

# boletim **SBGf**

Publicação da Sociedade Brasileira de Geofísica  
Número 3, 2009

Objeto de fascínio no imaginário popular, o espaço é palco para os estudos da Geofísica Espacial, que procura entender e prevenir fenômenos importantes como as interferências nas telecomunicações e nos sistemas de posicionamento por GNSS e a perigosa incidência de raios. As questões científicas espaciais tendem a ganhar importância cada vez maior com o aumento da utilização do espaço próximo e da exploração do cosmo.

# Geofísica Espacial

## Uma ciência emergente e estratégica



Inscrições para pós-graduação  
com início em 2010

NOTAS, PÁG. 6

IBGE oferece serviço para o  
posicionamento em tempo real  
dos sistemas GNSS

GEODÉSIA, PÁG. 8

## Importância estratégica

Embora seja pouco conhecida pela população em geral, a Geofísica Espacial é estratégica para o progresso de um país. Como ciência recém-descoberta, os estudos da Geofísica Espacial no Brasil se iniciaram na década de 50. As pesquisas incluem temas dos fenômenos típicos do ambiente espacial brasileiro, como por exemplo a incidência de raios e a interferência em sistemas de posicionamento e comunicação, entre outros.

Adicionalmente, esta edição traz informações sobre alguns dos principais acontecimentos do 11º CIBSGf, como as premiações da SBGf, a 31ª Assembleia Geral Ordinária, quando a nova diretoria foi empossada, e o lançamento de livros no estande da SBGf. A próxima edição do boletim será dedicada a cobertura do evento.

O boletim traz ainda notícias importantes no campo educacional e oportunidades de estudo na área da geofísica, tanto em nível de graduação, como de pós-graduação, além de uma matéria realizada com a coordenadora de Geodésia do IBGE sobre o novo serviço de posicionamento em tempo real dos sistemas GNSS.

### CONFIRA NESTA EDIÇÃO:

#### 3 EVENTOS

11º CIBSGf reúne profissionais e estudantes em Salvador

#### 4 GESTÃO 2009-2011

Diretoria, Conselho e Secretarias Regionais tomam posse

#### 5 GRADUAÇÃO

UnB e Unipampa iniciam cursos de graduação

#### 6 NOTAS

- Inscrições para pós-graduação com início em 2010
- Brasil é o 13º país em produção de artigos científicos
- Patrick Corbett ministra DISC 2009 na SBGf
- Pesquisa da Unicamp vence Prêmio Petrobras de Tecnologia
- Pedro Walfir é nomeado membro afiliado da ABC
- Vale oferece 900 vagas de estágio

#### 8 GEODÉSIA

IBGE oferece serviço para o posicionamento em tempo real dos sistemas GNSS

#### 10 ESPECIAL Geofísica Espacial, uma ciência emergente e estratégica



- Inpe estuda crescente incidência de raios no país
- Fenômenos típicos do ambiente espacial brasileiro

#### 16 ARTIGO TÉCNICO

Nuvens, suas relações com a Química da Atmosfera e os Raios Cósmicos  
Tavares Júnior et al.

#### 20 AGENDA

#### DIRETORIA DA SBGf

Presidente  
Edmundo Julio Jung Marques (OGX)

Vice-presidente  
Jorge Dagoberto Hildenbrand (Fugro)

Diretora Geral  
Ana Cristina Fernandes Chaves Sartori (Geosoft)

Diretor Financeiro  
Neri João Boz (Petrobras)

Diretor de Relações Institucionais  
Carlos Eiffel Arbex Belem (Ies Brazil Consultoria)

Diretora de Relações Acadêmicas  
Marcia Ernesto (IAG/USP)

Diretor de Publicações  
Jurandyr Schmidt (Schmidt & Associados)

#### Conselheiros

Eduardo Lopes de Faria (Petrobras)  
Ellen de Nazaré Souza Gomes (UFPA)  
José Agnelo Soares (UFCEG)  
José Humberto Andrade Sobral (Inpe)  
Patricia Pastana de Lugão (Strataimage)  
Paulo Roberto Porto Siston (Petrobras)  
Paulo Roberto Schroeder Johann (Petrobras)  
Renato Lopes Silveira (ANP)  
Ricardo Augusto Rosa Fernandes (Petrobras)  
Sergio Luiz Fontes (Observatório Nacional)

Secretário Divisão Centro-Sul  
Marcos Antônio Gallotti Guimarães (Geonunes)

Secretário Divisão Sul  
Otávio Coaracy Brasil Gandolfo (IPT)

Secretário Divisão Nordeste Meridional  
Marco Antônio Pereira de Brito (Petrobras)

Secretário Divisão Nordeste Setentrional  
Aderson Farias do Nascimento (UFRN)

Secretário Divisão Norte  
Cícero Roberto Teixeira Régis (UFPA)

Editor-chefe da Revista Brasileira de Geofísica  
Cleverson Guizan Silva (UFF)

Secretárias executivas  
Ivete Berlice Dias  
Luciene Camargo

Coordenadora de Eventos  
Renata Vergasta

#### BOLETIM SBGf

Editora-chefe  
Adriana Reis Xavier

Jornalista responsável  
Marcelo Cajueiro (MTB n. 15963/97/79)

Diagramação  
Diagrama Comunicação

Tiragem: 2.500 exemplares  
Distribuição restrita

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

Sociedade Brasileira de Geofísica - SBGf  
Av. Rio Branco 156, sala 2.509  
20040-003 - Centro  
Rio de Janeiro - RJ  
Tel/Fax: (55-21) 2533-0064  
[sbgf@sbgf.org.br](mailto:sbgf@sbgf.org.br)

## EVENTOS

## 11º CISBGf REÚNE PROFISSIONAIS E ESTUDANTES EM SALVADOR

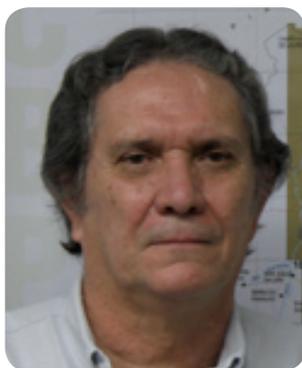
O 11º Congresso Internacional da Sociedade Brasileira de Geofísica (11º CISBGf) reuniu nos dias 24 a 28 de agosto no Centro de Convenções da Bahia, em Salvador, profissionais e estudantes envolvidos com Geofísica e área correlatas. Considerado um dos três maiores congressos de Geofísica do mundo em termos de participantes e trabalhos apresentados, o evento incluiu cursos, workshops, sessões técnicas e exposição.

Como parte do congresso, aconteceu no dia 25 de agosto às 12 horas, na Sala Omolu do Centro de Convenções, a 31ª Assembleia Geral Ordinária (AGO) da SBGf com a participação dos sócios adimplentes. Após a abertura, a assembleia contou com a leitura e análise da ata da 30ª AGO e das atividades da SBGf no período de 2008 a 2009, a análise e votação do relatório financeiro de 2008, a discussão de assuntos gerais e a posse da nova diretoria da SBGf para o biênio 2009-2011.



Outra importante atividade do 11º CISBGf foi a premiação pela SBGf de personalidades que prestaram relevantes serviços à Geofísica. Neste ano, **Waldemar Albuquerque de Assis**, recebeu o Prêmio SBGf Décio Oddone, que é conferido a geofísicos com destaque na área de petróleo. Engenheiro de Minas e Civil com especialização em Geologia e Geofísica Aplicada pela Universidade da Califórnia em Los Angeles (UCLA), foi professor

de Geofísica na Escola de Geologia da Universidade Federal da Bahia, assumindo depois a Superintendência da Região de Produção da Bahia (RPBa). Waldemar entrou em 1947 no Conselho Nacional de Petróleo, hoje Petrobras, empresa na qual trabalhou até se aposentar em 1984.



O Prêmio SBGf Irnack do Amaral, dado a geofísicos do setor mineral que contribuem de forma significativa para o desenvolvimento da área no Brasil, foi para **Raymundo Wilson Santos Silva**. Com mestrado em Geofísica de Exploração Mineral pelo Programa de Pesquisa e Pós-graduação em Geofísica da UFBA, tornou-se mais tarde Professor Assistente, ministrando o curso de Geofísica de Exploração,

bem como Pesquisador do PPPG-UFBA. Raymundo trabalhou na Docegeo e participou na descoberta da jazida de cobre do Salobo, no Pará. Posteriormente foi Assessor Especial do DNPM, em Belém, lotado no Setor de Geologia, acompanhando projetos desenvolvidos pela CPRM. Desde 1981, faz parte do quadro técnico da Companhia Bahiana de Pesquisa Mineral (CBPM).

**Luiz Rijo** foi agraciado *in memoriam* com o Prêmio SBGf Nero Passos, concedido para o destaque na geofísica acadêmica. Doutor pela Universidade de Utah, onde concluiu também o pós-doutorado, Rijo atuou como professor

titular no curso de pós-graduação em Geofísica da UFPA e desenvolveu pesquisas na área dos métodos geofísicos eletromagnéticos aplicados à exploração de petróleo e gás. Foi durante muitos anos Pesquisador 1-A do CNPq e publicou mais de 60 trabalhos em revistas científicas indexadas e em anais de congressos internacionais.

O Prêmio SBGf Alcides Barbosa, para geofísicos brasileiros com destacada dedicação à SBGf, foi para **Cleverson Guizan Silva**. Doutor em Geologia pela Duke University, nos EUA, é coordenador do Programa de Pós-graduação em Geologia e Geofísica Marinha da UFF e professor também no curso de graduação em Geofísica da mesma universidade. Pesquisador nível 2 do CNPq, atua no Laboratório de Geologia Marinha, Lagamar, dedicando-se ao estudo de ambientes deposicionais costeiros e marinhos, através da aplicação de métodos geofísicos e amostragens diretas. Autor de mais de 20 trabalhos publicados, Cleverson é desde 2003 editor-chefe da Revista Brasileira de Geofísica (RBGf).

Durante o congresso, ocorreram sessões de autógrafos de dois livros. Organizado pelos geólogos da Petrobras Webster Mohriak, Peter Szatmari e Sylvia dos Anjos, “Sal: Geologia e Tectônica” conta com a contribuição de diversos técnicos da empresa, que analisam o papel dos evaporitos na evolução das bacias sedimentares. Webster autografou a edição revisada do livro.

“Carlos Alberto Dias - A saga da Geofísica Aplicada e da Engenharia de E&P do Petróleo no Brasil” reúne depoimentos e comentários de 28 membros da academia e da indústria do petróleo no Brasil, que participaram do processo de criação e consolidação no país destas duas áreas estratégicas do conhecimento aplicado.

Também no evento, ocorreu o lançamento do livro comemorativo “SBGf: Trinta anos promovendo a Geofísica”.



## Diretoria, Conselho e Secretarias Regionais tomam posse

A nova diretoria da SBGf, dirigida pelo presidente Eduardo Lopes de Faria, e os secretários e conselheiros regionais tomaram posse em 25 de agosto, durante o 11º Congresso Internacional da Sociedade Brasileira de Geofísica (11º CISBGf).

A eleição aconteceu em 25 de junho. Como de praxe, a renovação dos conselheiros foi parcial. A exceção ficou por conta da Regional Centro-Oeste, onde aconteceu a primeira eleição e foram, portanto, eleitos seis conselheiros.

### DIRETORIA DA SBGf

Presidente: Eduardo Lopes de Faria (Petrobras)  
 Vice-presidente: Inez Staciariini Batista (Inpe)  
 Diretor Geral: Renato Lopes Silveira (ANP)  
 Diretor Financeiro: Neri João Boz (Petrobras)  
 Diretor de Relações Institucionais: Jurandy Schmidt (Schmidt & Associados)  
 Diretora de Relações Acadêmicas: Ellen de Nazaré Souza Gomes (UFPA)  
 Diretor de Publicações: Francisco Carlos Neves de Aquino (Petrobras)  
 Conselheiros: Carlos Cesar Nascimento da Silva (Petrobras), Edmundo Julio Jung Marques (OGX), Eliane da Costa Alves (Lagemar/UFF), Jorge Dagoberto Hildenbrand (Fugro), Marcelo Sousa de Assumpção (IAG/USP), Naomi Ussami (IAG/USP), Patricia Pastana de Lugão (Strataimage), Paula Lucia Ferrucio da Rocha (UFRJ), Paulo Roberto Porto Siston (Petrobras) e Renato Cordani (Reconsult)

### SECRETARIAS REGIONAIS

#### DIVISÃO CENTRO-SUL

Secretário: Adalberto da Silva (Lagemar/UFF)  
 Conselheiros: Arthur Ayres Neto (UFF), Celina Cardoso da Silva Marcolino (Schlumberger), Fernando Malheiros Roxo da Motta (Petrobras), José Cláuver de Aguiar Júnior (Petrobras), Luiz Claudio Mendes de Souza (ANP) e Rogério de Araujo Santos (Petrobras)

#### DIVISÃO CENTRO-OESTE

Secretário: Adalene Moreira da Silva (UnB)  
 Conselheiros: Alterado Oliveira Cutrim (UFMT), Augusto César Bittencourt Pires (UnB), Marcelo de Lawrence Bassay Blum (Polícia

Federal), Roberta Mary Vidotti (UnB), Roberto Alexandre Vitória de Moraes (InterGeo/UnB) e Shozo Shiraiwa (UFMT)

#### DIVISÃO SUL

Secretário: Maria Amélia Novais Schleicher (Unicamp)  
 Conselheiros: Clezio Marcos De Nardin (Inpe), Francisco José Fonseca Ferreira (UFPR), João Carlos Dourado (Unesp), Ricardo Caetano Azevedo Biloti (Unicamp), Sílvia Beatriz Alves Rolim (UFRGS) e Yára Regina Marangoni (IAG/USP)

#### DIVISÃO NORDESTE MERIDIONAL

Secretário: Roberto Max de Argollo (UFBA)  
 Conselheiros: Alberto Brum Novaes (UFBA), Amin Bassrei (UFBA), Gustavo Rocha Gomes (Petrobras), Marco Antônio Barsottelli Botelho (UFBA), Mário Sérgio Costa (Petrobras) e Wilson Mouzer Figueiró (UFBA)

#### DIVISÃO NORDESTE SETENTRIONAL

Secretário: Aderson Farias do Nascimento (UFRN)  
 Conselheiros: David Lopes de Castro (UFC), Joaquim Mendes Ferreira (UFRN), Josibel Gomes de Oliveira Júnior (UFRN), Pedro Xavier Neto (Petrobras), Renato Marcos Darros de Matos (Aurizônia) e Wander Nogueira de Amorim (Petrobras)

#### DIVISÃO NORTE

Secretário: Jessé Carvalho Costa (UFPA)  
 Conselheiros: Daniela Rêgo Amazonas (UFPA), Danusa Mayara de Souza (UFPA), João Batista de Corrêa da Silva (UFPA), José Geraldo das Virgens Alves (UFPA), José Gouvêa Luiz (UFPA) e Paulo Roberto de Carvalho (UFRA)




T: +971 4 4271700  
**Dubai**

T: +1 281 556 1666  
**Houston**

T: +47 2240 2700  
**Oslo**

T: +47 7 3879500  
**Trondheim**

T: +65 9180 2605  
**Singapore**

# O FUTURO da Sísmica Marítima



- Sensores autônomos que operam até 3000 m de profundidade
- Comunicação acústica/Controle de Qualidade
- A melhor orientação dos geofones na indústria
- Alta qualidade de acoplamento dos sensores no fundo Oceânico
- Sistema de posicionamento de alta precisão e acuracidade

[www.sbexp.com](http://www.sbexp.com)  
[www.seabed.no](http://www.seabed.no)

SeaBird do Brasil

SUPERANDO AS TÉCNICAS **convencionais**

Tel/Fax: +55 21 2494-0283



## UnB e Unipampa iniciam cursos de graduação

As aulas da primeira turma do curso de graduação em Geofísica da Universidade de Brasília (UnB) começaram em agosto, enquanto a Universidade Federal do Pampa (Unipampa), localizada em Caçapava do Sul (RS), iniciou em março o novo curso superior de Tecnologia em Mineração.

### UnB

O curso da UnB, que faz parte do Instituto de Geociências da



**Universidade de Brasília**

universidade, conta com 30 vagas por semestre. O próximo vestibular deverá acontecer no início de 2010 e as aulas começarão em março.

O geofísico formado na UnB estará apto a atuar em sete campos de atividade: Geofísica aplicada ao mapeamento geológico e à exploração mineral; Geofísica aplicada à exploração de petróleo; Geofísica aplicada ao estudo de água subterrânea; Geofísica aplicada à Engenharia Geotécnica; Geofísica aplicada ao monitoramento do meio ambiente; Geofísica aplicada ao estudo de rios, lagos e ambiente marinho costeiro; e Sismologia básica e aplicações.

A duração mínima para a integralização do currículo é de quatro anos. Neste período, o aluno deverá cursar 35 disciplinas obrigatórias com uma carga total de 188 créditos, destes sendo 40 créditos em disciplinas eletivas.

A infraestrutura adequada no Laboratório de Geofísica Aplicada e no Observatório Sismológico serviu de base para a implantação do curso. Além dos docentes do Instituto de Geociências, foram contratados no primeiro semestre de 2009 para compor o quadro permanente da UnB mais cinco professores na área de geofísica.

### Unipampa

A primeira turma do curso superior de Tecnologia em Mineração da Unipampa tem 30 alunos. A seleção dos estudantes que irão ingressar em março de 2010 será feita a partir do resultado do Enem.



Universidade Federal do Pampa

O curso confere o título de Tecnólogo em Mineração, que habilita os formados a desenvolver trabalhos referentes a planejamento das atividades de lavra e beneficiamento, processamento de dados, pesquisa e fiscalização da segurança de equipes, dentre outras atividades importantes no cotidiano de uma mineradora. Trata-se de um curso dinâmico composto por um módulo acadêmico, com disciplinas como matemática, física, química e geologia, e outro profissionalizante, com aulas de métodos de exploração, planejamento e gestão ambiental, beneficiamento, métodos de concentração e eletrônica aplicada à mineração.

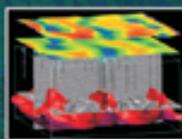
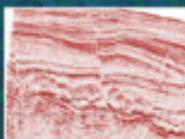
O curso é noturno e tem duração de três anos. Aos sábados, os alunos fazem saídas de campo e visitas a indústrias de mineração, o que possibilita que os estudantes se situem na realidade da futura profissão.

O crescimento do setor de mineração nos últimos anos é notório. Empresas como a Vale, a Votorantim e a Petrobras necessitam de profissionais qualificados e com conhecimento sólido em técnicas e conceitos de mineração e lavra de recursos minerais.

Na década de 60, a região central do Rio Grande do Sul obteve o auge da mineração de cobre e ouro em Caçapava do Sul. Este mercado perdeu força, principalmente devido à falta de tecnologia para prospecção e lavra em grandes profundidades. Com o avanço da tecnologia, novos estudos são feitos visando retomar as atividades nesta e em outras regiões com histórico similar.

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

Fugro's Geoscience Division acquires, interprets and integrates seismic, gravity, magnetic and electromagnetic information from around the world to create a geological profile of our planet. Our airborne and marine surveys, coupled with extensive non-exclusive data, are helping to support global mining and petroleum exploration improvement.



Fugro-Geoteam's seismic vessel fleet is one of the most comprehensive in the industry.

Our fleet, consisting of new high class and recently upgraded vessels, provides efficient 2D/3D/4D seismic data acquisition worldwide. Our strong HSE commitment combined with more than 30 years of experience ensures safe, solid and smooth production with the highest of quality standards.

Fugro Gravity & Magnetic Services is the global leader in potential field products and services. In fact FGMS is the only full-service provider on land, sea and in the air. For comprehensive and cost-effective geologic solutions, our advantages are hard to resist.

Fugro Geosolutions (Brasil)  
Tel.: +55 21 3219 8500 Fax: +55 21 3219 8501  
e-mail: seismic@fugro-br.com



FGMS Fugro Gravity & Magnetic Services  
A Company fully dedicated to Potential Fields for Oil & Gas  
e-mail: lbraga@fugro.com  
www.Fugro-GravMag.com

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

## NOTAS

## INSCRIÇÕES PARA PÓS-GRADUAÇÃO COM INÍCIO EM 2010

A Universidade de São Paulo (USP), o Observatório Nacional (ON), o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), a Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e a Universidade Estadual Paulista (Unesp) abriram inscrições para cursos de pós-graduação com início no próximo ano.

O INSTITUTO DE ASTRONOMIA, GEOFÍSICA E CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS (IAG) DA USP recebe inscrições para o mestrado em Geofísica até 15 de novembro. Para o doutorado, o IAG estabeleceu um regime de inscrições em fluxo contínuo. Os pedidos de vaga e bolsa feitos até 30 de setembro terão os resultados divulgados em 30 de outubro. As informações estão no link [www.iag.usp.br/pgf/index1.php?dir=calendar&file=calendar.php?cod=selecao](http://www.iag.usp.br/pgf/index1.php?dir=calendar&file=calendar.php?cod=selecao).

No OBSERVATÓRIO NACIONAL, os candidatos ao mestrado e ao doutorado em Geofísica devem se inscrever no período de 1º de outubro a 30 de novembro. A prova eliminatória para o mestrado será no dia 7 de dezembro. A seleção para o doutorado acontece nas duas primeiras semanas de dezembro. Outros detalhes podem ser obtidos em [www.on.br/conteudo/dppg\\_e\\_iniciacao/dppg/newweb\\_geo/conteudo/calendario.html](http://www.on.br/conteudo/dppg_e_iniciacao/dppg/newweb_geo/conteudo/calendario.html).

Na DIVISÃO DE GEOFÍSICA ESPACIAL (DGE) DO INPE, os candidatos às vagas de mestrado e doutorado devem se inscrever até outubro. Outras informações estão no link [www.dge.inpe.br/pt/informa\\_curso.htm](http://www.dge.inpe.br/pt/informa_curso.htm).

O INSTITUTO DE MATEMÁTICA, ESTATÍSTICA E COMPUTAÇÃO CIENTÍFICA (IMECC) DA UNICAMP recebe inscrições até 30 de outubro para o mestrado e o doutorado em Matemática Aplicada. As linhas de pesquisa incluem: Análise Numérica (resolução numérica de equações diferenciais, aplicações em geofísica); Problemas Inversos (reconstrução e processamento de imagens, ondas em geofísica, redes neuronais); e Geofísica Computacional (desenvolvimento e aplicação de algoritmos numéricos para o tratamento de dados sísmicos associados à prospecção de petróleo). Já o INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS (IG) DA UNICAMP, tem inscrições abertas até 30 de outubro para o mestrado e o doutorado na área de concentração em Geologia e Recursos Naturais. A seleção e a divulgação do resultado acontecem em dezembro. Veja os links [www.ime.unicamp.br/posgrad/index.php?menuh=home&menuv=inscricao](http://www.ime.unicamp.br/posgrad/index.php?menuh=home&menuv=inscricao) e [www.ige.unicamp.br/site/htm/04\\_02\\_01\\_07\\_04.php?area=3&local=2](http://www.ige.unicamp.br/site/htm/04_02_01_07_04.php?area=3&local=2).

O INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS DA UNESP oferece mestrado e doutorado em Geociências e Meio Ambiente. As inscrições acontecem de 28 de setembro a 16 de outubro. Outras informações estão no link [www.rc.unesp.br/igce/pos/ex01.html](http://www.rc.unesp.br/igce/pos/ex01.html). O instituto também dispõe de mestrado e doutorado em Geologia Regional. As informações estão no link [www.rc.unesp.br/igce/geologia/gl/gr.php](http://www.rc.unesp.br/igce/geologia/gl/gr.php).



Arquivo pessoal

O professor Carlos Roberto de Souza Filho e sua orientanda Talita Lammoglia, ganhadores da 4ª edição do Prêmio Petrobras de Tecnologia

### PESQUISA DA UNICAMP VENCE PRÊMIO PETROBRAS DE TECNOLOGIA

A sócia da SBGf e aluna do Programa de Pós-Graduação do Instituto de Geociências (IG) da Unicamp, Talita Lammoglia, e seu orientador, o professor Carlos Roberto de Souza Filho, foram os vencedores da 4ª edição do Prêmio Petrobras de Tecnologia na categoria Tecnologia de Exploração. Intitulada "Detecção e Caracterização Qualitativa de Exsudações de Hidrocarbonetos Off-Shore por Espectroscopia e Sensoriamento Remoto Ótico", a pesquisa de mestrado de Talita caracteriza qualitativamente o petróleo proveniente de vazamentos naturais no mar por meio de imagens de satélites.

"Conseguimos, pela primeira vez, através de imagens de satélite, não só mapear a mancha de óleo no oceano, mas fazer inferências sobre o grau API e outras características do óleo. O diferencial do trabalho foi justamente este: caracterizar qualitativamente o óleo por imagens de satélites", explica Talita.

"A pesquisa conseguiu demonstrar que a partir de um satélite é possível não só detectar onde está o óleo, mas também qualificá-lo. Há vazamentos de navios, por exemplo, que poderão ser caracterizados por essa metodologia que a Talita desenvolveu. É um avanço multidisciplinar significativo", afirma Carlos Roberto.

Como prêmio, os dois receberam, em cerimônia realizada no Rio de Janeiro, um troféu e a quantia de R\$ 15 mil cada um. Em 2006, ambos já haviam vencido o Prêmio Petrobras de Tecnologia, na categoria Iniciação Científica.

## BRASIL É O 13º PAÍS EM PRODUÇÃO DE ARTIGOS CIENTÍFICOS

O Brasil subiu duas posições no ranking de número de artigos científicos publicados em 2008 e já ocupa a 13ª posição. Os dados foram divulgados em maio pelo ministro da Educação Fernando Haddad com base no levantamento realizado pela empresa Thomson Reuters, que contabiliza anualmente os números de trabalhos científicos publicados em 200 países.

O Brasil passou da 22ª posição no ranking em 2000 para a 13ª em 2008. O país contou com 30.451 artigos publicados em revistas científicas em 2008, contra 19.436 publicações em 2007. O número, porém, ainda é bastante distante daquele produzido nos Estados Unidos (340.638 publicações). A produtividade científica é medida por publicações nas chamadas revistas indexadas, que têm regras de publicação rigorosas e passam pela revisão de especialistas.

O ranking da Thomson Reuters dos 20 primeiros países em número de artigos científicos em 2008 é o seguinte: Estados Unidos, China, Alemanha, Japão, Inglaterra, França, Canadá, Itália, Espanha, Índia, Austrália, Coreia do Sul, Brasil, Holanda, Rússia, Taiwan, Suíça, Turquia, Polônia e Suécia.

Haddad atribuiu a melhora no ranking ao trabalho conjunto entre os ministérios da Ciência e Tecnologia e da Educação. Ele citou fatores que resultaram no avanço da produção científica nacional, como a substituição de professores temporários por mestres efetivos, a instalação de laboratórios e equipamentos nas universidades e a expansão das bolsas de mestrado e doutorado.

Mas Rogerio Meneghini, coordenador científico da biblioteca eletrônica SciELO de revistas científicas brasileiras, atribuiu a melhora do Brasil no ranking ao aumento do número de revistas científicas nacionais indexadas à base de dados Web of Science-ISI, utilizada nessa pesquisa. Em 2006, havia 26 revistas nacionais nesta base, quantidade que passou para 63 em 2007 e para 103 em 2008.

## PEDRO WALFIR É NOMEADO MEMBRO AFILIADO DA ABC

O professor Pedro Walfir Martins e Souza Filho, sócio da SBGf, e outros quatro jovens cientistas foram empossados como membros afiliados da Academia Brasileira de Ciências (ABC), pela Região Norte, após proferirem palestras sobre suas pesquisas, em cerimônia no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa) em 10 de julho.



Arquivo Pesquisa

Seguindo os procedimentos da ABC para filiação de jovens cientistas, Pedro Walfir foi indicado por acadêmicos titulares de uma região do país, no caso a Amazônica. Após uma avaliação criteriosa do curriculum vitae, os acadêmicos titulares da ABC da região norte aprovaram o nome de Walfir.

Graduado em Geologia pela Universidade Federal do Pará (UFPA), Pedro Walfir é especialista em Geologia e Geofísica Marinha pela Universidade Federal Fluminense (UFF), com mestrado e doutorado em Geologia pela UFPA. Atualmente coordena o Laboratório de Análise de Imagens do Trópico Úmido da UFPA e é bolsista de Produtividade em Pesquisa Nível II do CNPq. Desenvolve pesquisas sobre a evolução de ambientes costeiros tropicais através da análise de dados geológicos e de imagens de satélites. Coordenou 11 projetos de pesquisa, entre eles os projetos de cooperação com a Agência Espacial Canadense e com a Petrobras. Coorientou uma tese de doutorado e orientou 12 dissertações de mestrado.

Durante os próximos cinco anos, Pedro Walfir permanece como membro afiliado da ABC e, após este prazo, deverá concorrer à categoria de membro titular da instituição.

## VALE OFERECE 900 VAGAS DE ESTÁGIO

Estão abertas as inscrições para o Programa de Estágio da Vale, que se inicia em janeiro de 2010. A empresa oferece 900 vagas para estudantes do ensino técnico e superior com bolsa-auxílio mensal de R\$ 600 a R\$ 900, dependendo da carga horária (quatro ou seis horas diárias) e do grau de formação. Os estagiários receberão também assistência médica e seguro de vida.

O Programa de Estágio acontece em diversos estados do país. Em cada localidade, há uma disponibilidade de vagas e demanda profissional específica. Para o ensino superior, a Vale oferece oportunidades em mais de 30 áreas, como Geofísica, Geologia, Engenharia, Matemática, Geografia, Informática, Química, Estatística, entre outras.

Os candidatos que se inscreverem após 20 de setembro poderão participar de oportunidades futuras. Para efetuar o cadastro, os interessados devem acessar [www.vale.com](http://www.vale.com).

## PATRICK CORBETT MINISTRA DISC 2009 NA SBGf

Patrick Corbett, professor de Geoengenharia do Petróleo da Heriot-Watt University, ministrou curso, em 18 de maio, na sede da SBGf, no Centro do Rio de Janeiro. Petroleum Geoengineering: Integration of Static and Dynamic Models (Geoengenharia do Petróleo: integração de modelos estáticos e dinâmicos) foi o tema da apresentação, assistida por 28 associados da SBGf.

A atividade faz parte do calendário de 2009 do SEG/EAGE DISC (Distinguished Instructor Short Course). O Brasil foi o quinto país do tour e, até o final do ano, Corbett rumará para a Europa, América do Norte, África e Oriente Médio.

No curso, Corbett enfatizou as relações entre as técnicas usadas em várias escalas para descrever e modelar reservatórios de petróleo, com o objetivo de capacitar o pessoal técnico a maximizar a recuperação de hidrocarbonetos.

Corbett foi até recentemente chefe do Instituto de Geoengenharia do Petróleo da Heriot-Watt University, localizada na Escócia. Ele trabalhou no início da carreira como geólogo na Unocal. Em 1988 iniciou o doutorado na Heriot-Watt University, e vem desde então se dedicando à carreira acadêmica.



Patrick Corbett



Apresentação de Patrick Corbett na sede da SBGf



Nasara

## IBGE oferece serviço para o posicionamento em tempo real dos sistemas GNSS

A Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS (RBMC) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que permite melhorar a precisão das coordenadas de um ponto qualquer no território nacional através do uso de receptores GNSS, passou em 6 de maio a oferecer um serviço de disponibilização de dados GPS em tempo real (*online*), denominado RBMC-IP. Antes desta data, os dados eram disponibilizados ao usuário após a conclusão do arquivo de dados de 24 horas, serviço este que continua sendo mantido. Agora é possível obter a correção na informação das coordenadas em tempo real no local da medição, desde que o usuário disponha de acesso à internet via banda larga móvel e possua um equipamento GPS capaz de trabalhar com este tipo de levantamento. O novo serviço é oferecido gratuitamente aos usuários que se cadastrarem no site [www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/rbmc/ntrip](http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/rbmc/ntrip).

A RBMC permite uma melhora de dez a cem vezes na precisão das coordenadas (latitude, longitude e altitude). Um usuário de sistema de posicionamento por GNSS (Global Navigation Satellite Systems), seja do já popularíssimo GPS (padrão norte-americano) ou do Glonass (russo), os quais fornecem uma imprecisão que varia de 9 a 15 metros no modo autônomo, ao valer-se da RBMC, passa a obter coordenadas com apenas alguns centímetros de erro.

Criada em 1997, a RBMC dispõe hoje de 67 receptores GNSS de dupla frequência distribuídos pelo Brasil, dos quais 26 oferecem o novo serviço *online*. Estas estações de operação contínua estão nas seguintes cidades: Belém (PA), Belo Horizonte (MG), Boa Vista (RR), Brasília (DF), Campo Grande (MS), Cuiabá (MT), Curitiba (PR), Fortaleza (CE), Macapá (AP), Manaus (AM), Natal (RN), Recife (PE), Rio Branco (AC), Porto Alegre (RS), Porto Velho (RO), Presidente Prudente (SP), Salvador (BA), São Luís (MA), Santa Maria (RS), São Paulo (SP), Rio de Janeiro (RJ) com duas estações, Palmas (TO), Vitória (ES), Imbituba (SC) e Campos (RJ).

“As estações com serviço *online* foram posicionadas sobretudo nas capitais, onde há serviço de banda larga sem fio”, afirma **Sonia Maria Alves Costa**, coordenadora de Geodésia do IBGE.

Sonia explica que a precisão das coordenadas a partir da RBMC-IP piora à medida que o usuário se afasta das estações, e portanto é aconselhável que o usuário trabalhe com a estação mais próxima da área em que ele está realizando o levantamento. O novo serviço *online* não pode ser utilizado em áreas remotas, onde não está disponível o serviço de banda larga móvel.

Empresas de engenharia e de consultoria na área e topógrafos são os principais usuários do serviço RBMC-IP. O serviço é vital para profissionais engajados em trabalhos de levantamento topográfico rural e de infraestrutura urbana, que necessitam de precisão em suas medições. Estes profissionais muitas vezes portam modernos equipamentos GPS com sistema de banda larga sem fio acoplado. No caso de rastreadores de satélite menos sofisticados, o profissional necessita de um *laptop* ou outro *hardware* com banda larga e acesso à internet sem fio.

Usuários como motoristas que possuem GPS no carro, em geral não utilizam os serviços da RBMC, porque não necessitam de grande precisão.

Topógrafos, contratados por proprietários rurais para a determinação dos limites de fazendas e sítios, são usuários assíduos da RBMC. A Rede é, na verdade, uma parceria entre o IBGE e o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra). IBGE e Incra firmaram um convênio em 2005 para atender a legislação brasileira que



Marcelo Oliveira

exige que todos os imóveis rurais no país sejam referenciados ao Sistema Geodésico Brasileiro (SGB), composto por um conjunto de marcos geodésicos distribuídos no território nacional, que possuem coordenadas de alta precisão associadas. Além da RBMC, O IBGE por ser o gestor do SGB, é responsável pelo estabelecimento e manutenção da Rede Maregráfica (registra o nível do mar), Altimétrica (altitudes de precisão milimétrica), Gravimétrica (mede a variação do campo da gravidade) e Planimétrica (realiza o posicionamento por GPS em áreas não cobertas pela RBMC).

Antes de maio, um topógrafo, quando realizava a medição do perímetro de uma propriedade rural, retornava ao escritório com os seus dados coletados e, no dia seguinte, buscava os dados da RBMC no portal do IBGE, a fim de processar as suas observações no modo diferencial e obter coordenadas mais precisas. Agora, a coordenada pode ser obtida em tempo real no campo com precisão centimétrica.

Nas cidades, o novo serviço é amplamente usado no georreferenciamento de itens da infraestrutura urbana, como pontes, postes e dutos. Uma companhia de águas e esgotos, por exemplo, pode usar o serviço da RBMC para georreferenciar com melhor precisão todos os relógios de medição de consumo nos imóveis atendidos.

A Marinha brasileira vale-se da RBMC para aumentar a precisão das coordenadas nos levantamentos batimétricos, que mapeiam o relevo do fundo do mar na costa brasileira e, em última instância, a profundidade para a navegação de suas embarcações.



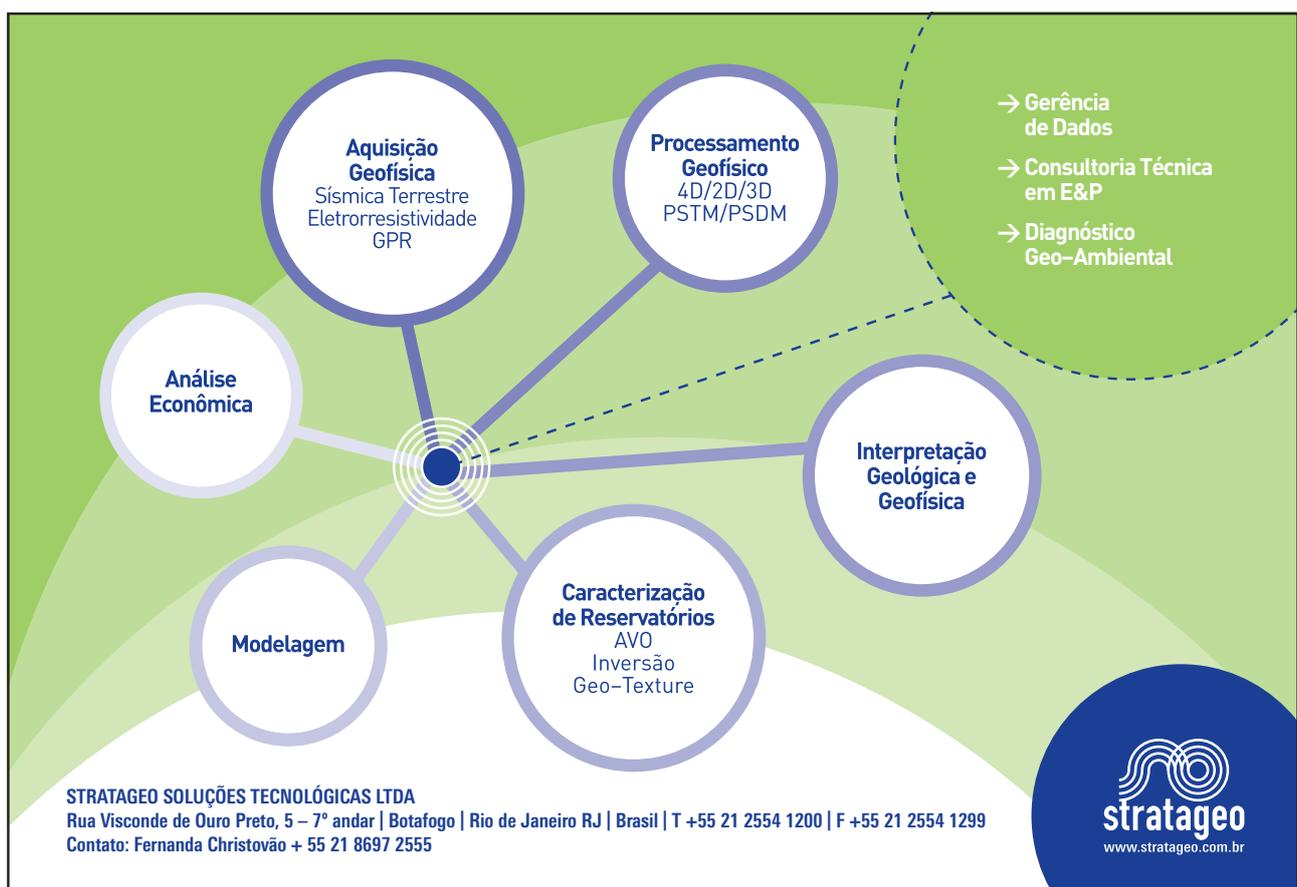
Certas empresas de terraplanagem acoplam rastreadores GPS no maquinário, de maneira que o corte para nivelamento do terreno seja realizado com exatidão. O *agrobusiness* usa o serviço para acompanhar a localização de tratores e otimizar o uso de insumos agrícolas.

Os dados da RBMC são também utilizados por universidades e institutos de pesquisa. Marcelo Tomio Matsuoka, por exemplo, coordena projeto na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) que estuda variações e irregularidades da ionosfera na região brasileira usando dados GNSS coletados por receptores da RBMC. O projeto utiliza um aplicativo computacional para a determinação do TEC (Total Electron Content – Conteúdo Total de Elétrons) a partir dos dados da RBMC, desenvolvido por Paulo de Oliveira Camargo e sua equipe na Universidade Estadual Paulista (Unesp) de Presidente Prudente.

Sonia afirma que havia em junho 420 usuários cadastrados para usufruir do novo serviço em tempo real, dos quais cerca de 100 eram ativos. O IBGE estabeleceu um limite de 500 acessos simultâneos ao RBMC-IP.

No momento do cadastro, o usuário seleciona até três estações onde desfrutará da medição, que devem ser as mais próximas dos locais da aferição. O usuário determina também o período de validade do cadastro entre as opções de 15, 30, 60 ou 90 dias. O cadastro pode ser renovado.

“Esta é uma tecnologia recente. Muitos usuários ainda trabalham com equipamento antigo. Mas acredito que a demanda pelo serviço *online* vai crescer muito, à medida que as pessoas comprem GPSs com banda larga acoplada, que é o ideal”, prevê Sonia.



# Geofísica Espacial, uma ciência emergente e estratégica

Sobretudo depois das missões espaciais tripuladas nos anos 60, o espaço tornou-se objeto de fascínio no imaginário popular e frequente cenário para obras de ficção. Mas para a Geofísica Espacial, que analisa os processos físicos, químicos, atômicos e moleculares que ocorrem nas vizinhanças da Terra, o espaço é palco para o entendimento e prevenção de fenômenos bastante concretos, como as interferências nas telecomunicações e nos sistemas de posicionamento por GNSS (Global Navigation Satellite Systems) e a incidência de raios que podem causar mortes e prejuízos.



S. G. S.

A Geofísica Espacial, termo aceito e estabelecido na comunidade latino-americana, é um ramo da Geofísica, ainda que não seja Geofísica da Terra Sólida, afirma José Humberto Andrade Sobral, pesquisador titular do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), onde se concentra a maior parte da pesquisa espacial no Brasil.

A Geofísica Espacial, afirma José Sobral, pode ser enquadrada ainda como um dos ramos da Ciência Espacial, que engloba também a Astrofísica – esta focada no estudo da física de corpos mais distantes, como as estrelas de nêutrons e os buracos negros.

Um dos focos de estudo e aplicação da Geofísica Espacial é o Clima Espacial, que pode ser entendido como o conhecimento e predição da resposta do ambiente espacial às contínuas mudanças dos fenômenos solares. Segundo Hisao Takahashi, gerente do programa do Inpe denominado “Estudo e Monitoramento Brasileiro do Clima Espacial” (Embrace), explosões solares injetam grande quantidade da massa e energia solar no meio interplanetário, formando o vento solar e seus transientes, alcançando a Terra e provocando tempestades geomagnéticas e uma série de fenômenos geofísicos que afetam desde o funcionamento

de satélites em órbita da Terra até o uso de receptores GNSS (como o GPS) na superfície.

Esses efeitos são particularmente importantes na ionosfera, que se mostra altamente variável e responde de forma distinta a esses agentes controladores, sobretudo na região equatorial brasileira, afirma Hisao.

“Tais fenômenos influenciam fortemente as atividades e os sistemas de aplicações espaciais, causando interferências significativas e até mesmo interrupções nos enlaces ionosférico e transionosférico de telecomunicações, como o sistema de satélite GPS e aqueles destinados ao sensoriamento remoto por radar”, explica Hisao. “Há interferências também em sistemas tecnológicos na superfície da Terra, como correntes elétricas induzidas, afetando transformadores de linhas de transmissão de energia e a proteção catódica de ductos para transporte de óleo e gás”.

No ambiente espacial brasileiro, acrescenta Hisao, tais efeitos são particularmente mais intensos devido à declinação geomagnética máxima, à presença da Anomalia Magnética do Atlântico Sul e à grande extensão do território do país, distribuído ao norte e ao sul do equador geomagnético. Por exemplo, a ocorrência de bolhas de plasma na ionosfera (ver box na pág. 15) é mais frequente no Brasil que em outros locais.

“O território brasileiro está praticamente todo confinado em baixas latitudes magnéticas, com o equador magnético cobrindo uma vasta extensão do país, estendendo-se do litoral do Estado do Maranhão até o sul do Estado de Rondônia”, afirma Inez Staciari Batista, pesquisadora titular do Inpe, que desenvolve projeto na área de ionosfera. “A ionosfera das regiões equatoriais e de latitudes baixas é frequentemente perturbada por irregularidades de plasma que muitas vezes evoluem de tal forma a gerar grandes regiões de diminuição do plasma ionosférico, conhecidas por bolhas de plasma. Estas bolhas interferem nas comunicações transionosféricas, podendo afetar sinais de satélites até frequências da ordem de gigahertz”.

Um exemplo clássico de interferência das bolhas io-



José Humberto Andrade Sobral

nosféricas nas telecomunicações brasileiras aconteceu quando as comunicações marítimas no Brasil sofreram fortes interferências ou até mesmo *blackouts* de algumas horas de duração em 1990, conforme relata José Sobral. Naquela época, os técnicos brasileiros desconheciam a existência das bolhas ionosféricas, não obstante o Inpe já tê-las estudado detalhadamente por mais de dez anos. Técnicos da empresa estrangeira proprietária do sistema de telecomunicações também ignoravam a existência das bolhas, uma vez que esse fenômeno é exclusivo da zona tropical e não ocorre em outros locais do mundo.

As bolhas ionosféricas estavam causando fortes cin-

As bolhas ionosféricas estavam causando fortes cin-



Hisao Takahashi

tilações de amplitude e fase do sinal nas ondas de rádio, afetando especialmente a comunicação marítima na costa brasileira. Quando um técnico da empresa estrangeira, lembra José Sobral, veio ao Brasil para verificar os possíveis problemas técnicos, constatou que o equipamento estava funcionando normalmente, e voltou sem identificar a

real causa das interferências.

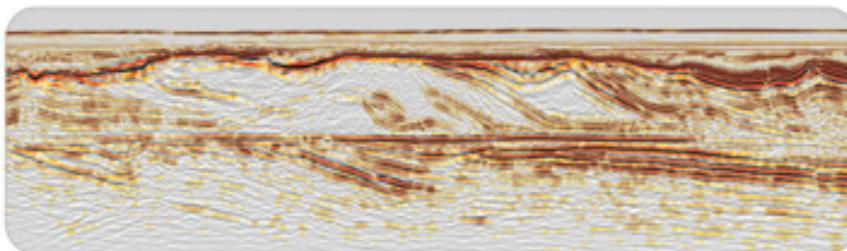
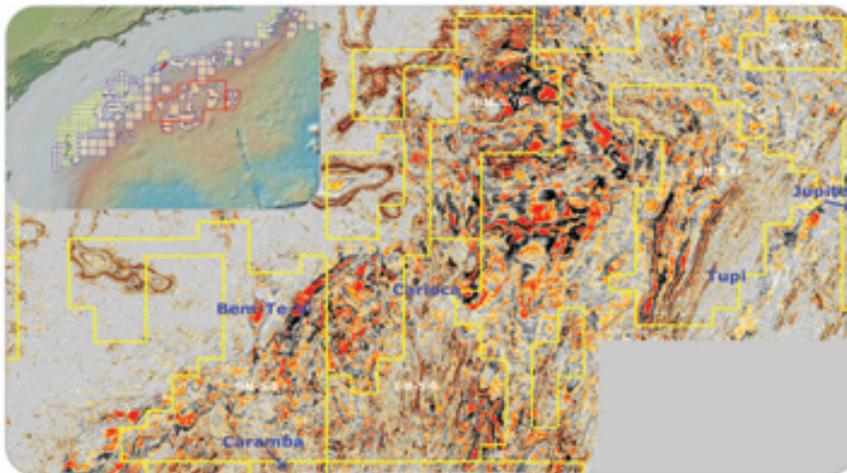
“Na ocasião sentei-me com os técnicos e engenheiros de telecomunicações brasileiros que operavam o sistema de telecomunicações e mostrei-lhes que eram as bolhas ionosféricas que estavam causando o problema de interferência”, recorda José Sobral: As interferências ocorriam à noite e

principalmente no período de setembro a março. “Eles ficaram aliviados, pois estavam sofrendo pressão da firma estrangeira terceirizada, que afirmava que eles não estavam operando corretamente o sistema de recepção”.

Ao contrário dos EUA, onde empresas de telecomunicações como a Bell Labs e a Raytheon empregam cientistas, não há pesquisadores trabalhando nas empresas de telecomunicações brasileiras, segundo José Sobral. As empresas que operam no Brasil só se interessam pela parte técnica e, na maioria dos casos, permanecem na completa ignorância quando encontram problemas nas telecomunicações oriundos do Clima Espacial.

## INTERFERÊNCIAS EM SISTEMAS DE POSICIONAMENTO

Cada vez mais sofisticados, os sistemas de posicionamento por satélites conhecidos por Global Navigation Satellite Systems (GNSS), como o amplamente popularizado GPS, também sofrem com os efeitos da alta variação e das anomalias e bolhas na ionosfera na região brasileira. Marcelo Tomio Matsuoka coordena no Laboratório de Pesquisas em Geodésia, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), o pro-



### 3D PSDM expands potential of Pre-salt plays in Brazil

CGGVeritas offers a unique 3D dataset in the Brazilian Santos Basin where there have been huge pre-salt discoveries recently. Our data library is being continuously updated with the latest CGGVeritas proprietary imaging technologies and currently more than 22,000 sq km of data are being processed to depth, providing an ever-improving sub-surface image.

#### DATA LIBRARY WITH A DIFFERENCE

##### Contacts:

Magelo dos Reis Rocha  
Tel: +55 21 2136 1650  
magelo.rocha@cggveritas.com  
Jean-Paul Baron  
Tel: +1 832 351 8676  
jean-paul.baron@cggveritas.com





Inez Staciari Batista



Marcelo Tomio Matsuoka

jeto denominado “Análise das variações e irregularidades da ionosfera na região brasileira usando dados GNSS e investigação de seus efeitos no posicionamento”. O projeto, uma pesquisa multidisciplinar, conta também com a colaboração de pesquisadores do Departamento de Cartografia da Universidade Estadual Paulista (Unesp) e da Divisão de Aeronomia do Inpe.

Criado no ano passado, o projeto considera dados desde 2001 e 2002 (anos de alta atividade solar) e planeja estudar a ionosfera e seus efeitos no posicionamento até o próximo período de alta, previsto para 2012. Os ciclos de manchas solares têm duração de aproximadamente 11 anos.

“Uma das principais fontes de erro no posicionamento com receptores de simples frequência é a ionosfera”, afirma Marcelo Matsuoka. “Os resultados desta pesquisa podem contribuir, por exemplo, para se saber qual o melhor horário e época do ano para se realizar um posicionamento por GNSS, quais os momentos que devem ser evitados, e quais os efeitos esperados quando da ocorrência de eventos extremos, como explosões solares intensas e tempestades geomagnéticas”.

A pesquisa utiliza dados GNSS coletados por receptores de dupla frequência pertencentes à Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo (RBMC) do IBGE (ver matéria na página 8). Esses dados possibilitam estudar o comportamento da ionosfera por meio do parâmetro TEC (Total Electron Content – Conteúdo Total de Elétrons). O erro devido à ionosfera nas medidas feitas por receptores GNSS é diretamente proporcional ao TEC, ou seja, à quantida-

de de elétrons livres presente na trajetória do sinal entre o satélite e o receptor. O TEC é um dos principais parâmetros que descrevem a atividade ionosférica e está diretamente relacionado à atividade solar.

Para a determinação do TEC a partir dos dados GNSS da RBMC, a equipe do projeto utiliza um aplicativo computacional desenvolvido pelo grupo de Paulo de Oliveira Camargo na Unesp de Presidente Prudente. “O Paulo Camargo e sua equipe são pioneiros no Brasil no desenvolvimento de um modelo da ionosfera usando dados GNSS, que pode ser útil tanto para estudos da ionosfera quanto para a correção do erro ionosférico no posicionamento por GNSS, podendo inclusive ser aplicado em tempo real”, afirma Marcelo Matsuoka.

“Verificamos com base nos resultados obtidos até o momento que o posicionamento por GNSS na região brasileira é bastante afetado nos horários e nos meses em que ocorre a anomalia equatorial noturna, e que também coincide com horários em que podem ocorrer as bolhas io-



## Ramform Sovereign

## Offshore Brazil

PGS' Ramform Sovereign has been introduced for one single purpose – to collect the maximum amount of seismic data, as safely, reliably and as quickly as possible for its customers.

O Ramform Sovereign da PGS foi projetado com um único objetivo - coletar a máxima quantidade de dados sísmicos, mais segura, confiável e rapidamente possível para seus clientes.

**World record - 17 streamers**

**Widest tow - 1300m spread**

**Steerable sources**

Houston  
Tel: 1-281-509-8000  
Fax: 1-281-509-8500

Rio de Janeiro  
Tel: 55 -21-3970-7300  
Fax: 55 -21-3970-7345

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



## INPE ESTUDA CRESCENTE INCIDÊNCIA DE RAIOS NO PAÍS



A incidência de raios no Brasil está aumentando e causou a morte de 73 pessoas no país em 2008, um recorde. Osmar Pinto Junior, coordenador do Grupo de Eletricidade Atmosférica (ELAT) do Inpe, descreve o fenômeno.

### ■ QUANDO FOI CRIADO NO INPE O GRUPO DE ELETRICIDADE ATMOSFÉRICA? POR FAVOR, APRESENTE O PROGRAMA?

Oficialmente, com este nome, foi criado em 1998 embora já existisse desde 1979. O programa é voltado à pesquisa dos fenômenos elétricos na atmosfera e foi formado com o intuito de iniciar a pesquisa nesta área no Brasil, um país onde estes fenômenos, em particular os raios, são bastante comuns. Os recursos do Grupo de Eletricidade Atmosférica (ELAT) são oriundos do MCT e de outras fontes de fomento como a Fapesp e o CNPq.

### ■ HÁ OUTROS CENTROS COM TRABALHO NESTA ÁREA NO BRASIL?

Com o enfoque científico, não, somente com enfoque mais voltado para a engenharia de proteção.

### ■ QUAL É A UTILIDADE DO GRUPO PARA A SOCIEDADE BRASILEIRA?

Transferir conhecimento de modo que a sociedade possa lidar com estes fenômenos, tanto do ponto de vista de curiosidade científica, como no de apoiar o desenvolvimento de novas tecnologias para minimizar o impacto dos raios no que se refere a mortes e danos materiais.

### ■ HOUVE UM AUMENTO NO NÚMERO DE RAIOS E DE VÍTIMAS DE RAIOS NO BRASIL? OLHANDO A SÉRIE HISTÓRICA, HÁ UM AUMENTO NOS ÚLTIMOS ANOS?

Sim, o número de raios e de mortes tem aumentado. Ao longo da última década, os raios aumentaram aproximadamente 18% no país, atingindo a marca de cerca de 50 milhões em 2008. Já o número de mortes por raios no Brasil, chegou em 2008 a um recorde de 73. Neste ano, até o final de maio, os raios já vitimaram 43 pessoas no país. Ainda não temos uma resposta do que causou estes



Osmar Pinto Junior

aumentos, mas uma das possibilidades são as mudanças climáticas que estão ocorrendo em função do aquecimento global.

### ■ QUAIS SÃO AS PERSPECTIVAS PARA OS PRÓXIMOS MESES E ANOS?

A tendência é de aumento de raios nos próximos anos.

■ QUAIS SÃO OS CONSELHOS PARA AS PESSOAS SE PROTEGEREM DOS RAIOS? O QUE PODE SER FEITO EM TERMOS DE ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA? Sobre os conselhos, há o *link* sobre "proteção" de "seres humanos" em nosso portal ([www.inpe.br/elat](http://www.inpe.br/elat)). Sobre a administração pública, a principal iniciativa é investir na ampliação e modernização da Rede Brasileira de Detecção de Descargas Atmosféricas (BrasilDat).

### ■ QUAIS SÃO AS ÉPOCAS DE MAIOR INCIDÊNCIA DE RAIOS?

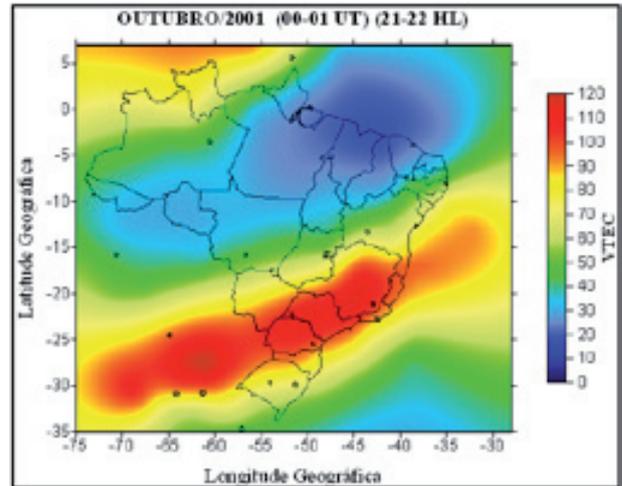
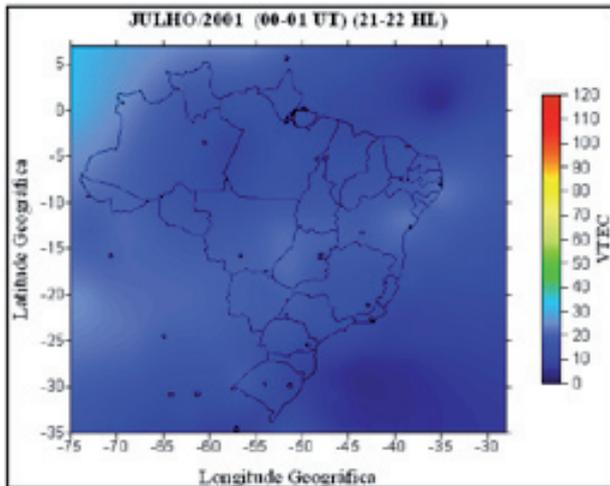
Depende da região do país. No sudeste, a maior incidência ocorre no verão, enquanto no sul e na Amazônia é durante a primavera.

### ■ NO BRASIL, HÁ UMA MAIOR INCIDÊNCIA DE RAIOS DO QUE EM OUTROS PAÍSES/REGIÕES? POR QUÊ?

Em termos de país, sim, e o motivo é o fato do país ser o maior da região tropical do planeta. Em termos de região, a área de maior incidência é a África Central.

### ■ LOGO APÓS O ACIDENTE COM O VOO 447 DA AIR FRANCE, O SITE DO ELAT INFORMAVA QUE A CAUSA PRINCIPAL DA QUEDA DO AVIÃO NÃO FOI UM RAIOS. JÁ HOUVE CASOS DE RAIOS QUE DERUBARAM AVIÕES?

Sim, nas décadas de 1960 até 1980. Nos últimos 20 anos, há quatro casos suspeitos. No caso do voo 447, um raio pode ter contribuído com o acidente, embora seja muito pouco provável que tenha sido a causa principal.



nosféricas”, relata Marcelo Matsuoka, acrescentando que a anomalia equatorial noturna está presente principalmente nos meses próximos aos equinócios, como fevereiro, março, abril, setembro, outubro e novembro, e em anos de alta atividade solar, e praticamente não ocorre em meses de inverno e em anos de baixa atividade solar (Ver ilustrações acima).

Em outro estudo, verificou-se o efeito da intensa explosão solar que ocorreu em 28 de outubro de 2003 no posicionamento por GPS na região brasileira. “Verificamos um aumento repentino do erro no posicionamento por GPS, e até mesmo perdas do sinal”, lembra Marcelo Matsuoka.

Outro acontecimento característico de interferência das bolhas ionosféricas nas telecomunicações por satélite na região brasileira ocorreu no sistema de posicionamento na região da bacia de Campos, Estado do Rio de Janeiro, em 1998, conforme relata José Sobral. A Divisão de Aeronomia (DAE) do Inpe foi contatada pela Petrobras para uma consulta sobre uma série de interrupções que a empresa vinha sofrendo na sua rede de telecomunicações DGPS (Differential Global Positioning System), usada no posicionamento das suas plataformas oceânicas de perfuração de petróleo na costa de Macaé.

Os técnicos da Petrobras e das firmas estrangeiras encarregados daquela rede de comunicações estavam tendo dificuldades em identificar o problema.

A situação de segurança das plataformas, que se localizam sobre uma lâmina d’água de cerca de 1.000 a 1.500 metros, era grave. As derivas das plataformas não devem ultrapassar, na superfície oceânica, um raio de aproximadamente 15 metros em torno do furo do solo oceânico, sob o risco de romper-se o ducto submarino de petróleo, resultando numa catástrofe ecológica.

Essas plataformas sofrem ajustes frequentes de posição (dynamic positioning) através de complexos mecanismos de posicionamento, que operam com base em dados DGPS enviados por satélites. Após a análise das informações sobre os *blackouts* nas comunicações, passadas ao Inpe, cientistas da DAE prontamente identificaram a origem do problema como sendo as bolhas ionosféricas.

“O fenômeno das bolhas ionosféricas acontece no Brasil de forma extremamente intensa e, aparentemente, de forma mais intensa do que em qualquer outro setor longitudinal do planeta”, analisa José Sobral. “Esse fenômeno constitui

um exemplo representativo da importância de conhecermos cientificamente o nosso ambiente espacial.”

## CIÊNCIA EMERGENTE E ESTRATÉGICA

A Ciência Espacial, na qual a Geofísica Espacial está inserida, é um dos ramos da ciência mais recente e dinâmico, e teve um notável impulso com o advento dos satélites artificiais e da tecnologia moderna. Na avaliação

**FROM JUNGLE TO URBAN JUNGLE**

**THE ULTRA G5 CABLE-FREE SEISMIC RECORDING SYSTEM GETS THE JOB DONE WHEN CABLE ISN'T ABLE.**

In the jungles of Central America, the Ultra G5 waded through 400 km of acquisition and 4 floods to get results. And in urban Asia the G5 weaved its way through the heart of the city, expanding the capabilities of a cabled system to get a complete picture. Over highways and through the woods, even in environmentally sensitive areas, the Ultra G5 system will go everywhere you need to go.

**Ascend Geo**  
Seismic without limits.

Visit [UltraG5.com](http://UltraG5.com) to find out more.

de José Sobral, questões científicas espaciais ganharão importância ainda maior com o aumento da utilização do espaço próximo e da exploração do cosmo.

Já há algum tempo cientistas estrangeiros demonstram interesse claro no estudo dos fenômenos espaciais regionais característicos da região brasileira. A Campanha Guará, menciona José Sobral, foi um exemplo típico do interesse científico estratégico de estrangeiros. Esse experimento foi realizado pela Nasa (National Aeronautics and Space Administration) em colaboração científica com o Inpe, no Centro de Lançamento de Alcântara (CLA - Maranhão), entre os meses de agosto e outubro de 1994, e foi composto por um conjunto de quatro experimentos distintos, cujo objetivo era estudar os seguintes fenômenos: a eletrodinâmica do sistema termosfera/ionosfera ao pôr do Sol; as bolhas ionosféricas; o eletrojato equatorial; e a zona de transição mesosfera-termosfera. O custo total da campanha foi cerca de US\$ 15 milhões, financiados pela Nasa, e envolveu o lançamento de 33 foguetes.

A biosfera, a atmosfera superior e a ionosfera localizadas

sobre o território brasileiro oferecem um cenário físico único, não somente para o estudo de certos fenômenos regionais, como também para estudos laboratoriais de caráter mais geral, tais como processos atômicos, moleculares, reações químicas e física de plasma. A ionosfera terrestre consiste num importante meio de estudos laboratoriais de física de plasma, impraticáveis de serem simulados em laboratórios. Tanto o estudo dos fenômenos regionais como os estudos laboratoriais na região espacial brasileira têm despertado o interesse científico em pesquisadores internacionais.

“Temos, no mínimo, a obrigação moral de estudar esses fenômenos naturais que dominam o espaço aéreo brasileiro e formam parte do nosso meio ambiente, podendo eventualmente interferir no nosso dia a dia”, opina José Sobral. “É indiscutível a importância estratégica da Ciência Espacial para o país, cuja imensa dimensão geográfica corresponde a uma enorme região espacial com características únicas. É evidente que o país deve ter o compromisso de explorar o seu espaço imediato de forma a melhor entendê-lo e aproveitá-lo conforme as necessidades nacionais”.

## FENÔMENOS TÍPICOS DO AMBIENTE ESPACIAL BRASILEIRO

José Humberto Andrade Sobral

– **ELETROJATO EQUATORIAL:** Consiste numa corrente elétrica que circula ao longo do equador magnético terrestre, a uma altitude de aproximadamente 110 km. Esse equador é definido como uma linha imaginária que circula a Terra na região equatorial, passando pelos pontos onde a linha de força do campo geomagnético torna-se horizontal. Ele não coincide com o equador geográfico, porém circula o globo terrestre próximo a ele. A importância do eletrojato equatorial é que nele se origina o sistema de forças elétricas que rege a distribuição do plasma ionosférico em baixas latitudes, e assim influi nas características da radiopropagação. O Brasil é o único país que oferece condições de monitoramento em solo por uma cadeia em disposição meridional (norte-sul) de magnetômetros ao norte e ao sul do eletrojato. Esse fato, reconhecido internacionalmente, tem servido de estímulo para cientistas estrangeiros e brasileiros estudarem o eletrojato em solo brasileiro.

– **ANOMALIA EQUATORIAL OU ANOMALIA APPLETON:** Consiste em duas faixas de alta densidade do plasma ionosférico localizadas nas regiões tropicais que circulam paralelamente ao equador magnético. Nas faixas da anomalia que se localizam no território brasileiro, as densidades da ionosfera atingem valores maiores que em outras regiões da Terra. Tal fato desempenha importante influência nos enlaces de telecomunicações terrestres e espaciais.

– **ANOMALIA GEOMAGNÉTICA BRASILEIRA:** É a região localizada sobre o continente latino-americano, onde a inten-



sidade do campo magnético terrestre, ou campo geomagnético, é mais fraca que em qualquer outra parte do globo terrestre. Tal propriedade se deve à excentricidade do eixo do dipolo magnético terrestre. Nessa região ocorrem fortes precipitações de partículas (prótons e elétrons) oriundos do cinturão de radiação de Van Allen.

– **BOLHAS IONOSFÉRICAS:** São perturbações da ionosfera terrestre, que podem causar fortíssimas interferências nas ondas de rádio que as traspassem. Consistem em enormes regiões de alto grau de rarefação do plasma ionosférico e estendem-se ao longo das linhas de campo geomagnético por milhares de quilômetros. Portanto, cobrem o território brasileiro, no sentido norte-sul. Ocorrem apenas no período noturno e de outubro a março. Esse fenômeno foi descoberto sobre o território brasileiro por volta dos anos 1976-1977 por cientistas da Divisão de Aeronomia do Inpe, e de lá para cá foi tema de pesquisa que resultou em mais de 80 trabalhos publicados em revistas científicas estrangeiras de alto nível científico.

# Nuvens, suas Relações com a Química da Atmosfera e os Raios Cósmicos

Armando Dias Tavares Júnior  
Instituto de Física, UERJ

Marília Dias Tavares  
Instituto de Física, UFF (aposentada)

Jünger Rendtel  
Astrophysical Institute Potsdam, Alemanha

Peter Dalin  
Swedish Institute of Space Physics, Suécia

Eigil Friis-Christensen  
Danish Space Research Institute, Dinamarca

## RESUMO

A cobertura de nuvens na Terra é fator primordial no equilíbrio climático. As nuvens ocorrem na atmosfera, estratosfera e mesosfera e serão descritas sucintamente neste artigo. A importância da observação de nuvens na estratosfera é a sua associação com o aumento da poluição na atmosfera.

Uma nova teoria é apresentada, mostrando a interação entre as nuvens e os raios cósmicos. Não existem teorias semelhantes desenvolvidas até o momento.

## INTRODUÇÃO

A camada que envolve a Terra, conhecida como atmosfera, é composta de 78% de nitrogênio, 21% de oxigênio, 0,9% de argônio, 0,03% de dióxido de carbono e traços de outros gases. Essa camada protege a Terra de variações bruscas de temperatura e isola a superfície terrestre de parte da radiação ultravioleta proveniente do Sol. A espessura total da atmosfera é cerca de 480 km. A atmosfera não tem limite exato para terminar, ela vai se tornando rarefeita até o início do espaço exterior e é dividida em diferentes camadas. A exosfera é a camada "externa" da atmosfera, inicia-se a 640 km da superfície terrestre e se estende até 1280 km, sendo a fronteira entre a atmosfera e o espaço exterior. A Figura 1 mostra as camadas atmosféricas e suas nomenclaturas. A ionosfera possui parte compreendida na termosfera e começa entre 70 e 80 km de altura, atingindo aproximadamente 640 km. Essa região se caracteriza pela grande quantidade de íons e elétrons livres que formam plasmas rarefeitos. As auroras austrais e boreais ocorrem na ionosfera em latitudes altas. Na mesosfera, região que se situa entre 48 e 80 km acima da superfície terrestre, a temperatura decresce rapidamente com a altitude. A camada entre 16 e 48 km denomina-se estratosfera e caracteriza-se por ligeiro aumento de temperatura com a altitude. A camada de ozônio da Terra fica situada na estratosfera, absorvendo parte da radiação ultravioleta de alta energia (UVC) proveniente do Sol.

A camada denominada tropopausa (ou camada de transição) é o limite entre a troposfera e a estratosfera, sendo caracterizada por pouca ou nenhuma alteração da temperatura com a altitude. A troposfera é a camada mais baixa da atmosfera terrestre. Inicia-se na superfície terrestre e vai até cerca de 16 km de altura. As mudanças climáticas e as nuvens com as quais os seres humanos mais têm contato ocorrem na troposfera.

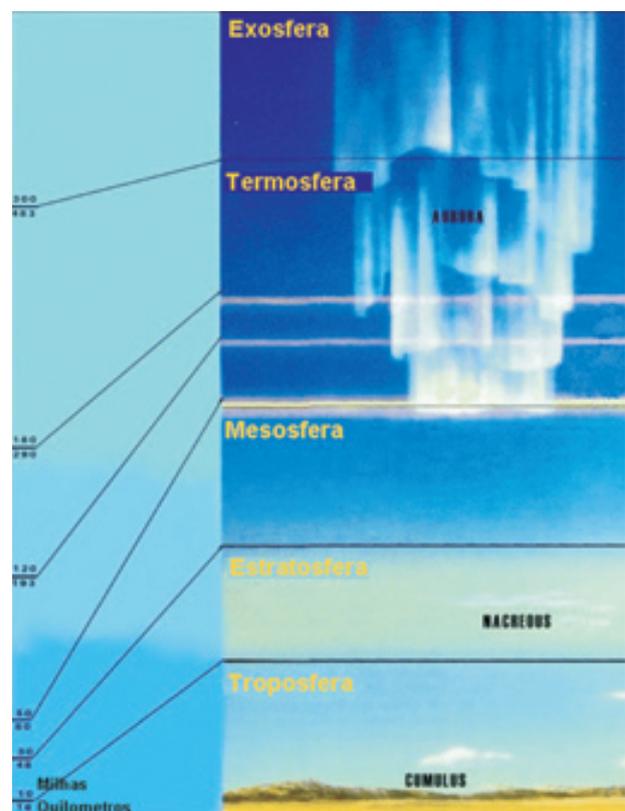


Figura 1 - Camadas da atmosfera, posição de nuvens e suas diferentes denominações e características. Copyright 2000,2001,2002 Free Software Foundation.

Metade da área terrestre total é coberta por nuvens, onde apenas cerca de 15% dessa área está espessamente coberta. A absorção de parte da radiação ultravioleta pelo vapor d'água (nas nuvens) cria um efeito estufa natural na Terra que é amplificado através de diversos poluentes como  $\text{CO}_2$ , CO e  $\text{N}_2\text{O}$ .

Modelos contemporâneos necessitam de informação sobre as condições terrestres: tamanho; forma e topografia dos continentes; composição da atmosfera; quantidade de radiação solar incidente. Os cientistas com essas informações simulam matematicamente o clima, aproximando-o ao máximo do clima real. Os resultados obtidos para temperaturas e ventos apresentam erros de até 5%, no entanto para nuvens e chuvas, a precisão é de apenas 25 a 30%. Atualmente, os modelos são capazes de fornecer alguns dias de previsão sobre as tem-

peraturas e ventos, dependendo das informações sobre as condições climáticas inseridas nos modelos teóricos (Friis-Christensen, 2000, 2001).

### CLASSIFICAÇÃO DE NUVENS

As nuvens geralmente são classificadas por características tais como: altitude, aparência ou origem. Por exemplo, nimbo significa “chuva”, como prefixo ou sufixo na denominação de uma nuvem, indicando que essa produzirá precipitação (chuva, neve ou granizo).

Alguns tipos de nuvem adquirem formas especiais devido ao movimento vertical ascendente do ar. Em relação à altura, as nuvens na atmosfera são classificadas como: altas, médias e baixas. As nuvens mais conhecidas em altas altitudes são formadas de cristais de gelo e referidas como “cirrus”, parecem farrapos, tendo aparência de fios de cabelo ou filamentos.

As nuvens médias, devido às suas altitudes mais baixas, são compostas principalmente de gotas d’água, podendo conter alguns cristais de gelo, o que depende da temperatura externa. As nuvens que produzem chuva são as nuvens baixas ou nuvens “cumulus”, que têm desenvolvimento vertical, são espessas e algumas vezes parecem

As nuvens estratosféricas são mistura de ácido sulfúrico, ácido nítrico e água, que se condensam formando nuvens em temperaturas inferiores a  $-80^{\circ}\text{C}$

algodão. A base da “cumulus” em geral é lisa e pode estar a 1.000 m da superfície terrestre. Todas as nuvens mencionadas acima têm diversas subclassificações não discutidas no texto.

Acima da tropopausa observam-se nuvens finas como um retículo de capilares. As nuvens nacaradas (“nacreous”) ou nuvens de madrepérola (“mother of pearl clouds”), denominadas nesse artigo como nuvens nacaradas ou estratosféricas, ocorrem na baixa estratosfera, em torno de 15 a 25 km de altitude, acima da troposfera, o que é muito abaixo das nuvens noctilucetas (NLC’s) que ocorrem a aproximadamente 82 km (Fig. 2).

As nuvens na região estratosférica são mistura de ácido sulfúrico, ácido nítrico e água. As substâncias mencionadas têm ocorrência natural na atmosfera e se condensam formando nuvens em temperaturas inferiores a  $-80^{\circ}\text{C}$  (temperatura na estratosfera durante o inverno em regiões polares).

A observação de nuvens nacaradas é possível em horários específicos, duas horas antes do nascer ou pôr do Sol, quando elas se mostram brilhantes e vívidas e coloridos de matizes iridescentes. Elas apresentam colorido variado: azul, verde e rosa, resultado da reflexão e refração da luz do Sol através delas. As nuvens nacaradas são vistas no inverno em latitudes boreais, sendo um fenômeno mais raro do que as auroras boreais e as NLC’s (nuvens noctilucetas).



Figura 2 - Nuvens na estratosfera conhecidas como “nacreous” ou nuvens nacaradas. Detalhe das nuvens em imagem obtida com câmera digital em Kiruna, Suécia (Swedish Institute). As cores são reais e talvez apareçam melhor a olho nu do que através de imagens (Foto cedida pelo Dr. P. Dalin).

NLC’s, cujo nome significa “noite luminosa” em latim, são observadas nas latitudes entre  $50^{\circ}$  e  $65^{\circ}$ , embora se afirme que as latitudes entre  $55^{\circ}$  e  $60^{\circ}$  são mais favorecidas. São as nuvens mais altas da atmosfera terrestre, localizadas entre 76 – 85 km de altitude, são tênues e percebidas apenas se estiverem iluminadas pela luz do Sol em determinado ângulo em relação à nuvem observada. NLC’s despertam a curiosidade dos cientistas por ser um fenômeno relativamente recente, cuja primeira evidência foi documentada em 1885 (Fig. 3).



Figura 3 - Nuvens na mesosfera conhecidas como nuvens noctilucetas (NLC’s) ou nuvens que brilham à noite, fotografadas por Dalin em Kiruna, Suécia (Swedish Institute), meia hora após a meia-noite, no início do mês de agosto (Foto cedida pelo Dr. P. Dalin).

### NUVENS NOCTILUCENTES, QUÍMICA DAS NUVENS

Em décadas recentes, o aparecimento de nuvens estratosféricas se tornou importante, devido ao interesse levantado pela comunidade científica pela possibilidade do esgotamento da camada de ozônio, nos polos. O ozônio é destruído por reações químicas com o cloro, liberado na atmosfera pelos CFC’s (denomina-se clorofluorcarboneto ou CloroFluorCarbono – CFC – aos compostos pertencentes à função orgânica de derivados halogenados, obtidos principalmente pela halogenação do metano:  $\text{CFCl}_3$ ;  $\text{CF}_2\text{Cl}_2$ ;  $\text{C}_2\text{F}_3\text{Cl}_3$ ;  $\text{C}_2\text{F}_4\text{Cl}_2$ ;  $\text{C}_2\text{F}_5\text{Cl}$ ). O resultado tem sido uma diminuição muito rápida da camada de ozônio. Liberar CFC’s na atmosfera é proibido em muitos países e, devido a isso,

## ARTIGO TÉCNICO

a quantidade de freons na atmosfera começou a diminuir. Estima-se entre cinquenta e cem anos para que os CFC's desapareçam totalmente da atmosfera (Kaleri, 2000).

Acredita-se que NLC's são criadas pelo vapor d'água formado a partir da decomposição do metano presente na atmosfera. Estas nuvens são observadas durante o verão do hemisfério Norte, nas regiões polares. A fina espessura das NLC's dificulta a sua visualização à luz do dia, quando o contraste entre nuvem e céu é muito pequeno.

Supõe-se que o nível da atividade solar aumente a temperatura em alguns poucos graus (acima do valor de formação de gelo), permitindo que nas regiões mais altas da

### Acredita-se que as nuvens noctilucentes são criadas pelo vapor d'água formado a partir da decomposição do metano presente na atmosfera

atmosfera a temperatura mude. O período onde haverá ocorrências máxima e mínima de NLC's estarão diretamente relacionados aos períodos de máximo e mínimo na atividade solar.

As tempestades solares mostram uma anticorrelação com a frequência de NLC's, significando que não há um relacionamento direto entre o aparecimento das NLC's e os especificados eventos solares. Observações recentes mostram uma correlação entre o aparecimento de auroras e NLC's no mesmo período de tempo sobre a Alemanha (Lazarev, 1998).

Apesar das nuvens noctilucentes serem frequentemente visíveis no hemisfério Norte, algumas observações foram feitas na América do Sul, sendo a maioria do espaço. Don Pettit, astronauta da Nasa, declarou durante entrevista para a rádio da agência em janeiro de 2003: "... vemos diariamente essas nuvens quando estamos sobre a Austrália e na extremidade sul da América do Sul..."

Do espaço, as NLC's são azul-esverdeadas e brilhantes. Tais nuvens permanecem como fenômeno inexplicado, que aparentemente tem ocorrido em uma região cada vez maior, onde antes não havia relato de tais eventos. É intrigante a origem dessas nuvens devido à altura em que as mesmas se encontram, ou seja, na mesosfera, onde é muito frio (-125° C) e extremamente seco.

Essas nuvens NLC's são compostas de cristais de gelo mínimos, portanto o aparecimento de nuvens na aridez da mesosfera tornou-se um mistério. É possível que os ventos ascendentes durante a estação mais quente transportem o vapor d'água presente na baixa atmosfera até a mesosfera, o que explicaria a ocorrência das NLC's apenas durante o verão (Müllemann & Lübken, 2005).

O que poderia acelerar o aparecimento das NLC's? O metano (CH<sub>4</sub>), gerado pela atividade humana e por outras fontes, aumenta diretamente o volume de água da mesosfera. O metano é um gás muito leve, que se concentra em abundância nas camadas superiores da mesosfera, dissociando-se através da radiação ultravioleta. O hidrogênio do metano reage com o oxigênio da atmosfera formando NLC's. Este processo produziria *in situ* o vapor d'água necessário para a formação de nuvens que brilham à noite,

portanto sem a necessidade desse ser transportado para o lugar onde se localizam as nuvens.

Na mesopausa, o tempo de vida médio da molécula de água é de apenas 3 a 10 dias. Tais mecanismos poderiam explicar porque as nuvens que brilham à noite (NLC's) só são vistas durante o verão, em altas latitudes. A realidade é que a concentração de metano na atmosfera mais que dobrou desde a era pré-industrial. As NLC's têm aumentado de frequência e intensidade com o maior desenvolvimento humano e com o aparecimento dos compostos clo-rofluorcarbonados (CFC's) na atmosfera. Rendtel, em sua expedição para detecção de nuvens noctilucentes (2004), observou a ocorrência de nuvens NLC's durante todas as noites dos primeiros dez dias de julho, comprovando um aumento em relação aos anos anteriores.

Em seguida descreveremos o modelo de outro colaborador sobre nuvens e raios cósmicos.

### TEORIA DOS RAIOS CÓSMICOS

A teoria que relaciona as nuvens com a ação de raios cósmicos foi desenvolvida pelos pesquisadores Svensmark & Friis-Christensen (1997), usando dados de satélites para a cobertura de nuvens. Durante o ciclo solar que abrangeu o período de setembro de 1986 a maio de 1996 (ciclo solar 22), eles documentaram uma redução na cobertura de nuvens de 3% entre o período que compreendia o mínimo e o máximo solar, em concordância com o decréscimo simultâneo do fluxo de raios cósmicos.

As partículas de raios cósmicos galácticos apresentam originalmente distribuição isotrópica, mas que são distorcidas por processos provenientes da heliosfera e relacionados à variação do campo magnético terrestre devido ao vento solar (Friis-Christensen, 2000). O efeito radiativo de tais mudanças corresponde a cerca de 1 a 1,5 Watts/m<sup>2</sup> sobre a superfície terrestre. Essa quantidade de energia pode ser comparada com o efeito estimado do crescimento da presença de CO<sub>2</sub> desde 1750.

Na atmosfera, na região entre a estratosfera e a ionosfera, chuviscos de partículas energéticas, entre as quais se incluem elétrons relativísticos da magnetosfera, afetam significativamente os processos químicos que envolvem a formação do altamente reativo nitrogênio ímpar (N<sub>3</sub>) (NO<sub>y</sub> - Callis & Lambeth, 1998). Esses constituintes atmosféricos contribuem para a destruição do ozônio. Os raios cósmicos são a principal causa da ionização da atmosfera abaixo de 60 km, exceto próximo ao solo (3 ou 4 km sobre a Terra). O efeito de ionização de raios cósmicos parece ser desprezível para latitudes inferiores a 55°, o que pode ser interpretado como a redução dos raios cósmicos devido à influência do aumento da componente horizontal do campo magnético da Terra (Marsh & Svensmark, 2000).

Svensmark & Friis-Christensen (1997) e Svensmark (1998) encontraram uma correlação entre a ação dos raios cósmicos e a cobertura global de nuvens. A Figura 4 mostra que a cobertura global de nuvens medida por satélite é correlacionada com o fluxo de raios cósmicos durante grande parte do ciclo solar. Ciclo solares duram em média 22 anos e alguns eventos importantes do Sol, conhecidos como "sunspots", se repetem durante o período.

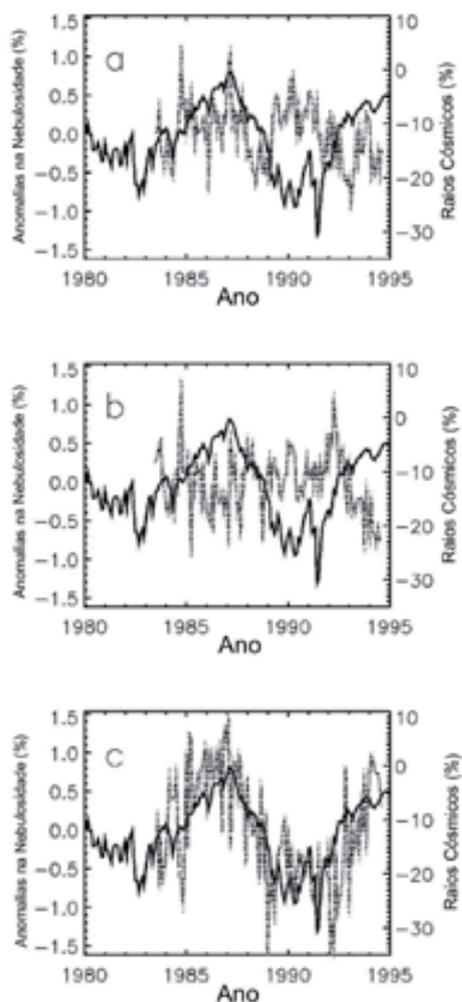


Figura 4 - Valores médios anuais para anomalias globais de (a) alta (b) média e (c) baixa cobertura de nuvens (linha tracejada) e fluxo de raios cósmicos galácticos do projeto Climax<sup>1</sup> (linha contínua), por Marsh & Svensmark (2000). Dados cedidos por Friis-Christensen.

O efeito radiativo da cobertura total de nuvens é complexo. Um aumento na ocorrência de nuvens altas implica aquecimento, enquanto maior ocorrência de nuvens baixas implica resfriamento. Devem-se conhecer quais tipos de nuvens são afetados para saber que tipo de alteração climática ocorrerá. O estudo foi feito através de estatística comparativa, entre os dados recolhidos no “Projeto Internacional de Climatologia de Nuvens para Satélites” (ISCCP).

Marsh & Svensmark (2000) demonstraram a forte correlação entre o fluxo de raios cósmicos e a frequência das nuvens baixas para um período que se situa entre julho de 1983 e setembro de 1994, como mostrado na Figura 4. Eles concluíram que as nuvens baixas são afetadas por raios cósmicos, informação importante em relação ao mecanismo físico, pois as nuvens baixas consistem de água na forma líquida que formará o núcleo de condensação da nuvem. Os pesquisadores apresentaram um mapa da correlação global entre nuvens e raios cósmicos, mostrando que sobre os oceanos em baixas e médias latitudes a correlação era alta.

## CONCLUSÕES

Atualmente e durante as duas décadas passadas, tem havido um grande empenho no desenvolvimento da pesquisa da mudança do clima. É necessário encontrar uma resposta definitiva para a questão: O crescimento da atividade humana tem acentuado ou não o aquecimento global?

Um dos maiores obstáculos na procura dessa resposta advém do entendimento incompleto das causas que atuam nas mudanças naturais do clima. Lassen & Friis-Christensen (1995) mostraram uma associação entre as variações da atividade solar e as mudanças climáticas. No entanto, a resposta não é satisfatória, porque as mudanças na irradiação solar seriam insuficientes se comparadas à resposta climática devido ao crescente aumento de gases do efeito estufa, que intensificam o aquecimento global. Efeitos atribuídos apenas à atividade solar não podem ser responsabilizados pelo aumento da temperatura observado agora. No entanto, tais dúvidas só podem ser dizimadas no momento em que todos os mecanismos físicos possíveis expliquem as observações já realizadas. Alguns mecanismos físicos envolvidos podem não necessitar ser considerados ou não estar relacionados à variabilidade solar. Mas estamos muito longe de compreender os complicados processos que envolvem a formação de nuvens. São necessárias mais observações para a compreensão dos mecanismos físicos envolvidos. A mudança climática é assunto extremamente relevante para a ciência atual, devido ao impacto na sociedade e na economia pelo provável aquecimento global em consequência da atividade humana.

## REFERÊNCIAS

- CALLIS LB & LAMBETH JD. 1998. NO<sub>y</sub> formed by precipitating electron events in 1991 and 1992: Descent into the stratosphere as observed by ISAMS. *Geophys. Res. Lett.*, 25: 1875-1878.
- FRIIS-CHRISTENSEN E. 2000. Sun, Clouds and Climate: An Editorial Comment. *Clim. Change*, 47: 1-5.
- FRIIS-CHRISTENSEN E. 2001. Solar Activity Variations and Possible Effects on Climate, NATO Advanced Study Institute on Space Weather, Crete (Greece). 25 pp.
- KALERI AY. 2000. Observations of small-sized noctilucent clouds from the Mir orbital space station in 1996-1997. *J. Opt. Technol.*, 67(5): 426-430.
- LASSEN K & FRIIS-CHRISTENSEN E. 1995. Variability of the solar cycle length during the past five centuries and the apparent association with the terrestrial climate. *J. Atm. Terr. Phys.*, 57: 835-845.
- LAZAREV AI. 1998. Noctilucent clouds and space. *J. Opt. Technol.*, 65(2). 177-178.
- MARSH N & SVENSMARK H. 2000. Cosmic rays, clouds and climate. *Space Sci. Rev.*, 94: 215-230.
- MÜLLEMANN A & LÜBKEN FJ. 2005. Horizontal Winds in the mesosphere at high latitudes. *Adv. Space Res.*, 35: 1890-1894.
- SVENSMARK H. 1998. Influence of Cosmic Rays on Earth's Climate. *Phys. Rev. Lett.*, 81: 5027-5030.
- SVENSMARK H & FRIIS-CHRISTENSEN. 1997. Variation of cosmic ray flux and global cloud coverage - a missing link in solar-climate relationships. *J. Atmos. Sol. Terr. Phys.*, 59: 1225-1232.

<sup>1</sup> Construído em 1950, no Colorado (USA), Climax é o mais antigo monitor de nêutrons continuamente em operação obtendo dados durante as modulações de quatro ciclos solares de 11 anos, ou seja, dois ciclos magnéticos solares de 22 anos.

▶ **I Congresso Internacional de Meio Ambiente Subterrâneo**

15 a 18 de setembro - São Paulo - SP  
 Informações: [www.abas.org/cimas](http://www.abas.org/cimas)

▶ **Rio Pipeline Conference & Exposition 2009**

22 a 24 de setembro - Rio de Janeiro - RJ  
 Informações: [www.riopipeline.com.br](http://www.riopipeline.com.br)

▶ **SPE Annual Technical Conference and Exhibition**

4 a 7 de outubro - Nova Orleans - Louisiana - EUA  
 Informações: [www.spe.org/atce/2009](http://www.spe.org/atce/2009)

▶ **International Living With a Star - ILWS**

4 a 9 de outubro - Ubatuba - SP  
 Informações: [www.dge.inpe.br/maghel/ilws](http://www.dge.inpe.br/maghel/ilws)

▶ **XI Simpósio de Geologia do Sudeste**

14 a 17 de outubro - São Pedro - SP  
 Informações: <http://jasper.rc.unesp.br/simposiogeologia2009>

▶ **5º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás - PDPETRO**

18 a 22 de outubro - Fortaleza - CE  
 Informações: [www.portalabpg.org.br/5pdpetro](http://www.portalabpg.org.br/5pdpetro)

▶ **79<sup>th</sup> SEG Annual Meeting**

25 a 30 de outubro - Houston - Texas - EUA  
 Informações: [www.seg.org](http://www.seg.org)

▶ **XXIII Simpósio de Geologia do Nordeste**

11 a 15 de novembro - Fortaleza - CE  
 Informações: [www.xxiiisgn.com.br](http://www.xxiiisgn.com.br)

▶ **Subsalt Imaging Workshop Focus on Azimuth**

15 a 18 de novembro - Cairo - Egito  
 Informações: [www.eage.org](http://www.eage.org)

▶ **XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**

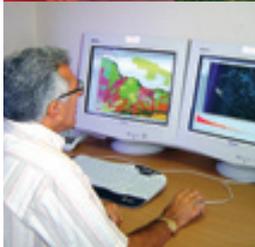
22 a 26 de novembro - Campo Grande - MS  
 Informações: [www.abrh.org.br/xviiiisbrh](http://www.abrh.org.br/xviiiisbrh)

▶ **IPTC 2009 International Petroleum Technology Conference**

7 a 9 de dezembro - Doha - Qatar  
 Informações: [www.iptcnet.org/2009](http://www.iptcnet.org/2009)

▶ **2009 AGU Fall Meeting**

14 a 18 de dezembro - São Francisco - Califórnia - EUA  
 Informações: [www.agu.org/meetings/fm09](http://www.agu.org/meetings/fm09)



# Soluções em geofísica

## Processamento sísmico

- ▶ Terrestre e marítimo
- ▶ 2D/3D (migração em tempo e profundidade)

## Suporte à aquisição de dados sísmicos

- ▶ Parametrização
- ▶ Inspeção
- ▶ Controle de qualidade

## Geofísica rasa

- ▶ Eletrorresistividade e GPR
- ▶ Aquisição, processamento e interpretação



**Natal**  
 Rua Seridó, 479, sala 100/200  
 Natal, RN CEP: 59020-010  
 Tel: +55 84 3221 4043/3201 3858

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