

# Avanços tecnológicos em hardware para atividades geofísicas

Fundamentais para prospecções geofísicas, os equipamentos geofísicos são amplamente utilizados por empresas e instituições de ensino e pesquisa. Grande parte dessa instrumentação é produzida no exterior, mas algumas iniciativas nacionais também conseguem espaço no mercado



Lançada 4ª edição do Dicionário Enciclopédico inglês-português de Geofísica e Geologia

NOTAS, PÁG. 6

INCT-GP oferece bolsas de estudo

PESQUISA, PÁG. 8

## Inovação Geofísica

O desenvolvimento de tecnologia de ponta requer altos investimentos e apoio do governo. O país ainda carece de estímulo para a formação de uma indústria de equipamentos forte que possa disputar espaço no mercado com as fabricantes estrangeiras, visto que a concorrência é o motor que impulsiona a inovação.

Observa-se também um déficit em publicações, em particular, na área de geofísica, por isso, a SBGf vem se empenhando em atuar de alguma forma para suprir a escassez de títulos de qualidade para a comunidade geocientífica. O lançamento da quarta edição do Dicionário Enciclopédico Inglês-Português de Geofísica e Geologia, do professor Osvaldo de Oliveira Duarte, concretiza esse intento.

Outros investimentos também são feitos pela SBGf, como o pagamento de bolsas de iniciação científica visando a qualificação de estudantes de graduação em geofísica e apoio a eventos técnicos-científicos da área.

Essa edição traz ainda um artigo sobre o desenvolvimento de um protótipo de aquisição sísmica desenvolvido na UnB, cuja versão completa está disponível em nosso *site*.

### DIRETORIA DA SBGf

Presidente  
Eduardo Lopes de Faria

Vice-presidente  
Inez Staciariini Batista

Diretor-Geral  
Renato Lopes Silveira

Diretor Financeiro  
Neri João Boz

Diretor de Relações Institucionais  
Jurandy Schmidt

Diretor de Relações Acadêmicas  
Ellen de Nazaré Souza Gomes

Diretor de Publicações  
Francisco Carlos Neves de Aquino

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

Secretário Divisão Centro-Sul  
Adalberto da Silva

Secretário Divisão Centro-Oeste  
Adalene Moreira Silva

Secretário Divisão Sul  
Maria Amélia Novais Schleicher

Secretário Divisão Nordeste Meridional  
Roberto Max de Argollo

Secretário Divisão Nordeste Setentrional  
Aderson Farias do Nascimento

Secretário Divisão Norte  
Jessé Carvalho Costa

Editor-chefe da Revista Brasileira de Geofísica  
Cleverson Guizan Silva

Secretárias executivas  
Ivete Berlice Dias  
Luciene Victorino de Carvalho

Coordenadora de Eventos  
Renata Vergasta

Assistente de Eventos  
Carolina Santinoni Esteves

### BOLETIM SBGf

Editora-chefe  
Adriana Reis Xavier

Editor Associado  
Gustavo França Faria  
MTb 2612/DF

Diagramação  
Bianca Fernandes Lobianco

Tiragem: 2.500 exemplares  
Distribuição restrita

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

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

### CONFIRA NESTA EDIÇÃO

#### 3 INSTITUCIONAL

- Diretoria, Conselho e Secretarias Regionais da SBGf tomam posse no 12º CIBSGf
- Fundo SBGf: fortalecendo a Geofísica no Brasil
- 3ª edição da Semana Acadêmica de Geofísica da Unipampa
- II Semana de Inverno de Geofísica da Unicamp
- FEGEO divulga Geociências para estudantes
- Bolsas de iniciação científica da SBGf
- CGGVERITAS patrocina a anuidade de 647 estudantes de Geofísica na SBGf em 2011

#### 6 NOTAS

- Lançada 4ª edição do Dicionário Enciclopédico inglês-português de Geofísica e Geologia
- 12º Simpósio de Geologia do Sudeste oferece desconto para sócios da SBGf
- IBRAM promove eventos em Belo Horizonte

#### 7 PLANEJAMENTO

Geodiversidade brasileira em mapas: ferramentas para a sustentabilidade

#### 8 ENSINO E PESQUISA

- INCT-GP oferece bolsas de estudo
- UNESPetro: Avanço em Geologia Sedimentar

#### 10 RECONHECIMENTO

Nova versão da interface de processamento sísmico GêBR será pré-lançada no 12º CIBSGf

#### 11 ESPECIAL

Avanços tecnológicos em *hardware* para atividades geofísicas



Gravimetro eletrônico CG-5 da Scintrex

- Pesquisa e desenvolvimento de equipamentos no Brasil
- PEGBr - Pool de Equipamentos Geofísicos do Brasil

#### 16 ARTIGO TÉCNICO

Desenvolvimento de um sistema de aquisição e processamento digital de sinais sísmicos (PCSÍSMICO)  
*Barros et al.*

CAPA: Sistema Ótico para Monitoramento Permanente de Reservatório 'Optowave' da Sercel

### FUNDO SBGf

OURO



PRATA



BRONZE



## INSTITUCIONAL

## DIRETORIA, CONSELHO E SECRETARIAS REGIONAIS DA SBGf TOMAM POSSE NO 12º CISBGf

Durante a Assembleia Geral Extraordinária realizada no dia 14 de junho foram apurados os votos que elegeram conselheiros, secretários regionais e a nova diretoria da SBGf, que terá como presidente a geofísica Ana Cristina Chaves, com mandato de dois anos (2011-2013). A contagem dos votos da diretoria e da divisão regional Centro-Sul foi feita na sede da SBGf, enquanto a apuração das outras regionais ocorreu nos estados onde funcionam as secretarias da sociedade. De acordo com o estatuto da SBGf, a eleição também renova parcialmente os ocupantes das cadeiras de conselheiros.

A diretoria da SBGf eleita toma posse em 17 de agosto, durante a 33ª Assembleia Geral Ordinária, a ser realizada no 12º Congresso Internacional da Sociedade Brasileira de Geofísica (12º CISBGf).



Foto: Lucilene Carvalho

Apuração dos votos para a Diretoria e renovação parcial do Conselho Consultivo e da secretaria regional Centro-Sul da SBGf para o biênio 2011-2013. Da esquerda para direita: Patrícia Lugão, André Rugenski, Marcia Andrade Faria, Renato Silveira, Ivete Dias, Ribamar Bezerra e Eduardo Faria

**DIRETORIA DA SBGf**

Presidente: Ana Cristina Barbuda Fernandes 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 do Carmo Lucchesi 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, Jurandyr Schmidt, Marcelo Sousa de Assumpção, Neri João Boz e Paulo Roberto Porto Siston.

**SECRETARIAS REGIONAIS****DIVISÃO REGIONAL CENTRO-SUL**

Secretário: Patrícia Pastana de Lugão  
Conselheiros: Arthur Ayres Neto, Luiz Claudio Mendes de Souza, Paulo de Tarso Luiz Menezes, Rogério de Araujo Santos, Sergio Luiz Fontes e Valéria Cristina Ferreira Barbosa.

**DIVISÃO REGIONAL CENTRO-OESTE**

Secretário: Welitom Rodrigues Borges  
Conselheiros: Augusto Cesar Bittencourt Pires, José Eduardo Pereira Soares, Luiz Roberto da Cunha Freitas Junior, Marcelo de Lawrence Bassay Blum, Roberto Alexandre Vitória de Moraes e Shozo Shiraiwa.

**DIVISÃO REGIONAL SUL**

Secretário: Silvia Beatriz Alves Rolim  
Conselheiros: Clezio Marcos De Nardin, Francisco José Fonseca Ferreira, João Carlos Dourado, Otávio Coaracy Brasil Gandolfo, Ricardo Caetano Azevedo Biloti e Yára Regina Marangoni.

**DIVISÃO REGIONAL NORDESTE MERIDIONAL**

Secretário: Carlos da Silva Vilar  
Conselheiros: Alberto Brum Novaes, Alexandre Barreto Costa, Amin Bassrei, Marco Cesar Schinelli, Marco Antônio Barsottelli Botêlho e João Maurício Figueiredo Ramos.

**DIVISÃO REGIONAL NORDESTE SETENTRIONAL**

Secretário: Rosângela Correa Maciel  
Conselheiros: David Lopes de Castro, Joaquim Mendes Ferreira, Josibel Gomes de Oliveira Júnior, Pedro Xavier Neto, Raimundo Mariano Gomes Castelo Branco e Renato Marcos Darros de Matos.

**DIVISÃO REGIONAL NORTE**

Secretário: Cícero Roberto Teixeira Régis  
Conselheiros: Daniela Rêgo Amazonas, Danusa Mayara de Souza, José Gouvêa Luiz, Marcos Welby Correa Silva e Raiza de Nazaré Assunção Macambira.

## FUNDO DE APOIO À CIÊNCIA GEOFÍSICA (FUNDO SBGf): FORTALECENDO A GEOFÍSICA NO BRASIL

Devido ao crescimento econômico brasileiro, à demanda internacional e à perspectiva do aumento da exploração petrolífera no pré-sal a geofísica nacional está atravessando um momento especial em sua história. O grande desafio então é aproveitar esta época para o incremento dos serviços, o desenvolvimento qualitativo de profissionais e a disseminação do conhecimento geofísico. A SBGf está fazendo sua parte ao criar, em 2010, o Fundo de Apoio à Ciência Geofísica (Fundo SBGf) com o objetivo de difundir, aperfeiçoar e fortalecer a Geofísica no Brasil.

Em seus mais de 30 anos de atuação, a SBGf vem desenvolvendo ações em parceria com as principais instituições de ensino, órgãos do governo, empresas de prestação de serviços de Geofísica, de petróleo e mineração, no intuito de fomentar e apoiar a realização de seminários, congressos, fóruns, cursos e publicações sobre temas relacionados ao setor.

O Fundo SBGf é uma forma de ampliar tais ações. As instituições e empresas parceiras contribuem anualmente com valores pré-estabelecidos, tornam-se membro do quadro de associados corporativos da sociedade e adquirem benefícios, como a divulgação da logomarca e anúncio no Boletim SBGf (publicação bimestral), no *site* [www.sbgf.org.br](http://www.sbgf.org.br) e franquia na anuidade de funcionários, garantindo assim uma maior qualificação profissional com a participação de seus empregados nos eventos técnicos promovidos pela SBGf, já que sócios em dia com anuidade possuem descontos nos preços das inscrições.

Para obter mais informações sobre o Fundo de Apoio à Ciência Geofísica da SBGf, acesse o *site* [www.sbgf.org.br](http://www.sbgf.org.br) ou entre em contato pelo e-mail [sbgf@sbgf.org.br](mailto:sbgf@sbgf.org.br).

Visite a nossa página na internet e atualize seu cadastro online [www.sbgf.org.br](http://www.sbgf.org.br)



## INSTITUCIONAL

### 3ª EDIÇÃO DA SEMANA ACADÊMICA DE GEOFÍSICA DA UNIPAMPA



Arquivo Unipampa

Foi realizada entre 13 e 17 de junho, em Caçapava do Sul (RS), a 3ª edição da Semana Acadêmica Geofísica da Universidade Federal do Pampa (Unipampa), reuniu em diversos cursos e palestras 500 participantes, entre acadêmicos, profissionais de diversas áreas da Geofísica, estudantes do ensino superior e médio. A SBGf patrocinou o evento e custeou a presença de palestrantes de instituições como Sicredi, FIDA, DB, Mining Ventures Brasil, Peruzzo, Mineração Mônego, Bannrisul e Strataimage.

“A 3ª Semana Acadêmica do Curso de Geofísica teve como proposta a multidisciplinaridade favorecendo, desta forma, a oferta de temas e cursos que fossem de aproveitamento comum de toda a comunidade docente e, também, do público interessado, não somente para o curso de Geofísica. Um dos pilares do projeto institucional da Unipampa é a indissociabilidade da pesquisa, ensino e extensão, ao estimular e propiciar que alunos de diferentes cursos possam permear as diferentes áreas de conhecimento podendo, inclusive, cursar disciplinas de outros cursos e de outros *campi*”, comentou o diretor do *campus* Caçapava do Sul da Unipampa e coordenador do evento, prof. Maximilian Fries.

Na mesa de abertura do evento participaram o prof. Maximilian Fries; o coordenador acadêmico, prof. Raphael Werlang; o coordenador do curso de Geofísica, prof. Mario Thomas Rosales; a presidente da Câmara de Vereadores de Caçapava do Sul, Rosilda Teixeira de Freitas; o pró-reitor da Universidade da Região da Campanha, prof. Carlos Augusto de Cerqueira Almeida; o geólogo Nilson Dornelles; e a acadêmica Kathlem Melo.

Com a concepção de que atualmente o geofísico necessita além do conhecimento, de uma grande capacidade de associação e domínio nas diferentes subáreas da Geologia, Química, Biologia, Matemática e Física, durante a 3ª Semana Acadêmica foram apresentados três cursos, com os seguintes temas: “Geofísica Costeira e Marinha”, “Geofísica Aplicada ao Meio Ambiente” e “Fundamentos e Aplicações do Método GPR”. As 10 palestras mostraram conhecimentos diversos, como o emprego da Geofísica na avaliação de bens naturais regionais – como os recursos minerais em Lavras do Sul e o Aquífero Guarani –, além de outros assuntos, como a verificação da distribuição de elementos químicos no universo, o uso de técnicas de pesquisa e análise para avaliações de danos ambientais, o uso da Geofísica na investigação forense, entre outros.

A comissão da Semana Acadêmica arrecadou entre os inscritos mais de 300 litros de leite, doados para a equipe da entidade assistencial Casa da Criança, localizada na cidade de Caçapava do Sul, que atende cerca de 120 crianças em situação de vulnerabilidade social.

### II SEMANA DE INVERNO DE GEOFÍSICA DA UNICAMP

Realizada entre 25 e 29 de julho, a II Semana de Inverno de Geofísica da Unicamp contou com cerca de 100 participantes, entre inscritos, palestrantes e membros da comissão organizadora. Durante o evento, que tem apoio da SBGf, foram apresentadas as seguintes atividades: cinco minicursos (“Introdução ao processamento sísmico utilizando o ProMAX”, ministrado por Ellen Gomes - UFPA; “Métodos eletromagnéticos na exploração de petróleo”, apresentado por Marcos Welby Correa Silva e Cícero Régis - UFPA; “Introdução ao processamento sísmico usando Seismic Unix”, proferido por Rosângela Maciel - UFRN; “Introdução à atenuação em sísmica”, conduzido por Walter Medeiros e Aderson Nascimento - UFRN; “Aplicações em interpretação sísmica para prospecção de hidrocarbonetos”, ministrado por Carlos Varela - Petrobras); quatro palestras (“Iluminação e Tomografia empregando funções de Green em dados sísmicos de reflexão”, com Webe Mansur - COPPE/UFRJ; “Tecnologia Geofísica”, com Carlos Cunha - Petrobras); “Novos desafios em inversão sísmica”, com Rodrigo Portugal - Schlumberger; “Tremores no Brasil! Onde?”, com George Sand - UnB), além da etapa nacional do SEG Challenge Bowl (competição internacional que avalia o conhecimento dos estudantes na área de Geociências com perguntas e respostas em inglês).

“Na nossa avaliação o evento foi um sucesso. Tivemos o dobro de inscritos do ano passado, todos os minicursos computacionais atingiram sua lotação máxima e os outros três minicursos tiveram um número significativo de participantes”, comenta uma das organizadoras do evento, profa. Amélia Novais, da Unicamp. O minicurso apresentado por Carlos Varela durante a Semana foi um dos selecionados para ser ofertado durante o 12º CIBSGf.

De acordo com o comitê organizador da II Semana de Inverno, as três equipes classificadas para a etapa América Latina do Challenge Bowl, que ocorrerá no Rio de Janeiro durante o 12º CIBSGf, foram: Fabiano Ricini (Pós-Graduação em Geofísica UFPA) e Daniel Carvalho (Graduação em Geofísica UFBA); João Miniz Moreira (Graduação em Geofísica UFF) e Vitor Leal Mello (Graduação em Geofísica UFF); Vinicius Ferreira Carneiro (Graduação em Geofísica UFF) e Felipe Vieira Capucci (Pós-graduação em Geofísica UFF). A equipe vencedora da América Latina irá participar da final mundial do **Challenge Bowl**, em San Antonio-EUA, durante o congresso da SEG.



Arquivo Unicamp

## FEIRA ESTADUAL DE GEOCIÊNCIAS DO PARÁ: PROJETO DIVULGA GEOCIÊNCIAS PARA ESTUDANTES

Com previsão de ser realizada até dezembro de 2012, a Feira Estadual de Geociências (FEGEO) da Universidade Federal do Pará (UFPA) é um projeto, com apoio da SBGf, que tem como objetivos principais: a divulgação das Geociências nas escolas de ensino fundamental, médio e técnico do Pará, a geração de subsídios para melhora do ensino das Geociências nessas instituições, a promoção de vocações científicas e tecnológicas.

A primeira ação neste intuito aconteceu entre os dias 15 a 17 de junho de 2011 durante a 3ª Semana de Geociências da UFPA, em Belém. Cerca de 2.700 alunos de 39 escolas da rede de ensino da capital paraense e de municípios vizinhos participaram de atividades sobre Geofísica (com apresentação da exposição itinerante “O que é Geofísica?”, que também deve passar pelos 10 campi da UFPA localizados em diversos pontos do estado), Geologia, Oceanografia e Meteorologia, promovidas por cerca de 60 alunos e pesquisadores das quatro áreas do Instituto de Geociências da UFPA, do grupo PET-Geofísica e do capítulo estudantil da SEG na UFPA.

De acordo com a coordenadora do projeto e professora da Faculdade de Geofísica da UFPA, **Ellen de Nazaré Souza Gomes**, a intenção é envolver pelo menos 40% dos municípios do estado do Pará. “A primeira etapa deste projeto é a visita às escolas com a exposição itinerante sobre as Geociências. Em seguida, como estratégia para incentivar alunos e professores a participarem da FEGEO, será oferecido aos professores um curso de extensão sobre tópicos de Geociências”. Esse curso para os docentes terá 150 horas de carga horária e será realizado uma parte à distância (através do site do IG) e a outra por sistema presencial (40% da carga horária de cada tópico).

“Durante a parte presencial, atividades práticas e de laboratório serão desenvolvidas. Como trabalho final do curso e para recebimento de certificado, os professores desenvolverão um projeto junto com seus alunos para apresentar na FEGEO. Serão dadas 18 bolsas de Iniciação Científica Júnior para os alunos com os melhores trabalhos nas modalidades de ensino fundamental, médio e técnico. As escolas desses estudantes irão receber um *kit* para ensino de Geociências e os professores responsáveis pelos alunos ganharão *laptops*. Todas as escolas que participarem da FEGEO receberão material para o ensino de Geociências”, acrescenta Ellen Gomes.

O projeto tem financiamento do CNPq e INCT-GP e conta com a participação das Pro-reitorias de ensino, extensão e de pesquisadores de Geofísica, Geologia, Oceanografia, Física e Meteorologia do Instituto de Geociências da UFPA, além de professores da USP e UnB. “Nossos planos são de estabelecer parceria também com a Secretaria de Educação do Estado do Pará e com a Universidade Estadual do Pará (UEPA)”, finaliza a professora Ellen.



Arquivo Pessoal

## BOLSAS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA SBGf

Em 2006 foram criadas as Bolsas de Iniciação Científica da SBGf, que oferecem uma ajuda de custo mensal de R\$ 400, durante o período máximo de 12 meses, a estudantes do último ano do curso de graduação em Geofísica. O objetivo é auxiliar os alunos na dedicação à elaboração do trabalho de conclusão de curso - TCC, com a supervisão de seus orientadores.

A inscrição dos interessados para indicação à bolsa deve ser feita diretamente com o coordenador do curso de graduação na instituição de origem do candidato e com o aval de um comitê local ligado ao curso que define os critérios para seleção, baseados no mérito acadêmico do aluno e de orientação/pesquisa do orientador. Após este processo a SBGf homologa a indicação do aluno feita pela coordenação do curso e efetua o pagamento mensal da bolsa.

De acordo com o critério estabelecido para concessão do benefício, cada curso pode indicar um bolsista por período letivo e o aluno não pode trabalhar ou acumular dois benefícios. A bolsa é encerrada com a conclusão do curso de graduação. Os agraciados têm o compromisso de apresentar os resultados do trabalho em uma das reuniões científicas promovidas pela SBGf, no Simpósio Brasileiro de Geofísica (SIMBGf) nos anos pares, ou no Congresso Internacional (CISBGf) nos anos ímpares.

Em 2011 quatro graduandos em Geofísica foram agraciados com a bolsa de iniciação científica da SBGf, e a estudante da UFRN, Marília de Araújo Costa Rodrigues, orientada pelo prof. Leanderson Roberto Fernandes de Lucena, irá apresentar seu TCC no 12º CISBGf. A SBGf patrocina a estudante com o pagamento da passagem, hospedagem e inscrição no evento. Os outros alunos que recebem a bolsa em 2011 são: Adriane Gomes Pinheiro da UFPA (Orientador: Prof. João Carlos Ribeiro Cruz); Celso Bairros Varella Neto da Unipampa (Orientador: Prof. Manuel Ivan Zevallos Abarca) e Bruno Borguignon Mota da UFF (Orientador: Prof. Arthur Ayres Neto). A USP e a UFBA estão em processo de seleção dos bolsistas.

## CGGVeritas PATROCINA A ANUIDADE DE 647 ESTUDANTES DE GEOFÍSICA NA SBGf EM 2011

Com o objetivo de incentivar estudantes de graduação em Geofísica a participar das atividades promovidas pela SBGf, desde 2009 a empresa CGGVeritas vem patrocinando a anuidade dos alunos, facilitando o acesso a palestras, seminários, congressos, *workshops*, entre outros eventos. Tal ação possibilita a ampliação de conhecimentos, além dos estudados na universidade, acrescentando na formação dos futuros profissionais e preparando-os ainda mais para o exigente mercado de trabalho.

Em 2011, a CGGVeritas patrocinou o pagamento da anuidade de 647 estudantes de graduação em Geofísica, de vários períodos, de sete universidades (UFF, USP, Unipampa, UFPA, UFRN, UnB e UFBA). Para receber o patrocínio da CGGVeritas os coordenadores das instituições acadêmicas envolvidas enviaram à SBGf as relações de nomes dos respectivos alunos, que sendo sócios da SBGf, tiveram direito à gratuidade.

Em 2007 a Compagnie Générale de Géophysique adquiriu a Veritas DGC para formar a CGGVeritas, empresa de serviços geofísicos e sísmicos sediada na França que, em 2011, completa 50 anos de atividades no Brasil.

## NOTAS

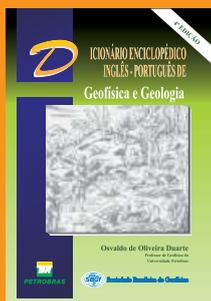
## LANÇADA 4ª EDIÇÃO DO DICIONÁRIO ENCICLOPÉDICO INGLÊS-PORTUGUÊS DE GEOFÍSICA E GEOLOGIA

Foi lançada pela SBGf a 4ª edição do Dicionário Enciclopédico Inglês-Português de Geofísica e Geologia, da autoria do professor da Universidade Petrobras, Osvaldo de Oliveira Duarte. Com 388 páginas redigidas na nova ortografia, esta publicação passou por uma rigorosa revisão com o aprimoramento das definições, a atualização de tabelas e a inclusão de figuras, além do acréscimo de algumas centenas de novos verbetes aos mais de 7.000 já existentes, consolidando-se como a maior obra em língua portuguesa e uma das principais do mundo dentro desta especialidade.

A primeira edição do Dicionário Enciclopédico Inglês-Português de Geofísica e Geologia foi lançada em 1997, a segunda em 2003 e a terceira em 2007, todas com grande aceitação no meio acadêmico das Geociências. "As tecnologias ligadas à exploração mineral e, muito especialmente, à exploração de petróleo, apresentam um ritmo acelerado de evolução, motivo pelo qual, obras como este dicionário necessitam de atualizações mais frequentes, para não perderem o passo com o estado da arte", esclarece o autor.

Como vem fazendo há anos, a SBGf sorteia exemplares do livro entre os estudantes de graduação nos eventos que promove, contando algumas vezes com a presença do autor para autografá-los. A publicação também estará à venda durante o 12º Congresso Internacional da SBGf (CISBGf), em agosto, no Rio de Janeiro.

O Dicionário Enciclopédico Inglês-Português de Geofísica e Geologia também pode ser adquirido na sede da SBGf pelo valor de R\$ 70 e pessoas de outros estados podem obter informações sobre a remessa pelo correio através do e-mail [sbgf@sbgf.org.br](mailto:sbgf@sbgf.org.br).



## 12º SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE OFERECE DESCONTO PARA SÓCIOS DA SBGf

Entre 8 e 11 de novembro a cidade de Nova Friburgo (RJ) irá receber o 12º Simpósio de Geologia do Sudeste (SGS 2011) e o 16º Simpósio de Geologia de MG. Realizados pelos Núcleos RJ, SP e MG da Sociedade Brasileira de Geologia (SBG), sócios da SBGf quites com a anuidade de 2011 possuem desconto na inscrição.

Os eventos deverão reunir cerca de 600 participantes da área de Geociências, entre pesquisadores, professores e estudantes de graduação e de pós-graduação, além de profissionais, que apresentarão trabalhos na forma de pôsteres, palestras e participarão de mesas-redondas para debater os temas propostos. Estão programadas também oficinas temáticas na Casa da Cultura da Cidade e atividades na Praça Getúlio Vargas, em cooperação com a Prefeitura de Nova Friburgo.

Paralelo ao SGS 2011, será realizado o V Simpósio Nacional de Ensino e História de Ciências da Terra (EnsinoGeo 2011), estimulando a participação de pesquisadores e inserindo no evento os profissionais dedicados ao ensino de Geociências e professores de ensino médio e fundamental, ampliando a interação da Geologia e das Geociências com a população local.

O Simpósio terá como tema central "Geologia e Sustentabilidade" e apresentará aos participantes os temas: Riscos Geológicos e as Implicações no Ordenamento Territorial Urbano - O Mega Desastre da Serra Fluminense 2011, Crátons e Faixas Móveis Neoproterozóicas, Bacias Sedimentares do Sudeste - Avanços e Perspectivas Exploratórias, Recursos Minerais do Sudeste, Geoturismo e Patrimônio Geológico, e Geociências Ambientais e Gestão de Recursos Hídricos.

Mais informações e inscrições através do site [www.simpologiadosudeste2011.com](http://www.simpologiadosudeste2011.com)

## IBRAM PROMOVE EVENTOS EM BELO HORIZONTE

Em 2011 o Congresso Brasileiro de Mineração e a EXPOSIBRAM (Exposição Internacional de Mineração), maiores eventos do setor na América Latina, chegam a sua 14ª edição e se consolidam como palco privilegiado para difusão do conhecimento, debate sobre os novos rumos e análises em profundidade sobre o quadro atual da indústria mundial de mineração.

Promovidos pelo Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM), os eventos acontecerão paralelamente, entre 26 e 29 de setembro no EXPOMINAS, em Belo Horizonte (MG) e irão apresentar palestras técnicas, além de reunir especialistas de vários países para debaterem os rumos da mineração.

Entre os objetivos dos eventos estão: analisar experiências de outros países mineiros quanto às relações entre políticas, marcos legais e competitividade da mineração; discutir novas tendências e abordagens para o incremento da sustentabilidade socioambiental na indústria de mineração; e apresentar *cases* relacionados a inovações tecnológicas e aperfeiçoamentos em equipamentos, práticas e métodos utilizados nas diferentes etapas da indústria da mineração (pesquisa mineral, desenvolvimento e lavra de jazidas e beneficiamento).

Segundo a organização do evento são esperados 45 mil participantes (profissionais, técnicos e estudantes, do setor público e privado de todo Brasil e do exterior) durante os quatro dias de evento. Mais informações e inscrições através do site [www.exposibram.org.br](http://www.exposibram.org.br).

**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

## Geodiversidade brasileira em mapas: ferramentas para a sustentabilidade

*Desenvolvidos pelo Serviço Geológico do Brasil - CPRM, os Mapas Geodiversidade Estaduais e do Brasil englobam os grandes geossistemas formadores do território nacional através da análise da constituição litológica da infra- e da supra-estrutura geológica. Foram concebidos em uma linguagem de compreensão universal para oferecer aos diversos segmentos produtivos, sociais e ambientais, uma tradução do conhecimento geológico-científico, com vistas a sua aplicação para um adequado aproveitamento da região.*

Sustentabilidade é hoje o conceito que muitos buscam, sejam governos, empresas ou cidadãos. Alcançar esta meta passa pelo estudo dos recursos geológicos potenciais no uso de minerais, águas, solos para agricultura, grande obras, turismo, com o mínimo de impacto ambiental possível. Esta é a função dos Mapas Geodiversidade, que até dezembro de 2012 irão cobrir detalhadamente todos os estados do país.

De acordo com a CPRM, os critérios utilizados para classificar os geossistemas do território nacional em domínios geológico-ambientais e suas subdivisões buscaram agrupar conjuntos estratigráficos de comportamento semelhante frente ao uso e à ocupação, tendo por base as informações contidas nas bases de dados de litoestratigrafia e recursos minerais do GEOBANK do Serviço Geológico do Brasil.

No Mapa Geodiversidade do Brasil, em escala 1:2.500.000, foi aplicado às unidades estratigráficas, com idades diferentes, um conjunto de critérios classificatórios como: posicionamento tectônico, nível crustal, classe da rocha (se ígnea, sedimentar ou metamórfica), grau de coesão, textura, composição, tipos e graus de deformação, expressividade do corpo rochoso, tipos de metamorfismo, expressão geomorfológica e ou litotipos especiais.

Além do mapa nacional, já estão disponíveis em papel e em meio digital (DVD e no site [www.cprm.gov.br](http://www.cprm.gov.br)) os mapas dos estados do Amazonas, Rondônia, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Distrito Federal, Piauí, Rio Grande do Norte, Bahia, Minas Gerais, São Paulo e Rio Grande do Sul. Atualmente, estão sendo produzidos os mapas de Roraima, Pará, Ceará, Pernambuco, Goiás, Espírito Santo e Santa Catarina que até dezembro de 2011 estarão finalizados. Por fim serão disponibilizados os estados do Acre, Amapá, Maranhão, Tocantins, Paraíba, Alagoas, Rio de Janeiro e Paraná.

Em função de fatores estratégicos para o desenvolvimento social e econômico dos estados, os levantamentos incluem propostas de áreas de relevante interesse mineral. “As informações levantadas e interpretadas nos Mapas Geodiversidade Estaduais são aplicadas aos planejamentos re-

gionais dos estados relativos ao uso adequado do território e na carência de dados em determinadas regiões. Podem também ser empregadas até nos planejamentos municipais, como por exemplo, na Amazônia. Os principais setores que podem utilizar as informações da geodiversidade são a mineração, transportes, agricultura, águas, meio ambiente e turismo”, comenta o coordenador-geral do projeto, o geólogo **Cássio Roberto da Silva**.



Arquivo Pessoal

Além de receber recursos do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) e a orientação da Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral do Ministério de Minas e Energia (SEG-MME), em determinados estados os Mapas Geodiversidade contam com a participação de órgãos federais como a ANP, Embrapa, IBGE e instituições de ensino.

Segundo Cássio Roberto da Silva, cada mapa leva em média 18 meses para ser elaborado, incluindo a produção de livro com o aprofundamento de questões sobre a geodiversidade da respectiva região, o registro dessas informações no Sistema Integrado de Gestão e banco de dados em DVD, para a atualização dos dados fornecidos aos usuários. “Em geral a equipe executora da CPRM é constituída por dois pesquisadores em Geociências e mais dois colaboradores de nível médio, com participação parcial de 10 pesquisadores das áreas de mapeamento geológico, recursos minerais, hidrologia, hidrogeologia, geoprocessamento, pedologia, geomorfologia e geoturismo”.

Essa ação da CPRM vem consolidando o conceito da Geodiversidade e, por extensão, do desenvolvimento de métodos e tecnologias para a geração de um produto que tem rompido com o paradigma de uso exclusivo das informações geológicas pelas empresas de mineração. “São informações inéditas do meio físico apresentadas de forma integrada, imprescindíveis ao gestor que pretenda desenvolver sustentavelmente o seu território ou seu negócio”, conclui Cássio Roberto da Silva.



**Geodiversidade** é o estudo do meio físico constituído por ambientes diversos e rochas variadas que, submetidos a fenômenos naturais e processos geológicos, dão origem às paisagens, ao relevo, outras rochas e minerais, águas, fósseis, solos, clima e outros depósitos superficiais que propiciam o desenvolvimento da vida na Terra, tendo como valores intrínsecos a cultura, o estético, o econômico, o científico, o educativo e o turístico, parâmetros necessários à preservação responsável e ao desenvolvimento sustentável.

Fonte: CPRM

## Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Geofísica do Petróleo (INCT-GP) oferece bolsas de estudo

*O INCT-GP foi criado em 2009 pelo CNPq para articular grupos e pesquisadores de Geofísica, Geologia e Engenharia de Reservatórios em atividades de fomento à pesquisa e formação de recursos humanos para a área de Exploração e Estudos de Reservatório (EER) de petróleo.*

Composto por 31 pesquisadores de cinco instituições (UFBA, UFPA, UFRN, Unicamp e Lenep/Uenf) que possuem forte atuação em Pesquisa e Desenvolvimento de Geofísica Aplicada ao tema EER de petróleo, o INCT-GP atualmente patrocina bolsas de estudo para 29 estudantes de doutorado, 65 de mestrado e 54 de graduação. As instituições participantes respondem pela oferta de três cursos de pós-graduação e três de graduação em Geofísica (UFBA, UFPA, UFRN); uma pós em Matemática Aplicada e outra em Engenharia de Petróleo (ambas da Unicamp); e uma do Programa de Pós-graduação em Mecatrônica da Escola Politécnica do Centro de Capacitação Tecnológica em Automação Industrial (CTAI) da UFBA.

Arquivo Pessoal



Segundo o coordenador do instituto, prof. **Milton José Porsani** (UFBA), o INCT-GP propõe a capacitação de pessoal integrada ao desenvolvimento de pesquisas com o objetivo de fazer frente aos novos desafios tecnológicos e reduzir a carência de recursos humanos da indústria do petróleo e, também da academia. “O INCT-GP executa vários projetos que cobrem diferentes linhas de pesquisa, envolvendo métodos eletromagnéticos em reservatório petrolífero, métodos sísmicos e imageamento, problemas inversos em Geofísica, métodos de filtragem para melhoria do sinal sísmico, métodos nucleares e potenciais para exploração de hidrocarbonetos, métodos para análise e gestão de reservatórios, dentre outros”.

Os alunos e demais interessados nas bolsas e com disponibilidade para participar de algum projeto devem contatar o representante do INCT-GP em sua instituição de origem para definir um plano de trabalho e dar início ao processo. “A implementação é simples e rápida. Temos várias modalidades de bolsas do CNPq e Capes para apoiar as atividades de pesquisa por períodos de 1 a 2 anos (iniciação científica, apoio técnico, mestrado e doutorado, dentre outras)”, informa Milton Porsani.

No site da instituição ([www.inct-gp.org](http://www.inct-gp.org)) estão disponíveis mais informações sobre as linhas de pesquisa, aquisição de bolsas de estudo, além da relação de dezenas de trabalhos técnico-científicos que foram publicados e apresentados em congressos nacionais e internacionais, assim como versões no formato PDF de alguns destes.

**Iniciativas bem sucedidas**  
A atuação do INCT-GP já obtém resultados positivos. A maioria dos alunos bolsistas formados foi absorvida pela indústria do petróleo, em empresas públicas e privadas, e uma parcela dos doutores foi incorporada a instituições de ensino superior.

O intercâmbio internacional é também um dos pontos-chave deste projeto, através da interação, já em curso, com pesquisadores de instituições estrangeiras, como da Universidade de Hamburgo na Alemanha, de Tel-Aviv em Israel, de Pau na França, de Edimburgo na Inglaterra e do Texas nos Estados Unidos.

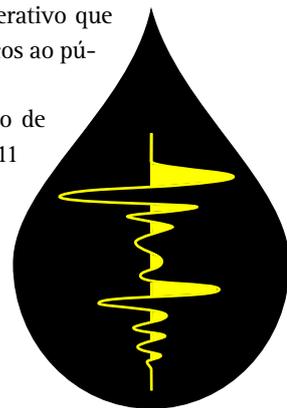
Entre as outras ações do INCT-GP desde sua criação destacam-se: ampliação do número de estudantes de graduação e de pós-graduação, no campo da Geofísica, vinculados aos projetos em andamento; maior integração entre os grupos de pesquisa da área; aumento da produtividade científica; aprofundamento dos temas de pesquisas; desenvolvimento de novos métodos geofísicos de estudos de reservatórios; além da associação de novas técnicas de filtragem e de processamento que possibilitam a obtenção de imagens sísmicas de alta resolução e que contribuem para a redução do risco exploratório.

O INCT-GP participa, ainda, do desenvolvimento e da divulgação da plataforma GêBR através de treinamento para alunos e profissionais de universidades e da indústria do petróleo. Isso com o objetivo de facilitar a distribuição dos programas computacionais resultantes das pesquisas desenvolvidas e sua integração com *softwares* livres de processamento de dados geofísicos.

O INCT-GP também tem incentivado e apoiado ações de divulgação científica da área de Geofísica em escolas de ensino médio, feiras de ciências e eventos científicos. “Em particular, a exposição itinerante ‘O que é Geofísica?’, conduzida por pesquisadores e colaboradores do INCT-GP, exhibe modelos e experimentos geofísicos em escala reduzida. Estes experimentos propiciam um ambiente interativo que permite expor os princípios e métodos geofísicos ao público em geral”, complementa Milton Porsani.

Outra atuação do INCT-GP é a promoção de eventos. Em reunião realizada em maio de 2011 na sede da SBGf, no Rio de Janeiro, o Comitê Gestor do INCT-GP definiu a promoção do Primeiro *Workshop* do INCT-GP, que aconteceu nos dias 1 e 2 de agosto no IMECC/Unicamp, como também planejou a participação na Expogef, durante o 12º Congresso Internacional da SBGf.

“Os alunos e demais interessados nas bolsas e com disponibilidade para participar de algum projeto devem contatar o representante do INCT-GP em sua instituição”



## UNESPetro: Avanço em Geologia Sedimentar

*Inaugurado em 2010, o UNESPetro (Centro de Geociências Aplicadas ao Petróleo) é uma parceria entre a Petrobras e a Unesp que possui o propósito de promover o avanço dos estudos das rochas carbonáticas.*

A Universidade Estadual de São Paulo (Unesp), em virtude de seu núcleo de geocientistas dedicados ao estudo de rochas carbonáticas, é reconhecida como um centro de excelência da área no Brasil. Com o intuito de desenvolver ainda mais este conhecimento, a Petrobras e a Unesp – em parceria com outras instituições de ensino superior (UFRJ, UFF, Unicamp e Uenf) – firmaram acordo em fevereiro de 2010 para o desenvolvimento do Sistema de Capacitação, Ciência e Tecnologia em Carbonatos (SCTC), que se propõe a dispor vários temas e especialistas das universidades brasileiras, em conexão com pesquisadores estrangeiros e da própria Petrobras, para o desenvolvimento de estudos relativos a rochas carbonáticas.

O primeiro fruto desta parceria foi a criação do UNESPetro (Centro de Geociências Aplicadas ao Petróleo), cujas instalações físicas se localizam no *campus* da Unesp na cidade de Rio Claro. Segundo **Dimas Dias Brito**, coordenador do UNESPetro e professor do Instituto de Geociências e Ciências Exatas (IGCE), o centro possui diversas atuações, como “capacitar recursos humanos, desenvolver pesquisas em geologia sedimentar



Arquivo Pessoal



Arquivo Unespetro

aplicada à indústria do petróleo, com especial ênfase em rochas carbonáticas e, ainda, fazer a difusão das ciências geológicas entre a comunidade estudantil pré-universitária”.

Com o custo de R\$ 10,5 milhões que foram investidos na construção do prédio do complexo – com área de 2 mil m<sup>2</sup> – e na compra de equipamentos, o UNESPetro é vinculado à Rede Temática de Estratigrafia e Sedimentologia da Petrobras, que promove a implantação de infraestrutura, aquisição de equipamentos, criação de laboratórios de referência, formação de pesquisadores, entre outras atividades.

Um dos destaques na atuação do centro é a pesquisa e o desenvolvimento de métodos para a exploração do pré-sal. “As atividades do UNESPetro colaboram com o processo de capacitação do pessoal que irá lidar com o pré-sal, além de executar estudos que visam enfrentar o desafio de compreender os processos que levaram à formação dos carbonatos do pré-sal”, comenta Dimas Dias Brito.

Além de possuir diversos programas de educação e treinamento com a oferta de bolsas de estudo, o UNESPetro desenvolve projetos de pesquisa e desenvolvimento como a produção de um Atlas dos Microbialitos do Brasil e de um Atlas dos Calcários do Cretáceo do Brasil, que permitirão formar um banco de rochas e lâminas delgadas a ser criado em parceria com instituições nacionais e internacionais.



FOR COMMITMENT  
IN BRAZIL...



...COUNT ON FUGRO

Fugro Geosolutions (Brasil)  
Tel.: +55 21 3219 8500  
e-mail: seismic@fugro-br.com

www.fugro.com

FGMS Fugro Gravity & Magnetic Services  
Tel.: +55 21 3501-7700  
e-mail: sales@fugroairborne.com

## RECONHECIMENTO

## Nova versão da interface de processamento sísmico GêBR será pré-lançada no 12º Congresso Internacional da SBGf

*Utilizada por instituições de ensino, órgãos do governo e empresas brasileiras e internacionais, a GêBR é uma interface gráfica que se propõe a ser um “laboratório de testes”, permitindo a construção e a aplicação de fluxos de processamento sísmico. Isso gratuitamente e com código aberto para seu aperfeiçoamento e desenvolvimento colaborativo.*

A nova versão 0.14 da interface GêBR será pré-lançada no 12º Congresso Internacional da SBGf, em agosto, no Rio de Janeiro, e terá como novidade um grande conjunto de exemplos de uso – focados na sua maioria nos módulos de processamento do Seismic Unix (SU) – que irão demonstrar como realizar tarefas usuais do processamento sísmico. O processo será feito através de arquivos de projetos, que podem ser carregados dentro da interface, fornecendo centenas de fluxos de processamento que o usuário poderá executar, alterar e utilizar como base para a construção de seus próprios fluxos.

Criada pelo geofísico da Petrobras, **Eduardo Filpo** e apresentada durante seu pós-doutorado no CWP (Center for Wave Phenomena) do departamento de Geofísica da Colorado School of Mines, a GêBR hoje é um projeto financiado pela Rede de Geofísica Aplicada da Petrobras, que possui como um de seus objetivos a promoção e integração da comunidade geofísica brasileira.

Tendo como parceiros alguns dos principais centros de desenvolvimento científico nas áreas de geofísica e processamento sísmico do país, como a UFPA e a UFBA, a sede do desenvolvimento do Projeto GêBR se encontra na Unicamp. De acordo com seu coordenador, prof. **Ricardo Biloti**, um dos princípios norteadores do desenvolvimento da GêBR é a simplicidade. “Acredito que a interface seja apenas um meio para atingir o grande objetivo de aprender e pesquisar na área de processamento.

Por isto desejamos fornecer uma ferramenta simples do ponto de vista do uso, de maneira que o aluno ou profissional rapidamente possa se concentrar em aprender geofísica e processamento sísmico. Outro ponto importantíssimo é a possibilidade de estender continuamente os recursos disponíveis na interface GêBR com a inclusão de novos módulos de processamento (através da interface auxiliar DéBR), o que permite que os *softwares* criados dentro dos grupos de pesquisa do país possam ser incluídos e disponibilizados para uso”.

Diversas universidades possuem acesso a pacotes comerciais de processamento sísmico. Embora sejam úteis e necessários para o treinamento de profissionais, não se prestam a todas as fases do aprendizado, por não serem desenvolvidos para este fim. A GêBR vem suprir a necessidade por um “laboratório de testes” em processamento sísmico, sendo o ambiente mais adequado para um primeiro contato com a área. A primeira versão pública da GêBR foi lançada durante o 10º Congresso Internacional da SBGf em 2007. A constante busca pelo desenvolvimento de uma interface que atenda os anseios da comunidade geofísica torna o atual lançamento mais perto da almejada versão 1.0 e fornece



Arquivo SBGf



Arquivo Pessoal

suporte às principais versões do sistema operacional Linux (Ubuntu, Debian, Fedora e CentOS). Além de ampliar o uso das teclas de atalho, pela primeira vez ela é acompanhada de documentação completa sobre a interface de processamento, possibilitando uma exploração mais direta da GêBR, mesmo que o usuário não tenha participado de um dos diversos treinamentos promovidos pelo Brasil. “Nossa base de usuários contribui para o desenvolvimento do projeto, sugerindo melhorias, solicitando novos recursos, identificando e reportando problemas, usando e testando os *softwares* produzidos”, afirma o professor da Unicamp.

“A versão 0.14 traz a geração automática de relatórios para todos os fluxos que operam sobre uma linha sísmica. Isso permite documentar de forma integral, precisa e rápida todo o trabalho produzido dentro da interface. Recurso importante em um *software* que age como plataforma de ensino e treinamento na área de processamento sísmico. Ao solicitar a criação do relatório associado a um fluxo de processamento, o documento gerado lista o conjunto de módulos utilizados na composição do fluxo, além de descrever detalhadamente como foram definidos os parâmetros de cada módulo, permitindo assim total reprodutibilidade. Ademais, o usuário ainda pode incluir seus próprios comentários, detalhando este registro. O relatório produzido passa a ser parte integrante do fluxo e pode ser impresso, salvo e compartilhado”, complementa Ricardo Biloti.

### Reconhecimento internacional

Um importante reconhecimento da qualidade da GêBR foi conquistado em dezembro de 2010, quando a interface gráfica brasileira foi considerada a líder para o Seismic Unix (SU). O anúncio foi feito por John Stockwell, coordenador do SU que é desenvolvido no centro de excelência CWP. Considerado um dos mais importantes pacotes livres de processamento sísmico do mundo, o SU cresce continuamente devido à contribuição de pesquisadores e alunos da pós-graduação do CWP que incorporam ao pacote os programas desenvolvidos em seus trabalhos de pesquisa.

Na opinião de Eduardo Filpo “este é o maior elogio e também o maior estímulo que o grupo da GêBR merecidamente recebeu”. Para Ricardo Biloti este reconhecimento se deve ao grande empenho em tornar todo o pacote SU disponível aos usuários da GêBR. “Diferentemente do que ocorre com outras iniciativas, não queremos apenas que nossos usuários tenham acesso às ferramentas do SU. Queremos também fornecer-lhes a melhor experiência possível. Para tanto, temos nos empenhado em agregar documentação a todos os aproximadamente 300 módulos de processamento fornecidos pelo CWP. Ampliamos e adaptamos a documentação original ao contexto de uso do *software* dentro da interface GêBR”.

A utilização (pública ou privada) da GêBR é totalmente gratuita e sua venda é proibida. A última versão e as instruções para instalação no Linux, utilização e desenvolvimento estão disponíveis no *site* do projeto ([www.gebrproject.com](http://www.gebrproject.com)).

ESPECIAL

# Avanços tecnológicos em *hardware* para atividades geofísicas

Fundamentais para prospecções geofísicas, os equipamentos geofísicos são amplamente utilizados por empresas e instituições de ensino e pesquisa no Brasil. Grande parte dessa instrumentação é produzida no exterior devido aos altos custos de pesquisa e desenvolvimento, mas algumas iniciativas nacionais também conseguem seu espaço no mercado.

Gravimetria, Magnetometria, Sísmica, Eletromagnetometria, Eletrorresistividade, Polarização Induzida, Radiometria. Os principais métodos geofísicos vêm apresentando importantes avanços com a constante evolução do *hardware* utilizado em levantamentos e investigações. Hoje a combinação de *hardware*, *software* e teoria em muito supera os resultados das medições analógicas em papel (2D), que eram realizadas até o final da década de 1980. Os equipamentos são mais leves e portáteis, o que resulta em aquisições mais rápidas, com baixo ruído, de alta estabilidade, com faixa dinâmica grande, baixo consumo de energia e facilidade de uso por pessoal treinado.



Arquivo Pessoal

Um bom exemplo do desenvolvimento tecnológico dos equipamentos é citado por **Ney de Almeida Magalhães**, diretor da empresa nacional NT Empreendimentos, que representa empresas estrangeiras produtoras de equipamentos de Geofísica e Geotecnia em operação no Brasil.

“Na perspectiva da tecnologia, a gravimetria vivenciou três fases em sua história: na década de 50, com os gravímetros de mola Worden, os quais apresentavam deriva que requeria o retorno a uma base a cada duas horas; na década de 70, com os gravímetros LaCoste & Romberg, que a deriva poderia ser verificada no início e no final do dia; e a partir da década de 90, com os gravímetros eletrônicos da Scintrex, a exemplo do CG-5, que efetuam automaticamente todas as correções requeridas, o que representa enorme economia no tempo do trabalho, e a consequente redução no custo operacional”.

A NT representa as empresas canadenses Scintrex (fabricante de gravímetros, magnetômetros, sistemas de polarização induzida e eletrorresistivímetros), Roctest (fabricante de equipamentos de Geotecnia), Crone Geophysics & Exploration (fabricante de sistemas eletromagnéticos), Instrumentation GDD (com vasta linha na área de Geofísica) e PetRos Eikon (que produz *software* para o processamento e interpretação de dados geofísicos). Além destas, representa a suíça GeoSIG, fabricante de instrumentos para o monitoramento sísmológico, e a americana R. Johnston & Associates, distribuidora de produtos para suporte à atividade sísmica exploratória.

“Dentre os equipamentos que dispomos, o destaque é para a linha de gravímetros da Scintrex e sua coligada Micro-g LaCoste, referências mundiais em termos de tecnologia nesta atividade. Também merecem distinção os

**sismógrafos digitais *strong motion***, da GeoSIG, que

já foram entregues mais de 500 unidades ao United States Geological Survey (USGS) para integrar o Projeto NetQuakes, de rede de monitoramento sísmológico na região da Califórnia. Esses sismógrafos transmitem informações antecipadas de eventos sísmicos e foram projetados para instalação voluntária em residências, empresas, edifícios públicos e escolas propiciando sua evacuação a tempo de evitar danos a seus ocupantes”, comenta Ney Magalhães que ainda afirma que apresentará como lançamento da Scintrex, no 12º Congresso da SBGf, o sismógrafo *broad band* LPS-1 e o magnetômetro terrestre de vapor de césio ENVI CS, o mais sensível em disponibilidade no mercado mundial.

Com grande presença no mercado mundial de instrumentação Magnetotelúrica (MT), a empresa canadense Phoenix Geophysics tem exportado equipamentos e serviços para mais de 80 países e já forneceu tecnologia para a UFBA, UENF e o Observatório Nacional, e produz equipamentos com aplicações nas áreas de petróleo e gás, meio ambiente, energia térmica, prospecção mineral e águas subterrâneas. “Os equipamentos produzidos pela Phoenix são utilizados para aquisição de dados geofísicos, mas nossa empresa também desenvolve *software* para o processamento dos dados, o qual gera arquivos usados com *softwares* comerciais interpretativos. Dependendo de como os dados forem coletados, as interpretações podem ser de natureza 2, 3 e 4D”, destaca **Carlos Guerrero**, gerente comercial para a América Latina da Phoenix.

Representada no Brasil pela empresa de consultoria geofísica Strataimage, a Phoenix é pioneira no uso do sistema de posicionamento por satélites GPS para sincronizar com os sistemas de instrumentação geofísica, sendo a detentora da patente da tecnologia “Sincronização por GPS”. Essa técnica permite que os sistemas tenham uma precisão muito elevada e uma sincronização automática de todas as unidades de aquisição com os transmissores (MTU-xx, V8, RXU-xx, T3, T4, TXU30), o que pode ser



Arquivo GeoSIG



Arquivo Pessoal

## ESPECIAL

implantado sem limites práticos de separação física, desde alguns metros até milhares de quilômetros de distância.

A companhia promove atividades práticas com seus equipamentos. “Temos uma escola de campo na Rússia, em parceria com a Universidade Estadual de Moscou Lomonosov para fornecer treinamento no uso dos nossos equipamentos e dos métodos eletromagnéticos. Gostaríamos de ter uma escola de treinamento aqui no Brasil em cooperação com agências governamentais, universidades e empresas privadas na área da geofísica, para manter atualizados os profissionais e os estudantes brasileiros no uso e operação dos nossos equipamentos”, afirma.

A linha do tempo do progresso tecnológico da Phoenix é detalhada por Carlos Guerrero: “A primeira geração de equipamentos desenvolvida foi um sistema magnetotelúrico (MT-16), em 1975. A segunda geração foi um sistema magnetotelúrico multifuncional (V5-16) e um sistema de Polarização Induzida Espectral de Alta Potência (SSIP), em 1987.

A terceira geração foi o Synchronize Satellite System (SSMT2000), em 1997. E a última geração, em 2007,

é o sistema de aquisição V8, o qual é multifuncional, multicanal e sem fio”.

Os equipamentos de ponta da empresa francesa Sercel são, primordialmente, voltados para a aquisição de dados sísmicos terrestres, em zonas de transição (TZ) e *offshore*, tanto em campanhas exploratórias de O&G, como em monitoramento e gestão de reservatórios de hidrocarbonetos.

Os equipamentos são aplicados também, em trabalhos de aquisição de dados sísmicos na indústria de mineração.

A Sercel está presente em várias regiões do globo, desenvolvendo, industrializando, comercializando e prestando manutenção às suas linhas de equipamentos e *softwares*.

Segundo **Mario Osvaldo de Barros**, consultor externo para desenvolvimento de negócios da Sercel no Brasil, a UFF e UFBA possuem equipamentos Sercel de última geração e estão empenhadas em iniciar projetos educacionais e de pesquisa com os mesmos. “Os cursos de Geofísica nacionais têm buscado aprimorar os conhecimentos dos seus formandos tanto pela transmissão de conhecimentos teóricos atualizados, como pelo incentivo à experiência prática, através de projetos acadêmicos integrados com a indústria e, em alguns casos, até com a formação de equipes sísmicas experimentais no âmbito das próprias universidades. A Sercel tem contribuído com o envio de técnicos para acompanhamento desses projetos, monitoramento de todos os *startups* de levantamentos aqui realizados com os seus equipamentos e com a oferta de cursos de operação e manutenção em seus centros de treinamento”.

Para Mario Barros, a empresa possui 80% do mercado mundial na linha de aquisição de dados sísmicos *onshore*, com o sistema de aquisição 408/428. “O sistema possui uma base mundial instalada com mais de 3.000.000 canais, e características de miniaturização, durabilidade, leveza e baixo consumo energético. Ainda na



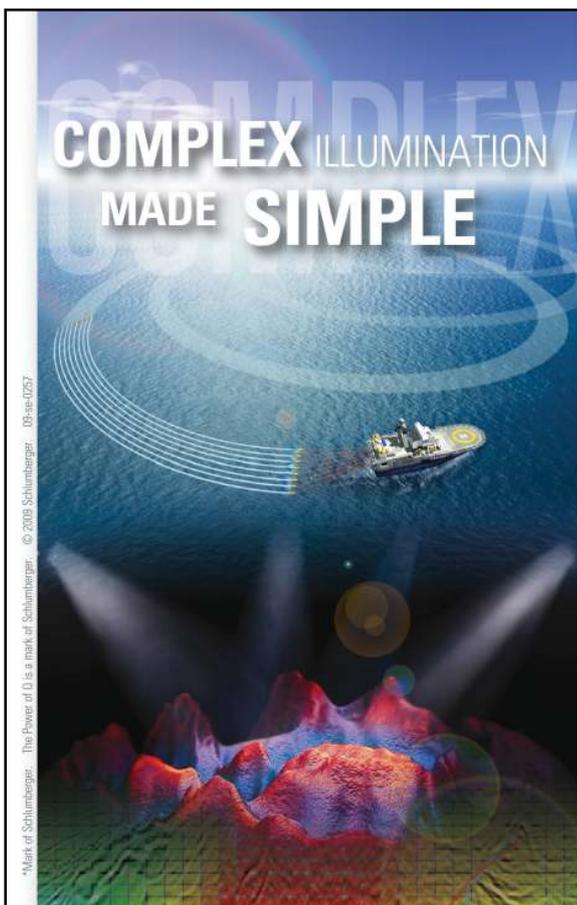
Arquivo Pessoal



Arquivo Phoenix



Arquivo Sercel



\*Mark of Schlumberger. The Power of 0 is a mark of Schlumberger. © 2009 Schlumberger. 08-00-0267

## The Power of 0

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](http://www.westerngeco.com/ciq)



linha *onshore*, a integração do sistema 428 com o moderno sistema sem cabos *Unite* propicia uma flexibilidade adicional para levantamentos em terrenos de difícil acesso, zonas urbanas e locais ambientalmente sensíveis. Os sensores digitais MEMS, mono ou multicomponentes, equipados com GPS, trazem uma importante evolução em relação às redes de geofones analógicos tradicionais, possibilitando dados de alta qualidade para melhor imageamento da subsuperfície”.

Geração de novas tecnologias para aplicações *offshore* também é prioridade da Sercel. “Na linha *offshore*, destacam-se os cabos ‘streamer’ sólidos, sem risco de vazamentos, maior robustez e melhor desempenho acústico, além dos cabos de fundo, tanto os reinstaláveis 4C – Searay, como os permanentes 4C – Optowave (ver ilustração na capa desta edição), que utilizam a tecnologia de fibra ótica para permanência no leito oceânico durante toda a vida do campo (aplicações 4D PSM – *Permanent Seismic Monitoring*)”.

Com um impressionante histórico de produção de sistemas de aquisição de dados sísmicos, a Sercel evoluiu do desenvolvimento do primeiro sistema amplificador transistorizado de reflexão/refração com capacidade de 12 canais (AS626), em 1926, para o lançamento em 2011 do equipamento adicional *Giga Transverse* que amplia a capacidade de transmissão de dados dos cabos óticos transversais do sistema 428XL de 10.000 para 100.000 canais por linha em tempo real, ampliando a capacidade total do sistema para 1.000.000 canais para uso em *SuperCrews*.

Mario Barros acredita que a miniaturização eletrônica continuará evoluindo e que a tecnologia de transmissão de dados, tanto via cabo (fibra ótica) como *wireless*, mostrará grandes avanços. “Os *softwares* e o *hardware* computacional darão conta do manuseio desses incríveis volumes de dados sempre crescentes. Sensores *downhole* mais precisos e em número de níveis sempre maiores serão introduzidos para melhores levantamentos de poço. O uso do GPS e de sensores digitais autolocalizáveis e direcionáveis se disseminará na sísmica *onshore*. Os sensores e sistemas para sísmica multicomponentes (3C) deverão evoluir ainda mais e se consolidar no mercado. Instalações permanentes de cabos de fundo oceânico (OBC) para gestão de reservatórios deverão se generalizar, bem como o emprego de sistemas de ‘nodes’ (OBS) em situações onde melhor se apliquem”, prevê.

### Pesquisa e desenvolvimento de equipamentos no Brasil

Proprietário da empresa brasileira GEOTEST Indústria e Comércio de Equipamentos Eletrônicos, desde 1973, **Nélio Raimundo Medeiros da Fonseca**, professor aposentado da UFPA e engenheiro eletrônica-eletrônico com mestrado em geofísica, lida com instrumentação geofísica. Neste mesmo ano foi contratado como técnico em equipamentos geofísicos do então Núcleo de Ciências Geofísicas e Geológicas (NCGG) da UFPA, hoje Faculdade de Geofísica do Instituto de Geociências, e logo percebeu que alguns dos equipamentos recém-adquiridos pela instituição (geoeletrônicos, magnéticos, eletromagnéticos, radiométricos, de sísmica rasa e de gravimetria) poderiam ser desenvolvidos e produzidos localmente.



Arquivo Pessoal

“Em 1976 me tornei professor da UFPA e foi criado um Projeto de Desenvolvimento de Instrumentação Geofísica no NCGG, onde foram produzidos diversos protótipos de instrumentos de prospecção geofísica utilizados na pós-graduação em Geofísica: transmissor de Polarização Induzida (IP), sistema eletromagnético de ângulo de mergulho (*dip angle*), sistema eletromagnético Slingram, medidor de resistividade da subsuperfície (resistímetro), medidor de potencial espontâneo, magnetômetro de prótons, receptor magnetotélico e outros implementos”, conta Nélio Fonseca.

Uma curiosidade é que os equipamentos desenvolvidos na UFPA portavam-se melhor na região amazônica do que os importados. “Os instrumentos adquiridos foram projetados para ambientes do hemisfério Norte e alguns não funcionavam muito bem em nossas regiões. Havia também os problemas típicos da manutenção de equipamentos estrangeiros, principalmente a falta de peças de reposição. As diferenças não ficavam somente em função do clima quente e úmido e das condições de transporte, que provocavam falhas de funcionamento nesses instrumentos, mas também devido às condições geofísicas, tais como, espessas camadas de cobertura muito condutivas, que exigiam mais potência dos instrumentos geoeletrônicos e frequências mais baixas nos eletromagnéticos. O próprio campo magnético também merecia nossa atenção e novos modelos de interpretação teriam que ser criados”.

Em 1981 Nélio Fonseca fabricou para a UFPA, em seu laboratório particular, o primeiro *hardware* de produção própria; um resistímetro que recebeu a marca GEOTEST. Atualmente a empresa é um laboratório de pesquisa, propriedade da família (um engenheiro-geofísico e três engenheiras de eletrônica), que desenvolve e produz resistímetros, magnetômetros de prótons, eletromagnéticos Slingram, equipamentos de precisão para diversas instituições de pesquisa e empresas da área, além de prestar serviço de manutenção também em outros equipamentos geofísicos. “Nossos equipamentos mais vendidos são os resistímetros que, assim como os demais, vêm sendo aperfeiçoados praticamente a cada unidade produzida. Temos três modelos de resistí-



Arquivo Geotest

GEOTEST IRPI-1000/60 feito para a UFF. Constitui-se de duas unidades: a mestre, IRPI-1000 TR60 e a de chaveamento IRPI-1000 E60. Mostram-se também os cabos multiveias, que conectam, apenas com um encaixe, cada um dos 60 eletrodos, em passos de 10 m.

## ESPECIAL

metros, sendo que o mais potente, o GEOTEST RD-1000A, de 2 kW pico-pico, é capaz de investigar mais de 500m de profundidade. Nosso produto 'top' é o Imageador de Resistividade e Polarização Induzida GEOTEST IRPI-1000 aplicável na prospecção mineral, águas subterrâneas, estudo do meio ambiente, entre outros. Ele realiza, em modo automático, a coleta de dados de 60 eletrodos semeados no campo e armazena a aquisição em um *pendrive*. Com o auxílio de um programa de processamento pode-se obter imediatamente o mapeamento 2D. Estamos também em processo de produção de um novo modelo de magnetômetro de prótons”.

Para o proprietário da GEOTEST um dos desafios das empresas brasileiras nesta área é obter a credibilidade do comprador. “Um obstáculo é vencer a premissa (que não é verdadeira) de que o equipamento importado é sempre melhor e mais confiável. Outro é o de produzir, a um custo menor, um equipamento tão bom quanto seu congênere famoso. No meu ponto de vista, a universidade é o melhor local para a criação de instrumentação até o nível de protótipo, mas a produção cabe melhor às empresas. No Brasil ainda são poucas as iniciativas quanto ao desenvolvimento de instrumentação de prospecção geofísica, mesmo considerando somente o processamento de dados”, analisa.

O Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT) desenvolve pesquisas em parceria com instituições de ensino e também presta serviços, com a utilização de instrumentação geofísica, para empresas que lidam com projetos na área de investigação de áreas submersas rasas. Segundo **Luiz Antonio Pereira de Souza**, pesquisador do IPT, a Geofísica Aplicada no instituto é utilizada para dar suporte a projetos que se desenvolvem sobre lâmina d'água rasa (até 100m), como portos, pontes, túneis, dutos, emissários e cabos submarinos, barragens, assoreamento de reservatórios, projetos de dragagens, operações de busca e salvamento. “Usamos equipamentos que lidam com propagação de ondas acústicas, pois classicamente são os métodos sísmicos que oferecem os melhores resultados para aplicação nestes ambientes. Os métodos básicos são: batimetria de dupla frequência (*single beam*) 38/200kHz, sonar de varredura lateral de dupla frequência (100/500kHz) e perfilagem sísmica com fontes acústicas do tipo *chirp* e *boomer*”.

A principal vantagem do método e dos equipamentos empregados no IPT é a possibilidade de utilizar, simultaneamente, sistemas acústicos com largo espectro de frequências. “Utilizamos na perfilagem sísmica fontes acústicas que priorizam resolução, do tipo *chirp* 2-8kHz e *chirp* 10-18kHz e um sistema de perfilagem que prioriza a penetração (*boomer* ou *sarker*) com aquisição de dados simultânea e em tempo real. Um sistema central fabricado pela Meridata (Finlândia) gerencia todo o conjunto multiacústico. E é justamente este o diferencial do IPT, já que ninguém ainda atua desta forma no Brasil”, resume Luiz Souza. De acordo com o pesquisador, não há produção de equipamentos para pesquisas geofísicas em águas rasas no Brasil devido à baixa demanda, já que são poucas as empresas que atuam neste setor. Os principais fabricantes e desenvolvedores são empresas norte-americanas, inglesas, francesas e alemãs. “O IPT adquiriu equipamentos



Arquivo Pessoal



Arquivo Luiz Souza

Sonar de varredura Klein 3000 de dupla frequência simultânea (100 e 500 kHz)

finlandeses, que utilizam fontes acústicas francesas, que são excelentes. Certamente o avanço da investigação de áreas submersas rasas passa pelo desenvolvimento de fontes acústicas com desempenho adequado a esses ambientes. Isso significa tamanho e peso compatíveis com embarcações de pequeno porte, espectro de frequências que permita penetração e resolução simultâneas, ou seja, fontes leves e pequenas com capacidade de lidar com frequências inferiores a 2kHz, mas também com frequências entre 2 e 20kHz, respectivamente”.

Outro ponto destacado por Luiz Souza é o baixo número de operadores habilitados para utilização dos equipamentos mais modernos no Brasil. “A maioria das escolas de Geofísica não forma profissionais com capacitação imediata para atuar com esses instrumentos. Por outro lado, os equipamentos hoje em dia são todos digitais e, conhecendo-se a teoria (princípios e fundamentos) dos métodos geofísicos envolvidos neste tipo de investigação, certamente os jovens formados pelas universidades podem ser treinados em prazos geralmente inferiores a 1 ano”, conclui.

### Como patentear um equipamento geofísico

Segundo o Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), patente é um título de propriedade temporária sobre uma invenção ou modelo de utilidade, outorgados pelo Estado aos inventores, autores ou outras pessoas (físicas ou jurídicas) detentoras de direitos sobre a criação. Em contrapartida, o requerente se obriga a revelar detalhadamente todo o conteúdo técnico da matéria que será protegida pela patente.

As patentes se enquadram nas seguintes naturezas: **Patente de Invenção (PI)** – produtos ou processos que atendam aos requisitos de atividade inventiva, novidade e aplicação industrial. Concedida por 20 anos; e **Modelo de Utilidade (MU)** – objeto de uso prático, ou parte deste, suscetível de aplicação industrial, que apresente nova forma ou disposição, envolvendo ato inventivo, que resulte em melhoria funcional no seu uso ou em sua fabricação. Vigora pelo prazo de 15 anos.

O indivíduo ou a instituição que queira patentear equipamentos geofísicos no Brasil deve apresentar o pedido de patente na sede do INPI, no Rio de Janeiro, ou em suas divisões e representações regionais, em formulário disponível no site do INPI ([www.inpi.gov.br](http://www.inpi.gov.br)). A apresentação deve ser acompanhada de um relatório descritivo, das reivindicações, de desenhos (MU) e de um resumo (PI). O INPI analisará o pedido, formulando exigências ou decidindo pelo deferimento. O pedido de patente será mantido em sigilo até a sua publicação na RPI (Revista da Propriedade Industrial), a ser efetuada depois de dezoito meses, contados da data do exame ou da prioridade mais antiga, podendo ser antecipada a requerimento do depositante.

A taxa de depósito de um pedido de patente é de R\$ 200, mas pode diminuir para R\$ 80 para pessoas físicas, instituições de ensino e pesquisa, microempreendedor individual, empresa de pequeno porte, microempresas e cooperativas.



Da esquerda para direita: Virgílio Almeida, Secretário de Política de Informática-MCT; Carlos Tadeu da Costa Fraga, Gerente Executivo do Cenpes/Petrobras; Aloizio Mercadante Oliva, Ministro da Ciência e Tecnologia; Sergio Luiz Fontes, Diretor do Observatório Nacional; Luiz Antonio Rodrigues Elias, Secretário Executivo-MCT; Arquimedes Diógenes Ciloni, Subsecretário de Coordenação das Unidades de Pesquisa-MCT

## PEGBr – Pool de Equipamentos Geofísicos do Brasil

*Estudos da estrutura crustal e litosférica da placa sul-americana, da interação crosta continental e oceânica e da relação da estruturação do embasamento na evolução de bacias sedimentares. Essas são algumas das pesquisas que o Pool de Equipamentos Geofísicos do Brasil (PEGBr) tem assistido por meio do empréstimo de instrumentos de campo para aplicações em diversos métodos geofísicos, tais como sísmicos, sismológicos, gravimétricos, magnetométricos e elétricos.*

Projeto integrante da Rede Temática de Estudos Geotectônicos (RGEOTEC) da Petrobras e gerido pelo Observatório Nacional (ON), o PEGBr fica localizado no *campus* do ON, no Rio de Janeiro, e foi inaugurado oficialmente em 3 de junho de 2011, com a presença do ministro da Ciência e Tecnologia, Aloizio Mercadante; do diretor do ON e coordenador do pool, Sergio Luiz Fontes; do gerente executivo do Centro de Pesquisas e Desenvolvimento da Petrobras (Cenpes), Carlos Tadeu Fraga; entre outras autoridades.



Arquivo Pessoal

De acordo com o gerente executivo do Pool de Equipamentos, **Darcy Nascimento Jr.**, desde setembro de 2008 o PEGBr empresta equipamentos, mesmo sem possuir quadro de pessoal. Até hoje já foram atendidos 40 projetos, sendo 29 de pesquisa, 6 de apoio e 5 de atividades didáticas.

As instituições beneficiadas foram: Observatório Nacional, IAG-USP, Inpe, Uerj, UFBA, UFPR, UFRN, UnB e UVV.

O custo do transporte com a retirada e a devolução dos equipamentos ao pool corre por conta da instituição solicitante. “Qualquer universidade e instituto de pesquisa interessado pode fazer uso dos equipamentos do pool desde que sejam para aplicações não comerciais e que estejam de acordo com as normas de empréstimo, inclusive a que prevê a entrega dos dados brutos adquiridos com os equipamentos emprestados e a disponibilização destes dados para a comunidade científica brasileira, após um período de carência”, ressalta Darcy Nascimento Jr.

O valor total do projeto é de aproximadamente R\$ 14 milhões, dos quais R\$ 11 milhões foram investidos em equipamentos. Sobre a aquisição do instrumental, Darcy Nascimento Jr. comenta que o primeiro conjunto de equipamentos, para sismologia *onshore* e sísmica, foi definido com base nas necessidades dos projetos de pesquisa submetidos inicialmente à RGEOTEC. “O segundo conjunto foi incluído por nossa sugestão, e contemplou equipamentos para métodos elétricos (método magnetotelúrico), magne-

tométricos, gravimétricos e para posicionamento (GPS). Os sismômetros de fundo de oceano foram os últimos equipamentos incorporados ao acervo do pool e foram adquiridos em função da exigência instrumental de alguns projetos”. Embora a gerência do pool tenha conseguido conciliar o uso dos equipamentos entre os solicitantes, para melhor atender a demanda, há previsão de aumento no quantitativo dos equipamentos mais solicitados, além da oferta de suporte à instalação dos equipamentos e do treinamento do pessoal lotado na instituição onde o equipamento ficará alocado. Contudo, esses serviços dependerão da criação do quadro de pessoal do PEGBr.

Tanto o cadastramento dos pesquisadores que pretendem usufruir das facilidades do pool como a solicitação de equipamentos devem ser feitos através do *site* do pool, [www.pegbr.on.br](http://www.pegbr.on.br).

### Acervo PEGBr

**Sismologia:** estações de banda larga e sismômetros de fundo de oceano (OBS);

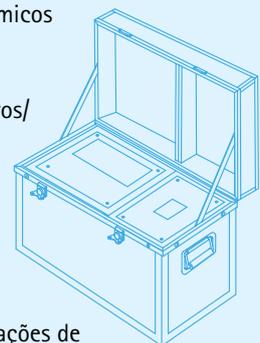
**Sísmica de refração e reflexão:** estações de três componentes e estações monocanais;

**Gravimetria:** gravímetros dinâmicos portáteis;

**Magnetometria:** magnetômetros/gradiômetros;

**Posicionamento:** estações GPS/GNSS para operação diferencial;

**Método Magnetotelúrico:** estações de banda larga e estações de longo período.



## ARTIGO TÉCNICO

# Desenvolvimento de um sistema de aquisição e processamento digital de sinais sísmicos (PCSÍSMICO)

Lucas Vieira Barros, Sidinei Sebastião Tomás, Lucas Paes Moreira, Frederico Xavier de Melo, Edna Leoni e André Luís Pereira – OBSIS

## RESUMO

Este artigo tem como objetivo apresentar as metodologias e os resultados alcançados no desenvolvimento do protótipo de aquisição voltado para dados de sismologia (PCSISMICO). O protótipo consiste na integração de módulos que são responsáveis pela aquisição, temporização, controle e armazenamento de dados de sismologia, organizados sob um sistema operacional. A concepção do sistema de dados baseia-se em dois modos: armazenamento local e/ou transmissão em tempo real por meio do protocolo TCP através de IP. Um programa responsável por receber os dados transmitidos pelo protótipo foi desenvolvido. A principal motivação do projeto encontra-se na escassez de desenvolvimento e de suporte nacional para esse tipo de equipamento. Ao final do trabalho, os módulos desenvolvidos e construídos são apresentados em forma de um protótipo funcional.

## INTRODUÇÃO

É comprovada que a ação do homem exerce fortes impactos sobre a natureza. A realização de grandes obras de engenharia acarreta em alterações e danos ao ambiente natural preexistente. A construção de reservatórios hidrelétricos, por exemplo, além de afetar o ecossistema vegetal e biológico em sua área de influência, pode induzir o aparecimento localizado de sismos em regiões que não eram afetadas por este tipo de fenômeno. Essa característica é denominada Sismicidade Induzida por Reservatórios (SIR) [1].

Por exigências e recomendações de órgãos ambientais, a construção, regulamentação e liberação de licenças para o funcionamento de usinas hidrelétricas estão sujeitas ao cumprimento do programa de monitoramento sismológico na região de influência do reservatório. A observação sismogênica deve ser realizada nas etapas de construção, enchimento e operação do reservatório [2].

A expansão do setor energético brasileiro ocorrida nas últimas décadas, aliada à cobrança sistemática dos órgãos ambientais, induziu um aumento expressivo na demanda por serviços de monitoramento sismológico de reservatórios. Basicamente, o serviço consiste na observância do nível da sismicidade antes, durante e após o enchimento de reservatórios, feito pela análise dos dados obtidos de estações sismográficas instaladas nas áreas de influência das barragens [3].

Entretanto, os principais equipamentos de uma estação sismográfica são produzidos somente no mercado internacional e fatores relacionados com a importação de produtos, como alto custo e demora na aquisição e no suporte, são limitantes no desempenho dos serviços de

análise de dados, bem como no cumprimento de prazos estabelecidos para licenciamento de usinas hidrelétricas.

Esforços envidados no passado visavam diminuir o problema da importação de equipamentos de registro de dados sísmicos, desenvolvendo ferramentas e aparatos, que consistiam desde módulos condicionadores de sinais analógicos [4], relógios digitais [5] e processadores de sinais [6], até a construção de rádios de transmissão de dados por meio da banda VHF [7].

Nesse sentido, este projeto propõe o desenvolvimento, em forma de protótipo, de um registrador digital de dados sísmicos. Diferentemente dos trabalhos anteriormente citados, o modo de aquisição de dados possui melhor qualidade, pois além de ser digital, possui faixa dinâmica e resoluções muito maiores. Os sensores projetados para o equipamento são transdutores de movimento do solo para sinais elétricos, que registram a velocidade ou aceleração do chão. Os sensores podem ser ativos ou passivos, uniaxial ou triaxial, tais como geofones, sismômetros e acelerômetros.

A ideia do projeto também vislumbra a possibilidade de transmissão digital dos dados sísmicos de pontos remotos para uma estação central. Este tipo de sistema de comunicação de dados favorece o monitoramento sismológico de reservatórios e as pesquisas científicas sobre a sismicidade natural e induzida por reservatórios hidrelétricos, fornecendo análise de dados e relatórios de serviços em um menor intervalo de tempo.

Com isso, além de investir na qualificação de recursos humanos para desenvolvimento, operação, manutenção e suporte técnico de equipamentos sismográficos, o projeto abre a possibilidade de o país contar com equipamento sismográfico produzido internamente.

Ao final do projeto pretende-se contribuir no atendimento da demanda cada vez mais expressiva de equipamentos sismográficos, atualmente inexistentes no mercado nacional. Os mesmos são imprescindíveis no desenvolvimento de contratos e programas de monitoramento sismológico de reservatórios de usinas hidrelétricas.

## METODOLOGIA

A concepção do protótipo PCSISMICO baseia-se no projeto de módulos integrados sob um mesmo ambiente físico e operacional com funcionamento independente e responsáveis por diferentes tarefas. A compilação de todas as informações resultantes dos módulos produzirá, como resultado final, um registrador sísmico capaz de condicionar, adquirir, processar e armazenar, em meios e formatos adequados, dados para a análise da Sismicidade Induzida por Reservatórios (SIR).

Os módulos foram subdivididos em dois ramos: módulos projetados (*hardware*) e codificados (*software*). O módulo de *hardware* consiste na implementação de circuitos eletrônicos para execução de tarefas de condicionamento, controle e alimentação do protótipo PCSISMICO.

A estrutura dos módulos foi concebida a partir da compatibilidade com a arquitetura computacional do tipo IBM-PC. A Figura 1 mostra o diagrama em blocos funcional dos módulos no protótipo PCSISMICO, juntamente com a placa de aquisição de dados e as unidades de processamento central e de armazenamento.

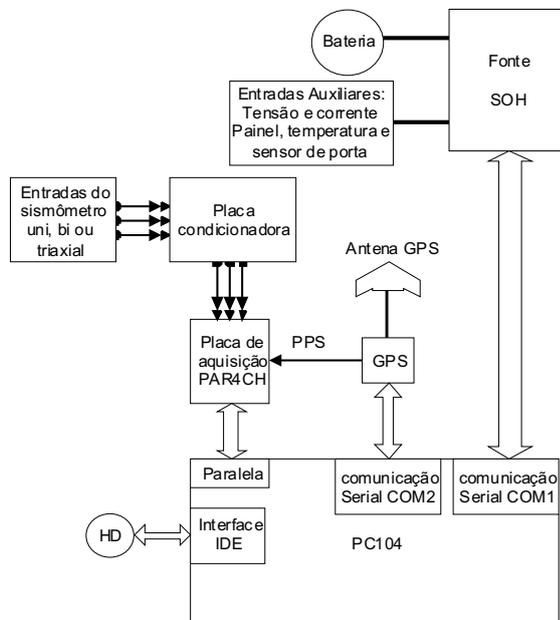


Figura 1 - Diagrama em blocos funcional dos módulos de hardware do protótipo PCSISMICO.

O módulo de *software* engloba os processos desenvolvidos por meio de codificação estruturada, que desempenham funções dentro de um sistema operacional, de forma a caracterizar o protótipo como um registrador de dados sísmicos. Sistemas de código aberto foram escolhidos para suporte no desenvolvimento e na integração de todos os módulos de *software*. Os processos foram desenvolvidos na linguagem C/C++ para Linux, utilizando as bibliotecas de compilação nativas e interpretador GCC [8]. Ainda nesse segmento foi desenvolvido o código que gerencia o sistema microcontrolado.

Para validação do processo de comunicação, foi desenvolvido ainda um *software* responsável pela coleta e armazenamento dos dados em um servidor remoto, normalmente localizado em um ponto central. Neste caso, a plataforma Windows foi escolhida para sua implementação e seus dados foram disponibilizados no formato SUDS (*Seismic Unified Data System*), em uma tentativa de padronização do formato de dados sísmicos.

### PROTÓTIPO PCSISMICO

Os módulos que envolvem o projeto de circuitos eletrônicos foram dimensionados e distribuídos utilizando o *software* de modelagem e prototipagem eletrônica PROTEL 99-SE. A filosofia modular também foi adotada para o projeto das placas de circuito impresso.

Os módulos de *software* foram codificados em linguagem de programação C/C++ [9]. O sistema operacional Linux foi escolhido para o protótipo, devido à arquitetura do tipo PC-Intel da placa mãe e processador. As distribuições Zip-Slack e DSL (*Damn Small Linux*) foram adotadas devido ao

reduzido espaço ocupado em disco. O computador utilizado corresponde a um PC montado de forma compacta, seguindo os padrões de construção de um módulo PC/104 [10].

O programa de recebimento de dados remotos foi implementado para o ambiente *Windows* utilizando o pacote de desenvolvimento Borland C++ Builder [11].

### MÓDULO DE HARDWARE

#### Módulo Condicionador de Sinais

O módulo é alimentado por tensão de entrada simétrica de -12V, 0, +12V. Seu consumo nominal, medido após a construção da placa, ficou na faixa de 1mA, com consumo real de 24mW. Sua função é fornecer sinal de acordo com a entrada de sinais do conversor analógico-digital (A/D).

Os conversores (A/D) geralmente operam a uma taxa de amostragem constante, chamada frequência de amostragem ( $f_s$ ). Segundo o teorema de Nyquist, as frequências do sinal que tiverem valores inferiores à metade da frequência de amostragem serão digitalizadas, enquanto que frequências acima de  $f_s/2$  não serão amostradas. No entanto, ao fazer a conversão A/D observa-se que o espectro de frequência de valores acima de  $f_s/2$  se sobrepõe ao espectro abaixo da frequência de amostragem. Esse fenômeno, chamado de *alias*, torna impossível diferenciar os sinais de baixa dos de alta frequência.

Aplicando esses conceitos para a digitalização de sinais sísmicos a uma taxa de amostragem de 1 kHz (1000 amostras por segundo), que é a taxa utilizada na conversão A/D, a frequência de corte do filtro *anti-aliasing*, deve ser de 500 Hz. Filtros *Butterworth* foram construídos sob a topologia Sallen-Key. Contudo, esses sinais foram, posteriormente, decimados para frequências menores que 500 Hz. No caso do projeto PCSISMICO a decimação foi feita para 100 Hz de amostragem. Foi escolhida então a frequência de corte de 200 Hz, mantendo assim a integridade do espectro de frequência da banda de interesse e minimizando o efeito *alias* no sinal convertido.

#### Módulo de Aquisição de Dados de Tempo e Posicionamento Global (Módulo GPS)

O módulo GPS é composto por um sistema microprocessado capaz de receber informações sobre hora e posição de diversos satélites e calcular, com base nestes dados, sua própria localização. O módulo utilizado consiste no LS-40EB, fabricado pela Locsense. As informações sobre posição e hora são transmitidas, através de comunicação serial, para o PCSISMICO, onde são utilizadas e armazenadas no metadado que compõe a estação remota. O módulo de GPS disponibiliza uma base de temporização composta por um pulso a cada segundo (1 PPS), com largura máxima de 10 microssegundos, com o objetivo de corrigir qualquer incerteza associada à hora de aquisição dos dados sísmicos e à hora interna do sistema PCSISMICO. Este pulso é sincronizado com a base de tempo universal coordenado (UTC) no momento em que o receptor entra no modo de temporização.

Através desse sistema e dos dados gerados é possível determinar o horário exato da aquisição das amostras de dados sísmicos, bem como georreferenciar a localização da estação remota e de um evento sísmico.

## ARTIGO TÉCNICO

**Módulo de Gerenciamento, Aquisição de Dados Auxiliares e Fonte de Alimentação (AGDA)**

Esse módulo é composto por um sistema microcontrolado capaz de avaliar e tomar decisões sobre o funcionamento do PCSISMICO. Informações provenientes de circuitos transdutores e dados previamente estabelecidos como referência, atuam no controle efetivo sobre a fonte de alimentação chaveada regulada e na geração de relatórios para o Sistema de Gerenciamento de Dados Auxiliares (SGDA), parte integrante do sistema central de controle do PCSISMICO.

As funções do módulo AGDA podem ser denominadas como: sistemas de comunicação e central, além de seu *firmware*, sensores de nível de tensão, de temperatura, de corrente, de presença, atuador na fonte de alimentação e a fonte de alimentação.

O sistema de comunicação realiza a conversão de níveis de tensão utilizados na comunicação USART entre o microcontrolador e o sistema de aquisição central do PCSISMICO.

O sistema central é responsável pela aquisição dos dados auxiliares, comunicação com o sistema central de aquisição PCSISMICO e atuação sobre a fonte chaveada regulada. Para o funcionamento adequado, o microcontrolador necessitou de uma sequência lógica de instruções conhecida como *firmware*. Para a implementação do código da *firmware* dentro da memória do PIC16F88 utilizou-se a linguagem C. Para tanto, um gravador desenvolvido especificamente para essa aplicação foi usado.

Com o objetivo de monitorar a entrada da alimentação principal, o sensor de nível de tensão determina se o estado em que a fonte está operando é adequado para manter o PCSISMICO em funcionamento normal.

O sensor de temperatura realiza a conversão de grandezas relacionadas à temperatura externa em níveis de tensão para que o sistema central, caso precise, tome as decisões necessárias para a proteção do sistema. O circuito do sensor de temperatura consiste em um termistor do tipo NTC (variação negativa da resistividade com o aumento da temperatura) associado a um amplificador operacional de uso geral (LM747) que proporciona o melhor aproveitamento da resolução do conversor A/D do PIC16F88.

O sensor de corrente atua no monitoramento de sistemas de alimentação compostos por baterias externas e painéis solares para efeito de relatório sobre o funcionamento geral do sistema de aquisição. O sensor de corrente é composto por uma resistência de derivação, que permite converter a corrente de carga entre o painel solar e a bateria em nível de tensão.

O sensor de presença é composto por uma chave localizada na via de acesso (e.g.: portas) ao abrigo dos equipamentos de uma estação sismográfica. A principal função deste sistema é registrar dentro do PCSISMICO a entrada de pessoas na estação. Com os dados fornecidos por este módulo é gerado um relatório sobre a possível entrada de algum indivíduo e sobre a frequência de acionamento da chave dentro de um determinado espaço de tempo.

O módulo de atuação na fonte de alimentação tem como finalidade fornecer ou suspender o sistema de alimentação do PCSISMICO, de acordo com as condições externas de tensão de alimentação e temperatura. Sua ativação é feita após decisão conjunta entre o sistema de aquisição e o módulo microcontrolador. O módulo volta

ao seu estado inicial assim que forem restabelecidas as condições de funcionamento do PCSISMICO.

A fonte de alimentação do PCSISMICO foi projetada a partir da *Application Note* fornecida pela On Semiconductor para utilização com o circuito de fonte chaveada MC34167. Este circuito foi projetado para atuar como regulador de tensão compacto, sem a necessidade de adicionar muitos dispositivos para chaveamento e realimentação do circuito.

Todos os sistemas descritos foram integrados em uma única placa, formando o módulo AGDA.

**MÓDULO DE SOFTWARE****Software de Aquisição de Sinais Sísmicos**

Os sinais sísmicos são obtidos por meio de uma placa de aquisição digitalizadora PAR4CH da Symmetric Research, projetada para adquirir dados com alta resolução em computadores pessoais, em taxas de aquisições variando de 0 (zero) a 2 kHz.

A placa possui 4 canais analógicos que são digitalizados por um conversor A/D com tecnologia *sigma delta Burr Brown* (ADS1210), com 24 bits de resolução. A PAR4CH tem um conversor individual por canal analógico, com intuito de minimizar os efeitos de *cross talk*, *skew* e *settling time*. A conexão física da PAR4CH com o computador é feita pela porta paralela, utilizando o protocolo de comunicação EPP (padrão IEEE 1284).

Os dados dos conversores A/D são armazenados em um conjunto de memória de 2MB na PAR4CH, o que permite uma aquisição contínua de dados mesmo com um grande tempo de latência de comandos do PC, dando uma certa autonomia na coleta de dados, sem perda dos mesmos.

Para operação da PAR4CH é necessário um *software* que forneça rotinas de alto e baixo nível, através de uma biblioteca de funções, que dêem suporte para operação completa dos recursos da mesma, sendo essa fornecida pelo fabricante sob a forma de um *driver*.

**Software de Aquisição de Dados de Posicionamento Global**

O protocolo de comunicação utilizado com o Módulo de Aquisição de Dados de Tempo e Posicionamento Global baseia-se no padrão TAIP, utilizando pacotes no formato ASCII. Funções foram utilizadas pelo processo para adquirir dados sobre tempo e posição.

**Software de Aquisição e Gerenciamento de Dados Auxiliares**

Esse *software* tem como objetivo coletar os dados adquiridos pelo *hardware* de aquisição e gerenciamento de dados auxiliares (AGDA) e disponibilizá-los na memória compartilhada do equipamento.

A coleta desses dados é realizada a partir do microcontrolador do módulo de AGDA que envia ao *software* de aquisição de dados auxiliares os dados adquiridos pelos sensores de temperatura, tensão, corrente e presença via comunicação serial. Os três primeiros consistem na média amostral dos valores adquiridos pelos sensores em um intervalo de tempo de 50 segundos. Esses dados são disponibilizados em uma memória compartilhada para que outros processos do PCSISMICO tenham acesso de leitura.

### Software de Armazenamento

Implementado utilizando linguagem de *script BASH* (*Bourne Again Shell*) [12], sua função principal consiste na transferência dos arquivos gerados pelo *software* de aquisição de dados sísmicos para a unidade de armazenamento local. Essa unidade é composta por um disco rígido com conexões que permitem ao usuário realizar sua troca toda vez que incursões à estação forem necessárias.

### Software de Comunicação de Dados

O módulo de comunicação do registrador sísmico consiste em um aplicativo responsável pela leitura dos dados de aquisição sísmica escritos na memória compartilhada e pelo envio destes para uma estação central através de um protocolo TCP/IP. Esse *software* foi desenvolvido em linguagem C++, devido à portabilidade de tal linguagem para vários sistemas operacionais e ao suporte existente na rede mundial de computadores para solução de problemas de desenvolvimento de *software*.

### Software Gerenciador dos Processos

Este *software* tem por função iniciar adequadamente os módulos de acordo com o modo de operação do sistema e também checar o bom funcionamento de todos os processos que compõem o PCSISMICO. Este módulo utiliza os recursos disponibilizados em linha de comando pelo sistema operacional para execução, observação e atuação nos processos.

### Integração do Sistema

Os módulos de *hardware* que compõem o protótipo PCSISMICO são controlados e gerenciados por um microprocessador sob um sistema operacional. Todas as informações adquiridas pelos diversos circuitos são enviadas para a placa mãe, onde serão processadas.

A Figura 2 mostra e identifica os diversos componentes de *hardware* e as conexões entre eles, formando o protótipo do PCSISMICO.

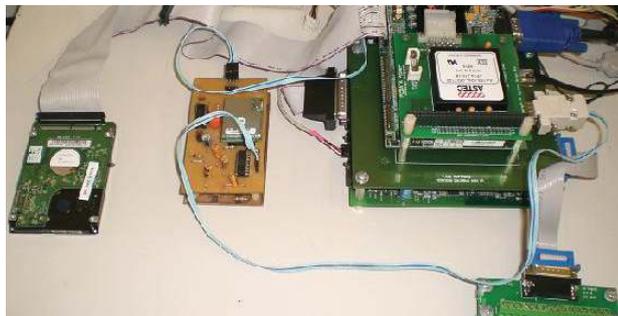


Figura 2 - Vista geral do protótipo do PCSISMICO montado. A figura mostra o disco rígido (1), módulos de GPS e condicionamento de sinais (2), placa de aquisição (3), placa mãe (4), placa da fonte (5), conexão externa (6) e conexão do ponto de rede (7).

### Software de Monitoramento

O módulo de comunicação do servidor tem como finalidade estabelecer uma conexão para receber os dados sísmicos adquiridos pela estação remota e para transmiti-los para a estação central.

A conexão entre as duas estações segue o protocolo TCP/IP, devido à confiabilidade do recebimento dos pacotes de dados por parte dos módulos envolvidos na comunicação. A linguagem de programação utilizada para o desenvolvimento desse *software* foi a C++.

### CONCLUSÕES

O desenvolvimento do protótipo de um registrador de sinais sísmicos foi realizado segundo as especificações propostas, gerando um equipamento capaz de adquirir dados sísmicos provenientes de um sensor, sismômetro ou acelerômetro, além de digitalizá-los, armazená-los localmente e transmiti-los.

A transmissão dos dados via telemetria foi plenamente realizada, garantindo a aquisição e o armazenamento dos sinais sísmicos adquiridos remotamente em um computador pessoal. A tecnologia utilizada foi a transmissão digital de dados através do protocolo TCP/IP, amplamente utilizada para comunicação entre computadores, tornando o suporte e a manutenção da comunicação entre o equipamento e um computador central mais simples e barato.

A realização do projeto demonstrou ser possível o desenvolvimento, a fabricação, comercialização e manutenção totalmente nacionais desse tipo de equipamento no mercado brasileiro. A disponibilidade de um aparelho de aquisição de sinais sísmicos com tecnologia brasileira diminui o tempo de compra e suporte desses aparelhos a custos mais baixos, viabilizando e facilitando o monitoramento contínuo de barragens, estudos acadêmicos e pesquisas científicas do setor.

Acrescido ao valor tecnológico do projeto, a realização do mesmo contribuiu na capacitação e formação de recursos humanos, gerando qualificação profissional e agregando conhecimento científico e tecnológico ao corpo técnico do Observatório Sismológico da Universidade de Brasília.

### REFERÊNCIAS

- [1] M Assumpção, VI Marza, LV Barros, CN Chimpliganond, JEP Soares, JM Carvalho, DF Caixeta, A Amorim, E Cabral. Reservoir-Induced Seismicity in Brazil. *Pure Appl. Geophys.*, 159: 598-617, 2002.
- [2] LV Barros. Sismicidade Induzida por Reservatório - Caracterização e análise de caso no Brasil. Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, 95p. 2001.
- [3] VI Marza, LV Barros, JM Carvalho, DP Fontenelle, CN Chimpliganond, DF Caixeta, IP Gomes, GO Furtado, AL Carim, IF Souza, EH Caliman e JB Barros. Some Aspects of Reservoir-Induced Seismicity in Brazil. In: Proc. of 23rd Brazilian Cong. on Large Dams, Belo Horizonte, Brazil, 1, 199-211, 1999.
- [4] LV Barros, JM de Carvalho e JAV Veloso. Discriminador de Sinal Sísmico modelo DS2. INSAT Sistemas de Telemetria e Telecontrole, 1988.
- [5] LV Barros, JM de Carvalho e JAV Veloso. Relógio Digital modelo RD1. INSAT Sistemas de Telemetria e Telecontrole, 1988.
- [6] LV Barros, JM de Carvalho e JAV Veloso. Processador de sinal modelo PS5. INSAT Sistemas de Telemetria e Telecontrole, 1988.
- [7] LV Barros, JM de Carvalho e JAV Veloso. Transmissor de VHF modelo INV-TX. INSAT Sistemas de Telemetria e Telecontrole, 1988.
- [8] RM Stallman. Using GCC: The GNU Compiler Collection. Reference Manual, Free Software Foundation, ISBN 1-882114-39-6
- [9] H Schildt. C Completo e Total. Makron Books, 1990.
- [10] PC/104 Embedded Consortium. <www.pc104.org>.
- [11] K Jamsa e L Klander. Programando em C/C++. Makron Books, 1999.
- [12] JC Neves. Programação Shell Linux. Brasport, 6 ed. 456p. 2006.

Veja o artigo completo  
no site

[www.sbgf.org.br](http://www.sbgf.org.br)

▶ **81<sup>st</sup> SEG Annual Meeting**

18 a 23 de setembro - Texas - EUA  
 Informações: [www.seg.org/am](http://www.seg.org/am)

▶ **Rio Pipeline Conference & Exposition 2011**

20 a 22 de setembro - Rio de Janeiro - RJ  
 Informações: [www.riopipeline.com.br](http://www.riopipeline.com.br)

▶ **XIII Congresso da ABEQUA**

9 a 14 de outubro - Armação dos Búzios - RJ  
 Informações: <https://www.metaeventos.net/abequa2011>

▶ **12º Simpósio de Geologia do Centro-Oeste**

16 a 19 de outubro - Pirenópolis - GO  
 Informações: [www.sbgeo.org.br](http://www.sbgeo.org.br)

▶ **Pernambuco Petroleum Business 2011**

18 a 20 de outubro - Recife - PE  
 Informações: [www.pernambucobusiness.com.br](http://www.pernambucobusiness.com.br)

▶ **Santos Offshore**

18 a 21 de outubro - Santos - SP  
 Informações: [www.santosoffshore.com.br](http://www.santosoffshore.com.br)

▶ **Vitória Oil & Gas**

24 a 26 de outubro - Vitória - ES  
 Informações: [www.vitoriaoilgas.com.br](http://www.vitoriaoilgas.com.br)

▶ **LAGCOE**

24 a 27 de outubro - Luisiana - EUA  
 Informações: [www.lagcoe.com](http://www.lagcoe.com)

▶ **12º Simpósio de Geologia do Sudeste**

**16º Simpósio de Geologia de MG**  
 8 a 11 de novembro - Nova Friburgo - RJ  
 Informações: [www.simposiogeologiadosudeste2011.com](http://www.simposiogeologiadosudeste2011.com)

▶ **Brazil Onshore 2011**

28 a 30 de novembro - Natal - RN  
 Informações: [www.brazilonshore.com.br](http://www.brazilonshore.com.br)

▶ **20<sup>th</sup> World Petroleum Congress**

4 a 8 de dezembro - Doha - Catar  
 Informações: [www.20wpc.com](http://www.20wpc.com)

▶ **AGU 2011 Fall Meeting**

5 a 9 de dezembro - Califórnia - EUA  
 Informações: [www.agu.org](http://www.agu.org)

## V Simpósio Brasileiro de Geofísica Salvador - BA



Foto: Embratur

**Novembro de 2012**