público alvo: profissionais e estudantes.

DIREITOS DE PUBLICAÇÃO

Será necessário a todos autores de resumos expandidos submetidos e apresentados durante o 12º CISBGf, a transferência dos direitos de publicação para a Sociedade Brasileira de Geofísica.

PUBLICAÇÃO DE ARTIGOS NA RBGf

Autores poderão ser convidados a publicar seus resumos expandidos como artigo na Revista Brasileira de Geofísica (RBGf).

Nota: A aprovação do resumo expandido para o 12º CISBGf, não garante o aceite do artigo para publicação na RBGf.

MEIO AMBIENTE

Estudo preliminar revela maior reservatório de água do mundo

Pesquisadores da Universidade Federal do Pará (UFPA) desenvolveram um estudo preliminar, que forneceu indicações de que o Aquífero Alter do Chão seria o maior depósito subterrâneo de água potável do mundo. Com cerca de 86 mil km³, o manancial está localizado no subsolo dos estados do Amazonas, Pará e Amapá e teria volume suficiente para abastecer toda a população do mundo por, pelo menos, 300 anos.

A descoberta do reservatório extraordinário foi possível graças à sistematização de dados disponíveis relativos ao Aquífero Alter do Chão. Foram utilizadas informações confiáveis provenientes de perfurações realizadas pela Petrobras, entre outras, oriundas de perfurações diversas feitas no Pará e Amazonas por profissionais da área.

Arquivo Pessoal



“Fizemos cálculos preliminares das reservas do aquífero, utilizando dados de minha tese de doutorado, principalmente parâmetros técnicos de reservas de águas subterrâneas, associados aos tipos de rochas do aquífero, como coeficientes de porosidade, permeabilidade, entre outros”, esclarece o geólogo **Milton Matta**, responsável por coordenar a pesquisa.

O Aquífero Alter do Chão é conhecido desde 1960, entretanto nunca foram realizados estudos para determinar a capacidade de reserva de água desse manancial. Somente no ano passado, com pesquisa desenvolvida por professores da UFPA e UFC, foi feito um balanço hídrico das águas da Amazônia, onde se concluiu que havia um excesso de água que seria exportada para outras regiões do Brasil. Nesse momento, esse grupo de pesquisadores sistematizou todos os dados existentes sobre o aquífero e chegou aos números divulgados.

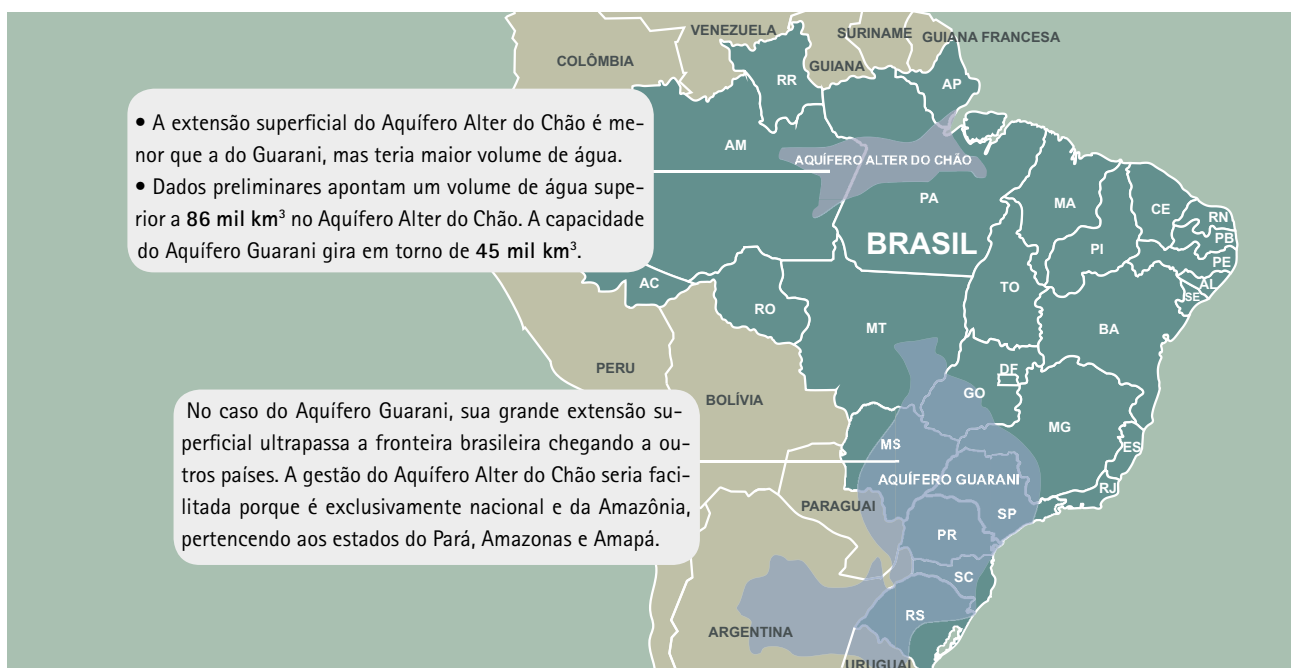
Ainda não é possível fazer comparações técnicas com o Aquífero Guarani, considerado o maior do mundo até então, com 45 mil km³ de água. Segundo Milton Matta, ainda não se dispõe de dados suficientes sobre o Alter do Chão. “O [Aquífero] Guarani é muito bem estudado, pois tem recebido muita verba para pesquisas. Somente nos últimos quatro ou cinco anos, foram investidos cerca de 30 milhões de dólares para seus estudos”, enfatiza.

A fase seguinte do estudo ainda não conta com o apoio de nenhuma entidade, pública ou privada. A Agência Nacional de Águas, a ANA, divulgou que pretende fazer uma licitação internacional para estudar o Aquífero Alter do Chão. Para Milton Matta, a notícia não é positiva. De acordo com ele, o aquífero se encontra em solo brasileiro, onde existem pesquisadores de alto nível comprometidos com a pesquisa, o que dispensa a presença estrangeira. “Nosso domínio, conhecimento e competência são reconhecidos internacionalmente”, ressalta o professor Milton Matta.

O grupo responsável pela pesquisa está sistematizando todas as informações disponíveis sobre o Aquífero Alter do Chão, além de estar trabalhando na obtenção de dados secundários sobre a pesquisa. O objetivo é elaborar um projeto para captar financiamento dos agentes nacionais e internacionais, afim de que os estudos possam ser concluídos e, consequentemente, para que se tenha um modelo de uso e proteção desse aquífero. A captação de recursos envolve dois passos. O primeiro seria uma etapa de sistematização de todo o material disponível, tabulações, análise de confiabilidade e interpretações desses dados. A segunda etapa, mais longa, exigiria um conjunto de ações metodológicas, envolvendo trabalhos de campo, obtenção de dados primários, levantamentos geofísicos, geológicos, hidrogeológicos.

“Atualmente, pleiteamos somente US\$ 5 milhões para estudar em detalhes o Alter do Chão, que segundo os dados iniciais deve ter quase o dobro da quantidade de água do Guarani e representa um potencial estratégico dos recursos hídricos para a Amazônia e para todo o planeta”, conta Milton Matta.

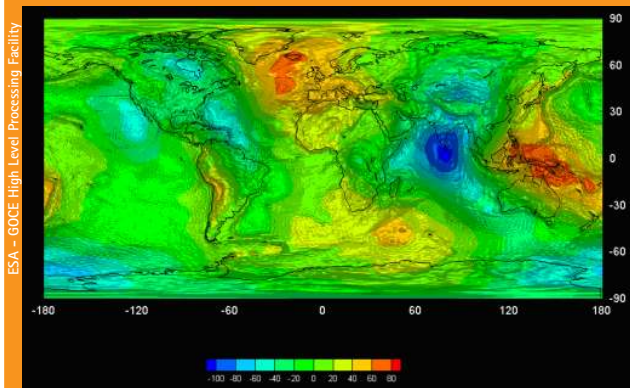
A geofísica terá um papel fundamental na segunda fase de estudos no Alter do Chão. De acordo com Milton Matta, a UFPA possui um grupo forte em geofísica, com o conhecimento necessário dos métodos que deverão ser mais amplamente utilizados na continuidade da pesquisa. “Os principais métodos são os elétricos e gravimétricos. Precisamos determinar as espessuras das rochas arenosas do aquífero e outras informações de natureza geométrica desse manancial. A geofísica será utilizada para a determinação das dimensões do sistema aquífero Alter do Chão, suas fontes potenciais de contaminação, entre outras informações úteis ao estabelecimento das reservas e ao modelo de utilização dessas águas”, explica Milton Matta.



Fonte: Faculdade de Geologia/Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará.

NOTAS

DADOS RECOLHIDOS PELA AGÊNCIA ESPACIAL EUROPEIA PERMITEM TRAÇAR O RETRATO DO CAMPO GRAVÍTICO TERRESTRE



O mais detalhado mapa-múndi da gravidade da Terra foi apresentado pela Agência Espacial Europeia (ESA). As diferenças são apresentadas de forma colorida e as suas aplicações científicas são múltiplas para as geociências. As medições para a elaboração deste atlas da gravidade foram feitas pelo satélite GOCE, que a ESA enviou para espaço em março de 2009. O registro possui um nível de rigor nunca antes conseguido. Esse primeiro mapa resultou do recolhimento de dados pelo GOCE em novembro e dezembro do ano passado.

Além do mapa-múndi, que será enriquecido e detalhado à medida que os dados recolhidos pelo satélite forem sendo absorvidos e trabalhados, a informação até agora coletada também permitiu construir um novo e mais apurado modelo do geóide da Terra. Trata-se de um modelo físico 3D do seu campo de gravidade, que corresponde à forma de um oceano imaginário global sem correntes nem marés. Este geóide é a referência essencial para uma série de estudos geofísicos, mas também oceanográficos, para a avaliação mais rigorosa da circulação oceânica ou do nível dos oceanos.

LANÇADA A 2ª EDIÇÃO DO LIVRO 'GEOLOGIA DO QUATERNÁRIO E MUDANÇAS AMBIENTAIS'

A nova edição do livro 'Geologia do Quaternário e Mudanças Ambientais', da autoria de Kenitiro Suguio (USP), da Editora Oficina de Textos, apresenta uma atualização da compreensão dos processos e produtos envolvidos nas mudanças ambientais naturais da Terra durante o Quaternário – período geológico de interesse muito especial, pois é nele que o homem emerge e passa a influenciar o ambiente.

Este mesmo período é marcado pelas grandes glaciações e pelos estágios interglaciais. O atual, cujo fim se aproxima, fomenta o presente debate sobre aquecimento (ou esfriamento?) global. A obra é composta de 12 capítulos, dos quais o primeiro é totalmente novo e discute conceitos e a importância do Período Quaternário que desemboca na atualidade. O último deles aborda "As pesquisas aplicadas do Quaternário", que justificam a importância prática desses estudos.

Desse modo, pretende-se que a publicação seja um manual introdutório de grande utilidade não somente aos geocientistas (geólogos, geofísicos, geógrafos e meteorologistas), mas a todos os pesquisadores envolvidos com problemas ambientais (agrônomos, biólogos, engenheiros ambientais, civis e florestais).



UFRN APROVA RESOLUÇÃO DAS NORMAS DE SEGURANÇA PARA ATIVIDADES DE CAMPO

A Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) aprovou as normas de viagens em atividades acadêmicas de campo externas ao ambiente dos campi da universidade, definindo as responsabilidades da instituição, dos alunos, professores e demais servidores envolvidos na atividade.

O artigo 5º da Resolução nº 162/2010 – CONSEPE prevê a obrigatoriedade do preenchimento de um "Protocolo de Segurança de Atividade de Campo", contendo cronograma, locais a serem visitados e os riscos presumidos. Esse protocolo deve ser preenchido pelo solicitante da atividade de campo. Aos alunos participantes, de acordo com o artigo 6º da mesma resolução, cabe assinar um 'Termo de Responsabilidade e Conhecimento de Risco', onde o estudante declara estar ciente dos riscos e dos termos do protocolo de segurança, assumindo o compromisso de cumprir de forma proativa todas as suas disposições.

O artigo 10 prevê ainda que a UFRN deverá, na ocasião da realização de atividades de campo, promover a cobertura de seguro viagem. A resolução presume, também, por meio do artigo 14, que os cursos deverão disponibilizar atividades acadêmicas, palestras e treinamentos direcionados para a construção do conhecimento em técnicas de segurança no trabalho. No artigo 18, está previsto a obrigatoriedade da elaboração de um relatório breve, destacando eventos não previstos no protocolo de segurança, que deverá ser arquivado juntamente com o processo inerente.

O documento está disponível em www.adurn.ufrn.br/apache2-default/adurn/webroot/files/file/_Resolucao.pdf

SISTEMA DE MODELAGEM FÍSICA DE ÚLTIMA GERAÇÃO JÁ ESTÁ EM FUNCIONAMENTO NO LENEP/UENF

O Laboratório de Engenharia e Exploração de Petróleo da Universidade Estadual do Norte Fluminense (Lenep/UENF), em Macaé, no Rio de Janeiro, adquiriu sistema de modelagem física de última geração. Essa aquisição foi viabilizada através de uma parceria entre a universidade e a Unidade de Operações da Bacia de Campos (UO-BC) da Petrobras. Embora já esteja em operação, o equipamento e as instalações onde o mesmo se encontra serão formalmente inaugurados até o final do ano.

Foram feitas adaptações no conjunto de equipamentos em função das peculiaridades dos reservatórios brasileiros. O sistema se encontra sobre um tanque, cujo interior é preenchido pelo modelo formado de materiais com propriedades equivalentes às da rocha-reservatório e coberto por uma lâmina de água, simulando a aquisição marítima. O dado sísmico é adquirido pelo deslocamento de dois transdutores (fonte e receptor), que se movem sobre a superfície do modelo, através de braços motorizados controlados por *software*.

Segundo a coordenadora do Laboratório de Modelagem Física e Computacional de Reservatórios do Lenep, Roseane Misságia, cerca de R\$ 5 milhões foram investidos nesse sistema que é único no Brasil e o quinto no mundo. Atendendo ao interesse estratégico da Petrobras, o laboratório irá fornecer grandes contribuições para a exploração na Bacia de Campos, como a revitalização de seus campos maduros.

FUNDO DE APOIO À CIÊNCIA GEOFÍSICA

Difundir a prática da ciência geofísica no Brasil. Foi norteador pela importância dessa singular sentença que a Sociedade Brasileira de Geofísica criou o Fundo de Apoio à Ciência Geofísica, meio pelo qual instituições e empresas podem contribuir efetivamente para o fortalecimento das ações de capacitação e disseminação do conhecimento geofísico no Brasil.

A contribuição ao Fundo SBGf pode ser realizada por meio de contribuições anuais, de acordo com uma faixa pré-estabelecida de cotas e valores. Como contrapartida ao apoio, a sociedade oferece um conjunto de benefícios – como ampla exposição da marca e cotas de anuidades associativas para funcionários – que visam fortalecer a presença e expressividade das instituições e empresas apoiadoras no mercado nacional de geofísica.

Várias empresas já contribuem com essa importante iniciativa. Para obter mais informações sobre o Fundo de Apoio à Ciência Geofísica da SBGf, acesse www.sbgf.org.br ou entre em contato pelo e-mail sbgf@sbgf.org.br.

SBGf MARCA PRESENÇA NA RIO OIL & GAS

A Sociedade Brasileira de Geofísica esteve presente na 15ª edição da Rio Oil & Gas, evento que aconteceu entre os dias 13 e 16 de setembro. A SBGf participou com um estande, divulgando as ações da entidade para os participantes da feira.

A Rio Oil & Gas atraiu 53 mil visitantes, de 51 países. O número é superior em 33% ao público de 39 mil pessoas da última edição, realizada em 2008. Segundo o presidente do Instituto Brasileiro do Petróleo, Gás e Biocombustíveis (IBP), João Carlos de Luca, empresas já reservaram 18 mil m² para a próxima exposição, que acontecerá em 2012, quase metade da área prevista para o evento.

Na conferência técnica, também foram recordes os números de trabalhos apresentados e o de países participantes. Foram 740 trabalhos de autores de 28 países. João Carlos De Luca também destacou a participação dos estudantes. “1.750 estudantes de áreas relacionadas à indústria de óleo e gás participaram do programa Profissionais do Futuro”, acrescentou. O programa ofereceu palestras, mesas-redondas e visitas a empresas e estandes da feira.

O presidente do IBP comemorou ainda as declarações de representantes da Agência Nacional do Petróleo, Gás e Biocombustíveis e do Ministério de Minas e Energia, durante o evento, sobre a realização das próximas rodadas de licitações de áreas de exploração e produção de petróleo. “Ouvimos com satisfação a sinalização das autoridades sobre a realização da 11ª rodada de licitações de áreas do pós-sal, no início do ano que vem, e ainda a da 1ª licitação das áreas do pré-sal, sob o novo regime de partilha, também no primeiro semestre do ano que vem”, concluiu João Carlos de Luca.



No estande da SBGf, da esquerda para direita: Luciano Ricardo Lobo, Ivete Dias, Simplicio Freitas e Renato Silveira

IPAM DISPONIBILIZA CURSO ONLINE SOBRE FLORESTA AMAZÔNICA E MUDANÇAS CLIMÁTICAS

O Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM) disponibilizou, em seu *website*, o curso online ‘A Floresta Amazônica e as Mudanças Climáticas’. Totalmente gratuito, ele tem como público-alvo professores, estudantes e outras pessoas interessadas no tema.

Com informações atualizadas por especialistas, o curso pode ser feito de acordo com a disponibilidade de tempo dos usuários e está dividido em cinco módulos. O material possui versões em português e inglês e pode ser consultado diretamente na internet ou, ainda, impresso para uso em salas de aula. A iniciativa é uma parceria entre o IPAM e duas organizações norte-americanas, a NEEF (*National Environmental Education Foundation*) e a COMET (*Cooperative Program for Operational Meteorology, Education and Training*).

Com um *design* desenvolvido para facilitar a navegação e a busca de dados e imagens, além de ser bastante informativo, o material do curso também pode ser aproveitado para esclarecer profissionais que se relacionam com os temas abordados no curso.

Para ter acesso ao material, basta registrar e-mail e senha no endereço www.ipam.org.br/curso.

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

12º Congresso Internacional da Sociedade Brasileira de Geofísica

Rio de Janeiro, 15 - 18 agosto de 2011

Centro de Convenções SulAmérica

PROMOÇÃO:

APOIO:

INCT-Petrotec adquire microsonda capaz de estimar a idade das bacias do pré-sal

Um acordo firmado entre a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp) e a Petrobras, possibilitou a aquisição da Microsonda Iônica de Alta Resolução (SHRIMP, na sigla em inglês). O equipamento, que será instalado no Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo (IGc-USP), sede do Instituto de Desenvolvimento de Técnicas Analíticas Aplicadas à Exploração de Petróleo e Gás (INCT-Petrotec), permite verificar a idade das bacias sedimentares com alta precisão e, assim, fornecer informações valiosas para a avaliação do potencial petrolífero de uma determinada localidade.

As bacias sedimentares, situadas em zonas profundas do mar, são formadas por minerais que se desprendem de rochas encontradas em áreas mais próximas da superfície. A cada acontecimento geológico, os minerais passam por um processo de recristalização. É, justamente, por meio da análise dessas camadas que a microsonda Shrimp consegue identificar suas idades. A análise pode ser realizada em um único cristal que, por sua vez, guarda informações capazes de revelar todo o histórico de eventos geológicos de uma área.

Ao fazer a datação das amostras, a análise permite inferir a possibilidade de existir petróleo em uma região. Duas informações são particularmente importantes: a formação das rochas sedimentares e a idade daquelas que lhe deram origem. Para construir o potencial petrolífero de uma bacia é fundamental caracterizar as rochas sedimentares e suas eventuais fontes.

Somente 14 países no mundo possuem a microsonda Shrimp. Na América Latina, o Brasil será o único. A expectativa é de que, com o início das operações do equipamento, cientistas de países vizinhos sejam atraídos, contribuindo para a consolidação do Brasil como polo de estudos geológicos e, assim, para o consequente adensamento do conhecimento acadêmico nacional. Além disso, a aquisição do equipamento acaba com a dependência de laboratórios estrangeiros para a realização desse tipo de análise.

O INCT-Petrotec é coordenado pelo professor da USP, **Colombo Celso Gaeta Tassinari**, e tem como principal meta contribuir para a análise de riscos exploratórios e para os estudos de reservatórios de óleo e gás. Entre as linhas de pesquisa do instituto, destacam-se a datação dos eventos de geração e formação de reservatórios de hidrocarbonetos; datação de eventos

geológicos e evolução termocronológica de bacias sedimentares petrolíferas; processos de geração e assimilação na interação óleo e rocha; e evolução da paleodrenagem e rochas fonte.

Quando será instalada a microsonda Shrimp no IGc-USP?

A microsonda já está em fase de instalação e deve ser inaugurada e disponibilizada para a comunidade até o final de novembro.

Há uma definição de qual será o primeiro material analisado pela microsonda?

Os materiais a serem analisados na primeira fase serão aqueles destinados aos testes de calibração do equipamento envolvendo amostras de diversas idades (inicialmente amostras datadas anteriormente e padrões internacionais). A programação analítica após a implantação definitiva da técnica ainda não está definida, mas deverá contar com amostras de interesse nas linhas de pesquisa do INCT-Petrotec.

Quando foi criado o INCT-Petrotec?

Para unir iniciativas individuais levadas a cabo por alguns centros de ensino e pesquisa, a Petrobras, o Serviço Geológico do Brasil e os Ministérios de Minas e Energia e da Ciência e Tecnologia somaram esforços e se reuniram, a partir de 2004, para formar a Rede Geochronos - Rede Nacional de Estudos Geocronológicos, Geodinâmicos e Ambientais: um projeto pioneiro e inovador voltado para a datação de processos geológicos e estudos ambientais baseados em traçadores isotópicos.

A Rede Geochronos visa integrar esforços para o desenvolvimento geocientífico no país, incentivando a geração de conhecimentos a partir de dados analíticos de alta precisão em geocronologia e geoquímica isotópica nas áreas de petróleo, mineração e ambiental, atendendo assim à crescente demanda do setor produtivo por esse tipo de informação.

Em 2008, esse grupo de pesquisadores, articulados e agregados em forma de rede, solicitou sua inclusão como Instituto Nacional de Pesquisa do Ministério da Ciência e Tecnologia, para assim fomentar a criação de um polo de atração nacional e internacional de pesquisadores e estudantes de pós-graduação, graduação e ensino médio, assim como para poder adequar e manter as estruturas laboratoriais já instaladas ou em fase de instalação nas Universidades de São Paulo, Brasília, Rio Grande do Sul e Pará, visando aplicar e desenvolver técnicas analíticas prioritariamente à exploração de petróleo e gás.



Arquivo Pessal

Qual é o objetivo principal do INCT-Petrotec?

O INCT-Petrotec tem como objetivo o aprimoramento e o desenvolvimento inovador de técnicas analíticas na área de geoquímica inorgânica (análises elementais e isotópicas) que possam contribuir na análise de riscos exploratórios e nos estudos de reservatórios de óleo e gás. Do escopo do projeto consta a consolidação internacional dos laboratórios de geologia isotópica do Brasil, por meio do desenvolvimento de ciência e tecnologia inovadora, assim como a formação de uma massa crítica significativa e de alta qualificação para dar sustentação em ciência e tecnologia para as próximas décadas; em especial, para aquelas atividades ligadas aos estudos exploratórios e de reservatórios de óleo e gás.

Quais instituições de ensino superior compõem o INCT-Petrotec?

USP, UFPA, UnB e UFRGS. Essas são universidades que contam com laboratórios completos de geocronologia já consolidados no Brasil.

O instituto oferece bolsas de pesquisa aos especialistas?

Diretamente, não. Mas existem cotas de bolsas da Capes e do CNPq que são utilizadas pelo INCT. Portanto, é possível conseguir bolsas da Capes e CNPq para desenvolver programas de mestrado, doutorado e pós-doutorado em temas relacionados à exploração de petróleo e gás com utilização de técnicas analíticas isotópicas.

Como avalia a importância dos trabalhos desenvolvidos pelo instituto desde a sua criação?

A importância do trabalho desenvolvido pelo INCT pode ser destacada em várias vertentes. Na capacitação dos laboratórios brasileiros de análises de composições isotópicas em rochas e minerais, visando à execução de análises pelas melhores e mais modernas técnicas analíticas, o que torna o Brasil o país melhor equipado da América Latina para realização de análises isotópicas, em especial, naquelas aplicadas ao estudo das bacias petrolíferas.

Além disso, o trabalho se destaca pela formação de recursos humanos na área de obtenção e interpretação de dados analíticos isotópicos em rochas e minerais, mediante cursos de pós-graduação, graduação e de nível técnico.

Quais são os próximos planos? Há a oferta de cursos? Em caso positivo, haveria a possibilidade de apresentar uma palestra na SBGf?

Os próximos planos envolvem a continuidade da aquisição de novos equipamentos para análises isotópicas, o desenvolvimento e a implantação de novos métodos analíticos no país de forma integrada e organizada entre os laboratórios brasileiros e a continuidade de formação de recursos humanos na

área e como reflexo destas atividades deverá ocorrer uma melhora qualitativa e quantitativa das publicações científicas em ciências da Terra de pesquisadores brasileiros.

Os cursos sobre aplicação de geologia isotópica nas diversas áreas das geociências são ministrados pelos membros do INCT nos cursos de pós-graduação e graduação das quatro universidades envolvidas e em cursos de curta duração ministrados em outras instituições nacionais e estrangeiras.

Obviamente estamos à disposição para ministrar conferências sobre as diversas áreas do INCT (vide em www.igc.usp/petrotec) sempre que convidados.

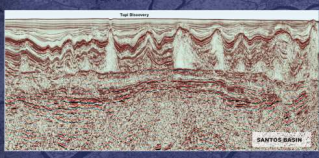


Laboratório onde ficará locado a microsonda Shrimp

Arquivo INCT-Petrotec




Integrated Geophysics... ... for Geological Solutions




MultiClient Seismic Data

Seismic Processing

Marine Seismic Acquisition

Gravity and Magnetic Services



Fugro Geosolutions (Brasil)

Tel.: +55 21 3219 8500

e-mail: seismic@fugro-br.com

FGMS Fugro Gravity & Magnetic Services

e-mail: lbraga@fugro.com

www.Fugro-GravMag.com

www.fugro.com.br

ESPECIAL

A Geofísica na Indústria da Mineração

Descobrir a geodiversidade encoberta é a pedra angular no que se refere ao futuro da indústria da mineração brasileira. Investir em levantamentos geofísicos é o caminho viável mais eficiente, economicamente e ecologicamente, para o adensamento do conhecimento do subsolo de um país com a extensão continental que possui o Brasil, sobretudo em regiões remotas, como a Amazônia, que figura entre as últimas fronteiras geo-econômicas do mundo, ao lado apenas do substrato oceânico e da Antártida.

Para a indústria da mineração, a presença dos métodos geofísicos deixou, há tempos, de ser apenas um diferencial competitivo para se tornar uma ferramenta indispensável para o *core business* das empresas. Para a Companhia Siderúrgica Nacional – CSN, um dos maiores *players* nacionais do setor de mineração, a geofísica é um recurso indispensável na fase inicial da exploração, sobretudo no que se refere ao minério de ferro, principal produto da empresa.

Produtora de bens minerais, como estanho, dolomito, calcário, entre outros, a CSN, por motivos estratégicos, terceiriza os projetos de levantamento geofísico. No entanto, a companhia mantém uma equipe de profissionais altamente qualificados para fazer o acompanhamento e a fiscalização da coleta de dados.

Nos últimos anos, a geofísica ganhou mais força no cenário da indústria da mineração brasileira e, mais do que nunca, sua presença cresce dentro do mercado. Várias razões explicam tal crescimento. Uma delas é a redução significativa do risco exploratório pela utilização de métodos, como a magnetometria e a gamaespectrometria, que otimizam o mapeamento geológico e fornecem dados mais confiáveis para a tomada de decisão.

Segundo o geofísico e analista de negócios da CSN, **Alaor Ribeiro**, o uso da geofísica para a indicação de zonas mineralizadas pode reduzir de 30% a 50% a quantidade de perfurações negativas (furos estéréis), o que, de acordo com ele, em campanhas com mais de 100 perfurações é fundamental. “Para ser competitivo neste mercado, necessita-se estar sempre um passo adiante, e a geofísica proporciona isso”, afirma Alaor Ribeiro.

Com produção anual de 240 milhões de toneladas de minério de ferro e o título de maior produtora do mundo, a Vale, outra gigante da indústria mineradora brasileira, também concentra os esforços de sua equipe na inteligência interpretativa de resultados. Para o geofísico Florivaldo Oliveira Sena, as empresas de prestação de serviços geofísicos à disposição do mercado de mineração possuem equipes bem treinadas e ágeis para a solução de problemas operacionais. Com 35 anos de atuação na Vale, ele defende que manter o foco na interpretação e contratar empresas geofísicas com expertise em aquisição de dados é a melhor alternativa para grandes mineradoras.

A possibilidade de utilização das técnicas geofísicas nas fases mais avançadas da pesquisa e da lavra para ampliação de reservas também é uma das razões que contribuem para o fortalecimento do mercado da geofísica. “Nas pesquisas com manganês, por exemplo, o uso intensivo de imagea-

mento elétrico bidimensional tem sido uma ferramenta poderosa na ampliação de reservas e na descoberta de novos depósitos”, conta Florivaldo Sena.

No Brasil, os levantamentos geofísicos ainda costumam ser mais utilizados durante a fase inicial da exploração mineral, embora existam muitos projetos com métodos aplicados em outras fases, como na sondagem e, até mesmo, na produção. “Muitas minas no Canadá utilizam métodos geofísicos nas áreas de produção para ampliar as reservas, melhorar o nível de acerto nos furos de desenvolvimento e lavra das jazidas”, exemplifica Florivaldo Sena. Contudo, com a evolução nas técnicas de interpretação e de modelamento tridimensional dos corpos, a tendência é que no Brasil haja intensificação do uso de métodos geofísicos nas fases de lavra e desenvolvimento, nesse caso para delimitação das formas e modelos dos depósitos em subsuperfície.

Um dos principais fatores apontados como obstáculo para o desenvolvimento da indústria brasileira de mineração é a questão dos investimentos ainda insuficientes do governo federal em prospecção mineral. Para Alaor Ribeiro, a área sobrevoada no Brasil é inexpressiva e os mapas geológicos existentes, em sua maioria baseados em interpretações de imagens aéreas, são carentes em detalhes. De acordo com o geofísico, investimentos em exploração realizados anteriormente, trouxeram resultados muito expressivos, caso do levantamento realizado na região norte de Minas Gerais pela Codemig, que resultou na descoberta de uma mega-reserva de minério de ferro com volume estimado em aproximadamente 10 bilhões de toneladas.

O geofísico **Florivaldo Sena** avalia que, nos últimos anos, o governo federal e as administrações de alguns estados, como Bahia, Tocantins, Goiás e Minas Gerais, fizeram esforços consideráveis com relação aos levantamentos aerogeofísicos. Segundo ele, o Brasil será, em breve, um dos primeiros países de proporções continentais a serem completamente cobertos por levantamentos de magnetometria e radiometria.

Dados divulgados pelo Departamento Nacional de Produção Mineral, DNPM, mostram que o governo federal, no período compreendido entre 2002 e 2008, fez investimentos de mais R\$ 142 milhões em levantamentos, que correspondem a 1.666.630 km² de área coberta. Somente em 2008, foram liberados R\$ 59.514.416 para esse fim. “O desafio continua sendo a integração de dados, na geração de modelos exploratórios, na criação de grupos de pesquisa avançada em modelamentos geológicos, matemáticos e computacionais para aperfeiçoar os processos interpretativos”, afirma Florivaldo Sena.



Arquivo Pessoal



Arquivo Pessoal

Além dos métodos básicos para prospecção, o mercado já dispõe de técnicas mais sofisticadas de exploração, caso da gravimetria gradiométrica, que identifica diferenças sutis de densidade entre as rochas mineralizadas. Esse método tem sido importante para delimitação em áreas mineralizadas de rochas mais densas que em alguns casos são as que possuem maior teor de minérios.

INVESTIMENTOS E MUDANÇA DE CENÁRIO

Segundo o diretor de assuntos minerários do Instituto Brasileiro de Mineração, IBRAM, Marcelo Ribeiro Tunes, 30% do território do país foi contemplado com levantamentos aerogeofísicos em escala adequada, o que quer dizer que ainda existe um longo trabalho de pesquisa. No entanto, ele ressalta que o governo federal e as administrações de alguns estados produtores têm feito investimentos louváveis para o avanço dos levantamentos.



Arquivo CPRM

De acordo com o diretor de geologia e recursos minerais do Serviço Geológico do Brasil, CPRM, **Manoel Barretto**, a instituição por meio do Programa Geologia do Brasil vem se dedicando nos últimos sete anos ao desenvolvimento de uma ousada ação de levantamentos aerogeofísicos (magnetometria

e gamaespectrometria), com intensidade nunca antes realizada. Associada a essa iniciativa, a entidade está realizando o levantamento geológico nas escalas 1:250.000 e 1:100.000 de uma área significativa do território brasileiro.

O Brasil possui uma enorme diversidade de ambientes geológicos extremamente atraentes do ponto de vista metalogenético. Entretanto, para que tais ambientes sejam capazes de captar investimentos do setor privado em pesquisa mineral, é necessária a geração prévia de uma base de dados que permita ao investidor avaliar o risco com maior segurança. “Para que se tenha uma ideia do comprometimento do Governo federal, investimos, no período que se iniciou em 2004 e que vai até o final de 2010, um total de R\$ 236.437.208,00 em levantamentos aerogeofísicos, além de mais de R\$ 133 milhões em levantamento geológico”, afirma Manoel Barretto.

Até o final do ano, o Programa Geologia do Brasil recobrirá 31,7% do território brasileiro, o que corresponde a 85,7% da área de todos os levantamentos aerogeofísicos realizados pelo governo federal, no período entre 1953 e 2002. Se forem considerados somente os terrenos do substrato cristalino, ou seja, as áreas com elevado potencial para a presença de diferentes substâncias minerais de relevância econômica, a exemplo de Fe, Cu, Zn, Cr, Au, dentre outros, o recobrimento é de 87,9% da sua área.

Na região amazônica ocorreu uma significativa melhoria na qualidade da cartografia geológica na escala 1:250.000, ancorada na interpretação dos levantamentos aerogeofísicos. Em breve, haverá um ganho ainda maior de qualidade dessa cartografia, tendo em vista a utilização das novas imagens de radar (banda-P) que estão sendo obtidas por meio dos levantamentos aerotransportados do Projeto Cartografia da Amazônia. A iniciativa disponibilizará informações inéditas da cartografia terrestre, geológica, aerogeofísica e náutica da região.

“Não tenho dúvidas de que a produção desse robusto conjunto de informações resultará na definição de novos alvos prospectivos, colocando-nos no rumo de um novo ciclo de descoberta de depósitos minerais”, enfatiza Manoel Barretto. A programação técnica do Serviço Geológico Brasileiro para os próximos quatro anos (2011-2014) está contemplada no PAC II recentemente aprovado e divulgado pelo governo federal. O planejamento prevê a continuidade dos trabalhos de geofísica tanto na região amazônica como nas outras regiões do país.

Segundo o diretor de assuntos minerários do IBRAM, Marcelo Tunes, a geofísica tem contribuído de maneira decisiva para o avanço da indústria da mineração, que, gradativamente, tem crescido em importância no panorama da economia brasileira. Para ele, a contribuição do setor de mineração para o mercado pode ser avaliada de maneira simplista em três aspectos. Em primeiro plano, destaca-se a contribuição fiscal e o repasse dos royalties do setor para os cofres da União e das administrações estaduais e municipais.

Em segundo lugar, Tunes aponta que os bens minerais têm crescido gradualmente na pauta de exportações, contribuindo favoravelmente para a balança comercial. Além desses aspectos, ele ressalta que a mineração é a pedra fundamental de diversas outras cadeias produtivas, como siderurgia, metalurgia, construção civil, energia e, até mesmo, agricultura. “Um dos cenários mais promissores está representado no potencial dos agrominerais, sobretudo potássio e fosfato, devido à demanda interna crescente por fertilizantes”, destaca Marcelo Tunes.

Estima-se que o Brasil importe, atualmente, cerca de 70% dos fertilizantes utilizados no agronegócio, o que diminui a competitividade desse setor. Com o objetivo de ampliar as reservas de fosfato, um dos principais insumos consumidos pela agroindústria, a CPRM está realizando um projeto temático de âmbito nacional – Projeto Fosfato Brasil – que tem como foco principal a avaliação do território brasileiro quanto à presença de novos depósitos de fosfato magmático ou sedimentar. “Os levantamentos aerogeofísicos são fundamentais para o futuro e para o avanço de projetos de grande importância da indústria de mineração”, ressalta Marcelo Tunes.



Arquivo CSN

Os aerolevantamentos geofísicos representam economia de tempo e opção viável para exploração em regiões de difícil acesso

ESPECIAL

A CPRM é uma empresa estatal responsável por fazer levantamentos geológicos, hidrogeológicos e geofísicos do território brasileiro, dentre várias outras atividades ligadas à indústria de bens minerais. O IBRAM é uma entidade nacional representativa das empresas e instituições ligadas ao segmento da mineração. Sem fins lucrativos e de natureza privada, a associação tem por objetivo fomentar o desenvolvimento do setor, por meio da divulgação e da ampla discussão de ideias e temas relacionados à atividade mineradora brasileira.

PESQUISA E FORMAÇÃO

Com a descoberta cada vez mais rara de depósitos minerais situados na superfície do território brasileiro, a geofísica passou a exercer um papel decisivo no desenvolvimento da indústria da mineração no país. De acordo com o professor e pesquisador do Departamento de Geologia da Universidade Federal de Ouro Preto, Issamu Endo, se a sociedade contemporânea elevar os níveis de consumo de bens ligados à produção de bens minerais, como minério de ferro e petróleo, a geofísica deverá alcançar ou superar, em breve, o status adquirido pela ciência geológica.

Com a mudança de paradigma advinda da integração dos conhecimentos geológicos, geoquímicos e geofísicos, os campos de aplicação dos métodos geofísicos deverão se expandir num futuro próximo. Em alguns anos, é possível que se verifique um panorama onde a contínua inovação no uso de técnicas já consagradas será uma realidade e outros métodos, como o eletromagnético, serão utilizados rotineiramente na exploração mineral. Não obstante, técnicas não tradicionalmente utilizadas, como a polarização induzida, a ressonância magnética nuclear e a sismoeletricidade, poderão se tornar comuns.

O ensino e a pesquisa em geofísica têm papel fundamental, tanto como instrumento de inovação e de fomento do aperfeiçoamento e renovação das tecnologias, como na preparação de recursos humanos para essa nova fase que se anuncia nas Geociências do Brasil. A parceria entre universidades e a indústria de mineração tem rendido bons resultados. Embora seja consenso de que existe um grande hiato entre o número de profissionais formados anualmente e o número necessário para atender o mercado, as instituições de ensino e pesquisa vêm crescendo em presença, garantindo uma produção científica de resultados relevantes e a efetividade na formação de novos profissionais.

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS / UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – IG/UnB

O Instituto de Geociências da Universidade de Brasília, IG/UnB, por seu histórico de criação e localização tem forte vinculação com questões ligadas à geologia econômica e à prospecção mineral. Um grupo relevante de

pesquisadores e uma infraestrutura expressiva de pesquisa estão associados a projetos nessas áreas. De acordo com a professora e pesquisadora **Adalene Moreira**, o IG/UnB desenvolve estudos de excelência em geofísica aplicada, com foco em novas técnicas de processamento, interpre-

tação e integração de dados aplicados à exploração mineral, à hidrogeologia e ao ambiente.

Um dos projetos de destaque na instituição é o estudo para realce de depósitos de fosfato, estejam eles associados com rochas metasedimentares ou rochas intrusivas. A definição de modelos para estas mineralizações, com base em dados geofísicos, tem permitido o desenvolvimento de métodos mais automatizados que ajudam na determinação de novos alvos para estudo. Segundo o professor e pesquisador do IG/UnB, **Augusto César Bittencourt Pires**, essa pesquisa está em desenvolvimento há um ano, e deverá levar o mesmo período para sua conclusão.



Arquivo Pessoal

Atualmente, o IG/UnB também trabalha no desenvolvimento de técnicas de processamento de dados de geofísica aérea que levem em conta a variabilidade litológica superficial para realçar zonas com concentrações anômalas de urânio. “Os resultados preliminares obtidos são bastante encorajadores”, afirma Augusto Bittencourt.

O alvo principal de trabalho está na região central do país. No entanto, a instituição já executou trabalhos de pesquisa em quase todo território nacional. O IG/UnB ao longo de sua experiência montou uma completa infraestrutura de equipamentos de geofísica terrestre usados em exploração mineral e meios computacionais para apoio aos projetos de pesquisa que, por sua vez, têm obtido resultados amplamente divulgados no meio acadêmico e empresarial.

A maioria dos projetos da instituição está vinculada à qualificação de mão de obra por meio de dissertações de mestrado e teses de doutorado. O Instituto de Geociências da UnB tem forte interação com o setor produtivo, com realização de projetos em conjunto com empresas, na promoção de seminários e treinamentos. “Investimos na formação dos alunos e as empresas na capacitação”, ressalta Adalene Moreira. Desse estreito relacionamento com o mercado, nascem algumas ideias para os projetos que são desenvolvidos com total participação de professores e estudantes de pós-graduação e graduação.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO – UFOP

O Departamento de Geologia da Escola de Minas, da Universidade Federal de Ouro Preto, possui um programa de pós-graduação em Evolução Crustal e Recursos Naturais, avaliado com conceito 5 pelo Capes, com três áreas de concentração: Geologia Estrutural / Tectônica; Petrogênese / Depósitos Minerais / Gemologia; e Geologia Ambiental / Conservação de Recursos Naturais.

Dentre os vários projetos em execução pelo departamento, todos desenvolvidos na província mineral do Quadrilátero Ferrífero, encontra-se a elaboração de um novo mapa a partir de levantamentos geológicos realizados em escala 1:10.000, em parceria com a Vale e a Coffey Mining. Outra importante iniciativa é a realização de estudos geoambientais na região, para a caracterização e quantificação das transformações na geo-biodiversidade decorrentes dos processos de urbanização e industrialização e proposição de ações mitigadoras. Esse projeto é patrocinado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), no âmbito do Programa de Apoio aos Núcleos de Excelência.



IG/UnB

Para a elaboração de um mapa de solos e a determinação dos valores de referência para metais, está em andamento um projeto que conta com apoio da Fundação Estadual do Meio Ambiente do Estado de Minas Gerais, assim como estão em desenvolvimento estudos quimio-estratigráficos da formação ferrífera 'Cauê'. Por sua vez, o 'Projeto Geometalurgia' tem como objetivo quantificar os parâmetros microestruturais e de orientação cristalográfica em itabiritos e hematitas compactas, além de regionalizá-los por métodos geoestatísticos, a partir de uma base geológica utilizando critérios lito-estruturais e outros parâmetros, como tectofácies e de deformação específica.

O projeto para a elaboração do novo mapa geológico do Quadrilátero Ferrífero teve início em 1997 com a realização de levantamentos geológicos em escala 1:10.000 coordenados por pesquisadores do Programa de Pós-Graduação em Evolução Crustal e Recursos Naturais do Departamento de Geologia. A conclusão desse projeto está prevista para meados de 2013. Os demais projetos deverão ser finalizados em 2014.

Todos os projetos são desenvolvidos no Centro de Estudos Avançados do Quadrilátero Ferrífero – CEAQFe e têm como objetivos primordiais a promoção, realização, divulgação e disseminação de estudos e conhecimentos do campo das Ciências da Terra, das atividades mineiras e do desenvolvimento sustentável do território dessa área. “Com os resultados dessas pesquisas integrados, transformados, disponibilizados e disseminados, espera-se poder contribuir, diretamente, para a elevação contínua e eficiente dos índices de desenvolvimento humano de todos os municípios circunscritos ao Quadrilátero Ferrífero e, como uma onda, se propagar aos demais municípios vizinhos da macrorregião metropolitana de Belo Horizonte”, afirma Issamu Endo.

Como se sabe a região do Quadrilátero Ferrífero responde por 43% da produção mineral comercializada no Brasil e por 73% do comércio brasileiro de ferro, o que aumenta ainda mais a importância de estudos e projetos nessa região.

SERVIÇOS EM GEOFÍSICA

Um dos fatores mais apontados, de maneira geral, como empecilho ao avanço da mineração brasileira é a quase total inexistência de mapeamento geológico básico em escala adequada à disposição das mineradoras. Segundo o diretor presidente da Fugro, Jorge Hildenbrand, menos de 10% do território nacional possui mapeamento geológico em escala 1:100.000.

Nesse cenário, as empresas de prestação de serviços em geofísica possuem função estratégica, cada vez mais relevante para o avanço da indústria mineradora, visto que se tornam cada vez mais difíceis novas descobertas de depósitos minerais em superfície. A qualidade técnica do mercado brasileiro de serviços especializados em geofísica reflete o estado da arte no que se refere à atividade e reúne características importantes, como experiência, profissionais extremamente qualificados e equipamentos de ponta.

Os métodos geofísicos são de suma importância para otimização da fase de pesquisa que antecede qualquer projeto de exploração. A geofísica possibilita ao prospectador “observar” o subsolo sem lançar mão de outras técnicas mais dispendiosas, e de maior interferência com o meio ambiente, como a sondagem e abertura de trincheiras para coleta de amostras. Utilizando adequadamente a

geofísica, empresas podem racionalizar o uso de sondagem, reduzindo significativamente os custos e os prazos de desenvolvimento do projeto exploratório.

Os levantamentos geofísicos oferecem ainda outra grande vantagem competitiva para a indústria mineradora: a agilidade. A geofísica, se comparada com qualquer outra modalidade de levantamento, representa economia significativa de tempo e, consequentemente, de recursos, muito embora alguns fatores, como dimensões da área, ausência de boa infraestrutura aeroportuária e clima desfavorável, possam reduzir a eficiência dos métodos.

No entanto, de acordo com o diretor da Microsurvey, Divino Barbosa, o emprego de métodos geofísicos vai muito além das novas descobertas e da fase de pesquisa. Para ele, a geofísica passa pelo reconhecimento e desenvolvimento da mina e pode continuar até a fase posterior à extração do bem mineral, seja com o objetivo de buscar extensões do depósito ou, mesmo, para “ressuscitar” projetos de exploração antigos.

Atualmente, os métodos eletromagnéticos no domínio do tempo (TEM) e os gravimétrico-gradiométricos (GG) aéreos são considerados as principais ferramentas utilizadas para detecção de alvos em mineração. No entanto, outras tecnologias estão em desenvolvimento, caso dos métodos eletromagnéticos (EM) passivos, que utilizam o campo eletromagnético natural ou gerado por fonte artificial, para determinar a estrutura condutiva da terra. Segundo o diretor presidente da Fugro, Jorge Hildenbrand, a aplicabilidade comercial dos resultados dos métodos EM passivos ainda

**"I climb as hard as anyone on earth.
I just do it on easier routes."**
Mad Dog, Climber

Your solution for multi-vendor application and data interoperability is bigger and more flexible than ever before.

OpenSpirit connectivity drives cross-discipline collaboration, so you can build the workflows you need to get the job done, right from the start.

OpenSpirit
www.openspirit.com

right
from the start

ESPECIAL

não é bem conhecida, já que a sensibilidade somente permite a detecção de grandes e extensas zonas condutivas, encontradas a grandes profundidades.

Com relação ao custo dos levantamentos, vários fatores interferem na composição final de preço de um determinado serviço. Aspectos, como a distância entre a área a ser levantada e o aeroporto base, no caso de aerolevantamentos, podem influenciar no valor total do serviço, visto que nesse caso são necessárias mais horas de voo. Segundo o sócio fundador da Reconsult Geofísica, Renato Cordani, outros fatores, como o espaçamento entre as linhas de voo influenciam de forma crucial na formação do custo do serviço. Outros aspectos, como acessibilidade, situação do relevo, entre outros, podem interferir na aferição de preços dos levantamentos, sejam eles aéreos ou terrestres.

Os métodos geofísicos são métodos indiretos de prospecção, que prescindem de técnicas complementares para localização dos depósitos minerais. Os levantamentos contribuem para identificar os alvos exploratórios, que se converterão em depósitos depois da comprovação da existência de mineralização comercial, realiza por meio de sondagem e análises químicas.

No entanto, é inegável a contribuição dos métodos geofísicos para a redução dos altíssimos riscos envolvidos na atividade da exploração mineral. Para o geofísico da Fugro Geomag, **Henrique Duarte**, os riscos exploratórios sempre existirão. Porém, o desenvolvimento de novas tecnologias geofísicas, como a gravimetria gradiométrica, entre outras, proporciona ganhos significativos de resolução e qualidade dos dados, o que em outras palavras representa mais segurança na tomada de decisão no processo exploratório.

Conheça a seguir alguns dos principais *players* do mercado de serviços em geofísica:



Arquivo Pessoal

Microsurvey Aerogeofísica



Arquivo Pessoal

A Microsurvey Aerogeofísica é especializada em levantamentos com aeronaves de asa fixa e helicópteros. Segundo o diretor da empresa, **Divino Barbosa**, a grande vantagem da aerogeofísica é o fato de que é possível fazer levantamentos de grandes áreas, inclusive remotas com bastante agilidade, sem pratica-

mente nenhum tipo de impacto ambiental, visto que não é necessário intervir de maneira nociva no meio natural.

Todo o trabalho é feito por meio de sensores, fazendo-se o sobrevoo de linhas de varreduras paralelas ou longas da área a ser pesquisada. A densidade das medidas coletadas ao longo das linhas varia de dois a setenta metros no solo, dependendo da velocidade da aeronave, do tempo de leitura e do equipamento utilizado. Esses levantamentos são contratados pelas empresas de mineração para avaliação de determinada área quanto à potencialidade de exploração de vários tipos de minérios. Com os dados coletados e processados pode-se interpretar a profundidade, volume, densidade, resistividade, mergulho e inclinação das estruturas rochosas ali contidas.

Para georreferenciar e posicionar os dados coletados são empregados os sistemas GPS de alta precisão com correção em tempo real. A empresa utiliza sensores atômicos de alta sensibilidade, como os magnetômetros de vapor de césio e os espectrômetros de radiação gama, capazes de medir – em partes por milhão (PPM) – a quantidade de isótopos radioativos como tório, urânio, potássio, entre outros elementos contidos no solo sobrevoado. Além disso, a companhia coloca à disposição do mercado outros aparatos, como o gradiômetro gravimétrico, equipamentos eletromagnéticos no domínio do tempo (HTEM), gravímetros, entre tantos outros.

Segundo Divino Barbosa, os métodos mais tradicionais e fundamentais para levantamentos geológicos básicos regionais são os métodos magnetométrico e radiométrico, porém, com a evolução das tecnologias eletrônicas, os métodos eletromagnéticos no domínio do tempo (TDEM) têm absorvido o maior investimento da indústria. A razão para tanto se deve à precisão que a utilização dessas técnicas possibilita na apresentação dos alvos pesquisados. De acordo com ele, outro método que tem se destacado no mercado é a gradiometria gravimétrica, muito utilizada para pesquisa mineral e que, mais recentemente, também está sendo utilizado para a pesquisa petrolífera.

Fugro-Lasa-Geomag

A Fugro é um grupo de empresas prestadoras de serviços que oferecem à indústria de exploração mineral um leque de opções em geofísica, que lhe permite utilizar os métodos geofísicos inicialmente como ferramenta de reconhecimento geológico e posteriormente para o detalhamento do prospecto, disponibilizando informações precisas para a locação dos furos de sondagem que irão efetivamente confirmar a existência da jazida, etapa mais cara e demorada do processo exploratório.

Para o diretor presidente da Fugro, **Jorge Hildenbrand**, atualmente, os métodos gravimétrico-gradiométricos (AGG) e os métodos eletromagnéticos no domínio do tempo, construídos para operação em aeronaves de asa rotativa (HTEM), são consideradas as principais técnicas utilizadas para a detecção de alvos em mineração. Os métodos gravimétricos converteram a gravimetria em ferramenta efetiva de exploração para mineração, enquanto que os métodos HTEM vêm evoluindo em resolução e capacidade de penetração e, em breve, irão detectar alvos condutivos abaixo de 500 m de profundidade.

A companhia é especializada em levantamentos aéreos e terrestres aplicados à mineração onde são empregados os métodos magnético, gamaespectrométrico, eletromagnético, gravimétrico e gravimétrico-gradiométrico aéreos, além de atuar em projetos com polarização induzida (IP), EM domínio do tempo (TEM), magnetometria e gravimetria terrestres. Nos levantamentos aéreos os sensores geofísicos (magnetômetro, gravímetro, gamaespectrômetro e eletromagnetômetro) são transportados por aeronaves voando a baixa altura (em geral 100 m sobre a superfície do terreno), adquirindo dados com intervalos reduzidos (entre 5 m e 10 m), que são registrados por um computador de bordo (denominado sistema de aquisição de dados) para armazenamento e processamento posterior.



Arquivo SBGf

Cada leitura realizada pelos sensores geofísicos é posicionada com base na informação extraída do sistema de posicionamento GPS, com precisão em geral melhor que 1 m. Os levantamentos terrestres são conduzidos de maneira similar, diferindo apenas que neste caso os sensores são posicionados no solo ou próximo a ele e os equipamentos são transportados por terra.



Levantamentos geofísicos causam baixo impacto ambiental para a exploração de recursos minerais

Meio ambiente e sustentabilidade são grandes preocupações da empresa. Segundo um dos geofísicos da Fugro, Henrique Duarte, a companhia é a única no Brasil que possui a triplice certificação: ISO 9001, ISO 14001 e OHSAS 18001, o que significa excelência no que se refere à preservação de ecossistemas. Tal preocupação se reflete no cuidado nas aberturas de picadas, no caso de levantamentos terrestres, o que permite a recuperação rápida da vegetação. “Não existe diferença entre o antes e o depois da passagem da equipe da Fugro”, afirma Henrique Duarte.

Intergeo

A Intergeo realiza um trabalho voltado à aplicação de gravimetria, magnetometria e gamaespectrometria como técnicas auxiliares no mapeamento geológico, em suas várias escalas – 1:5.000.000 a 1:50.000 – e finalidades, acrescentando uma visão tridimensional a todos os projetos que desenvolve. Isso se faz possível graças à integração desses métodos que, em conjunto, permitem alcançar detalhes, por exemplo, no mapeamento de descontinuidades ligadas ao arcabouço estrutural e tectônico ou, ainda, no mapeamento de feições de interesse dentro de um pacote de rochas de escolhido (intrusões, depósitos minerais da mais variada natureza).



De acordo com o diretor científico da Intergeo, **Roberto Moraes**, a companhia busca oferecer assistência ao cliente em todas as fases do projeto, desde a concepção de sua ideia básica (modelos geológicos e físicos) ao desenho dos levantamentos necessários. Além disso, a empresa atua em projetos de

levantamentos de superfície, controle de qualidade, processamentos, interpretação e integração de resultados geofísicos.

A Intergeo também atua com técnicas baseadas nos métodos eletromagnéticos (FDEM e TDEM), aliando-as a imagens diversas de sensoriamento remoto, informações e dados geoquímicos em integrações geológicas específicas. Além disso, a companhia ainda executa projetos com variantes destes métodos e técnicas em levantamentos de

superfície, em conjunto com técnicas dos métodos elétricos em trabalhos de detalhe (escala de até 1:1.000), ajudados pela geoquímica e geologia e, por vezes, geofísica de poço (especialmente TDEM).

Em todas as situações, a empresa realiza a interpretação qualitativa desses temas, assistida por centenas de transformações lineares e produtos derivados possíveis, usando rotinas e procedimentos próprios que ajudam na quantificação e definição de fontes escolhidas e suas integrações à geologia conhecida.

Na opinião do diretor da Intergeo, Roberto Moraes, alguns fatores fazem da geofísica uma ferramenta fundamental para a atividade de mineração, tais como a visão tridimensionalizada de descontinuidades nas propriedades físicas inerentes às diversas feições de interesse ao corpo de minério em estudo e as possibilidades de enxergá-los de forma contínua pelas assinaturas anômalas que criam no campo físico medido. Além disso, segundo ele, os métodos geofísicos fornecem uma visão mais completa e contínua da fonte do que aquela obtida pelo estudo superficial e por testemunhos da geologia e dos resultados de suas interpolações e extrapolações espaciais numéricas.

Reconsult

A Reconsult Geofísica presta serviços em geofísica aplicada para empresas de exploração mineral e de aerolevantamentos, com ênfase nas fases de processamento e interpretação, ou seja, a companhia trabalha dados adquiridos pelos clientes, reprocessando-os e interpretando-os de acordo com as necessidades e objetivos determinados.

A companhia atua como consultora de planejamento e contratação de aerolevantamentos, definindo os métodos geofísicos mais apropriados para que se alcancem os objetivos do cliente, assim como os parâmetros do levantamento por meio de modelamentos sintéticos e estudos de experiências anteriores. A empresa também auxilia seus clientes na definição da mais adequada equipe técnica, levando em conta a melhor relação preço/qualidade técnica.

A Reconsult realiza a aquisição de dados geofísicos terrestres, por meio de vários métodos, entre eles a magnetometria, a gravimetria, a gamaespectrometria, a eletromagnetometria (HLEM e TEM), entre outros. A empresa faz, ainda, fiscalização e controle de qualidade da aquisição de dados junto às companhias de aerolevantamentos contratadas pelo cliente, acompanhando e analisando todos os testes iniciais, verificando diariamente se as especificações técnicas e tolerâncias estão sendo devidamente respeitadas, fazendo o processamento e a interpretação preliminar dos dados, entre outras várias ações.

De acordo com o geofísico e sócio-fundador da Reconsult, **Renato Cordani**, a geofísica não é apenas uma ferramenta importante na prospecção mineral: é fundamental, condição *sine qua non* para uma prospecção moderna. “Um bom levantamento geofísico reduz o risco exploratório, acelera o processo de prospecção e, portanto, maximiza as chances de sucesso”, ressalta Renato Cordani.



ESPECIAL

Terracorp

A Terracorp é uma empresa de consultoria e prestação de serviços para as indústrias de mineração e energia, aplicando a geofísica em qualquer área da mineração, atuando de forma estratégica para o desenvolvimento e descobrimento de futuros alvos e extensões de reservas. A empresa oferece tecnologia avançada exclusiva em visualização profunda de depósitos minerais, ferramenta fundamental para a área de exploração.

Arquivo Pessoal



Segundo o geofísico sênior da Terracorp, **Myles Rideout**, a empresa possui um grande diferencial no Brasil, visto que conta com uma parceria com a empresa canadense Quantec Geoscience. A Quantec possui vasta experiência na realização de projetos em vários ambientes geológicos, como

Austrália, EUA, Islândia, e Canadá, além de estar conduzindo 30 projetos exploracionais no Brasil.

A Terracorp, juntamente com a Quantec, oferece uma gama bem abrangente de levantamentos geofísicos e dispõe de equipamentos desenvolvidos pela própria companhia, caso do Titan 24 (MT e IP / Resistividade) e do Spartan MT (imagens de resistividade a grande profundidade).

O Titan 24 oferece possibilidade de profundidade de investigação de 750 metros com IP e de mais de 1.5 km com resistividade MT, além de excelente custo-benefício e confiabilidade para direcionamento de sondagens. Na opinião de Myles Rideout, essa é a mais avançada tecnologia de imagens terrestres elétricas. O Spartan MT tem aplicação em projetos de exploração regionais e semirregionais de mine-

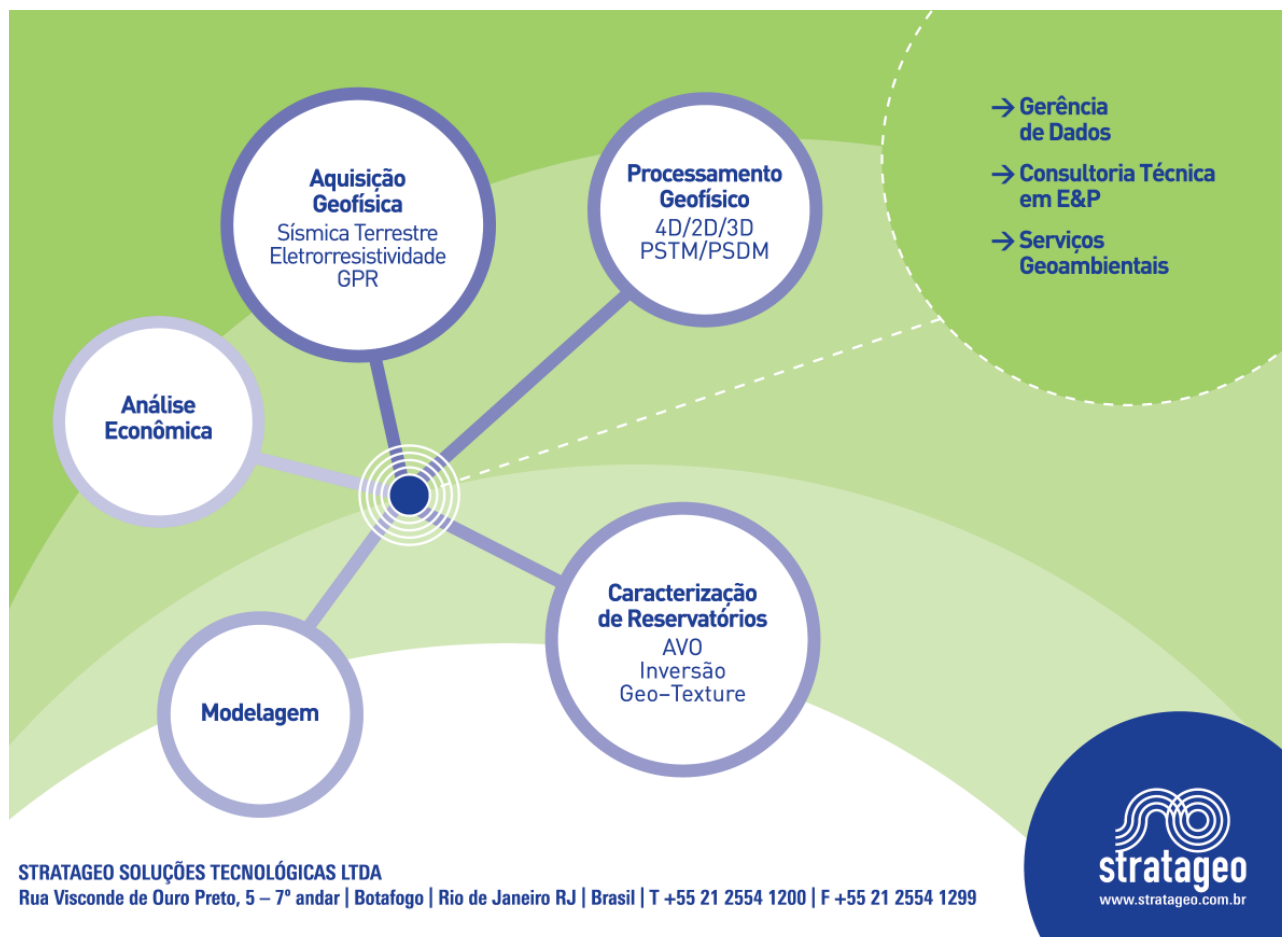
ração, oferece profundidade de investigação de 400 m a 10 km e pode ser integrado a outros métodos, como sísmica, gravimetria, magnetometria, entre outros.

De acordo com Myles Rideout, outro diferencial da companhia é a utilização da tecnologia magnetotelúrica, método de levantamento regional de suma importância na mineração, que devido a sua grande portabilidade, diminui sensivelmente os custos dos levantamentos e também o tempo total de aquisição no campo. A técnica é utilizada para mapear a variação espacial da resistividade da terra por meio da medição ocorrente nos campos magnéticos e elétricos na superfície terrestre.



Arquivo Terracorp

Levantamento geofísico terrestre



Processamento de Dados Gradiométricos Gravimétricos do Sistema FALCON (AGG)

Mark Dransfield – Fugro Airborne Surveys
Filipa Gama – Fugro Airborne Surveys

NOMENCLATURA

O gradiômetro gravimétrico FALCON (AGG) adota um sistema de coordenadas do tipo N, E e D (*North, East and Down*), e esta convenção é usada como sufixo para identificar as componentes do tensor do gradiente de gravidade. As componentes do campo gravimétrico são identificadas por letras minúsculas, e as componentes do tensor do gradiente de gravidade são identificadas por letras maiúsculas. Desta forma, o parâmetro normalmente medido num levantamento gravimétrico terrestre é identificado como **gD** e o gradiente vertical desta componente é o **GDD**.

UNIDADES

A componente vertical da gravidade (**gD**) é apresentada na unidade habitual (mGal). As componentes do tensor do gradiente são apresentadas em *eötvös*, que é normalmente abreviado para “Eö”. Por definição $1 \text{ Eö} = 10^{-4} \text{ mGal/m}$.

SOFTWARE

Como o pacote de programas de processamento do sistema FALCON (AGG) não está disponível comercialmente, não serão citados nomes de programas ou subrotinas neste artigo. Muito do progresso na qualidade dos dados provenientes do sistema FALCON relaciona-se com esses programas.

LEVANTAMENTOS AÉREOS GRADIOMÉTRICOS GRAVIMÉTRICOS UTILIZANDO O SISTEMA FALCON (AGG)

Em levantamentos gravimétricos terrestres convencionais, a componente medida é a **gD**, que é a componente vertical da aceleração devida à gravidade. Em sistemas aerogravimétricos, como a própria aeronave está sujeita a acelerações, as medidas de **gD** não podem ser feitas com a mesma precisão e acurácia do que no terreno. Em gradiometria gravimétrica aérea utilizam-se medidas diferenciais para minimizar os efeitos dos movimentos da aeronave e assim apresentar dados com resolução espacial e sensibilidade comparáveis aos dados de gravimetria terrestre.

O sistema FALCON mede duas componentes da curvatura do gradiente gravimétrico, denominadas **GNE** e **GUV**, onde $\text{GUV} = (\text{GEE} - \text{GNN})/2$. Como estas componentes da curvatura não podem ser facilmente, nem intuitivamente, relacionadas com a geologia, elas são transformadas na componente vertical da gravidade (**gD**), e em todas as componentes do tensor do gradiente gravimétrico. Os intérpretes normalmente visualizam, interpretam e modelam a gravidade **gD** e o gradiente vertical da gravidade **GDD**.

As componentes medidas diretamente – **GNE** e **GUV** são apropriadas para uso em programas de inversão para gerar modelos de densidade da Terra. O gradiente vertical **GDD** é mais sensível a fontes pequenas ou rasas, e tem maior resolução espacial que **gD**, similarmente ao gradiente vertical do campo magnético, que proporciona maior resolução espacial e maior sensibilidade a fontes rasas.

PROCESSAMENTO DE DADOS GRAVIMÉTRICOS

Os principais elementos e a sequência de processamento dos dados de gradiometria gravimétrica são descritos a seguir (Fig. 1):

1. As correções dinâmicas dos movimentos residuais da aeronave (denominadas Compensação Pós-Missão ou PMC) são calculadas e aplicadas. Os dados são demodulados, filtrados e nivelados por média simples. Na saída são obtidos os gradientes de curvatura da gravidade **GNE** e **GUV**.
2. As correções de autogradiente são calculadas e aplicadas, para reduzir os gradientes variáveis gerados pela plataforma e pela aeronave.
3. Um Modelo Digital do Terreno (MDT) é gerado a partir das varreduras do *laser scanner*, dos dados rotacionais do sistema de navegação inercial do AGG e dos dados do GPS diferencial. Dados do *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) podem ser usados para complementar o MDT gerado pelo *laser scanner*.
4. As correções do terreno são calculadas a partir do modelo digital do terreno final, e aplicadas aos gradientes de curvatura **GNE** e **GUV**.
5. Os gradientes da curvatura **GNE** e **GUV** são nivelados e transformados no tensor completo do gradiente de gravidade, inclusive **GDD**, e na gravidade **gD**.
6. A gravidade **gD** é conformada com a gravidade regional.

Estes passos são resumidos nas próximas seções deste artigo e mais detalhadamente nas referências listadas no final.

CORREÇÕES DINÂMICAS DA AERONAVE

O *design* e a forma de operação do sistema FALCON (AGG) resultam numa redução considerável dos efeitos das acelerações da aeronave, mas os níveis residuais ainda são significativos, e é necessário reduzi-los ainda mais através de processamento dos dados.

As correções dinâmicas da aeronave baseiam-se no monitoramento do ambiente dinâmico (rotações e acelerações) do Instrumento Gravimétrico Gradiométrico (GGI) e na construção de um modelo da resposta do GGI a este ambiente. Os parâmetros desse modelo são ajustados por técnicas de regressão para reproduzir a sensibilidade do GGI durante a aquisição de dados. O comportamento modelado do GGI em resposta aos movimentos registrados pelo sistema de navegação inercial é subtraído da saída do instrumento. A aplicação desta técnica às saídas do GGI, quando o sistema é adequadamente compensado pelos seus mecanismos internos, reduz os efeitos dos movimentos da aeronave para níveis aceitáveis.

Após as correções dinâmicas da aeronave, os dados do gradiente são demodulados e filtrados ao longo das linhas utilizando um filtro passa-baixa de Butterworth com 6 polos, com frequência de corte de 0,18 Hz para aeronaves de asa fixa ou frequências mais altas para operações de helicóptero. Correções de média simples são aplicadas como nivelamento preliminar.

ARTIGO TÉCNICO

Os dados do laser scanner são corrigidos do ângulo e posição da aeronave e mergeados com os dados SRTM para gerar o Modelo Digital do Terreno

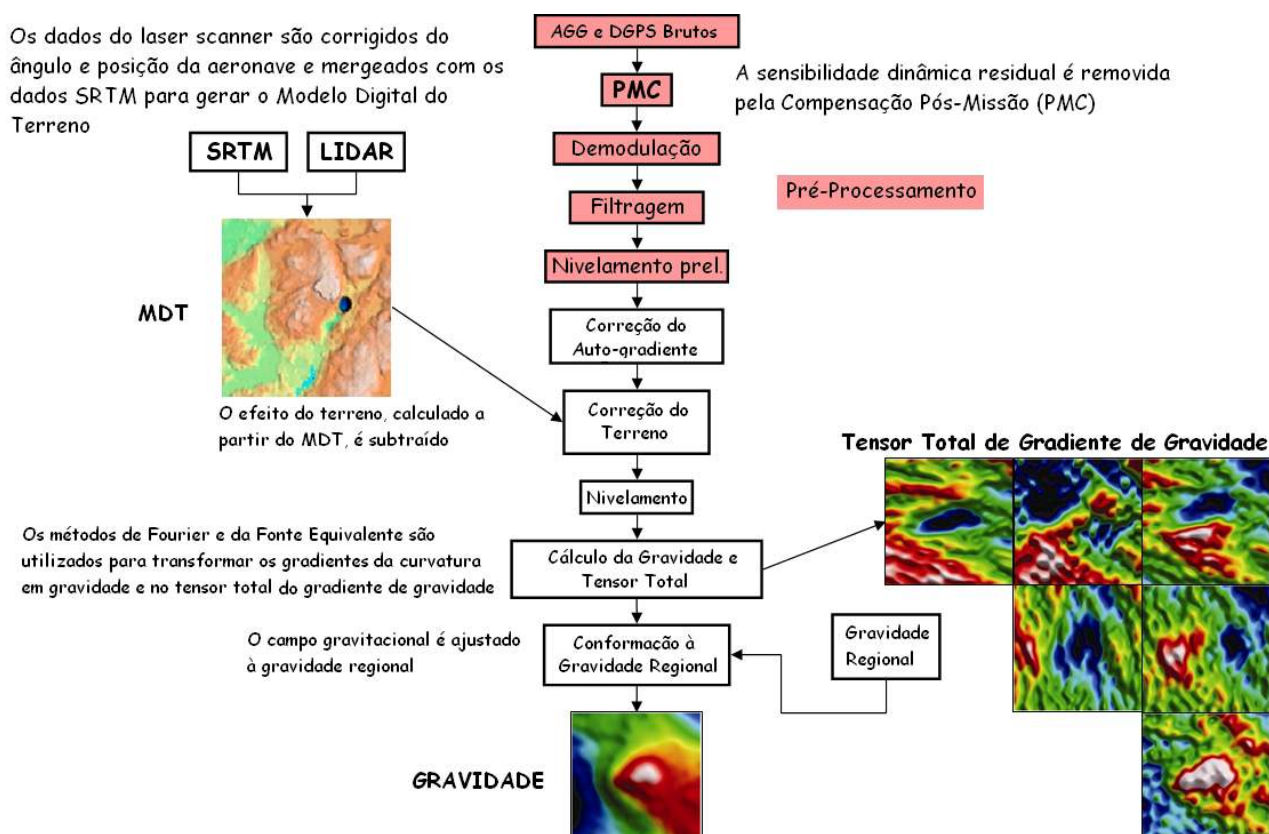


Figura 1 – Fluxograma apresentando os principais passos do processamento dos dados gravimétricos gravimétricos FALCON (AGG). Recomenda-se que o cliente ou intérprete indique a densidade a ser utilizada para a correção do terreno e os dados de gravidade regional.

CORREÇÕES DE AUTOGRADIENTE

O GGI (Instrumento Gravimétrico Gradiométrico) é montado numa plataforma inercial que mantém o instrumento sempre orientado para uma direção fixa em relação ao sistema de coordenadas geográficas, enquanto a aeronave e a plataforma giram em torno dele. Consequentemente o GGI mede um gradiente variável ao longo do tempo, devido a essas massas que se movimentam com as mudanças de direção e atitude da aeronave durante o voo. Esse gradiente é denominado autogradiante.

Assim como as correções dinâmicas da aeronave, o autogradiante é calculado por regressão entre os parâmetros modelados e os dados medidos. Neste caso, as rotações da plataforma são as variáveis de entrada do modelo. Uma vez calculado, o efeito é subtraído do valor observado.

PROCESSAMENTO DO LASER SCANNER

O laser scanner mede a distância da aeronave ao terreno numa faixa de largura angular de ± 40 graus abaixo da aeronave (os sistemas montados em helicóptero medem uma faixa mais larga). Os dados de atitude da aeronave (rolagem, arfagem e direção, ou *roll*, *pitch* e *heading*) fornecidos pelo sistema de navegação inercial são usados para ajustar os dados do scanner para as mudanças de atitude, e os dados de GPS diferencial são utilizados para referenciar esses dados de distância para elevações do terreno referenciadas ao datum WGS-84. São utilizadas técnicas de filtragem estatística para remover elevações anômalas devidas a vegetação ou construções. As elevações resultantes são interpoladas em malha regular (*grid*) para formar o modelo digital do terreno.

CORREÇÕES DO TERRENO

Um ponto de observação localizado acima de uma montanha possui excesso de massa abaixo dele, se comparado com um ponto de observação localizado sobre um vale. Como a gravidade é diretamente proporcional ao excesso de massa, dados de gravimetria sem a correção do terreno apresentam uma correlação muito alta com a topografia.

Por esse motivo é necessário aplicar correção do terreno aos dados de qualquer levantamento gravimétrico. Para a gradiometria gravimétrica aérea, voada a baixa altura, é necessário um modelo digital do terreno detalhado. Normalmente, imediatamente abaixo da aeronave o modelo digital do terreno precisa ser amostrado de um terço a metade da altura de voo, com acurácia de menos de um metro. Para obter essa acurácia são necessários dados de laser scanner, e por esse motivo todas as aeronaves equipadas com o sistema FALCON possuem esse equipamento instalado a bordo.

Como os dados do laser scanner só são coletados sobre uma faixa abaixo de cada linha de voo, a baixas altitudes e espaçamentos maiores de linhas de voo, ocorrem lacunas nos dados de elevação do terreno. Sobre levantamentos voados a alturas maiores do que o alcance do laser, ou superfícies de água com baixa dispersão, também surgem lacunas nos dados de elevação e, finalmente, para uma boa correção do terreno também são necessários dados de elevação do terreno fora da área do levantamento. Por esses motivos as elevações obtidas a partir do laser scanner são combinadas com outros dados de elevação, quase sempre os dados do SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*). Apesar dos dados do SRTM serem inadequados para as correções do terreno diretamente abaixo

da aeronave onde essa superfície está mais próxima da aeronave, esses dados são suficientemente acurados para correções a distâncias maiores da aeronave, como entre as faixas do *laser* ou fora da área do levantamento. Superfícies de água são tratadas como planas a partir das linhas de costa mapeadas.

Para levantamentos voados em alturas superiores a 250 m, a acurácia requerida para o modelo digital do terreno é muito menor, e os dados do SRTM são suficientemente acurados mesmo diretamente abaixo da aeronave.

Se forem usados dados batimétricos, é necessário criar um modelo do terreno em separado, para o qual as correções do terreno são calculadas para uma densidade selecionada de forma adequada para a interface da água com o fundo.

Uma vez obtido o modelo digital do terreno, as correções para os conjuntos de dados GNE e GUV são calculadas. No cálculo das correções do terreno usa-se a densidade de 1 g/cm³. As correções calculadas são armazenadas no banco de dados de forma a permitir o uso de qualquer densidade escolhida, subtraindo o produto dessa densidade pela correção calculada anteriormente dos dados de GNE e GUV medidos. A densidade é escolhida de forma a representar a densidade do terreno na área do levantamento. Em alguns casos mais de uma densidade pode ser utilizada, a partir de informações do cliente do levantamento.

Tipicamente as correções do terreno são calculadas para uma distância de 10 km de cada ponto de medida de um levantamento.

NIVELAMENTO PELAS LINHAS DE CONTROLE

Os valores de GNE e GUV corrigidos do terreno e do auto-gradiente são nivelados utilizando os mínimos quadrados das diferenças nas interseções das linhas de todo o levantamento. Ocasionalmente é usado também micronivelamento.

TRANSFORMAÇÃO

A transformação dos gradientes GNE e GUV medidos, corrigidos e nivelados em gravidade e no tensor completo do gradiente de gravidade é realizada usando dois métodos:

1. Transformada no domínio de Fourier e
2. Transformada por fontes equivalentes.

O método de Fourier baseia-se na transformada de Fourier da equação de Laplace. A aplicação desta transformada na função complexa $GNE + i\ GUV$ fornece um cálculo estável e acurado de cada uma das componentes do tensor completo e da gravidade. O método de Fourier utiliza continuações para cima e para baixo em seções (*piecewise upward and downward continuation*), para trabalhar com dados que foram adquiridos sobre uma superfície que varia em relação ao plano horizontal. Para estabilizar as continuações para baixo os dados são filtrados com um filtro passa-baixa. A frequência de corte desse filtro depende da variação de altura e do espaçamento das linhas de voo. É sempre utilizado o menor valor que fornece continuações para baixo estáveis.

O método das fontes equivalentes baseia-se numa inversão de modelo suave para calcular a densidade de uma superfície de fontes, e a partir dessas fontes calcular a gravidade e os dados de gradiente gravimétrico. A suavização resulta em saídas equivalentes ao resultado do filtro passa-baixa no método de Fourier.

Ambos os métodos geram todas as componentes do tensor.

CONFORMAÇÃO À GRAVIDADE REGIONAL

Em cada transformação para gD , os erros aumentam lentamente com o comprimento de onda. Isto se deve em parte às dimensões finitas da área dos levantamentos, e em parte à integração dos pequenos erros presentes nos dados de gradiente gravimétrico. Consequentemente, dados de outras fontes são incorporados ao gD . Podem ser dados terrestres regionais, aéreos ou marítimos, se houver. Os dados de gravimetria global do Centro Espacial Nacional Dinamarquês de 2008 (DNSC08) são utilizados quando não há outros dados disponíveis.

SINAL E RUÍDO

Cada sistema FALCON (AGG) contém dois gradiômetros gravimétricos independentes montados dentro do instrumento. Consequentemente são feitas duas medições de ambas as componentes de curvatura GNE e GUV durante a aquisição de dados. Isso permite um par de leituras independentes em cada ponto de amostragem.

O desvio padrão de metade da diferença entre esses pares é uma boa estimativa do erro do levantamento. Esse valor é calculado para cada linha de voo, e a média de todas as linhas de voo de um levantamento é considerado o valor do erro para esse levantamento.

REFERÊNCIAS

- BOGGS DB & DRANSFIELD MH. 2004. Analysis of errors in gravity derived from the FALCON airborne gravity gradiometer. In: LANE R (Ed.). Airborne Gravity 2004. Abstracts from the ASEG-PESA Airborne Gravity 2004 Workshop, Geoscience Australia Record 2004/18, 135-141.
- DRANSFIELD M. 2008. FALCON gravity gradiometry for petroleum exploration. In: EAGE Non-Seismic Methods Workshop, Manama, Bahrain. Extended Abstracts.
- DRANSFIELD M. 2010. Conforming FALCON gravity and the global gravity anomaly. *Geophysical Prospecting*, 58: 469-483.
- DRANSFIELD MH & LEE JB. 2004. The FALCON airborne gravity gradiometer survey systems. In: LANE R (Ed.). Airborne Gravity 2004. Abstracts from the ASEG-PESA Airborne Gravity 2004 Workshop, Geoscience Australia Record 2004/18, 15-19.
- DRANSFIELD MH & ZENG Y. 2009. Airborne gravity gradiometry: terrain corrections and elevation error. *Geophysics*, 74: 137-142.
- LEE JB. 2001. FALCON Gravity Gradiometer Technology. *Exploration Geophysics*, 32: 75-79.
- LEE JB, LIU G, ROSE M, DRANSFIELD M, MAHANTA A, CHRISTENSEN A & STONE P. 2001. High resolution gravity surveys from a fixed wing aircraft. In: Geoscience and Remote Sensing Symposium, 2001. IGARSS '01. IEEE 2001 International, 3, 1327-1331.
- STONE PM & SIMSKY A. 2001. Constructing high resolution DEMs from Airborne Laser Scanner Data. In: ASEG 15th Geophysical Conference and Exhibition, August 2001, Brisbane. Extended Abstracts: 93-99.

Atualize
seu cadastro
no site

www.sbgf.org.br

▶ **EAGE – Borehole Geophysics Workshop
Emphasis on 3D VSP**
16 a 20 de janeiro de 2011 – Istambul – Turquia
Informações: www.eage.org

▶ **AAPG Workshop: Deepwater and Ultra Deepwater
Reservoirs in the Gulf of Mexico**
18 a 19 de janeiro de 2011 – Houston – EUA
Informações: www.aapg.org/gtw/GOMReservoirs2011

▶ **Third Passive Seismic Workshop**
27 a 30 de março de 2011 – Atenas – Grécia
Informações: www.eage.org

▶ **IV Convención Cubana de Ciencias de la Tierra**
4 a 8 de abril de 2011 – Havana – Cuba
Informações: www.cubacienciasdelatierra.com

▶ **AAPG 2011 Annual Convention & Exhibition**
10 a 13 de abril de 2011 – Texas – EUA
Informações: www.aapg.org/houston2011

▶ **XIII Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos – SNET
VII International Symposium on Tectonics**
15 a 18 de maio de 2011 – Campinas – SP
Informações: www.sbgeo.org.br

▶ **73rd EAGE Conference & Exhibition**
23 a 26 de maio de 2011 – Viena – Áustria
Informações: www.eage.org

▶ **Brasil Offshore 2011**
14 a 17 de junho de 2011 – Macaé – RJ
Informações: www.brasiloffshore.com

▶ **5º Simpósio de Vulcanismo e Ambientes Associados**
1º a 5 de agosto de 2011 – Goiás – GO
Informações: www.sbgeo.org.br

▶ **12º Congresso Internacional da Sociedade
Brasileira de Geofísica – CISBGf**
15 a 18 de agosto de 2011 – Rio de Janeiro – RJ
Informações: <http://congress.sbgf.org.br>

▶ **81st SEG Annual Meeting**
18 a 23 de setembro de 2011 – Texas – EUA
Informações: www.seg.org

▶ **OTC Brasil 2011 – Conference and Exhibition**
4 a 6 de outubro de 2011 – Rio de Janeiro – RJ
Informações: www.otcbrasil.org

COMPLEX ILLUMINATION MADE SIMPLE

© 2009 Schlumberger. 09-se-1057

The Power of Q^U

Complex Illumination

WesternGeco experts and innovative technology give you the freedom and flexibility to deploy tailor-made solutions to efficiently solve complex geophysical challenges.

- Coil Shooting* single-vessel full-azimuth acquisition
- 3D GSMP* true azimuth SRME demultiple
- Multi-azimuth tomography constrained by wells and/or potential field data. Stable solutions enabled by a full-azimuth range
- A complete suite of imaging algorithms

We **listen** to your challenges.
We **understand** your needs.
We **deliver** value.

Visit www.westerngeco.com/ciq

