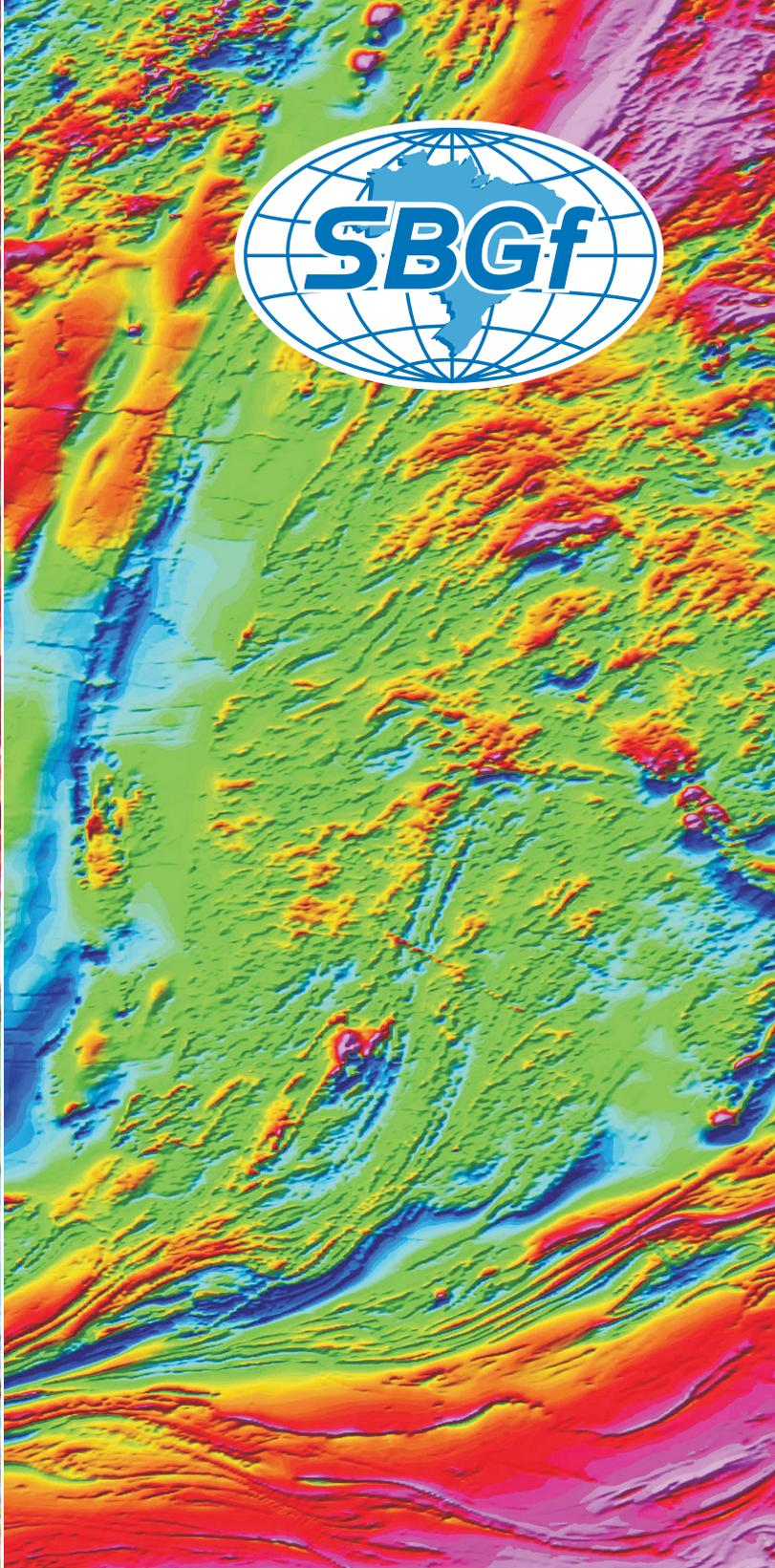


boletim **SBGf**

Publicação da Sociedade Brasileira de Geofísica
Número 88 – ISSN 2177-9090



Aerogeofísica: Muito além de um Voo

No Brasil os levantamentos aerogeofísicos deram sua contribuição em importantes descobertas de jazidas minerais. Órgãos públicos e empresas privadas investem alto para que o território nacional seja completamente coberto nos próximos anos.

Workshop sobre anisotropia sísmica: inscrições e submissões de resumos em junho

SECRETARIAS REGIONAIS, PÁG. 6

CPRM no Rio de Janeiro terá exposição "O que é Geofísica?" permanente

INSTITUCIONAL, PÁG. 9

Aerogeofísica: impulsionando a exploração mineral

Ao dedicar a matéria especial desta edição do Boletim ao tema Aerogeofísica, a SBGF pretende fazer uma justa homenagem à modalidade de levantamentos que por mais de 60 anos vem sendo sistematicamente utilizada no Brasil, contribuindo de maneira expressiva para a elevação do conhecimento geológico deste imenso território. Estima-se que desde o primeiro levantamento aerogeofísico realizado no país, em 1953, mais de 20 milhões de quilômetros de perfis geofísicos magnético-gamaespectrométricos tenham sido levantados apenas no segmento da mineração.

Além dos artigos especiais, focados nas tecnologias empregadas nos aerolevantamentos mais tradicionais – os magnetométrico/gamaespectrométricos –, especialistas ligados à indústria apresentam suas opiniões sobre o tema. Os depoimentos colhidos são quase sempre convergentes, mas, ainda assim, fornecem subsídios para debates sobre o estado-da-arte e a aplicabilidade das novas tecnologias que a indústria de serviços disponibiliza para a exploração mineral. Atualmente possui especial relevância a capacidade de penetração dos métodos, visto que o atual desafio da mineração é a busca por depósitos cada vez mais profundos, localizados abaixo de 500 m, ou até mais de 1000 m da superfície, demandando tecnologias capazes de detectar respostas geofísicas com resolução adequada nestas profundidades. Para tanto, os novos sistemas eletromagnéticos no domínio do tempo (TDEM), os gavímetros aéreos e seus equivalentes sistemas gradiométricos (AGG, FTG), ou mesmo a oferta de sistemas, integrando todas as tecnologias em uma única plataforma aérea, já estão disponíveis no mercado brasileiro.

CONFIRA NESTA EDIÇÃO

3 SECRETARIAS REGIONAIS

- IAG-USP realiza 16ª edição da Escola de Verão
- Workshop Geofísico reúne mais de 200 pessoas no IAG-USP
- Inscrições abertas para a V Semana de Inverno de Geofísica da UNICAMP
- Workshop SEG/SBGF em Salvador, em dezembro
- Academia e Indústria fomentam o desenvolvimento de projetos na Bahia
- Parceria firmada entre associações geocientíficas promove palestras em Brasília
- EAGE Education Tour tem curso sobre caracterização de fraturas, no Rio de Janeiro, em junho
- DISC 2014 será realizado em nova data
- Palestra na sede da SBGF teve grande procura e sessão extra
- Workshop sobre anisotropia sísmica: inscrições e submissões de resumos em junho
- UFPA e Petrobras assinam acordo para oferecer bolsas de estudo de mestrado e doutorado em Geofísica

7 UNIVERSIDADE

- Geofísica da UFF conquista para o Brasil posição no pódio da AAPG-IBA Award-Latin America 2014
- Panorama da Graduação em Geofísica no Brasil - UFBA

9 INSTITUCIONAL

- CPRM no Rio terá exposição "O que é Geofísica?" permanente
- SBGF realiza pesquisa eletrônica para criação de Programa de Educação Continuada
- SBGF cria Comitê Estudantil
- SBGF assina novo acordo de parceria com a SEG

12 MINERAÇÃO

Projeto Diamante Brasil mapeia áreas de produção com ajuda da geofísica

13 NOTAS

- Observatório Nacional lança catálogo sobre ciência e tecnologia e a Copa do Mundo de 2014
- Cidade de Ouro Preto recebe SIMEXMIN 2014

15 ESPECIAL

Aerogeofísica: Muito Além de um Voo

20 ARTIGO TÉCNICO

- Aplicação de Dados Aerogamaespectrométricos e Aeromagnetométricos no Mapeamento da Faixa Dobrada Seridó (RN/PB) e de seu Embasamento
- O Método Gamaespectrométrico Aéreo como Ferramenta de Mapeamento e de Exploração Mineral

Capa: Imagens geradas por processamento de dados aerogeofísicos magnético-radiométricos, respectivamente do Campo Total e Ternário (K-U-Th). As feições geológicas delineadas pertencem à porção mais a leste da Faixa de Dobramentos Seridó. (Arquivo: CPRM)

ADMINISTRAÇÃO DA SBGF

Presidente
Francisco Carlos Neves Aquino

Vice-presidente
Liliana Alcazar Diogo

Secretário-Geral
Simplicio Lopes de Freitas

Secretário de Finanças
Marco Antonio Pereira de Brito

Secretário de Relações Institucionais
Jorge Dagoberto Hildenbrand

Secretária de Relações Acadêmicas
Eliane da Costa Alves

Secretário de Publicações
Renato Lopes Silveira

Conselheiros
Adalene Moreira Silva
Adriana Perpétuo Socorro da Silva
Ana Cristina Chaves
Eduardo Lopes de Faria
Ellen de Nazaré Souza Gomes
Jessé Carvalho Costa
Jurandyr Schmidt
Neri João Boz
Paulo Roberto Porto Siston
Renato Cordani

Secretários Regionais
Patricia Pastana de Lúgão (Centro-Sul)
Welitom Rodrigues Borges (Centro-Oeste)
Sílvia Beatriz Alves Rolim (Sul)
Marco Cesar Schinelli (Nordeste Meridional)
Rosângela C. Maciel (Nordeste Setentrional)
Cícero Roberto Teixeira Régis (Norte)

Editor-chefe da Revista Brasileira de Geofísica
Cleversson Guizan Silva

Assistente de Diretoria
Luciene Victorino de Carvalho

Assistente Administrativo
Ivete Berlice Dias

Coordenadora de Eventos
Renata Vergasta

Assistente Administrativo
Sandra Gonçalves

Estagiário de Informática
Conrado Sá

BOLETIM SBGF
Editora-chefe
Adriana Reis Xavier

Editor Associado
Gustavo França Faria (MTb 2612/DF)

Assistente de Publicações
Fabianna Mathias Sotero

Estagiário de Jornalismo
Thiago Felix Oliveira

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
www.facebook.com/sbgf.org

FUNDO SBGF

DIAMANTE



OURO



PRATA



BRONZE



SECRETARIAS REGIONAIS

Nesta seção os associados da SBGf ficam informados sobre as futuras ações de suas secretarias e sobre os principais fatos ocorridos nas regiões.

REGIONAL SUL

IAG-USP realiza 16ª edição da Escola de Verão

Foto: Arquivo IAG-USP



Seis cursos com 120 inscritos, este foi o balanço final da XVI Escola de Verão do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG-USP), realizada entre os dias 3 e 14 de fevereiro de 2014. Organizados pelos professores Jorge Luís Porsani e Liliana Alcazar Diogo, vice-presidente da SBGf, os cursos ministrados abordaram diversos temas, como “Perfilagem Geofísica de Poços”, “Introdução à Sismologia”, “Interpretação Sísmica”, entre outros.

Cerca de 90% do público foi composto por alunos da USP e de outras universidades, o restante foi formado por profissionais do setor. Segundo os organizadores, o Departamento de Geofísica do IAG/USP vem desenvolvendo projetos de extensão universitária há 16 anos. “Nos cursos de Perfilagem Geofísica de Poços e Interpretação Sísmica houve uma procura maior do que o número de vagas oferecidas. Este evento, em 2014, alcançou as expectativas desejadas e demonstrou também que existe demanda da comunidade geofísica para cursos extracurriculares, ou de educação continuada. Mais uma vez, o apoio da SBGf foi fundamental para o sucesso do evento. Como ocorre tradicionalmente, a próxima Escola de Verão será no início de 2015”.

Workshop Geofísico reúne mais de 200 pessoas no IAG-USP

Com o apoio da Regional Sul da SBGf, a empresa júnior IAG Jr. realizou, entre os dias 18 e 20 de março, o Workshop Geofísico, no Auditório do IAG-USP. Com o objetivo de aproximar os alunos do mercado de trabalho, a programação foi composta por 12 palestras técnicas apresentadas por renomados profissionais dos ramos de petróleo e mineração, além da participação de representantes dos departamentos de recursos humanos de grandes empresas. O público foi variado, com cerca de 230 inscritos e mais de 700 visualizações das palestras pelo canal da USP IPTV. O evento atingiu diversas universidades de São Paulo e de outras cidades (IGc-USP, POLI-USP, IO-USP, UNISANTOS, UNIMONTE, UFF-RJ), com cursos que abordaram a geofísica, geologia, engenharias (minas e petróleo), física, oceanografia, entre outras áreas. A palestra de abertura foi ministrada pelo professor Eder Casola Molina e o ex-aluno Adriano Marchioreto. Durante o *workshop* foram arrecadados 130 kg de alimentos não perecíveis, que foram revertidos para a campanha de doação da Associação Prato Cheio, em parceria com a IAG Jr.



Inscrições abertas para a V Semana de Inverno de Geofísica da UNICAMP

A Semana de Inverno de Geofísica da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) chega à quinta edição em 2014, com o apoio da Regional Sul da SBGf. Promovido pelo Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Geofísica do Petróleo (INCT-GP/CNPq), organizado pelo Grupo de Geofísica Computacional (GGC) do Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica (IMECC), o evento será realizado entre os dias 21 e 25 de julho na Cidade Universitária “Zeferino Vaz”, em Campinas. A programação contempla minicursos básicos e avançados, além de palestras com profissionais de destaque da academia e indústria.

O principal intuito da Semana de Inverno é estimular o ingresso e a divulgação da carreira de Geofísica, franqueando aos alunos de pós-graduação o acesso a assuntos atuais de pesquisa em Geofísica, principalmente através de cursos introdutórios e palestras com especialistas de renome na área. O evento é direcionado a estudantes no final da graduação e início da pós-graduação interessados na área de Geofísica Aplicada, principalmente nos temas ligados à exploração de petróleo, que estejam buscando conhecer as perspectivas acadêmicas e profissionais. Inscrições e mais informações no *site* <http://semanainvernogeofisica.wordpress.com>

VI Simpósio Brasileiro de Geofísica

Porto Alegre, 14 a 16 de outubro de 2014
Plaza São Rafael Hotel

VI SimBGf

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

REGIONAL NORDESTE MERIDIONAL

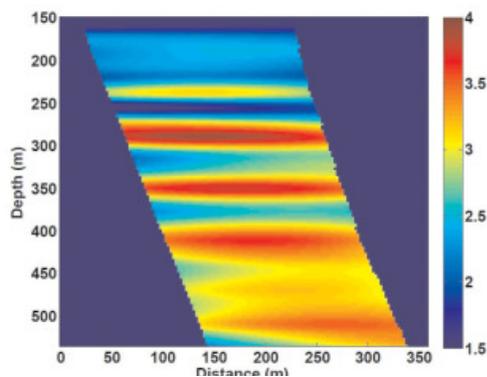


Workshop SEG/SBGf em Salvador, em dezembro

Nos dias 3 e 4 de dezembro a cidade de Salvador (BA) irá receber o *workshop* “Near-Surface Geophysics Applied to Exploration, Engineering and Environment Studies”, organizado pela Regional Nordeste Meridional da SBGf, em parceria com a Society of Exploration Geophysics (SEG). Esta será uma oportunidade imperdível para a comunidade participar de um evento no qual especialistas nacionais e internacionais irão discorrer sobre ampla gama de metodologias geofísicas, como sugere o título do *workshop*. A sua organização é partilhada entre a SBGf e a SEG, sendo seus representantes no comitê organizador, respectivamente, Jorge Hildenbrand e Gustavo Carstens. Como representante da regional no comitê técnico, está o professor Marco Botelho, da UFBA. Em breve novas informações serão divulgadas no Boletim SBGf. A SBGf assinou outras parcerias com a SEG durante a 83ª Exposição e Congresso da sociedade norte-americana (*saiba mais na pág. 11*).

Academia e indústria fomentam o desenvolvimento de projetos na Bahia

Através de uma parceria entre a Petrobras e a Universidade Federal da Bahia (UFBA), o Centro de Pesquisa em Geofísica e Geologia do Instituto de Geociências (CPGG/IGEO) está desenvolvendo três projetos tecnológicos. Coordenado pelo prof. Amin Bassrei, o projeto “Investigação do Uso da Tomografia Interpoços como Ferramenta para Caracterização de Reservatórios Complexos”, realizou vários levantamentos de dados tomográficos, utilizando a configuração poço a poço, em dois campos maduros da Bacia do Recôncavo. Trata-se do primeiro levantamento sísmico tomográfico no Brasil, para fins da indústria do petróleo. Os dados foram levantados pela empresa Schlumberger, e no momento estão em processamento pela equipe do projeto, inclusive numa abordagem 3-D.



Resultado da inversão de um dos perfis entre poços, com a distribuição de velocidades da onda P, em km/s. Fonte: UFBA.

No projeto “Emprego de Fontes Alternativas para Levantamentos Sísmicos Terrestres em Áreas Ambientalmente Sensíveis”, coordenado pelo prof. Marco Botelho, está sendo testada uma fonte percussiva do tipo AWD - *Accelerated Weight Drop* para a pesquisa de diversos aspectos, tais como: impacto ambiental; dano a construções civis, potência, espectro de frequências, geração de ondas S, pe-

netração, geração de *ground-roll*, capacidade de operação em áreas com diferentes coberturas superficiais e associação à fonte explosiva em levantamentos sísmicos terrestres. Em diversas situações estudadas, até o momento, os resultados obtidos apontam para a vantagem do uso desse tipo de fonte em relação ao tradicional explosivo.



Foto: Arquivo UFBA

Fonte *Accelerated Weight Drop* (AWD) sobre um caminhão

Já o projeto “Uso de Métodos Elétricos e Eletromagnéticos de Baixo Impacto Ambiental no Monitoramento da Injeção de Fluidos em Reservatórios de Petróleo”, coordenado pelo prof. Olivar Lima, investiga o uso destes métodos não sísmicos, que vêm tendo aplicações crescentes nos últimos 15 anos na exploração e no desenvolvimento de campos petrolíferos. Isto se deve basicamente aos seguintes fatores: (1) maior sensibilidade das medidas elétricas às variações petrossísmicas nos reservatórios (causadas por suas transformações diagenéticas e estruturais) e pela natureza e proporções relativas dos fluidos que ocupam seus poros e fraturas; (2) aumento considerável na profundidade de exploração com sistemas eletromagnéticos de fonte controlada de alta potência; (3) melhoria na resolução das medidas com o aperfeiçoamento de sistemas transmissores e receptores; e (4) possibilidade real de redução de distorções indesejadas causadas por ruídos geológicos e culturais, através do uso de empilhamentos sucessivos e procedimentos computacionais de filtragem numérica e análise de coerência. Em função destes vetores e do baixo impacto ambiental dos métodos EM, este projeto pretende investigar sua sensibilidade às variações decorrentes da dinâmica de produção de reservatórios.

Segundo o geofísico Marco Schinelli, secretário da regional Nordeste Meridional da SBGf e coordenador técnico pela Petrobras nos três projetos, a parceria com os pesquisadores da UFBA tem sido altamente proveitosa para o teste e aperfeiçoamento das tecnologias empregadas.

As atividades da comunidade geofísica ligada à Regional Nordeste Meridional não se restringem apenas à academia ou a grandes empresas como Petrobras, mas também a ações de empreendedores individuais como comprova a associada da SBGf, **Núbia Deiró**, proprietária da RD Consultoria, com sede em Salvador (BA), que vem atuando na área de exploração geofísica de petróleo e fertilizantes desde 2006, em diversas bacias brasi-



Foto: Arquivo Pessoal

leiras, como Recôncavo, Potiguar, Sergipe-Alagoas, Espírito Santo, São Francisco e Parnaíba. Atualmente, a empresa concentra os seus esforços na interpretação de blocos/campos de exploração de seus clientes nas Bacias do Recôncavo, SEAL e Potiguar.

Evento futuro - Depois da bem-sucedida IV Semana de Geofísica da UFBA, realizada em dezembro de 2013, a comunidade discente já se mobiliza para organizar a V Semana de Geofísica, prevista para ocorrer na primeira semana de setembro de 2014. Os estudantes de graduação em Geofísica Uili Oliveira e Cleriston Gama, representantes da SBGf na comissão estudantil, estão na fase inicial dos preparativos para a formação da comissão organizadora da próxima semana de geofísica que manterá o foco no enriquecimento da formação dos alunos por meio da realização de treinamento complementar proporcionado pelos cursos e palestras promovidas e pelo debate sobre assuntos de interesse da comunidade estudantil.

REGIONAL CENTRO-OESTE

Parceria firmada entre associações geocientíficas promove palestras em Brasília

Palestras realizadas com o apoio de diversas instituições reúnem comunidade geofísica.

Em parceria com a Agência para o Desenvolvimento Tecnológico da Indústria Mineral Brasileira (ADIMB), a Associação dos Geólogos do Distrito Federal (AGEO-DF) e o Instituto de Geociências da Universidade de Brasília (UnB), o núcleo Brasília da Regional Centro-Oeste da SBGf promove uma série de palestras mensais em 2014.



Foto: Arquivo UnB

No dia 19 de março o professor **Roberto Vizeu Lima Pinheiro**, do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará (IG/UFPA), proferiu “Carajás: uma abordagem tectônica” no auditório do Laboratório de Geocronologia da UnB. Na palestra, Roberto Vizeu apresentou o estado da arte sobre o conhecimento geológico-estrutural dos principais depósitos minerais da Província de Carajás, no Pará. No total, 112 espectadores assistiram a apresentação.

No dia seguinte o professor **Eder Molina**, do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo (IAG-USP) ministrou a palestra “Geofísica: a arte de investigar a Terra”, no auditório do Laboratório de Geocronologia da UnB. Cerca de 50 pessoas, em sua maioria discentes do curso de graduação em Geofísica, acompanharam a palestra em que Eder Molina mostrou os métodos geofísicos com enfoque na gravimetria e na magnetometria.

Outras palestras com apoio da SBGf estão programadas para breve. Acompanhe as novidades publicadas no [site www.sbgf.org.br](http://www.sbgf.org.br).



Foto: Arquivo UnB

REGIONAL CENTRO-SUL



EAGE Education Tour tem curso sobre caracterização de fraturas, no Rio de Janeiro, em junho

Em mais uma ação da parceria com a European Association of Geoscientists & Engineers (EAGE), a SBGf promove o curso “Seismic Fracture Characterization: Concepts and Practical Applications” no dia 9 de junho, no Novotel Santos Dumont, no Rio de Janeiro. Pesquisador da Divisão de Geofísica da ExxonMobil Upstream Research Company (EMURC), com mais de 25 anos de experiência, o palestrante Enru Liu irá apresentar, em inglês, aplicações práticas com o uso de dados de campo, além de três estudos de caso demonstrando a aplicabilidade das tecnologias. Esta 8ª edição do evento é parte da turnê EAGE Education Tour, que será apresentada também na China, Austrália, Argentina e Colômbia. As inscrições estão abertas no [site lg.eage.org](http://site.lg.eage.org).



DISC 2014 no Brasil será realizado em nova data

A SBGf comunica aos associados que a edição 2014 do SEG Distinguished Instructor Short Course (DISC), intitulada “Microseismic Imaging of Hydraulic Fracturing: Improved Engineering of Unconventional Shale Reservoirs” com o palestrante Shawn Maxwell, divulgada no Boletim nº 87, teve a data de sua realização transferida para o dia 11 de setembro de 2014. Mais informações no [site www.sbgf.org.br](http://site.www.sbgf.org.br).

Palestra na sede da SBGf teve grande procura e sessão extra

Programada inicialmente para ser realizada em um dia, a palestra “O uso da Geofísica de Reservatórios no Suporte a Tomada de Decisões em Atividades de Produção de Petróleo”, devido à grande procura, teve duas sessões, nos dias 26 e 27 de março, na sede da SBGf no Rio de Janeiro. Ministrada pelo gerente de Geofísica de Reservatórios da Petrobras, Paulo Johann, a palestra contou com cerca de 50 participantes.

Este acontecimento é mais um exemplo da importância das ações da SBGf em oferecer aos associados o que há de melhor em temas de palestras e *workshops* visando a disseminação do conhecimento geofísico.



Foto: Saníria Gonçalves

Paulo Johann apresentando uma de suas duas palestras na sede da SBGf



SECRETARIAS REGIONAIS

REGIONAL NORDESTE SETENTRIONAL



Workshop sobre anisotropia sísmica: inscrições e submissões de resumos em junho

Entre os dias 16 e 21 de novembro de 2014 a capital do Rio Grande do Norte, Natal, irá receber o 16th International Workshop on Seismic Anisotropy (IWSA), que será realizado pela primeira vez na América do Sul. Organizado pela SBGf, o evento ocorrerá no Hotel Rifofole e apresentará as aplicações e os métodos usados no processamento de dados sísmicos em estruturas anisotrópicas. Na programação temas diversos serão abordados, como imageamento sísmico, sísmica de fraturas, sísmica de inversão, *full waveform inversion* (FWI), *fluid flow in fractured media*, *effective medium theory*, *frequency-dependent anisotropy*, *poroelasticity*, *anisotropic attenuation*, AVO-AVA, *multi-component acquisition*, *seismic birefringence*.

Entre os palestrantes convidados estão confirmadas as presenças de Ilya Tsvankin (Colorado School of Mines), Jörg Schleicher (Unicamp), Leon Thomsen (Delta Geophysics), Patrick Rasolofosaon (IFP) e Sergey Fomel (University of Texas at Austin).

A organização do evento está negociando patrocínios e poderá oferecer uma ajuda de custo aos alunos que quiserem participar do *workshop*. Os interessados a ser candidatar a receber o auxílio, assim como as empresas dispostas a patrocinar o evento devem entrar em contato pelo *email* 16iwsa@sbgf.org.br.

A submissão de resumos em inglês para apresentação nas atividades deve ser feita até o dia 30 de junho. As inscrições abrem no dia 12 de junho através do *site* oficial do evento (www.sbgf.org.br/16iwsa).

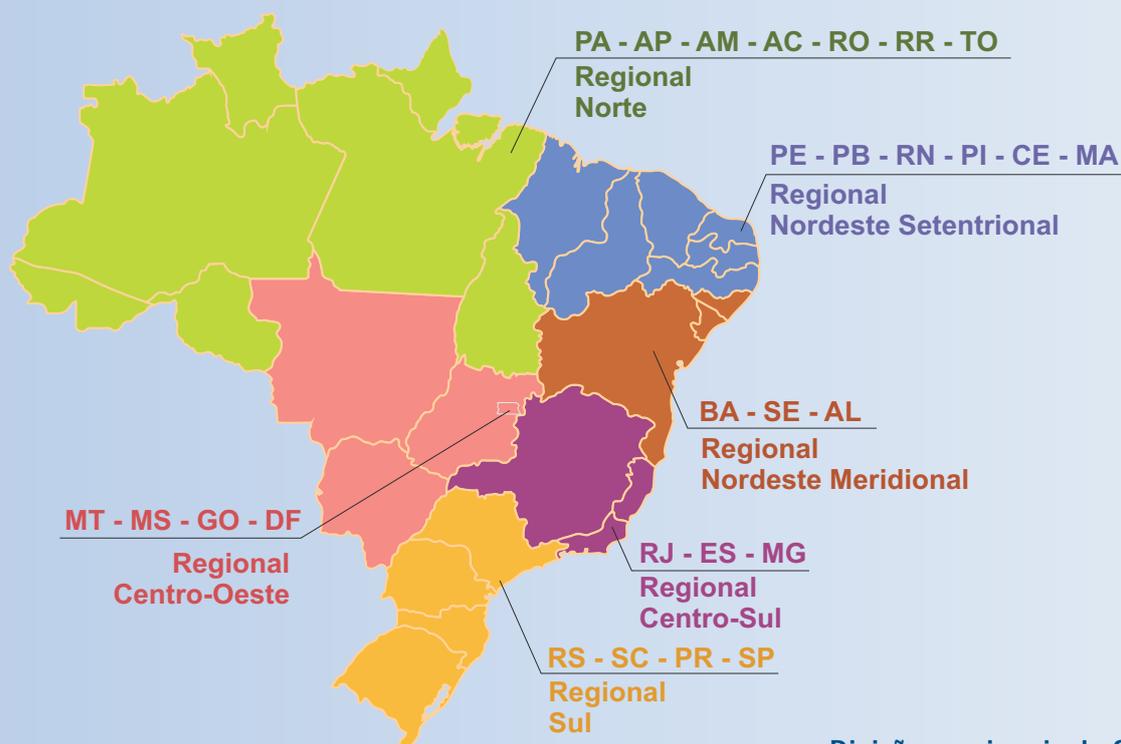
REGIONAL NORTE

UFPA e Petrobras assinam acordo para oferecer bolsas de estudo de mestrado e doutorado em Geofísica

A Universidade Federal do Pará (UFPA) assinou um convênio com a Petrobras para formação de Recursos Humanos em Geofísica. O acordo tem duração de oito anos e irá financiar bolsas de mestrado e doutorado dentro do Programa de Pós-Graduação de Geofísica (CPGf) da universidade. O financiamento, com valor total de R\$ 13 milhões, cobrirá 30 bolsas de mestrado e 40 de doutorado, além de ser utilizado no apoio às atividades de ensino, pesquisa e extensão do CPGf. Esse tipo de convênio foi firmado pela Petrobras com outras quatro instituições de ensino brasileiras: Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Universidade Federal Fluminense (UFF), Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) e Universidade Federal da Bahia (UFBA).

“Esta parceria chega num momento oportuno: o ano de comemoração dos 40 anos do CPGf, e irá revitalizar nosso Programa de Pós-Graduação. Esse convênio já aconteceu anteriormente com o Programa de Geofísica, na década de 90, e foi de fundamental importância para a formação de profissionais nessa área, que hoje estão ocupando posições de destaque em instituições de ensino e pesquisa nacionais e internacionais e em empresas de petróleo. Ao longo desses 40 anos de existência, a Petrobras sempre esteve presente, apoiando os nossos projetos”, afirma a coordenadora do CPGf, professora Ellen Gomes.

Para saber mais sobre o Programa de Pós-Graduação em Geofísica da UFPA visite o *site* <http://cpgf.ufpa.br>.



Geofísica da UFF conquista para o Brasil posição no pódio da AAPG-IBA Award-Latin America 2014

A Escola de Geofísica da Universidade Federal Fluminense (UFF) obteve novo sucesso na Imperial Barrel Awards da American Association of Petroleum Geologists (AAPG - IBA Latin America), que envolve conhecimentos de Geologia do Petróleo numa competição entre 16 universidades do continente sul-americano e região do Caribe. A competição ocorreu em março de 2014, em Bogotá (Colômbia), e a equipe da UFF alcançou, mais uma vez, a excepcional terceira colocação, superando escolas, consideradas referências em petróleo, da Venezuela, México, Colômbia, Peru, Caribe e Argentina. O tema este ano foi sobre Viking Graben, bloco exploratório no Mar do Norte.



Foto: Arquivo Pessoal

De acordo com o professor **Rogério Santos**, do Instituto de Geociências da UFF e orientador da equipe na competição, inicialmente, as universidades competem por continentes. A vencedora dessa etapa disputa mundialmente num novo evento, com as vencedoras dos demais continentes.

Para cada time são fornecidos dados geocientíficos direcionados à prospecção de petróleo, referentes a alguma bacia sedimentar do mundo, para uma avaliação exploratória. Em geral, esse conjunto de informações compreende uma sísmica 3D regional (cerca de 100 km²), e/ou linhas sísmicas 2D regionais e dados de 4 a 8 poços, que podem estar fora da área do levantamento sísmico. Os dados são específicos para as análises exploratórias e devem convergir para propostas de novos prospectos exploratórios e descrição dos riscos geológicos e geofísicos. A apresentação, que é feita por 25 minutos em inglês para um júri de profissionais geocientistas da área do petróleo, deve ser uma síntese que contenha, necessariamente, os tópicos descritos anteriormente, concluindo com recomendações para prospectos potenciais e análise de viabilidade econômica.

Sob a orientação do professor Rogério Santos uma equipe da UFF já havia ganho a terceira colocação em 2013. “Ao final de 2012, o professor Cleverson Guizan, coordenador da Pós-Graduação em Geofísica da UFF, na época, me convidou a realizar um trabalho informal de treinamento dos mestrandos do Instituto de Geociências da UFF para participarem da IBA-AAPG 2013. Comprometia-se então, um núcleo básico de Geociências de Petróleo, fazendo com que os estudantes se sentissem minimamente seguros na competição. Para a minha enorme surpresa – mas que preenchia as minhas mais interiores expectativas – conseguimos, logo no primeiro ano de competição, o terceiro lugar na América Latina, entre escolas tradicionais em Geologia do Petróleo da América do Sul e Central”.

Rogério Santos conta ainda que foi um aprendizado maravilhoso quando ele pôde confirmar o imenso potencial do estudante brasileiro. “Ao enfrentar desafios acadêmicos cujos resultados e objetivos possam parecer tão distantes, reagem com imensa alegria, união, coragem e perseverança, para representar uma escola brasileira numa competição de conhecimentos e análise geocientífica de altíssimo nível e sob cenários de alta pressão por resultados. Nossos alunos conseguiram atingir metas que nos pareciam, à primeira vista, tão inatingíveis pelos prazos que tínhamos, mostrando-nos ser tão possível e tão ao alcance, o trabalho apresentado não apenas para competir, mas para obter resultados extremamente realizadores”.

Visando oferecer fundamentos de Geologia e Geofísica do Petróleo utilizando recursos de diversas mídias de comunicação social entre os membros da equipe, Rogério Santos elaborou um projeto informal para a UFF denominado Grupo de Estudos SEG-AAPG 2014. “Era a chance de aplicar o modelo de ensino com a visão da indústria do petróleo ao mundo acadêmico: dinâmico e focado nos objetivos prementes. Esse projeto precisava ser motivador, abrangente em Geociências, integrador de estudantes e professores, cooperativo ao extremo, e alcançar os jovens, muitos dos quais residem em repúblicas ou em outras cidades, e os que sequer possuem microcomputador”.

Todos os alunos participantes do Projeto são voluntários e não passaram por pré-avaliação. “Interessante observar que a maior parte dos alunos do projeto de 2013 não participou da competição em 2014, mas está quase pronta para a competição de 2015 por ter estudado com intensa dedicação e ainda ajudado imensamente os colegas que foram à Colômbia, retomando-se assim um novo ciclo de estudos. Para cada ciclo, são abertos espaços extracurriculares que possibilitam aos alunos acesso operacional a aplicativos de interpretação sísmica, modelagem de bacias, avaliação petrofísica e análise de riscos geológicos. Nesse sentido contamos com os apoios fundamentais da Schlumberger e da IHS que disponibilizam diversas licenças de seus aplicativos. Entram em cena também, ex-alunos que se prontificam a lecionar cursos práticos, além de diversos professores da UFF fornecem excelente apoio na teoria e prática das disciplinas básicas”. Além destes, em 2014, o professor Camilo Aristizábal agiu como tutor da equipe que representou a UFF na Colômbia”, afirma Rogério Santos.

Ainda segundo o professor, a informação geocientífica básica e as teorias estão depositadas em serviços de “nuvens”. Usando diversos servidores, os alunos podem obter todo o material, em qualquer local que estejam. O acesso se dá virtualmente a partir de um espaço para alunos no *site* da Sísmica da UFF (www.uff.br/geofisica), que atende principalmente os países de língua portuguesa.

“Com este novo resultado, consistente e certificado pela AAPG, podemos confiar que o modelo de projeto informal é um instrumento positivo de construção de um conhecimento sólido em geociências do petróleo, efetivo em seus objetivos e que pode alcançar diversos estudantes, os quais, se o cumprirem até o final, estarão mais maduros, aptos a absorver conhecimentos geocientíficos de petróleo e responder às demandas da indústria. Este modelo precisa ser consolidado, otimizado e enriquecido materialmente, a partir de melhores condições e recursos nas universidades públicas brasileiras, e deve receber apoio de companhias e instituições de petróleo”.



Foto: Arquivo UFF

Estudantes da UFF que obtiveram o terceiro lugar na AAPG-IBA. Da esquerda para a direita: Audrey Galvão, Caleb Sperli, Filipe Quintanilha, o tutor prof. Camilo Aristizábal, Thais Sales e Alberto Chirinda Jr.

Panorama da Graduação em Geofísica no Brasil - UFBA

Nas últimas edições, o Boletim SBGf tem publicado o Panorama da Graduação em Geofísica no país, onde foram abordados diversos temas relativos à disciplina nas Instituições de Ensino Superior (IES). A cada edição entrevistamos um coordenador de curso de graduação em Geofísica e um estudante da mesma IES. Nesta edição, apresentamos a UFBA, instituição que encerra a série.

Ligado ao Instituto de Geociências, o curso de graduação em Geofísica da Universidade Federal da Bahia (UFBA) teve sua primeira turma em 1992. Até dezembro de 2013, o curso formou 128 geofísicos e, atualmente, possui 141 alunos matriculados, sua grade curricular é dividida em sete semestres com disciplinas obrigatórias e mais 272 horas optativas.

O ingresso no curso de Geofísica é realizado através do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e são oferecidas 24 vagas anuais. No último vestibular a relação candidato-vaga ficou em 6,3 candidatos por vaga.

Além dos laboratórios associados às matérias lecionadas, o curso conta com o apoio do Centro de Pesquisas e Pós-Graduação em Geofísica da universidade, que disponibiliza diversos equipamentos e seu centro de computação. Desde o primeiro semestre os alunos entram em contato com atividades práticas e podem usufruir de bolsas de iniciação científica e de convênios com instituições do setor, como Petrobras e ANP.

Site: www.cpgg.ufba.br/gr-geof

>> Entrevista prof. Newton Oliveira

Coordenador do curso de graduação em Geofísica da UFBA

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

O Centro de Pesquisas tem atuado de forma efetiva na linha de frente do tratamento de dados sísmicos, oferecendo ao aluno uma formação sólida com contato próximo à pesquisa. O curso é oferecido com professores de diversos departamentos. No quadro da Geofísica pelo menos nove são doutores.

Como o mercado de trabalho tem recebido os egressos do curso?

Os alunos formados no curso de graduação em Geofísica, oferecido pela universidade, têm sido muito bem aceitos por empresas e centros de pesquisas que atuam na área.

O curso de pós-graduação da universidade oferece quais linhas de pesquisa?

As áreas de pesquisa são exploração de petróleo, recursos hídricos e geofísica ambiental e exploração mineral.

>> Entrevista Milena Fernandes Xavier dos Santos

Estudante de Geofísica da UFBA

Idade: 21 anos

Período: 7º semestre

Interesse atual: geofísica aplicada à exploração de petróleo

O que te motivou a cursar Geofísica?

Eu descobri a Geofísica por acaso, ao acompanhar duas colegas do colégio a um congresso de Geofísica realizado em Salvador, em 2009. Elas estavam interessadas em Geologia, e eu fiquei fascinada com a sessão destinada a alunos do ensino médio chamada "O que é Geofísica?". Estava no terceiro ano e procurava opções de cursos para prestar vestibular na área de exatas, e me encantei com as possibilidades de atuação da Geofísica que descobri nos materiais que recebi no evento.

O curso tem correspondido as suas expectativas?

Inicialmente, comecei a estudar Geofísica na USP em 2010. O curso da UFBA tem atendido as minhas expectativas, por ser voltado para geofísica aplicada, que também está diretamente relacionada ao que o mercado de trabalho está procurando nos profissionais. Os docentes do curso de Geofísica na UFBA são muito prestigiados no Brasil por serem excelentes professores e pesquisadores, além disso, são reconhecidos internacionalmente por suas produções científicas. Ao longo do curso, tive oportunidade de conhecer um pouco de todas as áreas, no entanto me interessei mais por geofísica aplicada à exploração de petróleo, especificamente o método sísmico.

Quais são seus planos para o futuro?

Pretendo desenvolver um trabalho de graduação de excelência, que possa ser uma carta de entrada tanto para o mercado de trabalho quanto para um mestrado. Após terminar a graduação, planejo fazer uma especialização ou mestrado na área de exploração de hidrocarbonetos. Tendo em vista que as empresas têm buscado cada vez mais profissionais qualificados, a graduação é somente o primeiro passo.

Se associou à SBGf a partir de qual período?

Me associei à SBGf no segundo semestre de 2011, quando participei do congresso de Geofísica realizado no Rio de Janeiro.

Você já teve alguma experiência profissional na área? Se sim, comente.

Logo que entrei na universidade tive a oportunidade de realizar uma pesquisa com o professor Amin Bassrei, na área de inversão sísmica. Depois, eu fui selecionada para estagiar na CBPM (Companhia Baiana de Pesquisa Mineral) durante oito meses. A experiência foi muito gratificante e enriquecedora tanto no âmbito profissional quanto no pessoal, tive o prazer de estagiar com o geofísico Raymundo Wilson como meu supervisor. Além disso, tive contato com os métodos potenciais e prospecção de minérios. Este ano, fui aprovada no programa de estágio da Petrobras, que começará agora em maio, e eu tenho certeza que será uma excelente oportunidade de aprender mais sobre a área que escolhi atuar. O processo seletivo para entrar na Petrobras foi através da IEL e consistiu de três etapas. A integração empresa-universidade ainda é um âmbito que precisa ser melhorado, afinal estar em contato com as demandas do mercado de trabalho é essencial para a formação de um bom geofísico.

Como avalia as iniciativas da SBGf em prol dos alunos de Geofísica?

É excelente e só prova o comprometimento dessa sociedade em incentivar o desenvolvimento e disseminar a ciência geofísica. Em novembro do ano passado, nós alunos de geofísica da UFBA realizamos a IV Semana de Geofísica, que foi uma oportunidade excelente para aprofundarmos nosso conhecimento na área. A contribuição da SBGf foi fundamental para que o evento fosse realizado.

CPRM no Rio terá exposição “O que é Geofísica?” permanente



Fotos: Gabriel Brando Soares

A SBGf, a Universidade Federal do Pará (UFPA) e o Serviço Geológico do Brasil (CPRM) estão desenvolvendo uma versão permanente da exposição “O que é Geofísica?”, que ficará exposta na sede da CPRM no Rio de Janeiro. Segundo Jorge Dagoberto Hildenbrand, apesar de ainda não ter sido inaugurada oficialmente, a exposição já é vista por pessoas que visitam o Museu de Geologia da instituição. “Mantemos lá um estagiário de Geofísica que atua como monitor. Estamos finalizando a feitura dos painéis idealizados pela UFPA para ilustrar melhor os experimentos e, tão logo estejam concluídos, iremos marcar a data para a inauguração oficial, que deverá ocorrer em breve”. Atualmente, a SBGf oferece bolsa para o aluno de geofísica da Universidade Federal Fluminense, Gabriel Brando Soares, que participa da exposição na CPRM.

A exposição “O que é Geofísica?” foi uma ideia que surgiu na UFPA em 2006, devido a baixa procura por parte dos alunos do ensino médio pela graduação em Geofísica. Na época, os coordenadores do curso de graduação em Geofísica, professores Ellen Gomes e Cícero Régis, pensaram em realizar a primeira semana de Geofísica para atrair a atenção de alunos, professores e comunidade em geral para a área. “As atividades que seriam ofertadas (palestras, minicursos, exposição de painéis) eram muito específicas e não atingiam o público-alvo (alunos do ensino médio, fundamental e a comunidade leiga). Surgiu assim a ideia de criar uma exposição onde situações de aplicação da geofísica seriam simuladas. Em princípio pensou-se em algo como uma feira de ciências com a reprodução de experimentos já existentes na literatura”, comenta Ellen Gomes.

Na época, o professor Alberto Leandro, engenheiro elétrico de formação, que tinha realizado o mestrado no Laboratório de Geofísica e Modelagem Analógica da UFPA se mostrou interessado. De acordo com a professora Ellen Gomes, “a proposta era criar modelos em escala reduzida que fizessem medidas geofísicas. E assim fizemos. Nasceu a exposição ‘O que é Geofísica?’, em 2006, com um público de cerca de 700 alunos de escolas do ensino médio de Belém. Já em 2007, fomos convidados para apresentá-la no congresso da SBGf e então nos articulamos com professores de outras instituições do país que também faziam divulgação da Geofísica: George Sand (UnB), Maria Amélia Novais (Unicamp) e Ailton Bassini (USP). Além disso, é importante dar ênfase ao apoio da SBGf em todas as etapas da exposição desde o financiamento, montagem dos experimentos, transporte e manutenção”. No último congresso internacional da SBGf, em agosto de 2013 no Rio de Janeiro, a exposição foi visitada por cerca de 620 alunos de 10 escolas de ensino fundamental, médio e profissionalizante.

Segundo Jorge Hildenbrand, a ideia da exposição é levar ao público leigo, principalmente aos jovens estudantes, um pouco de conhecimento sobre os fenômenos físicos abordados pela geofísica, tanto no que concerne a aplicação dos métodos quanto a sua relação com o planeta. “O objetivo é também despertar o interesse desses jovens para que no futuro possam integrar a comunidade de geocientistas, dotando o Brasil de um contingente maior de profissionais tanto para indústria quanto para academia”, projeta.



Brazil
Consulting & Services

A SMART COMPANY AT YOUR SERVICE

- > Technology
- > Business
- > Data Management

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

INSTITUCIONAL

SBGf realiza pesquisa eletrônica para criação de programa de Educação Continuada

Um elemento essencial ao sucesso de qualquer atividade envolvendo alta tecnologia, é a disponibilidade de mão de obra especializada e sua capacitação para operar com as novas ferramentas tecnológicas em todos os níveis.

Nas últimas décadas o Brasil avançou na formação de profissionais de Geociências, principalmente com a criação de novos cursos de graduação e de pós em Geofísica, mas ainda não existe no país um contingente de geofísicos adequadamente capacitados para suportar a indústria e disponibilizar o conhecimento adquirido para a busca eficaz de novos depósitos minerais. Com o objetivo de minimizar esta deficiência, a SBGf iniciou estudos visando a implantação de um programa de educação continuada, que prevê a oferta de cursos voltados para a qualificação de geofísicos em diversas áreas de conhecimento.

Para nortear a montagem deste programa está em andamento uma pesquisa distribuída aos associados, cujos resultados permitirão traçar as demandas e expectativas dos diferentes segmentos da indústria geofísica nacional.

É fundamental a colaboração dos associados nesta nova ação promovida pela SBGf dentro do esforço contínuo de aperfeiçoamento do conhecimento da comunidade geofísica, respondendo o questionário que lhes foi enviado por *email* ou acessando o formulário de questões no site www.sbgf.org.br.

Mais informações podem ser obtidas através do *email* questionario@sbgf.org.br.

SBGf cria Comitê Estudantil

A SBGf criou um Comitê Estudantil para participar da reunião anual que ocorre durante os eventos realizados pela Sociedade (CISBGf e o SimBGf) e também de algumas reuniões de diretoria realizadas na sede da SBGf, na cidade do Rio de Janeiro, com o custo arcado pela Sociedade. Os representantes devem ser associados e estudantes de graduação (Geofísica ou Geologia), regularmente matriculados em uma instituição na jurisdição da Regional da SBGf. A Regional é responsável pela indicação do representante e seu suplente. O mandato é de dois anos, com período igual ao da diretoria da SBGf.

Já foram nomeados os representantes da Regional Nordeste Setentrional - Comitê Estudantil da UFRN: Bruno Raphael Moraes de Vasconcelos (Titular) e Danyelle Cristiny Lira Cavalcante (Suplente); e da Nordeste Meridional - Comitê Estudantil da UFBA: Uili Oliveira Freitas (Titular) e Cleriston Silva Gama (Suplente). As regionais Centro-Sul, Centro-Oeste, Norte e Sul ainda estão realizando a seleção.

Curta a SBGf
no facebook!



www.facebook.com/sbgf.org

Separated Wavefield Processing

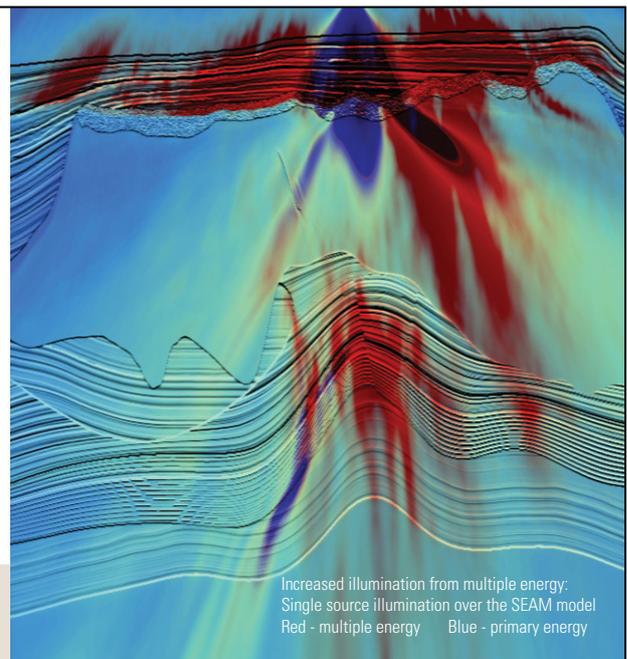
Broadest Bandwidth

Increased Illumination

Measuring velocity and pressure with GeoStreamer® allows the up-going and down-going wavefields to be separated and thus multiple and primary energy can be separately imaged to deliver enhanced illumination and imaging.

GeoStreamer GS™

Separated Wavefield
Imaging SWIM



Increased illumination from multiple energy.
Single source illumination over the SEAM model
Red - multiple energy Blue - primary energy

Rio de Janeiro
Main: +55 21 2421 8400
Direct: +55 21 2421 8402
stephane.dezaunay@pgs.com

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

A Clearer Image
www.pgs.com/GeoStreamerGS



SBGf assina novos acordos de parcerias com a SEG

Durante o 83º Congresso Internacional da Society of Exploration Geophysicists (SEG), ocorrido entre os dias 21 e 26 de setembro de 2013, em Houston, nos EUA, a SBGf esteve representada na exposição e em um *workshop*, além de ter firmado dois memorandos de entendimentos com a sociedade norte-americana.

Esta edição do congresso da SEG contou com mais de mil apresentações técnicas e com a presença de cerca de 380 companhias na área dos expositores. Com um estande, a SBGf promoveu a divulgação do 14º Congresso Internacional da SBGf (14º CISBGf) que será realizado de 3 a 6 de agosto de 2015, no Rio de Janeiro.

Nesta ocasião foi organizado o primeiro *workshop* do conselho da SEG, que é formado pelo Comitê Executivo, pelo presidente e diretores eleitos, pelas seções e entidades associadas à SEG e por representantes distritais de áreas sem seções ou órgãos representativos. O objetivo do encontro foi deliberar sobre questões pertinentes à gestão da sociedade anfitriã, ao relacionamento entre esta e os demais membros, como também a discussão de ações para maximizar os benefícios mútuos de afiliação e cooperação. Devido ao seu atual número de associados, a SBGf garante a participação de um representante entre os 95 membros que possuem assento no conselho da SEG. Esta posição atualmente é ocupada pelo geofísico Ricardo Rosa Fernandes.

A cerimônia de assinatura dos memorandos de entendimentos contou com a participação de representantes das duas entidades para a negociação dos termos dos acordos referentes à publicação dos resumos expandidos apresentados nas cinco edições mais recentes dos congressos da SBGf (do 9º ao 13º CISBGf) na livraria *on-line* da SEG e quanto à

concessão à SBGf de licença de tradução para o português da obra *Electromagnetic Methods in Applied Geophysics, Volume 1: Theory*, editado por Misac Nabighian e publicado pela SEG em 1988. Foram também acertados os detalhes referentes à proposta de licenciamento pela SEG dos direitos de tradução do livro *Análise do Sinal Sísmico*, do geofísico André Romanelli, que foi lançado em português pela SBGf, em 2012. Os direitos da tradução para o inglês serão diretamente negociados entre a SEG e o autor, a SBGf atuará na facilitação do acordo entre as partes e a garantia do direito de licença da versão original em português.



Foto: Arquivo SEG

Os memorandos de entendimentos foram assinados pelos presidentes das duas sociedades que na foto acima estão sentados à mesa. O presidente da SBGf, Francisco Aquino, está entre os presidentes da SEG da época, David Monk e Don Steeples (exercício 2013-2014). Em pé, estão Christopher Liner, presidente da SEG (período 2014-2015), além do staff da SEG e o representante da SBGf no conselho da SEG, Ricardo Rosa Fernandes.

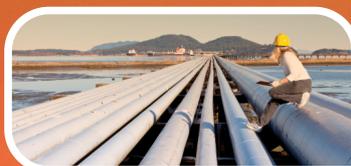
TUTTI design

Solidez é a nossa PRINCIPAL marca.

Maior empresa da Colômbia, a Ecopetrol é uma companhia de atuação global, que trabalha em todos os segmentos da indústria de Petróleo e Gás: exploração, produção, refino e transporte, com participação ativa nos maiores mercados de ações.

Presente no Peru e nos Estados Unidos (Golfo do México), a Ecopetrol vem expandindo suas atividades no Brasil, com atuações nas Bacias de Campos (RJ), Ceará, Potiguar e Foz do Amazonas.

Por essa trajetória de sucesso, a Ecopetrol é reconhecida hoje como uma empresa cuja solidez é a maior garantia para quem busca os melhores resultados.



Ecopetrol. Somando forças para parcerias de sucesso.

contato@ecopetrol.com.br
www.ecopetrol.com.co

ecopETROL
BRASIL

MINERAÇÃO

Projeto Diamante Brasil mapeia áreas de produção com ajuda da geofísica

Desde 2009 o Projeto Diamante Brasil, do Serviço Geológico do Brasil (CPRM) em conjunto com as universidades federais de Brasília (UnB), de Mato Grosso (UFMT) e da Bahia (UFBA) e a Polícia Federal vem mapeando as áreas diamantíferas e as intrusões kimberlíticas/lamproíticas do país no intuito de gerar conhecimentos em geologia, mineralogia, geoquímica e geocronologia. Além destes, o projeto se propõe a estudar as feições superficiais, a tipologia de inclusões e a composição química de cristais de diamantes e minerais indicadores de kimberlito (MIK's), provenientes de fontes primárias ou secundárias já conhecidas.

Foto: Arquivo CPRM



De acordo com o coordenador do projeto na CPRM, **Francisco Valdir Silveira**, a geofísica é peça-chave no âmbito da prospecção para fontes primárias de diamantes. “A magnetometria e a gravimetria se tornam indispensáveis na localização de intrusões kimberlíticas - sobretudo por se tratar de intrusões de dimensões reduzidas e em muitos casos não

aflorentes. São também importantes na identificação da forma da intrusão kimberlítica (se *pipe*, dique ou *sill*), na inferência das dimensões do corpo (área e volume) e na determinação da profundidade de interceptação com furos de sonda [no caso dos corpos não aflorentes]”.

Embora o Brasil já tenha sido o maior produtor de diamantes do mundo, até a descoberta de minas de diamante na África, e de serem conhecidas áreas diamantíferas em diversos estados do país: Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Bahia, Rondônia, Amazonas, Roraima, Pará, Amapá, Piauí, Tocantins, São Paulo e Paraná, a produção nacional está em declínio, na casa das poucas centenas de quilates, segundo o coordenador do projeto. “Porém com a entrada em operação até 2015 da Mina da Lipari, na Bahia, estes números deverão subir de forma significativa”.

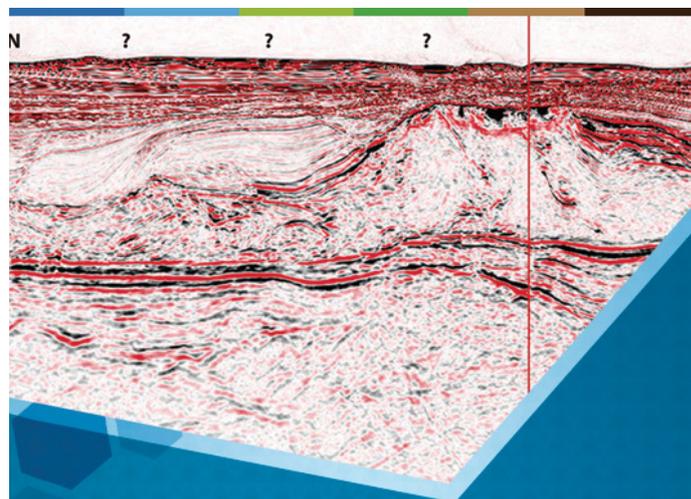
O principal desafio para se chegar ao resultado final é a dimensão física, já que o projeto tem como proposta reunir, de praticamente todas as regiões do Brasil, novos dados coletados em campo. “As empresas que atuam na exploração, de uma maneira geral, tem exclusividade nas informações que levantam e, na maioria das vezes, levam consigo todos os resultados obtidos por elas durante suas pesquisas, deixando apenas os alvos geográficos; dificultando a alimentação de um banco de dados nacional que contenha informações sobre esta pedra preciosa e sua produção em território nacional. Distorção que o novo Marco da Mineração se propõe a corrigir. Neste caso, os dados gerados pela CPRM serão disponibilizados ao público no final do projeto na forma de banco de dados Geobank”, afirma Francisco Valdir Silveira.

Qualquer empresa interessada em pesquisar diamantes no Brasil terá livre acesso ao banco de dados, que armazenará informações de todas as regiões diamantíferas e das intrusões kimberlíticas conhecidas no país, com indicações de regiões potenciais, avaliação preliminar de intrusões kimberlíticas com maior possibilidade de ocorrência de diamantes, como também dados de novas áreas com a presença de minerais indicadores, que possuam fonte primária ainda não conhecida.

Hoje a exploração de diamantes no Brasil é feita em fontes secundárias, como nas aluviões. Contudo, de acordo com o coordenador do projeto, “uma vez em posse destes dados a empresa poderá direcionar seus esforços para aquelas regiões com potencial para produção de diamantes e aprofundar seus trabalhos de pesquisa visando a descoberta de depósitos econômicos”.

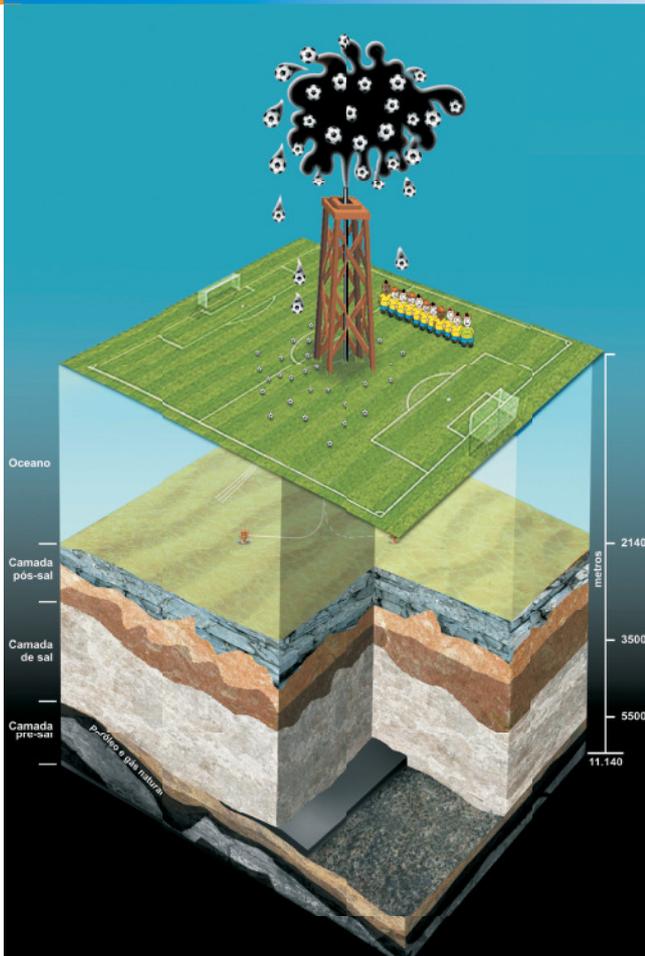
Além da base atualizada de acesso público, o resultado completo do projeto, com os dados e as interpretações obtidas, será difundido nas “notas explicativas”, que são relatórios técnicos conhecidos dos usuários dos produtos da CPRM. Ainda está prevista, ao término do projeto, a publicação de um livro com foco voltado para a pesquisa e exploração de diamantes no Brasil. Nesta obra serão abordados os modelos atuais da geologia do diamante, sempre que possível, utilizando exemplos nacionais, através das informações obtidas no Projeto Diamante Brasil. A previsão é que os resultados sejam apresentados ainda em 2014.

Rica em diamantes, a cidade de Kimberley, na África do Sul, deu origem ao nome kimberlito e ao Sistema de Certificação, de iniciativa do Conselho de Segurança da Organização das Nações Unidas (ONU), do qual o Brasil é signatário. O Processo de Kimberley propõe o controle das fronteiras e da extração ilegal do diamante, que acarreta evasão de divisas, financiamento de guerras e tráfico de drogas, evitando a produção dos “diamantes de sangue”.



- Extensivo Banco de Dados de Sísmica e Poços
- Gerenciamento de Dados de E&P
- Projeto de Aquisição Sísmica
- Interpretação Geológica e Geofísica
- Avaliação de Prospectos e Reservas
- Análise exploratória da Margem Equatorial Brasileira
- “Post Mortem” das descobertas do Pré-Sal na Bacia de Santos
- Portal de informações de E&P - Geopost

NOTAS



Observatório Nacional lança catálogo sobre ciência e tecnologia e a Copa do Mundo de 2014

Com o objetivo de contribuir para a divulgação científica no país, pesquisadores do Observatório Nacional (ON), através da Divisão de Atividades Educacionais (DAED), promovem ações que possibilitam uma maior aproximação entre ciência e sociedade.

Passados 64 anos, desde a Copa de 1950, o Brasil voltará a sediar o maior evento do futebol mundial. Marcando este acontecimento, o Observatório Nacional está lançando um catálogo bilíngue (português-inglês) da mostra "O Observatório Nacional e a Copa do Mundo de 2014", que apresenta uma reflexão sobre os fenômenos da natureza com uma linguagem acessível e visual. Tendo o humor como linha principal, o catálogo relaciona o futebol à Geofísica, Astronomia e Metrologia em Tempo e Frequência, áreas de atuação do ON.

Entre os temas abordados estão a camada do pré-sal, mencionado como uma expectativa de grande "bolada" (ver representação na imagem acima), e os terremotos, onde é feita uma analogia com o tremor da arquibancada durante a comemoração de um gol. Grande oportunidade de articular temas científicos e tecnológicos a uma paixão nacional, o catálogo está disponível no site www.on.br.

Cidade de Ouro Preto recebe SIMEXMIN 2014

Ouro Preto, Minas Gerais, recebe em maio o Simpósio Brasileiro de Exploração Mineral – SIMEXMIN. Este evento, em sua sexta edição, é uma realização da Agência para o Desenvolvimento Tecnológico da Indústria Mineral Brasileira – ADIMB.

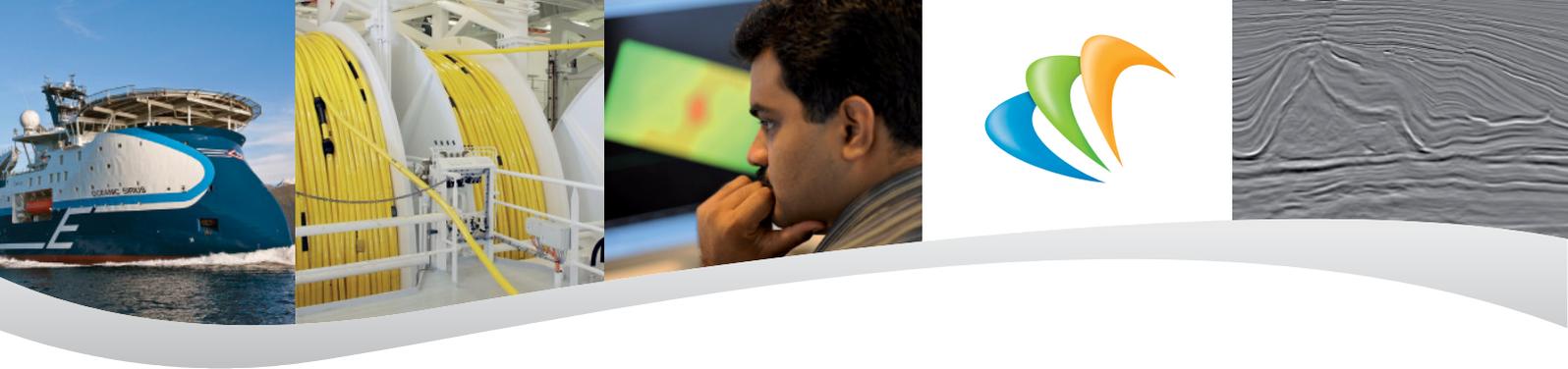
Entidade privada, sem fins lucrativos, com autonomia administrativa, técnica e financeira, ADIMB é uma associação de empresas e instituições do setor mineral, com a missão de promover o desenvolvimento técnico-científico e a capacitação de recursos humanos para a indústria mineral brasileira. A ADIMB catalisa e promove parcerias entre empresas, governo e universidades, com o propósito de realizar estudos, projetos cooperativos, cursos e eventos de interesse do setor.

O SIMEXMIN 2014 ocorre sob um período de apreensões e dúvidas no qual as atividades de exploração mineral enfrentam forte dificuldade de financiamento, redução da demanda e do valor das "commodities" minerais; além das incertezas relativas à proposta governamental do novo marco regulatório.

Neste contexto, no qual enfrenta-se a necessidade de adequação à realidade do momento e aos desafios de um novo ciclo de baixa, é que foram selecionados pela comissão organizadora os seminários e as palestras do SIMEXMIN 2014. Nas 78 palestras dos doze seminários são apresentadas e discutidas a real situação e perspectivas do mercado de "commodities" minerais, as possibilidades de financiamento à exploração mineral, a posição governamental relativa ao setor mineral, a programação de exploração das empresas de mineração; assim como o potencial nacional para novos depósitos minerais e as novas técnicas de prospecção mineral. Os participantes possuem a oportunidade de ampliar seus conhecimentos e debater estas questões de suma importância para o setor mineral brasileiro. Na organização do evento a ADIMB contou com a colaboração de entidades como a Society of Economic Geologists (SEG), a Sociedade Brasileira de Geofísica (SBGf) e a Sociedade Brasileira de Geologia (SBG).

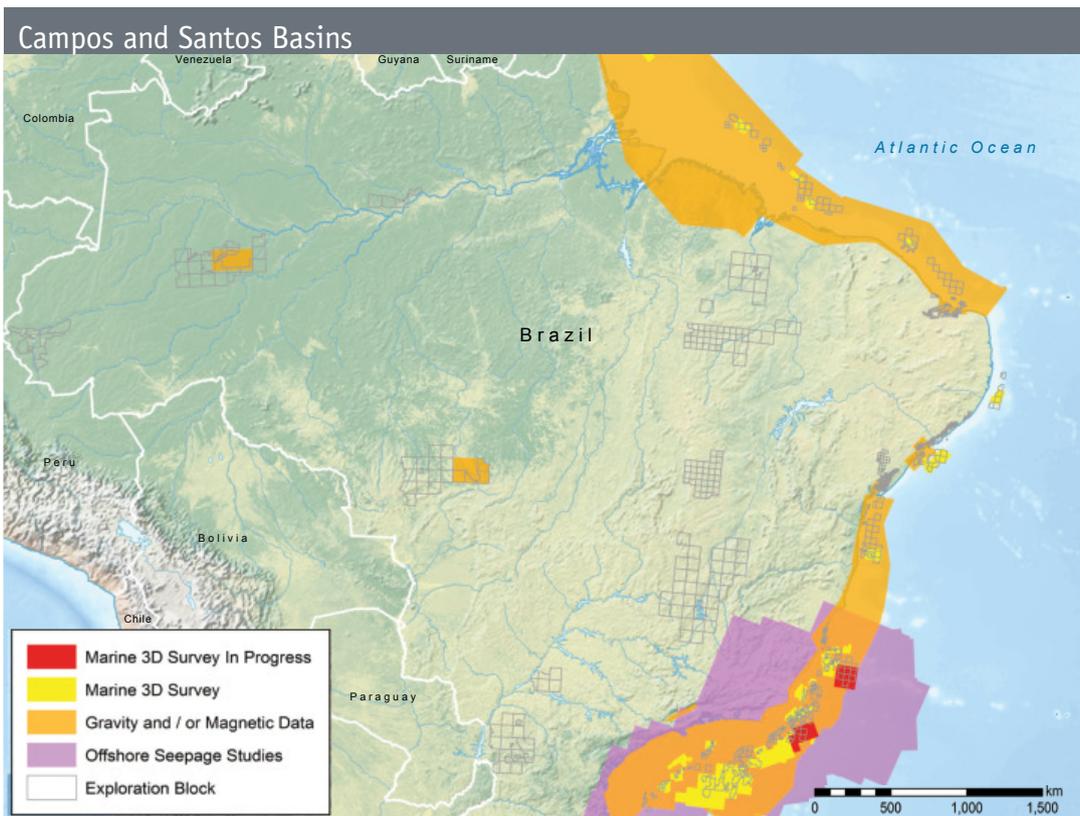
A grande demanda de estandes por parte das empresas, o número de pôsteres a serem exibidos e o quantitativo de inscritos, acima da previsão, são garantias de sucesso do SIMEXMIN 2014. Um conjunto de seis cursos oferecidos por especialistas de renome internacional, após o simpósio, assegura um grande fechamento do evento.

SimeXmin
 VI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE EXPLORAÇÃO MINERAL
 VI BRAZILIAN SYMPOSIUM ON MINERAL EXPLORATION



Covering Brazil

Assess the acreage in advance



CGG can give you the competitive edge of first movers' advantage with our multi-disciplinary data library and expert knowledge of Brazil's hydrocarbon provinces and geopolitical environment. Combine geophysical and geological information to assess the 11th & 12th round acreage in greater detail and mitigate exploration risk.

- 63,400 sq km of high-quality 3D seismic PSDM data
- 13,760 sq km of broadband 3D seismic PSDM data utilizing proprietary **BroadSeis™** technology
- **Robertson** geological experience in both pre- and post-salt plays together with insight from the conjugate margins
- **NPA Satellite Mapping** Seepage Study (246 weather screened and interpreted radar images)
- Potential field products including over 1 million line km of gravity and magnetic data

Contact us for more information today:
 Geomarket Director, Luiz Braga
 +5521 21361650 - luiz.braga@cgg.com

cgg.com/multi-client



ESPECIAL

Aerogeofísica: Muito além de um Voo

No Brasil os levantamentos aerogeofísicos deram sua contribuição em importantes descobertas de jazidas minerais como Carajás, no Pará. Órgãos públicos e empresas privadas investem alto para que o território nacional seja completamente coberto nos próximos anos.

Os métodos geofísicos aéreos na prospecção de minerais e hidrocarbonetos se distinguem dos terrestres pela facilidade operacional, por cobrir grandes áreas com baixo custo, por causar baixo impacto ambiental e por proporcionar alta resolução de amostragem na linha de voo.

A aerogeofísica tem como características principais o fácil acesso ao local a ser pesquisado e a rapidez em levantamentos de grandes extensões territoriais, como áreas alagadas, grandes florestas, terrenos acidentados montanhosos e oceanos. “Além do fato de não ter que abrir caminhos, cortar árvores, deixando a natureza intocável, podemos dizer que a aerogeofísica é um método ecologicamente correto. Teoricamente, o método terrestre só deve ser empregado depois do levantamento aéreo”, afirma **Divino Barbosa**, presidente da empresa Microsurvey Aerogeofísica e Consultoria Científica.



Foto: Arquivo Pessoal

De acordo com **Cantidiano Freitas**, geofísico da empresa Vale, os métodos aéreos se distinguem dos terrestres, principalmente, pela facilidade operacional, por cobrir grandes áreas com baixo custo, reduzido impacto ambiental, além da alta resolução de amostragem na linha de voo. “Ressalto que os levantamentos



Foto: Arquivo Pessoal

aéreos não substituem os levantamentos terrestres em toda a sua diversidade e aplicações específicas, como IP, sísmica, entre outras. De forma local algumas técnicas, como a eletromagnetometria, com a evolução dos sistemas e da navegação por GPS, já nos permitem planejar e executar sondagem diretamente dos dados aéreos com sucesso. As técnicas de levantamentos aerogeofísicos que, de maneira direta ou indireta, tiveram forte contribuição na descoberta de depósitos minerais no Brasil foram a magnetometria/gravimetria para hidrocarbonetos e a magnetometria/eletromagnetometria e gravimetria para minerais metálicos e não metálicos. Além dos constantes avanços da aeromagnetometria, nas últimas décadas, foram introduzidas as técnicas de aerogamaespectrometria, aerogravimetria e aeroeletromagnetometria. Os custos dos levantamentos aerogeofísicos são menores quando comparados aos terrestres, além de trazerem outros benefícios, como evitar aberturas de linhas na superfície e contratos com superficiários”.

Nem todo método de geofísica terrestre tem seu correspondente aéreo, como afirma **Augusto Pires**, professor aposentado e pesquisador associado da Universidade de Brasília (UnB) e coordenador de projetos da Agência para o Desenvolvimento Tecnológico



Foto: Arquivo Pessoal

da Indústria Mineral Brasileira (ADIMB). “Certos métodos de geofísica demandam, por princípio, contato direto com o terreno como, por exemplo, a sísmica e os métodos elétricos de corrente contínua. Os métodos de geofísica aérea têm custos menores de aquisição de dados no recobrimento de grandes áreas. Em comparação com os métodos que são baseados na coleta de dados no terreno, técnicas de aerotransportadas oferecem as vantagens de um melhor acesso, amostragem rápida e uniforme em escalas ideais para muitos problemas geofísicos, além de um tremendo potencial para estudos interdisciplinares em escalas intermediárias. Aeronaves proporcionam a capacidade de atravessar regiões que seriam, através de outro meio, difíceis ou impossíveis cobrir. Exemplos incluem áreas remotas dos Andes, as águas traiçoeiras da Passagem de Drake, na América do Sul, e a Bacia Amazônica, densamente vegetada”.

Para Allan Fruchting, geofísico da Diretoria de Exploração Mineral da Votorantim Metais, as vantagens dos métodos aéreos em relação aos terrestres referem-se à agilidade na aquisição dos dados, à cobertura de grandes áreas, além do fato de não haver a necessidade de um acordo prévio com superficiários e proprietários das terras. “Fazendo uma comparação em termos de tempo entre a execução de uma campanha de magnetometria terrestre e uma campanha de magnetometria aérea de 1.000 km, leva-se um ano para executar a primeira e 10 dias para executar a segunda. Atualmente as novas tecnologias que vêm sendo desenvolvidas permitem a realização de sondagem exploratória diretamente dos dados aéreos, a depender das substâncias pesquisadas como, por exemplo, o níquel sulfetado, que geralmente está associado a anomalias condutivas e magnéticas. Métodos terrestres são fundamentais para um melhor posicionamento da fonte causadora da anomalia geofísica em subsuperfície e na maioria das vezes fornecem melhor precisão. Entretanto, deve haver um bom controle e conhecimento geológico do alvo a ser estudado”.

André Rabelo, gerente de Marketing e Vendas da CGG Airborne na América do Sul concorda que, em comparação aos métodos terrestres, os métodos aéreos são muito mais rápidos e baratos. Também permitem uma amostragem de dados muito maior e homogênea da área de estudo, mesmo em regiões de difícil acesso e/ou remotas, tornando tam-



Foto: Arquivo SBGf

bém mais confiável os processos matemáticos de inversão e modelamento dos dados. “Por outro lado, os métodos geofísicos terrestres possuem maior precisão em suas medidas. Os métodos aéreos eletromagnéticos (AEM) e gravimétricos-gradiométricos (AGG) foram determinantes para novas descobertas na área mineral, bem como os métodos gravimétricos (AG) e gravimétrico-gradiométricos (AGG) para a área de

O&G, também não devemos esquecer de pelo menos uma importante descoberta de minério de urânio pela Nuclebrás, que foi resultado de um levantamento aerogamaespectrométrico realizado pela Lasa na década de 1970. No desenvolvimento da Província de Carajás, a magnetometria contribuiu para a delimitação dos depósitos de ferro. Posteriormente, os levantamentos eletromagnéticos no domínio do tempo (TDEM) foram determinantes para a descoberta de depósitos de minerais não ferrosos nesta mesma província”.

As medições do campo de radiação gama natural por meio de plataformas aéreas foram testadas e introduzidas operacionalmente no final da década de 1940. Os desenvolvimentos teóricos das décadas de 1960 e 1970 permitiram os primeiros desenvolvimentos metodológicos aéreos com base em indução eletromagnética no domínio da frequência. Augusto Pires continua a história da aerogeofísica: “Nas décadas a seguir observamos o desenvolvimento das técnicas eletromagnéticas aéreas no domínio do tempo. No presente século observamos a questão da melhoria do posicionamento dos dados com a incorporação do GPS e do GPS diferencial e o desenvolvimento de instrumentação capaz de registrar o campo gravitacional em plataformas aéreas com precisões satisfatórias. A magnetometria, por ter sido a primeira técnica geofísica aérea e por refletir nos seus registros estruturas e litologias diversas, rasas e profundas, é certamente a metodologia que produziu o maior número de resultados, levou a descoberta de depósitos minerais e teve um importante papel coadjuvante na prospecção de hidrocarbonetos”.

A aerogeofísica evoluiu junto com a indústria. Segundo Cantidiano Freitas, foram dois marcos significativos: o primeiro foi o salto tecnológico no qual sensores e eletrônica evoluíram do analógico para digital na década de 1970; e o segundo foi o uso da navegação por GPS, na década de 1980, quando os Estados Unidos liberaram o sinal para uso civil. “A combinação da evolução de sensores, eletrônica, informática (*hardware e software*) e navegação na década de 1990 marcaram definitivamente o uso da aerogeofísica como ferramenta de pesquisa mineral, amplamente utilizada em âmbito governamental e industrial. Ressalto a aerogravimetria, desenvolvida nas décadas de 1980/1990, como uma promissora ferramenta de pesquisa mineral. Para otimizar custos, hoje há uma forte exigência de utilização de multissensores em uma única plataforma (MAG, GAMA, EM e GRAV, obviamente respeitando as características de cada um), e também do uso de veículos aéreos não tripulados (VANTs) executando levantamentos aerogeofísicos”.

Segundo Allan Fruchting, desde a década de 1990 surgiram novos equipamentos e métodos, como gradiometria magnetométrica e sistemas eletromagnéticos no domínio da frequência. De 2000 em diante, principalmente a partir de 2002, novos sistemas eletromagnéticos no domínio do tempo (VTEM, MEGATEM) causaram uma revolução no que se refere à definição de anomalias a serem sondadas em busca de novos depósitos. Entre 2005 e 2006, foram desenvolvidos os primeiros sistemas EM passivos como ZTEM. “O acesso a estas novas tecnologias no Brasil ainda é complicado devido ao custo. Hoje a gradiometria magnética, além dos métodos eletromagnéticos e gravimétricos, proporciona maior confiança para a geofísica exploratória. As tecnologias de geoprocessamento, incluindo sistemas modernos e precisos de posicionamento global montados para aquisição dos dados, permitem a loca-

lização exata das anomalias em fases de *follow-up*. Também uma série de novos processamentos dos dados anteriormente coletados podem gerar informações importantes para a prospecção geofísica como, por exemplo, o cálculo do efeito IP, até então mapeado somente por meio do contato com a superfície terrestre e que agora pode ser estimado através do decaimento observado no dado de EM aéreo - um dado qualitativo, porém de grande interesse para a prospecção mineral”.

Divino Barbosa cita com bom humor os avanços na tecnologia. “O principal salto foi sem dúvida a navegação por satélite GPS, as coisas eram complicadas e difíceis de serem georreferenciadas antes desta bendita constelação de satélites artificiais. Um dia ainda vou escrever um livro com as histórias das artimanhas que tínhamos que criar para referenciar no solo aquilo que detectávamos em voo. Outro grande salto foi a eletrônica do microprocessador, da qual eu fiz parte no momento do desenvolvimento da tecnologia no Brasil, quando havia uma política de proibição de importação de qualquer *chip* ou equipamento eletrônico relacionado a computação. Isto foi o maior dano tecnológico ao nosso país, o qual nos colocou por anos afastados do mundo tecnológico externo”. O presidente da Microsurvey ainda exemplifica os avanços mais recentes: “Os novos gravímetros gradiométricos com três sensores, como o sistema FTG da Bell Geospace, são capazes de medir a densidade das rochas em 3D e conseguir imagens tridimensionais do subsolo. A Vale tem conseguido resultados surpreendentes com o mapeamento gravimétrico gradiométrico, inclusive publicando e apresentando estes resultados em vários congressos no Brasil e no exterior, comprovando a qualidade e importância deste método na avaliação e dimensionamento de jazidas de minérios”.

Nos últimos 30 anos, como afirma André Rabelo, os principais destaques tecnológicos na aerogeofísica foram os levantamentos eletromagnéticos no domínio do tempo (TDEM) e os gravimétricos-gradiométricos (AGG) por avião e, principalmente, helicóptero. “A partir do final dos anos 1980, a disponibilização pelo governo norte-americano dos sinais de satélite GPS para uso comercial de posicionamento geográfico impulsionou um grande salto tecnológico nas operações de aerogeofísica. Nos anos 90, a tecnologia que evoluiu com a aplicação de correção diferencial dos dados, em *real-time*, elevou sensivelmente a precisão das medidas geofísicas coletadas a bordo das aeronaves. Na verdade houve um círculo virtuoso neste período, quando se experimentou grandes avanços nas áreas de eletrônica e *software*; permitindo que os dados aerogeofísicos coletados com maior precisão e elevada taxa de amostragem fossem corretamente projetados em superfície e subsuperfície. O sistema multi-parâmetro Gryphon representa hoje o estado-da-arte na aquisição integrada de diversos métodos aerogeofísicos, incluindo aquelas tecnologias mais avançadas já disponíveis no Brasil: TDEM e AGG, numa mesma plataforma.

A introdução da tecnologia digital no instrumental de aquisição e registro de dados foi outro avanço importante, como explica Augusto Pires. “Isto implicou em uma significativa redução de custos e maior confiabilidade nas operações e nos produtos finais obtidos. Novos desenvolvimentos em instrumentação geofísica aérea também ocorreram nos últimos anos. Os métodos potenciais ganharam nova instrumentação e possibilidades de medições vectoriais; os métodos eletromagnéticos passaram a contar com sistemas de maior potência e

melhor espectro de frequência ou base de tempo para investigação; e a espectrometria gama com sistemas detectores de muitos canais e eletronicamente mais estáveis. Novas técnicas de processamento de dados constantemente são disponibilizadas, permitindo a obtenção de interpretações mais precisas e confiáveis”.

Nos últimos 10 anos o governo federal, através do Serviço Geológico do Brasil (CPRM) e da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), assim como os governos estaduais de Minas Gerais, Bahia e de Goiás, patrocinaram grandes levantamentos aerogeofísicos magnético-radiométricos e magnético-gravimétricos nas bacias sedimentares, recobrimo a quase totalidade do território nacional. “Estes levantamentos são de extrema importância. O Canadá já está na terceira fase de levantamento aerogeofísicos do país, assim como a Austrália. Ao completar os levantamentos magnetométrico e gamaespectrométrico básicos regionais, ou quase completá-los, deveríamos iniciar a fase de detalhamento com os métodos mais caros de detalhamento como eletromagnético, gravimétrico, gravimétrico gradiométrico e outros de detalhamento de alvos”, comenta Divino Barbosa.

Para Augusto Pires, os dados coletados em levantamentos de geofísica aérea têm contribuído de forma significativa para o avanço do conhecimento geológico do país e para a descoberta de depósitos minerais. “Atualmente a CPRM incorpora, de forma sistemática, dados de geofísica aérea na cartografia das folhas geológicas nas escalas de 1:250.000 e 1:100.000. Aerolevantamentos geofísicos em áreas pouco conhecidas têm sido seguidos de um incremento significativo de pedidos de pesquisa de bens minerais junto ao DNPM. Como exemplo, poderíamos citar o depósito de Triunfo, em Pernambuco, em investigação conduzida pela Votorantim Metais. Logo após a liberação de dados de um projeto aerogeofísico realizado no Nordeste, a Votorantim Metais observou uma pequena anomalia magnética associada a uma anomalia negativa em gamaespectrometria. Estudos de campo indicaram pequeno corpo aflorante de rochas ultramáficas mineralizadas que, em estudos subsequentes, apresentaram continuidade significativa em subsuperfície. Este corpo ultramáfico estava em ‘nosso quintal’. Temos muito ainda o que investigar”.

Para Allan Fruchting, o investimento realizado tanto pelo governo federal como pelos governos estaduais promove um avanço no conhecimento geológico das principais províncias minerais brasileiras. “A importância de ações como estas é maior ainda quando a pesquisa é executada em países de dimensões continentais como o Brasil, em regiões com os blocos levantados, em províncias conhecidas e também em novas fronteiras minerais. No caso da exploração mineral da Votorantim Metais, algumas descobertas foram realizadas através da seleção de anomalias detectadas por levantamentos governamentais e é cultura dentro dos programas regionais e dos demais projetos o uso contínuo de todos os dados aerogeofísicos que tivemos acesso nos últimos anos. Como complemento ao fomento realizado pelo governo, por meio de suas instituições, faz-se necessário um programa contínuo e atento de *follow-up* das anomalias selecionadas, de preferência acompanhada de *follow-up* geoquímico de rocha e/ou solo. Assim, certamente novas descobertas continuarão a serem realizadas”.



Operação do método EM por helicóptero (HelITEM)

Foto: Arquivo CGG

O geofísico da Diretoria de Exploração Mineral da Votorantim Metais ainda ressalta que, para complementar a base governamental, é fundamental a realização de levantamentos eletromagnéticos no domínio do tempo em escala regional em províncias com alto potencial mineral e onde exista espaço para realizar atividades de exploração mineral. “As rochas vulcânicas e sedimentares do Grupo Roosevelt na região Norte do país, por exemplo, seria uma dessas áreas. Este método pode gerar novas descobertas, porém a seleção das áreas para a realização de um levantamento como este deve ser mais apurada e os blocos não podem ser próximos de grandes centros urbanos. Em bacias sedimentares, os levantamentos sísmicos terrestres de escala regional poderiam ser feitos para complementar o entendimento estrutural. Atualmente, algumas tecnologias são de rápida aquisição com sismógrafos acoplados a grandes caminhões e esteiras, podendo ser realizadas ao longo de estradas e sem o uso de explosivos”.

Na área de mapeamento geológico estamos vivendo um momento único de transição de tecnologia aerogeofísica, segundo André Rabelo. “Em breve será finalizado o programa de levantamento regional aerogeofísico por magnetometria e radiometria no âmbito do programa de mapeamento geológico da CPRM, Companhia Baiana de Pesquisa Mineral (CBPM) e Companhia de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais (CODEMIG). Ou seja, o próximo passo para se obter novas informações geológicas passa, inevitavelmente, pela necessidade de se utilizar modernas tecnologias aerogeofísicas, permitindo assim aprofundar o conhecimento geológico, com o objetivo de induzir a descoberta de novos depósitos minerais. A CPRM já está utilizando pontualmente outras tecnologias aerogeofísicas em projetos pilotos, como forma de testá-las e se capacitar frente aos novos desafios que virão nos próximos anos. Essa transição de tecnologia aerogeofísica já aconteceu em diversos outros países e passará naturalmente pelos métodos eletromagnéticos no domínio do tempo (TDEM) e gravimétricos semirregionais, com aplicação para o mapeamento geológico. Também se recomenda a gravimetria-gradiométrica (AGG) para os programas governamentais na área de O&G”.

Augusto Pires afirma que os organismos governamentais, principais contratantes de aerolevantamentos geofísicos, têm se limitado a investigar as áreas de rocha dura. “Contudo, de-

ESPECIAL

pósitos minerais também ocorrem em ambientes sedimentares. Adicionalmente, coberturas sedimentares podem estar encobrindo alvos importantes do embasamento. Sou de opinião que todo o território nacional deva ser recoberto por técnicas geofísicas regionais tais como: magnetometria, gamaespectrometria e gravimetria, independentemente do ambiente geológico. Entendo que a ênfase possa, no momento, ser a cobertura dos terrenos arqueanos e proterozóicos. Contudo, a cobertura integral do território nacional com os métodos geofísicos mencionados trará um ganho significativo no conhecimento geológico e potencial mineral do país”.

De acordo com André Rabelo há atualmente uma grande quantidade de dados aerogeofísicos disponíveis que ainda não foram interpretados. “Se todos estes dados, ou a sua maior parte, fossem interpretados, certamente, teríamos muito mais informações geológicas disponíveis e, possivelmente, muito mais êxito em nossa atividade exploratória. O Brasil possui profissionais altamente competentes e qualificados na área de interpretação, entretanto não na quantidade necessária para projetos de interpretação em grande escala. Uma iniciativa no sentido de capacitar um contingente significativo de geofísicos para atuar em interpretação e modelagem dos dados magnetométricos e gamaespectrométricos existente atualmente no Brasil serviria para acelerar o trabalho de mapeamento geológico realizado pela CPRM, assim como para desenvolver a atividade exploratória no país. É importante uma ação conjunta e de longo prazo para formar e capacitar estes profissionais, abrangendo as universidades, órgãos de governo e iniciativa privada. As universidades precisam intensificar este processo – através de dados públicos ou convênios com órgãos e agências de governo –, de forma a preparar cada vez mais o corpo docente e discente nessas atividades. Por outro lado, a iniciativa privada deve também participar das atividades de interpretação de dados via terceirização pelo governo que são as detentoras dos dados”.

A questão da carência de profissionais capacitados para atender a demanda do país é citada por Cantidiano Freitas como uma necessidade para as próximas ações governamentais. “Seriam recomendados trabalhos de interpretação, principalmente pelo Serviço Geológico do Brasil para uso na evolução do conhecimento e mapeamento geológico do país. No caso da pesquisa de detalhe a obrigação deve ser maior para as empresas manterem equipes específicas de geofísica para a interpretação. Quanto aos profissionais capacitados, no caso da exploração de hidrocarbonetos a situação é melhor, pois as empresas fazem forte investimento em treinamento de suas equipes com cursos de pós-graduação, mas para a exploração mineral há forte carência de profissionais capacitados”. O geofísico da Vale cita os obstáculos encontrados para os geocientistas se qualificarem: falta de recursos em universidades, falta de incentivo à pesquisa, baixa remuneração de professores e pesquisadores e falta de projetos entre empresas e universidades para a solução de problemas pontuais.

Algumas empresas brasileiras apostam na qualificação profissional internacional. “A Microsurvey tem investido no treinamento de técnicos brasileiros no exterior. Existem empresas nacionais de alto nível de processamento e interpretação de dados geofísicos. Entre elas estão a RECONSULT e a INTERGEO, que receberam investimento da Microsurvey no envio de seus geocientistas em cursos de aprimoramento no Canadá e África do Sul. Este investimento foi feito exatamente para cobrir a deficiência que havia no mercado interno de profissionais qualificados em tecnologias muito recentes, principalmente na área de métodos eletromagnéticos aéreos no domínio do tempo. A única dificuldade de se investir na qualificação dos geocientistas brasileiros é a inconstância dos serviços oferecidos pelo governo para empresas de geofísica. A cada obra terminada não se sabe quando irá acontecer a próxima. É sempre um mercado de incertezas”, comenta Divino Barbosa.

ObliQ
“SLIDING-NOTCH”
AQUISIÇÃO E IMAGEAMENTO

Veja seus dados através de uma perspectiva completamente nova
Reboque cabos em quase qualquer profundidade

ObliQ * é uma técnica de aquisição e imageamento de dados sísmicos marítimos com alto custo-benefício, sua característica de banda larga aumenta o conteúdo de baixas frequências sem comprometer as altas.

Os cabos podem ser rebocados desde 5 a 50 m - uma gama maior de profundidade do que a disponível na aquisição convencional.

slb.com/ObliQ

WesternGeco

*Mark of Schlumberger. © 2013 Schlumberger. 13-se-0005

De acordo com Augusto Pires, o volume de dados aerogeofísicos de boa qualidade obtidos a partir do início do presente século tem auxiliado de maneira significativa o mapeamento geológico e a prospecção mineral. “Muito mais poderia ser tirado destes dados. Trabalhos científicos publicados no Brasil e no exterior abordando exemplos de processamentos desenvolvidos cuidadosamente utilizando técnicas diversas de realce, integração com dados geológicos, geoquímicos e de sensoriamento remoto têm revelado alvos interessantes para a exploração mineral. Acredito que uma etapa de interpretação regional de dados aerogeofísicos e de integração com outros dados geocientíficos disponíveis poderia definir províncias relevantes para a exploração. Isto poderia ser demandado pelos órgãos governamentais que contratam os aerolevantamentos. Existe conhecimento no país para executar esta atividade. Contudo, por falta de demanda e estímulo, são poucas as empresas especializadas e os profissionais habilitados. Os nossos cursos de graduação e pós-graduação em Geofísica estão qualificando anualmente cerca de uma centena de jovens na área. Hoje em dia as universidades brasileiras estão bem equipadas de recursos humanos e infraestrutura instrumental para disponibilizar profissionais qualificados para o mercado. Se houver demanda estou certo que as universidades poderão atender”.

Carajás é a última grande jazida do Brasil?

Depois da descoberta de Carajás (PA), em 1967, nenhuma outra província ou jazida de classe mundial foi encontrada em território brasileiro. Cantidiano Freitas dá sua opinião sobre a afirmação. “Em geral, a descoberta de novas províncias minerais ocorre devido ao planejamento estratégico e a implantação de um programa de exploração mineral sistemático. A ausência de descoberta de novas províncias minerais no Brasil, apesar dos esforços já implementados pelas mineradoras que aqui passaram, acredito estar relacionada à falta de um contínuo e sistemático programa de exploração mineral apoiado na revisão e melhoria do conhecimento geológico, onde os aerolevantamentos têm forte impacto e contribuição. O *gap* de descobertas está associado à falta de investimento em conhecimento geológico, pois tanto o mapeamento como os aerolevantamentos básicos foram interrompidos por anos. Depois de 2000 o governo retomou a execução de aerolevantamentos. Contudo, agora deveria ocorrer um ciclo de investimento e implantação de programas de exploração de longo prazo para que novas jazidas possam ser descobertas”.

André Rabelo também concorda que o Brasil carece de grandes descobertas e acrescenta que qualquer descobrimento significativo neste sentido seria importante, pois poderia ser um catalisador para fomentar mais a atividade mineradora. “Entretanto não creio que o sucesso de nossa atividade mineira seja quantificado apenas pelo número de descobertas de jazidas de classe mundial. Durante os últimos 10-15 anos foram descobertas diversas jazidas de pequeno e médio porte com ótima rentabilidade e que demonstram que houve, sim, muitos êxitos. Estes ‘pequenos’ sucessos não foram por acaso e sim fruto dos investimentos sistemáticos dos governos federal e estaduais no mapeamento geológico e das empresas privadas no detalhamento e exploração de suas áreas de pesquisa. Por outro lado, o fato é que, embora grandes levantamentos aerogeofísicos regionais estejam sendo fomentados, estamos ainda atrasados em cronograma, quantidade e tec-

nologia. Estes itens contam dramaticamente quando se trata de qualquer atividade de exploração que envolva risco. No Brasil esta questão é ainda mais dramática quando levamos em conta a dimensão continental do país, a complexidade da geologia e o quase completo desconhecimento das regiões mais profundas da crosta. Países com forte tradição mineira, como Austrália e Canadá, possuem em andamento iniciativas que visam o mapeamento geológico-estrutural de zonas tão profundas quanto a interface entre a crosta e o manto”.

Allan Fruchting diz que existem dados aerogeofísicos muito interessantes no Brasil, porém o investimento em exploração mineral ainda é menor do que nossos vizinhos da América Latina, apesar de possuírem um território mais restrito. “Carajás é uma província mineral gigante com platôs de ferro com dezenas de quilômetros e, certamente, deverão ocorrer mais descobrimentos. Há descobertas minerais fora desta província que, muitas vezes, não são viabilizadas por falta de infraestrutura. Creio que para a descoberta de novos depósitos no Brasil o caminho seja a continuidade de trabalhos sistemáticos de pesquisa mineral, como já tem sido feito através do fomento governamental e da indústria, porém precisamos aumentar o número de sondagens exploratórias. No Brasil, ainda é possível descobrir gossans e veios de quartzo mineralizados ao lado de estradas remotas e, às vezes, não tão longe de pequenas cidades do interior. Com o auxílio da geofísica exploratória podemos simplificar a descoberta de um novo depósito mineral”.

Apesar de não terem ocorrido grandes descobertas minerais pós-Carajás, Divino Barbosa cita que foram feitas descobertas importantes, mas muitas estão sob sigilo industrial. “Várias jazidas foram detectadas em nossos mapeamentos para empresas brasileiras e estrangeiras. Nada tão grande quanto Carajás, mas muitas coisas significantes sobre as quais nossos clientes não publicam por estratégia de mercado. Muitos são dados dos últimos levantamentos executados para CPRM, que ainda não foram disponibilizados talvez pela espera das definições do Código Brasileiro de Mineração”.

Augusto Pires observa que quase a totalidade dos depósitos minerais brasileiros conhecidos tinham manifestação em superfície. Globalmente a tendência é de exploração mineral em profundidades maiores. “Nos últimos 60 anos a maioria dos depósitos foram encontrados a poucas centenas de metros da superfície, sendo que a maioria estava nos primeiros 50 metros. A fronteira que agora precisa ser explorada estará mais na ordem de 0,5 a 1,5 km e este é o desafio da exploração em subsuperfície. A estratégia de exploração mineral deverá ser alterada, de um modelo com base em procura de afloramentos para um mais próximo da linha da exploração de petróleo. Isto não significa a inexistência de potencial exploracional para alvos aflorantes ou rasos. As descobertas mais recentes em Triunfo, em Pernambuco, e de bauxita de Barro Alto, em Goiás, são exemplos de manifestações superficiais. Existem enormes porções do país sem dados geológicos ou geofísicos de qualidade. Um depósito de classe mundial pode ter uma dimensão superficial de umas poucas centenas de metros. Tanto os dados geofísicos de boa qualidade e diversificados, como as bases geológicas mais detalhadas, juntamente com levantamentos geoquímicos regionais, quando disponibilizados continuamente para a indústria produzem resultados”, conclui.

ARTIGO TÉCNICO

Aplicação de Dados Aerogamaespectrométricos e Aeromagnetométricos no Mapeamento da Faixa Dobrada Seridó (RN/PB) e de seu Embasamento

Roberto Gusmão de Oliveira e Vladimir Cruz de Medeiros (CPRM – Serviço Geológico do Brasil)

RESUMO

O desenvolvimento da Faixa Dobrada Seridó ocorreu no Neoproterozoico e seu arcabouço tectônico foi estruturado durante a colagem do Supercontinente Gondwana. Neste trabalho, a aplicação de dados gamaespectrométricos e magnetométricos para o mapeamento de suas rochas e de seu embasamento foi bastante eficiente. Nos trabalhos de correlação, observou-se que a associação entre dados radiométricos com estruturas de corpos aflorantes foi muito positiva. Assim como, a interpretação dos dados magnetométricos foi fundamental para a compreensão da evolução estrutural e para o conhecimento da geologia profunda da crosta.

INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

A integração de dados geofísicos e geológicos requer que o resultado seja um compromisso entre as diferenças e semelhanças nas propriedades e características dos diferentes dados, de modo a obter um produto final consistente. Por isso, compatibilizar dados que representem as propriedades físicas das rochas com mapas geológicos, resultantes de observações qualitativas e com um alto grau de complexidade, necessita de experiência do pesquisador e exige que os dados geofísicos tenham boa qualidade e resolução. Nos últimos dez anos, a CPRM-Serviço Geológico do Brasil empreendeu a tarefa de recobrir todo o Brasil com dados gamaespectrométricos e magnetométricos, levantados em plataforma aérea, com linhas de voos espaçadas de 500 m e aeronaves na altura de 100 m. O objetivo desses levantamentos foi prover dados aerogeofísicos de qualidade, como ferramenta indispensável nos mapeamentos geológicos e na pesquisa de novos recursos minerais.

Este trabalho apresenta um exemplo da efetividade desses dados na aplicação da cartografia de uma área com variações geológicas e estruturais muito complexas, como é o caso da Faixa Dobrada Seridó.

CONTEXTO GEOLÓGICO

A Faixa de Dobramentos Seridó está localizada na extremidade nordeste da Província Borborema (Almeida et al., 1977) (Fig. 1). Ela forma um cinturão de rochas com direção NNE-SSW composto por supracrustais neoproterozoicas constituídas por micaxistos da Formação Seridó; quartzitos e metaconglomerados da Formação Equador; e paragneisses, mármore, formações ferríferas e metaultramáficas da Formação Jucurutu (Fig. 2). Esse cinturão de rochas foi deformado e metamorfoisado no final do Neoproterozoico (Angelim, 2006), no ápice da Orogênese Panafricana-Brasiliana que soldou o Supercontinente Gondwana Oeste (Trompette, 1994).

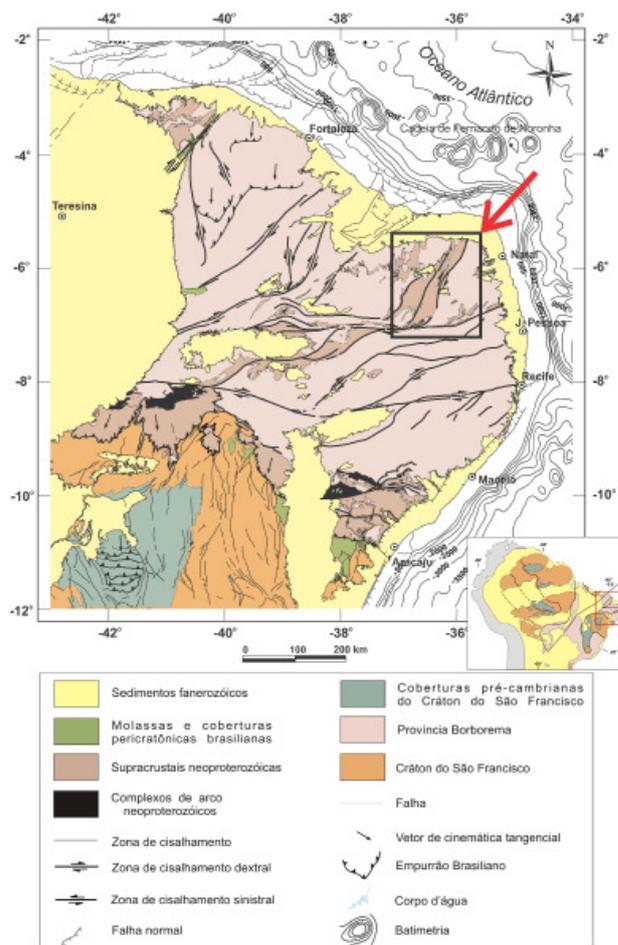


Fig. 1: Localização da área de estudo no contexto geológico da Província Borborema.

A Orogênese Panafricana-Brasiliana compartimentou as rochas em torno da Faixa Dobrada Seridó em três grandes domínios que representam o seu embasamento (Fig. 2). No leste, o Domínio São José do Campestre é formado por complexos paleoproterozoicos constituídos por ortogneisses e migmatítico e ainda por complexos arqueanos compostos por ortogneisses graníticos, anfibólitos, formações ferríferas, paragneisses e metaultramáficas (Angelim, 2006). No oeste, o Domínio Rio Piranhas é formado por ortogneisses e migmatitos paleoproterozoicos (Angelim, 2006). No sul, o Domínio da Zona Transversal é composto por metassedimentos e ortogneisses formados no início do Neoproterozoico (Santos, 2002).

Na Faixa Dobrada Seridó e nos três domínios do embasamento ocorrem inúmeros corpos plutônicos intrudidos na Orogênese Panafricana-Brasiliana. Afloram granitos porfíricos K-calcialcalinos, granitos equigranulares finos médios K-calcialcalinos, dioritos e gabros shoshoníticos, granitos e quartzo sienitos alcalinos e gra-

nodioritos calcialcalinos (Fig. 2). No Mesozoico ocorreu o Vulcanismo Rio Ceará Mirim, com petroquímica toleítica, que aflora na forma de diques com direção leste-oeste (Mizusaki et al., 2002). O Cenozoico foi marcado por um evento de vulcanismo básico alcalino (Vulcanismo Macau) que formou derrames, soleiras e *necks* (Mizusaki et al., 2002); bem como pela sedimentação de arenitos e conglomerados (Fig. 2).

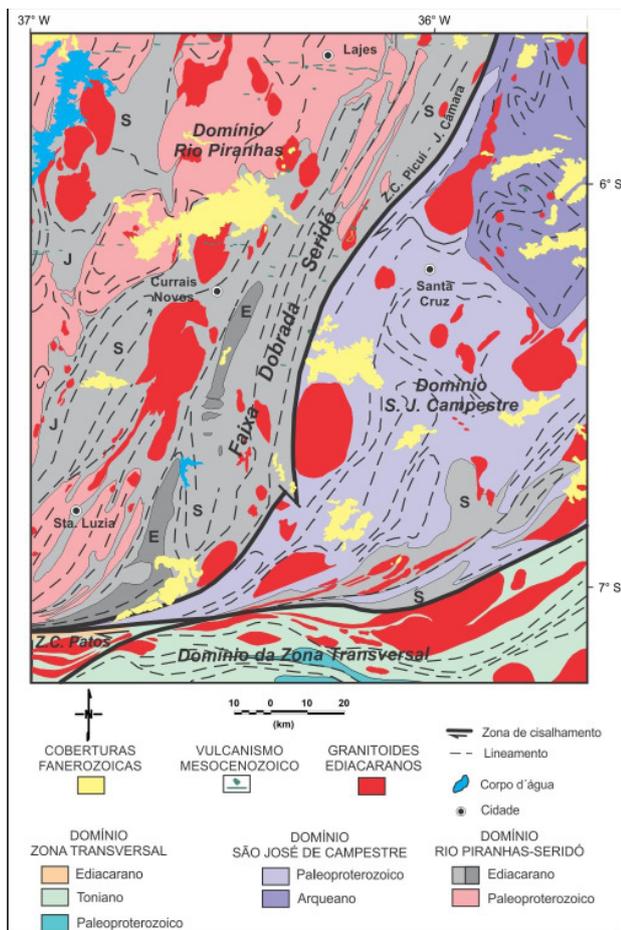


Fig. 2: Esboço geológico da região estudada. J=Formação Jucurutu; E=Formação Equador; S=Formação Seridó.

DADOS E MÉTODOS

Os dados aerogeofísicos utilizados neste trabalho fazem parte de dois projetos. O terço leste da área foi levantado pelo Projeto Aerogeofísico Borda leste do Planalto da Borborema (LASA & PROSPECTORS, 2008); os dois terços restantes (centro e oeste da área) foram levantados pelo Projeto Levantamento Aerogeofísico Paraíba - Rio Grande do Norte (LASA & PROSPECTORS, 2010). Os projetos levantaram perfis magnetométricos e gamaespectrométricos de alta resolução, com linhas de voo e controle espaçadas de 500 m e 5.000 m, orientadas nas direções N-S e E-W, respectivamente. A altura de voo foi fixada em 100 m sobre o terreno. O gamaespectrômetro com cristais de iodeto de sódio (NaI) detectou fotopicos de potássio, equivalente urânio e equivalente tório, com as medidas sendo efetuadas a cada 1,0 segundo. O magnetômetro com sensor de vapor de césio foi montado na cauda da aeronave (tipo *stinger*) com as medidas sendo efetuadas a cada 0,1 segundo.

Para a interpretação e correlação geológica dos dados gamaespectrométricos foi utilizada uma composição ternária RGB dos dados interpolados (125 x 125 m) dos canais de potássio, equivalente tório e equivalente urânio (Figs. 3 e 4). Para interpretação e correlação geológica dos dados magnetométricos foi empregada a malha interpolada (125 x 125 m) dos dados de intensidade magnética total, micronivelados e com o IGRF removido (Figs. 5 e 6).

A interpretação dos dados foi executada de forma iterativa com o conjunto de mapas, permitindo um resultado final consistente e coerente.

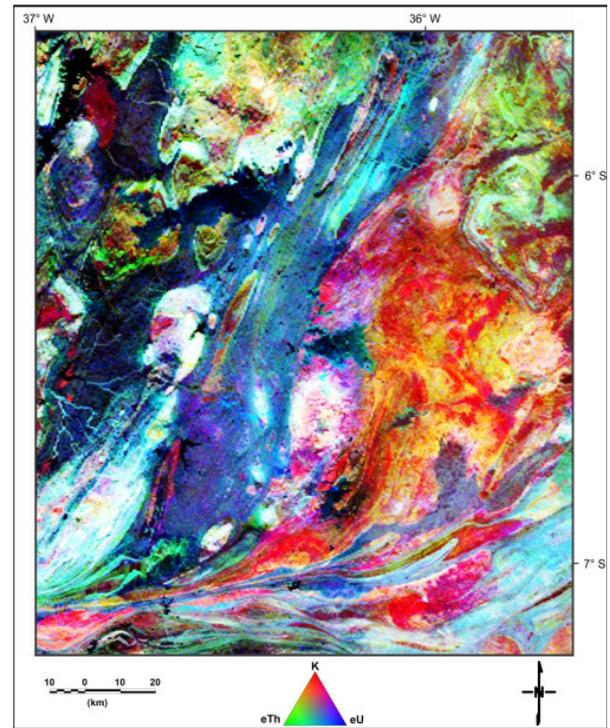


Fig. 3: Composição radiométrica ternária RGB da região da Faixa Dobrada Seridó.

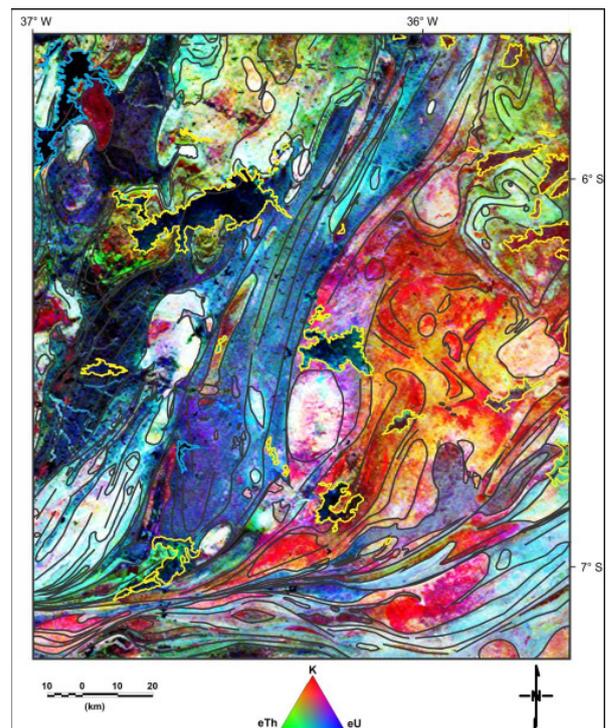


Fig. 4: Composição radiométrica ternária RGB com sobreposição de contatos e estruturas geológicas mapeadas.

ARTIGO TÉCNICO

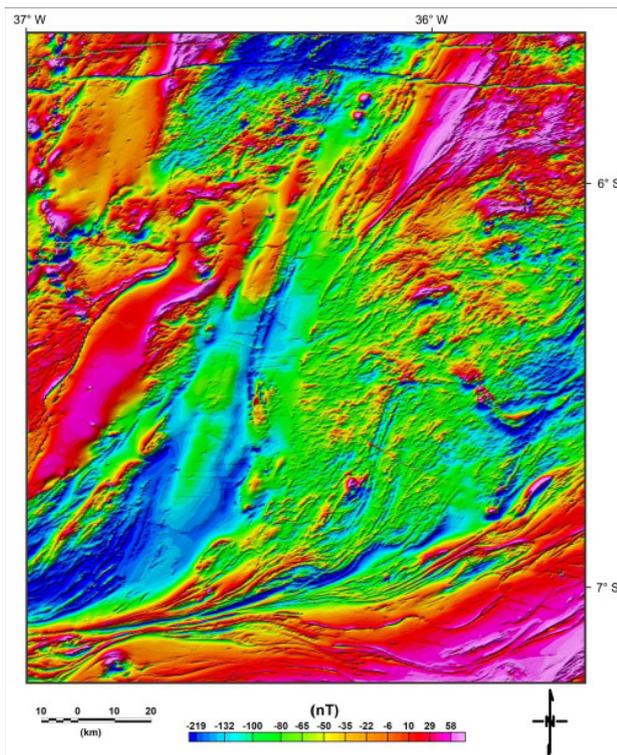


Fig. 5: Intensidade magnética total da região da Faixa Dobrada Seridó.

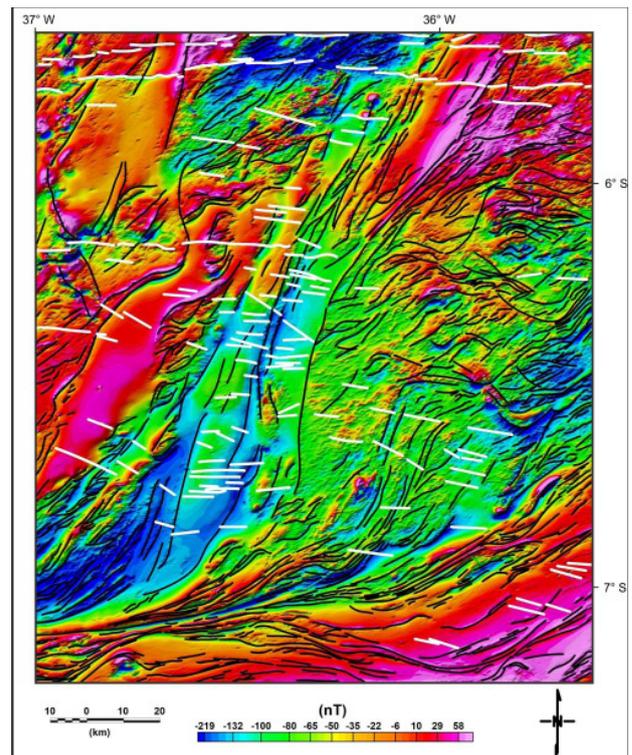


Fig. 6: Intensidade magnética total com sobreposição dos alinhamentos magnéticos interpretados. Os traços pretos são interpretados como estruturas dúcteis. Os traços brancos como estruturas frágeis e diques.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A observação da composição radiométrica ternária (Figs. 3 e 4) demonstra pela tonalidade predominantemente azulada que as rochas da Formação Seridó estão correlacionadas com o enriquecimento em U. Isso decorre da composição dos micaxistos originados pelo metamorfismo de sedimentos argilosos. Algumas faixas apresentam tons esverdeados, sugerindo nesses locais a predominância de uma sedimentação arenosa cujos derivados metamórficos mantiveram os minerais pesados e resistentes ricos em Th, como por exemplo, monazita e zircão. A Formação Equador tem tons avermelhados associados à presença de K nas moscovitas dos quartzitos e nos feldspatos dos conglomerados. Na Formação Jucurutu o padrão de cores é mais variado. Nesse caso, é comum a correlação de cores pretas com mármore e ultramáficas, marrons com formações ferríferas e tons pintalgados de verde, azul e preto onde ocorrem solos lateritizados (Figs. 3 e 4).

Nas rochas do embasamento, o Domínio São José do Campestre apresenta dois padrões distintos, um com cores avermelhadas e amareladas associadas à composição granítica dos ortognaisses e migmatitos paleoproterozoicos e, o outro, com cores esverdeadas, indicando uma origem metassedimentar dominante para os gnaisses das rochas arqueanas. Nesse domínio, faixas marrons e pretas se correlacionam com a intercalação de formações ferríferas e ultramáficas. Os ortognaisses e migmatitos do Domínio Rio Piranhas são enriquecidos igualmente em K, Th e U, como pode ser observado pelas tonalidades esbranquiçadas que estas rochas apresentam na composição ternária. No domínio da Zona Transversal as faixas esverdeadas e azuladas demarcam de forma evidente metassedimentos com origem areno-argilosa (Figs. 3 e 4).

Um padrão muito marcante na gamaespectrometria (Figs. 3 e 4) são as formas semicirculares com cores variadas apresentadas pelas intrusões graníticas que ocorreram na Orogênese Panafricana-Brasiliana. Destacam-se, sobretudo, os tons avermelhados dos corpos K-calcialcalinos e os tons esbranquiçados dos corpos com petroquímica alcalina, enriquecidos igualmente em K, Th e U. Os sedimentos cenozoicos são delimitados por formas irregulares com cor preta por causa da sua composição predominantemente areno-silicosa.

Na região da Faixa Seridó ocorrem inúmeros alinhamentos magnéticos alongados e sinuosos (Figs. 5 e 6), cuja correlação geológica mais adequada é com zonas de cisalhamento e corpos magnéticos alongados (granitos, anfíbolitos, metamáficas, formações ferríferas, entre outros). Esses alinhamentos separam diferentes padrões magnéticos que estão claramente associados aos domínios tectônicos reconhecidos no mapeamento geológico. Assim, a Faixa Seridó está bem caracterizada por anomalias com comprimentos de onda longos e eixos orientados na direção NNE-SSW. A forma dessas anomalias revela a atenuação do sinal magnético das rochas do embasamento produzida pelos metassedimentos. No Domínio São José do Campestre o padrão magnético indica a existência de uma crosta muito magnética, com anomalias estreitas, alongadas e às vezes vergadas em formas semicirculares ou sigmoides indicando uma forte complexidade estrutural. No Domínio Rio Piranhas os dados indicam que crosta é menos magnética, com alinhamentos principais alongados na direção NNE-SSW. Entretanto, destaca-se uma grande anomalia no norte da área onde afloram gabros e gnaisses com magnetita. Também, um alinhamento expressivo de anomalias

semicirculares no limite leste da área está correlacionado com formações ferríferas. O Domínio da Zona Transversal, nessa região, também é composto por uma crosta pouco magnética. Nesse domínio, os alinhamentos, geralmente correlacionados às zonas de cisalhamento, são alongados, sinuosos e estão orientados na direção E-W.

Nos dados magnetométricos, uma das feições mais marcantes são os alinhamentos curtos, retilíneos e com direção E-W (Figs. 5 e 6). Eles estão associados ao magnetismo básico toleítico (Vulcanismo Ceará Mirim), que precedeu a abertura do Oceano Atlântico e pode estar associado à passagem da Placa da América do Sul sobre uma pluma do manto.

CONCLUSÕES

A correlação entre dados aerogeofísicos e geológicos apresentada e discutida neste trabalho demonstra a eficácia do emprego de dados gamaespectrométricos e magnetométricos no mapeamento geológico. Os dados radiométricos pela sua característica de investigação rasa possuem uma correlação muito forte com a geologia superficial. Eles são fundamentais na preparação de mapas de serviços prévios que são empregados na checagem de dados no campo. Por outro lado, os dados magnetométricos expressam a geologia mais profunda e permitem efetuar interpretações tectônicas que são fundamentais para a compreensão do arcabouço da crosta e da evolução da deformação das rochas. Evidentemente, ambos os dados são imprescindíveis na localização e na compreensão de vários tipos de depósitos minerais.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA FFM, HASUI Y, BRITO NEVES BB & FUCK R. 1977. Províncias estruturais brasileiras. In: Simp. Geol. do Nordeste, 8, Campina Grande. Atas, p. 363-391.
- ANGELIM L.A.A. 2006. Geologia e Recursos Minerais do Estado do Rio Grande do Norte, mapas, 1:500.000. CPRM/FAPERNE, Recife, 119 p.
- LASA & PROSPECTORS 2008. Projeto Aerogeofísico Bor-da Leste do Planalto da Borborema. MME/CPRM, Relatório Final, Rio de Janeiro, 401 p.
- LASA & PROSPECTORS. 2010. Projeto Aerogeofísico Paraíba-Rio Grande do Norte e Pernambuco-Paraíba. MME/CPRM, Relatório Final, Rio de Janeiro, 389 p.
- MIZUSAKI A.M.P., THOMAZ-FILHO A., MILANI P., CÉSE-RO P. 2002. Mesozoic and Cenozoic igneous activity and its tectonic control in Northeastern Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*. 15: 183-198.
- SANTOS E.J. 2002. Geologia e Recursos Minerais do Estado da Paraíba, mapas, 1:500.000. CPRM, Recife, 142 p.
- TROMPETTE R. 1994. *Geology of Western Gondwana (2000-500 Ma): Pan-African-Braziliano Aggregation of South America and Africa*. A.A. Balkema, Rotterdam, Brookfield, 350 p.

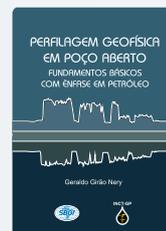
Atualize seu cadastro
no site

www.sbgf.org.br

Publicações SBGf



Análise do Sinal Sísmico
André L. Romanelli Rosa



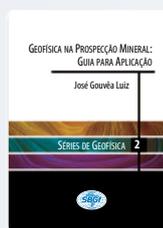
**Perfilagem Geofísica
em Poço Aberto**
Geraldo Girão Nery



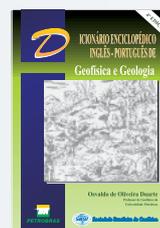
**Fundamentos do Método
Magnetotelúrico na Exploração
de Hidrocarbonetos**
Paulo de Tarso Luiz Menezes



**Considerações sobre a
Aquisição Sísmica Multicliente
no Brasil - Aspectos Legais**
Simplicio Lopes de Freitas



**Geofísica na Prospecção
Mineral: Guia para Aplicação**
José Gouvêa Luiz



**Dicionário Enciclopédico
Inglês - Português de
Geofísica e Geologia (4ª ed.)**
Osvaldo de Oliveira Duarte



**Fundamentos de Física
para Geociências**
C. E. de M. Fernandes



**SBGf: três décadas
promovendo a
Geofísica**

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

O Método Gamaespectrométrico Aéreo como Ferramenta de Mapeamento e de Exploração Mineral

Jorge Dagoberto Hildenbrand – Consultor & Cesar Marinho Costa – CGG

INTRODUÇÃO

Os levantamentos aerogeofísicos se fundamentam na assertiva de que as propriedades físicas das rochas que compõem a crosta terrestre diferem rapidamente à medida que, espacialmente, são alteradas as características geológicas pela variação da litologia, estrutura e geometria dos corpos subjacentes. A propriedade física em que se apoia o método gamaespectrométrico é a radioatividade natural das rochas e dos solos resultantes da ação do intemperismo sobre o estrato rochoso.

Os levantamentos gamespectrométricos conduzidos por aeronaves são realizados no Brasil desde a década de 50, mas foi a partir do início dos anos 70 que ganharam relevância com os grandes projetos realizados, em um primeiro momento, com objetivo de fomentar a exploração mineral no país, e, mais tarde, para apoiar os projetos de mapeamento, intensificados com a atuação da CPRM nas décadas seguintes. Os dados gamaespectrométricos são quase em sua totalidade adquiridos em conjunto com as medições do campo magnético terrestre, nos chamados levantamentos combinados de magnetometria e gamaespectrometria.

A porção continental do território brasileiro relativa as regiões de escudo, e as bordas das grandes bacias sedimentares, encontra-se praticamente recoberta com levantamentos aerogeofísicos mag-gamaespectrométricos, do tipo semirregional (2.0 km e 1.0 km de espaçamento) e de semidetalle (0.5 km espaçamento ou menor). Os levantamentos considerados de detalhe (com espaçamento entre 100 m a 250 m) são realizados com propósitos exploratórios, geralmente para recobrir áreas menores onde já existem depósitos conhecidos em regiões de distritos mineiros.

Os dados gamaespectrométricos coletados com características regionais e semirregionais têm como principal aplicação os projetos de mapeamento básico, enquanto que, os de detalhe, são levantamentos destinados primordialmente à exploração mineral, principalmente de metais base (Cu, Pb, Zn, Al, Ni) e de ouro, além, é claro, da sua aplicação na busca depósitos de minerais radioativos (U e Th), onde a gamaespectrometria é reconhecida como método direto de prospecção.

O método se fundamenta na detecção das radiações gama, emitidas como resultado da desintegração radioativa de elementos contidos nos primeiros 10 a 20 cm da camada de solo, ou diretamente das rochas quando encontram-se aflorantes (Fig. 1).

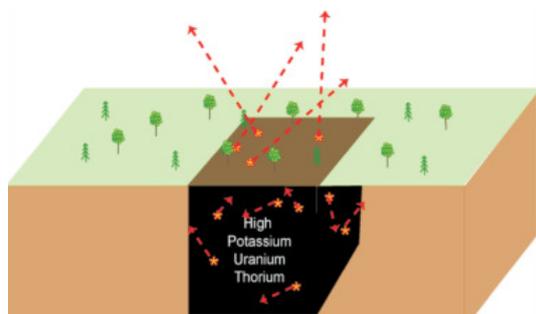


Fig. 1: A desintegração radioativa natural das rochas e emissão de raios gama.

Diversos elementos radioativos ocorrem naturalmente, mas somente três deles são potentes emissores de raios gama: o Potássio (K-40) e os produtos de desintegração das séries do Urânio (U-238) e de Tório (Th-232). Como as energias produzidas pela desintegração radioativa são características para determinados radionuclídeos, os gamaespectrômetros são construídos para medir as intensidades e energias, assim como a abundância destes nuclídeos.

Como o isótopo K-40 ocorre em uma proporção fixa em relação ao potássio encontrado na natureza, o fluxo de raios gama provenientes deste isótopo é utilizado para estimar a quantidade do elemento nas medições efetuadas pelo gamaespectrômetro. Ao contrário do potássio, tório e urânio não emitem radiações gama, as emissões detectadas são provenientes dos isótopos Bi-214 e Tl-208 que são registradas e analisadas pelo instrumento para estimativa das concentrações de urânio e tório, assumindo-se equilíbrio radioativo nas séries de desintegração de U e Th. As estimativas de concentração são reportadas usualmente como urânio e tório equivalentes (eU, eTh) e expressas em partes por milhão (ppm), enquanto que, dada abundância do potássio na crosta, a concentração deste elemento se expressa em porcentagem (%).

AQUISIÇÃO E PROCESSAMENTO DE DADOS

A aquisição e o processamento gamaespectrométrico contempla o monitoramento de “janelas de energia” de radiações gama associadas à ocorrência natural de potássio, urânio e tório, correspondendo, respectivamente, aos isótopos K-40 (fotopico 1.46 MeV), Bi-214 (fotopico 1.76 MeV) e Tl-208 (fotopico 2.61 MeV), distribuídas em um range de energia que varia de 0 a 3.0 MeV (Fig. 2). Através de procedimentos de calibração e processamento da informação gamaespectrométrica coletada, originalmente registrada em contagem por segundo (CPS), se dá a conversão para unidade de concentração dos radioelementos contidos nos solos residuais, nas rochas e nos materiais transportados, presentes na superfície da crosta.

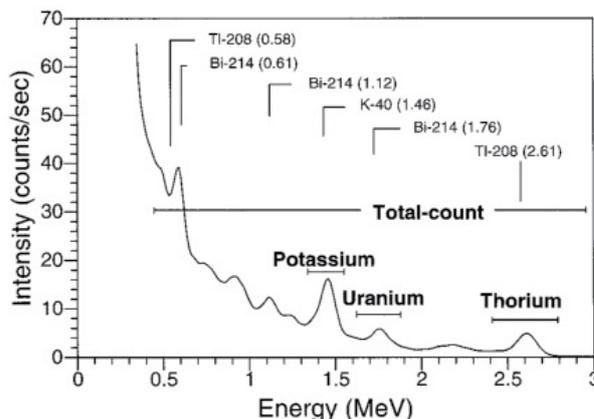


Fig. 2: Típico espectro de raios gama mostrando os principais fotopicos e intervalos das janelas convencionais de K, U e Th (extraído de Minty, Luyendyk & Brodie, AGSO, 1997).

O processo de aquisição gamaespectrométrica, sempre que feito pelo ar, contempla uma plataforma (aeronave de asa fixa ou helicóptero) equipada com detectores gamaespectrométricos, que são fabricados a partir de um composto químico de iodeto de sódio e tálio (Na-I(Tl)). Estes detectores são formados geralmente por quatro cristais individuais interligados a um circuito contador que analisa os impulsos resultantes dos fótons (cintilações) emitidos como resultado da interação dos raios gama com a matéria do detector. Sendo a amplitude de cada impulso proporcional à energia da radiação gama que interage com a massa do detector, um analisador de impulsos os classifica e os transfere ao “endereço” (canal radiométrico) de armazenamento para aquela energia.

A cada segundo, os conteúdos armazenados para as energias são analisados e o gamaespectrômetro disponibiliza ao sistema de registro, valores expressos em contagens por segundo (CPS). O volume do sistema detector transportado a bordo da aeronave irá determinar a maior ou menor resolução do levantamento. Em geral as aeronaves transportam dois conjuntos detectores de 1024 polegadas cúbicas cada (totalizando 2.048 pol. cub., ou ~33 litros). Idealmente a relação velocidade da aeronave/volume do detector deve guardar uma proporção de 10 polegadas cúbicas por km/h de velocidade.

Não raro, são encontrados no mercado de aerogeofísica sistemas equipados com 2.5 a 3.0 conjuntos de 1.024 polegadas cúbicas (totalizando 3.072 pol. cub., ou ~50 litros) de detectores de raios gama. Adicionalmente, um conjunto detector de 512 polegadas cúbicas (chamado detector “upward looking”) é utilizado para monitor interferência de radônio (Rn-222) e de seus produtos de desintegração, principalmente do isótopo Bi214, que é empregado na estimativa de concentração de urânio. Por ser um gás, o radônio escapa dos solos e rochas e se encontra difuso na atmosfera, cujo efeito nas medições gamaespectrométricas deve ser quantificado e removido adequadamente durante a etapa seguinte de processamento.

Gamaespectrômetros modernos analisam o espectro de raios gama na faixa de energia de 0 a 3.0 MeV, distribuídos em 1024 canais, sendo que cada canal corresponde a um range de energia de aproximadamente 2.93 KeV de largura. Um canal específico é destinado para registrar raios gama de alta energia, situados acima de 3.0 MeV, atribuídos à radiação cósmica que penetra na atmosfera da Terra.

Ainda que todos os 1024 canais espectrais de dados sejam registrados e disponibilizados para processamento complementar, os levantamentos convencionais geralmente consideram grupos de canais contidos em “janelas de energia” de 200 ou 400 KeV, cujo centro corresponde ao fotopico de energia de cada um dos radioelementos investigados (K, U, Th), conforme resumido na Tabela 1.

Tabela 1- Faixas de energia e fotopicos dos isótopos de K, U e Th.

Elemento	Range Energia (MeV)	Fotopico (MeV)	Isótopo
Potássio	1.37 – 1.57	1.46 MeV	K-40
Urânio	1.66 – 1.86	1.76 MeV	Bi-214
Tório	2.41 – 2.81	2.61 MeV	Tl-208
C. Total	0.41 – 2.81	—	—
Radiação Cósmica	> 3.0	—	—

A altura em que os dados são coletados em relação ao terreno e o afastamento dos perfis geofísicos (linhas de voo) são determinantes para a resolução do levantamento. Isto se deve ao fato de que os raios gama são atenuados pelo ar exponencialmente, havendo uma redução de 50% das emissões na altura de 100 m. Por razões de segurança esta é a altura de voo adotada como padrão para levantamentos com aeronaves de asa fixa no Brasil.

Nos países que possuem relevo menos acidentado do que o Brasil, como é o caso da Austrália e de parte do Canadá, a altura dos levantamentos é frequentemente reduzida para até 60 m sobre o terreno. Baixar a altura de voo implica, obviamente, na redução da distância à fonte emissora, elevando, assim, a quantidade de impulsos que atingem o detector gamaespectrométrico. Esta redução na altura é em geral acompanhada da diminuição do afastamento entre perfis, já que a varredura do terreno obedece a um padrão cônico, como mostrado esquematicamente na Figura 3 abaixo.



Fig. 3: Exemplo do padrão de detecção dos raios gama.

O processamento gamaespectrométrico requer um minucioso e longo processo computacional para que as leituras realizadas pelo sistema sejam convertidas em intensidades de radiações dos radioelementos U (Bi-214), Th (Tl-308) e K (K-40), encontradas na natureza. Este processo se inicia com a inserção das informações coletadas ao banco de dados do sistema de processamento (tipo Geosoft Oasis Montaj, ou equivalente), reunindo em um único ambiente as informações de data, hora, posicionamento horizontal de cada amostra (x, y), altura de voo, temperatura e altitude de voo; leituras das janelas dos canais atribuídos ao potássio (K), urânio (U), tório (Th) e radiação total (CT); além das intensidades das radiações cósmica e de radônio.

A etapa final do processamento, ou seja, quando todos os dados já se encontram corrigidos e devidamente normalizados para uma altura de voo padrão, envolve a conversão das medições dos canais de K, U, Th, originalmente registrados em contagens por segundo (CPS), para unidades de concentração destes radioelementos.

A adoção desta prática no Brasil se iniciou na segunda metade dos anos 1990, quando a CPRM determinou que os resultados de todos os levantamentos governamentais seriam fornecidos em unidades de concentração aparente, quais sejam: ppm de U e Th, % de K. O canal de contagem total (CT) passou a ser expresso pela taxa de exposição em $\mu\text{R/h}$ (micro-roentgen por hora).

ARTIGO TÉCNICO

“Dados gamaespectrométricos expressos em concentração independem do volume e eficiência dos detectores, e da largura das janelas que afetam as contagens e tornam difícil a comparação de dois levantamentos distintos. Unidades de concentração devem ter um significado geológico direto e ser independentes do instrumento e dos parâmetros dos levantamentos (Minty et al, 1997)”.

Na conversão de unidades, os valores obtidos em CPS são divididos por um fator de sensibilidade determinado pelo processo de calibração dinâmica, que consiste no levantamento simultâneo, por terra, e pelo ar, sobre uma “pista de calibração”, onde a relação entre os radioelementos é conhecida (Mourão & Costa, 2001). Para isto, uma equipe terrestre realiza medições com um gamaespectrometro portátil a intervalos regulares (leitura em geral a cada 100 m), segundo o mesmo trajeto percorrido pela aeronave. O posicionamento é controlado por sistema GPS de precisão, para que seja guardada a melhor relação possível entre os perfis obtidos em terra e registrados pela aeronave. O fator de sensibilidade é determinado, para cada um dos canais gamaespectrométricos, com a divisão do *background* médio corrigido dos perfis aéreo e terrestre levantados sobre a pista de calibração, qual seja:

$S=A/T$, onde A é o *background* médio, das medições no ar, corrigido e normalizado para altura padrão de voo; T é o *background* equivalente para o perfil terrestre; S o fator de sensibilidade a ser determinado.

Feita a conversão para unidade de concentração os resultados do levantamento passam a refletir a composição das rochas e solos presentes na região levantada. Mapas obtidos nesta fase geralmente contemplam os quatro canais medidos (K, U, Th, CT), pelo menos três mapas de razões do tipo U/Th, U/K e Th/K, ou algumas destas razões inversas, dependendo dos alvos de exploração e das características do ambiente geológico.

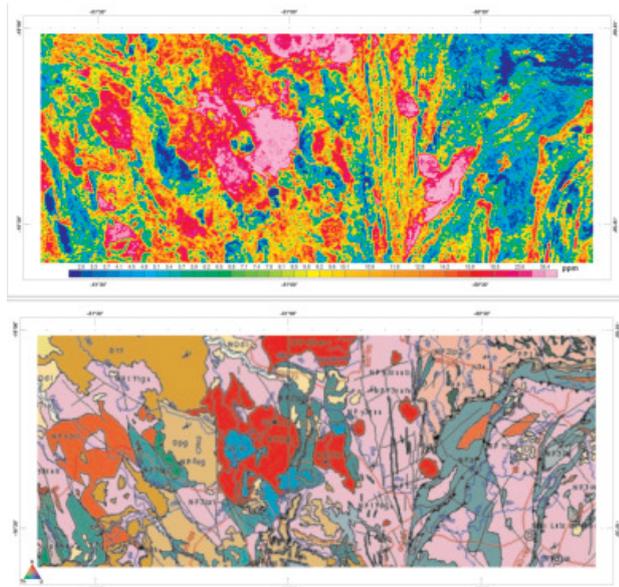


Fig. 4: Imagem de mapa de concentração de tório e a correspondente base geológica.

Um produto que é considerado indispensável para o processo seguinte de interpretação gamaespectrométrica é o mapa Ternário, que expressa conjuntamente as razões entre os três elementos (K-U-Th). A Figura 5 mostra a imagem de um mapa Ternário. Tons próximos do branco indicam valores altos para radiações, enquanto que o preto expressa concentração muito baixa ou ausente para os três elementos.

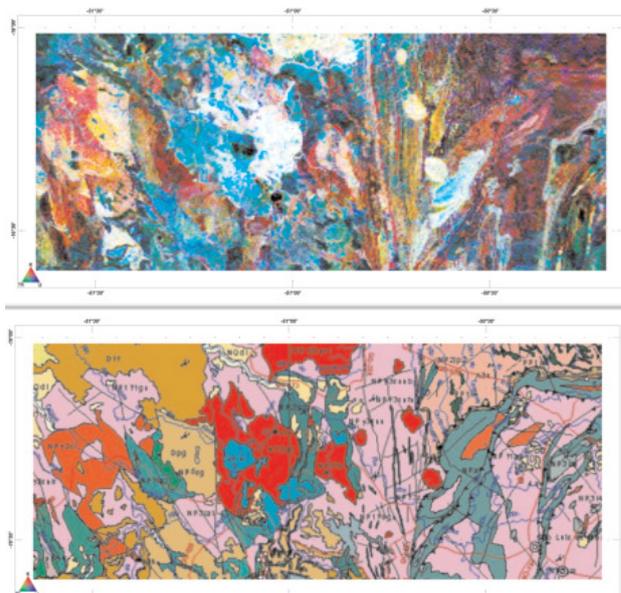


Fig. 5: Mapa Ternário (K= vermelho; U= azul; Th= verde) e base geológica correspondente.

Os exemplos anteriores (Figs. 4 e 5) referem-se a uma área levantada no estado de Goiás (Levantamento realizado pela Secretaria de Indústria e Comércio do Estado de Goiás).

ELEMENTOS DE INTERPRETAÇÃO

Concentração dos radioelementos nas rochas

O potássio é um elemento abundante na crosta da Terra (>2%), majoritariamente presente nos feldspatos potássicos e nas micas. Como estes minerais estão presentes em grande proporção na composição mineralógica das rochas félsicas, como os granitos, riolitos, dacitos, dentre outros, a resposta radiométrica do K é marcante para tais litologias. Ao contrário, nas rochas máficas e ultramáficas, o conteúdo de potássio é em geral muito baixo.

Tório e urânio, diferentemente do potássio, ocorrem na crosta terrestre em concentrações muito baixas, da ordem de ~10 ppm e ~3 ppm, respectivamente. O urânio está presente nas rochas na forma de óxido e silicato, como a uraninita e uranotorita, e em minerais acessórios como zircão, monazita e xenotina. Minerais de urânio são encontrados em pegmatitos, sienitos, carbonatitos e em alguns folhelhos e arenitos.

As fontes de tório são também a monazita, zircão, xenotina e allanita, onde a sua concentração é superior a 1000 ppm, além de ser detectado na forma de elemento traço em outros minerais formadores de rochas. Monazita e zircão, que são estáveis à ação do intemperismo, são normalmente encontrados em depósitos de minerais pesados associados a areias. Depósitos deste tipo são facilmente identificados e facilmente delimitados pela gamaespectrometria.

De acordo com estudo publicado por Dickson & Scott (1997), é observado aumento na concentração de radioelementos nas rochas, com o incremento do seu conteúdo em sílica. Rochas félsicas apresentam maior concentração de radioelementos do que as rochas básicas e as ultramáficas, como mostrado na Figura 6.

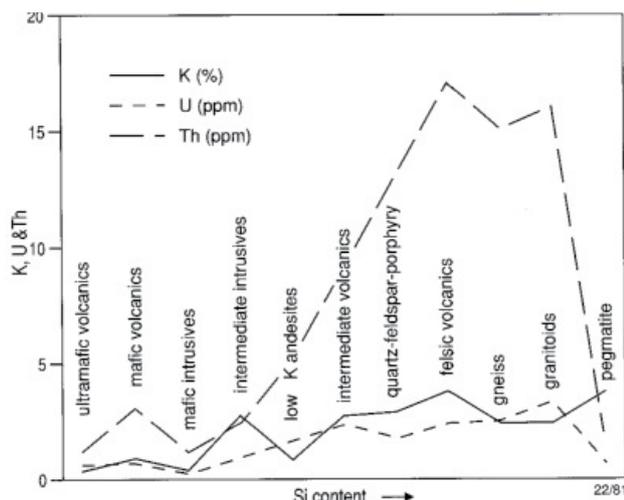


Fig. 6: Variação na composição média de K, U e Th nas rochas com o incremento da acidez (conteúdo em Si) das rochas (extraído de Dickson & Scott, 1997).

Resposta radiométrica dos depósitos minerais

Para caracterizar um depósito é necessário que a acumulação de minerais apresente concentrações anormais dos elementos que são objeto da investigação. Naturalmente, os depósitos de urânio irão apresentar uma forte resposta radiométrica para este elemento, da mesma forma que depósitos de minerais pesados apresentam elevada concentração de tório. Além disto, os processos relacionados com alteração hidrotermal promovem localmente um aumento nas concentrações de potássio e fazem com que a rocha alterada seja mais suscetível à ação do intemperismo, proporcionando uma resposta radiométrica diferente daquela que ocorre com as rochas inalteradas ao seu redor. Alterações na concentração de radioelementos podem estar relacionadas tanto com a mineralização primária quanto com processos secundários de enriquecimento.

A técnica da análise residual é utilizada para realçar variações súbitas na abundância dos radioelementos que podem estar associados a processos localizados de mineralização. Esta análise residual envolve o cálculo dos *backgrounds* de K, U e Th e sua posterior subtração deste *background* ao banco de dados original, resultando em valores residuais que irão realçar as variações dos radioelementos. Quando os alvos de exploração são depósitos de radioativos esta análise emprega processos estatísticos para determinação dos níveis base de concentração dos elementos U e Th, característicos para as distintas unidades radiométricas delineadas nos mapas geofísicos de interpretação. A posterior seleção de valores anômalos se dá entre aqueles alvos que excedam pelo menos três vezes o nível base estabelecido.

Depósitos de sulfetos maciços podem estar associados à alteração hidrotermal, a qual promove a elevação da concentração de potássio, tornando este elemento um bom indicador para tais depósitos. Da mesma forma, o conteúdo de potássio é comumente elevado nas rochas hospedeiras de processos de mineralização em depósitos tipo pórfiro de ouro e cobre. Uma elevação na concentração de potássio relativa a outros indicadores sugere a presença de uma intrusão ou de mineralização. Particularmente, a razão K/Th é um indicador mais efetivo do enriquecimento em K, dado que este processo não altera as contagens de Th no ambiente do depósito.

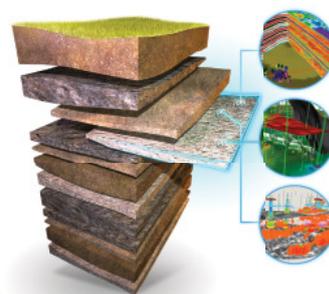
Grandes mineralizações do tipo IOCG (*iron oxidized copper-gold*) são depósitos gigantes onde o urânio está presente em concentrações não desprezíveis, associado à mineralização de ferro, cobre e ouro. Alterações potássicas também são reconhecidas neste tipo de depósito, mas a resposta geofísica adequada para sua busca dependerá da exposição da capa de alteração residual associada à zona mineralizada.

REFERÊNCIAS

- DICKSON, B. L. & SCOTT, K. M. 1997. Interpretation of aerial gamma-ray surveys – adding geochemical factors. *AGSO Journal of Australian Geology & Geophysics*, 17(2), 187-200.
- GRASTY, R. 1975. Uranium measurement by airborne gamma-ray spectrometry. *Geophysics*, 40 (3), 503-519.
- INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. 1991. Airborne gamma ray spectrometer surveying. Technical Reports Series No. 323.
- MINTY, B. R. S., LUYENDYK, A. P. J. & BRODIE, R. C. 1997. Calibration and data processing for airborne gamma-ray spectrometry. *AGSO Journal of Australian Geology & Geophysics*, 17(2), 51-62.
- MOURÃO, L. M. F. & COSTA, C. M. 2001. The calibration technical improvements of the recent ground concentrations airborne radiometric surveys conducted by CPRM - Serviço Geológico do Brasil. *Anais do 7o. CIBSGf. PS-5*
- WILFORD, J. 2002. Airborne gamma-ray spectrometry. In *Geophysical and remote sensing methods for regolith exploration*. CRCLEME Open File Report 144, p. 46-50.

IHS GEOSCIENCE:

SOPHISTICATED SCIENCE THAT'S SIMPLE TO USE AND SIMPLE TO MANAGE



SURFACE TO SUBSURFACE

ONLY ONE ENERGY EXPERT PROVIDES SO MUCH TO SO MANY

From big picture to critical detail, proven capabilities to superior results, IHS geoscience does it all—backed by the world's most respected forecasting, analysis, and play-specific geological and geophysical data.

NOW GET THE POWER OF KINGDOM®

Only IHS geoscience simply yet scientifically links engineering, economics and interpretation software suites to give you a definitive edge. Spearheaded by industry-leading Kingdom® software solutions IHS gives you the best in geophysics and geology.

Learn more at IHS.com/geoscience

IHS GEOSCIENCE



Simply Scientific™

