1997-S

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL
3º DISTRITO

CENTRO DE GEOFÍSICA APLICADA

CHEFE DO CGA
SYLVIO BAETA NEVES

COORDENADOR DE PROJETOS
ANTONINO JUAREZ BORGES

RELATÓRIO DO LEVANTAMENTO AEROGEOFÍSICO DO PROJETO TALISMÃ - GO

Michael Gustav Peter Drews

CPRM — DIDOTE
ARQUIVO TÉCNICO
Relatório n.º 1997
N.º de Volumes: 1 V:

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE BELO HORIZONTE
1983

SUMÁRIO

(TEXTO)

PAG.

1. INTRODUÇÃO..... 1

2. OBJETIVOS E ESCOLHA DA ÁREA..... 2

3. PROGRAMAÇÃO E EXECUÇÃO DO LEVANTAMENTO..... 4

3.1 - BASE PLANIMÉTRICA..... 4

3.2 - PLANO DE OPERAÇÃO E LEVANTAMENTO..... 4

3.2.1 - Direção dos Perfis..... 4

3.2.2 - Equidistância e Extensão dos Perfis..... 5

3.2.3 - Altura e Velocidade de Vôo..... 5

3.2.4 - Espaçamento entre as Medidas..... 6

3.2.5 - Perfis de Teste..... 6

3.3 - ÉPOCA DO LEVANTAMENTO..... 7

3.4 - PESSOAL..... 7

3.5 - AERONAVE UTILIZADA..... 8

3.6 - EQUIPAMENTOS GEOFÍSICOS..... 9

3.6.1 - Sistema Eletromagnético HEM..... 9

3.6.2 - Espectrômetro..... 10

3.6.3 - Magnetômetro de Prótons..... 12

3.7 - EQUIPAMENTOS COMPLEMENTARES..... 14

3.7.1 - Câmara de Vôo..... 14

3.7.2 - Radar-Altímetro..... 15

3.7.3 - Intervalômetro..... 16

3.7.4 - Registradores Analógicos de 6 Canais..... 17

3.7.5 - Aparelhos de Teste..... 18

3.7.6 - Equipamento de Rádio-comunicação..... 19

3.7.7 - Gerador Central de Força..... 19

.a.

PAG.

3.8 - EXECUÇÃO DO LEVANTAMENTO..... 20

4. AVALIAÇÃO E REPRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS..... 22

4.1 - RECONSTRUÇÃO DAS LINHAS DE VÔO..... 22

4.2 - AVALIAÇÃO E COMPUTAÇÃO DOS DADOS HEM..... 23

4.2.1 - Aspectos sobre o HEM..... 23

4.2.2 - Compilação dos Dados HEM..... 24

4.3 - COMPILAÇÃO DOS DADOS DA MAGNETOMETRIA..... 27

4.4 - COMPILAÇÃO DOS DADOS DA ESPECTROMETRIA..... 27

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES..... 28

6. BIBLIOGRAFIA..... 31

SUMÁRIO

(ANEXOS)

1 - Mapa de Localização

1.1 - Mapa Geológico (Projeto Brasília), 1:250.000

1.2 - Regiões Anômalas, 1:250.000

2 - Helicóptero PP-FPM e Equipamentos

3 - Fluxograma do Processamento de Dados

4 - Diagrama: Dique Delgado Vertical com Condutividade e Altura Variáveis

5 - Talismã 13 : Mapa - Eletromagnetométrico (HEM)

6 - - Magnetométrico

7 - - Radiométrico

8 - Talismã 15 : Mapa - Eletromagnetométrico (HEM)

9 - - Magnetométrico

10- - Radiométrico

1. INTRODUÇÃO

Após o término das atividades do Convênio Geofísico Brasil Alemanha (CGBA), o Ministro das Minas e Energia, Dr. Shigeaki Ueki , criou através da Portaria nº 1378, de 12 de novembro de 1975, o Centro de Geofísica Aplicada (CGA) com sede em Belo Horizonte no 3º Distrito do DNPM.

Em abril de 1976, o CGA iniciou suas atividades visando principalmente a determinação de parâmetros e levantamentos para estudo de viabilidade de projetos, tanto aerogeofísicos quanto terrestres.

Com estes objetivos, o Departamento Nacional da Produção Mineral aprovou a execução do Projeto Talismã, tendo como órgão executor, o CGA.

O levantamento consistiu numa cobertura aerogeofísica de detalhe, empregando o helicóptero Sikorsky S-58T, prefixo PP-FPM, equipado com magnetômetro, gamaespectrômetro, eletromagnetômetro (HEM) e demais equipamentos auxiliares e sistema de navegação visual.

Este relatório tem como principal objetivo apresentar a metodologia aplicada, bem como suas limitações e parâmetros relativos às operações de campo e escritório.

Quanto a interpretação, no ítem 5 - Conclusões e Recomendações, é apresentada de forma bastante genérica a nível regional, compatível com as escalas dos mapas geológicos disponíveis.

2. OBJETIVOS E ESCOLHA DA ÁREA

Os objetivos deste projeto consistiram em levantamento aerogeofísico de detalhe por helicóptero, com aplicações dos métodos de magnetometria, eletromagnetometria e gamaespectrometria numa região de potencialidade mineral caracterizada por tipos litológicos do pré-cambriano indiferenciado, com predomínio de rochas gnáissico-graníticas e rochas básicas além de cobertura detrito-laterítica e aluviões recentes (leitos fluviais).

O complexo de rochas básicas (aprox. 20 por 5 km), que envolve a Serra do Estrondo, foi mapeado por Barbosa et alli (1965/68) no Projeto Brasília, mas este complexo não consta na Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo (Folha Goiás SD.22). Já o PGBC (Projeto Geofísico Brasil-Canadá) confirma no Relatório nº 4, Geoquímica Regional no Centro-Oeste do Brasil, que "localizado a norte de Novo Planalto encontra-se encaixado nos gnaisses do Complexo Basal um corpo máfico-ultramáfico que constitui a Serra do Estrondo".

No princípio de 1978, o PGBC solicitou junto a DGM/DNPM/Brasília um aerolevantamento de detalhe, pois tinha fortes interesses na área de Talismã, por causa da situação anômala mostrada pela aeromagnetometria regional (naquela época apresentada em mapas de perfis rebatidos) e anomalias geoquímicas detectadas e apresentadas no relatório supracitado indicando, principalmente, os elementos Cu, Pb, Ni e Zn.

Autorizado pela DGM/DNPM, o CGA iniciou este Projeto, denominado Projeto Talismã, em julho de 1979. Devido às suas dimensões, o Projeto foi dividido em quatro sub-áreas a saber: sub-áreas 13, 14, 15 e 16 (ver anexo 1). Com o encerramento das atividades do PGBC em dezembro de 1979, o Projeto Talismã foi desativado, ficando coberta, apenas a sub-área 13 e a metade da 15. As sub-áreas 14 e 16 e o restante da 15 foram abandonadas. O desempenho foi preju

dicado principalmente por motivos metereológicos e panes no helicóptero.

O PGBC pretendia integrar os resultados de aerolevantamento e geoquímica regionais com os dados do aerolevantamento de detalhe por helicóptero, visando a indicação de alvos para "follow-up" e detalhes por geofísica terrestre, tendo como objetivo final, a locação de furos de sonda pioneiros em locais revelados promissores pelos trabalhos anteriores.

3. PROGRAMAÇÃO E EXECUÇÃO DO LEVANTAMENTO

3.1 - BASE PLANIMÉTRICA

Foram utilizados fotomosaicos na escala de 1:25.000 montados pelo PGBC/Goiânia. Como base destes, serviram as fotografias aéreas 1:60.000 confeccionadas pela USAF (United States Air Force) no ano de 1964, na maioria, de boa qualidade.

Todavia, levando em consideração os fatos de que os mosaicos foram montados sem restituição (angular e escalar),com fotos de 15 anos de idade e em áreas onde as altitudes são variáveis de 300 m a 650 m, os mosaicos ficaram afetados por distorções de borda, que dificultaram desde a navegação até a compilação e confecção dos mapas.

Outras bases planimétricas foram cogitadas na época, entre estas os mapas 1:100.000 da DSG. Mas, apesar das restrições acima, os fotomosaicos atenderam de forma mais satisfatória.

3.2 - PLANO DE OPERAÇÃO E LEVANTAMENTO

Por causa das dimensões da área (3200 km^2) e das limitações impostas pelo Processamento de Dados (Digitalizador, Parâmetros dos Programas, Duração de Processamento, etc.) a mesma foi dividida em sub áreas: Talismã 13, 14, 15,16 (anexo 1).

3.2.1 - Direção dos Perfis

Em todas as áreas, os perfis de medida foram voados na direção geográfica $120^{o}/300^{o}$ e os de controle na direção geográfica $30^{o}/210^{o}$.

A direção dos perfis foi escolhida de modo que as medidas se efetuassem perpendicularmente à direção geral das estruturas geológicas.

3.2.2 - Equidistância e Extensão dos Perfis

Os perfis de medida foram traçados nos fotomosaicos com separação equivalente de 500 m e os de controle de 4,4 a 5,2 km . Estes espaçamentos planejados apresentaram-se na prática oscilando de, no máximo 30%. As razões para tais oscilações foram, principalmente, as seguintes:

a) base planimétrica

b) sistema de navegação (item 3.8)

c) relevo topográfico.

Desta forma, apenas "vazios" superiores a estes limites (equidistância + 30%) foram cobertos por revôos, de modo a não onerar o projeto e, ao mesmo tempo, não comprometer sua qualidade.

As extensões dos perfis variam dependendo da respectiva sub-área; Talismã 13: 64 perfis de medida de 30 km e 5 perfis de controle de 34 km; Talismã 15: 31 perfis de medida de 24 km e 5 perfis de controle de 39 km. No total foram voados 3029 km lineares.

3.2.3 - Altura e Velocidade de Vôo

A altura de vôo se recomenda pelos métodos aplicados, principalmente radiometria e eletromagnetometria, cuja eficácia obtém-se em alturas mais baixas possíveis. Mas existem restrições quanto à navegabilidade do helicóptero, principalmente devido à sonda do sistema eletromagnético.

A sonda, com peso de 120 kg e 9 m de comprimento está suspensa por cabo de 46 m, ficando sujeita a movimentos oscilatórios bruscos, em decorrência das manobras do helicóptero, que devem ser ao máximo evitadas. Aliado a este fato deve ser considerado o relevo topográfico da área, no caso variando de 300 m a 650 m.

Assim, nestas condições a altura de vôo não pode ser mantida constante e nem tampouco a mais baixa desejável. Procurou-se então manter uma altura média de 80 m do helicóptero e em consequência de aproximadamente 40 m da sonda.

A velocidade de vôo permaneceu entre 60 e 80 nós ou 110 a 150 km/h, sendo a velocidade média de 120 km/h e o limite superior imposto de forma a evitar pertubações mecânicas causadas na sonda.

3.2.4 - Espaçamento entre as Medidas

As medidas eletromagnéticas e magnéticas são registradas a cada segundo e as radiométricas com um tempo de integração de dois segundos, por isto obtém-se em média os seguintes espaçamentos: magnetometria e eletromagnetometria de 35 m e espectrometria de 70 m; considerando a velocidade média de 120 km/h.

3.2.5 - Perfis de Teste

Selecionou-se uma linha de teste perto da base de operação, para sobrevôo antes e depois de cada vôo de produção, com a finalidade de verificar a reprodutibilidade das medidas e determinar variações.

Para registrar as variações diurnas do campo magnético, instalou-se na base de operação um magnetômetro com estação terrestre.

3.3 - ÉPOCA DO LEVANTAMENTO

Os vôos geofísicos foram executados no período de 23.07.78 até 19.12.78, totalizando 3029 km lineares.

3.4 - PESSOAL

Coordenação de Projetos do CGA:		
Fase de aquisição de dados	:	Roberto Breves Vianna
Fase de processamento	::	Antonino Juarez Borges
Supervisão do Projeto	:	Michael Gustav Peter Drews
(Substituto)	:	Marcelo de Araújo Vieira
Equipe de Campo	:	
Chefe da Equipe	:	Geraldo A.Dumont de Aguiar
Compiladores	:	José Mafforte Sobrinho
		Joaquim Meirelles A.Filho
Técnico Eletrônico	:	Valmir Fabiano da Silva
Operadores Eletrônicos	:	Paulo César Rodrigues
		Mauro Cordeiro de Menezes
Pilotos	:	Ronaldo de Azevedo
		Pedro Borges Leitão
Navegador	:	José Mafforte Sobrinho
Mecânicos	:	Aristides Nunes de Oliveira
		Antônio Terra de Camargo
Administração	:	Sylvio Vianna de Oliveira
Auxiliares	:	Deli Moreira Soares
		José Amaro Sobrinho
		Sebastião Tumé
		José Rozendo de Oliveira
Avaliação e Processamento de Dados	:	Rosângela G.Bastos de Souza
		José Tarcísio Donizetti

Na listagem acima estão incluídos todos os que participaram de qualquer parcela do trabalho, sendo que, por razões de revezamento e leis trabalhistas, a equipe era formada de:

1 - Supervisor de Projetos (Escritório/campo)

1 - Chefe de Equipe de Campo

2 - Compiladores (Escritório/campo)

2 - Operadores de Bordo

1 - Piloto

1 - Navegador

1 - Mecânico de Helicóptero

2 - Auxiliares de Campo.

3.5 - AERONAVE UTILIZADA

O levantamento foi realizado com o helicóptero Sikorsky S - 58 T, prefixo PP-FPM.

Pode-se afirmar que o helicóptero modêlo S-58T é, sobretudo, apropriado para os objetivos do CGA, que são: levantamento aero-geofísico e treinamento de pessoal. A carga útil de 2540 kg e a autonomia de vôo de aproximadamente 3 a 3,5 horas, são razões preponderantes para o cumprimento de seus objetivos.

A tripulação mínima para o helicóptero consiste de três pessoas: um piloto, um navegador e um operador. Em virtude do grande número de controles e, em parte, das demoradas calibrações que se fazem necessárias durante o vôo, recomenda-se o emprego de dois operadores. Voou-se com até três operadores, dos quais um designado para receber treinamento no manejo dos aparelhos.

Tanto o helicóptero em si, como também o sistema geofísico, devido a sua complexidade técnica, requerem grande dedicação do pessoal de operação e de manutenção.

3.6 - EQUIPAMENTOS GEOFÍSICOS

O arranjo de todo o equipamento utilizado no helicóptero e dos respectivos sensores é mostrado no anexo 2 e consiste dos seguintes sistemas:

3.6.1 - Sistema Eletromagnético HEM

Tipo: Barringer 003

Princípio de Medida:

Uma bobina transmissora vertical (eixo na direção do vôo) gera um campo eletromagnético primário de aproximadamente 880 Hz. Este campo penetra no subsolo e induz corrente elétrica (corrente de Foucault), principalmente em áreas bem condutoras. Uma fração do campo magnético produzido por esta corrente parasita (campo secundário) passa através de uma bobina receptora (coaxial com a bobina emissora a uma distância de 8,7 m), onde induz uma voltagem, que é amplificada e separada em duas componentes temporais (em-fase e em-quadratura com o sinal primário), as quais são registradas. A escala do registro é ajustada de modo que 1mm corresponda a 4 ppm de variação do campo secundário, em relação ao campo primário existente na bobina receptora.

O sistema é constituído de uma sonda suspensa por cabo de 46 m, abaixo do helicóptero e de um painel de contrôle dentro do mesmo (anexo 2).

Na parte dianteira da sonda, de aproximadamente 9 m de comprimento, está instalado o emissor com a bobina transmissora, e na parte trazeira, a bobina receptora com pré-amplificador de

sinais. A sonda contém ainda uma bobina de compensação ("bucking coil"), com a qual se pode compensar a maior parte da tensão diretamente induzida na bobina receptora pelo campo primário. Além disso, existe uma pequena bobina de calibração, que produz um campo secundário bem conhecido possibilitando calibrações repetidas do sistema.

Com a_bos os valores das medidas em-fase e em-quadratura pode-se, através da comparação com curvas modêlos, obter noções sobre a distribuição da condutividade no subsolo.

3.6.2 - Espectrômetro

Tipo: Gama-espectrômetro Exploranium-DGRS-1001 com 3 cristais de NaI de 6" x 4";volume dos cristais 5550 cm^3.

Princípio de Medida

Com o Espectrômetro DGRS-1001 pode-se medir a intensidade de radiação gama em 4 diferentes níveis energéticos, três desses níveis são escolhidos de modo a abranger o assim denominado fotópico de diferentes elementos radioativos ou um sub-produto da respectiva série de desintegração. O fotopico indica o máximo relativo da intensidade de um determinado elemento dentro de seu espectro total de radiação (contínuo). O quarto nível destina-se ao registro da assim denominada radiação total, onde se medem todas as radiações contidas em uma larga faixa energética (em impulsos por unidade de tempo).

O aparelho distingue os seguintes níveis energéticos:

Maior do que 800 keV: radiação total

1,38 a 1,56 MeV : fotopico de K^{40} (isótopo radiativo natural do Potássio)

1,65 a 1,87 MeV : fotopico de Bi^{214} (elemento da série de desintegração do Urânio)

2,46 a 2,78 MeV : fotopico do Tl^{208} (elemento da série de desintegração do Tório).

Cada quantum de energia gama incidente no cristal de NaI produz um raio luminoso, que é transformado pelo tubo fotomultiplicador em sinal elétrico, cuja amplitude é proporcional à energia incidente. O resultado medido é o número de impulsos por unidade de tempo (p. ex. cps = contagens por segundo) em cada um dos níveis de energia acima. A sensibilidade máxima de registro com o equipamento utilizado é de 1 cps/1 mm (cerca de 50 cps para o total da escala).

Para evitar deslocamentos dos níveis de energia acima, por variações de temperatura ou mudança na tensão do fotomultiplicador, o aparelho dispõe de um estabilizador que mantém constante a amplitude dos impulsos na saída do detetor. Como referência é utilizado o fotopico de uma amostra de Césio^{137}.

Deve-se ainda observar que nem toda a radiação captada provém do solo. Uma parte considerável - estatisticamente oscilando com o tempo - provém de produtos secundários da radiação cósmica; também as distribuições anômalas de Radônio (estado gasoso) no ar devem ser consideradas como fontes de interferências secundárias. A oscilação estatística pode ser atenuada internamente pelo aumento do tempo de integração (ou do volume dos cristais).

Uma outra fonte de interferência, que atua principalmente nos canais de Urânio e Potássio, é o efeito Compton, que consiste nos seguintes fenômemos:

Quando um quantum de energia gama incide sobre uma matéria, produzem-se, em geral, radiações gama secundárias em faixas

energéticas mais baixas; isto pode ocorrer tanto no solo e no ar, como também nos cristais de NaI do detetor. Assim, por exemplo, uma radiação de Tório de alta energia pode produzir radiações secundárias que se situam nas faixas energéticas mais baixas, dos fotopicos de Urânio e Potássio, sendo medidas como tais, apesar de tratar-se primariamente de radiações de Tório. De modo semelhante, podem ocorrer produtos secundários de radiação de Urânio no canal de K^{40}.

O aparelho possui um calculador analógico, com o qual a adulteração das contagens reais pelo efeito Compton nos canais de Urânio e Potássio pode ser aproximadamente corrigida. Os ajustes neste calculador analógico, necessários à correção do efeito Compton, são apurados de maneira experimental e controlados antes de cada vôo, de modo que os dados de medida de Urânio e Potássio fiquem quase expurgados das distorções causadas pelo efeito Compton.

3.6.3 - Magnetômetro de Prótons

Tipo: Magnetômetro Aéreo Barringer AM 104.

O magnetômetro compõem-se de um sensor, instalado a mais ou menos 2 m da fuselagem do helicóptero, numa extremidade do suporte cilíndrico horizontal de fibra de vidro. Por meio de um cabo de conexão o sinal é enviado a um pré-amplificador no interior do helicóptero e, posteriormente para o painel eletrônico. (anexo 2)

Princípio de Medida

O magnetômetro de prótons mede, em nT, a intensidade absoluta do campo magnético total. Na cabeça do sensor encontra-se um líquido (querosene) que contém átomos ou prótons de hidro

gênio. Os momentos magnéticos dos prótons são orientados mais ou menos paralelos ao campo magnético de uma bobina de corrente contínua, que se encontra dentro da cabeça do sensor. Desligando-se a corrente contínua, os prótons ficam sob ação apenas do campo magnético terrestre, adquirindo um movimento de pre - cessão em torno das linhas do campo terrestre com a frequência de Larmor, de modo semelhante ao movimento dos piões. Esta frequência é diretamente proporcional à intensidade H do campo magnético. É válida a relação:

$$H_{(nT)} = 23,48741.f_{(Hz)}$$

O fluxo magnético através da bobina varia com o movimento de precessão dos prótons, gerando-se uma tensão elétrica alternada da mesma frequência. Esta frequência é medida no aparelho. No mostrador de cinco dígitos pode-se ler diretamente a intensidade magnética com precisão de 1 nT.

Depois de cada medida, os prótons são automaticamente polarizados de novo. O intervalo para cada leitura neste aparelho é de 1 segundo.

A precisão do instrumento é prejudicada pelo nível de interferência magnética e elétrica existente ao redor do helicóptero. A isso, acrescente-se a interferência do campo (878 Hz) do transmissor do HEM cuja frequência é próxima à de precessão dos prótons na cabeça do sensor; segundo a fórmula acima, esta última é igual a 1060 Hz para um campo magnético de 24.900 nT (normal para a área).

Nas medidas da região do Projeto, o nível médio de interferência foi de aproximadamente 5 nT.

3.7 - EQUIPAMENTOS COMPLEMENTARES

Além dos instrumentos geofísicos citados no item 3.6, existe uma série de outros equipamentos utilizados no levantamento , cujo correto funcionamento é tão importante quanto o dos aparelhos citados para uma pesquisa aérea bem sucedida. Esses acessórios e suas funções são descritos a seguir.

3.7.1 - Câmara de Vôo

Tipo: Geocam 35 mm "strip Câmara"

A câmara fotografa continuamente a região sobrevoada, ou seja, retrata uma faixa do terreno com largura aproximada à da altura de vôo h. Isto resulta da fórmula:

$$x = \frac{h \cdot f_o}{l}$$

f_o - distância focal = 21 mm

h - altura de vôo

l - largura do filme exposto = 21 mm

x - largura da faixa sobrevoada

Se o helicóptero voa sem inclinação lateral ("roll") o centro do filme corresponde à trajetória voada. No vôo em linha reta a inclinação lateral ("roll") em geral é pequena, isto é , abaixo de 15^{o}. Esta inclinação resulta em deslocamento lateral aparente da rota de vôo de aproximadamente 21,5 m (para altura de vôo de 80 m). Este erro corresponde, na representação carto - gráfica do perfil de vôo em escala de 1:25.000 a menos que 1 mm, sendo por isto desprezado.

A inclinação frontal ("pitch") é constante durante o vôo em linha reta. Os erros na determinação da direção de vôo causados por variação da inclinação frontal são menores do que os produzidos pela inclinação lateral.

O filme se desloca continuamente sobre uma fenda de 0,25mm, de tal modo que sua velocidade (v) seja regulada à da velocidade de vôo (V), para evitar distorção na imagem; com base em proporções geométricas a relação abaixo deve ser satisfeita:

$$v = \frac{V \cdot f_o}{h}$$

v - em mm/s

V - em mm/s

f_o - em mm

h - em m

Para uma velocidade de vôo V de 30 m/s (110 km/h) e altura de vôo h = 80 m, temos uma velocidade do filme de 7,88 mm/s. Utiliza-se filmes de 400 pés (122 m) de comprimento, suficiente para aproximadamente 4 horas de vôo.

A partir do exemplo acima pode-se calcular que 1 mm de filme, fotografa cerca de 3,8 m do terreno. Marcas de tempo podem ser impressas no filme através de impulsos externos (do intervalômetro, anexo 2). Por intermédio deste aparelho são impressas barras verticais de 3 mm (marcas fiduciais), a cada 20 segundos sobre uma das metades da largura do filme. As marcas fiduciais são contadas por um calculador interno; os números identificadores de cada marca fiducial são gravados no filme por meio de três dígitos em uma faixa de 3 mm de largura.

Pelas lâmpadas de controle no console, o operador pode constatar se o transporte do filme está correto e se a marca fiducial está sendo impressa.

3.7.2 - Radar-Altímetro

Tipo: Sperry RT 220, frequência de emissão 4,3 GHz

O aparelho compõ-se de três unidades: uma antena para emissão e recepção, uma unidade eletrônica e um indicador. A antena é externa e está instalada na face inferior do helicóptero, a unidade eletrônica dentro do helicóptero e o indicador no painel de instrumentos da cabine de comando. A unidade eletrônica possui uma saída analógica ligada ao registrador. A escala do indicador varia de 40 a 2000 pés; o registrador grava alturas entre 150 e 650 pés (em uma largura de 5 cm). O fabricante do radar-altímetro anuncia uma precisão superior a 5% para as alturas indicadas.

A precisão do registro da altura de vôo é, muitas vezes inferior a 10%, uma vez que é difícil uma exata coordenação entre a posição do ponteiro do indicador na frente do piloto e a posição da pena do registrador (na frente do operador) em compartimentos diferentes.

O momento da passagem do ponteiro do indicador do radar-altímetro pelas marcas de 200, 300, 400, ..., pés é informado pelo piloto ao operador, que marca as posições correspondentes da pena do papel de registro.

3.7.3 - Intervalômetro

Tipo: Barringer Modêlo AV 5000-O

O intervalômetro cria condições para que os dados de medidas registrados sejam relacionados à sua localização no terreno. Ele produz impulsos que aparecem simultaneamente como marcas de tempo, sobre o filme (barras verticais) e sobre o papel de de registro (pontos, denominados fiduciais). Os impulsos são contados a partir de um ponto inicial qualquer; seu número pode ser obtido tanto no próprio intervalômetro como no mostrador existente na cabine de comando (do lado do navegador). De tempo

em tempo, o operador lê o número do impulso e anota no papel de registro junto ao ponto fiducial correspondente.

O intervalo de tempo entre os impulsos pode ser selecionado entre 1 e 99 segundos. Além destas marcas fiduciais de tempo pode-se gravar através do acionamento manual de um botão no intervalômetro ou no mostrador da cabine de comando (vide esquema do anexo 2), outras fiduciais no papel de registro; assim, por exemplo, assinala-se o momento do sobrevôo de pontos notáveis do terreno, como estradas, rios, lagoas, etc, possibilitando uma correlação grosseira e rápida dos dados de medida com o terreno sobrevoado - antes mesmo da reconstrução rotineira das linhas de vôo.

3.7.4 - Registradores Analógicos de 6 Canais

Tipo: Exploranium MARS-6

Os dois registradores operam segundo o princípio denominado "registro térmico", ou seja, penas aquecidas derretem uma camada de cêra que recobre o papel especial de registro, nas posições em que elas passam, devido a uma lâmina escura existente sob a cêra, aparecem traços muito finos. A espessura do traço pode ser variada dentro de determinados limites, conforme a temperatura e a pressão empregada sobre as penas.

Cada um dos seis canais tem uma largura de registro de 50 mm; as faixas de registro possuem base milimetrada. Entre as faixas há um espaço de 12,5 mm de largura e aí podem ser registrados, com penas acessórias, marcas de tempo, fiduciais manuais , etc.

A posição inicial das penas e a escala para o registro do sinal pode ser - dentro de determinados limites - estabelecidas independentemente para cada canal. Podem ser utilizados dife

rentes módulos de amplificação, dependendo da tensão do sinal existente na entrada do registrador. A linearidade do traçado é igual ou superior a 1%.

A velocidade do papel pode ser ajustada para 2, 3, 4 ou 5 pol/min. A velocidade de registro utilizada, foi de 2 pol/min= 0,85 mm/s.; para uma velocidade de vôo de 65 nós (35 m/s), 1 mm do papel de registro corresponde a uma distância de 38 m do terreno.

Um rolo de papel de registro (200 pés de comprimento por 15 polegadas de largura) é suficiente para cerca de 20 horas de serviço.

A disposição dos dados de medida e das fiduciais nos 12 canais de registros, e das marcas eventuais, é mostrada no anexo 2.

3.7.5 - Aparelhos de Teste

Para uma série de testes de funcionamento dos equipamentos, que aqui não serão descritos em detalhe, são necessários permanentemente dois aparelhos de teste, que estão instalados no console:

a) Osciloscópio - tipo Philips PM 3200

Aparelho para corrente contínua e alternada de até 10 MHz, sensibilidade máxima de 2 mV por unidade de graduação, precisão de ± 5%.

b) Frequencímetro - tipo Hewlett Packard 5321 B

Frequências de 5 Hz a 10 MHz (ondas senoidais) podem ser medidas com êste aparelho. Possui um indicador luminoso de 5 algarismos. Internamente, um oscilador a cris

tal de 1 MHz com uma precisão de aproximadamente 30 ppm, funciona como referência de tempo para contagem de frequência. O intervalo de contagem é opcional entre 0,01 ; 0,1; 1; 10 segundos.

Estes dois aparelhos podem ser rapidamente ligados, através de cabos e conectores especiais, aos paineis de HEM e Magnetômetro para os respectivos testes de sinais.

3.7.6 - Equipamento de Rádio-comunicação

Tipo: Bosch KF 80 Frequência de emissão 75 MHz

Além do rádio normal para comunicação com as torres de controle dos aeroportos; o helicóptero está equipado com um rádio UKW (ondas ultra-curtas). Por intermédio de um rádio portátil (Bosch HFG 80), o piloto pode ser instruído pelo pessoal de terra a respeito da subida e descida da sonda do HEM, uma vez que a mesma fica fora da visão do piloto.

Com um segundo KF 80 (instalado no aeroporto) pode-se manter contacto permanente entre a aeronave e o pessoal de terra.

3.7.7 - Gerador Central de Força

Para completar, deve-se mencionar que existe um Gerador Central de Corrente, o qual fornece as voltagens necessárias aos diferentes aparelhos. O conjunto é igualmente instalado no console. Através de inúmeros interruptores cada aparelho pode ser ligado ou desligado separadamente. O Gerador Central de Corrente é abastecido pela fonte energética do helicóptero, que fornece corrente contínua de 28 volts e corrente alternada de 117 volts e 400 Hertz (vide anexo 2). A potência total do siste

ma geofísico e dos acessórios compreende cerca de 1 kW.

3.8 - EXECUÇÃO DO LEVANTAMENTO

O levantamento foi executado no período 23.07.78 a 19. 78 e foram cobertos um total de 3.029 km de perfis. Neste perío e um total de 151 dias houve as seguintes paradas e interrupções dias integrais:

58 dias por motivos meteorológicos

22 dias por motivos de panes no helicóptero

17 dias por motivos de panes nos equipamentos geofísicos e/ ou de navegação

05 dias por motivo de um teste junto ao PGBC em Uruaçú/GO.

Afora estas paralizações, obteve-se uma produtividade de 1800 km/mês correspondente a produções diárias de até cerca de 200 km, não se chegando a produções mensais maiores principalmente por impedimentos meteorológicos a saber:

a) ventos fortes - dificultam o acompanhamento dos perfis nos padrões do aerolevantamento.

b) calor excessivo - colocam em risco as operações de subida e descida do helicóptero

c) descargas elétricas atmosféricas - provocam fortes interferências sobretudo no sistema eletromagnético

d) tempo chuvoso - limitam as medições espectrométricas e prejudicam as demais operações de vôo.

Além destas restrições, os equipamentos de bordo e também a aeronave estão sempre sujeitos a panes, que geralmente requerem tempo para serem reparadas.

Procurando sempre operar a partir de uma base o mais próxi-

mo possível da área a ser coberta, escolheu-se o vilarejo de Cajueiro, situado no centro da beirada leste da sub-área 13.

A navegação foi realizada com a bússola comum do helicóptero e os fotomosaicos (3.2.2 e 4.1). Este "sistema de navegação " apresentou-se bastante trabalhoso, agravado pela idade e maneira de montagem dos fotomosaicos. Mesmo assim dentro do possível esforço de todos, tudo foi solucionado e os dados estão apresentados à semelhança de qualquer outro aerolevantamento.

4. AVALIAÇÃO E REPRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

4.1 - RECONSTRUÇÃO DAS LINHAS DE VÔO

A rota real do helicóptero, representada por sua projeção sôbre a superfície do solo (linha de vôo) é determinada através da comparação do filme com o fotomosaico, quando se faz a reconstrução da linha de vôo. Isto requer alguma prática, porque o filme de vôo possui escala de 1:4.000 e o mosaico, escala 1:25.000.

Sempre que possível marcam-se no fotomosaico pontos de referência; são aqueles pontos do terreno sobrevoados exatamente, quando uma marca fiducial é impressa sôbre o filme. Cada ponto de referência recebe o número da marca fiducial correspondente. A trajetória entre dois pontos de referência pode ser considerada retilínea com bastante precisão, como se pode verificar a qualquer tempo com os filmes de vôo. Desde que as marcas de tempo aparecem a cada 20 segundos, a distância entre duas fiduciais corresponde em média a 700 m.

Se não se pode determinar, por falta de detalhes identificáveis no solo, o local exato de uma fiducial, determinam-se no fotomosaico os pontos notáveis mais próximos e localiza-se a fiducial procurada entre os pontos identificados. A precisão relativa dos pontos de referência em relação aos detalhes do terreno identificados no fotomosaico é em torno de 100 m. As fiduciais são numeradas durante o vôo (sôbre os vários perfis de medida).

A correlação dos valores das medidas geofísicas aos pontos de medida é efetuada através da chamada coordenada S formada pelo número da marca fiducial precedente e pela fração da distância entre o ponto S e S + 1; por exemplo, S = 136,15 sig-

nifica que, a partir da fiducial 136 (na direção da fiducial 137), o local de medida se encontra a 15/100 da distância entre as fiduciais 136 a 137, ou seja, desde que a distância aproximada entre as fiduciais é geralmente de 700 m, o ponto se localiza a 105m da fiducial 136, contado na direção da fiducial 137.

A reconstrução das linhas de vôo sobre o fotomosaico é mostrada junto ao mapa do HEM (ver anexos). As trajetorias de vôo tracejadas significam que a localização dos pontos de referência naquele trecho não pode ser efetuada de modo preciso. A reconstrução das linhas de vôo constitui a base para a representação dos resultados das medidas geofísicas de todos os métodos descritos a seguir.

4.2 - AVALIAÇÃO E COMPUTAÇÃO DOS DADOS HEM

4.2.1 - Aspectos sobre o HEM

O aparelho serve essencialmente para detectar depósitos minerais, que se destacam da encaixante, por possuirem condutividade muito elevada. Quase todos os minerais sulfetados, mas também a grafita, água salgada e argilas, possuem alta condutividade. Todos estes materiais podem produzir "anomalias", sem que se possa fazer diferenciação entre eles, utilizando apenas as medidas de HEM. Em regiões com cobertura má condutora (para o HEM, resistividade 100 ohm.m), corpos maciços extensos, ótimos condutores, podem ainda ser detectados a uma distância de 140 metros da sonda (anomalia em fase cerca de 20 ppm).

Para o modêlo de uma placa delgada com alta condutância (σt = 100 Siemens, σ = condutividade, t = espessura) determinou-se teoricamente uma "profundidade" de 100 m (anomalia em fase = 8 ppm). Com isso, conclui-se que placas condutoras (diques), locali-

zadas a profundidades inferiores a 30 m podem ainda ser detectados a uma distância lateral de 80 m da linha de vôo (para uma altura de vôo da sonda de 30 m). A faixa do terreno coberta por um levantamento de HEM a uma altura de vôo normal, tem uma largura de aproximadamente 160 metros. Ela se torna mais larga - ao contrário especialmente das medidas radiométricas - à medida que a altura de vôo diminui. Desde que, ao mesmo tempo, a profundidade de penetração aumenta, é sempre vantajoso para o HEM uma menor altura de vôo (da sonda). A resolução do método é relativamente alta: podem-se diferenciar corpos cuja separação não seja menor do que sua distância para a sonda. O HEM pode trazer contribuições essenciais para o mapeamento geológico de uma área, desde que as unidades geológicas tenham diferentes condutividades, mas não muito pequenas. Neste caso é possível confeccionar um mapa da "resistividade equivalente" (w) da área de pesquisa. Esta grandeza é igual a resistividade real do subsolo, se este pode ser definido - relativamente à condutividade - através do modêlo de um semi-espaço homogêneo.

4.2.2 - Compilação dos Dados HEM

a) Determinação do nível zero:

Os valores Inphase (I) e Quadratura (Q) devem ser referidos a um nível zero absoluto; para determinação do zero absoluto para as medidas de HEM eleva-se a altura de vôo para 1.000 pés (sonda a 850'), onde o campo secundário da terra é praticamente nulo, ela é executada durante os vôos, antes do início e após o término de cada perfil (nas voltas). O nível zero correto, pode portanto, ser obtido na faixa de registro à esquerda e à direita dos dados registrados ao longo do perfil. A variação do nível zero entre o início e final do perfil constitui um problema de difí-

cil solução; atribuem-se diferentes causas a esta varia - ção:

1) Dilatação ou contração da sonda por variação de temperatura.

2) Variação eletrônica no equipamento, inclusive no registrador.

3) Variação da permeabilidade do subsolo.

As causas 1 e 3 atuam sôbre o canal em-fase e a segunda, sôbre os dois canais. Os erros na determinação do ponto-zero através da interpolação linear entre os valores antes do início e após o final do perfil são detectados quando os valores medidos sôbre longo trecho se encontram abaixo da linha zero (isto é, na faixa positiva); isto pode teoricamente ocorrer em dois casos de exceção, sobre os quais não se faz aqui um estudo detalhado. Além disso, reconhecem-se erros de determinação da linha zero, quando perfis vizinhos apresentam valores de I e Q muito discrepantes.

Para manter a linha zero a mais correta possível, o nível zero deve ser representado em alguns casos, por meio de uma poligonal pouco quebrada. A linha zero é sempre determinada primeiro para os valores de quadratura que, conforme mencionado acima, poucas causas têm para variar. A linha zero para os valores em-fase é traçada em seguida e verifica-se, se nos locais de valores nulos de Q também são nulos os valores de I.

Este procedimento tem por base o diagrama do anexo 4 : se partimos do princípio que a componente Q é nula porque a sonda não encontra um bom condutor em um raio de 120 m, com maior razão deve inexistir uma componente em-fase, se

gundo o diagrama; o caso de valores de Q serem muito pe - quenos por causa de um subsolo bom condutor pode ser ex cluído, porque então os valores de I tornar-se-iam anor - malmente altos, o que naturalmente se deve ter em emmente quando da fixação do nível zero.

b) Determinação da gradução das escalas:

A graduação das escalas é determinada com os valores de calibração obtidos através de medidas com a bobina cali - bradora interna. Segundo o fabricante, a bobina calibrado ra deve produzir um campo secundário de 50 ppm, tanto no canal em-fase como no de quadratura. Uma verificação efe- tuada segundo instruções de SENGPIEL (1974), mostrou que a bobina calibradora produz na realidade um campo de ape- nas 47 ppm, pelo que as leituras de I e Q são 6% maiores; estes erros atuam de maneira insignificante sobre os re - sultados.

As diversas leituras do valor de calibração acusaram uma diferença média de $\pm$ 5%, visto que o nível de interfe rência frequentemente prejudica uma leitura correta; por isso, várias calibrações devem ser feitas pelo operador , antes e depois de cada perfil de medida.

c) Confecção dos mapas de anomalias

Selecionou-se uma série de anomalias isoladas marcan - tes, com fortes gradientes e largura de meia amplitude in ferior a 200 m (6 mm do papel de registro), determinando- se a coordenada S, altura de vôo e o valor máximo da com ponente em-fase e em-quadratura. O cálculo dos parâmetros do subsolo a partir do último par de valores foi feito com o diagrama correspondente de GOSH (1971), para o modelo de uma placa condutora vertical (anexo 4). A posição da

anomalia e a condutância σt do modêlo utilizado (σ = condutividade em Siemens/m; t = espessura da placa em metros) assim como a profundidade máxima do topo da placa sob o terreno são indicadas nos mapas da área.

A interpretação global com o modêlo da placa vertical deve ser encarada meramente como uma interpretação preliminar e serve antes de mais nada para caracterizar as anomalias de uma maneira mais fácil, através da condutância e da profundidade dos corpos assumidos, e com isto estabelecer prioridades para trabalhos terrestres subsequentes. Devido a uma série de possibilidades de erros, entre os quais os existentes na determinação da altura de vôo sobre a anomalia, as profundidades indicadas têm uma precisão máxima de $\pm$ 10 m.

4.3 - COMPILAÇÃO DOS DADOS DA MAGNETOMETRIA

Os dados magnetométricos foram submetidos ao processo de digitalização do registro analógico. Este processo com as etapas subsequentes estão mostrados no anexo 3: "Fluxograma do Processamento de Dados".

Em seguida foram construídos os contornos manuais da Intensidade Magnética Total (nT) com a equidistância de 50 nT.

4.4 - COMPILAÇÃO DOS DADOS DA ESPECTROMETRIA

Na espectrometria só o canal de contagem total foi digitalizado e submetido ao processo também descrito no anexo 3.

Após plotagem dos máximos, mínimos e interpolações dos valores múltiplos de 50 cps, foram efetuados os mapas de contornos de contagem total com a equidistância de 50 cps.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os resultados aqui apresentados, correspondem ao detalhamento dos levantamentos regionais, aerogeofísico e geoquímico do PGBC. De um modo geral, confirmam as tendências gerais dos mesmos, principalmente em relação à magnetometria, embora com mais detalhe e, além disso, apresenta os resultados eletromagnéticos, como dados adicionais de importância preponderante para a prospecção de sulfetos.

Trata-se de uma interpretação bastante genérica, em escala regional, baseada nos mapas 1:250.000 do Projeto Brasília. Todavia, uma interpretação mais acurada pode ser levada a efeito, a partir dos mesmos dados ora apresentados, desde que se disponha de maiores conhecimentos geológicos da região.

Desta forma, apresentamos abaixo os resultados correspondentes a cada método usado (anexos: 1.1 e 1.2):

Eletromagnetometria:

Os resultados revelaram um grande alinhamento eletromagnetométrico (EA 1), duas faixas anômalas (EF 1 e EF 2), duas pequenas áreas anômalas localizadas (EL 1 e EL 2) e uma grande zona anômala bem caracterizada (EZ).

O alinhamento eletromagnético EA 1, corresponde a condutâncias variadas e profundidades de 15 a 40 m. Ocorre segundo a direção aproximada N 30°E, paralelamente ao alinhamento magnético MA 1 e das falhas indiscriminadas mapeadas em 1:250.000. Boa parte ao norte e noroeste, situa-se sobre cobertura detrito-laterítica, representando provavelmente a mesma.

Também a zona de anomalias eletromagnéticas (EZ) abrange grande parte da cobertura detrito-laterítica, com anomalias a profundidades de 5 a 15 m; o mesmo fato pode ser observado nas faixas anôma

las eletromagnéticas EF 1 e EF 2. Deve ser ressaltado que, tanto no alinhamento EA 1 quanto nas EF 1, EF 2 e na zona EZ, encontram-se anomalias indicando condutâncias elevadas e razões entre as fases reais e imaginárias maiores que a unidade. Recomenda-se portanto uma melhor análise das mesmas, à luz da geologia local, caso se cogite de investigações terrestres futuras.

As anomalias eletromagnéticas locais EL 1 e EL 2 indicam boas condutâncias e profundidades entre 20 e 40 m. A EL 1 localiza-se sobre o alinhamento magnético MA 1 havendo portanto, uma correlação entre ambas. O mesmo não acontece com a EL 2, mas a concentração e qualidade das anomalias aqui é superior.

Magnetometria.

Facilmente pode-se distinguir os alinhamentos magnéticos MA 1 e MA 2.

O alinhamento MA 2 direciona-se em N 60^{o}E, numa região onde o mapeamento geológico indica predominância de estruturas a N30^{o}E, o que leva crer, que se trata de uma estrutura não verificada ou totalmente desconhecida superficialmente.

Já o alinhamento MA 1, se encontra situado segundo a direção geral N 30^{o}E ladeado pelo alinhamento eletromagnético EA 1 e por falhas. Como o mergulho nesta região é de 35^{o} a 70^{o} NNW, pode-se suspeitar de diques mergulhados neste sentido. A ligeira defasagem entre MA 1 e EA 1, pode ser explicada por um mergulho desta grandeza, pois a eletromagnetometria detecta preferencialmente o topo de um corpo (dique etc.) e a magnetometria é influenciada pela geometria total do corpo. Daí decorre, provavelmente, o deslocamento de posicionamento entre a falha e os alinhamentos EA 1 e MA 1 para NNW.

Em ambos os alinhamentos magnéticos, observa-se anomalias de corpos isolados e/ou interligados a baixas profundidades. As ano-

malias magnéticas ML 1, 2, 3, 4 têm seus eixos principais orientados na direção geral das estruturas da região a N 30°E. As anomalias ML 1 e ML 3, têm correlação com anomalias eletromagnéticas, o que aumenta o interesse para a procura de sulfetos. Aparentemente, devido a orientação dos eixos principais, trata-se de diques encaixados nos lineamentos estruturais. A anomalia ML 1 situa-se próximo ao contato estratigráfico provável com rochas básicas.

Radiometria:

O nível de radiação apresenta-se de um modo geral, com variações tranquilas. A grosso modo pode-se dividir a área levantada em dois padrões: o primeiro, com radiações menores que 200 cps, e o segundo acima de 200 cps, correspondentes às zonas RZ 1, RZ 2 e RZ 3. Contudo, deve ser ressaltado que, dentro da zona RZ 1, observa-se uma pequena faixa mais anômala com radiações de até 475 cps na direção geral N 30°E.

Os resultados da radiometria sugerem uma maior diferenciação litológica do que o mapeamento geológico apresenta. Nota-se ainda com certa clareza, que as zonas RZ 1 e RZ 2 ocorrem entre determinados limites: RZ 1 entre a borda leste da área levantada e uma falha e a zona RZ 2 limitada por duas falhas. Tanto as zonas RZ 1 e RZ 2 como as falhas, estão alinhadas na direção N 30°E. Portanto, acredita-se que há mais separações litológicas do pré-Cambriano indiferenciado do que aquelas mapeadas. Além disso, não se vê correlação entre os resultados da radiometria, magnetometria e eletromagnetometria, exceto na zona RZ 1, onde estão sobrepostas as faixas de anomalias eletromagnéticas EF 1 e EF 2, o que não muda o conceito, pois trata-se na maioria, de anomalias superficiais da cobertura detrito-laterítica.

6. BIBLIOGRAFIA

FRISCHKNECHT, F.C. - 1967 - "Fields about an Oscillating Magnetic Dipole over the Two-Layer Earth". Quaterly of the Colorado School of Minas v. 62 nº 1.

GHOSH, M.K., and WEST, G.F. - 1971 - "AEM Analogue Model Studies" Norman Paterson & Associates Limited, Toronto - Canada.

LOWRIE, W., and WEST, G.F. - 1965 - "The Effect of a Conducting Overburden on Electromagnetic Prospecting Measurements". Geophysics v. 30 pp 624-632.

MALMQUIST, D. - 1965 - "A Numerical Calculation of the Electromagnetic Field from a Vertical and a Horizontal Magnetic - Dipole above a Homogeneous Earth". Geoexploration v. 3 nº 3 - pp. 175-227.

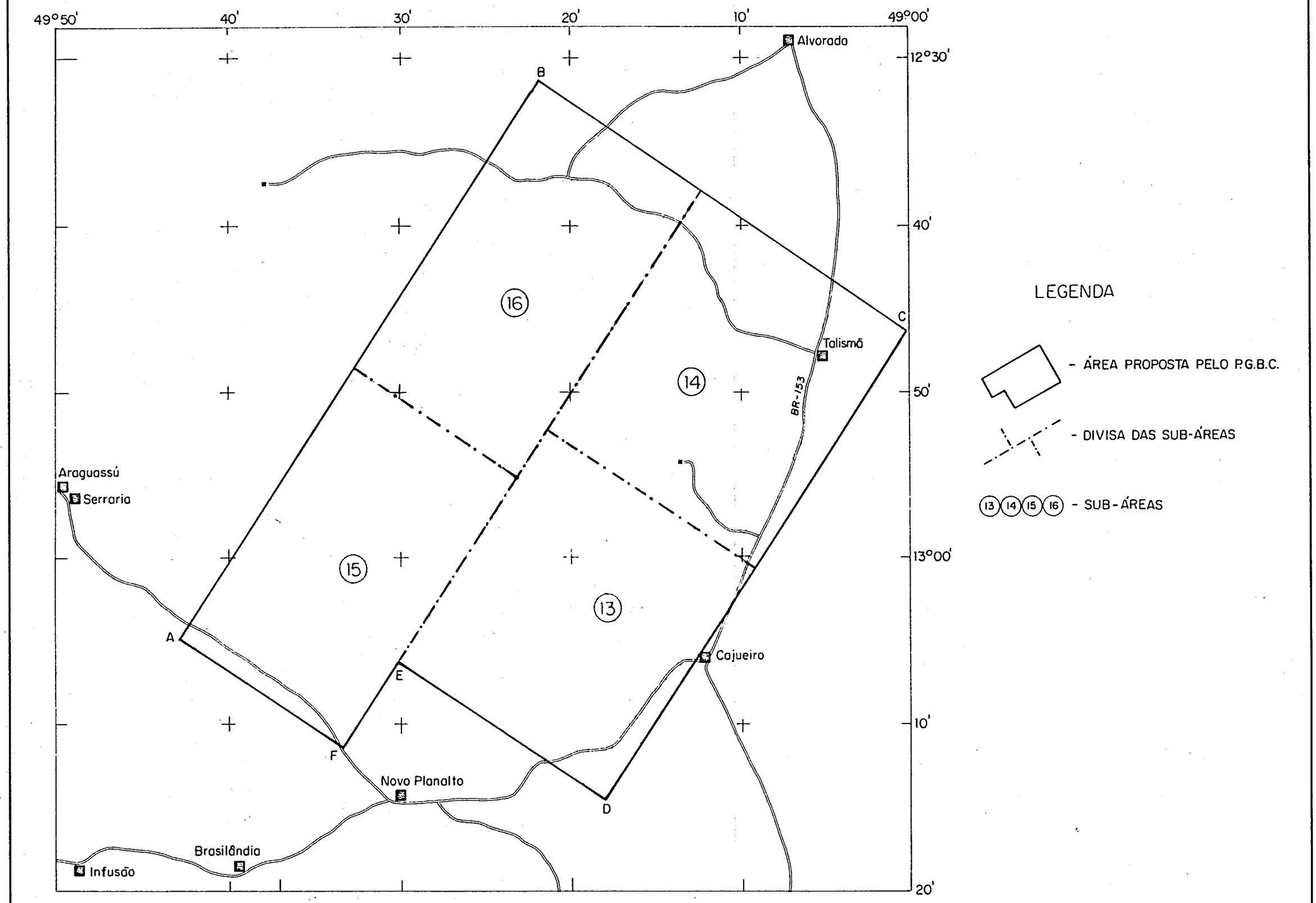
PGBC - PROJETO GEOFÍSICO BRASIL-CANADA - 1978 - Relatório nº 4 , Geoquímica Regional no Centro-Oeste do Brasil.

PROSPEC S.A. - 1965/68 - "Projeto Brasília - Geologia da Região Central de Goiás", 1:250.000, Folhas: Araguaçu SD-22-E e Porangatu SD-22-K.

SCHOBBENHAUS FILHO, CARLOS. et alli - 1975 - "Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo/Folha Goiás SD-22", MME-DNPM-Brasília.

SENGPIEL, K.P. - 1974 - "Verificação do Sistema HEM com uma Bobina de Aferição Externa". CGBA - Belo Horizonte - "Inédito".

WAIT, J.R. - 1955 - "Mutual Electromagnetic Coupling of Loops over a Homogeneous Ground". Geophysics v. 20 nº 3 pp. 630-637.



LIMITES DA ÁREA

PONTO	LONGITUDE	LATITUDE
A	49°43	- 13°04'54"
B	49°22'24"	- 12°32'12'
C	49°00'	- 12°45'54"
D	49°17'48'	- 13°14'18"
E	49°30'54"	- 13°06'36"
F	49°33'	- 13°11'

MERIDIANO CENTRAL 51° W GR

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL
CENTRO DE GEOFÍSICA APLICADA

PROJETO TALISMÃ
GOIÁS
MAPA DE LOCALIZAÇÃO

Escala aprox. - 1 : 500 000

MAIO '83

ANEXO 1

mvs

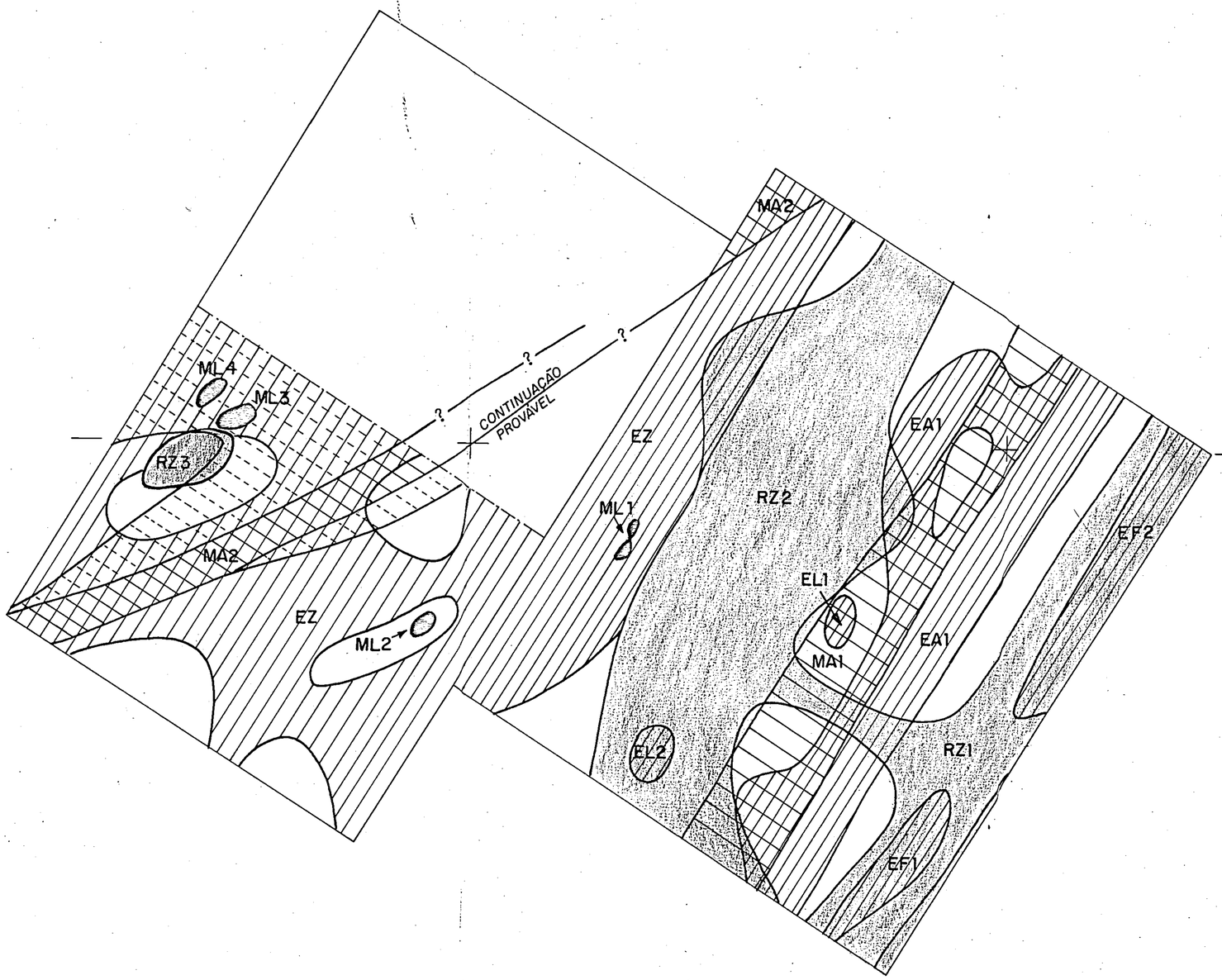
49°45

49°30'

49°15'

13°00'

13°15'



LEGENDA

- Alinhamento (EA1), faixa (EF1), zona (EZ), ou local (EL1) de anomalias eletromagnética.
- Alinhamento magnético (MA1).
- Zona de atividades magnéticas de profundidades rasas.
- Anomalia magnética local (ML1).
- Zona de radiação - contagem total - > 200 cps (RZ1).

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL
CENTRO DE GEOFÍSICA APLICADA

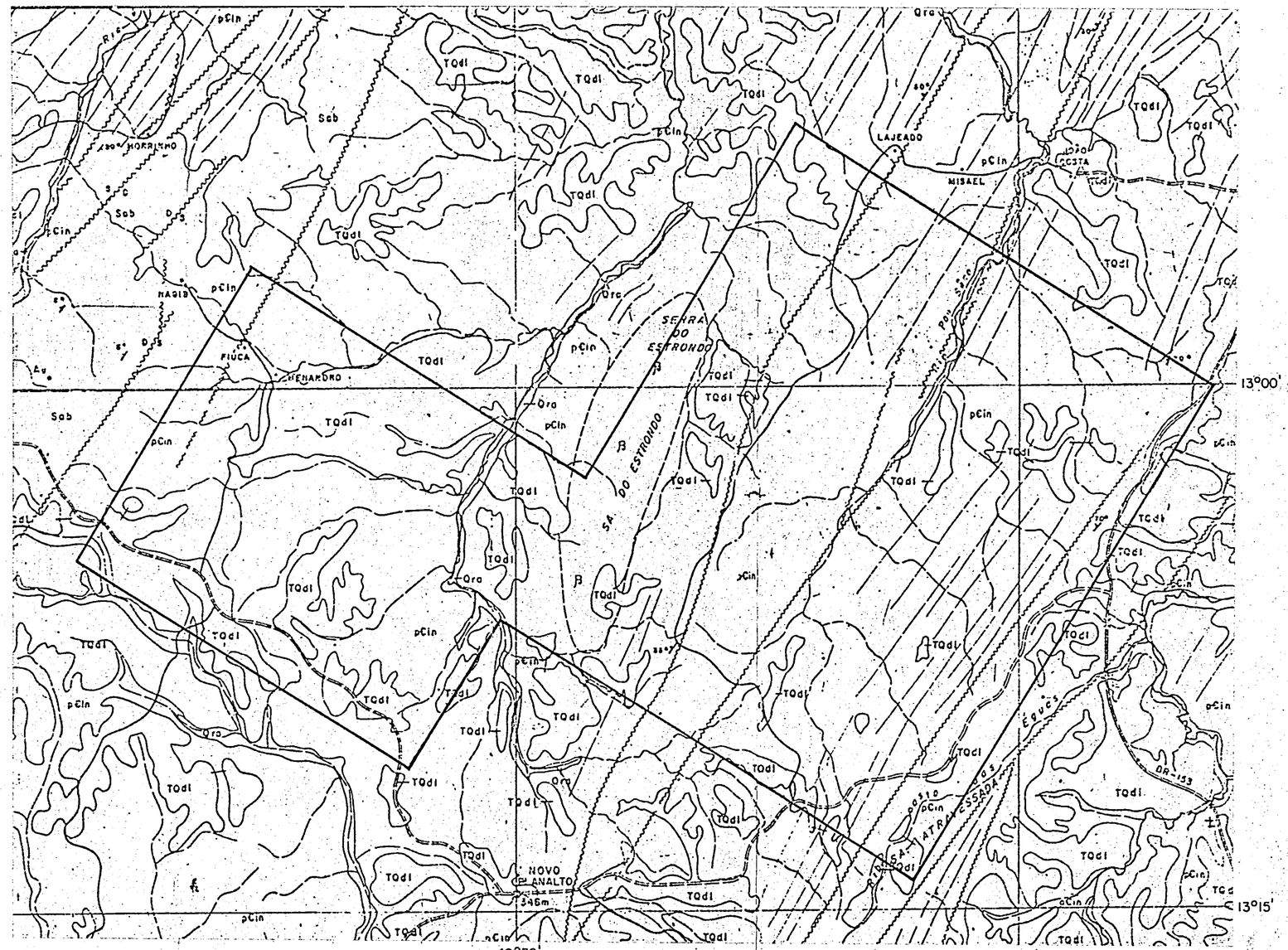
PROJETO TALISMÃ - GO
REGIÕES ANÔMALAS

0 2,5 5 10 km
1 : 250.000

MAIO 1983

ANEXO 1.2

mvs



LEGENDA

Quaternário

Qra

Aluviões recentes

Terciário / Quaternário

TQdl

Cobertura detrito-laterítica

pCin

Indiferenciado

β

Rocha básica

20° Atitude da camada

40° Atitude da xistosidade ou foliação

Falha provável

Lineamento estrutural

Contato estratigráfico

Falha indiscriminada

Contato estratigráfico provável

Contato litológico

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL
CENTRO DE GEOFÍSICA APLICADA

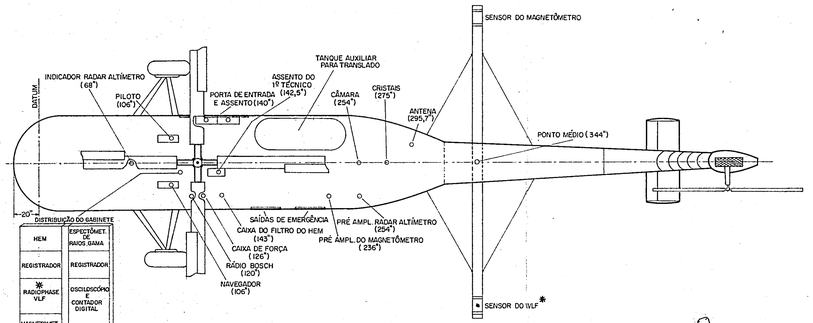
MAPA GEOLÓGICO (PROJETO BRASÍLIA)

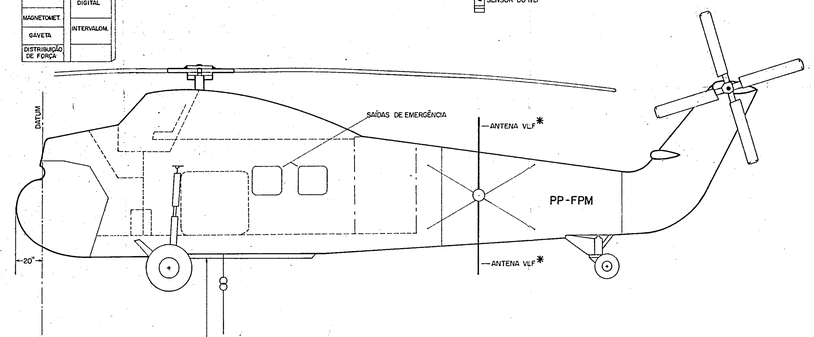
0 2.5 5 10 km

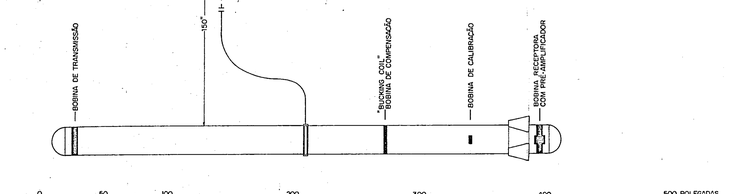
1: 250000

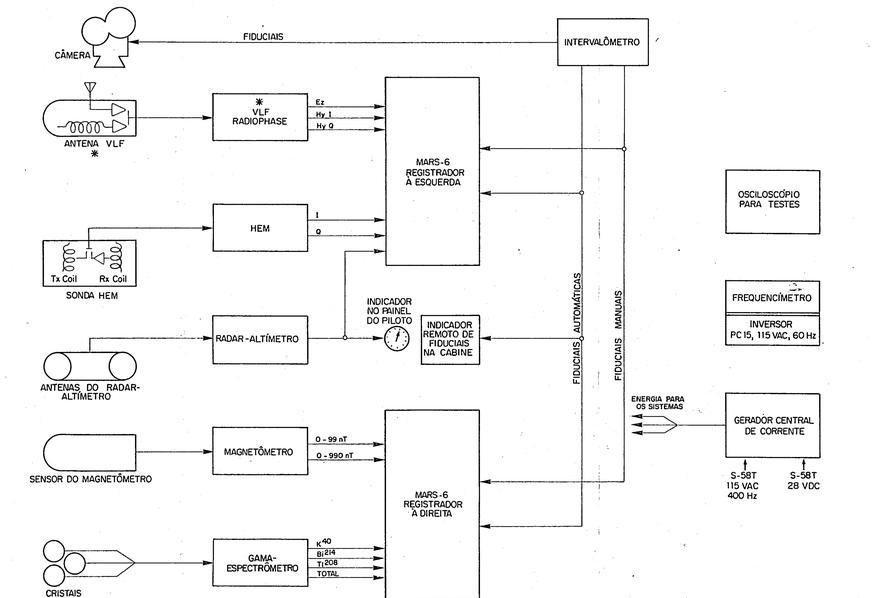
MAIO 1983

ANEXO 1.1









* Fora de operação devido a baixa intensidade do campo magnético e falta de componentes de reposição.

EQUIPAMENTO GEOFÍSICO

SISTEMA ELETROMAGNÉTICO DO HELICÓPTERO - HEM

TIPO — BARRINGER 003
FREQUÊNCIA — 867 Hz
CONFIGURAÇÃO DAS BOBINAS — COAXIAL
Bobina transmissora - dianteira da sonda gerando ininterruptamente um campo eletromagnético alternado primário.
Bobina receptora com pré-amplificador - traseira da sonda.
DISTÂNCIA ENTRE AS BOBINAS — 8,7 m
BUCKING COIL — BOBINA DE COMPENSAÇÃO PARA TENSÃO DIRETAMENTE INDUZIDA PELO CAMPO PRIMÁRIO NA BOBINA RECEPTORA.
BOBINA DE CALIBRAÇÃO — PRODUÇÃO DE UM CAMPO SECUNDÁRIO CONHECIDO.
50 ppm ≅ 12,5 mm amplitude
ESCALA NO REGISTRO ANALÓGICO — APROX. 4 ppm/mm
COMPRIMENTO DO CABO HELICÓPTERO-SONDA — 45 m / 150 pés

SISTEMA ELETROMAGNÉTICO VLF *

TIPO — BARRINGER RADIOPHASE 005
ESTAÇÃO — BALBOA, PANAMÁ-NBA/24KHz
CUTLER, MAINE/EUA-NAA/17,8 KHz
INTENSIDADE MÉDIA DO CAMPO ELÉTRICO VERTICAL — $E_z \geq 200$ mV pp
SENSIBILIDADE DO REGISTRO — 1 mm ≅ 2% de Ho
(Ho = Campo mag. horiz.)

MAGNETÔMETRO

TIPO — BARRINGER AM 104
MAGNETÔMETRO DE PRÓTONS
PRECISÃO — ≤ 1 nT
FAIXA DE MEDIÇÃO — 20000 - 100000 nT
Em 16 passos com sobreposição
FREQUÊNCIA DE PRECESSÃO — H = 23,48741 f
H = Intensidade do campo magnético
23,48741 = 2π / const. giromag. do próton do átomo de Hidrogênio.
f = Frequência de precessão
INTERVALO DE AMOSTRAGEM — 1 seg
Corresponde aprox. 35 m terreno sobre voado.
ESCALAS NO REGISTRO ANALÓGICO — 0-99 nT e 0-990 nT
INTERFERÊNCIA DO HEM — APROX. ± 3 nT

GAMA - ESPECTRÔMETRO

TIPO — EXPLORANIUM DGRS 1001
VOLUME DOS CRISTAIS — 450 pol^3
NÍVEIS ENERGÉTICOS: — Radiação total —> 800 keV
Fotopico do K^{40} 1,38 - 1,56 MeV
Fotopico do Bi^{214} 1,65 - 1,87 Mev
Fotopico do Tl^{208} 2,46 - 2,78 Mev
ESTABILIZADOR DE TEMPERATURA — EM REFERÊNCIA DA AMOSTRA INTERNA DO FOTOPICO DO Cs^{137}
EFEITO COMPTON — EXPERIMENTAL COM CALCULADOR ANALÓGICO INTERNO ANTES E DEPOIS DE CADA VÔO.
ESCALAS NO REGISTRO ANALÓGICO — 0-50 cps
0-100 cps
MULTIPLICADORES DE ESCALA — 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256
TEMPOS DE INTEGRAÇÃO — 1, 2, 5, 10, 20 seg
MODO DE OPERAÇÃO — DIFERENCIAL $K^{40}, Bi^{214}, Tl^{208}$
INTEGRAL CONTAGEM TOTAL

EQUIPAMENTO DE REGISTRO

REGISTRADOR ANALÓGICO
TIPO — EXPLORANIUM MARS 6
TIPO REGISTRO — REGISTRO TÉRMICO
QUANTIDADE DE CANAIS — 6 CANAIS COM 50 mm
LINEARIDADE DO TRAÇO — < 1%
VELOCIDADE DO PAPEL — 2, 3, 4, 5 pol./min.
Usada: 2 pol/min. - 1 mm = 36m terreno sobrevoado com uma velocidade do helicóptero de 60 nós.

INTERVALÔMETRO

TIPO — BARRINGER MODELO AV 5000-O
INTERVALOS DAS FIDUCIAIS — 1 ATÉ 99 seg
Usado: 20 seg
FIDUCIAL MANUAL — SÓ NO REGISTRO ANALÓGICO
COMANDO PARA CÂMARA — DENTRO DAS ESPECIFICAÇÕES DA CÂMARA.

EQUIPAMENTO DE NAVEGAÇÃO

A NAVEGAÇÃO É VISUAL COM FOTOMOSAICOS E/OU MAPAS COM APOIO DA BÚSSOLA DO HELICÓPTERO.

CÂMERA DE VÔO

TIPO — GEOCAM (35 mm)
TIPO DA FILMAGEM — STRIP
OBJETIVA — ASAHI-PENTAX, FISHEYE - TAKUMAR LENS F.4, 85º
DISTÂNCIA FOCAL — 21 mm
ABERTURA DA FENDA — 0,25 mm
FAIXA DE EXPOSIÇÃO — 21 mm
FAIXA DO TERRENO FILMADO — IGUAL ALTURA DE VOO
DESLOCAMENTO DO PONTO CENTRAL (DE MEDIDA) — "ROLL" ≤ 15º CORRESP. ≤ 21,5 m TERRENO
"PITCH" ≤ 15º CORRESP. ≤ 21,5 m TERRENO
PARA ALTURA DE VÔO DE 80 m = 250 pés
VELOCIDADE DO FILME — MECANICAMENTE AJUSTÁVEL EM 0,07" ATÉ 1"/seg.
MARCAS FIDUCIAIS — CADA 20 seg. ATRAVES INTERVALÔMETRO 1 BARRA VERTICAL E 3 DÍGITOS.

RADAR-ALTÍMETRO

TIPO — SPERRY RT 220
FREQUÊNCIA — 4,3 GHz
ALTURA MÁXIMA — 2500 pés

COMUNICAÇÃO

INTERNA NO HELICÓPTERO

TIPO — RÁDIO BOSCH HFG 80
FREQUÊNCIA — 75 MHz

CONTROLE SUBIDA/DESCIDA SONDA

TIPO — RÁDIO BOSCH KF 80
FREQUÊNCIA — 75 MHz

ALIMENTAÇÃO

GERADOR CENTRAL DE CORRENTE ABASTECIDO PELA FONTE ENERGÉTICA DO HELICÓPTERO FORNECE 115 VAC E 28 VDC.

EQUIPAMENTO AUXILIAR E DE TESTE

OSCILOSCÓPIO

TIPO — PHILIPS PM 3200
RESPOSTA DE FREQUÊNCIA — DC/AC até 10 MHz
SENSIBILIDADE — MÁX. 2 mV ± 5%

FREQUENCÍMETRO

TIPO — HEWLETT PACKARD 5321 B
FAIXA DE FREQUÊNCIA — 5 Hz . . . 10 MHz
INTERVALOS DE CONTAGEM — 0,01 ; 0,1 ; 1 e 10 seg

TRIPULAÇÃO

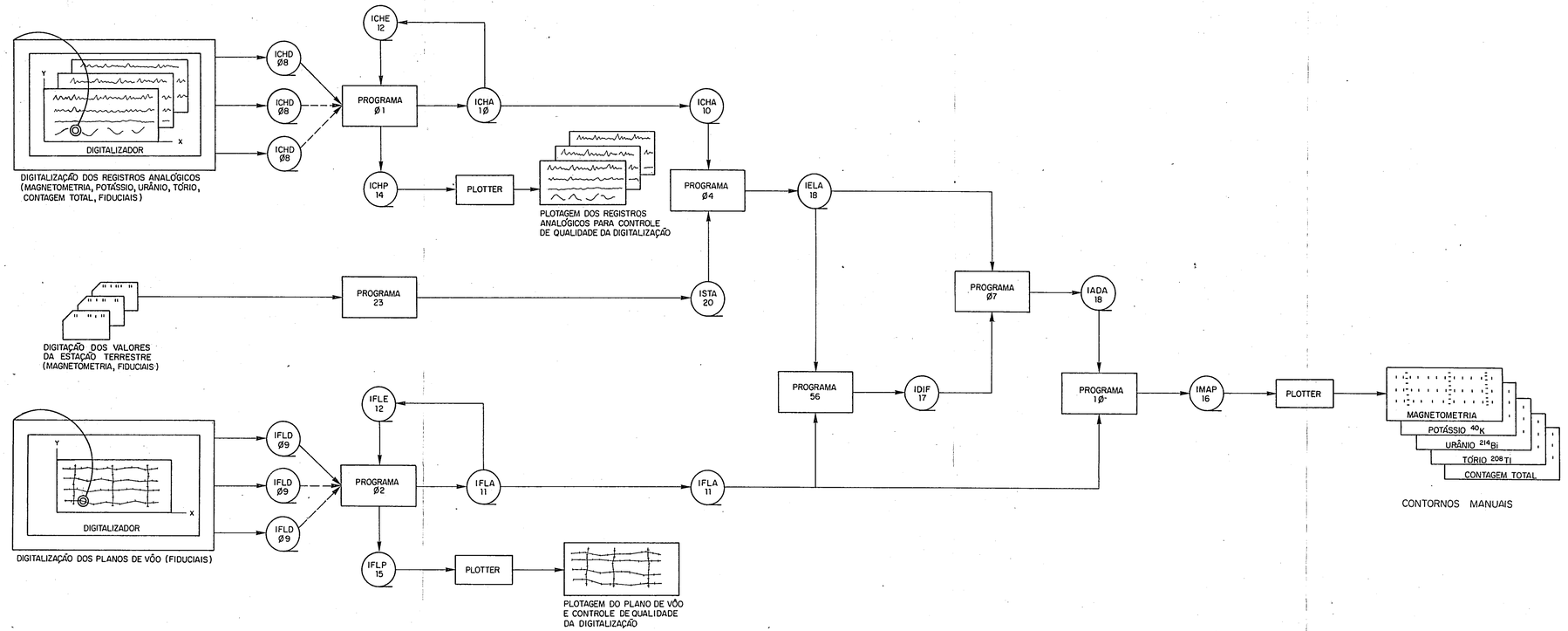
1 PILOTO, 1 NAVEGADOR, 2 OPERADORES.

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL
CENTRO DE GEOFÍSICA APLICADA

DISTRIBUIÇÃO, DIAGRAMA E ESPECIFICAÇÕES DO EQUIPAMENTO E TRIPULAÇÃO NO HELICÓPTERO PP-FPM, TIPO SIKORSKY S 58T

ANEXO 2

DATA - JULHO '80	AUTOR - M.G.P.DREWS	DESENHO - MARCIO



PROGRAMA	ATUAÇÃO
Ø1 CHARTS	- Processamento e acumulação dos dados digitalizados.
Ø2 FLIGHT	- Processamento e acumulação dos dados digitalizados.
23 BASIS	- Processamento e acumulação dos dados digitados.
Ø4 ELIMIN	- Redução da variação diurna da magnetometria na saída do programa Ø1.
56 CROSS, DIFFER	- Cálculo das interseções entre os perfis de medida e controle e as diferenças nestes pontos nos canais de magnetometria, urânio, tório e contagem total.
Ø7 ADAPT	- Ajuste dos perfis de medida aos perfis de controle através de uma função de correção (constante, linear ou de ordem elevada - máx. 7° grau) para minimizar as diferenças nas interseções na magnetometria, potássio, urânio, tório e contagem total.
1Ø COORDI	- Processamento dos dados ajustados com equidistâncias pré-escolhidas entre máximos e mínimos para o posterior contorno manual da magnetometria, potássio, urânio, tório e contagem total.

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL
CENTRO DE GEOFÍSICA APLICADA

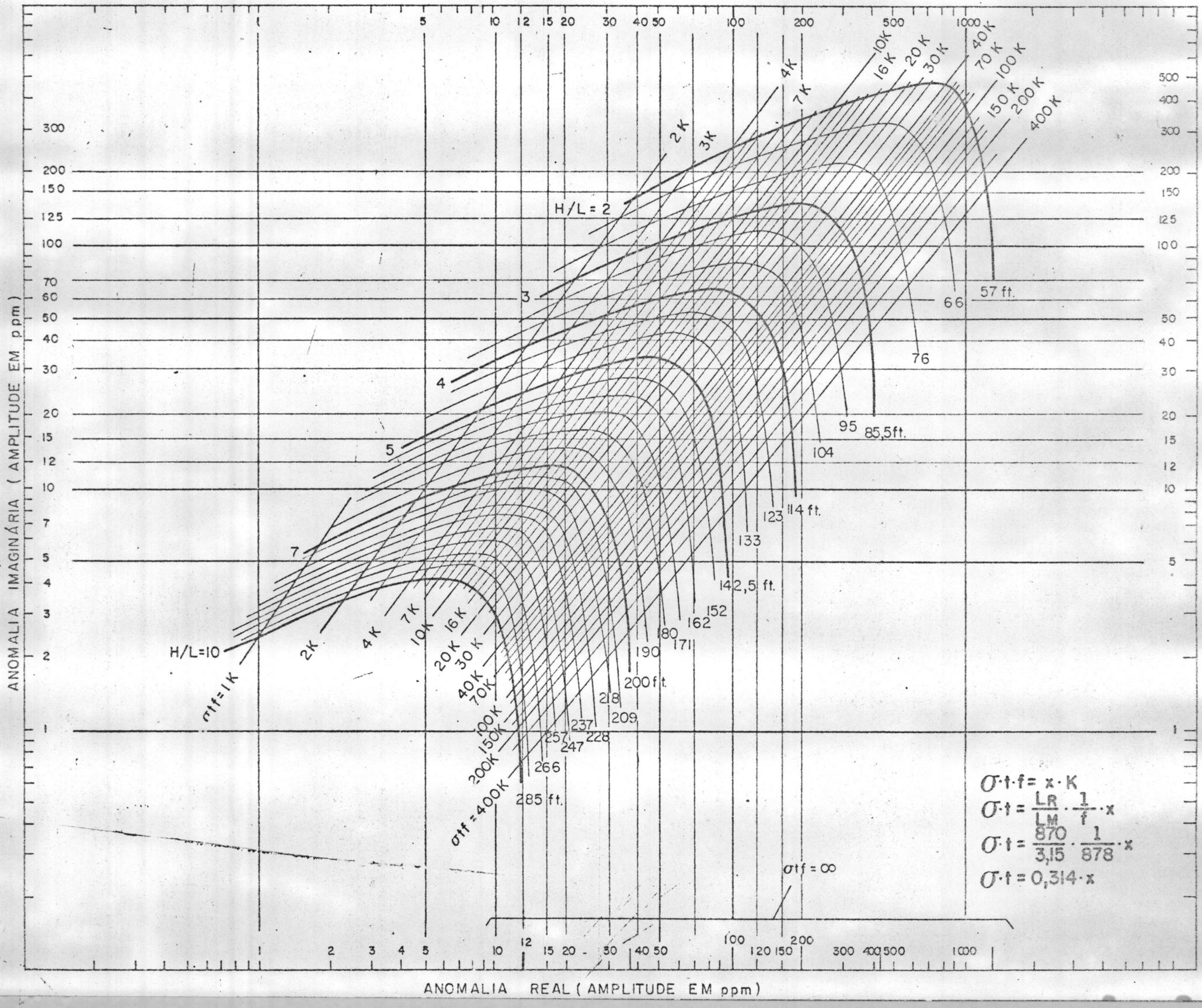
PROCESSAMENTO DE DADOS DOS LEVANTAMENTOS DO HELICÓPTERO

(DIGITALIZAÇÃO, PROCESSAMENTO, PLOTAGEM)

JANEIRO '81 ANEXO 3

m.v.s.

DIQUE DELGADO VERTICAL COM CONDUTIVIDADE E ALTURA - VARIÁVEIS



ANEXO 4

CONVENÇÕES

- 48°10' / 13°10' - Coordenadas geográficos
- Estrada
- Caminho
- Rio
- Ribeirão, córrego
- Lagoa
- Elevação isolada > 400 m sobre mar
- Cidade
- 0 0200 - Número do perfil de controle
- 1 0750 - Número do perfil de medida
- 265 - Número da fiducial
- Linha de vôo com marcos fiduciais

SISTEMA ELETROMAGNÉTICO DO HELICÓPTERO

Modelo ---------- Barringer tipo 003

48°10' / 13°10'

Configuração das bobinas ---------- coaxial

Distância entre bobinas ---------- 8.7 m

Frequência utilizada ---------- 878 Hz

Distância entre as linhas de vôo ---- aprox. 500 m

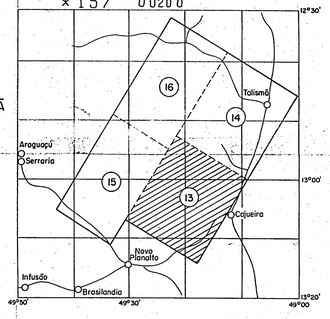
Direção de vôo — Perfil de controle: aprox. 30°/210°
Perfil de medida: aprox. 120°/300°

Altura médio sobre o terreno ---------- aprox. 40 m

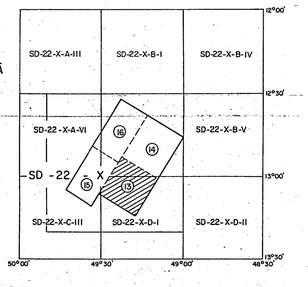
LOCALIZAÇÃO DA ANOMALIA

- Real / Imaginário $0 < x < 1$
- Real / Imaginário $1 < x < 2$
- Real / Imaginário $2 < x < 3$
- Real / Imaginário $3 < x < 4$
- Real / Imaginário $4 < x < 5$
- Real / Imaginário $5 < x < 6$
- Faixo anômala (Sem condições de cálculos devido registros chegarem ao batente do registrador)
- Condutância σt placa fina vertical.
- Profundidade máxima do topo do corpo.

LOCALIZAÇÃO DO PROJETO TALISMÃ



ARTICULAÇÃO DO PROJETO TALISMÃ



MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL
CENTRO DE GEOFÍSICA APLICADA

LEVANTAMENTO AEROGEOFÍSICO
TALISMÃ, GO
SUB-ÁREA 13

ANOMALIAS SINGULARES HEM

JANEIRO '83 Escala aprox. 1:50000 ANEXO

NV

Rio Paú Seco

Córr. Larga

Córr. Varjão Suja

Córr. das Cabeceiras

Ribeirãozinho

Abandonado

Córr. Pacífico

Rio Paú Seco

Rio Paú Seco

Rio Paú Seco

Córr. do Baú

Rio Posto

Rio Águas

Cajueiro

Foz. Caracol

Foz. Sto Antônio

BR-153

49°10'
13°00'

49°20'
13°00'

49°20'
13°10'

49°30'
13°00'

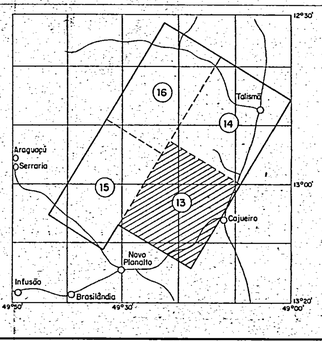
CONVENÇÕES

- Coordenadas geográficas
- Estrada
- Caminho
- Rio
- Elevação isolada > 400 m sobre mar
- Cidade, povoado

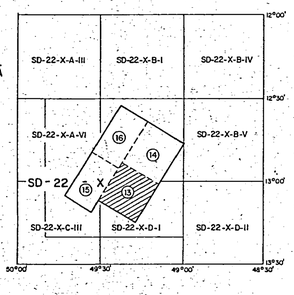
GAMA - ESPECTROMETRIA

- Modelo ..... Exploranium DGRS 1001
- Volume dos cristais (4) ..... 5550 cm³
- Tempo de integração ..... 2 seg. ≅ 70 m
- Faixa energética dos canais - Total: ..... > 800 keV
  - Potássio. (^{40}K) 1,38 - 1,56 MeV
  - Urânio: (^{214}Bi) 1,65 - 1,87 MeV
  - Tório: (^{208}Tl) 2,46 - 2,78 MeV
- Linhas isorádicas em cps com valores extremos em cps ..... (150, 200, 300, 400, 438)
- Distância entre as linhas de vôo ..... aprox. 500 m
- Direção de vôo ..... Perfil de controle: aprox. 30°/210°
  - Perfil de medida: aprox. 120°/300°
- Altura média de vôo sobre o terreno ..... aprox. 80 m

LOCALIZAÇÃO DO PROJETO TALISMÃ



ARTICULAÇÃO DO PROJETO TALISMÃ

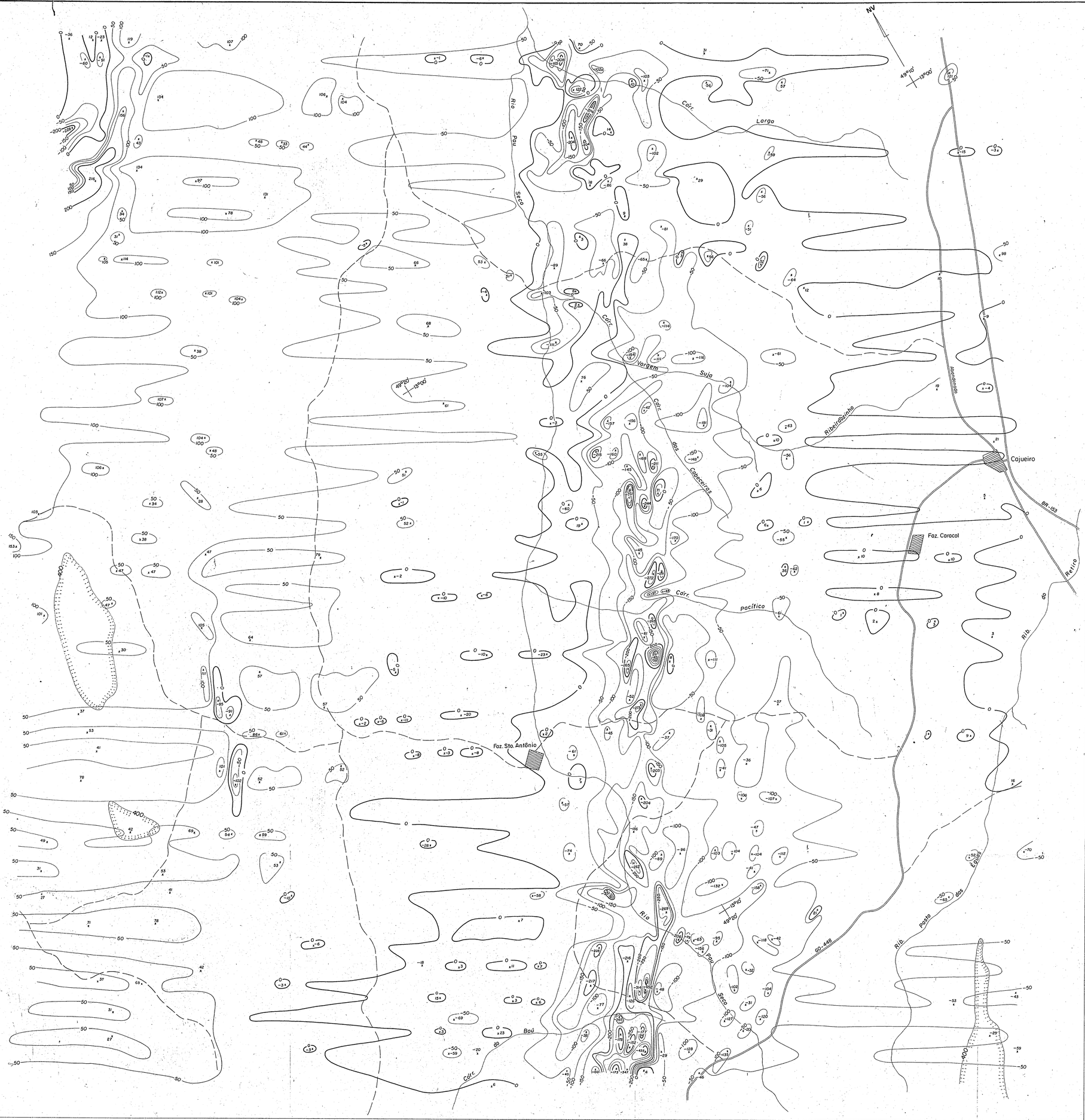


MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL
CENTRO DE GEOFÍSICA APLICADA

LEVANTAMENTO AEROGEOFÍSICO
TALISMÃ, GO
SUB-ÁREA, 13

ISORÁDIAS
DA
RADIAÇÃO GAMA TOTAL

JANEIRO '83 — Escala aprox. 1:50000 — ANEXO



CONVENÇÕES

- 49°30' / 13°00' — Coordenadas geográficas
- Estrada
- Caminho
- Rio
- Elevação isolada > 400 m sobre mar
- Cidade, povoado

MAGNETOMETRIA

Modelo ---------- Barringer AM 104 Magnetômetro de Prótons

Espaçamento entre medidos ---------- aprox. 35 m

Isolinhas de intensidade magnética total menos variação diurna com valor extremo

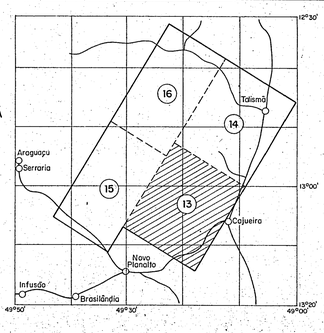
Inclinação magnética média (1978,8) ------ 7° S
Declinação magnética média (1978,8) ------ 16° W
Intensidade magnética média (1978,8) ---- 24 900 nT

Distância entre as linhas de vôo ----- aprox. 500 m

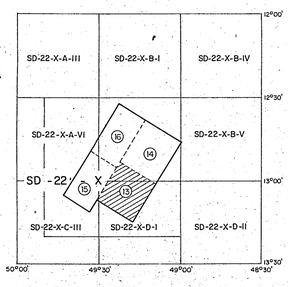
Direção de vôo -- Perfil de controle: aprox. 30°/210°
Perfil de medida: aprox. 120°/300°

Altura média de vôo sobre o terreno ----- aprox. 80 m

LOCALIZAÇÃO DO PROJETO TALISMÃ



ARTICULAÇÃO DO PROJETO TALISMÃ

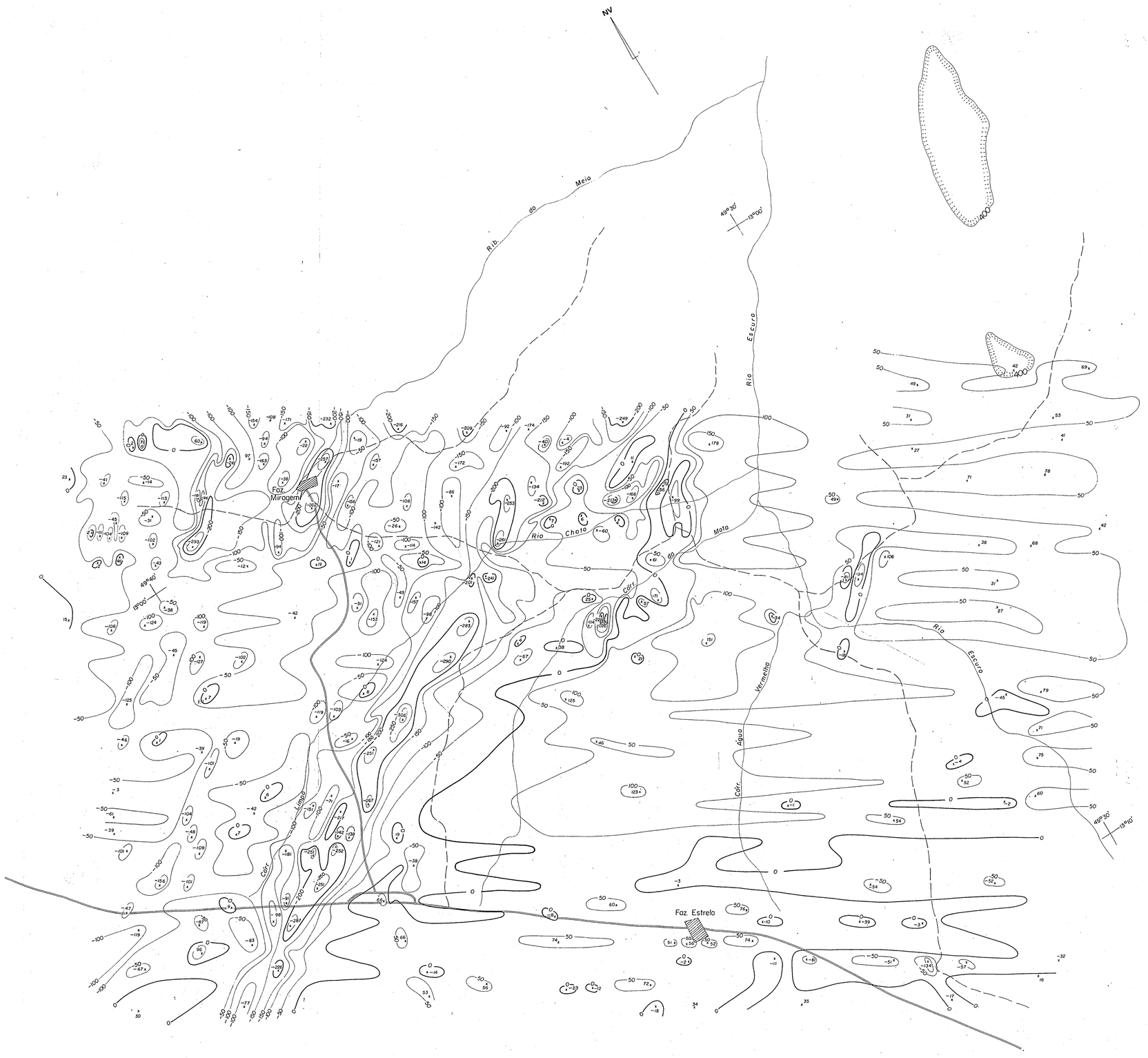


MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL
CENTRO DE GEOFÍSICA APLICADA

LEVANTAMENTO AEROGEOFÍSICO TALISMÃ, GO SUB-ÁREA 13

ISOANÔMALAS DA INTENSIDADE MAGNÉTICA TOTAL [ΔT]

JANEIRO '83 — Escala aprox. 1: 50 000 — ANEXO



CONVENÇÕES

49°30' / 13°00' — Coordenadas geográficas

Estrada

Caminho

Rio

Elevação isolada > 400 m sobre mar

Cidade, povoado

MAGNETOMETRIA

Modelo ---------- Barringer AM 104
Magnetômetro de Prótons

Espaçamento entre medidas ------- aprox. 35 m

Isolinhas de intensidade magnética total menos variação diurna com valor extremo

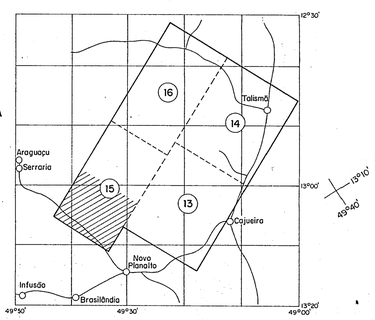
Inclinação magnética média (1978,8) ----- 7° S
Declinação magnética média (1978,8) ---- 16° W
Intensidade magnética média (1978,8) --- 24900 nT

Distância entre as linhas de vôo ---- aprox. 500 m

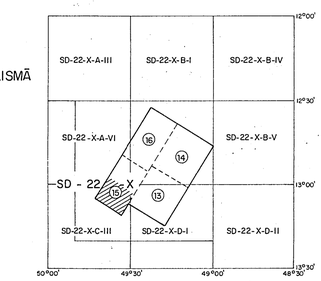
Direção de vôo -- Perfil de controle: aprox. 30°/210°
Perfil de medida: aprox. 120°/300°

Altura média de vôo sobre o terreno --- aprox. 80 m

LOCALIZAÇÃO DO PROJETO TALISMÃ



ARTICULAÇÃO DO PROJETO TALISMÃ

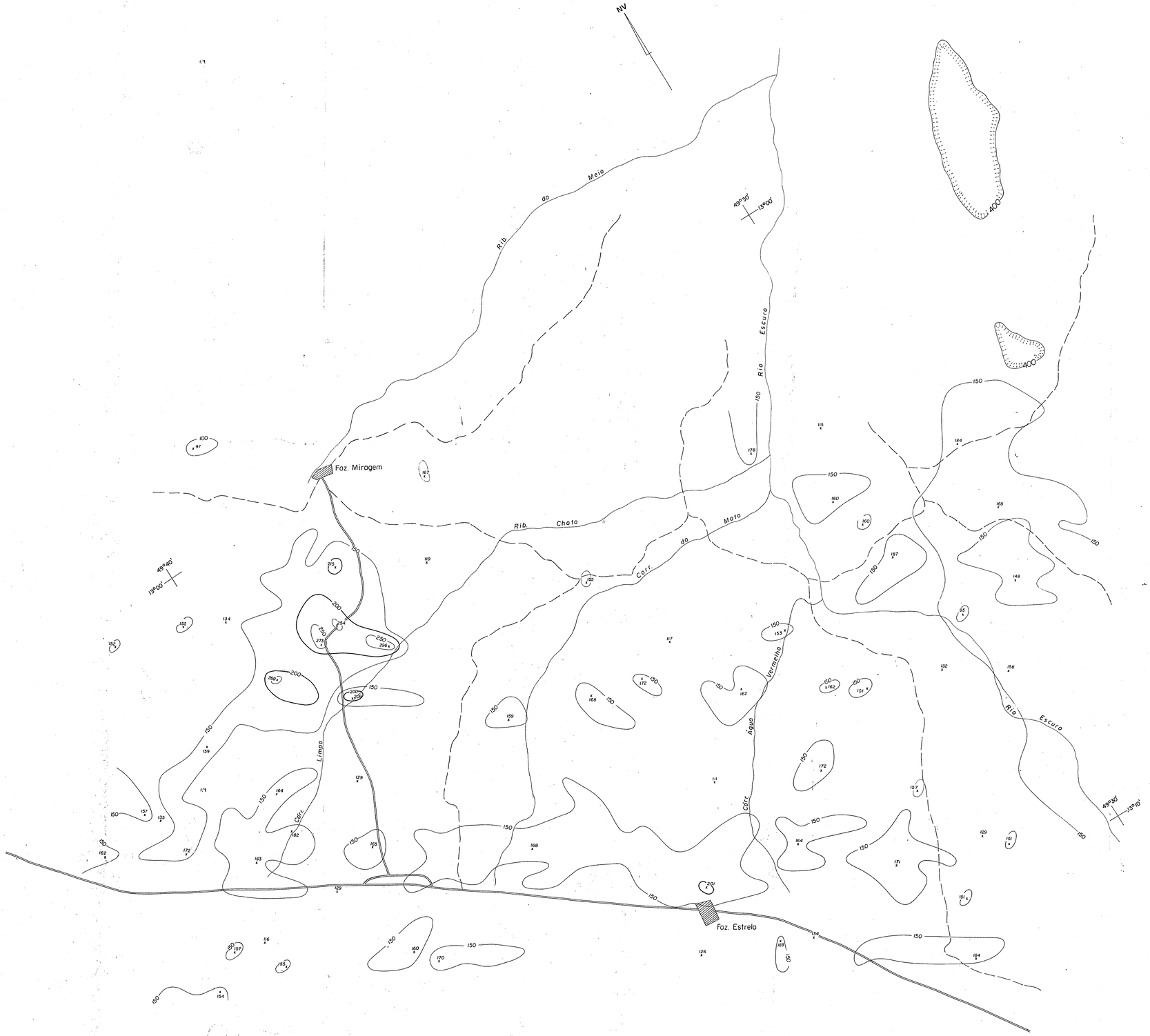


MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL
CENTRO DE GEOFÍSICA APLICADA

LEVANTAMENTO AEROGEOFÍSICO
TALISMÃ, GO
SUB-ÁREA 15

ISOANÔMALAS DA INTENSIDADE MAGNÉTICA TOTAL [ΔT]

JANEIRO '83 — Escala aprox. 1:50 000 — ANEXO



CONVENÇÕES

- Coordenadas geográficas (49°10' / 13°00')
- Estrada
- Caminho
- Rio
- Elevação isolada > 400 m sobre mar
- Cidade, povoado

GAMA - ESPECTROMETRIA

Modelo ---------- Exploranium DGRS 1001

Volume dos cristais (4) ---------- 5550 cm^3

Tempo de integração ---------- 2 seg. ≅ 70 m

Faixa energética dos canais: Total: ---- > 800 keV
Potássio (^{40}K) 1,38 - 1,56 MeV
Urânio: (^{214}Bi) 1,65 - 1,87 MeV
Tório: (^{208}Tl) 2,46 - 2,78 MeV

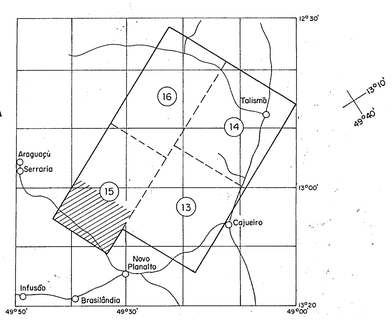
Linhas isorádicas em cps com valores extremos em cps ---- (150, 200, 300, 400, 435)

Distância entre as linhas de vôo --- aprox. 500 m

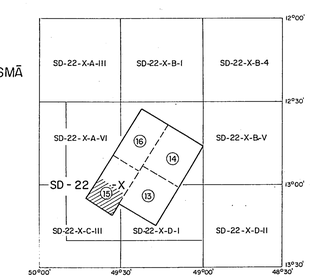
Direção de vôo ---Perfil de controle: aprox. 30°/210°
Perfil de medida: aprox. 120°/300°

Altura média de vôo sobre o terreno ---- aprox. 80 m

LOCALIZAÇÃO DO PROJETO TALISMÃ



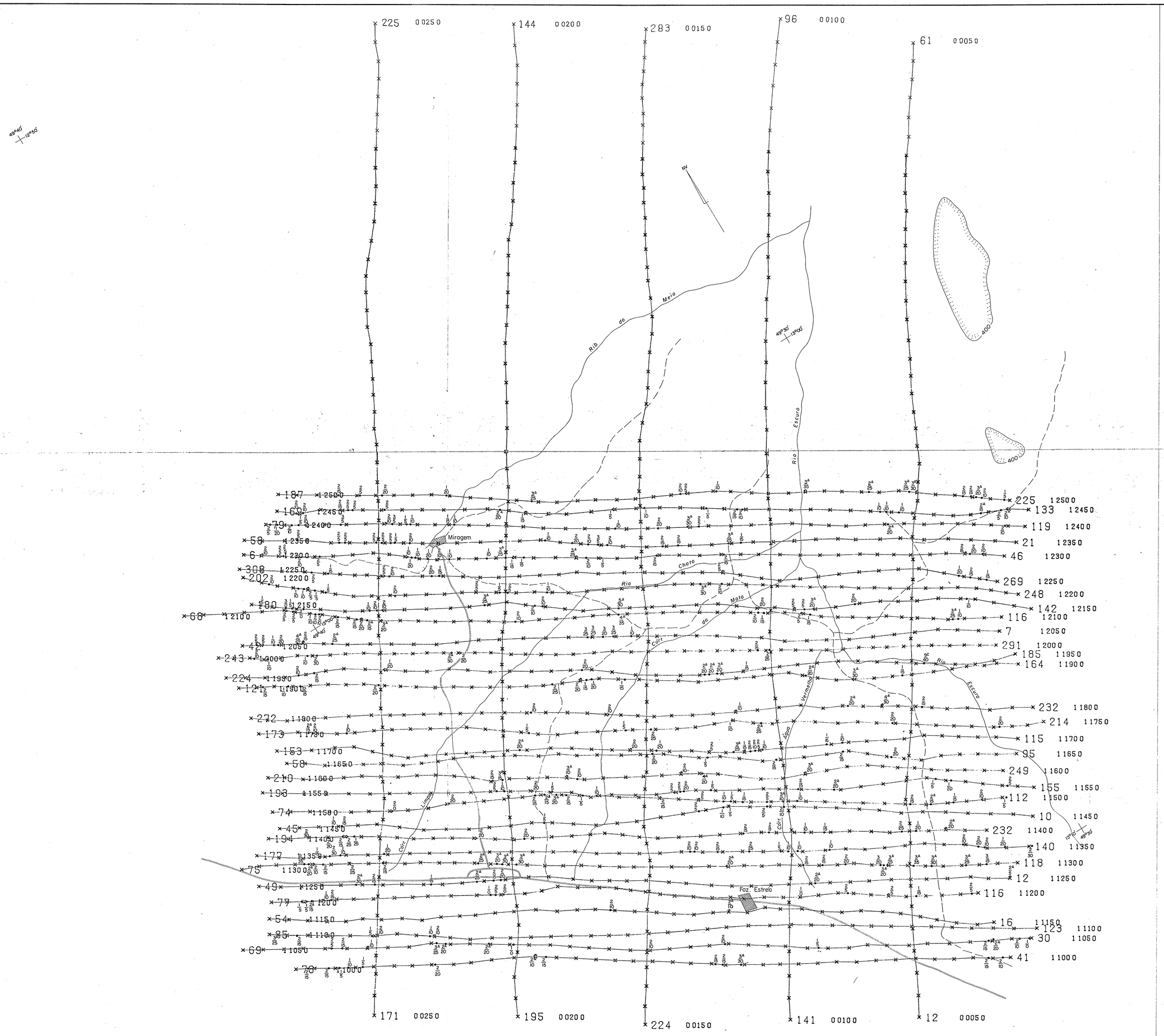
ARTICULAÇÃO DO PROJETO TALISMÃ



MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL
CENTRO DE GEOFÍSICA APLICADA

LEVANTAMENTO AEROGEOFÍSICO TALISMÃ, GO
SUB-ÁREA, 15
ISORÁDIAS DA RADIAÇÃO GAMA TOTAL

JANEIRO '83 — Escala aprox. 1: 50000 — ANEXO



CONVENÇÕES

48°40' 13°10' - Coordenadas geográficas

- Estrada
- Caminho
- Rio
- Ribeirão, córrego
- Lagoa
- Elevação isolada > 400 m sobre mar
- Cidade

0 0200 - Número do perfil de controle

1 0750 - Número do perfil de medido

265 - Número do fiducial

- Linha de vôo com marcas fiduciais

SISTEMA ELETROMAGNÉTICO DO HELICÓPTERO

Modelo – – – – – – – – – – – – – Barringer tipo 003

Configuração dos bobinas – – – – – – – – – coaxial

Distância entre bobinas – – – – – – – – – – – 8.7 m

Frequência utilizada – – – – – – – – – – – – 878 Hz

Distância entre as linhas de vôo – – – – – aprox. 500 m

Direção de vôo – – Perfil de controle : aprox. 30°/210°
Perfil de medido : aprox. 120°/ 300°

Altura média sobre o terreno – – – – – – – aprox. 40 m

LOCALIZAÇÃO DA ANOMALIA

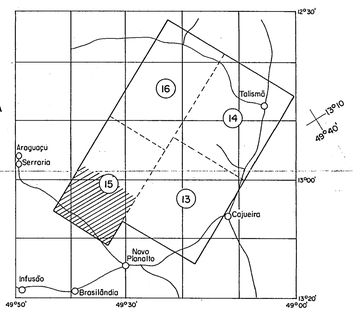
- Real / Imaginário 0 < × < 1
- Real / Imaginário 1 < × < 2
- Real / Imaginário 2 < × < 3
- Real / Imaginário 3 < × < 4
- Real / Imaginário 4 < × < 5
- Real / Imaginário 5 < × < 6

- Faixa anômala (Sem condições de cálculos devido registros chegarem ao batente do registrador)

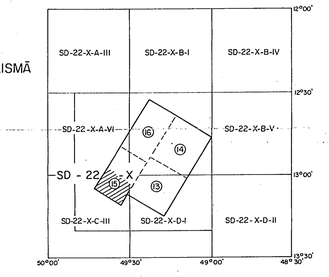
- Condutância σt placa fina vertical

- Profundidade máxima do topo do corpo

LOCALIZAÇÃO DO PROJETO TALISMÃ



ARTICULAÇÃO DO PROJETO TALISMÃ



MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL
CENTRO DE GEOFÍSICA APLICADA

LEVANTAMENTO AEROGEOFÍSICO
TALISMA, GO
SUB-ÁREA 15

ANOMALIAS SINGULARES HEM

JANEIRO '83 Escala aprox. 1 : 50 000 ANEXO