

# ANÁLISES/RELATÓRIOS

## ANALYSES/REPORTS

### DIAGNÓSTICO DA GEOFÍSICA BRASILEIRA – CONTRIBUIÇÃO PRELIMINAR DA SBGf AO PADCT III

Sergio Luiz Fontes  
*ON/CNPq*  
*Conselheiro da SBGf*  
*Coordenador do Estudo*

#### APRESENTAÇÃO

Este trabalho apresenta a contribuição preliminar da Sociedade Brasileira de Geofísica - SBGf para as discussões com vistas à terceira edição do Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico, o PADCT III.

A elaboração deste documento foi contratada, via CNPq, pelo Grupo Técnico de Geociências e Tecnologia Mineral do PADCT. No início da década de 80, o CNPq também contratou a SBGf para elaborar um documento semelhante ao presente, que deveria servir de subsídios ao Programa Nacional de Geociências e Tecnologia Mineral - PRONAG, que juntamente com Programas de outras áreas do conhecimento foram inseridos desde o início do PADCT em 1984.

Baseado em dados do período 1991-1994 de uma parcela razoável de Empresas, Universidades e Instituições de Pesquisa e utilizando o Documento Básico do PADCT III - Subprograma de Geociências e Tecnologia Mineral (Novembro de 1995), este presente documento "Diagnóstico da Geofísica no Brasil - Contribuição Preliminar da SBGf ao PADCT III" informa sobre as áreas de atuação, o estado atual e os recursos solicitados ao PADCT III. São feitas sugestões à Direção do PADCT que acreditamos importantes para que a Geofísica brasileira venha contribuir significativamente no desafio de ampliar o conhecimento do nosso subsolo e meio-ambiente e permitir ao povo brasileiro desfrutar dos benefícios que o avanço científico e tecnológico tem propiciado a outros povos da Terra.

#### INTRODUÇÃO

Anteriormente restrita praticamente à atividade de monitoramento do campo magnético terrestre e da ativi-

dade sísmica, realizada pelo Observatório Nacional desde o início deste século, a Geofísica brasileira tem como marco o início das atividades da PETROBRAS em 1954. Entre 1954 e 1968, a atividade em Geofísica no país foi realizada praticamente pela PETROBRAS através da prospecção de petróleo. Após 1968, e principalmente no início da década de 70, a Geofísica tomou grande impulso e se estendeu para Instituições acadêmicas e empresas que vieram a atuar no setor mineral. Pode ser citada a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM, criada em 1969 em função de política do Ministério das Minas e Energia que propunha intensificar a pesquisa mineral no país para fins de exportação. Outra empresa que iniciou as atividades no período foi a Rio Doce Geologia e Mineração S./A. - DOCEGEO, empresa estatal subsidiária da Companhia Vale do Rio Doce - CVRD, que iniciou suas atividades em 1971 para se dedicar principalmente à pesquisa de minerais não ferrosos. A CVRD, criada em 1942 para aproveitamento do minério de ferro abundante no município de Itabira - MG, havia alcançado destaque internacional como grande mineradora de ferro e era importante diversificar as atividades e evitar a dependência de um único bem mineral. Entre as Instituições acadêmicas que iniciaram suas atividades no período e que continuam ativas até o presente encontram-se o Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Geofísica da Universidade Federal da Bahia - PPPG-UFBa (início em 1969), com ênfase na geofísica aplicada a petróleo e geofísica regional, o Instituto Astronômico e Geofísico da USP - IAG/USP (tornado unidade de ensino em 1972), com atuação mais destacada na área de Geofísica de Terra Sólida. O Núcleo de Ciências Geofísicas e Geológicas da Universidade Federal do Pará - NCGG/UFPa (iniciado em 1975), com ativi-

dades atuais em geofísica aplicada a reservatórios e geofísica regional. Entre os Institutos de Pesquisa, destacamos o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE (criado em 1961), com destaque na área de Geofísica Externa, que estuda o espaço próximo e à atmosfera da Terra, e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT (reestruturado em 1976), com atuação em Geofísica Aplicada à Engenharia e ao Meio-Ambiente. Pode-se afirmar que a Geofísica do Observatório Nacional - ON teve um renascimento após a entrada do Instituto ao CNPq em 1976. O ON continua monitorando e estudando os campos geomagnético e sísmico, e realizando pesquisas principalmente em Geofísica da Terra Sólida. A Instituição mais nova é o Laboratório de Engenharia e Exploração de Petróleo da Universidade Estadual do Norte Fluminense - LENEP/UENF, em implantação a partir de 1993.

O presente trabalho é resultado da compilação de dados das seguintes instituições, que responderam um questionário padrão:

– **Instituições Universitárias:**

Instituto Astronômico e Geofísico da USP - IAG/USP, Programa de Pesquisa e Pós Graduação em Geofísica da UFFa - PPPG/UFBa, Departamento de Geofísica da UFFa, Grupo de Geofísica Aplicada da UnB, Laboratório de Engenharia e Exploração de Petróleo da Universidade Estadual do Norte Fluminense - LENEP/UENF, Laboratório de Geologia Marinha da UFF - LAGEMAR/UFF, Grupo de Geofísica da UFRN, Grupo de Geofísica da UFMG.

– **Institutos de Pesquisas**

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, CNPq/Observatório Nacional - CNPq/ON, Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT.

– **Empresas Estatais e Privadas**

PETROBRAS, Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM, Geomag, Grant Geophysical, Geoquest-Schlumberger, Companhia Vale do Rio Doce e DOCEGEO (os dados foram obtidos através de material publicado).

Até a data da elaboração do documento, não havia dados disponíveis das seguintes Instituições e Empresas: CBPM, Compagnie Generale de Geophysique - CGG, Instituto de Geologia da USP - IG/USP, Departamento de Geodésia da UFPr, UFMT, Observatório Sismológico da UnB. Um banco de dados completos e um diagnóstico preciso só serão possíveis com o recebimento das informações correspondentes a essas Instituições. Assim sendo, os números finais dos recursos para a Geofísica brasileira no PADCT III proposto neste documento levaram em conta esta ausência de informações e

inclui algumas estimativas. De todo modo, as omissões não chegam a atingir 10% do total da Geofísica brasileira, seja em pessoal, projetos ou recursos despendidos.

Um bom estudo estatístico do material recebido não é tarefa muito fácil, pois a informação foi recebida em sua maior parte quase sempre com muito atraso, nem sempre de forma padronizada. Devido ao pouco tempo disponível, esse material foi analisado em conjunto por representantes das várias Instituições mencionadas. As principais propostas apresentadas neste documento foram formuladas em reunião desses representantes, ocorrida na sede da SBGf no Rio de Janeiro, em 25 de janeiro de 1996. O texto apresentado é uma tentativa de síntese das discussões, material do questionário e literatura histórica e analítica em Ciência e Tecnologia (apresentada abaixo), sendo contudo de inteira responsabilidade do Coordenador do Diagnóstico. O documento "Programa Integrado de Geofísica 1982 - 1986 - Proposta da SBGf para o Programa Nacional de Geociências e Tecnologia Mineral - PRONAG" do J. S. Lourenço (janeiro, 1982) é bastante completo e foi de grande valia neste presente documento de Janeiro de 1996.

Estiveram presentes à reunião da SBGf: Antônio Expedito G. Azevedo, UENF; Antonio Lopes Padilha, INPE; Augusto C. B. Pires, UnB; Denizar Blitskow, Escola Politécnica da USP; Edson Sampaio, PPPG/UFBa; Jean-Marie Flexor, CNPq/ON; Jorge Dagoberto Hildebrant, Geomag; José Antonio Moreira, UFRN; João Esteves Filho, Geomag; Lourenildo W. Barbosa Leite, UFFa; Marta M. S. Mantovani, IAG/USP; Renato Lopes Silveira, PETROBRAS; Renato Luiz Prado, IPT; Sergio Luiz Fontes, CNPq/ON.

A relação completa de estudos e documentos existentes consultados compreende:

- C. A. Dias, 1980. Avaliação e Perspectivas da Geofísica no Brasil. Bol. Inf. Soc. Bras. Geof., 2, 1, 9-36.
- \_\_\_\_\_, 1989. A Geofísica Brasileira: Uma Visão em Perspectiva. Anais do 1º Congresso da Sociedade Brasileira de Geofísica, Rio de Janeiro, 20-24 Novembro, xviii-xxv.
- J. S. Lourenço, 1982. Programa Integrado de Geofísica 1982-1986. Proposta da Sociedade Brasileira de Geofísica para o Programa Nacional de Geociências e Tecnologia Mineral, 80p.
- A situação da Pesquisa em Geofísica no Brasil: Integração e Perspectivas. Coletânea de artigos publicados na Revista Brasileira de Geofísica, 12(2), 195-202, 1994; vol 13(1), 45-62, 1995; vol 13(2), 179-188, 1995.

- PADCT III - Documento Básico, versão Novembro/1995. Subprograma de Geociências e Tecnologia Mineral, 17pp.
- Programa Plurianual para o Desenvolvimento do Setor Mineral, DNPM - 1994. Coordenação Geral: Elmer Prata Salomão, 86pp + anexos.
- Science and Technology in Brazil: A New Policy for a Global World. S. Schwartzman, E. Krieger, F. Galembeg, E. A. Guimarães and C. O. Bertero, 1995. In 'Science and Technology in Brazil: a new policy for a global world, Fundação Getúlio Vargas, 1-56.

Nos itens que seguem esta Introdução são tratados as Áreas de atuação da Geofísica, a Geofísica atual, Recursos para a Geofísica no PADCT III e Conclusões e Recomendações.

## ÁREAS DE ATUAÇÃO DA GEOFÍSICA

A Geofísica é uma ciência essencialmente multidisciplinar que estuda os parâmetros físicos associados ao planeta Terra. Medidas desses parâmetros e o acompanhamento de suas variações espaço-temporais permitem obter informações sobre a estrutura do interior da Terra, desde seu núcleo (a partir principalmente da propagação das ondas sísmicas e variação secular do campo geomagnético), passando pelo manto e crosta terrestre (através novamente das ondas sísmicas, das variações espaço-temporais dos campos geomagnético e de gravidade, do fluxo geotermal e calor radiogênico, entre outros), até o espaço externo que circunda o planeta, estudado através de sondagens ionosféricas e atmosféricas, entre várias outras técnicas. Mesmo sabedores das dificuldades de se realizar a divisão perfeita, apresentaremos aqui a Geofísica como composta de três áreas principais: Geofísica da Terra Sólida, Geofísica Aplicada à Exploração e Geofísica Externa. A seguir apresentamos as linhas de pesquisa integrantes dessas três áreas, as Instituições que nela atuam e suas possíveis integrações com o sistema produtivo, quer já efetivadas ou que possuam potencial para seu início dependendo de indução ou apenas recursos.

### Geofísica da Terra Sólida

Engloba várias áreas da Geofísica, podendo ser citados a sismologia, o geomagnetismo, a geodésia e gravimetria, a geofísica nuclear, a geotermia etc.

Uma amostragem das pesquisas em Geofísica da Terra Sólida em andamento nas várias Instituições brasileiras compreende:

- Estrutura, composição e dinâmica da placa litosférica sul-americana, (IAG/USP);
- Estrutura crustal e sismicidade do Sudeste brasileiro, (IAG/USP);
- Compartimentação tectônica do Sudeste brasileiro, (CNPq/ON, UFF/Lagemar, IAG/USP, Petrobras);
- Estudo da sismicidade natural e induzida no Centro-Oeste brasileiro (UnB);
- Estudos de indução eletromagnética profunda e variações geomagnéticas na região da Anomalia Magnética do Atlântico Sul e em bacias do Sul do Brasil (INPE);
- Geodinâmica, sismicidade e mineralizações do Nordeste oriental, (UFRN);

A Geofísica da Terra Sólida tem áreas de importância tanto no aprofundamento do conhecimento do interior do planeta como em estudos de tectônica litosférica e crustal, da evolução de bacias sedimentares ou mais genericamente dos processos geológicos. A contribuição que a Geofísica da Terra Sólida pode dar aos estudos de preservação do meio-ambiente são relevantes, por exemplo: estudos de sismicidade induzida e risco sísmico associados a reservatórios de água para hidrelétricas ou suprir necessidade de consumo e a utilização de isótopos estáveis (geofísica nuclear) para estudo de contaminação de águas subterrâneas. A geodésia, por intermédio do sistema de posicionamento global (GPS - global positioning system'), é de maior importância nas necessidades planimétricas e altimétricas da Geofísica e da Geologia. O sistema GPS permite determinações de alta precisão, necessárias nos estudos geodinâmicos.

*Grandes linhas de pesquisa para as quais se espera contribuições da Geofísica da Terra Sólida com recursos do PADCT III incluem:*

- *Geofísica da Terra Sólida aplicada ao meio-ambiente;*
- *Composição, estrutura e dinâmica da litosfera.*

### Geofísica de Exploração

Sob este título incorporamos todas as atividades em Geofísica ligadas à prospecção e desenvolvimento de depósitos minerais, processamento e modelagem de dados geofísicos para a exploração de petróleo, geofísica aplicada a projetos de engenharia, geofísica aplicada a estudos de água subterrânea, geofísica aplicada a estudos ambientais, desenvolvimento de instrumentação para exploração, parâmetros físicos para caracterização de reservatórios, entre outros.

Um conjunto de pesquisas em geofísica de exploração em andamento em Instituições no país compreende:

- No PPPG/UFBA: Pesquisas em Geofísica de Exploração de petróleo, exploração mineral do Estado da Bahia e zoneamento e caracterização hidrológica dos aquíferos da região metropolitana de Salvador e da Zona Costeira do Nordeste do Estado da Bahia.
- Na UFPa: Aplicação de métodos geofísicos no mapeamento de aquíferos em municípios do estado do Pará, aplicabilidade do método eletromagnético no domínio do tempo à prospecção mineral em regiões tropicais;
- No IPT: Utilização de técnicas sísmicas na caracterização geológica-geotécnica de planícies aluviais.

Na UnB: integração de dados geofísicos, geoquímicos e de sensoriamento remoto para exploração mineral e mapeamento geológico, caracterização geofísica de contaminação de solos e água.

*Todas as linhas de pesquisa listadas acima são da maior relevância para o país e devem merecer o apoio do PADCT III. Por exemplo, a Amazônia nos coloca desafios interessantíssimos em três aplicações de Geofísica de Exploração: na pesquisa de gás, na prospecção de ouro e nos problemas causados pela contaminação de rios pelo mercúrio dos garimpos. Documento do DNPM de 1994 (Plano Plurianual para o Desenvolvimento do Setor Mineral, já citado na introdução) aponta para as grandes dificuldades do setor e a completa falta de infra-estrutura em equipamento e pessoal para a retomada dos investimentos, que se estima da ordem de US\$ 300 milhões/ano já nos próximos 4 a 5 anos. Haverá grande demanda por recursos humanos, por exemplo de geofísicos de exploração mineral e pela aplicação dos vários métodos geofísicos já consagrados nesta tarefa. Ainda merecedor de destaque é a preservação do meio-ambiente e a pesquisa de água subterrânea, esta seguramente o mineral mais importante do próximo século e que cujo valor econômico associado só é inferior ao do petróleo, segundo levantamento feito pela ONU. Ambas as áreas carecem de profissionais e devem ser induzidas pelo PADCT III.*

### Geofísica Externa

Estuda o meio ambiente espacial através do uso de vários equipamentos, por exemplo, ionossondas/digissondas, magnetômetros, fotômetros, radares etc. O meio ambiente espacial brasileiro é particularmente importante em função da existência do eletrojato na região equatorial e da Anomalia Magnética do Atlântico Sul, região de mínima intensidade do campo geomagnético total, com centro

no S ul do país. O uso prático dos resultados obtidos nas pesquisas em Geofísica Externa são inúmeros:

- Os conhecimentos das distorções geradas pelo eletrojato equatorial (vasto sistema de correntes elétricas ionosféricas diurnas ao longo do equador magnético que causa variações anômalas no campo magnético local) são importantes para a correção de levantamentos geofísicos na região Norte-Noroeste do Brasil, especialmente os levantamentos aeromagnéticos e magnetometria terrestre.
- Os problemas gerados na propagação de sinais de comunicação na ionosfera devido à presença da Anomalia Magnética do Atlântico Sul e a detecção recente de bolhas de plasma na ionosfera equatorial, que também causam grandes problemas nas telecomunicações na região do equador brasileiro. Esses mesmos fenômenos afetam a propagação dos sinais utilizados pelos sistemas de geoposicionamento GPS.
- Medidas da camada de ozônio e de radiação ultravioleta e da evolução da camada de ozônio no território brasileiro são da maior relevância, tendo em vista suas consequências indesejáveis para a vida no planeta.
- Estudo dos relâmpagos, pois este fenômeno atmosférico no Brasil tem muito a ser conhecido, e tem um forte impacto no ambiente humano e na tecnologia.

Entre as pesquisas em Geofísica Externa em andamento no INPE destacamos:

- Comportamento dinâmico da ionosfera de baixas latitudes e estudo da eletrodinâmica do sistema ionosfera - termosfera equatorial;
- Laboratório de previsão de clima geomagnético;
- Projeto Anomalia do Atlântico Sul;
- Medidas da camada de ozônio e de radiação ultravioleta.

O INPE é sem dúvida a Instituição brasileira com maior número de trabalhos na área de Geofísica Externa, com reconhecimento internacional. É importante que esta atividade, também realizada em escala menor e como "satélite" do INPE na UFRN, por alguns parâmetros a mais consolidada da Geofísica brasileira e de importância clara, receba do PADCT III os recursos necessários para a manutenção de sua excelência.

### A GEOFÍSICA ATUAL

O universo da Geofísica compreende um total de 167 pesquisadores, sendo 83 doutores, 33 mestres, 33 especializados e 27 graduados. Estes números só incluem o pessoal da PETROBRAS que trabalha em seu centro de pesquisas, o CENPES.

O número de alunos ativos somam 298, distribuídos entre 54 doutorandos, 69 mestrados, 66 Especializações e 109 graduandos. Na tabela 1 apresentamos dados associados à produção científica total das diversas Instituições que respondam ao questionário no período 1991-1994 (os dados para cada Instituição estão apresentados nos Anexos). Estes números são bastante superiores aos apresentados por Lourenço (1982), relativos a todo trabalho realizado em Geofísica no período anterior a 1979. Não foram incluídos relatórios internos de trabalho, predominante nas Empresas. Falta incluir dados de Instituições que não enviaram o questionário, o que deve significar um acréscimo máximo de 10% nos valores aqui apresentados referentes a pessoal e produtividade. A comparação destes números com o das demais áreas da Geociência seria interessante para compreensão dos progressos setoriais desde o início do PADCT em 1984.

periódicos internacionais	235
periódicos nacionais	210
capítulo de livros	17
livro publicado no exterior	1
comunicações em Congresso	903
teses de doutorado	42
dissertações de mestrado	125
patentes	7

**Tabela 1** - Produção científica e tecnológica da Geofísica 1991-1994

Embora os números sejam expressivos, o que se tem verificado é um decréscimo acentuado dos investimentos totais em Geofísica nesta década. A PETROBRAS, que investe cerca de 90% dos recursos em Geofísica no país, diminuiu seus recursos de investimentos do patamar dos US\$90.000.000,00/ano no fim da década de 80 para investimentos totais da ordem de US\$150 milhões no período 1991-1994, o que significa uma média de US\$37,5 milhões/ano. Na década de 80, a PETROBRAS aumentou seu quadro de cerca de 270 geofísicos em 1983 para 410 no início de 1990, contando em dezembro de 1995 com 392 geofísicos. A empresa não contratou um geofísico sequer desde o início do governo Collor em janeiro de 1990. O investimento na mineração brasileira caiu da fai-

xa de US\$160 milhões/ano antes da promulgação da Constituição de 1988 para valores da ordem de US\$60 milhões em 1993. As empresas ligadas ao governo (CPRM, Vale do Rio Doce-DOCEGEO, CBPM) também diminuíram progressivamente seus investimentos nesta década de 90. O mesmo vale para o Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT de São Paulo. Depois do governo Maluf no início da década de 80, quando deu origem à Paulipetro e os investimentos em prospecção de petróleo na bacia do Paraná foram consideráveis, o IPT vem progressivamente vendo seus recursos diminuir e seus equipamentos geofísicos atingindo a obsolescência. O número de empresas privadas brasileiras que atuam em geofísica diminuiu consideravelmente entre 1985 e os dias de hoje. De um mercado que contava com a Lasa, Encal, Prospec etc. como empresas de porte considerável que atuavam principalmente em aerogeofísica, o que se verifica hoje é um mercado extremamente instável onde as empresas, em sua maioria com sede no exterior, entram e saem do mercado brasileiro num ritmo bastante frenético e apresentando meia-vida inferior a 5 anos geralmente.

Como exemplo de empresas que deixaram o setor nos últimos anos encontram-se a Promon e a HGS. As principais Instituições e Universidade que atuam na área de Geofísica são a Universidade Federal do Pará - UFPa, a Universidade Federal da Bahia - UFBA, o Instituto Astronômico e Geofísico da USP-IAG/USP, o CNPq/Observatório Nacional, a Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE e a Universidade de Brasília - UnB. Atividade menor em Geofísica também é observada na Universidade Federal do Amazonas - UFAM, na Universidade Federal do Mato Grosso - UFMT. Os recursos alocados pelo PADCT I e II, da ordem de 12% do total de US\$50.000.000,00 destinados à Geociência e Tecnologia Mineral, embora importantes, não conseguiram promover a consolidação plena e a almejada excelência científica das Instituições de Pesquisa e Universidade. As dificuldades de contratação enfrentadas pela maioria dessas Instituições e Empresas, aliadas ao baixo salário pago a pesquisadores e professores e profissionais que atuam em Geofísica, que não estimulam a profissão e conseqüentemente não atraem talentos. Outro problema decorrente é o envelhecimento dos quadros e a transferência dos conhecimentos. Esse quadro é claro no INPE, CNPq/ON e PETROBRAS pelo menos, atingindo grau variado nas Universidades. A situação do pessoal técnico não é melhor nas Universidades e Instituições de Pesquisa. Há

carência de pessoal para a informática, eletrônica, levantamento de campo, laboratórios. São todos da maior importância para a atividade geofísica, que pode depender da solução de problemas complexos só resolvidos com estações de trabalho de grande capacidade e que requerem assistência integral especializada. A operação e a manutenção de instrumentos geofísicos requerem conhecimentos eletrônicos especializados e os trabalhos de campo são imprescindíveis na maioria dos estudos geofísicos. É absolutamente fundamental que o PADCT III venha a contribuir efetivamente na solução desses problemas, permitindo a contratação de pessoal qualificado pelo tempo de duração dos projetos. É reconhecido que a solução definitiva pertence a outras esferas de decisão do país. Por outro lado, muitos projetos poderão nem vir a ser submetidos ao PADCT se contratação de pessoal não puder ser contemplada.

O quadro atual é complexo, pois tem menos mais dois cenários. Por exemplo, as mudanças já aprovadas na Constituição Federal que afetam o setor mineral (Art. 171 - definição de empresa brasileira de capital nacional e Art. 176 - restrição aos direitos de lavra e prospecção) claramente já provocaram movimentos no setor e apontam para entrada de investimentos externos maciços nos próximos anos. Foi aprovado também o fim do monopólio do petróleo pela PETROBRAS e no momento se aguarda a legislação que definirá as formas de atuação de outras empresas de petróleo no mercado. Apesar das incertezas atuais vividas no setor de petróleo, é possível que o mesmo venha a contar com mais recurso do que os despendidos pela PETROBRAS nos anos recentes. Em ambos os casos, e no caso do setor mineral já bem sinalizado, deverá haver necessidade de recursos humanos acima do existente e da capacidade atual de formação.

## RECURSOS PARA A GEOFÍSICA NO PADCT III

Abaixo estão descritos os recursos necessários a um funcionamento próximo do ideal das várias Instituições e Universidades que atuam em Geofísica que atuam no Brasil, nos itens descritos no Documento Básico do PADCT III.

### Integração Universidade–Empresa

A integração Universidade – Empresa pode ser considerada razoável nas atividades em Geofísica no Brasil. Exemplos maiores são o programa de geofísica aplicada a petróleo da PPPG/UFBA e o programa de geofísica de poço da UFPa, ambos em cooperação com a PETROBRAS, con-

templando a formação de recursos humanos e a pesquisa. Infelizmente esses programas de integração vêm sofrendo com a falta de renovação dos quadros da PETROBRAS. Existem vários outros exemplos envolvendo empresas de mineração e as Universidades. Ainda assim, aponta-se para uma necessidade de articulação entre as duas partes e talvez a participação nessa intermediação pela SBGf, que congrega a comunidade acadêmica e empresarial que atua em Geofísica, seja um fator importante para o sucesso dessa integração. Acreditamos que uma maior divulgação dos programas de incentivo fiscais ao desenvolvimento tecnológico do governo federal (Leis 8.661/93 e 8.248/91) possa estimular a participação das empresas.

A maior parte das pesquisas integrando Empresa e Universidade deve ser formulada na área de Geofísica de Exploração, nas várias linhas já descritas anteriormente. Projetos de pesquisa básica envolvendo os dois grupos não devem ser descartados, mas certamente serão em menor número. *Sugerimos recursos totais da ordem de US\$3.750.000,00 para projetos que visem a integração Universidade – Empresa. Na média, isto significa o apoio a até 15 projetos de valores individuais da ordem de US\$250.000,00 ao longo de 5 anos. Estes números nos parecem razoáveis e passíveis de serem efetivamente aplicados.*

### Projetos de Pesquisa e Desenvolvimento

Os projetos de pesquisa e desenvolvimento devem contemplar pesquisas básicas e aplicadas nas áreas de Geofísica da Terra Sólida, Geofísica de Exploração e Geofísica Externa, todas já descritas no item Áreas de Atuação. Sugerimos recursos totais da ordem de US\$6.500.000,00 para Projetos de Pesquisa e Desenvolvimento. Isso seria suficiente para atender cerca de 13 projetos de US\$500.000,00 cada, podendo ser metade custeio e metade capital, ao longo dos 5 anos previstos para o PADCT III, cifras que também julgamos adequadas para produzir o impacto que se espera

### Formação de Recursos Humanos

Tendo em vista o cenário descrito anteriormente, são necessários recursos para a formação de recursos humanos com ênfase em geofísica de exploração mineral e energética e geofísica aplicada ao meio ambiente. É importante fomentar a cooperação e intercâmbio científico com o Canadá, Austrália e África do Sul, principais detentores da tecnologia em pesquisa mineral. Sugerimos recursos totais da ordem de US\$2.400.000,00, o que

atenderiam até 8 cursos de pós-graduação com a quantia de US\$300.000,00 cada. Esses recursos contemplariam principalmente a manutenção e formação de novos cursos de especialização e aperfeiçoamento, contratação de docentes, estágios e visitas técnicas no país e exterior, intercâmbios científicos e tecnológicos, realizações de encontros e "Workshops" etc.

#### Manutenção e Complementação de Infra-estrutura

Os recursos solicitados neste item são para atender diversas pesquisas novas ou em andamento nas áreas de Geofísica da Terra Sólida, Geofísica de Exploração e Geofísica Externa. Consistem basicamente:

- (i) na atualização do conjunto de equipamentos geofísicos, em alguns casos em estado de obsolescência. Podemos incluir gravímetros, magnetômetros, resistivímetros, GPR, sismógrafos, equipamentos para prospecção eletromagnética, polarização induzida, perfilagem de poços, equipamentos TEM e magnetotelúricos, rastreadores GPS, ionossondas, radares etc;
- (ii) na aquisição de equipamentos de informática: microcomputadores, estações de trabalho, servidores científicos de processadores paralelos, de larga aplicação nas várias áreas da Geofísica;
- (iii) na implementação de laboratórios de propriedades físicas e elásticas das rochas, laboratórios de eletrônica, observatórios geomagnéticos, observatório geotérmico, observatório geodinâmico e
- (iv) na contratação de pessoal técnico de nível superior e médio, para atender necessidades dos laboratórios, informática e levantamentos de campo.

Sugerimos recursos totais no valor de US\$8.200.000,00, assim distribuídos:

- (i) equipamentos geofísicos US\$1.950.000,00 - equivalentes a 13 projetos de US\$150.000,00 cada, ao longo de 5 anos.
- (ii) equipamento de informática: US\$1.950.000,00 - equivalentes a 13 projetos variando de US\$150.000,00 cada, ao longo de 5 anos.
- (iii) laboratórios e observatórios: US\$1.300.000,00
- (iv) contratação de 8 técnicos de nível superior e 16 técnicos de nível médio: US\$3.000.000,00 (salários médios de US\$2.000,00 e US\$700,00, respectivamente por 5 anos). Note que a utilização de projetos médios é só um exercício. As necessidades das Instituições mais consolidadas são certamente diferentes dos centros emergentes nos vários itens. Essa observação é pertinente também para os outros itens de apoio contidos neste documento.

É importante notar que a Geofísica permeia várias das áreas de atuação destacadas no Documento Básico do PADCT III, em especial processos geológicos, geologia marinha, geologia de engenharia, caracterização de minérios, meio ambiente, hidrogeologia etc; de forma que pode haver superposição nas estimativas das necessidades levantadas pela demais sociedades científicas.

Foi discutida por representantes das Instituições que atuam em Geofísica a possibilidade de criação de um Laboratório Nacional de Instrumentos Geofísicos, que viria ser o depositário de um conjunto considerável de instrumentos geofísicos, para utilização gratuita por Institutos de Pesquisa e Universidades e alugados à Empresas. Este "pool" de equipamentos contaria com 1 Engenheiro e 4 a 5 técnicos de nível médio, responsáveis pela manutenção e operação dos equipamentos. Os empréstimos, aquisição de equipamentos e até eventuais desenvolvimentos em instrumentação geofísica seriam coordenados por um comitê científico formado por representantes das Instituições que atuam em Geofísica no país. Reconhece-se a importância de tal Laboratório, que significaria uma maior otimização do uso dos equipamentos, ao mesmo tempo que se vislumbram dificuldades na sua implementação. De toda forma, o assunto está sendo levado à consideração de parcela mais ampla da comunidade geofísica e sua eventual implementação dependeria muito dos recursos do PADCT III.

#### Manutenção, Ampliação e Modernização

São solicitados recursos no valor total de US\$1.300.000,00 para atender despesas de bibliotecas: periódicos, livros técnicos, material bibliográfico em geral, o que equivale a 13 projetos de US\$100.000,00 cada, ao longo de 5 anos. As bibliotecas das Instituições têm sofrido problemas de continuidade em face da observada falta de recursos nos anos recentes.

#### Quadro dos valores totais sugeridos para a Geofísica Valores em US\$ dólares

Integração Universidade - Empresa	3.750.000,00
Projetos de Pesquisa e Desenvolvimento	6.500.000,00
Formação de Recursos Humanos	2.400.000,00
Manutenção e Complementação de Infra-estrutura	8.200.000,00
Manutenção, Ampliação e Modernização de Bibliotecas	1.300.000,00
Valor total:	US\$22.150.000,00

*É importante ressaltar que a Geofísica permeia várias das áreas de atuação destacadas no Documento Básico do PADCT III, em especial Processos Geológicos, Geologia Marinha, Geologia de Engenharia, Caracterização de Minérios, Meio Ambiente, Hidrogeologia etc; de forma que pode haver superposição nas estimativas das necessidades levantadas pelas demais Sociedades científicas.*

## CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Algumas recomendações da comunidade geofísica ao PADCT III são apresentadas a seguir. Pleiteamos a participação de mais geofísicos nos comitês de avaliação e julgamento dos projetos. É verificado que a ciência alcançou um elevado grau de sofisticação e complexidade, estando distribuída em várias sub áreas. Dessa forma, a presença de poucos especialistas em Geofísica nos comitês geralmente não cobrem adequadamente o espectro dos projetos propostos. Além disso, sugere-se que os membros escolhidos para compor os Comitês sejam pesquisadores/profissionais produtivos na sua especialidade e de mérito incontestado, mesmo que para isso seja necessário recorrer à comunidade internacional.

Outro ponto levantado diz respeito a projetos multi-institucionais. A comunidade geofísica entende que é preciso estabelecer mecanismos que viabilizem efetivamente a apresentação de projetos multi-institucionais, de difícil operacionalização nos PADCT I e II. Entende também que a parceria entre Universidade e Empresa vai necessitar um PADCT III bem mais ágil que os precedentes PADCT I e II.

A Geofísica brasileira precisa de investimentos maciços se pretender contribuir com sucesso no desafio de conhecer nosso subsolo e promover o aumento das reservas minerais e energéticas do país. Não menos importante é a preservação do meio-ambiente e a pesquisa de água subterrânea. Se os recursos aqui solicitados forem efetivamente aprovados e liberados de forma regular ao longo dos próximos anos, não temos dúvida que a Geofísica brasileira estará ocupando um lugar de destaque no cenário internacional já no início do próximo milênio. Havendo vontade política, não temos dúvida também que o avanço técnico-científico a ser alcançado possa ser traduzido em benefícios importantes para a Sociedade Brasileira.

Rio de Janeiro, 30 de janeiro de 1996.

# 8

## VO CONGRESSO VENEZOLANO DE **Geofísica**

PARTICIPACION Y  
DESARROLLO

Maracaibo  
VENEZUELA

del  
01  
al 05  
de Diciembre  
**1996**