

# PROPOSTA DO COMITÊ DE AEROGEOFÍSICA AO FÓRUM PARA O DESENVOLVIMENTO DE MÉTODOS PARA A EXPLORAÇÃO MINERAL NA AMAZÔNIA

## Comitê *Ad hoc* Plataforma EXMIN/Amazônia

*Estão aqui apresentadas as análises, opiniões, conclusões e recomendações do Comitê de Aerogeofísica do Projeto Plataforma EXMIN/Amazônia, resultantes das discussões levadas a cabo entre 13 e 15 de março de 2000. Representam o consenso obtido por pesquisadores e especialistas em aerogeofísica provindos de entidades de governo, empresas, universidades e centros de pesquisa no que tange à aplicação de técnicas e metodologias baseadas em magnetometria, gamaespectrometria e gravimetria aerotransportadas ao mapeamento geológico, à identificação de estruturas geológicas profundas e à exploração mineral/petrolífera na região amazônica.*

## INTRODUÇÃO

O Comitê de Aerogeofísica do Projeto-Plataforma EXMIN/Amazônia reunido no Torre Palace Hotel, em Brasília, entre 13 e 15 de março de 2000, procedeu a análise crítica da sub-área, incluindo os levantamentos aerogeofísicos básicos existentes e a serem executados na Amazônia, havendo acertado os tópicos que se seguem.

Participaram da reunião deste Comitê profissionais advindos de universidades, empresas (exploração, mineração e serviços) e órgãos governamentais, a saber:

Augustinho Rigoti - UFPR  
Augusto César Bittencourt Pires - UnB  
Kyoshi Kadokaru – DOCEGEO  
César Marinho da Costa – LASA  
Cleomar Fernandes de Souza -  
PETROBRÁS  
Eder Cassola Molina – USP  
João Batista Corrêa da Silva – UFPA  
Keith Martin – WMC  
Marcelo Vieira de Araújo - CPRM  
Onildo João Marini – ADIMB  
Orlando Araújo - CPRM/PA  
Roberto A. V. Moraes - UnB  
Roberto Gonçalves de Souza Filho -  
ANGLOGOLD  
Sérgio Augusto Moraes Machado - Anglo  
American  
Sérgio Bueno Vieira - PHELPS DODGE  
Wladimir Shukowski – USP

As discussões desenvolvidas durante o período de reunião deste Comitê resultaram no presente relatório, o qual foi preparado por Roberto A. V. Moraes e Onildo J. Marini, com colaboração de Orlando Araújo, Augusto César Bittencourt Pires, Rubens Rulli e Luiz Bizzi.

## Diagnóstico Técnico-Científico

Da análise crítica comparativa com países com ambientes geológicos antigos e de alto potencial mineral similares ao Cráton Amazônico, constatou-se ser a Amazônia a região do planeta mais carente de levantamentos aerogeofísicos e, portanto, a de pior conhecimento geológico, daí ser chamada “a última fronteira mineral do planeta”. Esta situação resulta dos insuficientes e já antigos aerolevantamentos públicos realizados na região, conseqüência da pouca atenção dada aos mesmos nas últimas décadas pelo governo federal.

Países mineiros concorrentes, como Austrália, Canadá e África do Sul (e mesmo a Namíbia), têm seus territórios cobertos por levantamentos aerogeofísicos – MAG e GAMA com linhas espaçadas de 1.000 metros ou menos, e suas províncias minerais cobertas por aerogeofísica em linhas de até 250 metros de espaçamento. Em distritos mineiros, além dos métodos já citados, a eletromagnetometria aérea contribui para o mapeamento geológico de detalhe e permite a localização direta dos alvos para exploração mineral.

Embora cerca de 50% da Amazônia tenha sido alvo de algum tipo de levantamento aerogeofísico

público, a cobertura existente foi conseguida nas décadas de 70 e 80. Tratam-se de levantamentos com linhas de vôo espaçadas de 2.000 metros ou mais, com posicionamento precários, alturas de vôo variáveis e equipamentos hoje obsoletos, cujos registros analógicos e digitais acham-se, em grande parte, danificados ou perdidos.

Dos sistemas de navegação utilizados nos vôos anteriormente a 1992 resultava num rudimentar posicionamento dos pontos de medição (não raro com erros de até 2km) e em distorções na representação dos campos geofísicos medidos. A gamaespectrometria nas décadas de 70 e 80 usava cristais detetores pequenos, da ordem de 1.000 polegadas cúbicas, não possuía sistema adequado de calibração das emissões de U, Th e K e não registrava o espectro total da emanção natural; o que tornava suas informações precárias quando comparadas com o potencial e precisão desta ferramenta na atualidade.

A realização de aerolevantamentos com magnetometria - MAG e gamaespectrometria - GAMA, com o estado-da-arte desses métodos em toda a Amazônia, incluindo o re-levantamento progressivo das coberturas antigas, representa ação prioritária e indispensável para que se adquira um conhecimento mínimo da geologia e, conseqüentemente, do real potencial da Amazônia em recursos minerais, capaz de tornar a região atrativa para os investimentos de alto risco de exploração mineral e petrolífera.

A aerogravimetria – GRAV constitui-se em tecnologia nova, ainda pouco usada e que necessita de testes quanto ao seu potencial de uso direto na prospeção mineral. Em se revelando positiva, será um instrumento extremamente útil, especialmente nas regiões impenetráveis da floresta tropical virgem. Como metodologia para detecção de estruturas regionais, o bom desempenho da aerogravimetria já se acha comprovado, podendo rapidamente e a baixo custo contribuindo para o conhecimento do arcabouço profundo dos escudos antigos e das bacias sedimentares, de grande utilidade para definir ambientes mais favoráveis à exploração mineral. Esta capacidade é ampliada quando associada à magnetometria.

Na eliminação dos gargalos e das deficiências técnico-científicas que dificultam e oneram a exploração mineral e petrolífera na Amazônia tem-se, pois, na geofísica aerotransportada seu principal, mais econômico e mais rápido instrumento. Isto porque esta metodologia possui características capazes de rapidamente vencer os principais entraves oferecidos pela selva virgem, em especial: a impenetrabilidade dos

amplos interflúvios; a dificuldade de orientação; a grande morosidade da locomoção na floresta; a grande carência de afloramentos; as enormes distâncias e a precária infra-estrutura.

A estratégia aerogeofísica, em vista da rapidez na execução, da homogeneidade da cobertura; precisão de posicionamento dos dados que lhe confere atualmente o GPS; extraordinário potencial interpretativo de seus registros (magnéticos, radiométricos, eletromagnéticos, gravimétricos e de relevo), constitui-se em instrumento essencial para, a curto prazo, incrementar significativamente o conhecimento geológico na Amazônia.

O potencial da aerogeofísica, também como geradora de informações capazes de levar diretamente à detecção de depósitos minerais na Amazônia, foi cabalmente comprovado com a descoberta dos importantes jazimentos de Cu/Au da região de Carajás.

Com base no acima exposto o Comitê de Aerogeofísica propõe, entre levantamentos básicos, estudos e formação de pessoal, investimentos na Amazônia da ordem de apenas US\$ 70 milhões, a serem aplicados na primeira década deste milênio.

## CONCLUSÕES

Os levantamentos de magnetometria aérea cobrem cerca de 80% das bacias sedimentares amazônicas. Foram adquiridos pela Petrobrás em vôos realizados a altitude constante porém variável entre eles, e têm espaçamento médio de 3 km entre linhas de amostragem.

Nas áreas de terrenos dos escudos pré-cambrianos os levantamentos magnetométricos aéreos foram acompanhados concomitantemente pelos de gamaespectrometria (respostas discriminadas das famílias do potássio, do urânio e do tório). Cobrem esparsa e irregularmente menos de 50% da extensão areal destes terrenos. As informações geofísicas foram coletadas em vôos realizados a uma altitude nominal da ordem de 150 m sobre a superfície sobrevoada, ao longo de linhas de vôo com espaçamento médio de 2 km ou mais.

Ambas as coberturas geofísicas foram adquiridas principalmente nas décadas de 1970 e 1980, em vôos efetivados com navegação visual sobre planejamentos feitos em mosaicos radargramétricos, auxiliada vez por outra por radar de efeito Doppler. A recuperação dos trajetos voados foi realizada com auxílio de registros fotográficos obtidos por câmara de rastreamento. Com isto,

o posicionamento dos pontos de amostragem é precário, quando comparado aos obtidos atualmente por satélites de posicionamento global (GPS). As superfícies representativas de seus campos físicos de amostragem mostram distorções de até 2 km quando comparadas a levantamentos terrestres de detalhe.

Os dados de gamaespectrometria estão apresentados em unidades relativas (contagens por segundo – cps) e não em termos de equivalentes (canais do urânio e do tório) ou porcentagens (canal do potássio), o que torna imprecisa a correlação de seus resultados não só entre levantamentos diferentes, como até mesmo dentro de um mesmo levantamento quando adquiridas por plataformas distintas.

Os dados magnetométricos já foram objeto de pelo menos uma integração regional, feita sob patrocínio da Petrobrás em 1993. Com relação aos gamaespectrométricos, está sendo feito esforço neste sentido sob patrocínio da CPRM. Em ambos os casos trata-se da integração de mosaicos representativos de situações individuais diversas em termos de alvos, precisão e estado da arte das informações geofísicas integradas. Ainda mais, representam coberturas fragmentárias, com muitas falhas relativas a áreas ainda não levantadas, o que dificulta seu uso sistemático e regionalizado.

Existem apenas dois levantamentos aerogravimétricos regionais na Amazônia, realizados pela PETROBRÁS no Alto Xingu e Alto Tapajós. A aerogravimetria constitui-se, porém, em ferramenta capaz de rapidamente definir a estruturação maior dos escudos e bacias, tendo sido usada extensivamente em alguns países (Namíbia, por exemplo).

Há necessidade de testar-se o emprego da aerogravimetria diretamente na exploração mineral em janelas estratégicas com bom controle no terreno, tanto nas bacias sedimentares, como nos terrenos pré-cambrianos de elevado potencial. Estes testes poderão ser viabilizados com recursos do governo e da iniciativa privada.

O conjunto de levantamentos aerogeofísicos existentes na Amazônia representa uma infra-estrutura em geofísica regional cujo estado atual, extensão areal que cobre e significado geológico é claramente marginal àquela oferecida aos investidores das indústria de mineração pelos maiores países competidores - Canadá, Austrália e África do Sul.

Faltam, além disso, integrações destas informações à geologia conhecida que transforme as diferentes assinaturas geofísicas determinadas em produtos que melhorem o estado do conhecimento

geológico regional relativos às litofácies, estruturas e tectônica.

Vale mencionar que muitas das peculiaridades da região amazônica em termos de solo, clima e floresta (fatores que influenciam sabidamente na gamaespectrometria); de posição desta área em relação ao eletrojato equatorial (que tem influências na magnetometria) só foram marginalmente estudadas.

No que se refere a organizações técnico-científicas, não existem no Brasil centros de pesquisa governamentais em exploração mineral, similares aos *CSIRO - Mineral Exploration* da Austrália e África do Sul, os quais dedicam-se ao desenvolvimento de métodos, de equipamentos e a estudos outros visando exclusivamente subsidiar as empresas de prospeção mineral.

Observa-se também ausência no Brasil de centros de pesquisa cooperativos tripartites (governo/universidade/empresa) em exploração mineral, a exemplo dos *CRCs (Cooperative Research Center)* criados pelo governo australiano.

No Serviço Geológico do Brasil (CPRM) constata-se, em especial na Amazônia, a total carência de pessoal especializado na interpretação e integração geofísicas dos métodos abordados. A carência em aeronaves e equipamentos de aerogeofísica nessa instituição, mesmo a nível nacional, é também total. Esta é uma situação ímpar entre os serviços geológicos nacionais.

De um modo geral, a capacidade operacional nas poucas instituições acadêmicas que atuam em geofísica, no plano nacional, é suficiente às atividades normais de pesquisa em geofísica aplicada. Esta razoável capacitação resultou de programas de apoio à capacitação clássica de pessoal (CNPq, CAPES e FAPESP) e de programas de fomento do MCT (principalmente CNPq, FINEP, FAPESP e PADCT) que as instrumentou. Na região amazônica a capacidade instalada na área acadêmica, especificamente em aerogeofísica, é muito débil.

As empresas nacionais prestadoras de serviços de aerolevantamentos estão razoavelmente capacitadas para obtenção e processamento de dados no estado da arte dos centros mais desenvolvidos, com os quais possuem acordos de cooperação.

## RECOMENDAÇÕES

Em vista das conclusões chegadas pelo Comitê, propõe-se:

- Complementar a cobertura aerogeofísica em magnetometria e gamaespectrometria de modo a

cobrir toda a região amazônica com linhas espaçadas de pelo menos 1.000 metros, com o estado da arte nestes métodos em termos de aquisição e processamento.

- Fazer a cobertura da aeromagnetometria e aerogamaespectrometria de todas as províncias minerais e distritos mineiros, em linhas de vôo espaçadas de 500 metros ou menos.
- Recobrir, progressivamente, com linhas espaçadas de 1.000 metros, áreas voadas anteriormente a 1992, de modo a fornecer novos dados.
- Liberar todos os dados dos aerolevamentos em meio digital, a custo mínimo, à medida em que forem sendo obtidos, antes mesmo da geração das cartas temáticas oficiais, permitindo assim sua utilização imediata pelos interessados.
- Garantir que o Programa de Aerolevamentos da Amazônia – PAA (SMM/CPRM-2000) seja concluído e expandido para outras áreas da região amazônica o mais breve possível, visto constituir-se num programa estratégico para o setor mineral e um primeiro passo de apoio político ao setor na Amazônia.
- Realizar transectas regionais de aerogravimetria cortando os escudos e as bacias com o objetivo de identificar as estruturas maiores, condicionadoras em geral de depósitos minerais/petrolíferos.
- Fomentar e apoiar os programas e projetos de pesquisa técnico-científicas aplicada sugeridos neste documento, no sentido de melhorar o entendimento dos métodos aerogeofísicos e de seus condicionantes na região amazônica.
- Viabilizar a formação clássica e continuada de pessoal em aerogeofísica em todos os seus níveis.
- Aumentar a disponibilidade de dados aerogeofísicos na região através da criação de mecanismos legais que viabilizem a abertura de dados de aerogeofísica de empresas privadas.
- Reforçar quantitativa e qualitativamente o pessoal técnico da CPRM, bem como oferecer atrativos capazes de fixá-lo na região amazônica.
- Viabilizar centros, consórcios e/ou grupos cooperativos de pesquisa que possam somar os conhecimentos acadêmicos e empresariais no estudo objetivo dos ambientes mais promissores da região amazônica e de seus depósitos minerais.
- Divulgar os resultados do Projeto-Plataforma EXMIN/Amazônia junto à comunidade internacional de investidores no setor mineral e aos formadores de opinião, através de um portal de alta qualidade a ser criado na Internet.

## DETALHAMENTO DA PROPOSTA

### Bacias Paleozóicas

#### *Estado Atual*

Os levantamentos básicos de magnetometria aérea nas Bacias Paleozóicas foram realizados em épocas diferentes pela Petróleo Brasileiro S/A - PETROBRÁS e cobrem cerca de 80% da área ocupada por estas. Embora usassem em suas épocas procedimentos e equipamentos no estado da arte de então, a navegação era visual, sobre planejamento realizado em mosaicos radargramétricos, auxiliada por radar baseado no efeito Doppler. A recuperação dos trajetos efetivamente seguidos pela plataforma aerogeofísica era feito usando-se registros em filme de 35 mm obtidos por câmara de rastreamento instalada no bojo da aeronave. Seguindo-se padrões comumente empregados pela indústria do petróleo, os vôos foram conduzidos a altitudes constantes. Estes tiveram diferentes objetivos e alvos e, conseqüentemente, neles foram empregados espaçamentos, direções de linhas de vôo e altitudes variadas.

Durante a fase em que os diversos levantamentos se efetivaram toda uma geração de magnetômetros foi usada. Embora este fato haja pouco influenciado a qualidade e a precisão dos levantamentos em pauta, foram empregados desde magnetômetros antigos, tipo janela de fluxo (*fluxgate*), até aqueles de absorção óptica, recentes, passando pelo de precessão protônica livre. O que realmente condicionou e mais limita a serventia atual destes levantamentos é, primeiramente, os espaçamentos entre as linhas de amostragem, muito abertos e regionalizados para as necessidades atuais e, principalmente, o posicionamento das informações coligidas.

Além de bastante distorcidos, os mosaicos radargramétricos empregados na navegação representam um tipo de imageamento diferente daquele obtido pelas câmaras de rastreamento, usado na recuperação. Com isto o reconhecimento de detalhes comuns nos dois rastreamentos torna-se bastante difícil. Há trechos ao longo das linhas de vôo com mais de vinte quilômetros sem que este reconhecimento haja ocorrido. Nestes intervalos o posicionamento foi obtido por interpolação linear entre os pontos identificados, independentemente das variações em velocidade da plataforma.

Assim, há problemas com posicionamento dos pontos de amostragem. Estes podem, ocasionalmente,

estarem deslocados de até 2 km de suas posições verdadeiras conforme constatado em medições de detalhe feitas em superfície. Este problema afeta principalmente os levantamentos anteriores a 1992, quando o posicionamento passou a ser feito por satélite (GPS).

O espaçamento entre as linhas de amostragem é outro ponto que depõe contra a utilidade atual desta cobertura. Situa-se entre 3 e 6 km e está, assim, sintonizado para alvos que representam no embasamento da bacia. Foi esquecido o fato de que os diversos níveis de soleiras e os diques de diabásio existentes necessitam espaçamentos da ordem de 500 m para serem melhor definidos.

#### *Propostas de Projetos de Pesquisas e de Levantamentos Aerogeofísicos*

A complementação da cobertura magnetométrica nas áreas das bacias Paleozóicas deverá ser feita por aerolevantamentos com espaçamento entre linhas de amostragem de 500 metros ou menor. Aconselha-se que a direção das linhas de amostragem situe-se o mais próximo possível do norte-sul magnético, direção de maior variação do campo magnético nas baixas latitudes magnéticas da Amazônia.

Dever-se-á atentar para o uso uma altitude de vôo uniforme (250 metros), evitando-se, assim, que esta varie desproporcionalmente ao longo da área de interesse. O planejamento das operações deverá abranger e ultrapassar os limites físicos das bacias, adentrando o embasamento vizinho à estas.

O uso de navegação e posicionamento por satélite, como aqueles de posicionamento global (GPS), no modo diferencial (DGPS), com controle altimétrico feito por radar altímetro e por laser possibilitará dar precisão locacional e discriminar melhor as topografias do topo da floresta e do solo. Durante as medições dever-se-á, igualmente, utilizar uma rede de estações-base mais densa para que se controle melhor as variações produzidas localmente pela atividade eletromagnética na ionosféra.

As áreas prioritárias para esta ação seriam, inicialmente, aquelas ainda não contempladas por aerolevantamentos (espaços vazios). Posteriormente dever-se-á re-levantar as demais áreas, à medida que os conhecimentos proporcionados por estes dados se fizerem necessários.

Dever-se-á estudar a possibilidade de se contemplar a região de borda das bacias com vôos a altura nominal de 100 m e utilizar então a amostragem

simultânea da gamaespectrometria no trecho onde este padrão de vôo for viável, face aquele à altitude constante nas áreas interioranas.

#### *Projetos, Propostas e Fontes de Recursos*

##### 1- Magnetometria - MAG

##### 1.1- Programa Complementação da Cobertura Magnetométrica nas Bacias Sedimentares

Nos moldes assinalados no item anterior, proceder os aerolevantamentos em duas etapas:

1ª Etapa: Levantamentos em área prioritária da Bacia do Solimões, em linhas espaçadas de 250 metros e altitude de vôo constante.

*Recursos:* US\$ 4.700.000,00

*Fonte:* ANP/PETROBRÁS

*Execução:* Empresas prestadoras de serviços de aerogeofísica.

2ª Etapa: Levantamento e re-levantamento de magnetometria em todas as bacias, com espaçamento de 500 metros, incluindo áreas cratônicas de suas bordas

*Recursos:* US\$ 9.600.000,00 - bordas

US\$ 13.900.000,00 - bacias

US\$ 23.500.000,00

*Fonte:* ANP.

*Execução:* Empresas de serviços de aerogeofísica.

Total das duas etapas: US\$ 28.600.000,00

##### 1.2- Projeto Retomada do Estudo do Campo Geomagnético do Brasil.

A estrutura do campo geomagnético no Brasil e suas variações temporais são caracterizadas a partir de dados coletados em observatórios geomagnéticos (apenas um, Tatuoca-PA, na região amazônica) e de estações de monitoramento temporário. Cabe ao ON/CNPq a realização destes estudos, suas integrações, seus arquivamentos e a divulgação correspondente.

Este conhecimento é fundamental para a obtenção de levantamentos magnetométricos de qualidade na região, na qual está localizado o equador magnético, com todas as suas perturbações.

Neste sentido é fundamental a coleta de dados e de seu processamento para a obtenção do modelo de campo geomagnético do Brasil, de Mota e Barreto (1985), através do Observatório Nacional (ON-CNPq).

*Recursos:* US\$ 28.500,00 / ano (só custeio)

*Fontes :* ANP e MCT/ON-CNPq.

*Execução:* ON.

## 2 – Gravimetria - GRAV

### 2.1 - Projeto Levantamento Teste de Aerogravimetria na Bacia do Solimões

O uso da gravimetria aerotransportada como instrumento na avaliação das bacias deverá ser melhor estudado. Para tanto, sugere-se a realização de levantamento piloto em área onde haja bom controle de sísmica e gravimetria terrestres, com cerca de 50 km x 30 km, compreendendo 4.000 km lineares de perfis, na Bacia do Solimões.

Sugere-se que sejam feitos numa mesma região dois levantamentos distintos, usando-se plataformas aéreas de asa fixa e de asa móvel (avião e helicóptero), para que se possa aferir a validade, precisão e resolução em ambos os casos. Os testes deverão ser feitos com linhas de amostragem espaçadas da ordem de 500 m.

Esse levantamento tem como objetivo principal testar a exequibilidade do emprego da aerogravimetria de forma sistemática na resolução espacial de anomalias e de seus significados geológicos.

Pode-se pensar em operações casadas entre a ANP, as empresas executoras e universidades, para facilitar a entrada dos equipamentos e diminuir os custos finais do projeto.

#### *Recursos*

Levantamento com avião:

US\$ 475.000,00

Levantamento com helicóptero:

US\$ 1.142.000,00

US\$ 1.617.000,00

*Fonte:* ANP e PETROBRÁS

*Execução:* Empresas de serviços de aerogeofísica e universidades.

### 2.2 – Re-interpretação dos Dados de Aerogravimetria dos Projetos Alto Tapajós e Alto Xingu

Objetivando a identificação de estruturas profundas e agregação de informações adicionais aos mapas geológicos, sugere-se o tratamento e interpretação geológica dos projetos de aerogravimetria regional realizados pela PETROBRÁS no Alto Xingu e Alto Tapajós. Tais estudos poderão ser realizados

por pesquisadores acadêmicos, uma vez que a ANP libere os dados relativos aos referidos projetos.

*Recursos:* US\$ 35.000,00 (só custeio)

*Fontes :* CNPq, FAPESP.

*Execução:* Universidades.

## Nos Escudos

### *Estado atual*

A cobertura nos escudos antigos da Amazônia, em termos de geofísica aerotransportada, é composta por uma série de levantamentos onde foram medidos a intensidade do campo magnético terrestre e a emissão natural da radiação gama. Cobre cerca de 50% da área de escudos da Amazônia e padece dos mesmos males já apontados para o caso da cobertura magnetométrica das bacias.

Os levantamentos da cobertura existente foram patrocinados predominantemente pelo Departamento da Produção Mineral – DNPM, e secundariamente pela Comissão de Energia Nuclear – CNEN/Empresas Nucleares Brasileiras – NUCLEBRÁS e pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM, e executados, em grande parte, sob a coordenação da CPRM.

São em geral levantamentos antigos, a maioria efetuados na década de 1970 com navegação visual nos mesmos moldes já descritos, e portanto com os mesmos problemas de posicionamento já mencionados. A diferença com relação àqueles feitos sobre as bacias sedimentares, é que tiveram seus dados coligidos a uma altura nominal da ordem de 150 m sobre a superfície do terreno sobrevoado (*drape flight*), permitindo assim o registro, concomitantemente, da radiação gama.

As informações geofísicas foram coletadas na maior parte dos casos ao longo de linhas de vôo com direção geral norte-sul geográfico, espaçadas de 2 km e, mais raramente, 4 km.

Os dados magnetométricos foram adquiridos com os equipamentos já mencionados. Os da emissão natural da radiação gama o foram na forma de janelas energéticas correspondentes aos fotopicos de elementos das famílias das séries de desintegração atômica pertinentes ao Potássio (K 40), ao Urânio (Bi 214) e ao Tório (Tl 208) e de uma banda energética entre 0,6 milhões de eletrons-volts (MeV) e 3,0 MeV, denominada contagem total, em termos de uma unidade relativa (a contagem por segundo ou CPS). Esta se refere ao número de desintegrações que atingiram o

detetor em suas bandas energéticas, em cada segundo.

Os levantamentos gamaespectrométricos antigos pecam pela falta de calibração das repostas discriminadas em termos de equivalentes (ppm) no caso do Urânio e do Tório e de porcentagem, no caso do Potássio. Isto torna bastante difícil a correlação das respostas entre levantamentos diferentes, ou até mesmo dentro de um mesmo levantamento quando coletadas por equipamentos de plataformas diferentes. Hoje existem no país facilidades para calibração dos gamaespectrômetros.

Os cristais detetores usados nas décadas de 70 e 80 eram de pequeno volume, cerca de 1.000 polegadas cúbicas, quando comparados aos de uso corrente, cerca de 2.000 polegadas cúbicas. O controle do nível da radiação de fundo era bem mais precário que o atual, que usa um cristal com sensibilidade apenas para radiações provenientes de cima .

Outro fato importante a considerar é que atualmente registra-se o espectro entre 0,6 MeV e 3,0 MeV discriminado em 256 (ou 512) janelas, o que possibilita o processamento em termos do espectro das emanações naturais e não de janelas discriminadas como nos dados acima referidos.

Por fim, alguns dos levantamentos que compõem esta cobertura, mormente aqueles feitos sobre a égide da Nuclebrás, não dispõem mais dos dados digitais o que os tornam imprestáveis para qualquer trabalho futuro.

### *Proposições para Novos Projetos e Fontes de Recursos*

#### 3 - MAGNETOMETRIA E GAMAESPECTROMETRIA

##### *3.1 - Programa Aerogeofísico da Amazônia – PAA*

Como primeira prioridade impõe-se a extensão da cobertura aerogeofísica magnetométrica e gamaespectrométrica às áreas ainda não contempladas e o maior detalhamento das áreas de maior potencial mineral. Assim sendo, cabe consolidar a ação prevista no Programa de Aerolevantamentos da Amazônia - PAA (CPRM/SMM-2000), com pequenas correções com respeito às suas especificações.

A primeira destas correções diz respeito a direção das linhas de amostragem que nesta região devem ser o mais próximo possível da norte-sul magnética. Admite-se que possa variar no máximo cerca de 30° para este ou oeste, ou seja: que fique entre N10°E e N50°W verdadeiros, admitindo-se um valor médio de

20° W para a declinação magnética. Porém quanto mais próxima estiver de N20°W (norte magnético), melhor.

Mantendo-se o que foi indicado para os vôos na área das bacias sedimentares, sugere-se que os levantamentos nos escudos sejam feitos com um controle mais efetivo das variações geomagnéticas ionosféricas. Deve-se, deste modo, usar um maior número de bases de monitoração da variação geomagnética diurna (estações-base), bem como distribuí-las de tal forma a mantê-las inter-espaçadas de menos de 100 km. Essa rede de estações na região do equador magnético permitirá fazer-se as correções dos efeitos eletromagnéticos do eletrojato equatorial.

Além desta precaução recomenda-se que, durante a execução do PAA na região do equador magnético, sejam usadas linhas de controle com espaçamentos menores que os usuais, 5 km seria o recomendável, para que se minimize os efeitos das diferenças de fase e de amplitude da variação geomagnética diurna (SQ) nos dados medidos.

Finalmente, solicita-se que os dados a serem gerados pelo PAA sejam disponibilizados à comunidade à medida que forem sendo obtidos, através de CD-ROMs com arquivos digitais finais contendo dados brutos e corrigidos.

Para implementação do PAA, conforme já definido pela SMM/CPRM, e incorporando as sugestões acima feitas, estima-se a necessidade:

*Recursos:* US\$ 28.600.000,00

*Fonte:* MME/CPRM.

*Execução:* Empresas de serviços de aerogeofísica.

#### 4 – REPROCESSAMENTOS

##### *4.1 - Projeto Reprocessamento dos Dados Digitais dos Levantamentos Antigos*

Considerando-se que já existe um razoável acervo de informações aerogeofísicas na região amazônica, dos quais é possível ainda extrair valiosas informações para o conhecimento da geologia regional e dos macrocontroles dos depósitos minerais, sugere-se que, usando-se o estado-da-arte (micronivelamento, imagens simples e compostas), reprocessar, interpretar e integrar à geologia conhecida todos os levantamentos públicos já existentes, bem como todos os levantamentos aerogeofísicos que estão sendo disponibilizados para a Plataforma EXMIN/AMAZÔNIA pela DOCEGEO, RTDM, VERENA e WMC.

*Recursos:* US\$ 450.000,00;  
*Fonte:* MME/CPRM e/ou MCT/CNPq.  
*Execução:* Universidades.

#### 4.2 - Projeto Aerogeofísica Moderna em Áreas com Levantamentos Antigos

Tendo em vista que os levantamentos aerogeofísicos antigos foram obtidos com sensores pouco evoluídos e que possuem erros de posicionamento de até 2 km, propõe-se, como segunda prioridade, o recobrimento com aerolevantamentos de MAG e GAMA em linhas espaçadas de 1.000 metros, das áreas com levantamentos antigos (anteriores a 1992), utilizando-se o atual estado-da-arte. Devem ser contempladas de início as áreas de maior potencial mineral e geo-econômico.

*Recursos:* US\$ 3.100.000,00;  
*Fonte:* MME/CPRM.  
*Execução:* Empresas de serviços de aerogeofísica.

Com o atedimento das propostas anteriores lograr-se-á contemplar toda a região de escudos da Amazônia com levantamentos MAG e GAMA modernos, passíveis de melhor qualificarem e quantificarem o potencial geoeconômico da região.

### 5 - GRAVIMETRIA AEROTRANSPORTADA

#### 5.1 - Projeto Teste do Emprego da Aerogravimetria para Exploração Mineral

A aerogravimetria é uma técnica recente cujo potencial para a prospecção mineral direta necessita ainda ser testado. Caso seja viável, constituir-se-á em instrumento de grande importância na Amazônia.

Sugere-se, pois, a realização de levantamento aerogravimétrico de detalhe em área teste de escudo de grande potencial mineral e bem conhecida, para definir o potencial de aplicação da aerogravimetria na exploração mineral.

Este teste, em área de 20 km x 20 km (100 km<sup>2</sup>), com três transectas laterais em direção perpendicular de 60 km cada, poderá ser viabilizado através de consórcio envolvendo o governo (CPRM/DNPM), empresas de exploração mineral e empresas prestadoras de serviços, na base de um terço do valor dos custos para cada parte.

A parte do levantamento geofísico terrestre de aferição, com a montagem de rede de gravimétrica

terrestre de controle, poderá ser viabilizada através do Observatório Nacional.

*Recursos:*  
 Aerogravimetria: US\$ 1.150.000,00  
 Rede no terreno : US\$ 12.000,00 (só custeio)  
 US\$ 1.162.000,00  
*Fontes:* MME, empresas, MCT/ON  
*Execução:* Empresas de serviços de aerogeofísica e instituições acadêmicas.

#### 5.2- Projeto Transectas Regionais de Aerogravimetria

A estruturação profunda do Cráton Amazônico, de grande importância para a identificação dos ambientes com maior potencial mineral, é extremamente mal conhecida. Por outro lado, a aerogravimetria constitui-se em instrumento capaz de, rapidamente e a baixo custo, incrementar significativamente o conhecimento em sub-superfície na região.

Neste sentido, propõe-se a realização de transectas regionais para definir feições tectônicas nas bacias e nos escudos.

Prevê-se, preliminarmente, 20 transectas com direção norte-sul, espaçadas de 100 km e com 1.400 km de extensão cada, e 4 transectas na direção este-oeste, espaçadas de 400 km e com 2.400 km cada, num total de 37.600 km lineares, ao custo aproximado de US\$ 90.00 o km-linear. Esta proposta deverá ser melhor definida pelos comitês de Geofísica Profunda, de Geotectônica e Metalogenia e de Integração.

*Recursos:* US\$ 3.384.000,00;  
*Fontes:* ANP e MME (50% cada).  
*Execução:* Empresas de serviços de aerogeofísica.

### 6 – DESENVOLVIMENTO DE NOVAS TÉCNICAS E PROCEDIMENTOS.

#### 6.1 - Projeto Definição de Técnicas e Procedimentos para Aproveitamento das 256 Bandas Energéticas da Gamaespectrometria.

O potencial de uso da gamaespectrometria moderna é muito maior do que a simples análise dos canais de U, Th e K e da contagem total, discriminados anteriormente.

Para que se possa tirar proveito das medidas do espectro das radiações gama em 256 bandas energéticas (ou mais), em cada ponto de medida, há

que se definir novos procedimentos no processamento dos dados. Isto permitirá que se use todo o potencial que estas medições espectrais oferecem, com o condicionamento do espectro em cada ponto de medida, previamente a sua discriminação nos três canais usuais: K, U e Th. O uso de modelos do tipo camada equivalente representa outro acréscimo às ferramentas que devem ser desenvolvidas para que se possa tirar mais informações dos dados gamaespectrométricos medidos. Esta técnica permitirá que se defina as concentrações prováveis dos radioelementos proximamente à superfície do terreno, e as informações obtidas nos vôos passarão a ser transcritas como uma espécie de determinação geoquímica desses elementos feita no solo.

*Recursos* de US\$ 46.000,00 - 1ª fase (só custeio)

*Fonte*: Prestadoras de Serviço, CNPq

*Executores*: Universidades

## 6.2- Projeto Variação dos Valores Gamaespectrométricos em Função da Umidade do Ar e do Relevô

Pesquisa para definir as variações dos valores nas medidas gamaespectrométricos dos canais do K, U e Th ao longo das linhas de vôo, em função da umidade do ar e desta com a morfologia do terreno (vales, platôs).

A idéia é utilizar e confrontar dados de levantamentos gamaespectrométricos já existentes, obtidos em épocas diferentes sobre uma mesma região, objetivando verificar se as variações encontradas mostram também alguma correlação com a topografia.

*Recursos*: US\$ 7.000,00 - 1ª Fase (só custeio)

*Fontes*: LASA/GEOMAG, CNPq.

*Execução*: LASA/GEOMAG e universidades.

## 6.3 Projeto Instrumentação das Universidades e Formação de Pessoal no Uso de *Softwares*

Cada novo *software* para interpretação de dados aerogeofísicos lançado no mercado é uma “caixa preta”. Há que se entendê-los em detalhes, testar suas potencialidades e, a partir daí, difundir seus usos nas empresas. Esta tarefa exige tempo, dedicação e

recursos de equipamentos, podendo ser melhor e mais imparcialmente desempenhada pelas entidades acadêmicas, as quais são carentes de estações gráficas do porte necessário.

Sugere-se, pois, a capacitação das universidades e centros de pesquisa em termos de estações gráficas e implantação de *softwares* comerciais destinados ao processamento, apresentação e interpretação de dados de gamaespectrometria, magnetometria e, principalmente, eletromagnetometria, com o compromisso de estudá-los, compreendê-los e de formar pessoal nos seus usos na exploração mineral.

*Recursos*: US\$ 260.000,00 (só custeio, em 5 anos)

*Fontes*: MCT e ANP.

*Executores*: Universidades e institutos de pesquisa.

## 7 - *SOFTWARES* DE APRESENTAÇÃO

### 7.1 - Projeto Geração de um *Software* Amigável para Camada Equivalente

A utilização de dados provenientes de levantamentos mais precisos requer que se disponha de facilidade de interpolação em malha regular, necessária ao uso das filtragens lineares (mapas transformados). Para o caso dos campos potenciais, como a gravimetria e magnetometria, interpoladores usando o princípio da camada equivalente parecem ser a melhor escolha no momento. Além de produzir uma melhor interpolação nestes campos, possibilita ainda a obtenção de transformações de fase (tipo redução ao pólo dos dados magnetométricos) de qualidade superior às obtidas por filtros no domínio do número de onda.

O uso generalizado das rotinas de processamento comerciais enfeixadas no pacote da GEOSOFT, mostra que seria oportuno tornar amigável uma rotina de camada equivalente sob a forma de uma macroinstrução dita GX, acoplável a este pacote.

A execução desta tarefa poderá ser feita por instituições acadêmicas, com a colaboração de empresas de serviços de aerogeofísica.

*Recursos*: US\$ 32.000,00;

*Fontes*: ANP, CNPq, empresas.

*Execução*: Universidades e empresas prestadoras de serviços de aerogeofísica.

## 8 – DETALHAMENTO DE GEOFÍSICA AÉREA

## 8.1 - Programa de Geofísica de Detalhe em Janelas Estratégicas

Em janelas de áreas com reconhecido potencial mineral, identificados nos levantamentos mais regionalizados, haverá a necessidade de executar detalhamentos de MAG e GAMA com linhas de vôo espaçadas de 250 metros, com o objetivo de estabelecer padrões capazes de servirem como modelos a serem extrapolados para toda a província mineral.

Essas mesmas janelas deverão ser alvo de mapeamentos geológico/geoquímicos/geofísicos de superfície mais detalhados, devendo-se nas fases de trabalhos geológicos de campo nas janelas de distritos mineiros fazer coleta de amostras para determinações petrofísicas nos vários tipos litológicos (amostras cilíndricas ou grandes).

Considerando-se que nessas células locais haverá necessidade apenas de se interpolar linhas de vôo entre aquelas espaçadas de 500m, estima-se que 5% de acréscimo sobre o valor já previsto no PAA serão suficientes para o adensamento aéreo. A este acréscimo dever-se-á somar as despesas com a geofísica terrestre.

*Recursos:* US\$1.400.000,00 – parte aérea  
US\$ 600.000,00 – parte terrestre  
US\$ 2.000.000,00

*Fonte:* MME/CPRM.

*Executores:* Empresas prestadoras de serviços e universidades.

## 8.2- Projeto Assinaturas Geofísicas de Depósitos Minerais

O conhecimento das assinaturas geofísicas (aéreas e terrestres) dos depósitos minerais constitui-se em informação de grande importância para a descoberta de novos depósitos do mesmo tipo. Nos países com maior tradição mineira existem atlas públicos com assinaturas de todos os seus principais depósitos minerais. No Brasil as assinaturas conhecidas são de domínio exclusivo das empresas detentoras dos depósitos. Sugere-se, assim, para os diversos tipos de depósitos minerais existentes na região amazônica, a preparação de um Atlas de Assinaturas Geofísicas de Depósitos Minerais para subsidiar a exploração mineral por métodos geofísicos. Este projeto de Assinaturas Geofísicas de Depósitos Minerais deve ser executado

com controle de campo, tanto geofísico como geológico.

Estima-se a necessidade de definir e divulgar assinaturas geofísicas de, no mínimo, 20 tipos de depósitos, entre eles:

- depósito tipo Cu/Au Óxido de Ferro;
- depósito de Sn/ETR - Pitinga;
- depósito de Au hospedados em *Greenstone* - Ampari;
- depósitos de Mn primário - Azul;
- depósitos de Ni em Maciços Básicos/Ultrabásicos - Vermelho;
- depósito polimetálico tipo Aripuanã - Expedito;
- deposito de diamante em quimberlito - Juina;
- depósitos de Au em granito - São Bento.

*Recursos:* US\$ 450.000,00 (só custeio)

*Fontes:* MCT, MME, empresas de mineração e de serviços geofísicos.

*Execução:* Universidades, institutos de pesquisa e empresas.

**PROJETOS DE FORMAÇÃO DE PESSOAL**

## 9 – Formação Clássica

## 9.1 - Programa de Bolsas de Doutorado Vinculadas a Projetos Específicos

A formação de pesquisadores e doutores em aerogeofísica pode e deve ser vinculada às necessidades detectadas nos projetos. Assim, propõe-se financiamento de 40 bolsas de pós-doutorado e doutorado em linhas de pesquisa e temáticas definidas por este comitê.

*Recursos:* US\$ 1.140.000,00 (40 bolsas de doutorado, em 5 anos)

*Fonte:* MCT/CNPq, FAPESP, ANP.

*Executores:* Universidades e institutos de pesquisa.

## 9.2- Programa Otimização do Processo de Seleção de Doutorandos e Mestrandos em Geofísica

Para otimizar a seleção dos melhores estudantes, o ideal é a implantação de um processo nacional de seleção anual de candidatos a cursos de mestrado/doutorado na sub-área, com as seguintes ações e custos:

divulgação (editais) - R\$ 200.000,00/ano.  
 30 passagens - R\$ 21.000,00  
 30 bolsas (2 meses) - R\$ 60.000,00  
 Professores e outros - R\$ 20.000,00  
 Total: R\$ 301.000,00/ano

*Recursos:* US\$ 172.000,00 por ano;  
*Fonte:* MCT/CNPq, MEC  
*Execução:* Universidades e institutos de pesquisa.

## 10 – Formação Continuada

### *PARA O SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL*

#### 10.1 - Programa Emergencial de Especialização de Geólogos do Serviço Geológico do Brasil na Aplicação da Aerogeofísica do Mapeamento Geológico

A CPRM tem em seu quadro somente 12 geólogos com treinamento em geofísica, sendo que apenas um está lotado na Amazônia; não dispondo de grupos de integração geológica/geofísica. Esta será, porém, a maior tarefa a ser executada pelo Serviço Geológico do Brasil na Amazônia, com base no Programa de Aerogeofísica da Amazônia.

Para suprir esta necessidade há que se treinar geólogos nos fundamentos básicos da interpretação de dados de geofísica aérea, principalmente da magnetometria e gamaespectrometria, voltadas ao mapeamento geológico. Neste sentido, sugere-se inicialmente a montagem de cursos compactos, com dois meses de duração, destinados aos 60 ou mais geólogos que atuarão em mapeamento geológico no PAA, dando-lhes noções básicas para realizar a integração geológica/geofísica. Um aprofundamento destes conhecimentos deverá ser perseguido com cursos de especialização, com no mínimo um ano de duração *on the job*, tendo como tema de estudo áreas da região amazônica.

*Recursos:* US\$ 70.000,00 (incluindo passagens e estadias);  
*Fonte:* MME/CPRM.  
*Executores:* Universidades e consultores especializados.

PARA O SETOR PRODUTIVO DE EXPLORAÇÃO MINERAL

#### 10.2 - Cursos de Curta Duração em Aerogeofísica Aplicada à Exploração Mineral

Para permitir a permanente atualização dos profissionais em aerogeofísica torna-se indispensável a oferta de cursos de curta duração (até 15 dias) para formação continuada de pessoal em técnicas e métodos de processamento, interpretação e integração de dados aerogeofísicos aplicados à exploração mineral.

*Recursos:* US\$ 45.000,00 por ano;  
*Fontes:* Empresas, MCT, MEC.  
*Execução:* Universidades, institutos de pesquisa e ADIMB.

### **IDENTIFICAÇÃO DE CENTROS DE PESQUISA ENVOLVIDOS NA PLATAFORMA EXMIN/AMAZÔNIA E DE SUAS CAPACITAÇÕES EM AEROGEOFÍSICA**

#### **Na área acadêmica**

**UFPA** - Equipe: dois pesquisadores - Líder: João Batista Corrêa da Silva.

Área de estudo: Projetos de aprimoramento de métodos de inversão automática; sinal analítico; deconvolução de Werner; tornar amigáveis os *softwares* existentes e novos, (como o interpolador usando o princípio da camada equivalente).

Capacidade instalada: Equipamentos de informática.

**UnB** - Equipe: cinco pesquisadores doutores - Líderes: Augusto Cesar Bittencourt Pires e Roberto A. V. Moraes

Área de estudo: integração de dados geofísicos/geológicos, processamento de dados de geofísica aérea (magnetometria, gamaespectrometria e eletromagnetometria), desenvolvimento de novas tecnologias de processamento e integração, controle de qualidade na aquisição de dados de geofísica aérea.

Capacidade instalada: Equipamentos de geofísica de superfície nos métodos referidos; equipamentos de informática; *softwares* de informática em geral, próprios e comerciais.

Programa/Projeto	Valor/Fonte
Complementação da Cobertura Magnética nas Bacias Sedimentares	US\$ 23,500,000.00 ANP/PETROBRÁS
Relvamento de Magnetometria em todas as bacias, incluindo as suas bordas.	US\$ 4,700,000.00 ANP/PETROBRÁS
Retomada do Estudo do Campo Geomagnético do Brasil	US\$ 28,500.00 MCT/ON, ANP
Levantamento Teste de Aerogravimetria na Bacia do Solimões	US\$ 1,617,000.00 ANP e PETROBRÁS
Reinterpretação dos Dados de Aerogravimetria dos Projetos Alto Tapajós e Alto Xingu	US\$ 35,000.00 CNPq, FAPESP
Aerogeofísico da Amazônia – PAA (SMM/CPRM-2000)	US\$ 28,000,000.00 MME/CPRM
Reprocessamento e Integração dos Dados Digitais dos Levantamentos Antigos	US\$ 450,000.00 MME/CPRM e MCT/CNPq
Aerogeofísica Moderna em Áreas com Levantamentos Antigos	US\$ 3,100,000.00 MME/CPRM
Teste de Emprego da Aerogravimetria para Exploração Mineral	US\$ 1,162,000.00 MME, Empresas, MCT/ON
Transectas Regionais de Aerogravimetria	US\$ 3,384,000.00 ANP e MME
Definição de Técnicas e Procedimentos para Aproveitamento das 256 Bandas da Gamaespectrometria	US\$ 46,000.00 Empresas prestadoras de serviços e CNPq
Varição dos Valores Gamaespectrométricos em Função da Unidade do Ar e do Relevo	US\$ 7,000.00 LASA-GEOMAG
Instrumentação das Universidades e Formação de Pessoal no Uso de <i>Softwares</i>	US\$ 260,000.00 MCT, ANP
Geração de um <i>Software</i> Amigável para Camadas Equivalentes	US\$ 32,000.00 CNPq, ANP, Empresas
Geofísica de Detalhe em Janelas Estratégicas	US\$ 2,000,000.00 MME/CPRM
Projeto de Assinaturas Geofísicas de Depósitos Minerais	US\$ 450,000.00 MCT, MME, Empresas
Bolsas de Doutorado Vinculadas a Projetos Específicos	US\$ 1,140,000.00 MCT/CNPq, FAPESP, ANP
Otimização de Seleção de Doutorandos e Mestrandos em Geofísica	US\$ 172,000.00 MCT/CNPq, MEC
Emergencial de Especialização de Geólogo do Serviço Geológico do Brasil na Aplicação da Aerogeofísica no Mapeamento Geológico	US\$ 70,000.00 MME/CPRM
Cursos de Curta Duração em Aerogeofísica Aplicada à Exploração Mineral	US\$ 45,000.00 MCT, Empresas
Total	US\$ 69,748,500.00

**Observações:**

- Do total de US\$ 69.748.500,00, estão previstos para o período 2000-2004 (1ª etapa) US\$ 41.694.500,00, e para o período 2004-2009 (2ª etapa) US\$ 28.054.500,00.

- Cerca de 95% destes recursos (US\$ 66.63.000,00) destinaram-se a levantamentos aerogeofísicos nos escudos e nas bacias a serem financiados pelo MME/SMM/CPRM e ANP.

**Tabela 1** - Síntese dos Programas/Projetos Propostos (com estimativas de custos e fontes prováveis)

**USP** - Equipe: seis pesquisadores doutores - Líderes: Wladimir Shukowski e Eder Cassola Molina.

Área de estudo: processamento de dados e interpretação magnetométricos, gravimétricos e gamaespectrométricos; desenvolvimento de metodologias para processamento de dados aerogravimétricos. Apoio de campo para controle nos métodos acima e dos eletromagnéticos; estudos de caracterização petrofísica.

Capacidade instalada: Equipamentos: GPS de alta precisão para estudos de altitude (milimétricos); processamento; geofísica por satélites; equipamentos para caracterização

petrofísica.

**UFPR** - Equipe: dois pesquisadores doutores e 3 mestres temporários - Líder: Augustinho Rigoti

Área de estudo: processamento e interpretação de dados aeromagnéticos e aerogamaespectrométricos; apoio em terra para MAG, GRAV e GAMA.

Capacidade instalada: Equipamentos: magnetometria, gravimetria e gamaespectrometria terrestres; equipamentos de informática; experiência na Amazônia (eletrojato e consultoria em interpretação de dados).

**ON-CNPq -**

Equipe: doutores em geofísica - Líder: Sérgio Luiz Fontes  
 Área de estudo: redes de gravimetria e magnetometria, para apoio no campo.  
 Capacidade instalada: Equipamentos geofísicos para os métodos acima.

**Na área empresarial**

Empresas de Levantamentos aerogeofísicos:

LASA/GEOMAG,  
 MEGAFÍSICA,  
 AEROFOTO.

Equipamentos:

Aeronaves: várias;

Processamento: *softwares* atuais para o processamento e apresentação de dados magnetométricos, gamaespectrométricos e eletromagnetométricos coletados em plataformas aéreas;

Equipamentos: sistemas completos, no estado da arte para as finalidades acima.

**Centros Conveniados no exterior**

- United States Geological Survey: Denver Center, Denver, Colorado, EUA
- Canadian Geological Survey
- Serviço Geológico da Finlândia
- CSIRO - CRC-AMET
- BGR - aeroeletromagnético
- Colorado School of Mines – CSM: Golden, Colorado, EUA
- University of Utah: Salt Lake City, Utah, EUA
- University of Toronto: Toronto, Canadá
- McGill University:
- Macquire University
- Sydney University

**VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA**

A coleta, processamento e apresentação das informações dos levantamentos aéreos propostos, de magnetometria, gravimetria e gamaespectrometria, são tecnicamente viáveis, vez que as empresas nacionais prestadoras de serviços de aerolevantamentos dominam tais metodologias no estado da arte, pois possuem convênios já estabelecidos com empresas internacionais do ramo.

A viabilização econômica dos levantamentos propostos, para as áreas de escudos antigos, já está

em grande parte garantida pelo Programa de Aerogeofísica da Amazônia, lançado pela SMM/CPRM em janeiro de 2000.

Os aerolevantamentos propostos para as áreas de bacias sedimentares têm condições de serem viabilizados predominantemente pela ANP, principal interessada em agregar valor às áreas de bacias, através do maior conhecimento de suas potencialidade petrolíferas, em licitações futuras de blocos para exploração por companhias particulares.

Os testes para o uso da aerogravimetria de detalhe na exploração mineral/petrolífera poderão ser viabilizados economicamente em parceria empresas de exploração/empresas de serviços/ governo, com apoio das instituições acadêmicas.

Os projetos de pesquisa técnico-científica aplicada, assim como aqueles de formação de pessoal aqui propostos, tem plena condição de serem viabilizados tecnicamente através de universidades e institutos de pesquisa nacionais. Para tanto são solicitados recursos modestos, apenas para custeio e bolsas de estudo, aos órgãos financiadores da pesquisa, tanto federais como estaduais.

**PRIORIZAÇÃO E OUTRAS RECOMENDAÇÕES****Priorização**

Para a execução dos programas/projetos aqui propostos sugere-se suas priorizações em duas etapas: 2000-2004 e 2005-2009.

Primeira etapa: 2000-2004

- Programa Complementação da Cobertura Magnética das Bacias Sedimentares.  
 1ª etapa: Levantamentos em áreas prioritárias da Bacia do Solimões, em linhas espaçadas de 250m e altitude de vôo constante.
- Projeto Levantamento Teste de Aerogravimetria na Bacia do Solimões.
- Projeto Reinterpretação dos Dados da Aerogravimetria dos Projetos Alto Tapajós e Alto Xingu.
- Programa Aerogeofísico da Amazônia – PAA (SMM/CPRM 2000).
- Projeto Reprocessamento dos Dados Digitais dos Levantamentos Antigos.
- Projeto Teste do Emprego da Aerogravimetria para Exploração Mineral.
- Projeto Transectas Regionais de Aerogeofísica.
- Projeto Definição de Técnicas e Procedimentos para Aproveitamento das 256 Bandas Energéticas da Gamaespectrometria.

- Projeto Variação dos Valores Gamaespectrométricos em Função da Umidade do Ar e do Relevo.
- Projeto Instrumentação das Universidades e Formação de Pessoal para Uso de *Softwares*.
- Projeto Geração de um *Software* Amigável para Camadas Equivalentes.
- Programa de Geofísica de Detalhe em Janelas Estratégicas (50%).
- Projeto Assinaturas Geofísicas de Depósitos Minerais (50%).
- Programa de Bolsas de Doutorado Vinculadas a Projetos Específicos (50%).
- Cursos de Curta Duração em Aerogeofísica (50%).

#### Segunda Etapa: 2005-2009

- Programa Complementação da Cobertura Magnética nas Bacias Sedimentares.  
2ª etapa: Levantamentos e relevamentos de magnetometria em todas as bacias, com espaçamento de 500m, incluindo suas bordas.
- Projeto Aerogeofísica Moderna em Áreas com Levantamentos Antigos.
- Projeto Geofísica de Detalhe em Janelas Estratégicas (50%).
- Projeto Assinaturas Geofísicas de Depósitos Minerais (50%).
- Programa Otimização do Processo de Seleção de Doutorandos e Mestrands em Geofísica.
- Programa de Bolsas de Doutorado Vinculadas a Projetos Específicos (50%).
- Cursos de Curta Duração em Aerogeofísica (50%).

#### Outras Sugestões

##### Ao MME/SMM:

- Efetivar por completo o PAA, bem como liberar recursos para executar os demais aerolevantamentos aqui propostos para as áreas de escudos antigos.

##### À ANP:

- Viabilizar os aerolevantamentos propostos para as áreas das bacias sedimentares amazônicas; e apoiar estudos de pesquisa e cursos a eles relativos a serem executados pela comunidade acadêmica.

##### Ao Serviço Geológico do Brasil:

- Ampliar significativamente o número de geofísicos e geólogos/geofísicos do quadro técnico da CPRM na Amazônia, se possível com pessoal novo.
- Usar a experiência do pessoal do Projeto Rio das Velhas – MG no treinamento interno dos geólogos da CPRM.
- Estabelecer parcerias e trazer consultores para treinar *on the job* o pessoal da CPRM, à medida que os projetos forem sendo executados.

##### Ao CNPq/CAPES/FAPES

- Lançamento de um programa especial de bolsas para linhas de pesquisa em subsídios à exploração mineral na região amazônica.
- Fomentar a criação de Centros de Pesquisa Cooperativos universidade/governo/empresa com objetivos específicos. No caso em linhas de pesquisa em exploração mineral.

##### Ao MCT

- Viabilizar recursos que permitam ao Observatório Nacional realizar as pesquisas previstas nesta proposta.

##### Às empresas de exploração mineral/petrolífera

- Estabelecer consórcios para executar levantamentos teste para a aplicação direta da aerogravimetria na prospecção mineral/petrolífera.
- Colocar à disposição da Plataforma levantamentos aerogeofísicos regionais realizados na Amazônia; dar facilidades para viabilizar as pesquisas a serem executadas pela comunidade acadêmica.