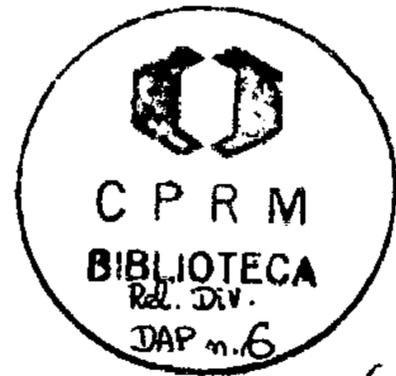


RI  
2



Tembo 00155 0

GEOFÍSICA NA CPRM  
RESUMO DAS ATIVIDADES



I/99

I/2004

ASSOP/Outubro/72

I N D I C E

	Página
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. CONVÊNIO GEOFÍSICA BRASIL-ALEMANHA .....	3
3. SERVIÇOS AEROGEOFÍSICOS EMPREITADOS .....	9
4. GEOFÍSICA DE FUROS DE SONDA .....	22
5. GEOFÍSICA MARINHA .....	27
6. GEOFÍSICA TERRESTRE .....	30
7. INVESTIMENTOS REALIZADOS EM GEOFÍSICA .....	32
8. PERSPECTIVAS DO EMPREGO DA GEOFÍSICA NA CPRM..	34

Anexos: 5 gráficos  
1 mapa do Brasil  
7 quadros

## 1. INTRODUÇÃO

Dentro da filosofia político - administrativa em que foi concebida, criada e organizada, e considerando que "em todas as suas modalidades de trabalho, será assegurado o equilíbrio econômico e financeiro", a CPRM, desde logo, procurou se estruturar em função de suas três grandes linhas de ação, que podem ser assim resumidas:

- Empresa de Serviços, executando aqueles que lhe são atribuídos pelos órgãos governamentais como DNPM, DNAEE, CNEN, SUDEN, DNPVN, e também pela iniciativa privada, sob a forma de contratos de prestação de serviços;
- Empresa de Mineração, dentro de sua finalidade de complementar a iniciativa privada, tão somente no que diz respeito à pesquisa;
- Empresa de Financiamento, com o propósito de incentivar a atividade minerária no País, através de empréstimos às empresas brasileiras de mineração que careçam de recursos para levar avante pesquisas detalhadas de jazidas minerais descobertas, participando também de tais financiamentos o BNDE, o BNB e o BDEMG.

Como empresa de serviços, vem a CPRM realizando trabalhos de Reconhecimento e Mapeamento Geológico, Levantamentos Geoquímicos, Análises químicas e espectroquímicas, Levantamentos Aerogeofísicos, Geofísica de terra, Perfilagem geofísica de furos de sonda, Sondagens rotativas a diamante, Serviços de hidrologia, etc., procurando assim dar cumprimento aos projetos de reconhecimento dos recursos minerais e hídricos do Brasil que lhe são cometidos pelo DNPM, CNEN, SUDENE e DNAEE.

Para atender aos programas específicos de geofísica, a CPRM procurou adequar a sua estrutura administrativa de modo a poder desenvolver, da melhor maneira possível, essas atividades. Assim é que, dentro do Departamento de Geologia Geral - DEGEO, foi introduzida a Divisão de Prospeção onde o Setor de Geofísica respectivo, auxiliado por elementos especializados da Assessoria da Diretoria de Operações, se incumbiu da coordenação geral dos trabalhos de geofísica empreendidos pela Companhia.

Coincidentemente com o período de início das operações da empresa, foi transferida para a CPRM a responsabilidade de implantação do Convênio de Geofísica Brasil - Alemanha em Minas Gerais, o qual passou a ser o alvo das atenções em todos os assuntos relacionados com a aplicação dessa ciência no campo da pesquisa mineral.

Face as características peculiares que envolvem as atividades de aerogeofísica, onde é grande a mobilização de capital sob a forma de aeronaves e equipamentos, achou por bem a CPRM, nesse tipo de serviços, valer-se do concurso de empresas especializadas existentes no país e que a par da experiência das mesmas muito contribuiu para que fossem executados os projetos.

A inexistência de uma tradição técnica no país, referente as atividades de perfilagem geofísica de furos de sonda para pesquisa de urânio, fez com que a CPRM envidasse todos os esforços possíveis para incentivar as empresas de geofísica no sentido de que as mesmas se interessasse por este tipo de serviço e importasse equipamentos para a execução dos mesmos.

Ao mesmo tempo a CPRM dava início ao processo de aquisição nos Estados Unidos da América de 6 equipamentos de perfilagem para atender aos trabalhos que lhe eram solicitados pela Comissão Nacional de Energia Nuclear, e que, com o forte incremento dos furos de sondagens para pesquisa de urânio, exigiram esforços redobrados.

Ainda no que diz respeito aos trabalhos relacionados com a pesquisa de urânio cumpre registrar que foram importados 40 (quarenta) unidades portáteis de medida de radioatividade em trabalhos de campo ou sejam: 30 cintilômetros SPP2 NF da SAPHYMO Srat, da França, e 10 gamâmetros GMT-3T da mesma fábrica. No mesmo período foram solicitados a Microlab Eletrônica LTDA a fabricação de 20 cintilômetros, procurando assim resguardar e incentivar o interesse das empresas brasileiras especializadas na confecção de equipamentos.

Como órgão executor do convênio INME/USAID, a CPRM pôde ainda contar com o apoio dos geofísicos da USGS no treinamento de pessoal e cessão de equipamentos para geofísica de terra, o que permitiu a execução de trabalhos experimentais nas regiões com mineralização de cromo e cobre, ambas no Estado da Bahia. Foram experimentados os métodos gravimétricos e magnetométricos no distrito cromitífero de Campo Formoso e os métodos magnetométrico, Polarização Induzida, no domínio da frequência, na zona emprífera de Caraibas e Poço de Fora.

## 2. CONVÊNIO GEOFÍSICA BRASIL - ALEMANHA - CGBA

O CGBA é fruto de um convênio complementar ao Acordo Básico de Cooperação Técnica, assinado entre os Governos Brasileiro e o da República Federal da Alemanha, firmado

em Bonn, em novembro de 1963, visando a execução de levantamentos geológicos e geofísicos em territórios dos Estados de Minas Gerais e Espírito Santo, cobrindo uma área de cerca de 562.000 quilômetros quadrados, situada a leste do meridiano 48° e a oeste do meridiano de Vitória.

O governo Alemão, através do "Bundesanstalt für Bodenforschung - BfB", contratou a firma Prakla Seismos, de Hannover, para executar os levantamentos aerogeofísicos de reconhecimento sistemático, enquanto que o Governo Brasileiro, através do Departamento Nacional da Produção Mineral - DNPM, contratou a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais para a execução dos trabalhos pertinentes ao grupo brasileiro, em Janeiro de 1971. Com base no Plano Preliminar de Execução, e em junho desse mesmo ano, foram introduzidas algumas alterações no plano, visando sobretudo bem caracterizar as metas de trabalho a serem atingidas em 1971.

A sequência dos trabalhos que vêm sendo realizados pelo CGBA, e que traduzem os objetivos expressos no artigo 1º do termo de acordo, pode ser assim resumida:

- Montagem da infraestrutura de operação, com seleção de aeroportos, levantamentos de dados meteorológicos, montagem do sistema de apoio, seleção de técnicos brasileiros, instalação da sede, etc.
- Levantamento aerogeofísico sistemático com medições magnetométricas e cintilométricas.
- Levantamento aerogeofísico complementar, pela utilização de helicópteros, nas regiões com anomalias aeromagnéticas, incluindo métodos com medições eletromagnéticas.

- Controle das regiões promissoras encontradas nas fases anteriores, com complementação de pesquisas geofísicas terrestres, pela aplicação, de acordo com as características peculiares de cada problema, de magnetometria, cintilometria, gravimetria ou métodos de medições geoclítricos. Simultaneamente são realizados trabalhos de reconhecimento geológico regional e de detalhe.
- Cartografia geológica e pesquisa dos jazimentos minerais encontrados.

Os levantamentos aerogeofísicos sistemáticos tiveram início em 22 de março de 1971, utilizando-se duas aeronaves tipo Aero-Commander 680F equipadas com um Magnetômetro de alta sensibilidade, tipo Proton, da Geometrics; um Espectrômetro de quatro canais, Exploranium e os instrumentos auxiliares de tomadas de informações como registradores e "data loggers", câmara fotográfica de 35 mm para cobertura do percurso sobrevoado - "Strip Camera", além de radioaltímetro e "doppler".

Os levantamentos aeromagnetométricos foram realizados através de vôos sistemáticos orientados na direção geral leste-oeste e norte-sul, em linhas espaçadas de, aproximadamente, 2 e 20 quilômetros, respectivamente. As informações magnéticas foram tomadas numa altitude constante em relação ao nível do mar, o que corresponde a uma altura de vôo entre 300 e 400 metros, consideradas as 26 zonas de relevo uniforme, em que foi dividida a área global de pesquisa.

Nas áreas em que a topografia fosse relativamente suave e em consequência os problemas de correções altimétricas não apresentassem dificuldades, foram levantados perfis combinados com medições simultâneas de magnetometria e cintilometria.

A área global prevista para essa primeira fase é de 562.000 quilômetros quadrados o que corresponde a 343.000 quilômetros lineares de vôos aeromagnetométricos, estando a previsão para os levantamentos aerocintilométricos dependendo de estudos mais detalhados sobre o relêvo das zonas a serem sobrevoadas.

Os levantamentos aeromagnetométricos sistemáticos deverão estar concluídos em abril de 1973 com a cobertura da área total prevista nos termos do convênio.

As informações aeromagnéticas obtidas nessa primeira fase foram processadas no Centro de Computação de Dados da Prakla - Seismos, em Hannover, através de um grupo misto de técnicos brasileiros e alemães.

Desse procedimento vem resultando um treinamento ativo de engenheiros e geólogos brasileiros nas técnicas de operação, processamento e interpretação de dados.

Simultaneamente à execução dos levantamentos aerogeofísicos sistemáticos, foram treinados técnicos em operação e manutenção de equipamentos geofísicos, pilotos e mecânicos para condução e manutenção de aeronaves, técnicos para os serviços de apoio, que incluem planejamento e voos e tratamento de dados obtidos.

Após o processamento das informações obtidas nessa primeira fase foram construídos os mapas de isoanomalias em escala de 1:100.000 e 1:500.000. A interpretação desses mapas propiciou a seleção de várias anomalias magnéticas que estão sendo investigadas por métodos geofísicos de terra, além de estudos geológicos e geoquímicos.

A interpretação dos mapas de isoanomalias, realizada em Hannover pela BfB em cooperação com técnicos brasileiros, permitiu a seleção das seguintes anomalias magnéticas: 1) Aimorés, 2) Buenópolis, 3) Lagoa Branca, 4) Crenaque, 5) Caratinga, 6) Pitangui/Angueretá, 7) Gonçalves, 8) Lagoa da Prata, 9) Boromandel/Vazante, 10) Riacho Santa Rita.

Essas áreas estão sendo investigadas por métodos geofísicos terrestres e através de levantamentos geológicos e geoquímicos. Dentre os métodos geofísicos foram ensaiados os seguintes: Magnetometria, Cintilometria, Métodos Elétricos - Potencial Induzido (IP), Potencial Espontâneo (SP) e Eletroresistividade e Métodos Eletromagnéticos tais como: Turan, Slingram e Very Low Frequency (VLF). O quadro abaixo mostra a estatística de produção.

MÉTODOS	Kml (até 8/72)
Magnetometria	173,05
Cintilometria	82,10
Eletroresistividade	33,50
Potencial Induzido (IP)	1,10
Potencial Espontâneo (SP)	48,25
Eletromagnético (Turan + VLF)	48,95
Geoquímica	
Amostras de Solo	633
Sed. de corrente	3.149

Para os estudos aerogeofísicos de detalhe (em contraposição ao sistemático), o que pela sequência lógica cor

responderia a uma segunda fase, será empregado um helicóptero adquirido pelo governo alemão - Sikorsky H-34, que estará equipado para medições eletromagnéticas com o novo sistema "Radiophase", desenvolvido pela Barringer do Canadá, além de aparelhos para medições cintilométricas e magnetométricas.

Está prevista a chegada deste helicóptero ao Brasil, no próximo mês de novembro, devendo o mesmo ser utilizado nas anomalias já selecionadas de Iuna, Conselheiro Pena/Alvarenga, Felixlandia, Morada Nova de Minas/Paineiras, Serra da Canastra/Pratinha/São Gotardo e Poços de Caldas. As áreas assim selecionadas correspondem a anomalias de grandes dimensões, variando de 1.500 - 8.500 quilômetros quadrados.

A fase final dos trabalhos prevista pelo convênio consistirá na cartografia geológica de detalhe nas áreas indicadas e julgadas promissoras, após a aplicação dos métodos geofísicos citados.

Conta atualmente o CGBA com 51 técnicos entre Geofísicos, Engenheiros, Geólogos e Técnicos de Eletrônica, dentre os quais 34 alemães e 17 brasileiros. A estrutura de apoio é constituída por 40 funcionários burocráticos e de campo.

O quadro abaixo mostra a distribuição dos técnicos do CGBA em função da Escola de procedência. Destes, 4 realizaram o curso de post-graduação em geofísica na Petrobrás, sendo que 7 não possuíam experiência antes do CGBA.

ESCOLA	GEÓ- LOGOS	ENG <sup>o</sup> . MINAS	ENG <sup>os</sup>	TÉCNICO ELETRÔNICO	TOTAIS
Ouro Preto	2	1	-	-	3
São Paulo	3	-	-	-	3
Belo Horizonte	-	4	2	-	6
Pernambuco	-	1	-	-	1
Pará	1	-	-	-	1
Santa Rita Sa- pucai	-	-	-	3	3
TOTAIS	6	6	2	3	17

Uma vez concluída a atividade do grupo de especialistas alemães no País, os equipamentos, laboratórios e aeronaves serão transferidos para a propriedade da República Federativa do Brasil e colocados à disposição do Ministério das Minas e Energia, com o objetivo de dar continuidade às investigações geofísicas em território nacional. Desta maneira, após a conclusão do Convênio previsto para janeiro de 1974, a equipe técnica brasileira disporá de "Know How" necessário para levar avante os trabalhos iniciados em Minas Gerais e Espírito Santo, de tal modo a estendê-los a outras regiões do País.

Com esse propósito é que a CPRM já previu a implantação de um Centro de Geofísica, objetivando com essa iniciativa aproveitar a experiência acumulada no decorrer do Convênio ora em vigor.

### 3. SERVIÇOS DE AEROGEOFÍSICA EMPREITADOS

Para o atendimento de todos os projetos de aerogeofísica que lhe foram cometidos pela Comissão Nacional de



Energia Nuclear e Departamento Nacional da Produção Mineral, por força do Decreto-Lei nº 764, a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais utilizou, sob a forma de serviços empreitados, o concurso de firmas especializadas organizadas no país, após ter procedido a uma competente avaliação técnica de todas aquelas que se encontravam cadastradas na empresa.

No decorrer de 1971 foram executados 76.525 quilômetros lineares de aerogamaespectrometria e 70.525 quilômetros lineares de aeromagnetometria, estando previsto para 1972 cerca de 197.420 quilômetros lineares de gamaespectrometria e 173.420 quilômetros lineares de aeromagnetometria, distribuídos em 9 projetos e cujas características técnicas principais estão abaixo descritas. O quadro que segue mostra ainda dados relativos a esses projetos e o mapa anexo a localização dos mesmos.

### 3.1 - Projeto Franca (1971)

Compreendeu a execução de 6.644 quilômetros lineares de vôos aerocintilômetros com contagem total, em duas regiões distintas nos Estados de São Paulo e Minas Gerais.

A malha de vôo estabelecida foi de 1.000 metros com direção Este-Oeste e altura de 120 metros acima do solo com tolerância + 10% e - 40%, o que corresponde a uma cobertura de 24% da área total sobrevoada.

A aeronave empregada foi um DC-3-PP-CDD especialmente equipada para serviços de aerogeofísica e o equipamento sensor empregado um gama-espectrômetro aéreo SCINTAK-GISA IV dotado de um conjunto detector constituído por três cristais cilíndricos de iodeto de sódio ativado a tálio, com 5

polegadas de diâmetro e 4 polegadas de altura, equivalente a um volume total de 235 polegadas cúbicas.

As saídas do equipamento sensor foram apresentadas sob a forma de perfis, por intermédio de um registrador Brush 260 de seis canais compreendendo dados altimétricos; perfil de contagem total; indicações relativas ao potássio; indicações relativas ao urânio; indicações relativas ao tório e temperatura do conjunto detector.

Simultaneamente com o equipamento sensor e para a determinação da altura da aeronave em relação ao terreno, foi utilizado um rádio altímetro Bonzer calibrado para uma escala de 0 a 300 metros, mediante sobrevôo do mar a várias altitudes.

Uma "Strip Camera" Hulcher de 35 mm, com distância focal de 20 mm, permitiu a cobertura fotográfica do percurso sobrevoado pela aeronave; a velocidade do filme em preto e branco foi registrada em função da velocidade do avião, com o propósito de reduzir ao mínimo a distorção da imagem. A correlação entre os perfis aerocintilométricos e os filmes da câmara contínua foi obtida por um intervalômetro Fairchild, o qual, de 20 em 20 segundos, fornecia uma marca fiducial numerada.

O plano de vôo foi preparado com base na cobertura aerofotográfica executada pela Força Aérea Americana - USAF, na escala nominal de 1:60.000. Preparado o fotomosaico semi-controlado foi determinada uma escala real de 1:56.000, o qual foi reproduzido na escala de 1:33.000 onde foram traçadas as linhas de vôos paralelos espaçados de 1.000 metros.

Os resultados foram apresentados em perfis rebatidos sobre fotoplanos, na escala 1:50.000, reeditados em folhas de 15 x 15 minuto de arco.

### 3.2 - Projeto Alto-Jarçãs (1971)

Correspondeu a execução de 34.114 quilômetros lineares de levantamentos gamaespectrométricos e magnetométricos simultâneos, localizados a sudoeste do Estado de Goiás e sul do Estado de Mato Grosso.

As operações de vôo foram executadas com o auxílio de um bimotor Aero Commander, motor super-comprimido, equipado com tanques de longo raio de ação e sistema de navegação doppler.

O instrumental sensor da Hammer - Harshaw, incluiu um espectrômetro de raios gama de quatro canais, dotado de um detector de cristal de Iodeto de sódio com um volume de 415,26 polegadas cúbicas e magnetômetro aéreo do tipo fluxgate, de registro contínuo, montado num esporão na cauda do avião.

Para medir a altura livre entre o terreno e o avião empregou-se um radioaltímetro. Uma câmara de posição, de 35 mm, com marcação fiducial integrada com todos os registros gráficos dos outros instrumentos de bordo permitiu a cobertura fotográfica do percurso sobrevoado pela aeronave.

Um registrador analógico de 6 canais, mostrou:

- a) Contagem total cintilométrica; b) Contagem total corrigida da variação de altura; c) Contagem no canal de tório (Tl 203); d) Contagem no canal do urânio (Bi 214); e) Contagem no canal do potássio (K40); f) Altura livre entre o avião e o terreno.

Um registrador analógico de um só canal mostrava a intensidade magnética do campo total e as exposições da câmara de posição.

O levantamento constou de perfis transversais voados em direção norte-sul e interespaçados de 1 quilômetro e linhas de controle em direção este-oeste espaçadas de 20 quilômetros.

A altura média exigida foi de 120 metros, com tolerância de + 10% e - 40%, o que corresponde a uma cobertura de 24% da área total sobrevoada.

Foram utilizadas fotografias aéreas da USAF na escala de 1:60.000 para preparar mosaicos em escala de ..... 1:50.000, semi-controlados.

Os gráficos analógicos do espectrômetro e as informações do radioaltímetro foram digitalizados pelo emprego de um sistema "Gradicon" da "Instronics".

Os dados gamaespectrométricos foram apresentados sob a forma de perfis rebatidos sobre fotomosaicos na escala de 1:50.000, reeditados em folhas de 15 x 15 minutos de grau. A integração e interpretação desses dados propiciaram a confecção de um mapa de síntese onde foram explicados as causas geológicas responsáveis pelas anomalias devidas a tório, urânio e potássio.

Os resultados do levantamento aeromagnetométrico foi feito em curvas isogâmicas, sendo produzido o mapa de intensidade magnética total, apresentado na escala horizontal de 1:50.000, abrangendo 44 folhas de mapa.

### 3.3 - Projeto Ponta Grossa - Criciúma (1971)

Compreendeu a execução de 36.411 quilômetros lineares de levantamentos gamaespectrométricos e magnetométricos sobre a faixa permo-carbonífera da parte sudeste da Bacia

Sedimentar do Paraná, envolvendo parte do Estado do Paraná e Santa Catarina.

O equipamento de vôo consistiu num avião Shrike Commander PP-SEA. Empregou-se, como equipamento sensor de radioatividade, um gamaespectrômetro aéreo SCINTREX-GISA IV com 4 canais (contagem total, urânio, tório e potássio) e com capacidade de medição de 1.000 CPS no canal de contagem total, 300 CPS, no do potássio, 100 CPS no do urânio e 100 CPS no do tório. As sondas do equipamento sensor foram apresentadas, sob a forma de perfis, por intermédio de um registrador MFE de seis canais.

O magnetômetro utilizado foi o modelo G-803 da Geometrics, com sensibilidade de 1 gama, com o sensor instalado na ponta da asa do aero-commander (Wingtip). O registrador empregado foi o Hewlett Packard, que permite o registro simultâneo, em duas escalas, com sensibilidades diferentes.

Na determinação da altura da aeronave em relação ao terreno foi utilizado um rádioaltímetro Bonzer (perfil contíguo no registro dos perfis aerocintilométricos) calibrado no solo para uma escala de 0 a 600 metros.

A aeronave foi equipada com uma câmera RZ-15 Trad Corp de 35 mm, para fotografar o percurso sobrevoado. A correlação entre os registros e os filmes da câmera foi obtida por um intervalômetro EIA-5-Scintrex, o qual, aproximadamente, a cada segundos, fornecia uma fotografia numerada, devidamente assinalada nos filmes e nos registros.

As linhas de vôos, paralelas e espaçadas de 1.000 metros, foram traçadas sobre fotomosaicos na escala de

1:33.000, obtidos a partir das fotografias aéreas (1:60.000) realizadas pela USAF. A direção dos vôos foi Este-Oeste e a altura exigida foi de 120 metros acima do solo, com tolerância de + 10, ou - 40+, ou seja, dentro de uma faixa de 72 e 132 metros, o que corresponde a uma cobertura de 24%.

A velocidade média da aeronave foi de 220 km/h, tendo sido gastas 374 horas de vôos de produção.

As informações gamaespectrométricas do canal de contagem total foram apresentadas sob a forma de perfis rebatidos sobre fotomosaicos, na escala de 1:50.000, reeditados em folhas de 15 x 15 minutos de grau. A correção altimétrica foi feita através de um ábaco construído a partir de informações radiométricas obtidas pela aeronave sobrevoando, em diferentes altitudes, um ponto inconfundível do terreno.

Os perfis correspondentes as medições magnetométricas após as devidas correções, foram digitalizados e posteriormente gravados em fita magnética.

Os resultados foram apresentados em curvas isogâmicas do campo total, construídas por intermédio de um traçador "Calcomp", num conjunto de 70 plantas na forma de 15' x 15', escala 1:50.000.

#### 3.4 - Projeto Serra da Mesa (Em execução)

Consistirá na execução de 49.700 quilômetros lineares de levantamentos combinados de aerogamaespectrometria e aeromagnetometria, na parte central do Estado de Goiás.

O plano de vôo será construído sobre fotomosaicos, na escala de 1:50.000, obtido por fotografias aéreas recentes. O espaçamento das linhas de vôos será de 1.000 metros e a

altura estará compreendida entre 105 e 165 m acima do solo, com valores cintilométricos corrigidos para a altura de 135 metros o que corresponde uma cobertura de 27%. A direção das linhas de vôo será de N45W.

O sistema deverá comportar um detector de cristais de halelos alcalinos com espessura de 4 polegadas e com um volume mínimo de 400 polegadas cúbicas. O sistema deverá possuir sensibilidade e precisão de medições dos eventos radioativos a constantes de integração previamente estabelecidas, sendo a mínima de 0.5 segundos e a máxima 2 segundos.

Os sistemas de detecção deverão estar ligados com um sistema de cobertura do percurso voado, para permitir a compilação dos dados em relação aos aspectos do terreno e localização nos perfis de zonas anômalas. O sistema comportará ainda um rádioaltímetro para obtenção das alturas de vôo possibilitando a correção posterior para a altura convencional.

Para a medição da intensidade do campo total, deverá ser utilizado um magnetômetro "standart", tipo "Flux-Gate" ou "Proton", que estará acoplado ao sistema de medições dos raios gama. A sensibilidade mínima deverá ser de 1 gama.

Os resultados do levantamento aerogamaespectrométrico serão apresentados em perfis rebatidos sobre fotomosaicos em emulsão transparente capaz de permitir à tiragem de cópias. Os perfis de contagem total serão apresentados indicando se a predominância dos elementos responsáveis pela radioatividade de (U, Th ou K).

Os resultados do levantamento magnetométrico serão apresentados em mapas de isogânicos de intensidade total, na escala de 1:50.000, com "overlay" sobre os fotomosaicos, im-

pressos em folhas de 15' x 15'.

### 3.5 - Projeto Quadrilátero Ferrífero (Em execução)

Este projeto terá como objetivo a execução de vôos geofísicos com helicóptero com registros contínuos dos perfis de raios gama, magnéticos e altimétricos, totalizando cerca de 22.000 quilômetros lineares, sobre a região conhecida como Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais.

O plano de vôo será construído sobre ortofotomo-saicos, em escala de 1:50.000, obtidos a partir de fotografias aéreas da USAF na escala de 1:60.000. As linhas de vôos serão espaçadas de 500 metros, com direção geral NS, e a altura da aeronave acima do solo deverá estar compreendida entre 105 e 165 metros, com os valores corrigidos para a altura de 135 metros, o que corresponde a uma cobertura de 54%.

O sistema de detecção das informações gamaespectrométricas deverá ter sensibilidade para medir energias e intensidades relativas a fenômenos radiométricos de superfície provenientes da desintegração do urânio, tório e potássio. O sistema deve operar com constantes de integração previamente estabelecidas, sendo a mínima de 0,5 segundos e a máxima de 2 segundos.

O detector das radiações gama deverá ser construído com cristais de haletos alcalinos com espessura de 4 polegadas e um volume mínimo de 400 polegadas cúbicas.

Para a medição da intensidade do campo magnético total, será utilizado um magnetômetro "Standart" tipo "Flux Gate" ou "Proton", de dimensões reduzidas, com sensibilidade mínima de 1 (um) gama.

Ambos os sistemas de detecção dos raios gama e campo magnético total, deverão estar interligados com um conjunto fotográfico para cobertura do percurso sobrevoado e permitir a compilação dos dados em relação aos aspectos do terreno e localização nos perfis de zonas anômalas. Fará parte do conjunto sensor, e sincronizado com o mesmo, um radiocaltímetro para obtenção das alturas de vôo que serão empregadas nas correções de altitude.

Os perfis radiométricos, tanto da contagem total como da relação urânio/contagem total, serão apresentados rebatidos nos traços de vôos corrigidos altimetricamente, sobre os ortofotomosaicos, na escala 1:50.000, folhas de 15' x 15' , sob a forma de originais em filme tramado para permitir cópias heliográficas. Nas partes anômalas dos perfis de contagem total deverá estar indicada a predominância dos elementos responsáveis pela radioatividade: urânio, tório e potássio.

Os perfis magnéticos deverão obedecer a todas as especificações comuns com a cintilometria e serão utilizados para a correlação com os dados dos perfis radiométricos e com a geologia da área sobrevoada.

### 3.6 - Projeto Camaquã (Em execução)

Tem por objetivo a realização de 36.720 quilômetros lineares de levantamentos aerogamaespectrométrico de alta sensibilidade e aeromagnetométrico, com o respectivo processamento dos dados obtidos e apresentação dos resultados em mapas, perfis e relatórios.

A área a ser sobrevoada se situa no Estado do Rio Grande do Sul e envolve parte do escudo riograndense. O es-

paçamento das linhas de vôo será de 1.000 metros e a altura de 125 metros com uma tolerância de  $\pm 30\%$ . As linhas de controle do levantamento magnético será, de, aproximadamente, 20 quilômetros. A direção das linhas principais será N  $45^{\circ}$  W.

O sistema gamaespectrométrico usado na aeronave deverá ter capacidade para medir e selecionar as energias e intensidades relativas dos raios gama diagnósticos da desintegração do urânio, do tório e do potássio e de distinguir as possíveis contribuições significativas dos outros radioisótopos, naturais ou produzidos pelo homem, em relação à intensidade dos raios gama medidos pelo referido sistema.

O espectrômetro de raios gama deverá empregar cristais de haletos alcalinos com 4 polegadas de espessura. Para assegurar a sensibilidade adequada do detector primário de raios gama, o volume total de cristal desse detector, em centímetros cúbicos, quando multiplicado pelo constante de tempo para uma medição, em segundos deverá ser igual ou maior do que 80.000.

O espectro de energia do detector de raios gama do sistema será dividido em 200 canais, ou mais, e todos esses canais serão registrados digitalmente em formato compatível com o do computador. As janelas de energia de 400 Kev, ou menos amplas, cada uma dividida em 20 ou mais canais, será usada para medir as intensidades relativas dos fotopicos associados aos raios gama do Tl 208, Bi 214 e K40, com energias aproximadas de 2,62 Mev, 1,76 Mev e 1,46 Mev, respectivamente.

Deverá ser feita a medição da contribuição do Bi-214 ao espectro dos raios gama, na atmosfera adjacente e na aeronave. O detector atmosférico secundário terá um volume de

cristal igual ou maior do que 30% do detector primário, e tempo de coleta suficiente para assegurar uma precisão estatística compatível com o sistema primário.

O sistema magnetométrico deverá utilizar, na medição da intensidade do campo total, um magnetometro "Standart" tipo "Proton" ou "Flux Gate" que estará interligado com o sistema de registro digital, fornecendo informações magnéticas simultâneas com as medidas de raios gama. O nível do ruído magnético não deverá exceder 2 (dois) gamas e a sensibilidade mínima deverá ser de 1 (um) gama.

Um radioaltímetro deverá operar durante os vôos para obter a altura das medidas do terreno, interligado com o sistema de registro digital e apresentar um registro obtido perto do ponto médio de cada medida de raio gama e magnetométrica. Estes dados deverão ser utilizados para a correção individual e normalizar cada diagnóstico do espectro dos raios gama para as variações da altura na ocasião das medidas.

Deverá ser fornecido um equipamento que permita a cobertura de vôo e compilação dos dados relativos aos aspectos do terreno, interligado com o aparelho de registro digital, para fornecimento da identificação e posição das medidas no terreno. A cobertura voada e a localização dos centros de medição de raios gama e magnetométrica deverão ser estabelecidos com exatidão suficiente a fim de assegurar que não mais de 10% das posições dos pontos plotados, difiram de suas posições verdadeiras mais que 250 metros.

Serão construídos fotomosaicos a partir de fotografias, na escala 1:60.000. Estes mosaicos deverão ser semi-controlados, e os erros de fotomontagem serão distribuídos para

obtenção de coordenadas verdadeiras.

Serão feitos quatro jogos completos de cópias fotográficas dos mosaicos, dois dos quais serão usados para navegação, os outros dois serão usados para o mapeamento fotogeológico e para a construção de mapas das linhas de vôo.

Deverão ser preparados mapas fotogeológicos das áreas a serem levantadas aplicando-se as técnicas usuais e a apresentação dos mesmos será na escala 1:50.000 em "overlays".

Deverá ser feita a análise estatística do registro espectrométrico dos raios gama como uma função de distribuição do tipo de rocha a fim de possibilitar uma avaliação imediata dos registros anômalos de raios gama pela:

- Identificação das variações nos valores dos registros dos raios gama que sejam devidos a diferenças entre unidades geológicas mapeáveis;
- Identificação dos valores dos raios gama que sejam anômalos relativos ao "background" das unidades geológicas dentro das quais eles ocorram;
- Cálculo do grau de segurança estatística da variação do registro anômalo do "background".

Os mapas e perfis magnetométricos e os perfis gamaespectrométricos serão construídos na mesma escala de 1:50.000, de maneira que possa haver sempre uma superposição entre os mapas de intensidade das variações magnéticas e espectrométricas e correlação com a geologia da área.

### 3.7 - Projeto Iporá (Em execução)

Corresponde a execução de 51.000 quilômetros lineares de levantamento gamaespectrométrico e magnetométrico, com

binados, na parte centro-oeste do Estado de Goiás.

A malha de vôo será de 1.000 metros e a altura 150 metros com direção NS.

As demais especificações técnicas são idênticas ao Projeto Serra da Mesa.

### 3.8 - Projeto Seridó (Em execução)

Compreende a realização de 24.000 quilômetros lineares de vôos gamaespectrométricos e magnetométricos simultâneos sobre a região da província scheelitífera do nordeste, envolvendo parte do Rio Grande do Norte e Paraíba.

As especificações técnicas desse serviço serão as mesmas do Projeto Serra da Mesa, com exceção do tamanho dos cristais de detecção do raio gama que deverão ter 800 polegadas cúbicas no mínimo.

### 3.9 - Projeto Xingú - Araguaia (Em execução)

Tem por objetivo o levantamento aerogamaespectrométrico e magnetométrico, num total de 14.000 quilômetros lineares de vôos sobre parte do Estado do Pará, entre os rios Xingú e Araguaia.

As especificações técnicas são as mesmas já descritas para o Projeto Serra da Mesa.

## 4. GEOFÍSICA DE Furos DE SONDA

Para dar cumprimento aos projetos de pesquisa de minérios de urânio e de interesse da Comissão Nacional de Energia Nuclear, a CPRM contou com o apoio de empresas especializadas em perfilagem de furos de sonda através de contratos de

PROJETOS DE AEROGEOFÍSICA

1971 - 1972

PROJETO	GAMAESPEC TROMETRIA (Kml)	MAGNE- TOMETRIA (Kml)	CUSTO TOTAL Cr #	EXECUTOR
Franca	6.644	-	342.143	LASA
A. Garças	34.114	34.114	2.176.009	Prospec S/A
P. Grossa-Cri- cuma	36.411	36.411	1.881.095	CBG
S. da Mesa	49.700	49.700	3.340.000*	CBG
Q. Ferrífero	22.000	22.000	3.000.000*	Prospec S/A
Iporá	51.000	51.000	3.400.000*	Prospec S/A
Camapuã	36.720	36.720	9.000.000*	TEKAS
Seridó	24.000	24.000	1.700.000*	?
Xingú-Araguaia	14.000	14.000	850.000*	?
CGBA	66.510 (até 8/72)	291.000 (até 8/72)	7.256.252 (até 8/72)	Prakla
TOTAIS	341.099	558.945	32.945.499	-

\* Valores orçados: Projetos em execução



prestação de serviços, ao mesmo tempo em que importava dos Estados Unidos da América 6 (seis) unidades de perfilagem, de médio porte, especialmente selecionadas para atender as exigências preconizadas pela CNEN nesses serviços.

Com o forte incremento verificado nas perfurações para pesquisa de urânio, nos anos de 1970 e 1971, motivado pela implantação da CPRM, foram necessários grandes esforços para que perfilagens pudessem ser desenvolvidas a contento, tendo em vista que as empresas brasileiras de geofísica estavam despreparadas para, num prazo curto, absorverem parte dos serviços. Acresce que apenas a CNEN vinha executando essa especialidade antes da criação da CPRM e num ritmo de trabalho bem inferior ao que se implantou após 1970, o que pode explicar as dificuldades surgidas inicialmente.

Para atender as perfilagens de furos de sondagens de alguns projetos da CNEN, foram empreitados, mediante contrato, serviços com a Schlumberger, Metminas, Companhia Brasileira de Geofísica e Dames & Moore.

A Schlumberger empregando seu equipamento clássico se incumbiu da perfilagem gama e perfil elétrico convencional do Projeto Jatobá, Pernambuco e Projeto Tucano, Bahia, executando cerca de 10.000 metros de perfis. Entretanto, face às exigências técnicas preconizadas pela CNEN, a CPRM viu-se na contingência de dispensar os serviços daquela empresa, uma vez que os seus perfis de raios gama não tinham a sensibilidade necessária devido as características técnicas e eletrônicas da sonda Schlumberger (grande "dead-time", Espessura exagerada da blindagem do detector, Escalas de profundidade inadequadas).



A Companhia Brasileira de Geofísica, utilizando um equipamento Mount Sopris-1.000, portátil, executou serviços de perfilagem gama e perfilagem elétrica, compreendendo registro de SP e "Single Point Resistivity", no Projeto Tucano.

A "Dames & Moore", empresa de consultoria americana, atendendo solicitação da CPRM, participou dos serviços de perfilagem gama no Projeto Poços de Caldas, utilizando um equipamento semi-portátil da marca WIDCO.

A Metminas, empregando um aparelho portátil, modelo X, da marca Widco, realizou serviços de perfilagens nos Projetos Jatobá e Tucano.

Até que a CPRM recebesse os equipamentos de perfilagem encomendados aos Estados Unidos da América, foram recebidos da CNEN parte de seus aparelhos os quais foram utilizados na execução dos serviços nos projetos daquela Comissão.

No caso as perfilagens gama, foram e são exigidas pela CNEN uma série de especificações técnicas, entre as quais merecem registro as seguintes:

- O equipamento de perfilagem deve ser tal que permita uma relação linear entre todas as medidas e tenha um "tempo-morto" inferior a 10 microsegundos.
- A sonda de perfilagem gama deve ser construída com cristais de haletos alcalinos, com dimensões mínimas de 1/2 por 1/2 polegada.
- O diâmetro máximo da sonda de perfilagem será de 58 milímetros para furos onde se executarão perfilagens gama e elétrica simultaneamente.

- As escalas de sensibilidade do equipamento de perfilagem gama devem ser tais que a segunda seja duas a cinco vezes maior que a primeira e assim por diante, devendo existir uma relação linear entre todas as escalas, admitindo-se uma variação máxima de 5%.
- As divisões do papel do registro deverão estar no sistema métrico decimal e a escala de profundidade exigida é de 1:100.
- O equipamento de perfilagem gama deve ser tal que permita o registro com a velocidade máxima de 5m/minutos. No caso de reperfilagem gama de trechos radioativos anômalos a velocidade é de 1,5 metros/minuto.
- No caso da perfilagem elétrica é exigido o registro do SP e da resistência (Single Resistivity Point).

Com o desenvolvimento das atividades de perfilagem a CPRM procurou formar um grupo de técnicos para que ficasse à frente dessas tarefas específicas.

Presentemente, a CPRM conta com 16 técnicos dedicados exclusivamente aos serviços de perfilagem de furos de sonda, sendo que desses, 2 são Geólogos, 1 Prospector e 13 Técnicos de Eletrônica.

Esses últimos estão sendo utilizados como operadores de perfilagem, além da responsabilidade de manutenção preventiva de campo dos equipamentos.

A CPRM dispõe atualmente de 14 unidades de perfilagem, sendo 6 cedidos pela CNEN, 6 importados diretamente pela Companhia e 2 adquiridas de firmas nacionais. O quadro abai

o mostra as características técnicas dos aparelhos empregados pela CPRM.

EQUIPAMENTOS DE PERFILAGEM									
MARCA	MODELO	Nº	TIPO PERFIL	CAPACIDADE	SONDA GAIA		PESO Kg	OBSERVAÇÕES	
					TEMPO MORTO	DIMENSÕES DO CRISTAL			
MOUNT SOPRIS	1 000	18	$\delta + \Omega$	150m	6 $\mu$ seg	1/2" x 1 1/2"	57		
		20	$\delta + \Omega$	450m	5 $\mu$ seg	1/2" x 1 1/2"	57		
		21	$\delta$	450m	5 $\mu$ seg	1/2" x 1 1/2"	57		
		22	$\delta$	450m	5 $\mu$ seg	1/2" x 1 1/2"	57		
		23	$\delta + \Omega$	450m	6 $\mu$ seg	1/2" x 1 1/2"	57		
	2 000	29	$\delta + \Omega$	280m	6,7 $\mu$ seg	1/2" x 1 1/2"	57		
		30	$\delta + \Omega$	280m	7 $\mu$ seg	1/2" x 1 1/2"	57		
	3 000 KB	3 000	14	$\delta + \Omega$	600m	5 $\mu$ seg	1/2" x 1 1/2"	245	c/caliper
			1	$\delta + \Omega$	900m	-	1/2" x 1 1/2"	255	
		3 000 KB	2	$\delta + \Omega$	900m	7 $\mu$ seg	1/2" x 1 1/2"	255	
3			$\delta + \Omega$	900m	-	1/2" x 1 1/2"	255		
WIDCO	X	515	$\delta + \Omega$	390m	-	3/4" x 1	-	módulo para resistividade de 16/64"	
		546	$\delta + \Omega$	390m	-	3/4" x 1	-		
	W	517	$\delta + \Omega$	900m	-	1/2" x 1/2"	-		-

Até setembro do corrente ano, já tinham sido perfilados ( $\delta + \Omega$ ) pela CPRM, diretamente ou através de serviços empreitados, cerca de 186.069,25 metros, sendo:

1970	-	4.071,40 m
1971	-	94.968,86 m
1972	-	<u>87.028,99 m</u>
TOTAL		186.069,25 m

O quadro que segue, mostra os serviços realizados e os responsáveis pela execução direta dos mesmos:

ANO	EMPRESA	METRAGEM EXECUTADA	TOTAIS
1970	Metminas	1.004,00	-
	Schlumberger	3.067,40	4.071,40
1971	Metminas	14.805,91	-
	Schlumberger	7.061,12	-
	CBG	14.855,72	-
	Dames & Moore	16.992,34	-
	CPRM	41.253,77	94.968,86
1972 (até Setembro)	CPRM	77.194,35	-
	CBG	8.282,14	-
	Dames & Moore	1.552,50	87.028,99
TOTAL GERAL .....			186.069,25

## 5. GEOFÍSICA MARINHA

O Programa de Reconhecimento Global da Margem Continental Brasileira será desenvolvido pelo Ministério da Marinha (DMM), Ministério das Minas e Energia (CPRM, PETROBRÁS e

DINPI) e pelo Conselho Nacional de Pesquisa, conjuntamente com o LAMONT DOHERTY GEOLOGICAL OBSERVATORY (LDGO) da Universidade de Columbia e a WOODS HOLE OCEANOGRAPHIC INSTITUTION (W.H.O.I.), ambos dos Estados Unidos da América.

Os trabalhos serão executados em três etapas, além de uma fase preliminar de treinamento e levantamento de dados.

Na fase preliminar, os trabalhos serão realizados paralelamente com a WOODS HOLE e os técnicos brasileiros se revezarão nos serviços de levantamento dos dados já existentes na própria WOODS HOLE nos Estados Unidos e aqui mesmo no Brasil. Três técnicos nacionais participarão do cruzeiro marítimo na costa Atlântica da África, onde a WOODS HOLE desenvolveu um programa semelhante ao que se fará em nosso litoral, participando a CPRM com um de seus geólogos. Essa fase se prolongou até setembro de 1972.

A primeira etapa, em associação com o LAMONT, será realizada entre março de 1972 e abril de 1973. Neste cruzeiro, serão coletadas principalmente, informações geofísicas em áreas não cobertas por outras expedições entre Recife e o Chui. Serão levantados 15.500 quilômetros (8.400 milhas nauticas) de perfis geofísicos (sísmica, gravimetria e magnetometria), além de perfis batimétricos de precisão, com intercalação de várias estações científicas.

A segunda etapa (nov/72 a dez/73), constituirá o chamado cruzeiro WOODS HOLE de Águas Rasas, e será executada entre o Jabo Orange e o Chuí. Consistirá de levantamentos na plataforma e no talude continental, compreendendo mapeamento da distribuição superficial dos sedimentos e rochas, obtenção

de informações sobre a morfologia atual da plataforma, esclarecimento da sua estrutura rasa e do talude, levantamento dos parâmetros oceanográficos (correntes, propriedades das águas, etc.) e possível localização de concentrações minerais de interesse econômico.

Serão executados 20.000 quilômetros (10.809 milhas náuticas) de linhas, compreendendo: levantamento batimétrico de precisão; sísmica rasa; amostragem de fundo a intervalos entre 10 e 18 quilômetros ou menores, totalizando cerca de 1.500 amostras e coleta de dados de oceanografia física e química.

A terceira e última etapa (jan/74 a fev/75), também chamada de Cruzeiro WOODS HOLE de Águas Profundas, se estenderá também desde o Cabo Orange até o Chuí.

Nesta fase de trabalho, visa-se ampliar os estudos anteriores de reconhecimento às faixas do talude e do sopé, com a finalidade de completar o quadro integrado da margem continental brasileira.

Com a utilização de métodos essencialmente geofísicos e de estações científicas, objetiva-se: estudar a extensão das bacias sedimentares da plataforma, caracterizando seus flancos em direção ao mar; indicar áreas potencialmente econômicas para as acumulações de hidrocarbonetos e demais depósitos minerais; obter melhor controle das estruturas rasa e profunda em áreas de difícil interpretação, já delineadas nas etapas anteriores e um melhor controle geológico para esclarecer a evolução estrutural das nossas bacias marginais em relação à da bacia oceânica sul-atlântica.

Serão executados 40.000 quilômetros (21.618 milhas nauticas) de perfis transversais à margem continental, com alguns estendendo-se até a cadeia meso-atlântica, constando dos seguintes trabalhos geofísicos: reflexão e refração sísmica, magnetometria, gravimetria e perfilagem batimétrica de precisão. Além destes trabalhos serão estabelecidas estações científicas para amostragem de fundo e medições oceanográficas.

Em todas as 3 etapas operacionais, paralelamente aos trabalhos no mar, serão executadas, em terra, nos EUA e no Brasil, a análise e a interpretação dos dados obtidos.

#### 6. GEOFÍSICA TERRESTRE

Afora os trabalhos de geofísica terrestre que vem sendo realizados nos Estados de Minas Gerais e Espírito Santo pelo CqBA, cumpre assinalar os serviços experimentais de aplicação dessa técnica que a CPRM vem empregando em outros locais de interesse da pesquisa mineral.

Como órgão executor do Convênio IIME/USAID, a CPRM pode contar com o apoio de alguns geofísicos da USqS no treinamento de pessoal e cessão de equipamentos para geofísica de terra, o que permitiu a realização de trabalhos experimentais nas regiões com mineralizações de cromo e cobre, ambas no Estado da Bahia, atendendo projetos específicos de interesse do Departamento Nacional da Produção Mineral.

Na área do cromo, envolvendo os municípios de Campo Formoso, Senhor do Bonfim, Antonio Gonçalves, Pindobaçu e Saude, foram ensaiados os métodos gravimétricos e magnetométricos.

A gravimetria compreendeu 273 estações com a razão de 1 estação/15 km<sup>2</sup>, utilizando o mapa do IBGE(1:100.000)

como mapa-base e um gravímetro Worden, modelo 112, com precisão de  $\pm 0,2$  miligals.

Com o método magnetométrico pesquisou-se uma faixa de 10 quilômetros com medições sistemáticas de susceptibilidade magnética.

Na zona cuprífera de Caraibas, foram experimentados os métodos Magnetométrico, Polarização Induzida e Eletromagnético (AEMB).

O levantamento magnetométrico foi realizado nas áreas de Angico e Pirulito.

Na área de Angico, foi empregado um aparelho Askania Gt2 (campo vertical), sendo levantados 40 quilômetros, com 1.600 estações. Intervalo das estações: 50 metros e Intervalo das linhas 50 metros.

Na área de Pirulito, foi empregado um magnetômetro Proton portátil - Geometrics G 806 (campo total), sendo levantados 15 quilômetros, com 375 estações. Intervalo das estações: 15 m. Intervalo entre as linhas 100 metros.

O método da Polarização Induzida, compreendeu um levantamento regional e um levantamento de detalhe.

O levantamento regional foi feito na área de Macambira, utilizando arranjo Schlumberger assimétrico e aparelho (Domínio da frequência) com duas unidades (transmissor e receptor), da ATL, Geosciences, Cambridge, Mass. Foram levantados 22 quilômetros com 902 estações. Intervalo das estações: 25 metros e Intervalo das linhas: 200 metros.

O levantamento de detalhe foi feito nas áreas de S. Lisboa, Murcho, Capim e Pirulito, utilizando um arranjo

dipolo-dipolo e com o aparelho acima citado. Foram levantados 20 quilômetros com 800 estações. Número de leituras: 4.800. Intervalo das estações: 25 metros. Intervalo das linhas: 100 metros.

O método Eletromagnético foi realizado na área de Pirulito, empregando um aparelho AMAG prospecting da Phar. Foram levantados 5 quilômetros com 200 estações. Intervalo das estações: 25 metros. Intervalo das linhas: 100 metros.

No domínio da geofísica terrestre cumpre ainda registrar que a Companhia Brasileira de Geofísica, atendendo solicitação da CPRM, em trabalho de interesse da CNEM, efetuou uma campanha de geofísica pelo Método da Resistividade por Retângulos, numa área de 60 hectares, no Planalto de Poços de Caldas, Minas Gerais.

#### 7. INVESTIMENTOS REALIZADOS EM GEOFÍSICA

O exame procedido no Gráfico 3, nos mostra que no computo geral das inversões feitas pelo Departamento Nacional da Produção Mineral e pela Comissão Nacional de Energia Nuclear em seus serviços de pesquisa mineral (excluindo hidrologia) de junho de 1970 a julho de 1972, coube a geofísica a percentagem de 10,09%, o que corresponde a um investimento de Cr\$ 11.496,431. Desse total, podemos afirmar que mais de 96% corresponde a aerogeofísica pois a geofísica de terra e a geofísica de furos de sonda constituem parcelas insignificantes no conjunto das despesas.

No que diz respeito às atividades relacionadas com as pesquisas de minérios de urânio, podemos verificar pelo gráfico 4 que a CNEM, de junho de 1970 a julho de 1972, inves

INVERSÃO POR TIPO DE SERVIÇO  
Comissão Nacional de Energia Nuclear  
(junho/1970 a julho/1972)

SERVIÇO	INVERSÃO Cr\$	%
SONDAGEM .....	37.355.447	85,68
AEROGEOFÍSICA .....	3.565.349	8,18
PERFILAGEM .....	561.816	1,29
REC. RÁDIOGEOL. ....	1.145.707	2,63
OUTROS .....	969.812	2,22
<b>T O T A I S</b>	<b>43.598.131</b>	<b>100,00</b>

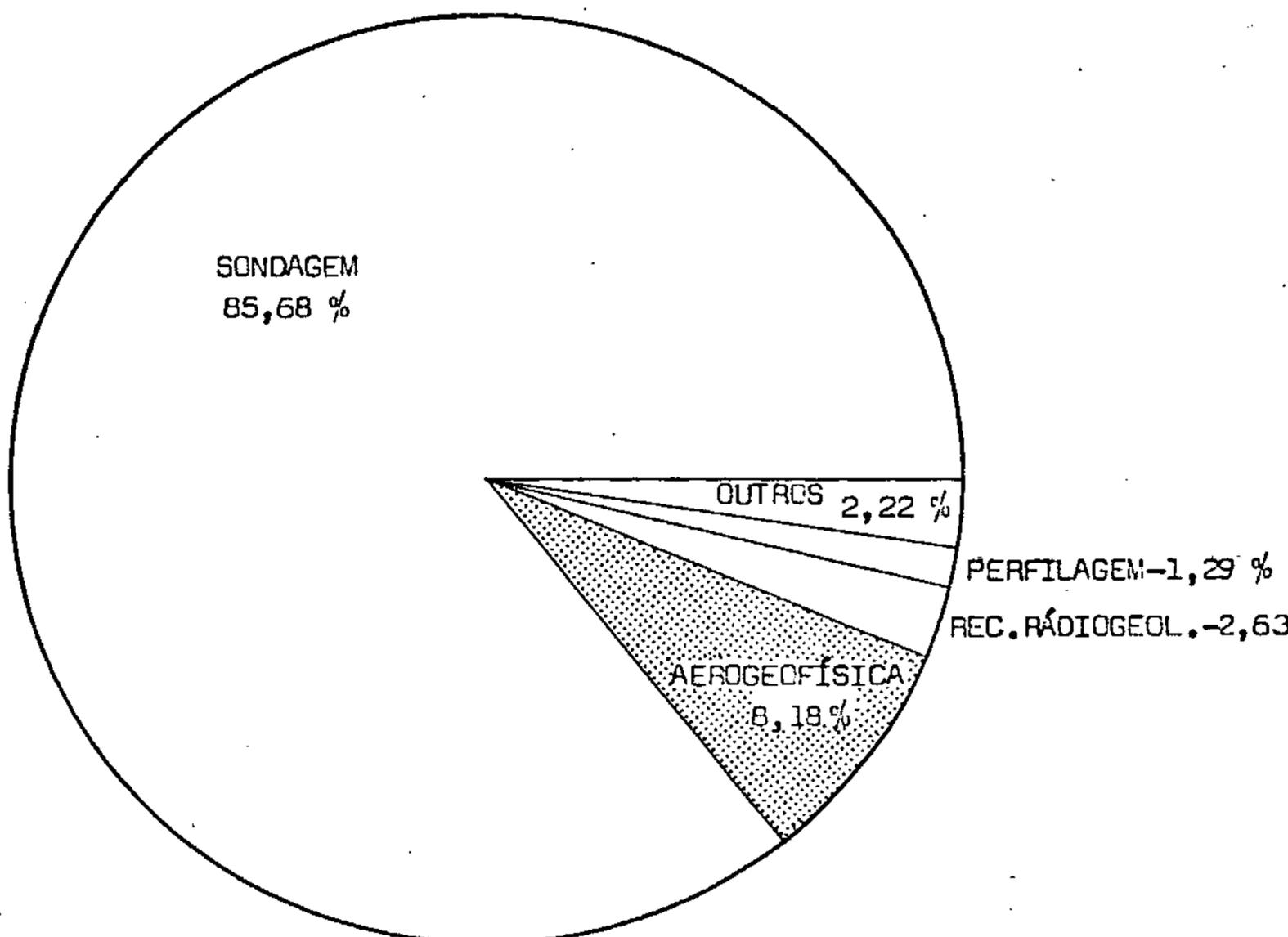


Gráfico 1

INVERSÃO POR TIPO DE SERVIÇO

Departamento Nacional da Produção Mineral

(junho/1970 a julho/1972)

SERVIÇO	INVERSÃO Cr\$	%
SONDAGEM .....	10.385.339	15,16
AEROGEOFÍSICA .....	7.931.082	11,57
P. BÁSICOS .....	30.807.936	44,96
P. ESPECÍFICOS .....	19.395.565	28,31
T O T A I S	68.519.922	100,00

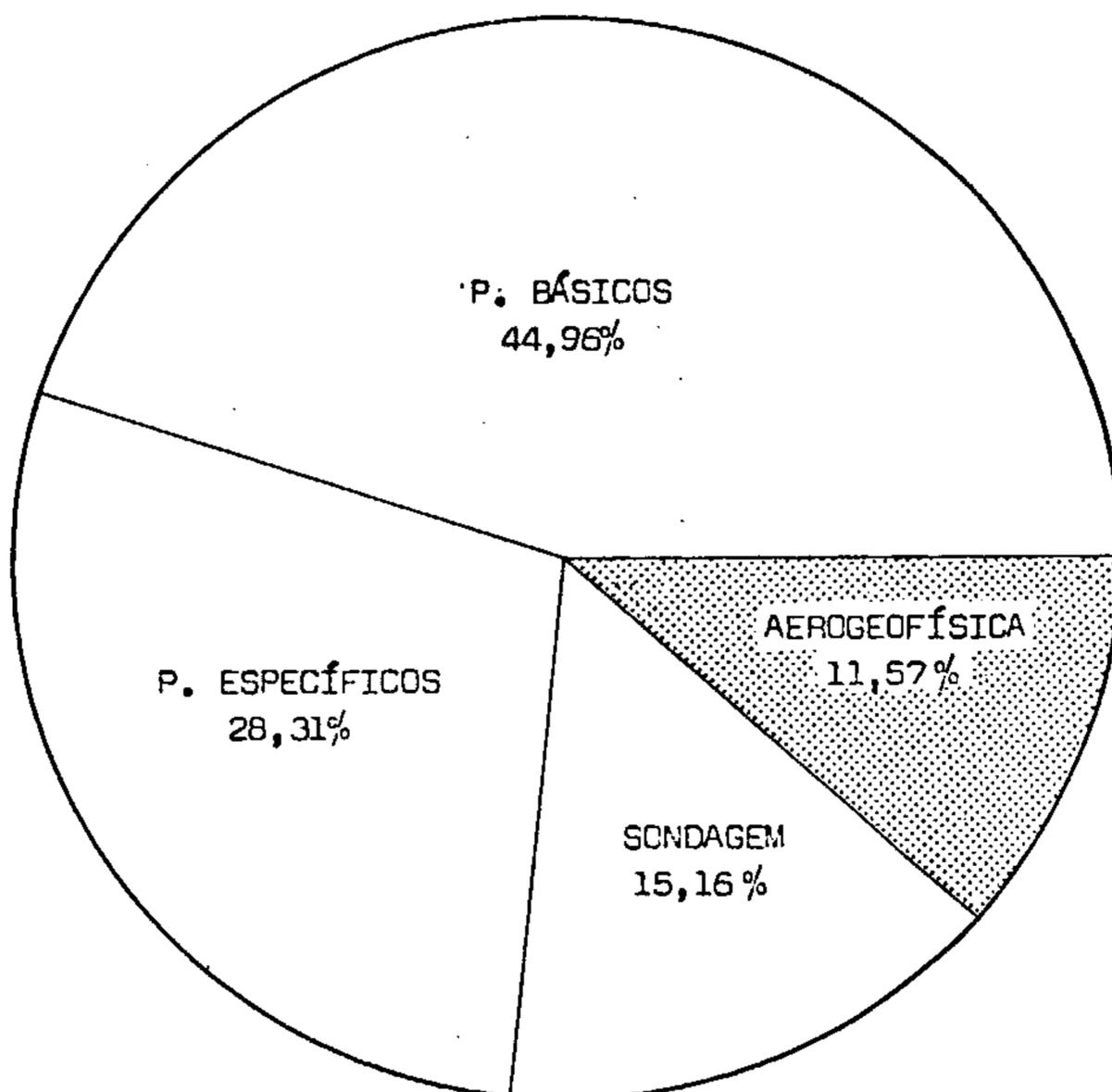


Gráfico 2

INVERSÃO TOTAL POR TIPO DE SERVIÇO

(junho/1970 a julho/1972)

SERVIÇO	INVERSÃO Cr\$	%
SONDAGEM .....	49.569.029	43,50
AEROGEOFÍSICA .....	11.496.431	10,09
PERFILAGEM .....	561.816	0,49
GEOL. BÁSICA .....	30.807.936	27,04
GEOL. ESPECÍFICA .....	19.395.565	17,02
OUTROS .....	2.115.519	1,86
<b>T O T A I S</b>	<b>113.946.296</b>	<b>100,00</b>

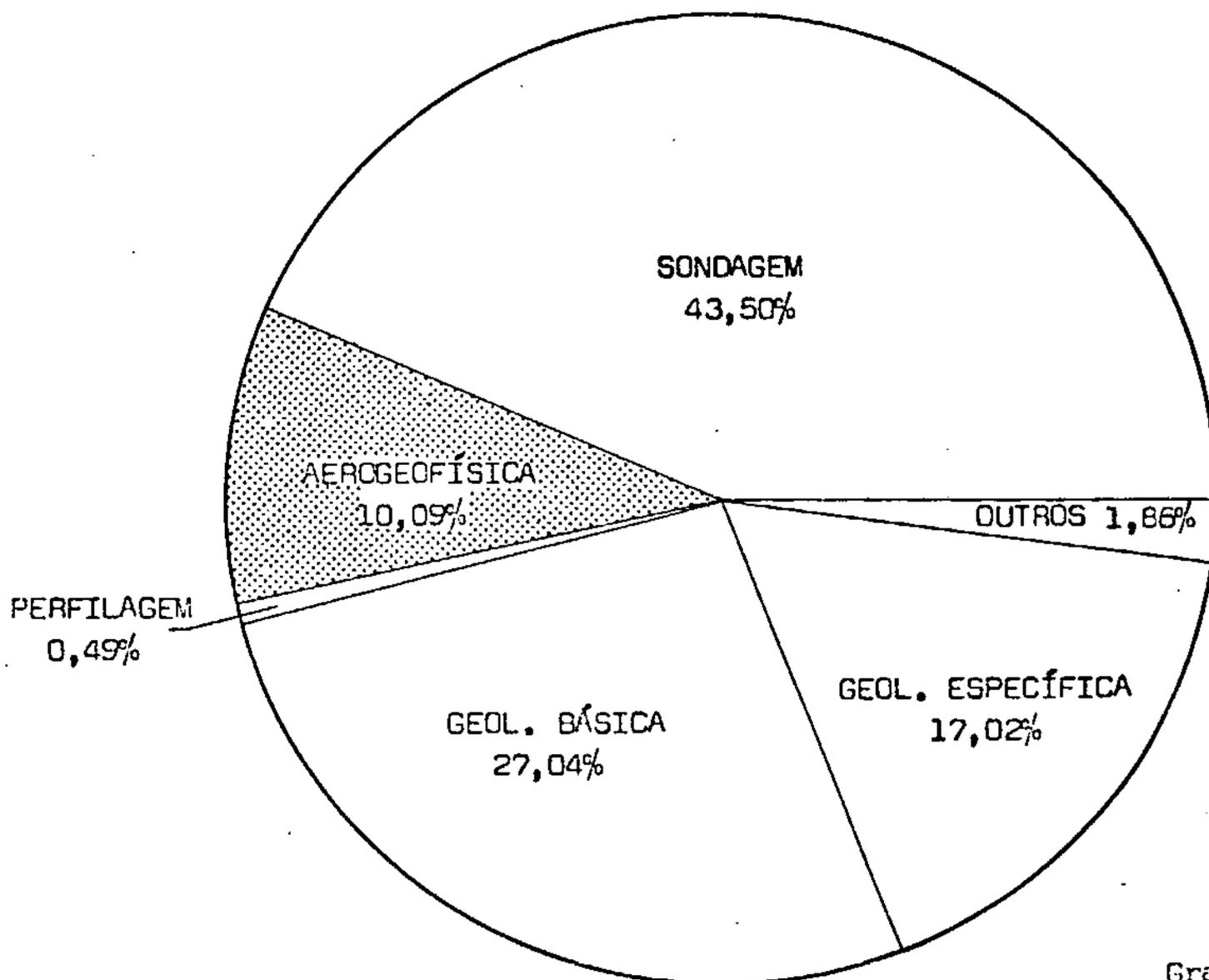


Gráfico 3

tiu cerca de 8,13% da verba disponível em aerogeofísica e 1,29% em perfilagem o que equivale à Cr\$ 4.127.165.

No que concerne ao DNPM verificamos no gráfico 2 que foram investidos num período já referido cerca de Cr\$ .. 7.931,032 em projetos de aerogeofísica (incluindo o CGBA) o que corresponde a 11.57% dos gastos daquele Departamento.

É lícito observar, entretanto, que se forem considerados os serviços de aerogeofísica já entregues pelo DNPM e CNEN à CPRM e cujas execuções estão previstas para os próximos doze meses, a percentagem desse serviço cresce substancialmente, se computados os preços totais estimados para os meses conforme pode ser observado no quadro da página 22A.

A geofísica de furos de sonda constitui parcela sem expressão, embora esteja intimamente relacionada com as sondagens que representam 85% dos serviços da CNEN e 15.16% dos serviços do DNPM. Acresce porém que as perfilagens custam em geral cerca de 10% do preço das sondagens o que pode explicar a sua pouca importância numa análise global.

O gráfico 4, por outro lado, reflete uma preocupação da CNEN em definir o valor dos indícios de urânio já conhecidos, pois o investimento maciço efetuado em trabalhos de sondagem só pode ser interpretado dessa maneira. Isso se explica pelo fato de terem sido muito pouco os serviços de sondagens feitos pela CNEN antes da criação da CPRM, quando a maioria dos esforços, durante 10 anos, foram concentrados na descoberta de indícios de urânio.

No caso do DNPM podemos observar que existe um razoável equilíbrio na distribuição das despesas de acordo com

o tipo de serviço, o que pode definir, até certo ponto, a orientação geral que o DNPM vem adotando. Assim, a percentagem de 50,5 para Projetos Básicos traduz a preocupação do DNPM em executar serviços geológicos de infraestrutura. A percentagem de 28,31 para Projetos específicos, 15,16 para sondagem e 11,57 para aerogeofísica, refletem, de maneira bastante equilibrada, as demais atividades daquele Departamento.

### 8. PERSPECTIVAS DO EMPREGO DA GEOFÍSICA NA CPRM

A experiência internacional adquirida nos últimos 20 (vinte) anos no campo da pesquisa mineral, mostrou que existem acentuadas variações nas propriedades físicas das rochas e essas variações podem ser detectadas e registradas por instrumentos sofisticados. Como é sabido, essas variações podem ser correlacionadas com a geologia, estrutura e mineralização das áreas inspecionadas, advindo daí um largo emprego dos métodos geofísicos na investigação de novos depósitos minerais, principalmente, a aerogeofísica que, mercê de seu custo relativamente baixo, possibilita a obtenção de um razoável número de informações por grande unidade de área de pesquisa.

Em países de dimensões continentais como o Brasil, onde a grande maioria das extensões territoriais ainda permanecem inexploradas, é lícito esperar, nos anos que não de vir, um agressivo programa de levantamentos aerogeofísicos regionais, para se poder, num prazo relativamente curto, ir se tendo conhecimento de novas riquezas minerais.

Dentro dessa ordem de idéias, não restam dúvidas que caberá a CPRM, como empresa de pesquisa que é, papel de grande responsabilidade na condução de futuros projetos de

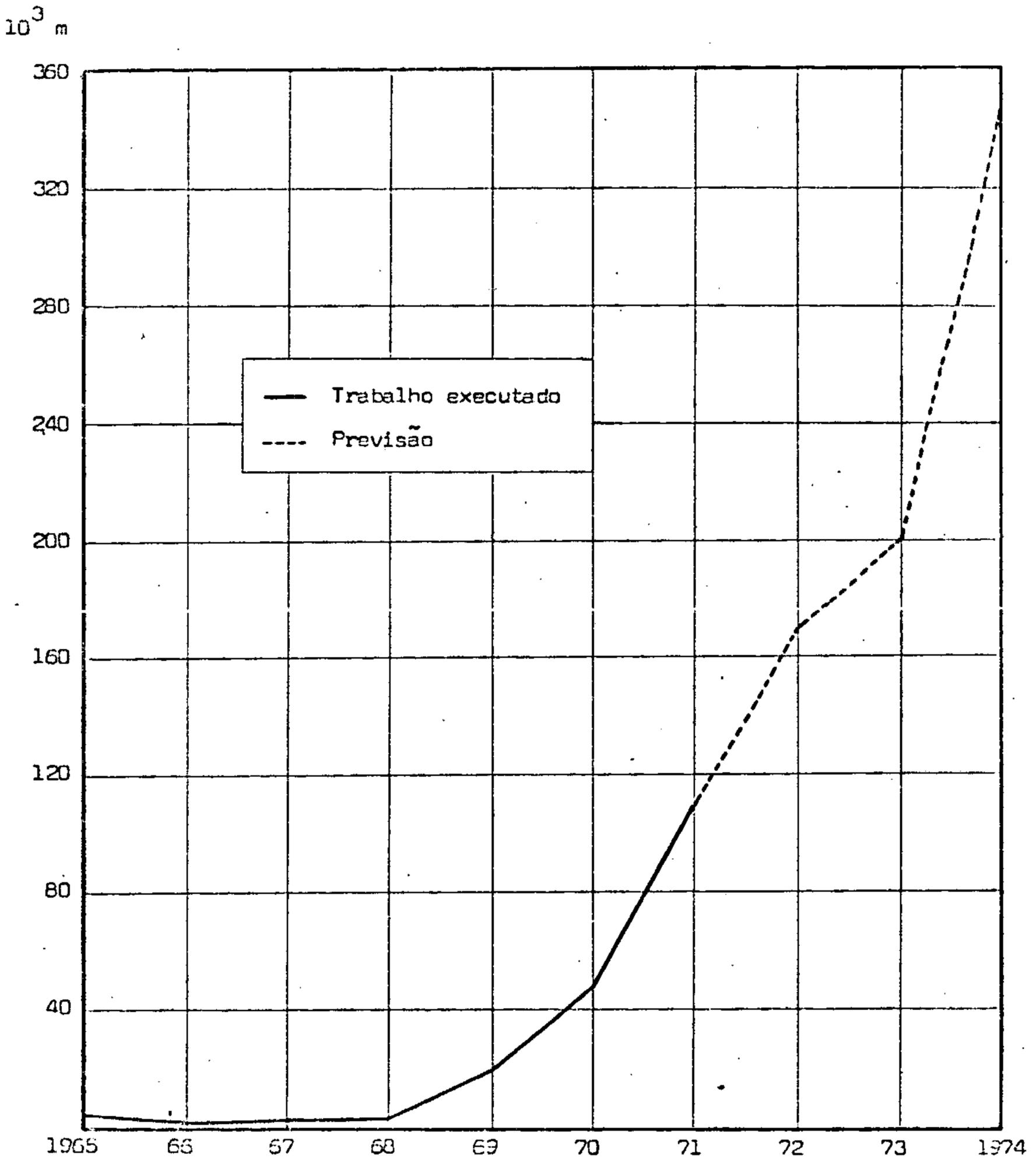
geofísica em especial aqueles relacionados com levantamentos regionais. Como consequência lógica de maciços investimentos em uma fase preliminar onde seria feita uma triagem inicial de áreas para posteriores investigações, surgirá a utilização de novas técnicas de geofísica terrestre o que permitirá amplo desenvolvimento em todos os setores desses métodos auxiliares de pesquisa mineral.

Do que se refere a geofísica de furos de sonda em face das perspectivas oferecidas pela CNEN na pesquisa de urânio é de se esperar que o desenvolvimento dos trabalhos nos próximos 2 anos siga o incremento mostrado no gráfico 4 que prevê para 1973 a perfuração de 200.000 metros e em 1974 cerca de 350.000 metros de sondagem, o que representa, respectivamente, em termos de investimento Cr\$ 2.000.000 e Cr\$ 3.500.000, aproximadamente.

O gráfico 5, mostra a situação dos trabalhos de aerogeofísica de 1962 até 1972/73 realizados inicialmente pela CNEN e posteriormente pela CPRM atendendo solicitação da própria CNEN e DNPM.

Embora seja prematura qualquer previsão nesse sentido é de esperar que em 1973 e 1974, o total de quilômetros lineares de levantamentos gamaespectrométricos e magnetométricos combinados, atinja, em cada ano, o equivalente ao demarcado em 1972. É interessante notar que, normalmente, após 2 ou 3 anos de intensivos levantamentos aerogeofísicos existe um retraimento necessário para que se possa efetuar, pelo emprego de métodos geofísicos mais detalhados, uma digestão dos dados já acumulados com a aplicação de métodos geofísicos regionais.

GEOFÍSICA DE Furos DE SONDA

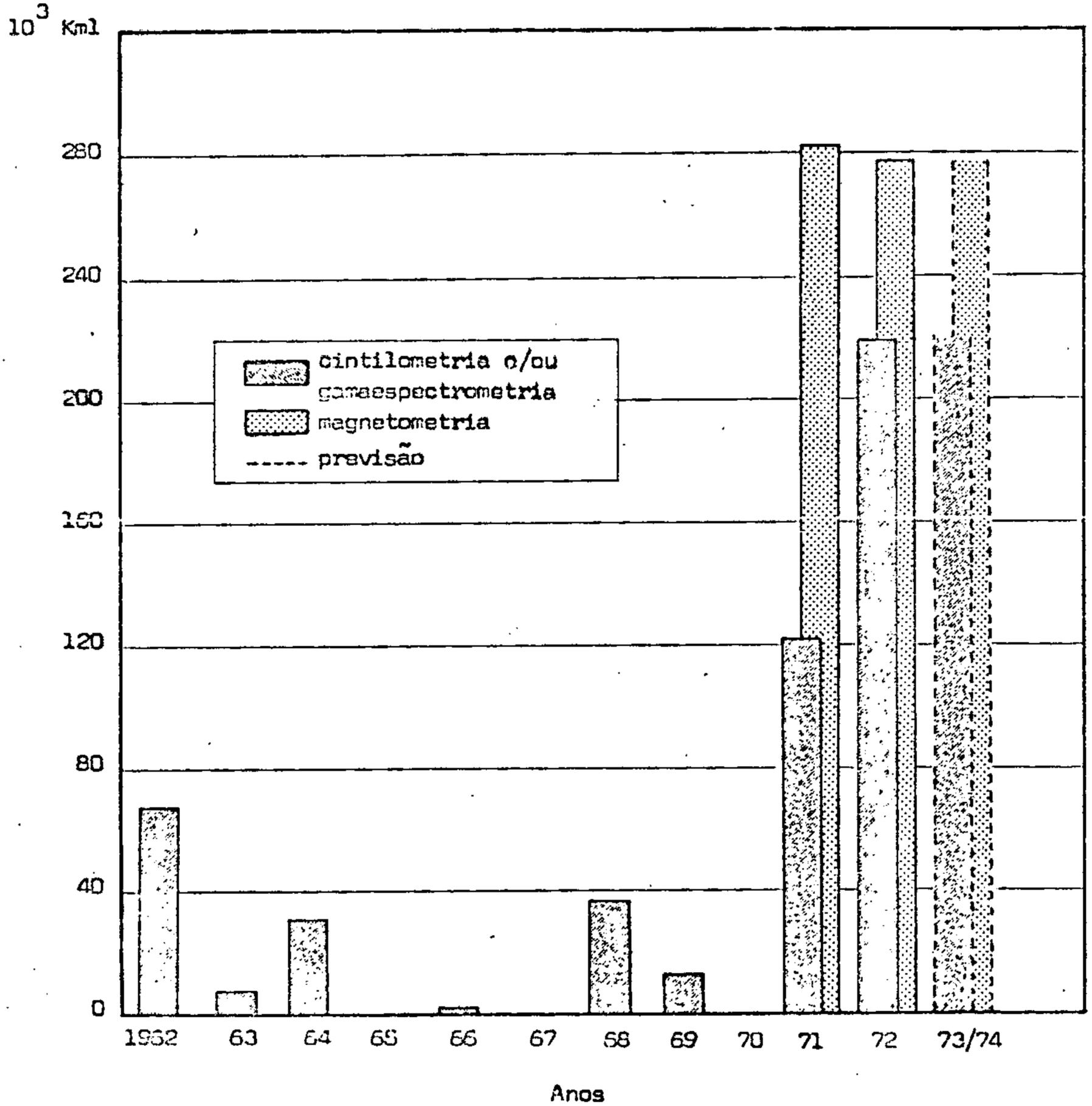


Fonte: C.N.E.N

C.P.R.M

Gráfico 3

# LEVANTAMENTOS AEROGEOFÍSICOS



FONTE: C.N.E.N. (1962/69)  
C.P.R.M. (1970/72)

Por outro lado e dentro do escopo do Projeto Radam e como atividade subsequente, está previsto um intensivo programa de aerogeofísica compreendendo duas fases distintas e complementares. Na primeira fase, prevê-se um recobrimento aerogamaespectrométrico e aeromagnetométrico na escala de 1:250.000 e 1:130.000, com espaçamento de 5 quilômetros entre as linhas de voo, num total de 500.000 quilômetros quadrados. Na segunda fase deverá ser executado um levantamento aero-eletromagnético de detalhe numa área previamente selecionada de 100.000 km<sup>2</sup>, escala de 1:25.000, objetivando o delineamento de variações de condutividade de rochas localizando bons condutores como sulfetos e grafite.

O Convênio Geofísica Brasil-Alemanha - CGBA, com o seu término previsto para janeiro de 1974, tem ainda por realizar cerca de 52.000 quilômetros lineares de aeromagnetometria enquanto que a previsão para aerocintilometria ainda depende de estudos de relevo das áreas a serem sobrevoadas. Para 1973, grande parte dos trabalhos do CGBA estará concentrado em geofísica de terra conforme já assinalado, objetivando conhecer e valorizar as anomalias magnéticas descobertas na primeira fase.

De acordo com orientação da CPRM, após a conclusão do CGBA, deverá ser implantado um Centro de Geofísica empregando todo o pessoal e materiais e equipamentos, laboratórios, aeronaves, com o propósito de dar continuidade às investigações geofísicas em território nacional, aproveitando-se assim da experiência acumulada no decorrer do convênio ora em vigor. Vê-se portanto que o CGBA é presentemente, e o será no futuro, o cume de toda a atividade geofísica da CPRM.

Os trabalhos do Programa de Reconhecimento Global da Margem Continental Brasileira, deverão estar concluídos totalmente em Fevereiro de 1975. Engajados nesse programa conta a CPRM com 6 técnicos de nível superior, sendo 1 Engenheiro Eletrônico e Geofísico, 4 Geólogos e 1 Paleontólogo. A previsão total de lotação nesse programa é de, no máximo, 8 técnicos da CPRM.

O quadro que segue mostra o pessoal da CPRM envolvido atualmente em trabalhos de geofísica.

PROJETO	GEÓLOGOS	ENG <sup>os</sup> . MINAS	ENG <sup>os</sup>	TÉCNICOS DE ELETRÔNICA	TOTAIS
CGDA	7	5	2	3	17
Fiscalização	1	-	-	-	1
Perfilagem	2	-	-	14	16
Geof. Terrestre	1	-	-	-	1
Geof. Marinha	5	-	1	-	6
Assessoria(Rio)	1	1	1	-	3
TOTAIS	17	6	4	17	44

Dos 44 técnicos, apenas 4 realizaram o curso de post-graduação da Petrobrás e 7 possuem boa experiência em geofísica. Os demais estão sendo formados na CPRM.

Os recursos a serem colocados a disposição do Departamento Nacional da Produção Mineral e Comissão Nacional de Energia Nuclear, oriundos do Imposto Único sobre <sup>lubrificantes e</sup> Combustíveis Líquidos e Gasosos (1,3%: DNPM e 1%: CNEH) antevêm boas perspectivas para o emprego de técnicas sofisticadas de geofísica

nos próximos anos. Mantida a percentagem de 10% sobre o total dos recursos, como se observou até Julho de 1972, pode-se prever para trabalhos de geofísica, em torno de Cr\$ 11.380.000,00 para 1973 e Cr\$ 12.250.000,00 para 1974, consideradas as estimativas do quadro que segue:

RECURSOS DISPONÍVEIS (Estimativas em Cr\$ 1.000.000)				
ANO	DNPM	CNEN	DNPM + CNEN	GEOFÍSICA (Previsão 10%)
1970	30,29	23,3	53,59	-
1971	47,97	36,9	84,87	-
1972	59,54	45,8	105,34	10,5
1973	64,35	49,5	113,85	11,38
1974	69,29	53,3	122,59	12,25

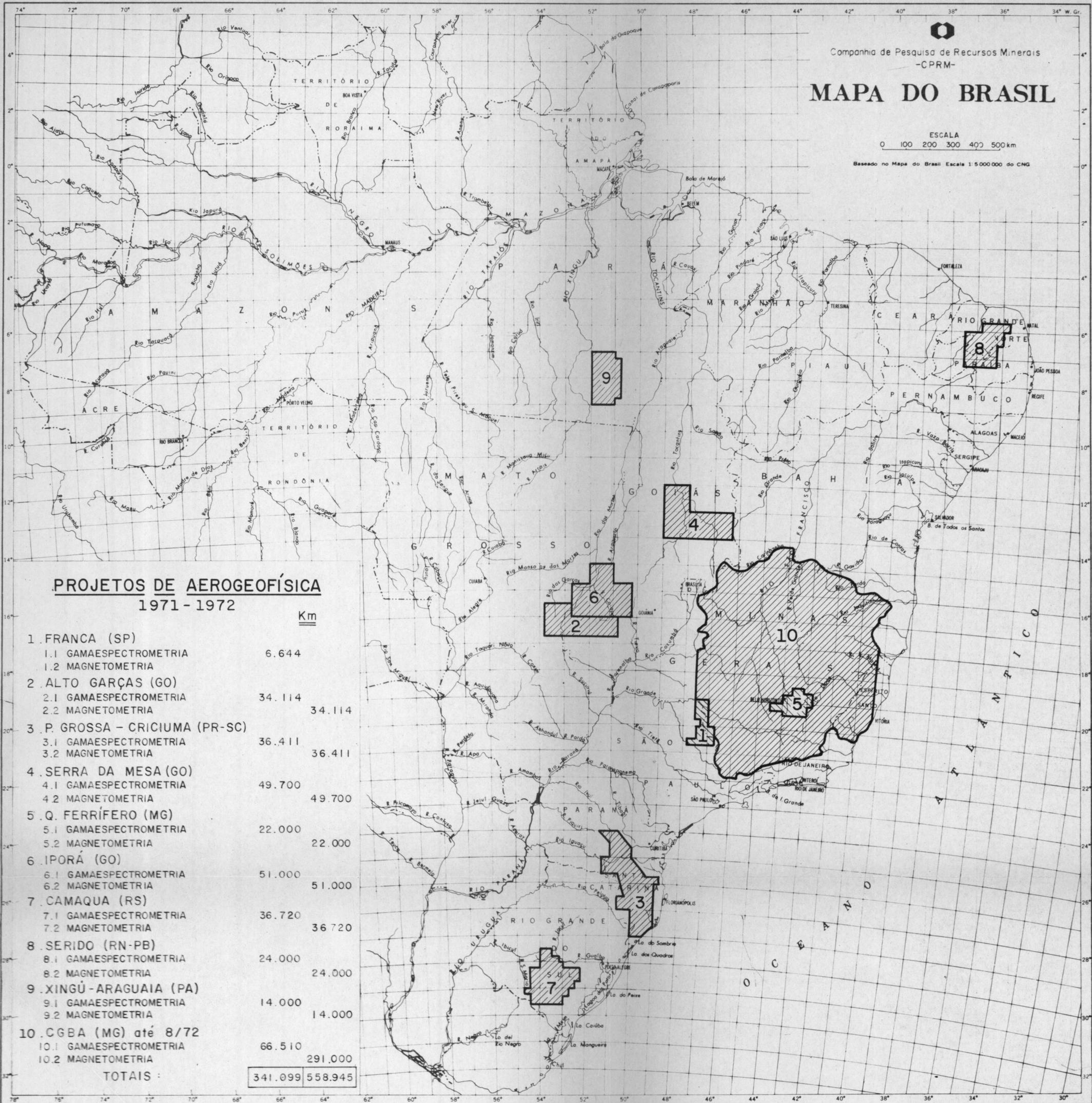


Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais  
-CPRM-

# MAPA DO BRASIL

ESCALA  
0 100 200 300 400 500 km

Baseado no Mapa do Brasil Escala 1:5.000.000 do CNG



## PROJETOS DE AEROGEOFÍSICA 1971 - 1972

Km

1. FRANCA (SP)		
1.1 GAMAESPECTROMETRIA	6.644	
1.2 MAGNETOMETRIA		
2. ALTO GARÇAS (GO)		
2.1 GAMAESPECTROMETRIA	34.114	
2.2 MAGNETOMETRIA		34.114
3. P. GROSSA - CRICIUMA (PR-SC)		
3.1 GAMAESPECTROMETRIA	36.411	
3.2 MAGNETOMETRIA		36.411
4. SERRA DA MESA (GO)		
4.1 GAMAESPECTROMETRIA	49.700	
4.2 MAGNETOMETRIA		49.700
5. Q. FERRÍFERO (MG)		
5.1 GAMAESPECTROMETRIA	22.000	
5.2 MAGNETOMETRIA		22.000
6. IPORÁ (GO)		
6.1 GAMAESPECTROMETRIA	51.000	
6.2 MAGNETOMETRIA		51.000
7. CAMAQUA (RS)		
7.1 GAMAESPECTROMETRIA	36.720	
7.2 MAGNETOMETRIA		36.720
8. SERIDO (RN-PB)		
8.1 GAMAESPECTROMETRIA	24.000	
8.2 MAGNETOMETRIA		24.000
9. XINGÚ-ARAGUAIA (PA)		
9.1 GAMAESPECTROMETRIA	14.000	
9.2 MAGNETOMETRIA		14.000
10. CGBA (MG) até 8/72		
10.1 GAMAESPECTROMETRIA	66.510	
10.2 MAGNETOMETRIA		291.000
<b>TOTAIS :</b>	<b>341.099</b>	<b>558.945</b>