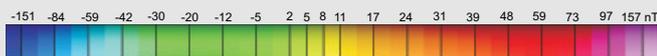
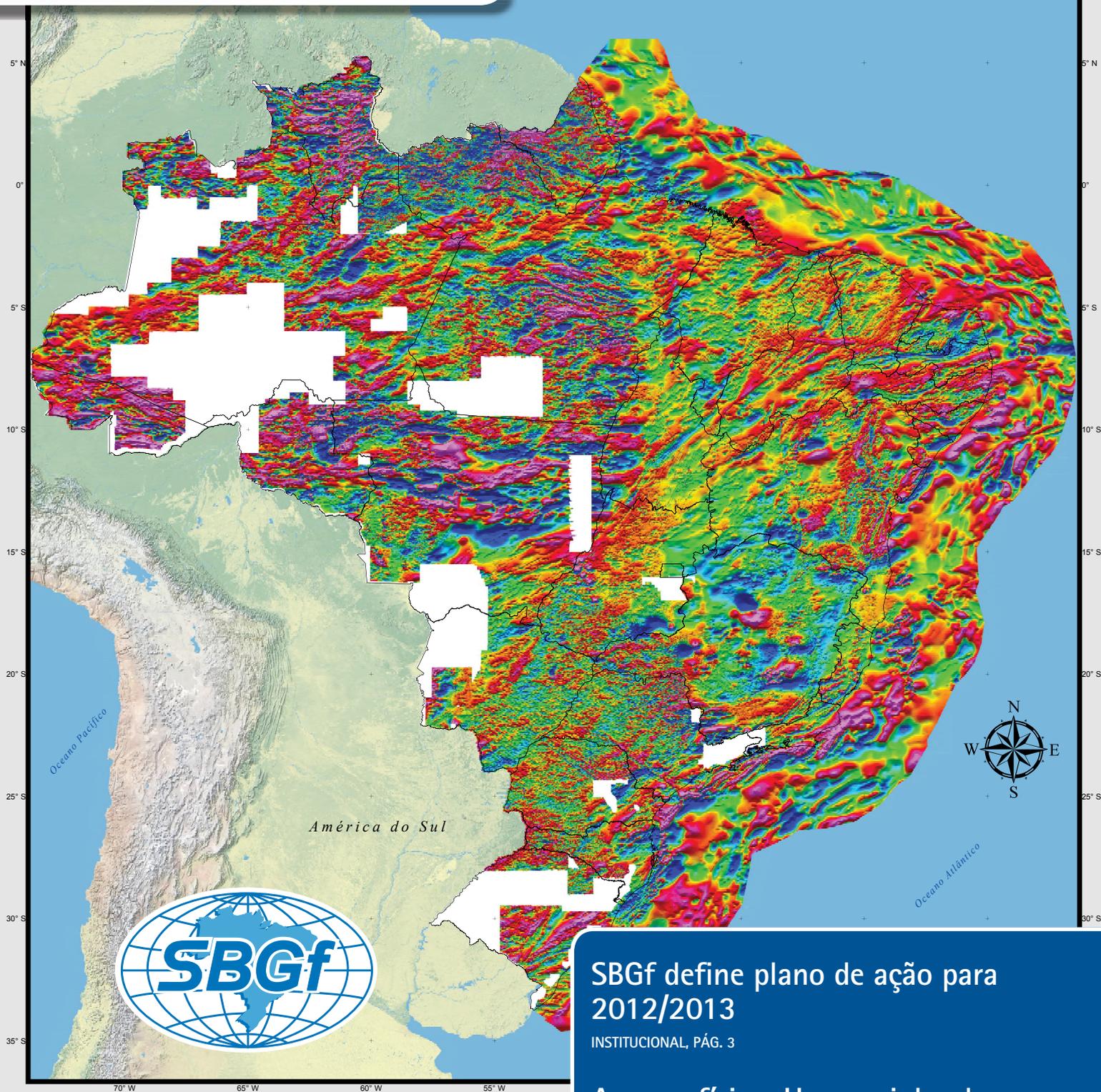


boletim **SBGf**

Publicação da Sociedade Brasileira de Geofísica
Número 5, 2011 – ISSN 2177-9090

Métodos Não-sísmicos



**SBGf define plano de ação para
2012/2013**

INSTITUCIONAL, PÁG. 3

**Aerogeofísica: Um caminho de sucesso
na busca pelo ouro no Pará**

PESQUISA, PÁG. 12

A expansão gradual dos métodos não-sísmicos

A predominância do método sísmico nas atividades de prospecção de recursos minerais e energéticos é de tal magnitude que se cunhou a designação de “métodos não-sísmicos” para englobar todos os demais métodos geofísicos. Estima-se que, com exceção da China e dos países que pertenciam a antiga União das Repúblicas Socialistas Soviéticas, são investidos em dólares anualmente cerca de 1,5 bilhão em atividade sísmica, enquanto são aplicados 100 milhões em prospecção aérea (gravimetria, magnetometria e gamaespectrometria), 100 milhões em prospecção eletromagnética marinha (MT e CSEM) e 20 milhões em prospecção eletromagnética terrestre (MT). Entretanto, esse cenário está mudando gradualmente graças ao incremento das atividades de exploração envolvendo métodos não-sísmicos. Essa constatação pode ser verificada considerando a situação atual no Brasil, decorrente de três projetos que estão sendo contratados pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) para aquisição de dados magnetotélúricos (*ver artigo técnico p. 18*) nas Bacias do Amazonas, Parecis e Paraná.

Por outro lado, a ANP está organizando uma base de dados gravimétricos terrestres para centralizar a guarda destas informações provenientes da academia e da indústria. Ao passo que, em agosto de 2011, durante a realização do último congresso da SBGf no Rio de Janeiro, a ANP em associação com o Serviço Geológico do Brasil (CPRM) disponibilizou à comunidade o mapa aeromagnetométrico do Brasil que é reproduzido na capa desta edição. Boa leitura.

CONFIRA NESTA EDIÇÃO

3 INSTITUCIONAL

- Reunião decide o plano de ação da SBGf para o biênio 2012/2013
- SBGf presta homenagens em confraternização de fim de ano
- SBGf no 81º congresso da SEG em San Antonio, Texas, EUA
- Palestra sobre fator de recuperação de Reservatórios de Petróleo através da Sísmica 4D reuniu 23 inscritos na SBGf

5 UNIVERSIDADES

- Presença da Geofísica na Semana Nacional de Ciência & Tecnologia 2011
- 3ª Semana Acadêmica da Faculdade de Geologia da UERJ e 12ª Semana de Geofísica da UFRJ
- II Semana de Geofísica da UFRN
- IX Encontro de Engenharia de Exploração e Produção de Petróleo
- 3º Encontro Nacional de Estudantes de Geofísica (ENEGEOF)

8 HOMENAGEM

In Memoriam - Muhamad Amin Baccar, Anibal Queiroz Filho e Francisco Emilson de Farias Evangelista

CAPA: Mapa Aeromagnetométrico Projeto Aeromag Brasil (ANP/CPRM)

10 CONHECIMENTO

Museu da Geodiversidade da UFRJ: divulgação científica em alto nível



Foto: Arquivo MGeo

11 NOTAS

- Norma ABNT para aplicação de métodos geofísicos está em vigor
- Programa Atração de Talentos da Petrobras

12 PESQUISA

Aerogeofísica: Um caminho de sucesso na busca pelo ouro no Pará

13 ESPECIAL

Métodos não-sísmicos avançam no Brasil

- Empresas investem e obtêm resultados positivos
- Métodos não-sísmicos & Métodos sísmicos

18 ARTIGO TÉCNICO

A importância do método magnetotélúrico na exploração das bacias terrestres brasileiras
Patrícia de Lugão e Stephanie Senderowitz

ADMINISTRAÇÃO DA SBGf

Presidente
Ana Cristina B. F. Chaves

Vice-presidente
Renato Cordani

Secretário-Geral
Francisco Carlos Neves de Aquino

Secretário de Finanças
Marco Antônio Pereira de Brito

Secretário de Relações Institucionais
Renato Lopes Silveira

Secretário de Relações Acadêmicas
Adalene Moreira Silva

Secretário de Publicações
Luiz Geraldo Loures

Conselheiros
Adriana Perpétuo Socorro da Silva
Edmundo Julio Jung Marques
Eduardo Lopes de Faria
Eliane da Costa Alves
Ellen de Nazaré Souza Gomes
Jorge Dagoberto Hildenbrand
Jurandy Schmidt
Marcelo Sousa de Assumpção
Neri João Boz
Paulo Roberto Porto Siston

Secretário Divisão Centro-Sul
Patrícia Pastana de Lugão

Secretário Divisão Centro-Oeste
Welitom Rodrigues Borges

Secretário Divisão Sul
Sílvia Beatriz Alves Rolim

Secretário Divisão Nordeste Meridional
Carlos da Silva Vilar

Secretário Divisão Nordeste Setentrional
Rosângela Correa Maciel

Secretário Divisão Norte
Cícero Roberto Teixeira Régis

Editor-chefe da Revista Brasileira de Geofísica
Cleverson Guizan Silva

Secretárias executivas
Ivete Berlice Dias
Luciene Victorino de Carvalho

Coordenadora de Eventos
Renata Vergasta

Assistente de Eventos
Carolina Santinoni Esteves

BOLETIM SBGf

Editora-chefe
Adriana Reis Xavier

Editor Associado
Gustavo França Faria
MTb 2612/DF

Diagramação
Bianca Fernandes Lobianco

Estagiário de Informática
Rafael do Sacramento Carlos

Tiragem: 2.500 exemplares
Distribuição restrita

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

FUNDO SBGf

OURO



PRATA



BRONZE



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

INSTITUCIONAL

REUNIÃO DECIDE O PLANO DE AÇÃO DA SBGf PARA O BIÊNIO 2012/2013

Em 3 de dezembro, a diretoria, o conselho nacional e as secretarias regionais da SBGf se reuniram no Rio de Janeiro com o intuito de traçar o Plano de Ação para 2012/2013.

Foram discutidos diversos assuntos pelos 17 membros presentes no encontro. Além da atenção contínua com a profissionalização da SBGf, foi adicionado um novo compromisso para a atual gestão: a preocupação com uma atuação sustentável.

Na área de publicações foram decididas mudanças na Revista Brasileira de Geofísica (RBGf), incluindo a submissão eletrônica de artigos e a adequação dos textos para o idioma inglês com o objetivo de expandir a visibilidade dos artigos dentro da comunidade científica internacional. Inicialmente a SBGf irá ajudar na tradução dos artigos, caso necessário. Serão ainda publicados anualmente dois formatos de livros, com edição da SBGf. Para 2012 está previsto o lançamento de uma obra em capa dura e duas do tipo brochura, dentro da coletânea intitulada "Séries de Geofísica".

Uma área que receberá igualmente atenção é a de infraestrutura de informática (TI), que contará com uma re-

visão de sistemas e banco de dados para que estes estejam adequados a demandas futuras. O site www.sbgf.org.br terá novidades com a criação de uma área do associado, na qual ele poderá atualizar seus dados cadastrais, emitir o boleto para o pagamento da anuidade, entre outros serviços *online*.

Os eventos organizados e apoiados pela SBGf serão reestruturados quanto aos seus objetivos e às suas características para que possam ser planejados com mais antecedência e qualidade. Nesta questão se torna fundamental o fortalecimento do Fundo de Apoio à Ciência Geofísica, que possui o propósito de desenvolver ações em prol da geofísica, por meio do auxílio de empresas do setor.

"Sem dúvida o trabalho é grande e não terminará neste mandato, prosseguirá no futuro. O objetivo de todos os que passam pela administração da SBGf continua sendo o de trabalhar voluntária e apaixonadamente para fortalecer nossa associação científica que retrata a Geofísica brasileira", afirma a presidente da SBGf, Ana Cristina Chaves, sobre o Plano de Ação para 2012/2013.

SBGf PRESTA HOMENAGENS EM CONFRATERNIZAÇÃO DE FIM DE ANO

Em 15 de dezembro foi realizada a festa de fim de ano da SBGf, com a presença de 250 associados, na casa de shows Rio Scenarium, no Rio de Janeiro. Em clima de confraternização, o secretário de relações institucionais Renato Lopes Silveira deu início à apresentação da noite e a presidente da sociedade, Ana Cristina Chaves, fez um balanço das ações e atividades desenvolvidas em 2011, agradecendo a todos no final de seu discurso.

Durante a cerimônia foram homenageados, com uma placa comemorativa, Mario Reinaldo Gageiro Kieling, Maria Laura Vereza de Azevedo e Roberto Breves Vianna.

Membro da SBGf desde 1989 e tendo participado ativamente de todos os congressos e eventos da sociedade, [Mario Reinaldo Gageiro Kieling](#) representa a norueguesa TGS-Nopec. "Sinto-me muito honrado com a lembrança. Estou trabalhando em Geofísica há mais de 30 anos e desde o primeiro congresso, em 1989, tenho participado da sociedade. Nos dias de hoje vejo com satisfação o enorme interesse e participação dos jovens profissionais e estudantes de Geofísica nos eventos da SBGf. Assim, além do reconhecimento aos promotores da sociedade e da profissão, essa premiação, que acontece todos os anos, também deve servir como incentivo aos jovens geofísicos a colaborarem e trabalharem pela SBGf num processo contínuo de renovação".

Formada em Geologia pela UFRJ, [Maria Laura Vereza de Azevedo](#) fez curso de especialização em Geofísica na UFPA e é responsável pela Chefia da Divisão de Geofísica da CPRM. "Sou uma apaixonada pela área de Geofísica, onde atuo há 35 anos, quando ingressei na CPRM. Receber essa homenagem da SBGf é gratificante, por saber que o meu trabalho tem contribuído para o desenvolvimento da Geofísica no Brasil".

Geólogo formado pela USP, [Roberto Breves Vianna](#) iniciou a carreira na Petrobras, pós-graduado em Geofísica pela UFBA, foi representante do Brasil no Convênio Geofísico Brasil-Alemanha e gerente do Departamento de

Geofísica do Consórcio IPT/CESP (Paulipetro). Foi servidor da ANP, trabalhando como geofísico da Superintendência de Exploração, e atualmente desempenha o papel de consultor de empresas de geofísica. "Nós estamos acostumados a medir a intensidade das variações físicas, dos diversos campos de estudo da geofísica, por meio de unidades adequadas. Assim, há uma unidade para medir as constantes elásticas das rochas, a velocidade de transmissão do sinal sísmico, a atração gravitacional, a intensidade do campo magnético e por aí fora. No entanto, ainda não definiram uma unidade capaz de medir a satisfação pessoal, a emoção, os sentimentos que nos acometem quando somos surpreendidos pelo reconhecimento de nossos colegas. Eu diria que é incomensurável medir. A importância é tão grande que nos move de espaço. Como se costuma dizer, estou em órbita extraterrestre. Hoje, a SBGf conta com mais de 5 mil membros, que atuam em universidades, centros de pesquisa, indústrias de serviços e de exploração de recursos minerais e energéticos. Ser agraciado com uma homenagem em tão seleta coletividade é uma honra, que me desvanece sobremaneira. Ser considerado destaque nesta comunidade é muito importante para mim".

Veja outras fotos do evento no site www.sbgf.org.br.



Os homenageados: Mario Reinaldo Gageiro Kieling, Maria Laura Vereza de Azevedo e Roberto Breves Vianna

INSTITUCIONAL

SBGf NO 81º CONGRESSO DA SEG EM SAN ANTONIO, TEXAS, EUA

Entre 18 e 23 de setembro a SBGf esteve presente no maior evento da geofísica do mundo, o *SEG's International Exposition and Annual Meeting*, que chegou a sua 81ª edição em 2011 e foi realizado em San Antonio, Texas (EUA). Em seu estande na exposição, próximo às sessões do *SEG Pavillion* e do *SEG BookShop*, a SBGf representou o Brasil e recebeu os visitantes com a costumeira receptividade. “Embora a SBGf não tenha participado das atividades técnicas, o comentário geral dos brasileiros e associados que visitaram o estande foi de que a qualidade dos trabalhos do evento continua sendo muito alta e a entrada dos chineses foi bastante percebida”, comentou a presidente da SBGf, Ana Cristina Chaves.

Realmente os números da 81ª SEG foram impressionantes. No total foram 8.202 inscritos que acompanharam 625 apresentações orais e 240 apresentações de pôsteres. No espaço da exposição 1.283 estandes foram distribuídos em quatro pavilhões, com cerca de 350 empresas, instituições e universidades expositoras.



Presidente da SEG, Klaas Koster, e a presidente da SBGf, Ana Cristina Chaves

Durante o evento a SBGf firmou alguns acordos e participou de várias atividades relacionadas à sua presença e alianças junto à comunidade internacional. No dia 21 de setembro foi assinado um MoU (*Memorandum of Understanding*) para a realização no Brasil, em setembro de 2012, de um *workshop* em parceria entre a SBGf, SEG e SPE. Na ocasião estavam presentes representantes da SBGf (Ana Cristina Chaves, o conselheiro Eduardo Lopes de Faria e o associado Paul Cuninghame) e da SEG (o presidente, Klaas Koster; o presidente eleito, Bob Hardage; e outros membros da diretoria). “A SEG está muito interessada na realização bem-sucedida deste evento e, de forma mais abrangente, no estreitamento das relações institucionais com a SBGf”, diz Ana Cristina. Mais detalhes sobre o *workshop* serão divulgados posteriormente no Boletim SBGf.

Os mesmos representantes da SBGf se reuniram com o diretor de publicações da SEG, Ted Bakamjian, com o diretor de relações globais, Kerry Cosby, e com a conselheira de relações globais, Crystal Dugger, para tratar da possibilidade de edição conjunta de publicações. Outro encontro foi com a gerente de programas para universidades e estudantes da SEG, Elsa Elena Velasco, onde foram abordados temas como a promoção de eventos em associação e a Conferência Internacional de Estudantes de Geociências, que será sediada na Colômbia em 2013.

Uma das atividades mais procuradas do evento foi o *Latin America Luncheon*, onde foi apresentada a palestra *Latin America E&P Activity, Trends and Strategies* pelo diretor sênior de times regionais da IHS, Steve DeVito. Os associados da SBGf podem solicitar, gratuitamente, cópia desta palestra através do e-mail sbgf@sbgf.org.br. Após o almoço os países membros da União Latino-americana de Geofísica – ULG (Argentina, Brasil, Colômbia, Venezuela e México) fizeram suas apresentações institucionais.

Na ocasião representantes da ULG (Ana Cristina Chaves, Sergio Chavez-Perez - México, Jaime Checa - Colômbia, Gustavo Cartens - Argentina) e Crystal Dugger - SEG, se encontraram para tratar da retomada das atividades da ULG. Foram ainda discutidas formas de facilitar a realização dos *Challenge Bowls* regionais (concurso de perguntas e respostas para estudantes) e incluir patrocínios para a grande final latino-americana, além de uma maior atuação da ULG, em conjunto com as demais associações locais, no planejamento do calendário de eventos de maneira a evitar a superposição.



Juliana Vieira, Ana Cristina Chaves, Adriana Perpétuo Socorro e Sérgio Henrique Sousa Almeida

PALESTRA SOBRE FATOR DE RECUPERAÇÃO DE RESERVATÓRIOS DE PETRÓLEO ATRAVÉS DA SÍSMICA 4D REUNIU 23 INSCRITOS NA SBGf

Foi realizada no dia 1º de dezembro no auditório da sede da SBGf, no Rio de Janeiro, a palestra “Melhoramento do fator de recuperação de reservatórios de petróleo através da sísmica 4D”, com apresentação do vice-presidente de Business Development Brazil e Angola da CGGVeritas, Jean-Louis Gelot. Os participantes puderam acompanhar a explanação do mestre em Engenharia Mecânica e Geofísica, que possui ampla experiência em geociências de mineração, águas subterrâneas e exploração de energia geotermal em diversos países (Peru, Arábia Saudita, Níger, Portugal, Grécia, França). O palestrante ainda gerenciou uma empresa de *softwares* de geociências nos EUA, onde desenvolveu suas habilidades em geoestatísticas e reservatórios. Na CGGVeritas desde 1998, o francês Jean-Louis Gelot ocupou cargos relacionados ao desenvolvimento de negócios e serviços de sísmica e reservatórios no Brasil, Venezuela, EUA, Rússia e Angola. Ao final da palestra a SBGf, que apoiou o evento, ofereceu um minicoquetel aos presentes.

Outras palestras gratuitas deverão ocorrer na sede da SBGf. Para conferir o calendário de apresentações, basta acessar o *site* da sociedade: www.sbgf.org.br.



UNIVERSIDADES

PRESENÇA DA GEOFÍSICA NA SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIA & TECNOLOGIA 2011

Todos os anos o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação promove a Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT). Com o tema principal “Mudanças climáticas, desastres naturais e prevenção de risco”, a edição de 2011 ocorreu entre 17 e 23 de outubro e contou com a ação de 833 instituições nacionais ligadas à C&T.

Na área da Geofísica, diversas unidades de ensino e pesquisa participaram. O Observatório Sismológico (Obsis), do Instituto de Geociências da [Universidade de Brasília](#) (UnB), apresentou sua Mostra Sismológica permanente tendo como destaque a exposição “Riscos Geológicos e Desastres Naturais: a influência de Vulcões, Terremotos e Desabamentos” em uma tenda montada na Esplanada dos Ministérios, em Brasília, especialmente para a SNCT. No mesmo local foi organizada outra exposição do Museu de Geociências da UnB.

De acordo com George Sand de França, professor e pesquisador do Obsis, a Mostra Sismológica é produzida por cerca de 20 professores e alunos de Geofísica da UnB e se propõe à divulgação para alunos de ensino médio, vestibulandos e professores. “Nossa exposição tenta buscar a interatividade com a sociedade. Além do simulador sonoro de terremoto, foi apresentado um sísmômetro onde os visitantes simulavam um terremoto com pulos em grupos, maquetes de tsunamis, batimetria, topografia da América do Sul e vídeos editados especialmente para esta exposição. Os visitantes reagiram positivamente, fazendo com que o nosso estande fosse um dos mais visitados. O tema levanta a curiosidade e a divulgação científica em Geofísica é extremamente necessária para o entendimento da comunidade sobre a ação do geofísico no mercado”, afirma.

Segundo o responsável pelo Espaço Geofísica (EG), que é uma das atrações mais visitadas do Parque CienTec, da [Universidade de São Paulo](#), professor Ailton Marcos Bassini, as apresentações oferecidas contam com a colaboração de estudantes da USP e são pensadas para atender diferentes faixas etárias. Em visitas guiadas, o público é apresentado a uma verdadeira aula de Geofísica sobre a estrutura interna do planeta Terra, sua dinâmica e um breve relato sobre as atividades desenvolvidas pelo geofísico, o mercado de trabalho e as perspectivas na prospecção de petróleo no pré-sal. “Temos atividades sobre Geofísica o ano todo mediante agendamento das escolas e do público em geral. No Parque fizemos este ano a SNCT estendida entre os dias 4 e 6 de novembro, com a participação de cerca de 2.150 pessoas. Tudo é feito usando recursos multimídia, com palestras, filmes produzidos no EG, programas específicos de computador, além de equipamentos geofísicos como sísmógrafo digital, sensor de vibrações, equipamento de prospecção eletromagnética, GPS, eletroímã, gerador de eletricidade, pilha de volta, entre outros”.

Ailton Bassini também é o coordenador do projeto Ciência Móvel, que visa levar ciência até as escolas, com atividades do EG, Física, Astronomia, Gruta Digital, Matemática e Reciclagem. “Normalmente o material apresentado impressiona e já convenceu muitos a fazerem Geofísica via vestibular ou via transferência de outros cursos”.

Juntamente com a Mostra Sismológica, o EG participou da exposição “O que é Geofísica?” durante o 12º CIBGf, que tem conseguido agregar diferentes atividades.

No [Centro Universitário do Norte](#), em Manaus, a principal atividade relacionada à Geofísica foi a palestra “Métodos geofísicos aplicados a estudos de Contaminação em subsuperfície, Arqueologia, Engenharia Civil e Geologia”, ministrada pela professora e consultora Jamile Dehaini, no dia 21 de outubro. Na ocasião foram apresentados os principais métodos aplicados da geofísica rasa e estudos de casos com aplicação de eletrorresistividade e GPR.

“Esta palestra já foi apresentada em outros eventos, como também já organizei e ministrei minicursos de métodos geoeletricos com prática de campo durante as edições passadas da SNCT, na Universidade do Estado do Amazonas. O número de vagas era limitado e teve que ser ampliado para 60 participantes, devido à grande procura por parte dos estudantes e profissionais”, conta a professora.

Esta demanda atesta a relevância da divulgação da Geofísica. Segundo a professora Jamile Dehaini, “o público ficou muito interessado em relação aos estudos de casos apresentados e fizeram questionamentos sobre situações vividas ou divulgadas na mídia em relação à possibilidade de aplicação dos métodos. Com certeza estes tipos de atividades são muito importantes, pois divulgam a ciência e criam uma consciência sobre sua aplicação, justificada no dia a dia das pessoas e sobre a importância do seu desenvolvimento”.

Foto: Arquivo EG/USP



Palestra oferecida durante a SNCT na Universidade de São Paulo

O Museu da Geodiversidade da [Universidade Federal do Rio de Janeiro](#) também promoveu atividades. “Sempre participamos da SNCT e neste ano organizamos visitas para o espaço do museu, além de conferências sobre desastres naturais”, completa o paleontólogo e professor do Departamento de Geologia da universidade, Ismar de Souza Carvalho.



ies
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

UNIVERSIDADES

3ª SEMANA ACADÊMICA DA FACULDADE DE GEOLOGIA DA UERJ E 12ª SEMANA DE GEOFÍSICA DA UFRJ

Entre 22 a 26 de agosto, o *campus* Maracanã da UERJ e o *campus* do Fundão da UFRJ receberam a 3ª Semana Acadêmica da Faculdade de Geologia da UERJ (SAGEO-UERJ) e a 12ª Semana de Geofísica da UFRJ (SGF-UFRJ), que tiveram por tema base “Infraestrutura, Energia e Sustentabilidade para o Brasil”.

Com o apoio da SBGf, os eventos anuais realizados em conjunto são organizados pelos alunos de graduação da Faculdade de Geologia da UERJ e por professores da UFRJ e tiveram em 2011 público de cerca de 400 pessoas, entre profissionais da área, estudantes e professores de Geologia e Geofísica de todas as universidades do Estado do Rio de Janeiro (UERJ, UFRJ, UFRRJ e UFF). No total foram apresentadas 20 palestras e sete minicursos com duração média de 4 a 18 horas ao longo da semana, ministrados tanto na UERJ quanto na UFRJ, com temas que passaram por Petróleo e Gás, Geofísica, Mineração, Meio Ambiente, Geologia voltada para Engenharia, Mapeamento Geológico e Tectônico do Brasil e inovações tecnológicas aplicadas às Geociências.

Segundo uma das organizadoras do evento, profa. Paula Lucia Ferrucio da Rocha, do Instituto de Geociências da UFRJ e UnB, as Semanas Acadêmicas também têm como finalidade, trazer para dentro da universidade as empresas que apresentam as perspectivas do mercado de trabalho. “Várias companhias, inclusive multinacionais da área de óleo e gás, patrocinaram o evento conjunto da UERJ e UFRJ. Em 2010, foi a primeira vez que juntamos os eventos e a experiência está sendo muito positiva, pois há uma excelente troca entre as instituições. Os cursos ministrados pelos professores das instituições foram ofereci-



Foto: Arquivo UERJ

Kenitiro Suguio ministrando a palestra “Paleoclíma do Quaternário e a Teoria do Aquecimento Global” na UERJ

dos de forma cruzada, ou seja, na UFRJ foram ministrados cursos pelos professores da UFRJ e participaram principalmente alunos da UERJ e vice-versa. Alunos externos também puderam participar”.

Durante os eventos as empresas patrocinadoras ainda fizeram apresentações das oportunidades de trabalho para estudantes de Geologia e Geofísica, além da demonstração de projetos científicos e sociais desenvolvidos. Para Lidia Waltz Calonio, organizadora do evento da UERJ, a atividade mais procurada foi o curso de ArcGis. “A exemplo das edições anteriores, é sempre o mais disputado até mesmo pelo número reduzido de vagas e por ser um curso prático. Em todos os demais cursos tivemos que pedir aos professores que aceitassem aumentar as turmas devido à demanda nas pré-inscrições. Gostaria de ressaltar também o curso de Microtectônica, no qual foi necessário a definição de critérios específicos na seleção dos alunos. Além disso, todos que fizeram o curso de bússola elogiaram bastante”.

The Power of Q

Complex Illumination

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

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

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

Visit www.westerngeco.com/ciq

II SEMANA DE GEOFÍSICA DA UFRN

Em sua segunda edição, a Semana de Geofísica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) reuniu entre os dias 17 e 21 de outubro de 2011, no *campus* universitário de Lagoa Nova, em Natal, cerca de 200 participantes que puderam conferir cinco minicursos e 15 palestras. O objetivo principal do evento anual, promovido pelo Departamento de Geofísica e que conta com o apoio da SBGf, é promover o estado da arte em temas importantes para profissionais e alunos de graduação e pós-graduação em Geofísica/Geociências, além da integração da Geofísica no estado.

Segundo a organizadora do evento e secretária da divisão nordeste setentrional da SBGf, profa. Rosângela Corrêa Maciel, os destaques da programação foram as participações do presidente do Serviço Geológico do Brasil (CPRM), Manoel Barretto, que proferiu a palestra de abertura, do diretor-geral do Centro de Estratégias em Recursos Naturais & Energia (CERNE), Jean-Paul Prates, que falou sobre o panorama de desenvolvimento da energia eólica no Rio Grande do Norte e do geofísico do Centro Potiguar de Geociências (CPGEO), Heron Schots, que palestrou sobre os avanços no processamento de dados sísmicos. “Outro ponto alto foi a palestra comemorativa aos 25 anos de sismicidade em João Câmara proferida pelo Prof. Joaquim Ferreira, do Departamento de Geofísica,

dentre outras atividades que contaram com a presença de professores e pesquisadores do Departamento e de outras instituições (INPE, UFF, UFBA, UFCG, IAG-USP, DCTA e Polícia Federal). O evento reuniu a comunidade geofísica local e foi considerado um sucesso por alunos, professores e demais participantes”.

No último dia da II Semana de Geofísica da UFRN, a exposição de divulgação científica “O que é Geofísica?” marcou presença com a apresentação do sismômetro, do correntômetro, da estação sismológica em tempo real, de experimentos com aquisição sísmica, equipamento de eletroresistividade e aquisição com GPR. A exposição recebeu 800 visitantes e fez parte também da Feira Anual da XVII Semana de Ciência, Tecnologia e Cultura da UFRN.



Cerimônia de abertura (da esquerda para a direita): representante do CAGEF-RN, Giancarlo Oliveira; coordenadora da II SEGEF, Rosângela Maciel; representante do CCET, Jianete Moreira; presidente da CPRM, Manoel Barretto; coordenador do curso, Walter Medeiros; e chefe do departamento, Gilvan Borba

IX ENCONTRO DE ENGENHARIA DE EXPLORAÇÃO E PRODUÇÃO DE PETRÓLEO

Foi realizado entre 22 e 26 de agosto de 2011, em Macaé (RJ), o IX Encontro de Engenharia de Exploração e Produção de Petróleo (ENGEPE), evento anual organizado por alunos de graduação em Engenharia de Exploração e Produção de Petróleo e professores do Laboratório de Engenharia e Exploração de Petróleo (LENEP), vinculado ao Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF). O encontro, que teve a divulgação da SBGf, apresentou 20 minicursos, 19 palestras e sessões de RH e contou com a participação de 671 inscritos e 50 instituições de ensino de nível médio e superior.

Segundo a organização, os principais objetivos do evento são a transmissão do conhecimento e a difusão dos mais recentes avanços da indústria do petróleo aos membros acadêmicos e profissionais da área, a promoção de um estreitamento do laço entre universidade e indústria, além do estímulo à formação de recursos humanos capacitados para trabalhar no setor petrolífero.



Foto: Arquivo lenep/ufn

O principal destaque do IX ENGEPE foi a palestra em três dimensões - proferida pelo especialista Fabio Cruz na recém-inaugurada sala 3D do LENEP - cujo conteúdo passou pelos equipamentos submarinos da Petrobras, com foco especial no separador submarino, nova tecnologia da empresa que será instalada no poço de Marlim.

Na apresentação dos trabalhos científicos, foram entregues dois *tablets* para os destaques nas categorias de graduação e de mestrado. No nível de graduação o vencedor foi Lorenz Rodrigues, estudante de Engenharia de Petróleo da Universidade Federal do Espírito Santo, com o projeto “Análise Técnico-Econômica da Injeção de Polímero em Reservatórios de Petróleo”. Na categoria mestrado o vencedor foi George Nocchi, estudante de mestrado do LENEP, com trabalho intitulado “Integração entre a Distribuição de T2 do Perfil de Ressonância Magnética Nuclear com a Distribuição de Garganta de Poros do Ensaio de Pressão Capilar por Injeção de Mercúrio em Reservatório Carbonático”.

Durante o IX ENGEPE ainda foram realizadas visitas técnicas nas empresas FMC, Baker Hughes e PWR Mission, que possibilitaram que a missão do evento, de apresentar o mercado de trabalho aos estudantes, fosse cumprida.

3º ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDANTES DE GEOFÍSICA (ENEGEOF)

No dia 19 de agosto, o auditório da Universidade Federal Fluminense recebeu o 3º Encontro Nacional de Estudantes de Geofísica (ENEGEOF). Com o apoio da SBGf e organização do Centro Acadêmico de Geofísica da UFF e da empresa júnior, IAG-Jr, o evento contou com a presença de estudantes de diversas instituições de ensino superior do Brasil, como Unipampa, UFBA, UnB e UFRN.

Entre as atividades oficiais, se destacou a mesa-redonda - cujo tema foi o mercado de trabalho -, com a presença do professor Rogério Santos (UFF/Petrobras) e do geofísico Hans Castro (BGP), abordando as oportunidades e demandas atuais do setor de Geofísica. As empresas juniores de Geofísica, a IAG-Jr (USP) e a Phygeo (UnB), apresentaram

projetos realizados e falaram sobre as dificuldades e benefícios existentes em participar de uma empresa júnior.

Também atraiu o interesse dos participantes o debate sobre o projeto de regulamentação da profissão de geofísico, com a palestra do Secretário de Relações Institucionais da SBGf, Renato Lopes Silveira. Segundo a organização uma peculiaridade do encontro foi a troca de conhecimentos referente às grades, ementas e pesquisas em geofísica que são promovidas em cada universidade.



Foto: Arquivo UFF

HOMENAGEM

In Memoriam – Muhamad Amin Baccar, Aníbal Queiroz Filho e Francisco Emilson de Farias Evangelista

Em 2011, a geofísica brasileira perdeu três grandes profissionais. Pioneiros, inovadores e, acima de tudo, exemplos de vida e profissionalismo, faleceram os geofísicos Muhamad Amin Baccar, Aníbal Queiroz Filho e Francisco Emilson de Farias Evangelista. Principalmente dentro da Petrobras se destacaram como pensadores fundamentais que contribuíram com a evolução da aquisição, processamento e interpretação de dados sísmicos praticados pela empresa, trazendo em seus currículos descobertas de grande valor para a sociedade brasileira. Abaixo a SBGf presta sua homenagem à memória e às famílias de nossos queridos amigos.

Geofísico Muhamad Amin Baccar



Foto: Arquivo Familiar

Aos 79 anos de idade, o geofísico Muhamad Amin Baccar faleceu no dia 6 de setembro de 2011, na cidade do Rio de Janeiro.

Baccar, como era conhecido na comunidade petroleira, era gaúcho do Vale do Rio Pardo. Nasceu em 2 de junho de 1932 em Santa Cruz do

Sul. Formou-se em Engenharia Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), em 1953, e ingressou na Petrobras em 1957, admitido para fazer o curso de Geologia de Petróleo, no antigo CENAP (Centro de Aperfeiçoamento e Pesquisa de Petróleo) da estatal, em Salvador (BA), que deu origem ao atual CENPES (Centro de Pesquisas Leopoldo Américo Miguez de Mello), no Rio de Janeiro. Logo passou para a área de Geofísica, quando trabalhou com sísmica de refração e de reflexão.

Entre 1957 e 1968, Baccar prestou inestimável contribuição para a exploração da Plataforma Continental Brasileira, sendo o principal responsável pela reinterpretação de dados sísmicos da Plataforma Continental do Espírito Santo, incorporando novos conhecimentos às interpretações vigentes, o que causou na época grande discussão técnica sobre a presença de domos de sal – até este período, só se conhecia a ocorrência de domos de sal no Golfo do México. Carlos Walter Marinho Campos, então Diretor de Exploração, acreditou em Baccar e mandou perfurar o poço ESS-1 (Espírito Santo Submarino 1), em 1968, primeiro poço *offshore* perfurado na Plataforma Continental, o qual comprovou a existência do domo de sal. Tal contribuição mudou a concepção da história geológica das bacias costeiras.

Baccar foi para o Rio de Janeiro, em 1969, onde foi coordenador e supervisor-geral de interpretação sísmica do Departamento de Exploração. Foi cedido à Braspetro, por ocasião de sua criação, e esteve ligado a atividades no Iraque de 1972 a 1979, onde participou da seleção das áreas para exploração e da negociação dos contratos, sendo chefe da área de geofísica, gerente-geral e coordenador do Projeto de Desenvolvimento do Campo de Majnoon, gigante com reservas estimadas em cerca de 10 bilhões de barris de óleo.

Em 1989, com grande êxito, Baccar foi presidente da comissão organizadora do 1º Congresso da SBGf. Aposentou-se da Petrobras em 1991, tendo atuado até a sua morte como consultor.

Por sua competência profissional e exemplar retidão moral, Baccar conquistou o respeito e a admiração dos que tiveram o privilégio de conhecê-lo.

(Contribuição: João Victor Campos)

Geofísico Aníbal Queiroz Filho



Foto: Arquivo Familiar

Descendente de italianos, Aníbal Queiroz Filho nasceu em Corumbataí (SP), em 1956. Em 1977, ingressou no curso de Geologia da Unesp - Rio Claro. À convite da Petrobras transferiu-se, em 1981, para a Universidade Federal da Bahia, onde se graduou.

Suas habilidades com matemática o

levaram a ser contratado como geofísico.

De 1982 a 1983, trabalhou com a aquisição de dados sísmicos terrestres nas bacias do Espírito Santo e do Paraná, lotado no então Distrito de Exploração do Sudeste (DESUD), sediado em Macaé-RJ. Ainda em 1983, foi transferido para o Distrito de Exploração da Bahia (DEX-BA), onde trabalhou na equipe sísmica da Petrobras - ES-26. Em 1987, Aníbal foi para o Rio de Janeiro para trabalhar como geofísico no Centro de Processamento Sísmico Terrestre da sede da Petrobras.

Em 1989, foi transferido para o Distrito de Exploração do Espírito Santo, em São Mateus, tornando-se depois gerente do Centro de Processamento Sísmico local. Em 1996, pediu transferência para Macaé, onde sua já larga experiência foi fundamental para o grupo de processamento sísmico da Bacia de Campos. Trabalhando com processamento 2D e 3D marítimos, análise de AVO, treinamento de novos geofísicos e aplicando sua brilhante intuição e imbatível disposição na melhoria da qualidade sísmica, Aníbal contribuiu para a descoberta e desenvolvimento de vários campos de petróleo, notadamente o de Jubarte. Em 2001, retornou para o Espírito Santo, trabalhando com os campos e blocos exploratórios do norte da Bacia de Campos e da Bacia do Espírito Santo. Atendendo novo chamado da empresa, em 2003 a família se mudou novamente para o Rio de Janeiro, onde Aníbal fez a diferença com suas contribuições para o desenvolvimento de técnicas mais precisas e eficientes de processamento sísmico.

A saúde abalada o fez optar pela volta à Vitória em 2006, continuando a trabalhar no processamento sísmico de dados marítimos e terrestres, assim como no treinamento de novos geofísicos.

Aníbal era um homem de personalidade forte, brilhante em seu trabalho, mas pouco afeito aos holofotes. Por conta disto, não são muitos seus trabalhos publicados, mas quem teve o privilégio de sua companhia profissional sabe o quanto importante ele foi para a geofísica na Petrobras. Rígido, generoso, prudente e, sobretudo, leal, deixa a seus colegas de trabalho um exemplo de conduta. *(Contribuição: vários colegas geofísicos da Petrobras)*

CONHECIMENTO

Museu da Geodiversidade da UFRJ: divulgação científica em alto nível

Reinaugurado em 14 de setembro após dois anos de reformas, o Museu da Geodiversidade (MGeo) da Universidade Federal do Rio de Janeiro é pioneiro no tema e proporciona a seus visitantes diversas experiências ligadas às Geociências. Com um acervo de cerca de 20 mil itens (minerais, rochas, solos e fósseis, lâminas petrográficas, além de fotografias, instrumentos empregados nas Geociências, mapas, documentos e livros raros), o museu busca a integração das Geociências ao cotidiano, demonstrando sua importância para as atividades econômicas e melhoria das condições de vida da população ao orientar o visitante no conhecimento dos eventos geológicos, sua magnitude e implicações para as atividades humanas.

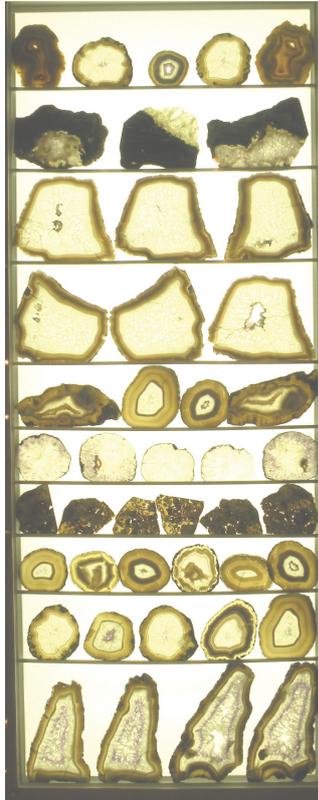
Um dos destaques do MGeo é a exposição permanente “Memórias da Terra”, espaço voltado para a compreensão da maneira como a diversidade de rochas, solos e substratos terrestres influencia no desenvolvimento da vida em nosso planeta por meio da reconstituição da origem do ambiente terrestre. No acervo há ainda materiais de extrema raridade como o meteorito Uruaçu, encontrado em Goiânia, composto primeiramente de níquel e ferro, e ainda, holótipos de fósseis brasileiros, entre outros minerais.

“Considero que o espaço interativo em que há a simulação da abertura de uma falha com o extravasamento de magma seja o que os geofísicos certamente se identificarão. Trata-se de um experimento de imersão em que o público tem a sensação visual e auditiva de placas tectônicas se movendo”, comenta o paleontólogo e professor do Departamento de Geologia da UFRJ, Ismar de Souza Carvalho. Além da UFRJ, outras instituições apoiam o museu: DRM, do Governo do Estado do Rio de Janeiro, FAPERJ, CPRM, Petrobras e FINEP.

Abrigando a terceira maior coleção de fósseis do país, que é catalogada pelo sistema PALEO do Serviço Geológico do Brasil, o MGeo reúne e expõe o acervo científico de minerais e rochas do Instituto de Geociências da UFRJ para o estudo das ciências geológicas, resgatando o patrimônio geológico e paleontológico através da manutenção deste repositório. Outro ponto significativo do museu é o intuito de ser referência no desenvolvimento de atividades educacionais voltadas para o ensino das Ciências da Terra no ciclo fundamental e médio, propiciando a realização de trabalhos escolares e incentivando os estudantes a se interessar pelo tema.

Os projetos futuros do MGeo incluem a apresentação da reconstituição completa do dinossauro gigante *Amazonsaurus maranhensis* - primeiro dinossauro descoberto na região da Amazônia, ele possuía hábitos herbívoros e doze metros de largura por aproximadamente quatro metros de altura - e a inauguração de um espaço para a exibição de filmes em três dimensões. “Associado ao museu há o espaço expositivo provisório do Centro de Estudo de Mudanças Ambientais (CEMA), o qual abriga exposições

Fotos: Arquivo MGeo



temporárias versando sobre diferentes aspectos relacionados às Geociências. A próxima exposição abordará o tema dos desastres naturais, com fotografias do artista Dimitrius Borja”, afirma o paleontólogo.

O Museu da Geodiversidade possui cerca de 750 m², se localiza no campus da UFRJ da Ilha do Fundão na capital fluminense, e está aberto para visitação pública e gratuita de segunda a sexta-feira, das 9h às 17h. Agendamentos de visitas podem ser feitos por telefone: (21) 2598-9464 e pelo e-mail museu-geodiversidade@geologia.ufrj.br.

A coleção científica de fósseis está disponibilizada na base PALEO, em www.cprm.gov.br/bases/novapale/paleind.php, podendo ser acessado através da consulta textual por nome do exemplar, localidade do repositório e unidade litoestratigráfica.

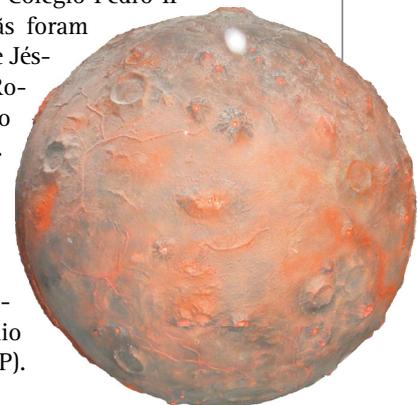
1ª Olimpíada Nacional de Geociências define vencedores

O Instituto de Geociências (IGEO) da UFRJ e o Museu da Geodiversidade promoveram durante o segundo semestre de 2011 a 1ª Olimpíada Nacional de Geociências. Voltada para estudantes do ensino médio de escolas das redes públicas e privadas de todo o país, esta

foi a primeira competição nacional abordando exclusivamente as diferentes disciplinas das Geociências. Segundo a organização do evento as inscrições estiveram abertas entre julho e agosto, quando foram registradas 100 equipes de diversos estados brasileiros. Cada grupo foi composto por três alunos, totalizando 300 participantes.

A Olimpíada teve três etapas classificatórias, realizadas online, com os temas “Formação do Planeta Terra”, “Rochas e Minerais” e “Evolução da Vida”. Já na fase final, realizada presencialmente no IGEO da UFRJ, em dezembro, as cinco equipes finalistas examinaram temas sobre “Fósseis” e “Desastres Naturais”. Toda a competição foi composta por provas (múltipla escolha) e atividades que exigiram criatividade dos participantes, como criar paródias, murais para a escola, entre outras tarefas. Ainda na etapa final foram exigidos conhecimentos por meio de uma prova objetiva, um jogo de soletração e definição de conceitos geocientíficos e a produção de um texto sobre a geodiversidade da região de cada equipe finalista.

Os vencedores da 1ª Olimpíada Nacional de Geociências foram os alunos Julia, Luís Alberto e Yara, orientados pela professora Munique, do Colégio Pedro II – Humaitá (RJ). As vice-campeãs foram as estudantes Caroline, Cristiane e Jéssica, orientadas pela professora Rosângela, da Escola Estadual Paulo Luiz Valério, de Piracicaba (SP). As equipes que ficaram na terceira e quinta colocação são da Associação Educacional Professora Noronha, da cidade de Dom Pedro (MA), e a equipe quarta colocada é da Escola Estadual Antônio Magalhães Bastos, em Taubaté (SP).



NOTAS

NORMA ABNT PARA APLICAÇÃO DE MÉTODOS GEOFÍSICOS ESTÁ EM VIGOR

Em vigência desde 22 de abril, a norma ABNT NBR 15935: 2011: Investigações ambientais – Aplicação de métodos geofísicos estabelece as diretrizes para a seleção de métodos geofísicos aplicáveis a investigações ambientais de solo e água subterrânea, embora não descreva os procedimentos específicos para cada método.

Publicada pela Comissão de Estudo Especial de Avaliação da Qualidade do Solo e Água para Levantamento de Passivo Ambiental e Análise de Risco à Saúde Humana (ABNT/CEE-68) da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), esta é a única norma que envolve a Geofísica no Brasil. Segundo o analista da Gerência do Processo de Normalização da ABNT, Mozart Silva Filho, atualmente não há na Associação nenhum processo de instituição de normas relativas à Geofísica. “A demanda para criação de qualquer norma brasileira é oriunda da sociedade envolvida com o tema a ser normalizado, a qual é encaminhada ao Comitê Técnico pertinente para as providências cabíveis. Ressalto ainda que o setor demandante deverá participar da Comissão de Estudo para o desenvolvimento da norma. Normalmente após cinco anos de sua publicação, ou a qualquer momento em função de justificativas técnicas fundamentadas, a norma pode ser alterada. A versão anterior da norma é cancelada e substituída pela nova edição, devendo esta ser adquirida”.

A norma ABNT NBR 15935: 2011 possui 22 páginas e pode ser obtida nos escritórios da ABNT no Rio de Janeiro, São Paulo, Belo Horizonte e Rio Grande do Sul ou por meio do site www.abntcatalogo.com.br. O valor é de R\$ 79,50.

PROGRAMA ATRAÇÃO DE TALENTOS DA PETROBRAS

Em 2010 a Petrobras iniciou a implantação do projeto Atração de Talentos, cujo principal objetivo é aproximar, ainda mais, a empresa estatal dos universitários por meio de palestras em Instituições de Ensino Superior (IES) de todo o país. Em 2011 as atividades do projeto foram apresentadas em 22 eventos em diversas IES (ITA, Unicamp, USP, UFRN, PUC, UFRGS, entre outras), atingindo mais de 6.400 estudantes, principalmente dos cursos de Geofísica, Geologia, Engenharia e Química com conceitos 4 e 5 no ENADE.

“O projeto foi considerado implantado em 2011, assumindo o *status* de programa para o ano de 2012”, comenta o gerente de gestão do efetivo da Unidade de Recursos Humanos da Área Corporativa da Petrobras, Lairton Correa de Souza. “A abordagem ocorre por meio de apresentação sobre a Petrobras, seus desafios e benefícios, como forma de incrementar a presença da companhia no meio universitário e fomentar o interesse dos alunos. Em alguns eventos foi realizado um piloto com a aplicação da vertente estande onde os alunos podiam obter mais informações sobre a empresa ou tirar dúvidas sobre algum ponto abordado durante as palestras”.

As apresentações do Atração de Talentos duram 90 minutos e são feitas por profissionais da Petrobras. Ao fim de cada palestra é solicitado aos participantes o preenchimento de um formulário de avaliação no qual são julgados a habilidade do palestrante, o material/informações apresentados e o atendimento às expectativas.

Segundo Lairton de Souza, “em todos os três indicadores, temos um percentual positivo, superior a 95%. Por esse motivo, avaliamos que as informações repassadas, assim como a forma de abordagem, estão sendo bem recebidas e são adequadas ao objetivo do programa. Para 2012 está sendo estudado o desenvolvimento de outras vertentes, como a estruturação de um programa de visitas às unidades da Petrobras. Além disso, uma das metas é aumentar a participação da companhia, alcançando mais IES e estudantes”.

As IES que quiserem mais informações sobre o programa, ou que gostariam que a Petrobras avaliasse a viabilidade de aplicação em suas instalações, devem entrar em contato pelo e-mail atracaodetalentos@petrobras.com.br.

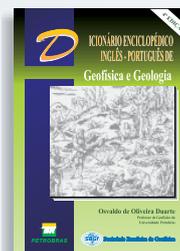
Publicações SBGf



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



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



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



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



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

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

PESQUISA

Aerogeofísica: Um caminho de sucesso na busca pelo ouro no Pará

Através de métodos aerogeofísicos magnetométrico gradiométrico e gamaespectrométrico em alta resolução, o estudante do mestrado em Geologia da UnB, Ezequiel Silva, identificou 54 alvos potenciais de ouro no sudeste do Pará, próximos à região de Rio Maria. Primeiras perfurações estimam que a quantidade do mineral na área possui valor de R\$ 12 milhões

A pesquisa orientada pela professora Adalene Moreira Silva e co-orientada pela professora Catarina Labouré Benfica Toledo, foi desenvolvida nos últimos dois anos no Laboratório de Geofísica Aplicada da Universidade de Brasília, em parceria com a empresa que possui a concessão de exploração da área, Reinarda Mineração Ltda. (subsidiária da multinacional australiana Troy Resources Limited).

O estudo foi desenvolvido inicialmente no sentido de ajudar na definição de alvos já conhecidos como potencialmente favoráveis à ocorrência de mineralização aurífera e localizar novos alvos em regiões com resposta geofísica semelhante, já que o levantamento em si não descobre mineralização por ser um método indireto. Os 54 alvos geofísicos identificados foram então avaliados por métodos geoquímicos para identificar o potencial para ouro e em 20 deles a presença do metal precioso foi comprovada. “A validação de alvos gerados não necessariamente deve ser julgada com a descoberta de um depósito mineral econômico. Qualquer alvo gerado por métodos de pesquisa indiretos, como a Geofísica, e que venha a ser comprovado, quer seja apenas uma anomalia geoquímica em direta associação, deve ser encarado como sucesso da geração de alvos pelo método indireto. Nesse trabalho geramos um alvo geofísico que parecia interessante, chegando no campo vimos que já existia uma cava garimpeira não catalogada pela empresa. Pelo fato de ter existido ali um garimpo o alvo geofísico foi validado tendo mostrado uma lavra antiga, ou seja, um depósito. Agora, sabemos que muitos alvos geofísicos que são comprovados por meios geoquímicos infelizmente não se tornam uma mina. O mesmo se passa com alvos puramente geoquímicos que muitas vezes não geram depósitos econômicos”, explicam a professora Adalene Silva e seu orientando Ezequiel Silva.

As pesquisas cobriram uma área total de 1.952 km², descobrindo alvos pequenos, com poucas dezenas de metros quadrados, e alvos maiores, com centenas de metros quadrados. “No geral a metodologia utilizada possibilitou a geração de alvos mais pontuais, o que é interessante na visão prospectiva de uma empresa de mineração, pois ganha-se tempo no processo de exploração e facilita as atividades de *follow up*. No entanto, a metodologia pode apontar áreas-alvo para *follow up* dependendo da resolução dos dados, do modelo exploratório e da qualidade do processamento dos dados aerogeofísicos. É muito importante escolher os produtos que possam mapear áreas significativas para exploração, ou seja, que possuam relação espacial entre si”, comentam.

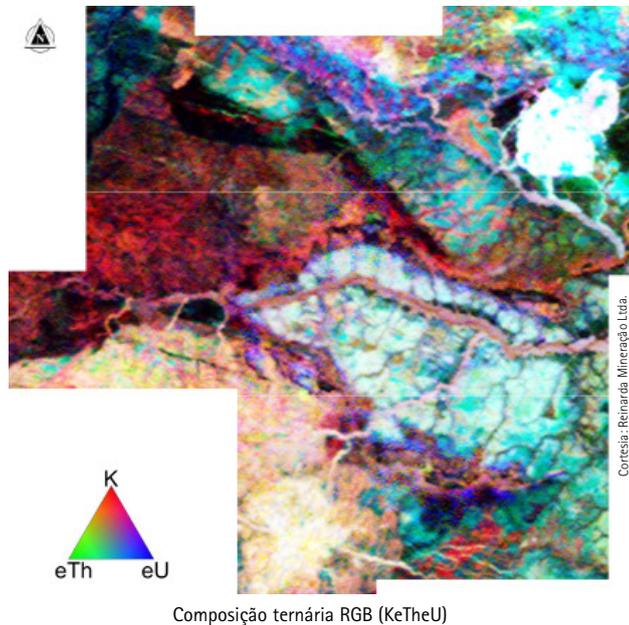
Laboratório de Geofísica Aplicada da UnB: 10 anos de pesquisas

A dissertação de Ezequiel, que é geólogo de projetos da Reinarda Mineração, pertence à linha de pesquisa que é coordenada pela professora Adalene Silva, há dez anos, na UnB. “Logo que graduei comecei a trabalhar com exploração na Troy e após três anos voltei à universidade para fazer o mestrado. Como não deixei o emprego, dedicava minhas folgas e meu tempo livre à noite para a pesquisa. A experiência no campo, no dia a dia da exploração mineral, foi essencial para o bom aproveitamento dos dados que dispúnhamos e, graças a Deus, com muito esforço e dedicação obtivemos êxito naquilo que propomos no início. Foram mais de dois anos de muito trabalho, mas valeu a pena”, afirma Ezequiel Silva.

A professora Adalene orientou nove mestrados, co-orientou dois mestrados e uma tese de doutorado com enfoque no processamento e interpretação visando a seleção de áreas favoráveis para exploração mineral e cartografia geológica. Já foram alvo de estudo na UnB mineralizações auríferas em áreas do Quadrilátero Ferrífero, do Tapajós e do *Greenstone Belt* Três Palmeiras, no Pará. “Desenvolvemos pesquisas (sob minha coordenação) de minério de ferro em Carajás, Espinhaço Meridional e no Quadrilátero Ferrífero. Estamos avançando nas linhas de pesquisa e nossa intenção é testar a metodologia em outras áreas em *greenfield* e *brownfield*. Em *brownfield*, ou *near mine*, estamos testando novas técnicas de modelagem em 2D e 3D. Esperamos ter bons resultados em breve”, conta Adalene Silva.

Outro ponto destacado pela professora da UnB é a importância da parceria entre a iniciativa privada e a universidade. “A parceria universidade e empresa é benéfica para ambos os lados, já que as empresas podem fazer investimentos de grande porte. Por exemplo, raramente teremos um orçamento disponível dentro de um projeto de pesquisa para podermos sondar alvos importantes mapeados com dados robustos derivados de informações aerogeofísicas. Por sua vez, a universidade tem formação crítica e disponibilidade para focar no desenvolvimento de novas tecnologias em exploração mineral, contribuindo com as empresas e gerando novas informações”.

Em breve os resultados do estudo serão publicados na revista *Economic Geology*.



Em breve os resultados do estudo serão publicados na revista *Economic Geology*.

ESPECIAL

Métodos não-sísmicos avançam no Brasil

Com potencial para serem utilizados em todas as áreas da Geofísica, os métodos não-sísmicos têm sido aplicados no Brasil com bastante sucesso por empresas públicas, privadas, instituições de pesquisa e ensino. Mineração, petróleo e gás, hidrogeologia, meio ambiente e geologia regional são alguns dos setores que se beneficiam com os avanços tecnológicos na aquisição de dados.

Os métodos não-sísmicos de magnetometria e gravimetria tiveram sua estreia no mundo da geofísica nas décadas de 1960 e 1970 como ferramentas de exploração, se prestando apenas à identificação de grandes feições geológico-estruturais. Atualmente, tais métodos apresentam como principais vantagens os menores custos envolvidos tanto em aquisição, como em processamento, além de maior rapidez e menor impacto em relação às atuais demandas ambientais.

De acordo com o coordenador e pesquisador do Laboratório de Geofísica de Prospecção e Sensoriamento Remoto (LGPSR) da Universidade Federal do Ceará (UFC), professor **Mariano Castelo Branco**, os métodos geofísicos não-sísmicos podem ser empregados para uma grande quantidade de objetivos e finalidades. Os métodos elétricos e eletromagnéticos mais aplicados nas pesquisas, projetos e serviços desenvolvidos no LGPSR nas áreas de geofísica rasa são ferramentas para a prospecção mineral, geologia estrutural, estratigrafia de bacias sedimentares, prospecção de águas subterrâneas e estudos de sistemas aquíferos, meio ambiente e contaminação (inclusive os casos associados ao setor de petróleo), pesquisas diversas em obras de engenharia, de geotecnia, de solos e de agronomia. “Outras aplicações podem estar voltadas para arqueologia, investigações periciais e forenses. É importante destacar as aquisições elétricas através de imageamento 3-D para investigações rasas, bem como o imageamento GPR 3-D. Por outro lado, os métodos eletromagnéticos de investigação mais profunda – CSAMT, AMT, MT, têm ampla aplicação em pesquisas geológicas, de geologia estrutural e de geotectônica, estudos da crosta, manto, interfaces, e de bacias sedimentares em vários ambientes. É igualmente importante mencionar estas aplicações em nível de alta resolução tanto em levantamentos terrestres, aéreos, marítimos e, num futuro próximo, em orbitais”.

Dentre os métodos eletromagnéticos utilizados no Laboratório de Geofísica da UFC destacam-se aqueles que incorporam o domínio da frequência e do tempo, como o Eletromagnético Indutivo (EM), o Radar de Penetração no Solo (GPR), o Eletromagnético de Baixa Frequência (VLF), o Eletromagnético Transiente (TDEM) e a ampla gama de métodos eletromagnéticos de investigação mais profunda, tais como o de Fonte Controlada (CS), o Áudio-Magnetotelúrico (AMT) e o Magnetotelúrico (MT). Ainda são feitas aquisições conhecidas, como Imageamento Elétrico Multieletródodo ou Tomografia Elétrica (por exemplo através do arranjo dipolo-dipolo, polo-dipolo) e as sondagens Elétricas Verticais (também por meio de diversos arranjos/dispositivos).

“Em todos os casos em que os métodos não-sísmicos são empregados há um grande suporte em *hardware* e *software*

de aquisição, processamento e interpretação de dados. Ainda se deve considerar, em termos de métodos geofísicos não-sísmicos, os reconhecidos métodos potenciais de gravimetria e de magnetometria, apoiados, respectivamente, nos fundamentos dos campos gravitacional e magnético da Terra. Alguns outros métodos geofísicos não-sísmicos utilizados no LGPSR são a perfilagem geofísica de poços e a filmagem ótica de alta resolução. Estes últimos, com grande importância em vários campos da geofísica de prospecção. Tudo indica que nos próximos anos as demandas e os investimentos nestes métodos aumentarão bastante, bem como haverá um grande desenvolvimento científico e tecnológico”, afirma Mariano Castelo Branco.

Segundo o professor da UFC, nos últimos 10 anos ocorreram os grandes avanços na área de aquisições de dados com métodos não-sísmicos, sobretudo, com a maior difusão de uso e aplicações para a pesquisa geológica e para o setor do petróleo e gás. As grandes novidades tecnológicas estão associadas aos levantamentos eletromagnéticos no mar e aos levantamentos aeroportados com a oferta de novas instrumentações.

Com forte tradição no uso de métodos não-sísmicos e com o impulso observado na aplicação destas tecnologias, o Laboratório de Geofísica, da Universidade Federal do Ceará, está no momento atuando em vários projetos de geofísica de prospecção, como os levantamentos geofísicos na porção oriental da Bacia Sedimentar do Parnaíba, envolvendo métodos potenciais e elétricos; o imageamento GPR investigativo e voltado para segurança, além de associado a métodos elétricos para barragens; as aquisições geofísicas em áreas de vazamento de petróleo; entre outros. “Estamos com um grande projeto de métodos não-sísmicos junto à Rede de Geofísica do CENPES/PETROBRAS, diretamente aplicado à integração de dados gravimétricos, elétricos, e eletromagnéticos CSAMT, AMT e MT, incluindo correlações com dados sísmicos, voltado para o setor de petróleo e gás na Bacia Potiguar”.

Para o coordenador do Laboratório de Geofísica Aplicada do Departamento de Geologia Aplicada (DGA) do Instituto de Geociências e Ciências Exatas – IGCE, da Universidade Estadual Paulista, professor João Carlos Dourado, qualquer método geofísico possui vantagens e limitações, mesmo os métodos sísmicos possuem sérias restrições em vários tipos de ambientes geológicos e sua utilização em estudos de feições superficiais é praticamente inviabiliza-



Equipamento para filmagens de poços em alta resolução

Foto: Arquivo UFC

Foto: Arquivo Pessoal



ESPECIAL

da por problemas de resolução. “Neste caso o uso do GPR, por utilizar maiores frequências, pode ser indicado. Da mesma forma os métodos potenciais são mais utilizados para estudos regionais. Na verdade, não existe uma receita para a utilização dos métodos geofísicos, cada aplicação deve ser precedida de avaliações que compreendam o contraste das propriedades físicas dos materiais presentes em subsuperfície, da profundidade e do tamanho do alvo, do tipo de resultado obtido e logicamente do tempo de levantamento, do custo do equipamento, do pessoal e da logística envolvida”.

No DGA diversos levantamentos geofísicos que empregam técnicas não-sísmicas são aplicados em estudos ambientais, geológicos regionais, hidrogeológicos e de mineração, entre eles destaca-se: Eletroresistividade (Sondagem Elétrica Vertical - SEV, caminhamento elétrico, sondagens TDEM); Polarização Induzida - IP; Radar de Penetração no Solo - GPR; Gravimetria; e Magnetometria. “Pode-se dizer que métodos como o GPR, não existiriam sem o desenvolvimento da eletrônica digital. As técnicas de modelagem 2-D e 3-D, muito usadas na interpretação de dados gravimétricos e magnetométricos, passaram a ser mais utilizadas depois do desenvolvimento da informática. Da mesma forma se deu o desenvolvimento dos métodos geofísicos que utilizam as ondas sísmicas superficiais e o próprio ruído ambiental, que é altamente dependente do processamento digital. Da parte instrumental temos o desenvolvimento de equipamentos, como os que possibilitam a gravimetria aérea, que revolucionam a metodologia de aquisição”, comenta o professor **João Carlos Dourado**.



Foto: Arquivo Pessoal

Ainda na academia, o Departamento de Geologia da Universidade Federal do Paraná, através do Laboratório de Pesquisas em Geofísica Aplicada (LPGA/UFPR), emprega métodos não-sísmicos em cartografia geofísica em escalas regional e local, estudos ambientais (contaminação por hidrocarbonetos, plumas de contaminação por depósitos de resíduos sólidos e hospitalares), exploração mineral e petrolífera, hidrogeofísica, entre outros. O professor e coordenador do LPGA, **Francisco José Fonseca Ferreira**, afirma que, em geral, o grau de precisão na identificação de uma área com potencial mineral a partir de métodos não-sísmicos é muito grande. “As atividades geofísicas sequenciais na exploração mineral iniciam com aerolevantamentos seguidos de levantamentos terrestres e culminam com subsídios para o planejamento de sondagens rotativas. Em nossas pesquisas utilizamos métodos gamaespectrométricos, gravimétricos, resistividade/polarização induzida e magnéticos”.

Na opinião do professor Francisco Ferreira, embora os métodos não-sísmicos utilizados nos levantamentos terrestres e aéreos sejam muito rápidos e cubram grandes áreas com baixos custos, as técnicas ainda carecem de expansão e investimento. “As principais tecnologias desenvolvidas atualmente estão voltadas à aquisição remota contínua (e transmissão) de dados não-sísmicos. Os investimentos públicos realizados pelo governo federal, a partir de 2003, em levantamentos aerogeofísicos (gamaespectrométricos e magnéticos) foram satisfatórios. Contudo, há um desequilíbrio entre levantamentos terrestres e marítimos, sobretudo na margem continental”.



Foto: Arquivo Pessoal

Dentro da indústria do petróleo os métodos não-sísmicos são hoje usados para auxiliar no entendimento do arcabouço regional das bacias sedimentares e para contribuir no mapeamento/identificação de hidrocarbonetos presentes nas rochas. Também são úteis no caso de pesquisa marinha, quando as ondas sísmicas não conseguem transpor camadas de sal, como é caso do pré-sal. O gerente de métodos não-sísmicos da Petrobras, **Marco Polo Buonora**, cita quais técnicas são usadas na empresa estatal: “A utilização dos métodos não-sísmicos é complementar aos métodos sísmicos, pois eles respondem às propriedades físicas das rochas de forma diferente daquela obtida pela sísmica. Na Petrobras utilizamos a gravimetria (aérea, terrestre e marítima), magnetometria (aérea, terrestre e marítima) e métodos eletromagnéticos (terrestres e marítimos). No momento, todos os levantamentos são contratados, porém a supervisão, controle de qualidade, processamento, análise e interpretação dos dados, são, em sua maioria, executados por geofísicos da Gerência de Métodos Não-sísmicos da Petrobras”.



Foto: Arquivo Pessoal

De acordo com Marco Polo um progresso significativo nos últimos quatro anos, especificamente na prospecção petrolífera no mar, foi a evolução dos sensores eletromagnéticos com mais precisão e exatidão de medida, bem como a maior capacidade de fontes e sistemas de posicionamento das linhas levantadas. “As tecnologias em contínuo desenvolvimento são a construção de sensores eletromagnéticos de alta sensibilidade, rebocados ou assentados no fundo do mar, fontes eletromagnéticas mais potentes e com maior repetibilidade dos sinais emitidos. Também se desenvolvem conjuntos de fonte e receptores, todos rebocados ao mesmo tempo, no mar, para atender as demandas de mapeamento em águas rasas, além de sistemas gravimétricos e gradiométricos aerotransportados mais precisos e mais leves. Temos exemplos de levantamentos eletromagnéticos que demonstram claramente a melhora na qualidade do sinal medido”.

Empresas investem e obtêm resultados positivos

No território brasileiro empresas privadas multinacionais e nacionais cada vez mais têm investido em equipamentos e especialistas em métodos não-sísmicos, obtendo resultados bastante satisfatórios. Segundo o gerente de operações terrestres da empresa Fugro-Geomag Prospecções Geofísicas, **Henrique Duarte**, métodos não-sísmicos são quase sempre mais baratos e envolvem uma logística muito menos complexa que a tradicional sísmica. “Atuamos na pesquisa mineral, de geotecnia, ambiental e de hidrocarbonetos e entendo que o grande desafio da geofísica terrestre é investigar cada vez mais profundo e com mais definição. Neste sentido, em função das atuais demandas do mercado, a Fugro está desenvolvendo estudos e parcerias visando a aplicação de novos arranjos e métodos com o objetivo de alcançar profundidades superiores a 500 metros. As tecnologias estudadas abrangem desde a utilização de métodos eletromagnéticos e de polarização induzida mais robustos, à perfilagem gravimétrica de furo e perfis gama-gama”.



Foto: Arquivo Pessoal

Embora a indústria do petróleo, na maioria das vezes, opte pelo método sísmico, em geral, devido à grande dimensão e profundidade dos reservatórios de petróleo, para Henrique Duarte deve-se reconhecer a relevância dos métodos não-sísmicos para o setor. “O método gravimétrico, por exemplo, é de fundamental importância tanto para a pesquisa mineral quanto para a pesquisa de petróleo *offshore*, onde é possível identificar blocos que foram rebaixados (*grabens*) ou elevados (*horsts*) com base nos contrastes de densidade que apresentarão com as outras camadas em razão deste rebatimento. Já os métodos elétricos trabalham com base em contrastes de resistividade entre as camadas ou rochas do subsolo e podem ser aplicados para detecção de reservatório de petróleo, contanto que possuam dimensão de arranjo e intensidade de corrente suficientes para alcançarem grandes profundidades, que é o caso da maior parte dos reservatórios”.

Por possuir a tripla certificação: ISO 9001 (gestão de qualidade), ISO 14001 (meio ambiente) e OHSAS 18001 (saúde ocupacional e de segurança), a Fugro-Geomag apresenta uma constante preocupação em interferir o mínimo possível na natureza. “Se por um lado nos levantamentos aéreos não há necessidade de interação direta com o meio ambiente, por outro para execução dos levantamentos geofísicos terrestres, muitas vezes, o cliente necessita executar a abertura de picadas nas matas. Porém, elas são abertas sempre com a menor dimensão possível, o que permite que a vegetação se recupere em curto prazo de tempo. Diferentemente dos métodos sísmicos, nos métodos não-sísmicos não ocorrem explosões. No máximo, injeções de correntes elétricas de baixa voltagem através de eletrodos fincados no solo. Ou seja, praticamente não há perturbação ao meio ambiente”, afirma Henrique Duarte.

Impulsionado pelo positivo panorama atual decorrente do alto preço internacional das *commodities* e do retorno da valorização do ouro devido à recente crise econômica mundial, o gerente de operações terrestres acredita que há muito a se desenvolver em pesquisas não-sísmicas no Brasil. “Para o desenvolvimento da atividade de aquisição de dados por métodos não-sísmicos no país são necessários diversos investimentos e ações conjuntas tanto do setor privado como do governo. Além do investimento direto, se faz necessário investimento de infraestrutura (estradas, portos, energia elétrica, entre outros), bem como a regulação do setor de mineração, que já está em andamento com o novo marco regulatório do setor mineral, além das questões políticas e tributárias. Ao mesmo tempo, outro desafio é a questão ambiental, que observamos que não está equacionada e necessita de uma política mais clara e transparente”.



Foto: Arquivo Pessoal

A empresa Microsurvey Aeroeofísica, especializada em aquisições *airborne*, trabalha com métodos de magnetometria, gamaespectrometria, gravimetria e eletromagnético. Para seu sócio-diretor, **José Divino Freitas Barbosa**, a grande vantagem do levantamento aerogeofísico é a cobertura de

aquisições em grandes áreas em pouco tempo. “O problema de acesso praticamente não existe, a rapidez de uma aeronave associada com a eletrônica moderna possibilita ao sistema de aquisição de dados fazer a leitura das características físicas do terreno a cada dois metros na área georreferenciada com precisão de centímetros, graças aos sistemas modernos de navegação GPS. Entre as características físicas do terreno medido estão, magnetismo, resis-

tência elétrica, radioatividade, densidade, elevação em relação ao nível do mar ou ao elipsoide e temperatura. Tudo isto adquirido sem cortar uma árvore, sem abrir nenhuma cratera no solo. Poderíamos dizer que o método de levantamento aerogeofísico é ecologicamente o mais correto que existe”.

A Microsurvey emprega no Brasil ainda o método aerogeofísico gradimétrico 3D-FTG, que hoje é a única tecnologia

aérea existente capaz de medir o tensor total gradiente de gravidade e pode ser usado tanto em levantamentos de detalhes, como regionais. “O sistema aéreo FTG faz medidas em tempo real do gradiente do campo gravitacional em três direções ortogonais e ao mesmo tempo corrige a orientação e as acelerações da aeronave. A geofísica aérea é amplamente utilizada no mapeamento geológico e de depósitos minerais, como os da classe Cu-Au-U-ETR-óxidos de Fe, que são normalmente associados a zonas de alteração hidrotermal, detectáveis por métodos aéreos”, complementa o diretor da empresa.



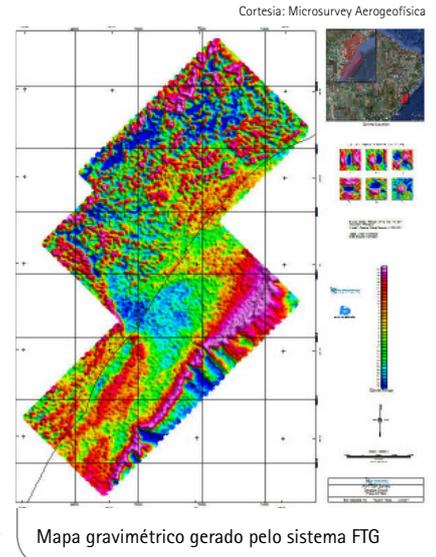
Foto: Arquivo Pessoal

O diretor de exploração geofísica da empresa Petra Energia, **Fernando Neves**, comenta que os dados provenientes de métodos potenciais são fundamentais para a interpretação e o conhecimento da geologia regional, para o entendimento do arcabouço da bacia e para a identificação de áreas com

potencial interesse para posteriores estudos adicionais, como a sísmica. “Os métodos não-sísmicos são considerados na maioria dos casos como complementares aos métodos sísmicos. Como todo método de aquisição sísmica, o tamanho do *grid* e espaçamento entre linhas tem um impacto direto no custo. Normalmente a avaliação do custo benefício é feita com base nos objetivos previamente definidos. Para avaliações mais regionais os *grids* são mais espaçados, para avaliações de semidetalhe os *grids* são mais adensados com menor espaçamento entre linhas”.

Hoje a Petra Energia está finalizando estudos de gradimetria gravimétrica na Bacia do São Francisco e no Amazonas através de equipamentos de gravimetria, magnetometria, radiometria gravimétrica, magnetotérmico e eletromagnético transiente. “Estamos também avaliando o uso do LIDAR (*Light Detection and Ranging*) para fins topográficos, auxílio logístico e dados de sensoriamento remoto via processamento multiespectral de imagens de satélite”, explica Fernando Neves.

A empresa Strataimage Consultoria é especializada em métodos eletromagnéticos (EM) e elétricos: Magnetotérmico (MT), Transiente Eletromagnético (TDEM), Polarização Induzida (IP). “Estes métodos trabalham com a resistividade elétrica das rochas, um parâmetro diferente da velocidade utilizada na sísmica. Áreas com cobertura de basalto, por exemplo, apresentam problemas para o imageamento sísmico devido ao espalhamento do sinal.



ESPECIAL

Foto: Arquivo SBGF



O sinal MT consegue ultrapassar a camada de basalto e fornecer imagens em profundidade, revelando a existência de sedimentos e outras rochas de interesse ao exploracionista”, afirma a geofísica principal e sócia-gerente da empresa, **Patricia Pastana de Lugão**.

Tais métodos, de acordo com Patricia de Lugão, são bastante eficientes na mineração, na definição de estruturas associadas a minérios (método MT), ou na detecção de zonas mineralizadas (método IP). Na indústria de óleo e gás, o MT pode ser utilizado para definir o embasamento e outras estruturas (falhas, *grabens*) em bacias sedimentares. “A logística destes métodos não é complicada. Uma equipe de geofísica em MT, por exemplo, pode ser responsável por três equipamentos e ser composta por um geofísico e três ajudantes, em uma área como a Bacia do Parnaíba. Os custos basicamente se resumem a transporte de equipamento e pessoal em regiões onde a logística é mais complicada, como na Bacia do Amazonas”.

Atualmente a Strataimage está finalizando dois projetos utilizando os métodos MT e TDEM, um em mineração e outro em óleo e gás, com pessoal brasileiro treinado aqui por consultores estrangeiros. “Estamos capacitando os geofísicos da melhor forma e esperamos que o mercado nacional continue crescendo. Os métodos EM utilizam a resistividade elétrica e por muitas décadas o uso se limitou a áreas terrestres. No início dos anos 2000, o desenvolvimento de métodos EM para o fundo oceânico, realizado por várias instituições acadêmicas, começou a ser aplicado também no ambiente marinho (CSEM). Hoje, o método está mais consolidado no mercado e vem sendo utilizado por grandes operadoras no mundo todo”.

Para o diretor-presidente do Grupo Fugro-Lasa-Geomag (Fugro Airborne Surveys), **Jorge Dagoberdo Hildenbrand**, um dos grandes diferenciais de levantamentos magnéticos-gravimétricos é o tempo das aquisições. “Principalmente quando realizados pelo ar, possuem um custo por quilômetro de

cerca de 100 a 200 vezes mais baixo que um quilômetro de levantamento sísmico 2D. Uma área de 100 km² é recoberta com magnetometria-gravimetria em um prazo inferior a dois meses, quando a mesma área recoberta com sísmica regional demandaria pelo menos três vezes mais tempo”.

O Grupo, que atua exclusivamente em levantamentos geofísicos de dados não-sísmicos, dispõe de equipes formadas por geólogos, geofísicos, engenheiros e profissionais de processamento de dados. Executa o processamento de rotina e processamentos especiais, incluindo modelamento de dados não-sísmicos.

Há cerca de 10 anos o Grupo Fugro-Lasa-Geomag iniciou a cobertura aeromagnética de toda a região *offshore* brasileira, autorizada pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), seguindo a modalidade de levantamentos não-exclusivos. “Esta cobertura se estende desde a Bacia da Foz do Amazonas, no limite das nossas águas com a Guiana Francesa e se prolonga até a Bacia de Pelotas no litoral do Rio Grande do Sul. Na região Sudeste, principalmente na Bacia de Santos, estes levantamentos avançam até águas ultraprofundas e recobrem grande parte da região de ocorrência de O&G no pré-sal.

Foto: Arquivo SBGF



Atualmente estamos preenchendo algumas zonas com vazios de cobertura aeromagnética. Com previsão de conclusão para o início de 2012, esta iniciativa foi um grande desafio não somente do ponto de vista tecnológico, como também financeiro”, comenta Jorge Hildenbrand.

A empresa Reconsult Geofísica atua no mercado há 15 anos, realiza aquisições de magnetometria e gravimetria. O sócio-diretor da Reconsult, **Renato Cordani**, fala mais sobre seus projetos: “Fazemos o processamento, interpretação e modelamento desses dois métodos e mais Gama, IP, ER e EM. Em alguns casos, como ferro, níquel, cobre, fosfato e alguns modelos de mineralização aurífera, esses métodos são os mais importantes em toda a prospecção. Mas um método geofísico nunca é capaz de determinar a petrologia ou teor de algum elemento. O que é possível com uma boa interpretação e modelamento é identificar os contrastes nas propriedades físicas das rochas e local furos que possam identificar diretamente essas rochas no subsolo. A principal contribuição geofísica é minimizar o número de furos, que são muito caros, tornando-os mais precisos”.

Renato Cordani explica que, em outros casos, tais métodos atuam como auxiliares no mapeamento do subsolo, como, por exemplo, determinando as direções preferenciais dos esforços e alívios geológicos, a geometria dos corpos de sal ou de sua profundidade e a estruturação de bacias sedimentares. “O território brasileiro é razoavelmente bem coberto com magnetometria, mas a cobertura gravimétrica deixa muito a desejar e deveria ser intensificada por um programa regional do governo brasileiro, tanto nas bacias quanto nas áreas pré-cambrianas”.

O diretor da empresa Prospectors Aerolevantamentos e Sistemas, **Rodolfo da Rocha Miranda**, afirma que, quanto mais hostis e profundas são as áreas pesquisadas, maior é a importância do uso de técnicas não-sísmicas. “Estes métodos se aplicam tanto como uma ferramenta de triagem rápida, quanto como um adicional de novas medições independentes da subsuperfície. Onde há dados de sísmica 2D e dados de métodos não-sísmicos disponíveis, estes tornam-se um ótimo instrumento para preencher as lacunas entre as linhas. Um bom exemplo disso são os métodos gravimétricos. Tanto os gravímetros verticais, quanto os gradiômetros são úteis para correlacionar características entre as linhas 2D, verificando, como uma ferramenta auxiliar, as interpretações 2D e ajudando a colocar características *offline*. Melhorar o modelo com dados de densidade de gravimetria pode ajudar com a modelagem de velocidade para tirar linhas 2D com a profundidade”.

A Prospectors disponibiliza ao mercado estudos de magnetometria, gradiometria magnética horizontal; gamaespectrometria; e eletromagnetometria, levantamento de gravimetria vertical e gravimetria gradiométrica.

De acordo com Rodolfo Miranda, “o Brasil estará até 2014 com a totalidade do Escudo Cristalino coberto com levantamentos de alta resolução pelos métodos de magnetometria e gamaespectrometria. A região da Amazônia Legal ainda carece de levantamentos com métodos modernos, uma vez que a maioria dos projetos foi realizada com tecnologia de baixa resolução e anteriores ao adven-



Foto: Arquivo Pessoal



Foto: Arquivo Pessoal

to do sistema de posicionamento GPS. Os projetos que posso destacar, executados pela Prospectors e contratados pela CPRM, são o projeto de Aerogeofísico Eletromagnético no Domínio do Tempo na Região de Nova Redenção, na Bahia; e na região de Rio das Velhas, em Minas Gerais. São de grande importância por se tratar do início de uma nova etapa de levantamentos aerogeofísicos de detalhe a ser realizada no país”.

Foto: Arquivo Pesscaal



O geofísico sênior da empresa Anglo American Brasil, **Sérgio Augusto Morais Machado**, explica que o Brasil está muito distante do estágio em que países como Austrália ou Canadá se encontram no tema. “Ainda são poucas as empresas no mercado, e isso resulta em baixa competitividade, bem como

poucas opções de equipamentos. Como a demanda ainda é tímida, se comparada a outros países, muitas empresas prestadoras de serviço dispõem dos mesmos modelos de equipamentos que eram oferecidos há mais de 10 anos. Um exemplo, são os de equipamentos para realizar o TEM. No mercado internacional há equipamentos mais modernos, potentes e compactos, mas que não são oferecidos aqui. Outro fator que diminui a capacidade técnica do Brasil são as altas taxas cobradas na importação de equipamentos. Um equipamento comprado na Austrália, por exemplo, terá aqui pelo menos 70% de acréscimo em seu valor final”.

A Anglo American usa principalmente o método magnético, mas em alguns casos emprega também o gamaespectrométrico, o eletromagnético e o elétrico. “Hoje, a Anglo e outras empresas têm apoiado o desenvolvimento de uma nova tecnologia, que é a realização de IP aéreo. O nome do projeto é *Airborne Induced Polarization*, um método geofísico relativamente caro e muito empregado na investigação de mineralizações relacionadas à sulfetação disseminada. Enquanto os métodos potenciais, radiometria e eletromagnetometria têm como opção a via aérea, o método elétrico, no momento, só é realizado por levantamento terrestre. Outra tecnologia conhecida, mas ainda em fase de teste, na aquisição de dados magnéticos aéreos é o SQUID, que irá melhorar a sensibilidade da nova geração de magnetômetros, o que aumentará a precisão na delimitação dos corpos magnéticos e também, na modelagem em 3D, com o uso dos vetores direcionais”, explica o geofísico sênior.

Desde a geração de alvos (*greenfield*) até a programação das sondagens, conforme afirma Sérgio Machado, há uma contribuição da geofísica em todos os projetos da Anglo American. “Há também o emprego da geofísica no entorno de depósitos já conhecidos (*brownfield*). Em um projeto, a Anglo está pesquisando cobre na região de Carajás através do modelo da mineralização IOCG. Para tal, foi realizado levantamento aéreo com o sistema eletromagnético, combinado com os métodos magnético e radiométrico. O emprego do método eletromagnético objetivou detectar zonas com sulfeto maciço ou interconectado que pudessem responder a esse método. Associado a esse tipo de depósito, normalmente ocorrem minerais magnéticos e também anomalias de potássio, ambos produtos de alteração hidrotermal. Os dados desses levantamentos, bem como os dados aéreos, foram modelados e integrados com a geoquímica e a geologia, para dar suporte à campanha de sondagem que deve se iniciar após a estação das chuvas, em 2012”.

Métodos não-sísmicos & Métodos sísmicos

“Três fatores explicam o pouco emprego da sísmica na prospecção mineral: o pequeno tamanho dos depósitos, a complexidade estrutural e o alto custo. O fator cultural também deve ser considerado. No Brasil, quando se fala em sísmica, pensa-se logo em petróleo. Embora recentemente a Anglo tenha empregado a sísmica num projeto de pesquisa de carvão, a maioria dos casos de uso da sísmica na prospecção mineral é realizado no exterior” - Sérgio Machado, Anglo American Brasil.

“Na prospecção de petróleo muitas empresas não têm equipes de interpretação especializadas em métodos não-sísmicos e, portanto, estes dados acabam negligenciados. A exceção é a Petrobras, cujo trabalho na área de métodos não-sísmicos contribui enormemente para o conhecimento privilegiado que a empresa tem das bacias sedimentares do Brasil e do mundo” - Renato Cordani, Reconsult.

“Ainda não existe uma boa integração entre os métodos eletromagnéticos e sísmicos. O primeiro passo é o conhecimento destas técnicas pelos intérpretes. O método magnetotélúrico é uma ferramenta poderosa no imageamento de sedimentos abaixo de rochas vulcânicas, carbonatos e sal, os quais causam sérios problemas para a sísmica. O MT marinho é amplamente usado no Golfo do México para imageamento sub-sal e poderia ser de grande impacto no Brasil” - Patrícia de Lugo, Strataimage.

“A correlação dos dados adquiridos por métodos não-sísmicos com os sísmicos pode ser um processo extremamente difícil por requerer um conhecimento profundo de ambos. Para interpretação de gravimetria gradiométrica (GG), por exemplo, existem softwares que permitem correlacionar interpretações sísmicas e GG em tempo real” - Rodolfo Miranda, Prospectors.

“Não devemos dar ênfase apenas na aquisição de dados novos de métodos não-sísmicos, mas na capacitação de mais geofísicos. Do ponto de vista da interpretação, muito temos que desenvolver na área de algoritmos de modelagem e inversão integrados à sísmica. A indústria de O&G tem gradativamente reconhecido a importância dos métodos não-sísmicos, pois a integração de informações geofísicas para a interpretação de uma área promissora para prospecção de hidrocarbonetos, se torna uma boa oportunidade de contribuição dos métodos não-sísmicos, especialmente em poços que atingiram o pré-sal” - Marco Polo Buonora, Petrobras.

“Os métodos potenciais são essenciais para redução do risco na exploração de O&G. Eles possibilitam a identificação dos principais elementos estruturais da área objeto de exploração e, nas bacias sedimentares com geologia complexa os métodos sísmicos prescindem de informações sobre os parâmetros físicos do terreno para o correto processamento do sinal” - Jorge Hildenbrand, Fugro-Lasa-Geomag.

“Devido aos custos dos levantamentos sísmicos, estes deveriam ser obrigatoriamente precedidos por levantamentos aerogeofísicos magnetométricos e gravimétricos e a partir daí se definiriam os alvos. A meu ver esta é a forma economicamente correta” - Divino Barbosa, Microsurvey.

A importância do método magnetotelúrico na exploração das bacias terrestres brasileiras

Patricia de Lugão e Stephanie Senderowitz - Strataimage Consultoria Ltda.

Em 2008, a 10ª Rodada de Licitações da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) para concessão de áreas para exploração de óleo e gás no Brasil ofertou apenas blocos terrestres, sendo a maioria localizada em bacias de grandes dimensões e com poucas informações geofísicas.

O método magnetotelúrico (MT) é uma rápida e poderosa técnica de aquisição eletromagnética, que não causa danos ao meio ambiente e oferece informações estruturais e estratigráficas para exploração de áreas extensas. Por estas razões, vimos um interesse recente na utilização do método no Brasil.

Em 2011, a ANP, prevendo a importância do método MT para exploração de áreas de novas fronteiras, licitou projetos de aquisição em três bacias: Amazonas, Parecis e Paraná.

Este trabalho faz um resumo da localização e do sistema petrolífero destas bacias e mostra de forma sucinta como o método MT pode auxiliar no conhecimento sobre as mesmas no que se refere à exploração de óleo e gás.

INTRODUÇÃO A maior parte das bacias terrestres interiores brasileiras foi pouco explorada, possuindo um caráter de fronteira e uma geologia complicada por milhões de anos de tectônica e sedimentação.

Em um artigo clássico de 1972, Keeva Vozoff justifica que o método MT, por sua eficiência e economia, deve ser considerado para a avaliação de áreas extensas e inexploradas e onde a sísmica apresenta “no record”. Já Martyn Unsworth, em um trabalho de 2005, cita exemplos de uso de métodos eletromagnéticos na exploração de petróleo.

As Bacias do Amazonas, Parecis e Paraná (Figura 1) apresentam adversidades que podem ser enfrentadas com o método MT. O maior desafio exploratório na Bacia do Paraná é a presença do basalto Serra Geral, cuja cobertura pode apresentar espessuras de 2.000m ou mais, dificultando o imageamento em profundidade. O conhecimento sobre a Bacia do Amazonas é precário devido à sua grande extensão, às dificuldades de acesso, à topografia pouco acentuada e aos raros afloramentos. A Bacia do Parecis é escassamente pesquisada e carece de dados geofísicos vitais para a sua exploração.

MÉTODO MAGNETOTELÚRICO (MT) O método magnetotelúrico (MT) é uma técnica geofísica eletromagnética, no domínio da frequência, e fornece informações sobre a distribuição da resistividade das rochas na subsuperfície. O método utiliza como fonte a variação temporal do campo magnético terrestre, que inclui frequências que vão de 16kHz a 0,001Hz (Vozoff, 1991). Em um levantamento terrestre, medimos duas componentes do campo elétrico (Ex e Ey) usando dipolos

de 50 a 100m em configuração cruzada, conectados a eletrodos de cloreto de chumbo e três componentes do campo magnético (Hx, Hy e Hz) medidas por meio de bobinas de indução de alta sensibilidade. As componentes Ex e Hx são alinhadas com o Norte verdadeiro ou com o Norte magnético com a ajuda de uma bússola (Figura 2).

Numa aquisição típica os instrumentos adquirem dados no campo por cerca de 14-24h, podendo chegar a 72h, dependendo do alvo e da resistividade das rochas-alvo. O método MT pode investigar de dezenas de metros, para problemas de engenharia, a dezenas de quilômetros, para estudos de crosta e manto.

A razão entre as componentes ortogonais do campo elétrico e do magnético nos fornece o tensor de impedância:

$$|Z| = E/H$$

A resistividade aparente (ρ_a) e a fase (Φ), entre outras variáveis incluindo de dimensionalidade, são calculadas a partir de Z e utilizadas na interpretação.

BACIA DO AMAZONAS: COMPLEXIDADE LOGÍSTICA A Bacia do Amazonas situa-se no Norte do Brasil, ocupando parte dos estados do Amazonas, Pará e Amapá. Abrange cerca de 500.000 km², possuindo em torno de 2.000 km de extensão. É uma bacia intracratônica, encaixada entre os escudos das Guianas, a norte, e Brasileiro, a sul. É limitada a oeste pelo Arco de Purus e a leste pelo Arco de Gurupá.

A Bacia do Amazonas não é totalmente conhecida em razão de sua enorme dimensão, das dificuldades naturais de acesso, topografia pouco acentuada e poucos afloramentos.

Karen Christopherson (1991) apresenta um excelente trabalho que mostra a aplicação do MT em Papua Nova Guiné (PNG), uma região de acesso extremamente difícil, densa cobertura de floresta tropical, terreno montanhoso e clima instável. O local apresenta também afloramentos de evaporitos cársticos que prejudicam a qualidade sísmica, requerendo uma metodologia cara para a área. Karen inclui na logística do projeto 3 a 4 horas de helicóptero/dia para transporte da equipe e realocação das estações. Dados foram coletados simultaneamente em duas a cinco estações, enquanto uma estação era utilizada como referência remota. Em geral, as estações MT foram situadas próximas ao local de pouso da aeronave ou *sling-drop* e a distância entre as estações variou de algumas centenas de metros a dois quilômetros. Apesar do MT não ter fornecido resolução suficiente para a definição de camadas dentro da sequência clástica abaixo do calcário Darai, o método foi extremamente útil por fornecer informações sobre a estrutura da base do Darai e sobre a profundidade do embasamento elétrico (Figura 3).

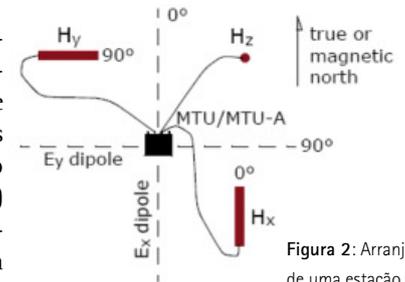


Figura 2: Arranjo de uma estação MT.

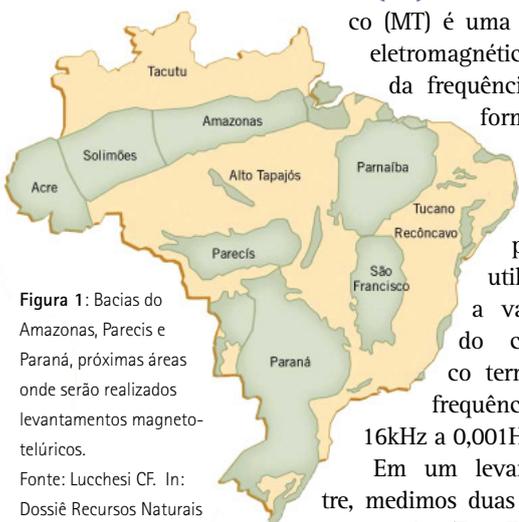


Figura 1: Bacias do Amazonas, Parecis e Paraná, próximas áreas onde serão realizados levantamentos magnetotelúricos. Fonte: Lucchesi CF. In: Dossiê Recursos Naturais

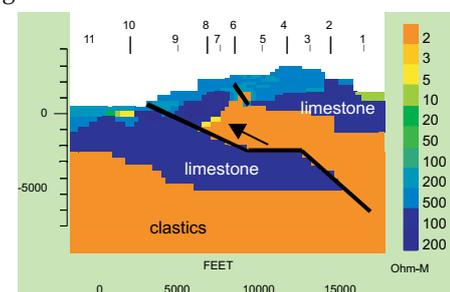


Figura 3: Modelo de resistividade de overthrust de limestones sobre sedimentos em PNG.

A experiência em PNG mostra como o MT pode ser usado em um ambiente similar, como na Bacia do Amazonas.

BACIA DO PARECIS: ESCASSEZ DE INFORMAÇÕES GEOFÍSICAS

A Bacia do Parecis se localiza no Centro-Oeste do Brasil, na porção sudoeste do Cráton Amazônico, entre os cinturões de cisalhamento Rondônia e Guaporé, correspondendo ao Bloco Parecis (Hasui et al., 1984). Está dividida em três domínios tectono-sedimentares: o extremo oeste é uma depressão tectônica (sub-bacia de Rondônia) separada pelo arco de Vilhena; a porção central é um baixo gravimétrico (sub-bacia Juruena) separado pelo arco da Serra Formosa; e o extremo leste é uma bacia interior tipo *sag* (sub-bacia do Alto Xingu).

Como a Bacia do Parecis ainda não é bem conhecida, algumas dúvidas sobre a geração, migração e localização de hidrocarbonetos persistem. Os indícios de petróleo e exsudação de gás indicam a presença de um sistema petrolífero ativo.

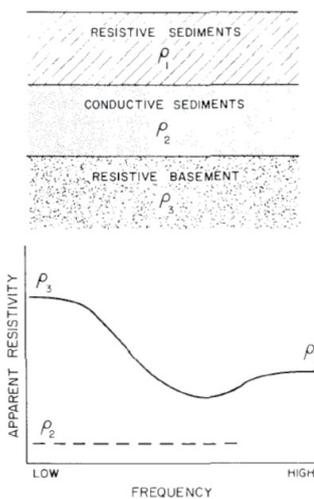


Figura 4: Resposta MT típica para o contexto de uma bacia sedimentar (Vozoff, 1972).

Em termos econômicos, um levantamento MT é mais vantajoso do que um levantamento sísmico. A aquisição emprega de 6 a 8 pessoas por equipe. Um geofísico locado na base é suficiente para realizar o processamento diário. Em áreas de logística difícil, os gastos com transporte podem superar em muito o custo básico da aquisição (Vozoff, 1972).

Na Bacia do Parecis, os dados obtidos pelo MT podem ser usados para definir menores áreas para a pesquisa sísmica.

BACIA DO PARANÁ: DIFICULDADE DE IMAGEAMENTO SÍSMICO

A Bacia do Paraná situa-se no centro-leste da Plataforma Sul-americana, cobrindo cerca de 1.600.000 km². Com a maior parte localizada no Brasil, a bacia se estende ao Paraguai, Argentina e Uruguai. É uma extensa depressão intracratônica simétrica preenchida com quase 5.000m de espessura de sedimentos Paleozóicos, Mesozóicos, lavas basálticas e, localmente, rochas Cenozóicas (Schneider et al., 1974).

O potencial petrolífero da Bacia do Paraná vincula-se a dois sistemas bem definidos: no primeiro, favorável a hidrocarbonetos gasosos, a geração ocorreu nos folhelhos da Formação Ponta Grossa e a acumulação nos arenitos do Grupo Itararé ou da Formação Rio Bonito; no segundo, propício à ocorrência de óleo, inclui geração nos folhelhos betuminosos da Formação Irati e acumulação nos arenitos Rio Bonito/Piramboia. Sob vários aspectos, a função do magmatismo Mesozóico na maturação dos horizontes potencialmente geradores da Bacia do Paraná parece ter sido um ponto crucial de sua evolução e um item que requer investigações adicionais.

Embora o basalto seja bastante resistivo, o MT consegue, com êxito, ultrapassar suas distintas espessuras e imagear os se-

dimentos abaixo dele. Vários exemplos da utilização do método MT para imageamento sub-basalto são descritos na literatura.

Patro & Sarma (2007) utilizam o MT para definir as diversas espessuras dos derrames de Decan e as estruturas abaixo deles. Eles sugerem que vários outros métodos geofísicos haviam sido utilizados para imagear estes derrames, mas nenhum provou ser tão eficiente quanto o MT (Figura 5).

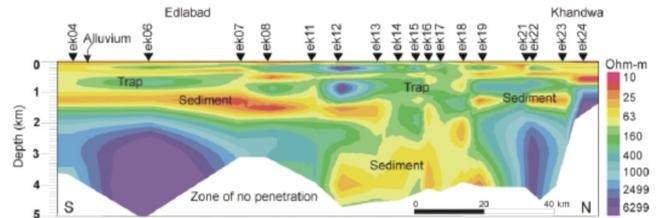


Figura 5: Modelo de resistividade para a área do campo vulcânico de Chyulu Hills obtida pelo método MT.

Colombo et al. (2011) mostram resultados de um estudo multidisciplinar no qual AMT-MT (Áudio-Magnetotelúrico e Magnetotelúrico) é combinado com sísmica, gravimetria e TDEM (Transiente Eletromagnético), para caracterizar uma área coberta por uma camada rasa de basalto no NW da Arábia Saudita. Um gráben potencialmente prospectivo é parcialmente preenchido por rochas vulcânicas que diminuem severamente a qualidade da imagem sísmica. O modelo obtido pelo MT e a interpretação integrada dos dados revelam importantes elementos estruturais como falhas *deep-seated* controlando a evolução do gráben e a caracterização do complexo estrato vulcânico (Figura 6).

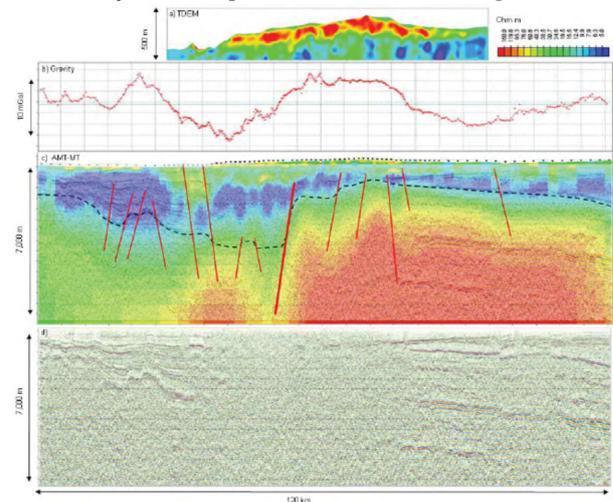


Figura 6: Integração de TDEM, gravimetria, AMT-MT e sísmica para caracterização de uma área coberta por uma camada rasa de basalto no NW da Arábia Saudita.

O emprego do método MT, associado a outras técnicas geofísicas, irá aprimorar o conhecimento da Bacia do Paraná e a avaliação da sua prospectividade para óleo e gás.

CONCLUSÃO Os exemplos citados aqui mostram a importância do método MT para o conhecimento de nossas bacias terrestres.

REFERÊNCIAS

- CHRISTOPHERSON KR. 1991.
- COLOMBO D, KEHO T, JANOUBI E & SOYER W. 2011.
- HASUI Y, HARALYI NL & SCHOBENHAUS C. 1984.
- PATRO BPK & SARMA SVS. 2007.
- SCHNEIDER RL, MÜHLMANN H, TOMMASI E, MEDEIROS RA, DAEMO RF & NOGUEIRA AA. 1974.
- UNSWORTH M. 2005.
- VOZOFF K. 1972.
- VOZOFF K. 1991.

Veja o artigo completo
no site

www.sbgf.org.br

2012

▶ PDAC 2012

4 a 7 de março - Toronto - Canadá
 Informações: www.pdac.ca/pdac/conv

▶ 13th International Symposium on Equatorial Aeronomy (ISEA 13)

12 a 16 de março - Paracas - Peru
 Informações: <http://jro.igp.gob.pe/isea13>

▶ Seismological Society of America Annual Meeting

17 a 19 abril - Califórnia - EUA
 Informações: www.seismosoc.org/meetings/2012

▶ European Geosciences Union General Assembly

22 a 27 abril - Viena - Áustria
 Informações: <http://meetings.copernicus.org/egu2012>

▶ Simexmin 2012 - V Simpósio Brasileiro de Exploração Mineral

20 a 23 de maio - Ouro Preto - MG
 Informações: www.adimb.com.br/simexmin2012

▶ International Conference on Groundwater in Fractured Rocks

21 a 24 de maio - Praga - República Tcheca
 Informações: <http://web.natur.cuni.cz/gwfr2012>

▶ 74th EAGE Conference & Exhibition

4 a 7 de junho - Copenhague - Dinamarca
 Informações: www.eage.org

▶ XI Simposio Bolivariano - ACGGP

29 de julho a 1º de agosto - Cartagena - Colômbia
 Informações: www.simposiobolivariano.org

▶ Rio Oil & Gas 2012

17 a 20 de setembro - Rio de Janeiro - RJ
 Informações: www.rioilgas.com.br

▶ 46º Congresso Brasileiro de Geologia

30 de setembro a 5 de outubro - Santos - SP
 Informações: www.46cbg.com.br

▶ SPE Annual Technical Conference & Exhibition

8 a 10 de outubro - Texas - EUA
 Informações: www.spe.org/atce/2012

▶ V Simpósio Brasileiro de Geofísica - SimBGf

27 a 29 de novembro - Salvador - BA
 Informações: www.sbgf.org.br

**BETTER
 INFORMATION
 FROM
 EVERY
 ANGLE**

- » Seismic Data
- » Well Data
- » Imaging Services
- » Permanent Reservoir Monitoring

TGS do Brasil Ltda.
 +55 21 2112-4740

TGS See the energy.

Learn more at www.tgsnopec.com