

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

CONVÊNIO

C.N.E.N. - D.N.P.M. - C.P.R.M.

PHL
008798
2006

LEVANTAMENTOS

AEROCINTILOMÉTRICO E AEROMAGNETOMÉTRICO

PROJETO SERRA DA MESA

OPRMI	OPRMI	2.96	SUREMI
			SÉDOTE
			AFQUINO TÉCNICO
			Fls. do Livro nº 383 - 5
			Nº do Volume 1 v
			O.S. 1110/40

S U M Á R I O

PRIMEIRA PARTE - OPERAÇÕES

INTRODUÇÃO

1. DEFINIÇÃO DA ZONA DE ESTUDO

2. PLANO DE VÔO

2.1 - Preparação dos fotomosâicos

2.2 - Preparação dos vôos

2.3 - Programa de vôo

2.4 - Produção dos vôos

2.5 - Teste do equipamento geofísico

3. MEIOS DE EXECUÇÃO

3.1 - Aeronave

3.2 - Equipamento da aeronave

3.3 - Estação "solo"

3.4 - Pessoal

4. MÉTODO DE TRABALHO

4.1 - Preparação diária do vôo

4.2 - Operação em vôo

4.3 - Operação após o vôo

4.4 - Documentos

5. DESENVOLVIMENTO DO LEVANTAMENTO

5.1 - Generalidades

5.2 - Condições do estudo

SEGUNDA PARTE - PROCESSAMENTO DOS DADOS

1. PROCESSAMENTO DOS REGISTROS MAGNÉTICOS

1.1 - Documentos obtidos durante o vôo

1.2 - Processamento dos registros digitais "AIR"
em CDC.

1.3 - Estabelecimento da planta de posição

1.4 - Computação dos dados magnéticos

1.5 - Restituição dos resultados

2. PROCESSAMENTO DOS REGISTROS CINTILOMÉTRICOS

2.1 - Documentos obtidos ao curso de cada vôo

2.2 - Processamento automático da contagem total

2.3 - Operações sobre os registros analógicos

3. DOCUMENTOS FINAIS

TERCEIRA PARTE - INTERPRETAÇÃO

1. RESUMO GEOLÓGICO

NÍVEIS MAGNÉTICOS E CINTILOMÉTRICOS

1.1 - Resumo geológico

1.2 - Níveis magnéticos

1.3 - Níveis cintilométricos

1.4 - Conclusão

2. PRINCÍPIO GERAL DE INTERPRETAÇÃO

2.1 - Interpretação magnética

2.2 - Interpretação da radiometria

3. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

CONCLUSÕES

BIBLIOGRAFIA

RELAÇÃO DE MAPAS

60	Mapas de curvas isogamas	1/50.000
60	Mapas de curvas isorádicas (contagem total)	1/50.000
60	Mapas de perfis rebatidos (contagem total radiometria)	1/50.000
60	Mapas de interpretação	1/50.000

RELAÇÃO DE MAPAS SUPLEMENTARES

2	Mapas de curvas isorádicas (contagem total) perfis 301 à 307.	1/50.000
6	Plantas de posição - perfis 401 à 437.	1/100.000
5	Perfis espectrométricos "calcomps" - 401 à 437 (Gráficos anexos de n ^{os} . 1 à 5).	1/100.000
3	Mapas de curvas isogamas Poços de Caldas.	1/20.000
3	Mapas de curvas isorádicas (contagem total) Poços de Caldas.	1/20.000
3	Mapas de perfis rebatidos (contagem total) Poços de Caldas.	1/20.000

RELAÇÃO DE FIGURAS

=====

- Fig. 1 Projeto Serra da Mesa
- Fig. 2 Articulação das folhas
- Fig. 3 Teste de atenuação da contagem total
- Fig. 4 Exemplo de correção de altitude
- Fig. 5 Exemplo de discriminação dos canais K, U e Th, perfis 112, dia 142.
- Fig. 6 Exemplo de discriminação dos canais K, U e Th, perfil 114, dia 141.

T A B E L A S

=====

- Tabela 1 Esquema de processamento dos dados cintilométricos.
- Tabela 2 Relação das anomalias significativas.

INTRODUÇÃO.

Os levantamentos Aeromagnético e Cintilométrico do projeto "SERRA DA MESA" foram executados por nossa equipe EA-32 de acordo com o contrato nº 58/DA/72 de 30 de agosto de 1972 entre a COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM e a COMPANHIA BRASILEIRA DE GEOFISICA - CBG.

A parte referente aos vôos, montagem e amplificação dos fotomosaicos foi executada pela VASP AEROFOTOGRAFIA S/A.

Este estudo representa 46.987 km de perfis que foram voados entre 2 de abril e 18 de agosto de 1973.

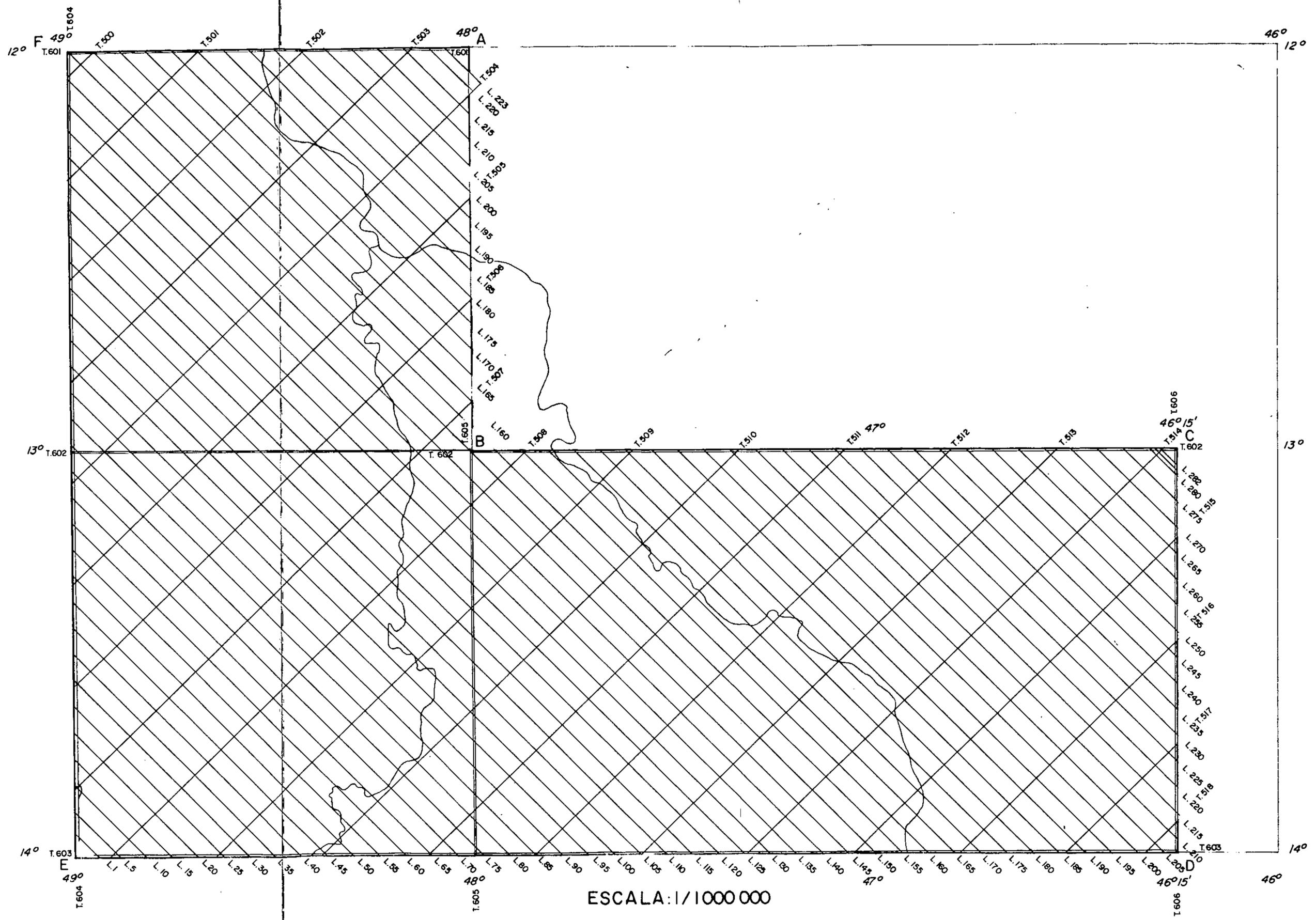
O presente relatório contém:

- os trabalhos executados na missão;
- os trabalhos de compilação até o traçado do mapa do campo total e do mapa das isoradas;
- a interpretação dos dois métodos.

P R I M E I R A P A R T E

O P E R A Ç Õ E S

PROJETO "SERRA DA MESA"



ESCALA: 1/1000 000

1. DEFINIÇÃO DA ZONA DE ESTUDO

O projeto "SERRA DA MESA" está definido pe
las seguintes coordenadas (Fig. 1):

A (12°00' - 48°00')	B (13°00' - 48°00')
C (13°00' - 46°15')	D (14°00' - 46°15')
E (14°00' - 49°00')	F (12°00' - 49°00')

2. PLANO DE VÔO

2.1 - Preparação dos fotomosâicos

Os fotomosaicos semi-controlados foram montados a partir de fotografias aéreas tiradas pela FORÇA AÉREA AMERICANA e fornecidas pelo SERVIÇO GEOGRÁFICO DO MINISTÉRIO DO EXÉRCITO, na escala aproximada de 1/60.000.

Os fotomosâicos foram reproduzidos na escala aproximada de 1/30.000, ampliações que foram utilizadas para a navegação.

As linhas de vôo paralelas e espaçadas de 1.000 metros foram traçadas sobre as ampliações com direção de vôo N45°W.

Por problemas de variações de escala das fotografias aéreas originais, a montagem dos fotomosâicos não foi realizada de uma maneira plenamente satisfatória.

A DIRETORIA DO SERVIÇO GEOGRÁFICO DO MINISTÉRIO DO EXERCITO forneceu as fotografias aéreas no dia 4 de outubro de 1972, tendo a CBG iniciado a partir de 5 de outubro de 1972 a montagem das fotografias que deviam servir à construção dos fotomosâicos semi-controlados. Estes últimos ficaram prontos dia 15 de outubro para execução das reproduções na escala de 1/30.000 bem como do fundo vegetal na escala de 1/50.000 destinado a ser utilizado na computação.

2.2 - Preparação dos vôos

No dia 9 de novembro de 1972 a CBG informou a CPRM que a aeronave estava com o equipamento de geofísica adaptado, pronta para partir para a primeira base de operações - PEIXE (Estado de Goiás).

Em 11 de novembro de 1972 a aeronave deslocou-se para PEIXE. O fiscal do projeto, designado pela CPRM

Wilson Ribeiro, chegou a Peixe em 14 de novembro de 1972.

Em 23 de novembro de 1972 a CBG pedia por carta à CPRM a interrupção da missão por razões meteorológicas e reiniciar as operações em março de 1973. Após o acordo da CPRM dado em 25 de novembro de 1973 a aeronave PP.SEA retornava ao Rio de Janeiro com todo o equipamento geofísico.

Em 15 de março de 1973, conforme acordo entre a CPRM e CBG, a aeronave retornou para Peixe. Ela foi inspecionada em Goiânia pelo fiscal da CPRM Geólogo Walter O'Fushi em 16 de março de 1973, sendo 17 de março de 1973 a data de chegada da aeronave a Peixe.

Em 20 de março de 1973, o fiscal designado pela CPRM, geólogo Wilson Ribeiro, chegou à equipe da CBG em Peixe.

2.3 - Programa de vôo

A altura de vôo foi estabelecida entre 105 e 165 metros sobre o terreno.

As linhas de vôo, de direção N45°W, espaçadas de 1.000 metros com as tolerâncias especificadas no contrato, isto é, mais ou menos 250 metros da trajetória teórica sobre uma distância que não deveria ultrapassar 5 km consecutivos.

Cada dia, após o vôo efetuado, o material era controlado, os filmes revelados, a trajetória real verificada sobre os fotomosânicos, os registros sincronizados e remetidos ao fiscal da CPRM para aprovação.

2.4 - Produção dos vôos

O trabalho foi executado entre 2 de abril e 28 de agosto de 1973.

A distribuição do tempo utilizado, em um total de 165 dias, se apresenta da seguinte maneira:

- instalação e mudança de bases ...	11,0 dias
- testes de equipamento	6,0 dias
- fadiga humana	2,0 dias
- meteorologia (vento, chuva, umidade, turbulência)	32,5 dias
- panes do equipamento	17,0 dias
- imobilização da aeronave (panes, revisões)	22,0 dias
- dias de produção	73,5 dias

Os totais demonstram claramente que elementos imprevisíveis, entre outros, a meteorologia e as panes do equipamento geofísico e da aeronave, contribuíram de uma maneira decisiva para retardar a conclusão dos vôos deste estudo.

Tomando-se em conta apenas os dias de produção, obtem-se uma média diária de 635 km de vôo mensal para o conjunto do estudo de:

- abril	:	4.196	km
- maio	:	9.837	km
- junho	:	5.700	km
- julho	:	14.654	km
- agosto	:	<u>12.600</u>	km
		46.987	km

2.5 - Teste do equipamento geofísico

De acordo com o contrato e com o pedido da CPRM, um vôo de controle do equipamento foi executado a 25 de agosto de 1973 na região de Poços de Caldas (Minas Gerais). O teste consistiu em 12 (doze) linhas orientadas Leste - Oeste com cerca de 25 km e 2 transversais Norte - Sul com 12 km.

3. MEIOS DE EXECUÇÃO

3.1 - Aeronave

A aeronave da COMPANHIA SERVENCIN utilizada neste estudo foi um SHRIKE COMMANDER PP-SEA, especialmente adaptado para a execução de levantamentos geofísicos.

3.2 - Equipamentos da aeronave

Foram utilizados os seguintes equipamentos geofísicos:

3.2.1 - Equipamento espectrométrico

- 1 gamma espectrômetro diferencial aéreo EXPLORANIUM Modelo DGRS 1002, com as principais características:
 - 4 canais respectivamente utilizados para as medições de "largo espectro" ou contagem total (0,150 a 3 M e V) e para as medições diferenciais de 3 "picos" de energia definidos pelas janelas:
 - 1,380 a 1,540 M e V canal Potássio (emissão K 40 : 1,46 M e V)
 - 1,670 a 1,850 M e V canal Urânio (emissão Bi 214 : 1,76 M e V)
 - 2,470 a 2,770 M e V canal Tório (emissão Tl 208 : 2,62 M e V)
 - poder de resolução do sistema, determinado por construção do espectro do "pico" 0,662 M e V do Césio 137 com medições sucessivas numa janela muito estreita (5 K e V), de 10 a 11,5%.
 - dispositivo de correção de espalhamento compton, não utilizado durante o registro.
 - constante de integração : 2 segundos.
 - uma saída analógica por canal, cada saída tendo uma

sensibilidade variável da forma $S = 100 \times 2^n$ c/s
sendo:

$S = 800, 1.600, 3.100, 6.400$ ou 12.800 c/s para
a contagem total e,

$S = 100, 200$ e 400 c/s para os canais K, U e Th.

- registro analógico de forma direta, correspondendo as variações rápidas (período inferior a 1 segundo) sendo observadas nos registros as flutuações estatísticas (ao contrário de outros tipos de espectrômetros nos quais o registro analógico é obtido a partir do registro numérico e não apresenta, portanto, flutuações estatísticas).
- o registro numérico é obtido por conversão a partir do registro analógico: a deflexão total está dividida em 2.000 pontos de medições ou dígitos e o valor lido, em número de dígitos, é inscrito na fita magnética a cada segundo.
- 1 registrador analógico de 6 canais MARS 6 para o espectrômetro EXPLORANIUM, com préamplificadores nos canais 5 e 6.

As saídas deste registrador se apresentam sob a forma de perfil e aparecem sobre o papel do alto para baixo, na seguinte disposição:

- 1º canal : não utilizado
- 2º canal : medidas altimétricas
- 3º canal : medições relativas ao tório
- 4º canal : medições relativas ao urânio
- 5º canal : medições relativas ao potássio
- 6º canal : medições relativas a contagem total

Os registros correspondentes aos testes diários a 200 e 2.500 pés ao início e final de cada vôo, estão ligados respectivamente ao registro dos perfis da primeira à última linha voada por dia.

3.2.2 - Equipamentos magnetométricos

- 1 magnetômetro tipo Proton GEOMETRICS G-803, instalado na ponta da asa do avião (wing-tip).

Este magnetômetro tem possibilidade de medi -

ção de 20.000 a 100.000 gammas em 11 faixas. A sensibilidade máxima é de 0,5 gammas para uma repetição da medição cada 1,0 segundo. A sensibilidade utilizada foi de 1 gamma.

- 1 registrador analógico HEWLETT PACKARD 7128A, 2 canais para medições magnetométricas.

As saídas deste registrador se apresentam sob a forma de perfis, da seguinte maneira:

- 1 canal : medições do campo magnético total.
 - 1 canal : medições altimétricas.
- 1 conjunto de registro digital GEOMETRICS G-704 com registrador de fita magnética CIPHER 70, de 7 pistas, 200 BPI e velocidade de 300 caracteres por segundo, compatível com formato IBM.

As medições espectrométricas (CT, K, U, Th), magnetométricas e altimétricas foram digitalizadas para cada perfil.

3.2.3 - Equipamentos de controle de navegação

- 1 rádio altímetro BONZER, calibrado no terreno para uma escala de 0 a 2.000 pés (0 a 600 metros). A escala de registro em vôo varia de 150 a 2.000 pés. (Ver fig.5 e 6)
- 1 câmera 35 mm de registro contínuo AEROPATH, mais uma câmera 35 mm tirando uma foto a cada 2 segundos MULTIDATA, modelo IV, e marcando uma fiducial a cada 10 segundos.

3.3 - Estação "solo"

- 1 magnetômetro tipo Proton GEOMETRICS G-806 sensibilidade de 1 gamma, com um registrador analógico RUSTRAK.

3.4 - Pessoal

A equipe de trabalho foi composta de:

- Chefe de missão:

- Michel Martin

- Equipe de vôo:

- 1 piloto (SERVENCIN)

- 1 navegador (CBG)

- 1 operador (técnico em eletrônica) CBG

- Equipe de computagem:

- 1 técnico computador (CBG)

- 1 técnico auxiliar (VASP)

4. MÉTODO DE TRABALHO

4.1 - Preparação diária do voo

O plano de voo era fixado em função das condições meteorológicas e do resultado dos voos anteriores.

Antes da decolagem

- aquecimento de todos os equipamentos espectrométricos;
- teste do espectômetro sobre os canais de CT, K, U e Th com as respectivas fontes U e Th.

Os testes foram realizados com a aeronave estacionada sempre no mesmo local, e colocando as fontes U e Th na mesma posição em relação ao sensor, de modo a obter medições comparáveis entre si. Estes testes tinham por objetivo:

- verificar o funcionamento geral do espectrômetro;
- controlar se as janelas estavam bem centradas e a resolução do sistema detector;
- testar o bom funcionamento do sistema de estabilização térmica.

A técnica consistiu em medir os parâmetros RU, RTh e RK, sendo:

$$RU = \frac{\text{Contribuição Fonte U no canal U}}{\text{Contribuição Fonte U no canal Th}}$$

(geralmente elevado)

$$RTh = \frac{\text{Contribuição Fonte Th no canal Th}}{\text{Contribuição Fonte Th no canal U}}$$

(geralmente pequeno)

$$RK = \frac{\text{Contribuição Fonte U no canal K}}{\text{Contribuição Fonte Th no canal K}}$$

e em verificar sua estabilidade no tempo.

Considerando satisfatórias as observações efetuadas no solo, durante o teste, somente então era autorizada a decolagem.

4.2 - Operações em voo

- sobrevoo de uma linha de referência com um comprimento de ± 10 km, na altura estabelecida, para controle dos equipamentos;
- sobrevoo de uma linha com um comprimento de ± 10 km, à altura de 2.500 pés, para determinar o "back ground" diário.

Antes da aterrissagem

- mesmas operações da decolagem.

4.3 - Operações após o voo

Execução de testes de aferição dos canais de CT, K, u e Th com as respectivas fontes U e Th.

4.4 - Documentos

A compilação dos resultados é baseada sobre o tratamento dos registros numéricos. Sobre o registro numérico são inscritos a cada segundo:

- o número do dia de voo,
- o número da fiducial (duração 10 segundos),
- o tempo em horas, minutos e segundos,
- o campo magnético total em gammas,
- as indicações do espectrômetro das vias de contagem total, potássio, urânio, tório,
- as medidas altimétricas.

Foi executado, por medida de segurança, permitindo controle visual permanente pelo operador durante o voo, um registro analógico de todas as medições.

Um memorando de voo contém todas as operações efetuadas durante o voo, o número do perfil, sua direção, o número da fiducial inicial e final, a hora de início e final de linha e as observações úteis que possam ser observadas em voo.

5. DESENVOLVIMENTO DO LEVANTAMENTO

5.1 - Generalidades

As bases de trabalho escolhidas foram PEIXE, PORANGATU e CAVALCANTE. Estas bases foram escolhidas em função de sua posição geográfica em relação a situação do estudo e por sua comodidade na implantação do escritório (eletricidade, hotel, campo de aviação).

5.2 - Condições do estudo

As condições meteorológicas só se tornaram razoáveis a partir do 15 de maio. Antes desta data as interrupções dos vãos, por causa de chuva, vento, umidade e turbulências, foram excessivamente numerosas.

Paradas:

- | | |
|--|------|
| - os dias improdutivos por causas meteorológicas (vento, chuva, umidade do terreno, turbulências) se elevam a .. | 32,5 |
| - vãos interrompidos por causas meteorológicas | 10 |

5.2.2 - Equipamento geofísico

O início da missão foi retardada pelo mal funcionamento do equipamento, devido em sua maioria, ao elevado grau de umidade provocado pelas fortes chuvas de março, abril e maio.

Paradas:

- | | |
|--|----|
| - dias improdutivos por pane no equipamento geofísico | 17 |
| - vãos interrompidos por pane no equipamento geofísico | 6 |

5.2.3 - Aeronave

O SHRIKE COMMANDER da SERVENCIN apresentou várias panes mecânicas e elétricas que imobilizaram a missão por vários dias. A mudança dos comandantes provocou, igualmente, algumas paradas.

Paradas:

- dias sem produção por pane da aeronave	20
- dias sem produção por mudança de pilotos	2

SEGUNDA PARTE

PROCESSAMENTO DOS DADOS

1. PROCESSAMENTO DOS REGISTROS MAGNÉTICOS

1.1 - Documentos obtidos durante o voo

- 1 filme 35 mm contínuo, para a Zona I de PEIXE.
- 1 filme 35 mm quadro a quadro, para a Zona II de PORANGATU e III de CAVALCANTE.

Estes filmes permitem a restituição do voo nos mosaicos.

- 1 registro digital do campo magnético a razão de 1 valor a cada segundo.
- 1 registro analógico do campo magnético.
- 1 registro da altura de voo.
- 1 registro do campo magnético total na estação "solo".

1.2 - Processamento dos dados digitais "AIR" (dados registrados em voo) em C.D.C.

Registro dos valores do campo magnético em voo, em código C.D.C., a razão de um valor por segundo.

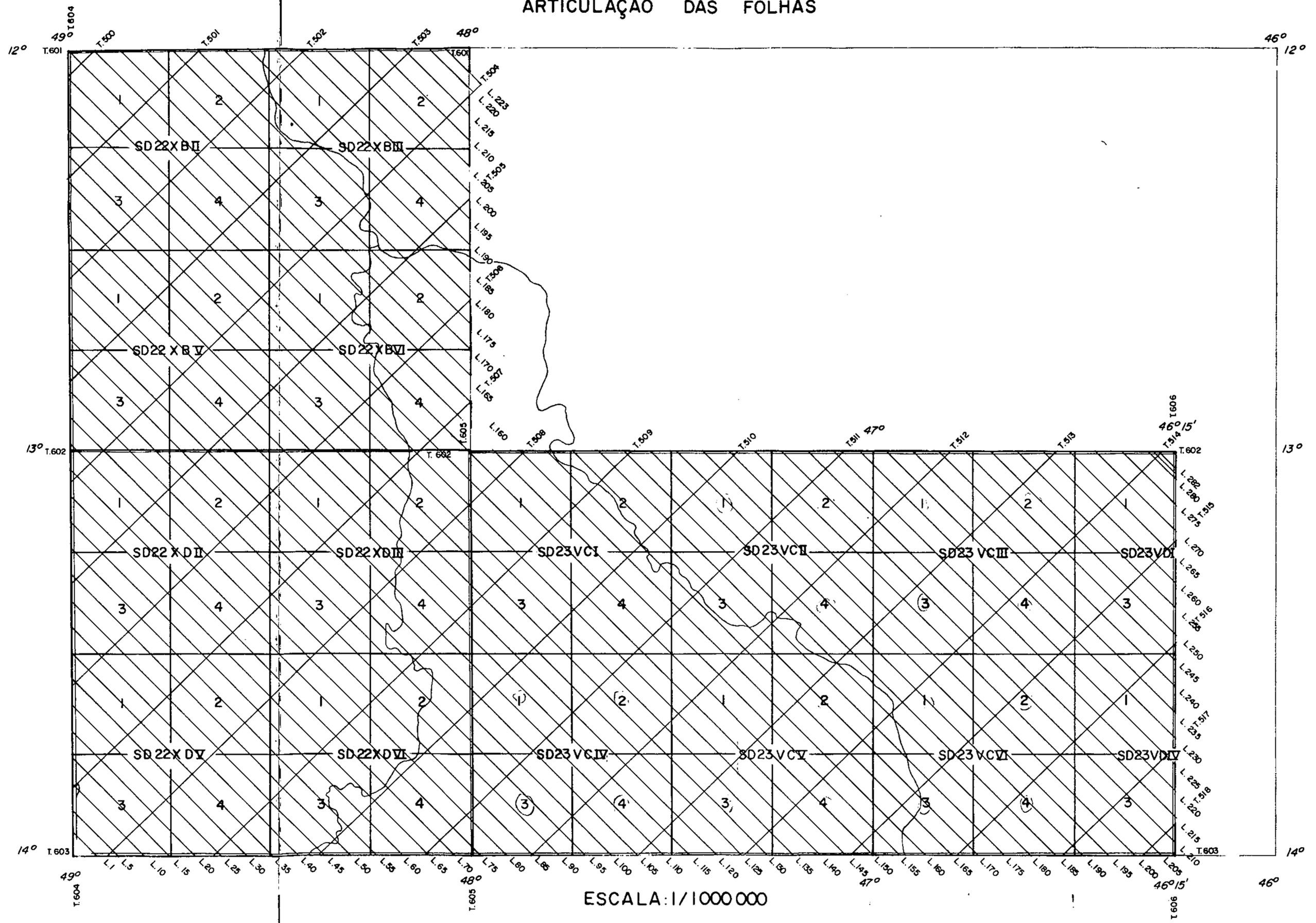
Teste das fitas para saber se o sistema digital funcionou corretamente durante o voo; no caso contrário, foi utilizado o registro analógico para corrigir ou reconstituir o registro numérico.

Observou-se durante o processamento destes dados que 50% das fitas apresentaram defeitos devido a um mal funcionamento do G-704 e foram reconstituídos manualmente a metade dos registros.

Transformação em código CDC e estocamento dos valores magnéticos obtidos em voo para utilização nas operações de computação.

PROJETO "SERRA DA MESA"

ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS



1.3 - Estabelecimento da planta de posição

1.3.1 - Sistema de projeção

A projeção adotada foi a elipsoide Hayford internacional, de acordo com o Manual Técnico fornecido pelo D.N.P.M., com meridiano de origem $M^{\circ}51^{\circ}$ e $M^{\circ}45^{\circ}$.

Na região situada no meio dos dois meridianos a técnica de restituição foi a seguinte:

- Para o processamento do bloco 2 (bloco Oeste), por exemplo, as partes das linhas ou transversais que se prolongam no bloco vizinho (bloco 3) foram identificadas a partir das coordenadas UTM $M^{\circ}45^{\circ}$, transformando-as em coordenadas geográficas e, finalmente em coordenadas UTM $M^{\circ}51^{\circ}$.
- Do mesmo modo para processar o bloco 3 as partes das linhas e transversais que entram no bloco 2 foram identificadas a partir das coordenadas UTM $M^{\circ}51^{\circ}$, transformando-as em coordenadas geográficas e, posteriormente em coordenadas UTM $M^{\circ}45^{\circ}$.

A apresentação das folhas definitivas é feita em folhas de 15 por 15 minutos, perfazendo um total de 60 (Ver Fig. 2).

1.3.2 - Restituição da planta de posição

A restituição dos vôos foi executada na missão sobre fotomosaicos na escala 1/30.000, permitindo verificar a passagem exata da aeronave. Esta restituição se efetua com o auxílio de filmes de 35 mm.

A posição dos fiduciais é depois transportada para os mosaicos na escala de 1/50.000.

Este procedimento tem a vantagem de definir imediatamente os revoos eventuais por má navegação.

Uma cópia da planta de posição é enviada ao escritório de compilação que procede ao levantamento

das coordenadas X, Y e temporais de cada ponto.

1.3.3 - Verificação da planta de posição C.D.C.

As coordenadas X, Y e temporais de cada ponto são inscritas em cartões perfurados C.D.C. Uma passagem no computador permite a obtenção das velocidades sucessivas em m/segundo entre os pontos e em cada perfil.

Um programa fornece essas velocidades em forma de "Listing" que são então verificadas perfil por perfil, aplicando-se as correções eventuais e se necessário fazendo-se uma nova passagem pelo computador que, por intermédio de um "calcomp plotter", procede ao traçado do plano de posição na escala de compilação, ou seja, 1/50.000.

Os dados relativos a esta planta de posição, coordenadas X e Y, dos pontos, serão em seguida retomados pelo computador que calcula as interseções dos perfis entre si, e que são caracterizadas por 3 parâmetros: coordenadas X, Y e hora (em segundo).

1.4 - Computação dos dados magnéticos

1.4.1 - Estudo dos valores magnéticos nas interseções

Os dados relativos a planta de posição são introduzidos novamente no computador, bem como os valores obtidos no ar que estão estocados nas fitas.

Uma operação chamada linha-transversa "L. T" consiste em estabelecer a diferença de valor do campo magnético sobre a linha e sobre a transversal nos pontos de interseção. Em seguida calcula-se a soma e a média destas diferenças ao longo de cada transversal para definir as primeiras "translações transversais":

$$\text{Transl. T} = \frac{\sum (L-T)}{n^{\circ} \text{ interseções}}$$

Após estas translações transversais calcula-se ao longo das linhas, nas interseções, a soma e a média das diferenças residuais para definir as "translações

linhas":

$$\text{Transl. L} = \frac{\sum (L - T)r}{n^{\circ} \text{ interseções}}$$

Este conjunto de operações, traslação T e traslação L, repetido duas vezes, é denominado "média A" e consiste em traslações verticais uniformes destinadas a compensar a maior parte das diferenças observadas nas interseções.

Ao término desta passagem obtemos um "listing de L.T." trasladado. As interseções que apresentam ainda uma diferença "L.T." importante, são, então, estudadas sobre o plano de posição onde correções são aplicadas e, em seguida perfuradas em cartões C.D.C.

1.4.2 - Compensação definitiva das interseções

Efetua-se uma nova passagem em computador denominada "média B". Esta operação difere da "média A" no sentido de que em vez de somar todos os valores das diferenças ao longo da linha ou da transversal, soma-se um número reduzido destes valores, no presente estudo: 9 ao longo das transversais e 3 ao longo das linhas, avançando cada vez de uma interseção.

O resultado consiste em traslações verticais não uniformes, "pseudo sinoidais", que permitem eliminar a quase totalidade das diferenças observadas nas interseções.

Enfim, realiza-se deslocamentos temporais das interseções no limite de ± 2 segundos (deslocamentos compreensíveis considerando-se a instabilidade da aeronave), reduzindo-se desta forma as diferenças de "L.T" de modo a não aceitar senão as compensações razoáveis. Ao término desta passagem, obtem-se uma saída de "L.T média B" e as interseções que necessitam um deslocamento superior a 2 segundos são, então, revistas manualmente. As correções eventuais são feitas sobre cartões C.D.C. e uma nova passagem no computador fornece, então, uma saída de "L.T média B" com valores definitivos para cada interseção, fornecendo igualmente um registro das velocidades entre os pontos e interseções para verificação final antes da pas-

sagem do cálculo dos valores definitivos do campo magnético.

1.5 - Restituição dos resultados

1.5.1 - Saída em computador dos valores do campo total

Após a última verificação das velocidades feitas sobre as interseções definitivas e sobre o conjunto dos primeiros e últimos pontos de cada perfil, o computador procede ao cálculo do campo total ao longo do perfil.

Para esta operação são fornecidos ao computador as seguintes informações:

- os primeiros e últimos pontos de cada perfil,
- os dados de cada interseção, a saber: valor definitivo, coordenadas X e Y,
- a fita contendo todos os valores "AIR" dos diferentes perfis.

O cálculo se efetua entre cada interseção pela repartição linear da compensação aplicada a cada nó.

Calcula-se os valores do campo total definitivo para cada 2 segundos nos perfis, enviando-se simultaneamente sobre uma fita magnética e sobre uma "saída" mecânica. Esta saída se decompõe da seguinte forma: dia de voo, hora do ponto correspondente ao valor magnético, número do perfil com seu número de fiducial, as coordenadas X e Y, o valor do campo total expresso em gammas, a compensação expressa em gammas.

1.5.2 - Traçado das curvas isogamas

Para efetuar este traçado, o computador toma a fita de valores definitivos do campo total. Pela aplicação de diferentes programas, são realizados os cálculos para obter valores sobre uma malha quadrada de 100 metros de lado, e depois por intermédio de um "calcomp plotter", traçadas as curvas isogamas na escala 1/50.000 nas folhas de 15 minutos por 15 minutos.

1.5.3 - Apresentação final dos resultados

A malha geográfica que limita cada folha é inserida em uma malha retangular "projeção Hayford Internacional".

A planta de posição é retomada inteiramente a mão com a numeração de todos os 5 ou 10 sinais (seja 100 segundos) com sua hora e indicação do perfil.

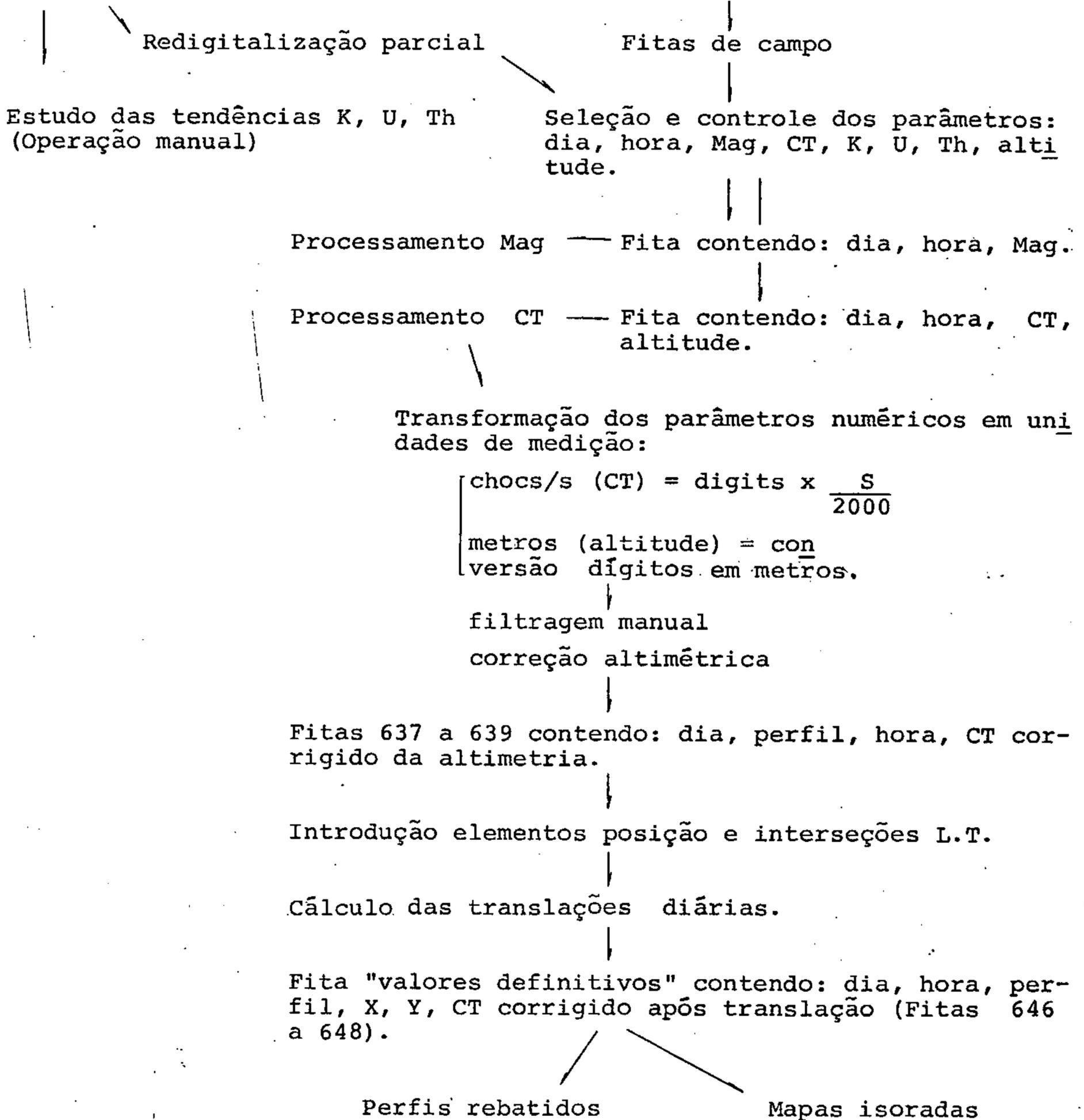
A planimetria é tirada dos fotomosaicos publicados nesta escala.

As curvas isogamas são então desenhadas sobre o plano de posição.

ESQUEMA DE PROCESSAMENTO DOS DADOS CINTILOMÉTRICOS

ANALÓGICOS

NUMÉRICOS



2. PROCESSAMENTO DOS REGISTROS CINTILOMÉTRICOS

2.1 - Documentos obtidos ao curso de cada voo

- 1 registro analógico com 5 pistas apresentando simultaneamente a contagem total, os 3 canais específicos K, U, Th e a altura de voo;
- 1 registro em fita magnética das informações acima.

2.2 - Processamento automático da contagem total

Como para o campo magnético, a medição da contagem total foi processada no computador C.D.C. O conjunto das operações conduz a elaboração do mapa em curvas de contagem total após a correção altimétrica e após as reduções das variações diárias do "B.G".

Para correção destas variações e o estabelecimento do mapa de isoradas, o item 2.2.4 "médias diárias" mostra que a compensação foi realizada na base de um estudo estatístico das diferenças nas interseções, processo mais elaborado que o simples estudo das variações do B.G.

A tabela 1 fornece um esquema das diversas fases do processamento.

2.2.1 - Características da fita magnética

Este documento contém para cada indicação de dia e tempo (cada segundo), a medição do campo magnético de uma parte, e as 4 vias espectrométricas CT, K, U, Th e a altimetria de outra parte.

Estes 5 últimos parâmetros provem das informações analógicas: 4 do espectrômetro e 1 da sonda altimétrica.

Estes parâmetros são registrados sob a

forma de 5 valores de 0 a 2.000 "digits". A conversão destes "digits" em unidades de medida (choc/s, metro) é função da sensibilidade das saídas analógicas respectivas.

Por mal funcionamento do registrador GEOMETRICS G-704, cerca de 50% dos perfis foram redigitalizados a partir dos registros analógicos.

Detalhamos a seguir as operações do processamento:

2.2.2 - Conversão em unidade de medição

Os "digits" do canal CT são transformados em choc/s multiplicando-se estes por $S/2.000$ (S = sensibilidade do perfil analógico correspondente), exemplo:

$$\frac{1.600}{2.000} \text{ ou } \frac{3.200}{2.000} \text{ etc.}$$

Os valores do canal altimétrico são obtidos por uma tabela de conversão estabelecida de acordo com os coeficientes da sonda.

2.2.3 - Correção altimétrica

A importância dos relêvos sobrevoados, em particular na área de CAVALCANTE, tornou bastante difícil a manutenção correta da altura de vôo. Em numerosos pontos o registro da sonda altimétrica mostra variações importantes que se traduzem por variações mais ou menos sensíveis das contagens.

Nas zonas de relêvo bastante acidentado, perfis especiais paralelos aos alinhamentos topográficos, foram voados a fim de complementar a informação (linhas 301 a 307 de direção Norte - Sul e "rim flights" 401 a 437).

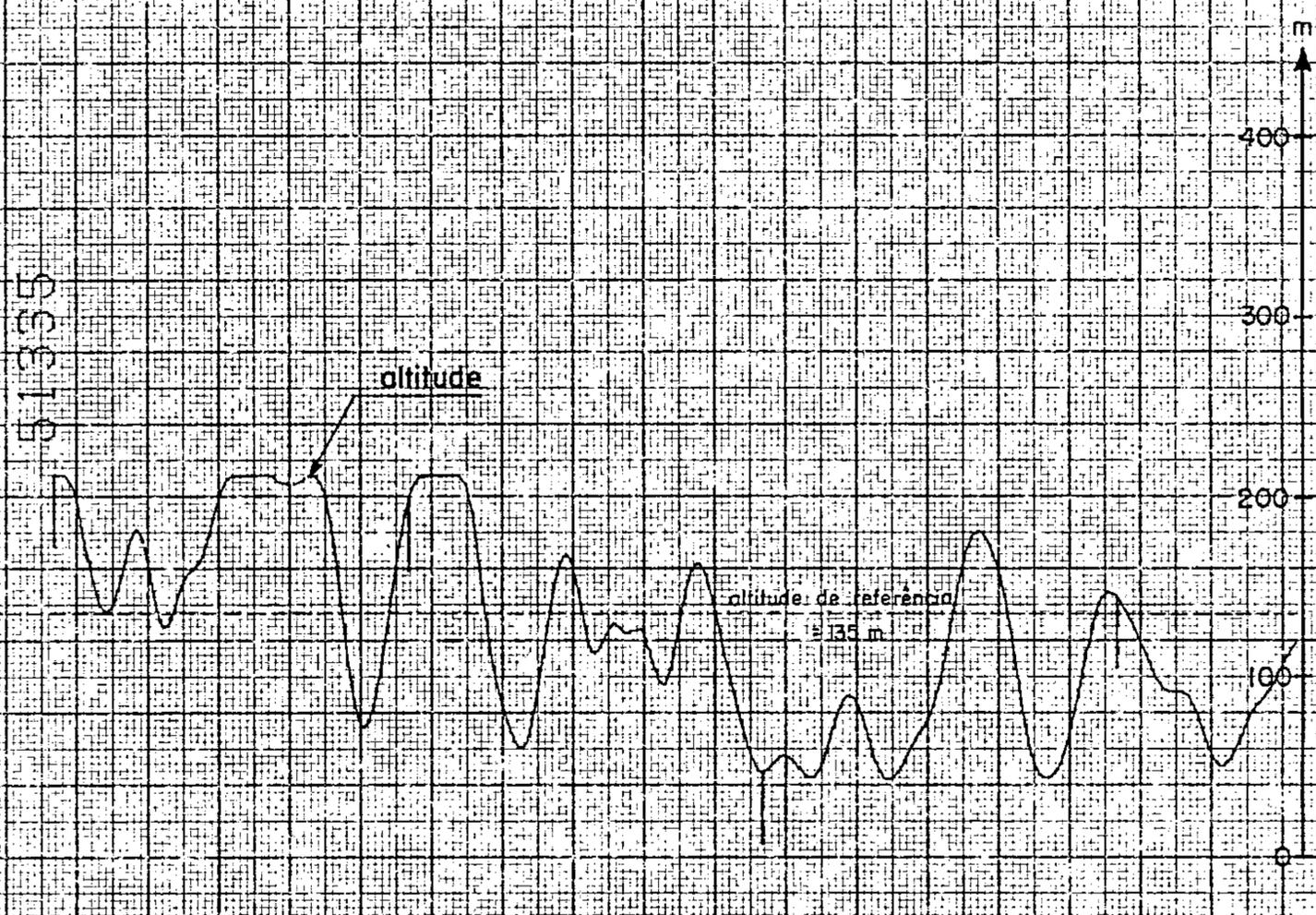
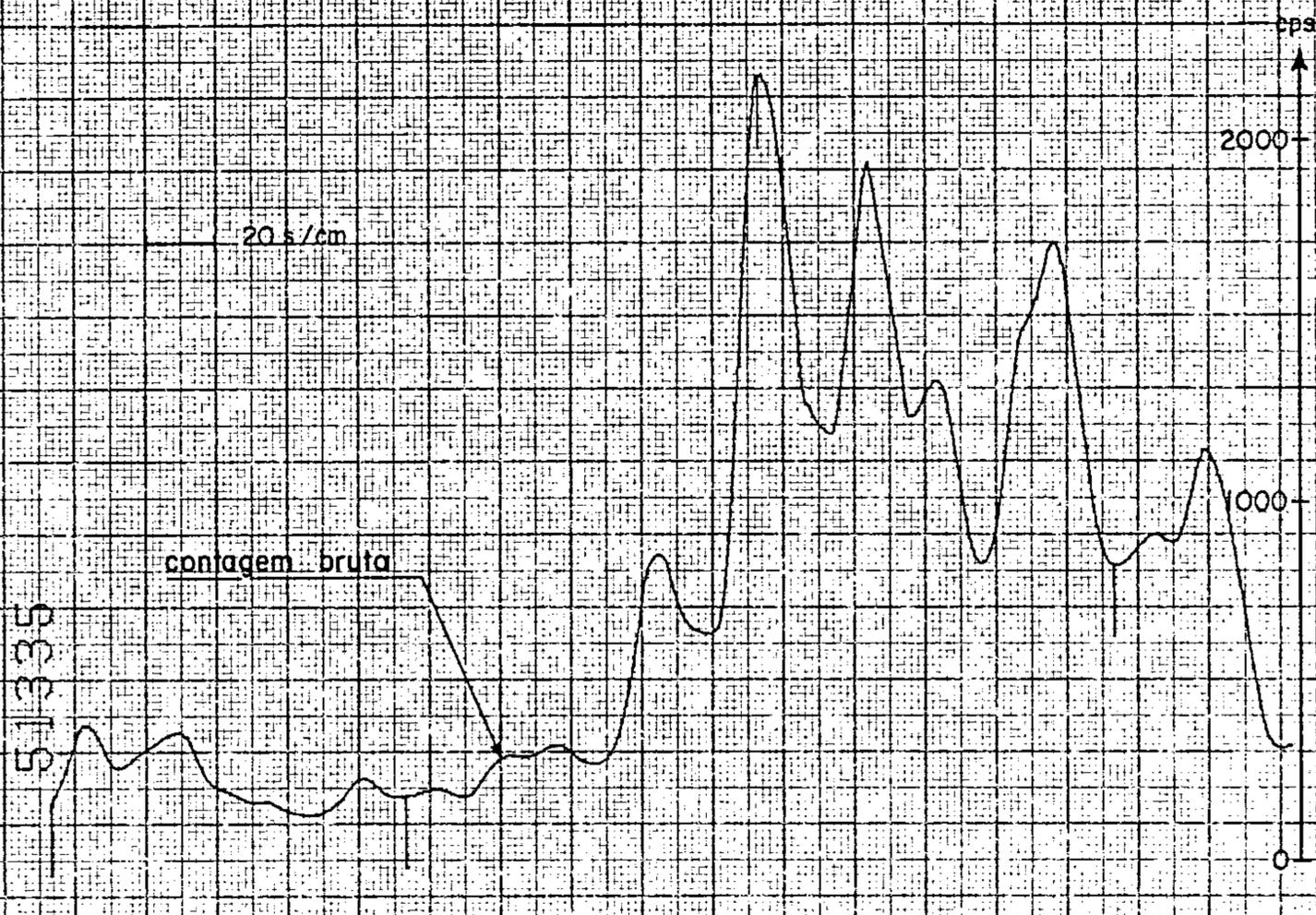
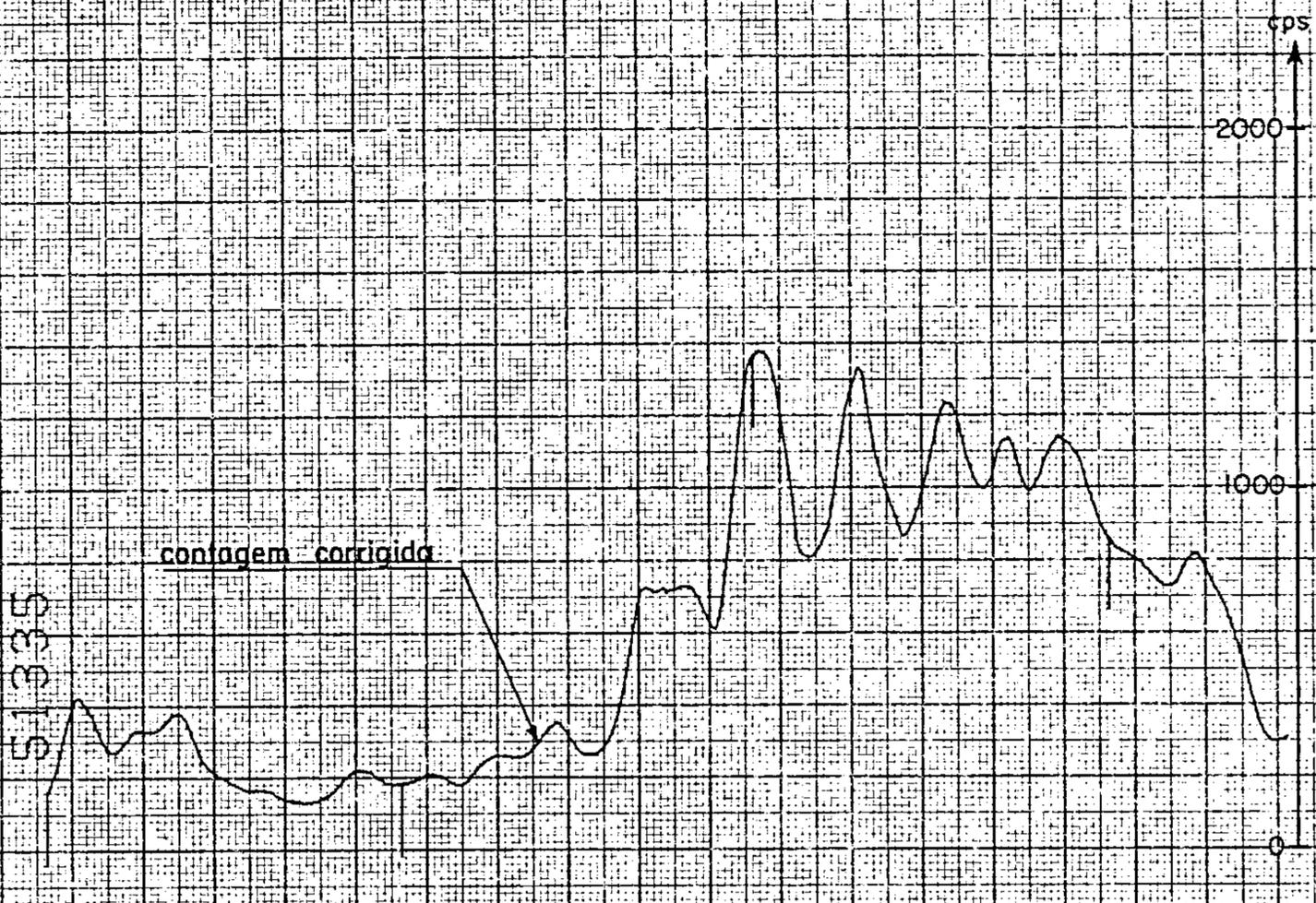
A lei de decréscimo em função da altura é exponencial:

$$A = (Y - Y_0) e^{-\frac{h - h_0}{m}}$$

onde:

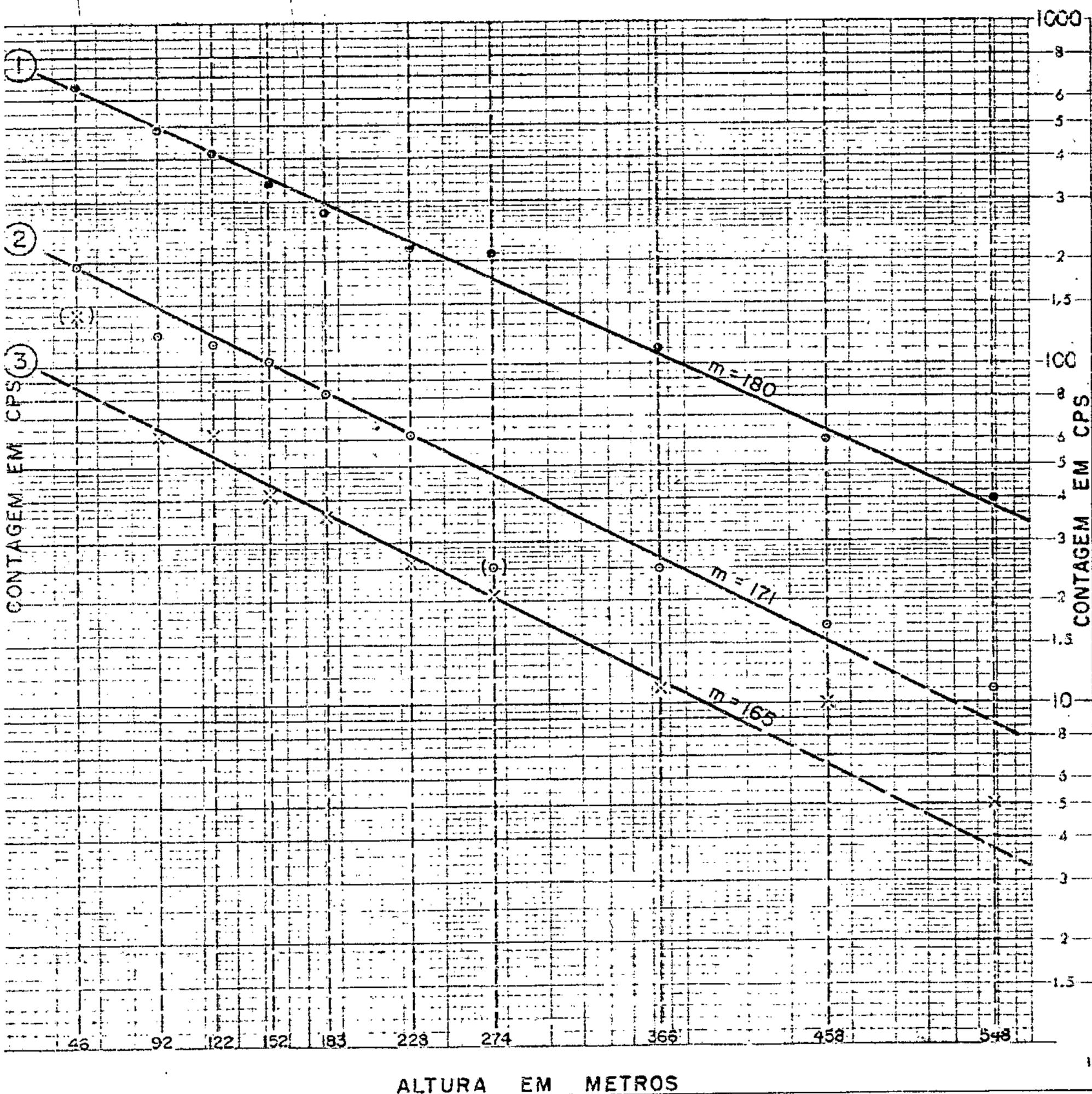
FIG. 4

EXEMPLO DE CORREÇÃO DE ALTITUDE



TESTE DE ATENUAÇÃO DO CONTAGEM TOTAL

①-②-③ Anomalias características registradas
a diferentes alturas.



A = valor relativo a altura de referência
 Y = valor medido
 Y_0 = back-ground
 h = altura no instante da medida Y
 h_0 = altura de referência
 m = coeficiente de redução

- os termos Y e h são obtidos pelo registro,
- h_0 é igual a 135 metros,
- Y_0 é definido pelo valor obtido nos testes diários a 2.500 pés,
- m é calculado a partir do teste de decréscimo.

Para esta missão foram executados 2 (dois) testes em 17 de maio e 28 de agosto de 1973 sobre áreas selecionadas em função do relevo e da radioatividade.

Um gráfico logarítmico das medidas obtidas nas diferentes altitudes forneceu o valor de $m = 170$ (Ver Fig. 3).

A correção de altura foi sistematicamente aplicada a todos os valores do estudo dentro dos limites razoáveis de utilização da fórmula mencionada e do valor físico dos parâmetros Y e h introduzidos no cálculo.

Com efeito é necessário observar que nas alturas elevadas, por uma parte, o termo $(Y - Y_0)$ torna-se muito pequeno e que a relação da flutuação sobre a contagem aumenta anormalmente, e por outra parte, que a importância e a imprecisão de h torna a exponencial $e^{\frac{h - h_0}{m}}$ elevada rapidamente duvidosa. Resulta que, em tais situações, o produto A não representa senão uma forma bastante amplificada da flutuação estatística, tornando aberrantes certas partes dos perfis tratados.

Para evitar este inconveniente limitamos o valor h a 200 metros.

A figura 4 mostra um exemplo de perfil corrigido.

2.2.4 - Médias diárias

Os valores médios das linhas voadas durante um único vôo geralmente não apresentam diferenças entre si, entretanto, de um dia para o outro, principalmente sob influência das mudanças climáticas, diferenças podem aparecer, tornando-se então necessário reduzi-las antes do traçado do mapa. O estudo do "B.G" a 2.500 pés fornece uma idéia sobre estas variações.

Aplicou-se para o presente trabalho um método mais rigoroso a partir das diferenças das L.T. (linhas transversais) observadas nas interseções, utilizando-se para isto a forma definitiva do plano de posição, após a análise dos valores do campo magnético.

Este método repousa sobre um estudo estatístico das diferenças das L.T. Com efeito, o exame pontual das contagens nos pontos de interseção não apresenta significação própria pois a flutuação estatística, a constante de integração, o efeito de direção do vôo, a velocidade própria do avião, influenciam as medidas e traduzem uma certa dispersão nas diferenças.

Uma primeira média das diferenças observadas sobre as transversais voadas em um mesmo dia define uma translação destas transversais para o dia considerado.

Uma segunda média de diferenças após translação das transversais define para as linhas de um mesmo dia a translação que convém usar.

Num caso como no outro, uma ponderação é aplicada ao cálculo da média, aplicando mais peso as diferenças de L.T. observadas nos níveis radiométricos fracos.

As translações diárias, assim definidas, foram aplicadas ao conjunto das linhas de vôo do estudo.

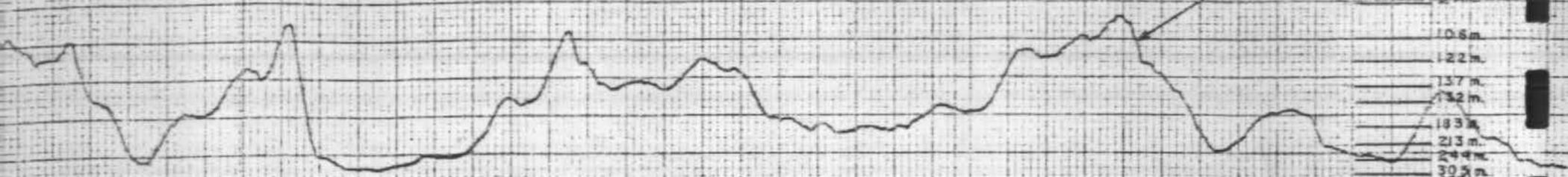
2.2.5 - Valores definitivos

A operação anterior conduziu a constituição

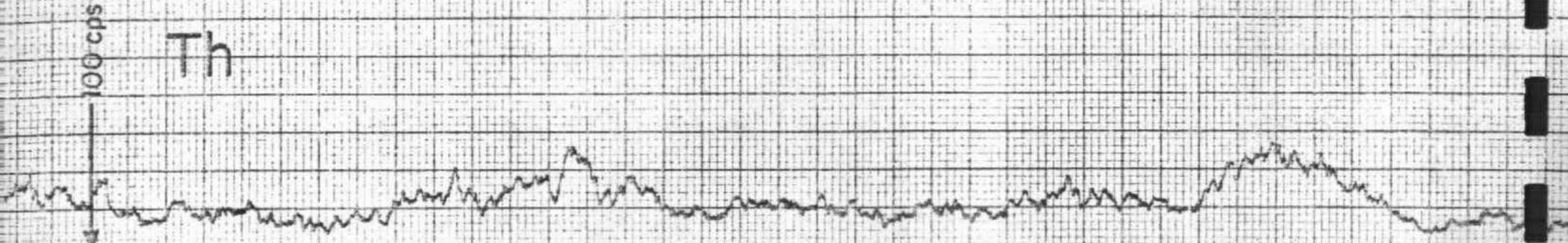
FIG. 6

EXEMPLO DE DISCRIMINAÇÃO DOS CANAIS K-U-Th

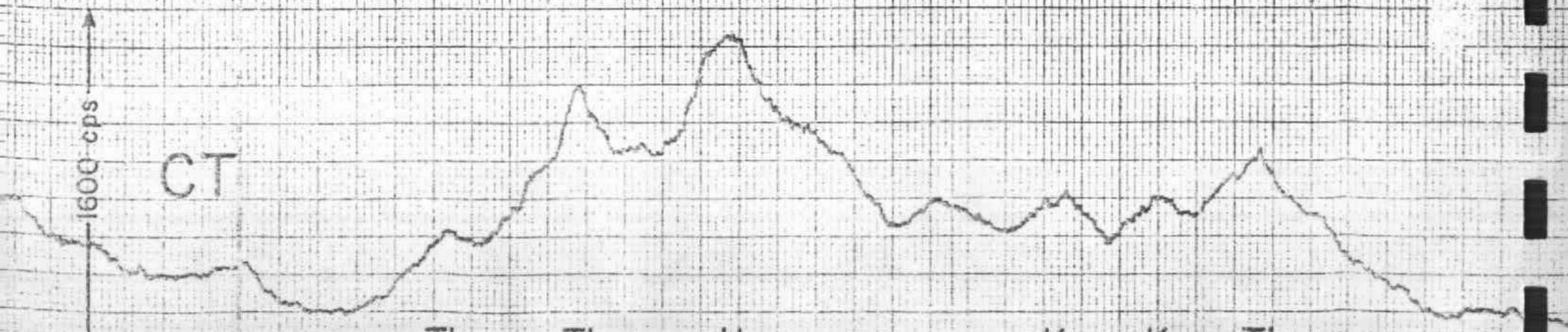
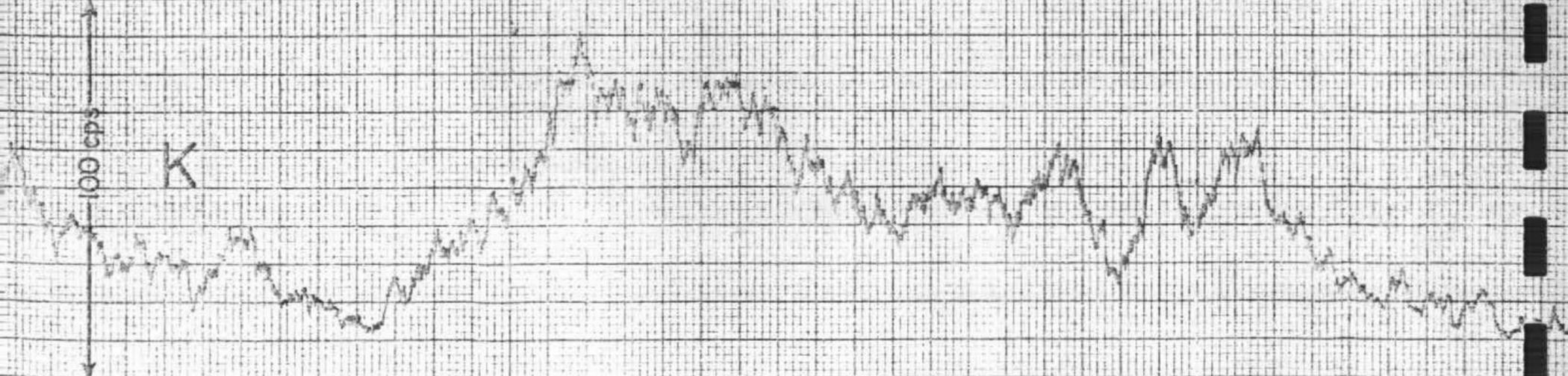
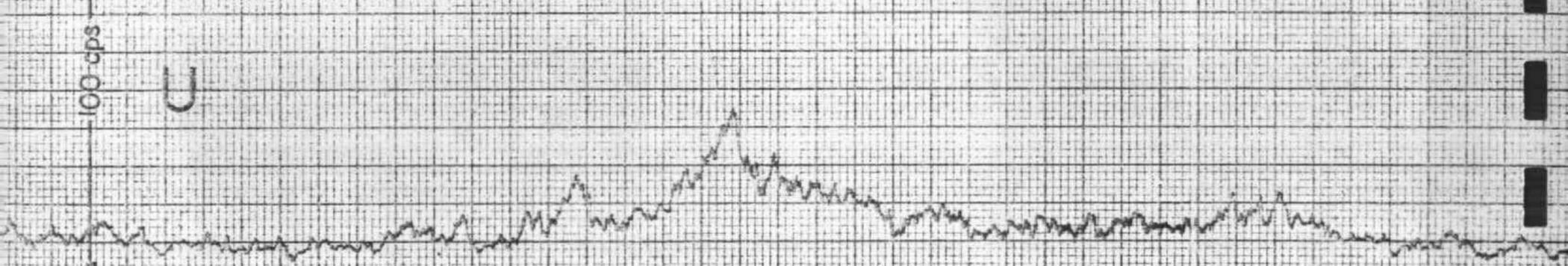
- 55m
- 51m
- 47m
- 43m
- 39m
- 35m
- 31m
- 27m
- 23m
- 19m
- 15m
- 11m
- 7m
- 3m



perfil 114 dia 141



110 119



Th Th U K K Th

FIG. 5 EXEMPLO DE DISCRIMINAÇÃO DOS CANAIS K-U-Th

perfil 112 dia 142

altitude

- 55 m
- 51 m
- 73 m
- 91 m
- 106 m
- 122 m
- 137 m
- 152 m
- 163 m
- 213 m
- 244 m
- 255 m
- 308 m

← 20s →

100 cps
Th

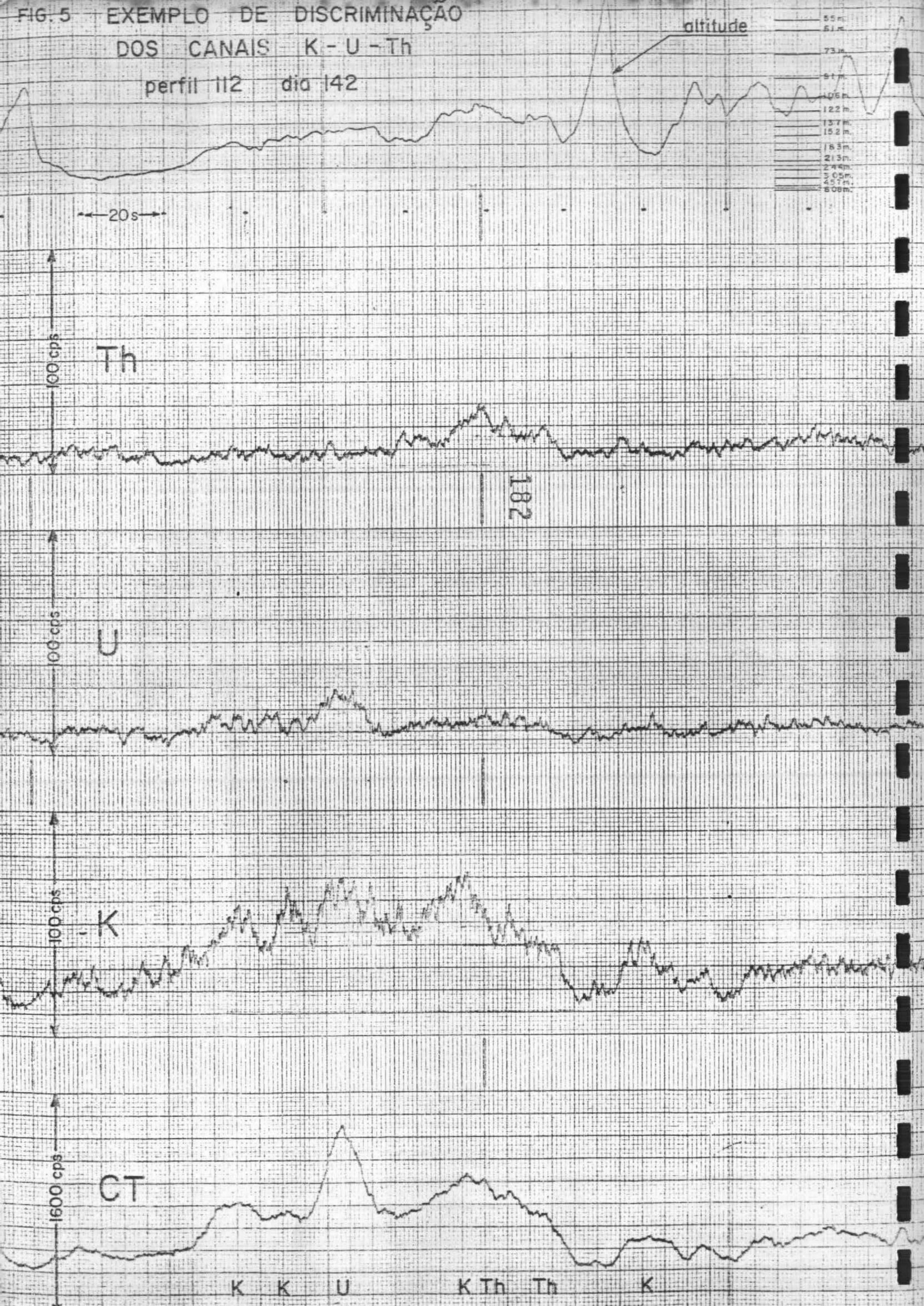
182

100 cps
U

100 cps
K

1600 cps
CT

K K U K Th Th K



de uma lista de valores de contagem total a cada 2 segundos, compreendendo ademais o dia, a linha, o tempo e as coordenadas X e Y.

2.2.6 - Traçado das curvas de isoradas

Os valores obtidos são devolvidos ao computador para o cálculo e traçado das curvas de isoradas. Estas últimas estão apresentadas sobre mapas na escala 1/50.000 em folhas de 15 x 15 minutos. As curvas foram traçadas a cada 50 choc/s.

2.2.7 - Traçado dos perfis rebatidos

Após a correção altimétrica, cada perfil foi traçado em cortes na escala horizontal 1/50.000 e vertical de 1 cm por 500 c/s. Os cortes são apresentados sobre a planta de posição no formato dos outros documentos.

2.3 - Operações sobre os registros analógicos

Os registros analógicos permitem uma análise dos canais específicos.

Observando-se cada anomalia de contagem total, a tendência de K, U e Th foi definida pelo exame comparativo dos 3 canais.

A boa discriminação do detector utilizado permitiu por em evidência diferenciações mínimas as vezes no seio de uma mesma anomalia de contagem total, em particular algumas manifestações bastante estreitas de tendência uranífera (Fig. 5 e 6).

3. DOCUMENTOS FINAIS

- 60 cortes de curvas isogamas (1/50.000).
- 60 cortes de curvas isoradicas contagem total (1/50.000).
- 60 cortes de perfis rebatidos contagem total (1/50.000).
- 3 fitas magnéticas contendo valores magnéticos "AIR" a razão de 1 valor por segundo, nº 640-641-642.
- 3 fitas magnéticas contendo valores do campo magnético residual a razão de 1 valor por segundo, nº 643-644-645.
- 3 fitas magnéticas contendo valores cintilométricos de contagem total a razão de 1 valor por segundo, nº 637-638-639.
- 3 fitas magnéticas contendo valores cintilométricos "residuais" a razão de 1 valor por segundo, nº 646-647-648.

TERCEIRA PARTE
=====

INTERPRETAÇÃO
=====

1. RESUMO GEOLÓGICONÍVEIS MAGNÉTICOS E CINTILOMÉTRICOS1.1 - Resumo geológico

O presente estudo se situa sobre o escudo brasileiro constituído quase exclusivamente por uma velha plataforma pré-cambriana de evolução geosinclinal.

Este relatório não tem por objetivo fazer uma descrição geológica e tectônica detalhada da região; de qualquer maneira, torna-se indispensável delinear os traços mais importantes, susceptíveis de interessar diretamente a interpretação magnética e cintilométrica.

O nível mais antigo é formado por um complexo de rochas granito-gnáissicas com intercalações locais de quartzitos, xistos, amfibolitos, leptinitos, etc.

Este embasamento cristalino se apresenta entrecortado por filões de rochas básicas ou ácidas.

Sobre este nível erosionado se depositam os primeiros terrenos sedimentares pré-cambrianos, a seguir descritos.

GRUPO ARAXÁ:

Com facies essencialmente metamórfico, esta unidade está constituída de quartzitos, micaxistos, pelitos, psamitos e calcários ricos em minerais metamórficos. No começo da sedimentação ARAXÁ, houve um período importante de vulcanismo básico e ultrabásico (amfibolito, serpentinito); ao final desta sedimentação, observa-se a predominância de gabros, piroxenitos, noritos, peridotitos associados a óxidos de ferro.

Além deste material básico, nota-se intrusões graníticas (tonalitos) nas rochas metamorfisadas e a formação de pegmatitos.

Somente no depósito do grupo TOCANTINS onde predomina o filito com um pouco de calcário e quartzito é que se deu início à formação da bacia ARAI.

GRUPO ARAI:

A sedimentação desta bacia começa pelo depósito da formação ARRAIS composta de acumulações arenosas e quartzíticas com pequenas alternâncias de pelitos.

O conjunto da formação contem numerosas rochas basálticas e andesíticas.

A superposição de depósitos litológicos muito variado continua com a formação TRAIRAS constituída de quartzitos finos e grosseiros, de filitos e de alternâncias de níveis xistosos e calcários.

Todo este conjunto do grupo ARAI foi dobrado e metamorfoisado ao longo da orogenia desta bacia de subsidência. Observamos a injeção de metadiabásio, anfibolitos, etc., sob a forma de "sills" e "diques".

GRUPO BAMBUI:

A sedimentação BAMBUI começa pelo depósito de um conglomerado de base com nível quartzífero e de ferro olítico seguido por uma sucessão de facies argilo-calcário da formação PARANOÁ. Sob o peso dos sedimentos, a bacia sofreu uma lenta e fraca subsidência permitindo o depósito da formação PARAOPEBA, composta de importantes sequências pelíticas e carbonatadas mais ou menos dobradas. Ao final do grupo BAMBUI vem o depósito de molasse representado pela formação TRES MARIAS.

Movimentos internos poderosos destruíram todos os terrenos pré-cambrianos produzindo fraturas NORTE-SUL, LESTE-OESTE e acavalamientos. Ao longo das superfícies de recobrimento se desenvolveram cataclasitos e milonitos.

Após esta longa orogenese primaria, o facies gresoso da formação AGUA BONITA dominou durante o período siluro-devoniano. O final do Paleozóico foi marcado por

uma tectônica de fraturamento com formação de graben e horst.

O Cretáceo, presente unicamente na extremidade LESTE do nosso estudo, determina a formação de um depósito continental e subaquático com silt e areia feldspática. Ao final do Secundário, algumas fraturas de tensão foram abertas permitindo a formação de diques de magma "tholeítico".

Durante todo o período terciário e quaternário predominam a areia, argila e silt de origem aluvial e coluvial com formação de uma cobertura detrítica e laterítica.

1.2 - Níveis magnéticos

De uma maneira geral é praticamente impossível diferenciar pelo magnetismo o cristalino ácido. Somente a presença de uma mineralização mais ou menos importante sobre o contorno de um batolito permite sua identificação. Ao contrário, os pacotes cristalinos menos ácidos como as formações de gabros ou gnaisses produzem uma boa resposta magnética; isto se aplica igualmente para todas as rochas como os anfibolitos, leptinitos, etc.

Nos terrenos pré-cambrianos e cambrianos, podemos assinalar como níveis magnéticos, excelentes, todas as intrusões básicas e ultrabásicas, sendo razoável considerar que também o facies metamórfico e notadamente aquele do grupo ARAXÁ fornecerá uma boa resposta magnética.

1.3 - Níveis cintilométricos

A experiência adquirida permite fornecer um resumo da classificação das rochas em função de sua radioatividade:

- Radioatividade nula ou muito fraca:

- aluviões.
- a maior parte das rochas sedimentares tais como: calcários, dolomitos, gres, sal.
- quartzitos.
- rochas máficas (gabros) e ultramáficas (peridotitos).

- rochas vulcânicas básicas.
- formações ferruginosas.

- Radioatividade fraca:
 - argilas.
 - micaxistos.
 - gnaisses.
 - granitos antigos.

- Radioatividade média a forte:
 - gnaisses.
 - granitos charnoquíticos.
 - conglomerados.
 - filitos, fosfatos.
 - areias monazíticas.
 - algumas rochas vulcânicas ácidas.

- Radioatividade forte:
 - granitos jovens (intrusões).

Esta classificação é evidentemente muito esquemática e algumas rochas podem ter uma radioatividade variável em função do teor em minerais associados, contudo ela constitui uma base séria para a interpretação.

A superposição do mapa geológico a ... 1/50.000 com o mapa de curvas isorádicas de contagem total nos permite obter informações sobre os diferentes níveis de radioatividade:

- Os granitos da SERRA DA MESA apresentam alta radioatividade, cerca de 2.300 chocs/s. A média foi estabelecida em torno de 1.300 chocs/s.
- As rochas alcalinas mostram igualmente radioatividade e levada entre 1.000 e 1.500 chocs/s.

Enfim as curvas isorádicas de contagem total nos permitem ver que existe, em correspondência com as rochas básicas, uma baixa rápida da radioatividade entre 200 e 300 chocs/s.

1.4 - Conclusão

O embasamento cristalino ácido será muito difícil de determinar pelo magnetismo, salvo no caso de uma mineralização de magnetita sobre o contorno de um batolito, ou então se estiver ligado a uma intrusão de rochas vulcânicas. Por outro lado, a radioatividade cobrirá esta lacuna graças a forte radioatividade das rochas cristalinas ácidas.

Se o conjunto das rochas vulcânicas constitui um guia magnético certo, a dificuldade para diferenciá-los vem, sobretudo, do fraco contraste de susceptibilidade que existe entre duas rochas vulcânicas de natureza ou idades diferentes. Contudo os registros cintilométricos constituem uma ajuda eficaz porque as rochas mais recentes são geralmente mais radioativas.

2. PRINCÍPIO GERAL DE INTERPRETAÇÃO

2.1 - Interpretação magnética

Inclinação magnética:

A inclinação do vetor do campo magnético na área estudada é de 5 a 7° Sul.

Praticamente esta inclinação particular se traduz pelas seguintes consequências:

- um corpo magnético de direção LESTE-OESTE cria uma anomalia quase inteiramente negativa;
- se um corpo magnético tem uma direção que faz um ângulo ψ com a direção LESTE-OESTE, a inclinação aparente torna-se i' , definida por

$$\text{tg } i' = \text{tgi} / \cos \psi$$

Praticamente a inclinação aparente poderá então tomar todos os valores de 0 a 90° em função da orientação do corpo magnético.

Amplitude das anomalias:

O valor médio do campo magnético na região estudada é de 26.000 gamas (0,26 gauss). A intensidade de imantação J de um corpo magnético é definido por:

$$J = K H$$

- K = susceptibilidade magnética
- H = campo magnético

Os ábacos ITI-gama utilizados pela C.G.G. permitem o cálculo de J e, conseqüentemente, de K pois: $K=J/H$.

Notamos, entretanto, que se um corpo magnético não está orientado LESTE-OESTE, torna-se necessário fazer uma correção importante. Seja ψ o ângulo de eixo da ano-

malia sobre a direção LESTE-OESTE, e i' a inclinação aparente definida acima ($\text{tgi}' = \text{tgi}/\cos \psi$) a amplitude da anomalia é definida por:

$$T = \frac{\sin^2 i}{\sin^2 i'} \quad (-T_1 \cos 2i' + T_2 \sin 2i')$$

$$\left. \begin{array}{l} T_1 = \text{amplitude da anomalia no polo} \\ T_2 = \text{amplitude da anomalia por } i' = 45^\circ \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{para um corpo} \\ \text{magnético} \\ \text{Leste-Oeste} \end{array}$$

Se reduzir todas as anomalias a direção LESTE-OESTE para poder comparar suas amplitudes respectivas é, então, necessário multiplicar a amplitude medida por um fator de correção igual a:

$$D = \frac{\sin^2 i'}{\sin^2 i}$$

A tabela abaixo fornece os valores de i' e de D para as diferentes direções de anomalias:

ψ	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
i'	5°	$5^\circ 05'$	$5^\circ 21'$	$5^\circ 44'$	$6^\circ 31'$	$7^\circ 45'$	$9^\circ 55'$	$14^\circ 21'$	$26^\circ 45'$	90°
D	1	1,03	1,14	1,31	1,69	2,39	3,91	8,08	26,64	131,5

Observa-se que para dois corpos magnéticos idênticos orientados, um LESTE-OESTE, outro NORTE-SUL, a amplitude da anomalia pode variar de 1 a 131.

A inclinação do campo magnético é particularmente desfavorável considerando-se que as direções anômalas são mais frequentemente vizinhas da direção NORTE-SUL. Estas condições particulares se traduzem por um relêvo magnético pouco acentuado e por anomalias mais fracas quando suas direções se aproximam do norte magnético.

Declinação:

A declinação média na área estudada é de 16° OESTE, entendendo-se neste relatório que quando se fala de direção de anomalia estas estão em relação ao NORTE magnético.

Interpretação quantitativa das anomalias:

O método de interpretação utilizado é principalmente o das intercessões das tangentes de inflexão (ITI) da C.G.G. Traça-se as tangentes de inflexão dos diferentes ramos da anomalia, em geral três tangentes. Mede-se as projeções horizontais dos segmentos definidos por suas interseções e com o zero (0) da anomalia. As distâncias entre os pontos de inflexão e entre as tangentes no topo da curva são igualmente utilizadas.

Estes parâmetros são então colocados sobre uma escala logarítmica e comparados com os parâmetros medidos sobre as anomalias teóricas calculadas por computadores sobre diferentes modelos : prismas infinitos, placas delgadas, falhas ou contatos. Para os modelos de duas dimensões infinitas prismas verticais (caso mais frequente) constrói-se curvas tipos para diferentes inclinações magnéticas e para diferentes relações a/h (a sendo a metade da largura do corpo magnético e h a profundidade de seu teto sob o plano de vôo). Procura-se qual o modelo que fornece a melhor coincidência com as medidas feitas sobre a anomalia e então deduz-se h e a .

Para estudos de minérios, um elemento importante da interpretação é cálculo da susceptibilidade K . Uma outra série de ábacos ITI χ - permitem o cálculo da imantação aparente J' . Após a correção para ter-se em conta a orientação da anomalia, obtém-se J , a imantação real.

$$J = J' \times D$$

deduzindo-se finalmente $K = J/H$.

Mas, como foi visto no capítulo 2.1, a inclinação do campo magnético é tal que as estruturas que formam um ângulo de mais de 70° com a direção LESTE-OESTE apresentam um fator de correção D bastante elevado, sendo o porque de não se

calcular a susceptibilidade K real senão para as estruturas magnéticas cujo ângulo ψ não é superior a 70° .

Interpretação qualitativa:

A interpretação qualitativa consiste em traçar os limites das diferentes unidades magnéticas e as falhas principais. No caso particular deste estudo os limites magnéticos, que traduzem os limites entre formações geológicas, são em geral bastante aparentes quando próximos da direção LESTE-OESTE. Tornando-se muito suaves e as vezes indefinidos quando as direções geológicas se aproximam da direção NORTE-SUL.

2.2 - Interpretação da radiometria

A interpretação dos dados radiométricos constitui-se de:

- mapas isorádicos de contagem total,
- caracterização das anomalias em (U, Th, K).

Observamos que não se deve confiar demais na flutuação das medidas e sim considerar os resultados no seu conjunto, podendo-se delimitar as zonas mais ou menos radioativas: estas estão em relação seja com formações geológicas ou com as diferenciações petrográficas dentro de uma mesma unidade.

Assim, foi tomado como "back-ground" aquele definido por vãos a 2.500 pés, isto é, situando-se entre 150 e 200 chocs/s, tomando-se um "back-ground" médio de base em 400 chocs/s para quantificar as zonas radioativas.

Após colocar em relevo as principais zonas radiométricas, buscou-se encontrar as preponderâncias de K, U ou Th mais características sobre cada anomalia selecionada colocando-as sobre os perfis rebatidos. A determinação das tendências realiza-se comparando entre si as anomalias obtidas nos diversos canais. Esta comparação é guiada pela relação existente entre a amplitude total da anomalia e o movimento regional, os dois termos estando corrigidos para o "B.G." e tomando em conta, também, as variações de altitude.

Outrossim, fez-se uma avaliação aproximativa do espalhamento Compton para aquelas anomalias específicas dos canais U e K, reconhecidas como significantes.

Fazemos igualmente figurar os principais alinhamentos de anomalias de K, U ou Th que possam ter uma explicação geológica.

3. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Antes de abordar a descrição das principais unidades estruturais do estudo, queremos precisar que toda a interpretação qualitativa e quantitativa dos dois métodos magnético cintilométrico foi cartografada sobre folhas na escala 1/50.000. Estas folhas colocam em evidência as diferentes províncias geológicas com sua tectônica, bem como as estruturas magnéticas e cintilométricas.

Todas estas observações foram resumidas sob forma de tabelas que condensam os principais parâmetros geofísicos.

Para as diferentes características magnéticas e cintilométricas não forneceremos senão as médias ou tendências dos valores. Somente as estruturas isoladas e perfeitamente definidas constituirão objeto de cálculo puntual dos diferentes parâmetros (valor de K, chocs/s, profundidade do corpo, etc.).

A tectônica da região foi claramente posta em evidência pelos diferentes aspectos do mapa do campo em curvas isogamas e do mapa cintilométrico em curvas isorádicas de contagem total.

Estruturas de natureza variada, em geral, estreitamente associadas a fenômenos tectônicos, dão origem a importantes anomalias magnéticas e mudanças de níveis de radioatividade.

Os dois métodos e mais particularmente a cintilometria, método de subsuperfície, nos permitiu traçar as "províncias geológicas" e simples diferenciações petrográficas nas rochas.

Desta mesma forma podemos identificar:

- rochas cristalinas com preponderância de potássio (500 a 1.000 chocs/s) zonas nº 40 - 41 - 59 - 71 - 84 - 85 - 133 - 136;

- rochas cristalinas com tendência torífera (1.000 a .. 1.500 chocs/s) zonas nº 10 - 32 - 52 - 61 - 110 - 120 - 130 - 157 - 158 - 163;
- granitos da SERRA DOURADA ou similares, ricos em tório (2.000 chocs/s) zonas nº 53 - 57 - 69 - 72 - 124 - 127-128 - 129 - 149 - 150 - 153;
- um facies metamórfico sub-aflorante do grupo ARAXÁ, rico em elementos ferromagnesianos ($K = 2.000$ a $5.000 \cdot 10^{-6}$ uem CGS) zonas nº 8 - 11 - 16 - 17 - 35 - 49 - 54 - 55-80;
- um facies calcário radioativo, rico em tório (500 a 1.000 chocs/s) do grupo ARAXÁ, zonas nº 12 - 19 - 29 - 37 - 44;
- uma série de filões e de vulcanismo básico e ultrabásico do grupo ARAXÁ com uma susceptibilidade $K = 2.000$ a $18.000 \cdot 10^{-6}$ uem CGS, zonas nº 1 - 13 - 14 - 20 - 28 - 36 - 51 - 62 - 76 - 81 - 82;
- facies radioativos do grupo ARAI proveniente, talvez, de filitos ou de xistos com preponderância de potássio (500 chocs/s), zonas nº 26 - 34 - 45 - 48 - 58 - 87 - 112 - 114 - 117 - 141 - 143 - 145 - 171 - 172;
- um facies radioativo do grupo ARAI com tendência torífera (400 chocs/s) correspondente sem dúvida a bancos quartzíticos, zonas nº 2 - 3 - 15 - 145;
- um facies de rochas vulcânicas básicas (basalto, andesito) com uma susceptibilidade média $K = 3.000 \cdot 10^{-6}$ uem CGS (até 30.000) e um nível radioativo muito fraco (100 a 200 chocs/s), zonas nº 2 - 5 - 7 - 102 - 121 - 125 - 142;
- os calcários PARAOPEBA com radioatividade de potássio (400 chocs/s), zonas nº 46 - 66 - 83 - 106 - 107 - 108-109 - 132 - 160 - 173;
- o Cretáceo superior da série SERRA NEGRA ativo em tório (250 chocs/s) nº 111;
- zonas de cataclasitos e milonitos existentes ao longo

das superfícies de recobrimento ao final da orogênese primária, zonas nº 42 - 54.

Os traços tectônicos médios foram marcados por um grande número de falhas ou contatos mineralizados. Os mais característicos entre eles podem apresentar um interesse mineiro, de uma parte pela profundidade do nível (aflorante) e de outra parte por sua mineralização:

- ricos em magnetita ou em elementos ferromagnesianos ($K = 10.000 \cdot 10^{-6}$ uem CGS), nº 92 - 94 - 103 - 112 - 118 - 125 - 130 - 135 - 145 - 166;
- ricos em potássio (800 chocs/s), nº 40 - 110 - 164 - 167;
- ricos em tório (1.000 chocs/s), nº 96 - 130 - 155 (2.000 chocs/s) - 168;
- ricos em urânio (entre 500 e 1.000 chocs/s), nº 2 - 12 - 32 - 53 - 54 - 70 - 100 - 104 - 110 - 113 - 122 - 146 - 147 - 149 - 163 - 186;
- finalmente concentrações de elementos radioativos carregados pelos rios, citamos a concentração mais forte: potássio (2.000 chocs/s), nº 95.

CONCLUSÕES

Esta campanha aeromagnética e cintilométrica, projeto SERRA DA MESA traz um número apreciável de informações geológicas novas.

Acreditamos haver atingido os objetivos deste estudo; parece-nos, entretanto, interessante assinalar que o método magnetométrico não corresponde inteiramente àquilo que deve atingir, isto proviu da inclinação magnética particularmente desfavorável para as direções anômalas NORTE-SUL, traduzindo-se por um relêvo magnético pouco acentuado e por anomalias tanto mais fracas quanto suas direções se aproximam do Norte magnético.

Por outro lado, o método cintilométrico foi particularmente benéfico e, corresponde inteiramente ao que esperamos.

J.P. Clautrier

COMPANHIA BRASILEIRA DE GEOFÍSICA

CF Clautrier

BIBLIOGRAFIA

=====

- PROSPEC :

Geologia e inventário dos recursos minerais do projeto BRASÍLIA.

- RUY OZORIO DE FREITAS :

Ensaio sobre a tectônica moderna do Brasil - Universidade de São Paulo - Boletim 130 - Geologia nº 6 - 1951.

- BULLETIN de la Société Géologique de FRANCE :

7ème série, Tomo III - nº 5 - 1962.

- BULLETIN de la Société Géologique de FRANCE :

Tomo XVII e XVIII - 1948.

RELAÇÃO DAS ANOMALIAS SIGNIFICATIVAS

Número	CARACTERÍSTICAS MAGNÉTICAS		CARACTERÍSTICAS CINTILOMÉTRICAS		ORIGEM GEOLÓGICA E COMENTÁRIOS
	Profundidade em metros	Valor de K Verdadeiro em 10^{-6} uem CGS	Discriminação dos canais K - U - Th	Chocs por segundo	
1	0 a 20	5.000	K - Th	1.000	Rochas metamórficas do grupo ARAXA. Anfibolitos e Serpentinhas.
2	10 a 50	3.000	Th - U	200	Banco de rochas vulcânicas básicas (andesitos) e quartzíticas da formação ARRAIS. Presença de urânio sobre a borda de uma estrutura filoniana rica em tório (600 chocs/s).
3			Th	400	Pré-cambriano indiferenciado com banco quartzítico da formação ARRAIS.
4			Th - K	400	Facies radioativo do pré-cambriano indiferenciado.
5	30	1.500		100	Basaltos e andesitos do grupo ARRAIS.
6	80	700			Filões de rochas básicas (andesito ARRAIS)
7	0 a 100	4.000		150	Facies vulcânicos básicos da formação ARRAIS.

Número	CARACTERÍSTICAS MAGNÉTICAS		CARACTERÍSTICAS CINTILOMÉTRICAS		ORIGEM GEOLÓGICA E COMENTÁRIOS
	Profundidade em metros	Valor de K Verdadeiro em 10^{-6} uem CGS	Discriminação dos canais K - U - Th	Chocs por segundo	
8			K	300	Área ligeiramente magnética de facies metamórfico.
9	0 a 100				Filões de rochas básicas sobre uma área rica em tório (400 c/s).
10			Th	1.500	Rochas alcalinas
11	80	5.000			Facies metamórfico do grupo ARAXÁ.
12			Th - U	1.200	Calcário radioativo do grupo ARAXÁ.
13 - 14	0 a 30	3.000	K - U	500	Filões de rochas serpentinizadas ricas em potássio, do grupo ARAXÁ.
15			Th - U	400	Formação do grupo ARAI.
16 - 17	10 a 50	4.000			Facies magnético do Grupo ARAXÁ ?
18			U - Th	700	

Número	CARACTERÍSTICAS MAGNÉTICAS		CARACTERÍSTICAS CINTILOMÉTRICAS		ORIGEM GEOLÓGICA E COMENTÁRIOS
	Profundidade em metros	Valor de K Verdadeiro em 10^{-6} uem CGS	Discriminação dos canais K - U - Th	Chocs por segundo	
19			Th	1.500	Facies radioativo do grupo ARAXÁ, em alinhamento segundo uma tectônica NORDESTE - SUDOESTE.
20	5 a 30	3.000			Série de filões quartzíticos do grupo ARAXÁ.
21			Th	1.500	Contato litológico entre o pré-cambriano indiferenciado e o grupo ARAXÁ. Faixa rica em elementos toríferos.
22			K - Th	600	Concentração de elementos radioativos no Rio das Almas proveniente de maciço alcalino.
23					Facies metamórfico do pré-cambriano indiferenciado. A intensidade das anomalias não ultrapassa de 20 gamas.
24					Não obstante orientação NORTE-SUL observa-se uma anomalia de intensidade de 400 gamas - mineralização magnética muito intensa, no interior de uma formação básica do tipo piroxenito ou peridotito.

Número	CARACTERÍSTICAS MAGNÉTICAS		CARACTERÍSTICAS CINTILOMÉTRICAS		ORIGEM GEOLÓGICA E COMENTÁRIOS
	Profundidade em metros	Valor de K Verdadeiro em 10^{-6} uem CGS	Discriminação dos canais K - U - Th	Chocs por segundo	
25	30 a 190	3.000			Banco de quartzito do grupo ARAI no facies metamórfico.
26			Th - K	450	Facies radioativo ao longo do banco do quartzito do grupo ARAI; correspondente possivelmente a uma zona de alteração.
27	20	4.000			Filão mineralizado alinhado segundo a direção do rio Santa Tereza.
28	50	2.500		250	Corpos filonianos básicos do grupo ARAXÁ.
29			Th	500	Calcários radioativos do grupo ARAXÁ com filões aflorantes de rochas básicas (K = 2.000 uem CGS)
30	50 a 300	3.000 a 10.000			Intrusões de rochas básicas do grupo ARAXÁ (gabros, piroxenitos) acompanhados de vulcanismo básico alinhado segundo a direção NORDESTE-SUDOESTE.

Número	CARACTERÍSTICAS MAGNÉTICAS		CARACTERÍSTICAS CINTILOMÉTRICAS		ORIGEM GEOLÓGICA E COMENTÁRIOS
	Profundidade em metros	Valor de K Verdadeiro em 10^{-6} uem CGS	Discriminação dos canais K - U - Th	Chocs por segundo	
31	aflorante				Filões de rochas básicas
32	0	1.600	Th - U	1.400	Rocha eruptiva ácida, alcalina, a parte mais rica em urânio se acha ao nível de filões aflorantes de quartzitos ?
33			Th	800	Pré-cambriano indiferenciado
34			K	500	Elementos radioativos ao longo dos quartzitos do grupo ARAI.
35	0 a 50	5.000			Unidade metamórfica do grupo ARAXÁ, com numerosas intrusões básicas NORTESTE - SUDOESTE.
36	20	4.000			Filões ou contatos mineralizados da série ARAXÁ.
37			Th	1.200	Calcários radioativos do grupo ARAXÁ.
38			K - Th		Elementos radioativos com predominância de potássio no rio CAPIVARA.

Número	CARACTERÍSTICAS MAGNÉTICAS		CARACTERÍSTICAS CINTILOMÉTRICAS		ORIGEM GEOLÓGICA E COMENTÁRIOS
	Profundidade em metros	Valor de K Verdadeiro em 10^{-6} uem CGS	Discriminação dos canais K - U - Th	Chocs por segundo	
39			Th - K		Elementos radioativos ricos em tório (600 chocs/s) no rio provenientes da zona nº 52 e elementos ricos em potássio 800 cps no rio CAPIVARA provenientes dos granitos números 53.
40	0	2.000	K	400	Intrusão de rochas eruptivas não ácidas.
41	aflorante		Th	400	Intrusão de rochas eruptivas não ácidas.
42	sub-aflorante	elevado			Área de metamorfismo intenso ao longo de uma falha de recobrimento.
43			K	550	Mineralização radioativa ao longo de uma falha do grupo ARAXÁ, bordejando a zona metamórfica nº 42.
44			Th	800	Área radioativa do grupo ARAXÁ rica em tório cerca de 1.400 chocs/s.
					Radioatividade nos depósitos aflorantes

Número	CARACTERÍSTICAS MAGNÉTICAS		CARACTERÍSTICAS CINTILOMÉTRICAS		ORIGEM GEOLÓGICA E COMENTÁRIOS
	Profundidade em metros	Valor de K Verdadeiro em 10^{-6} uem CGS	Discriminação dos canais K - U - Th	Chocs por segundo	
45			K	500	continuação do grupo ARAXÁ proveniente, sem dúvidas, dos sedimentos da formação TRAIRAS.
46			K	550	Formação calcárea PARAOPEBA.
47					Limite dos quartzitos da formação ARRAIS com a série TRAIRAS radioativa (K = 500 chocs/s).
48	sub-aflorante		K		Quartzito da formação TRAIRAS.
49	sub-aflorante	2.000			Sedimentos ricos em elementos ferromagnesianos do grupo ARAXÁ.
50			K	400	Concentração de elementos radioativos proveniente da lixiviação de rochas ricas em potássio e depositados no rio.
51	0 a 100	3.000 a 18.000			Facies de rochas básicas do grupo ARAXÁ com numerosos filões NORDESTE-SUDOESTE de rochas vulcânicas básicas (anfíbolitos, serpentinas, peridotitos, etc.

Número	CARACTERÍSTICAS MAGNÉTICAS		CARACTERÍSTICAS CINTILOMÉTRICAS		ORIGEM GEOLÓGICA E COMENTÁRIOS
	Profundidade em metros	Valor de K Verdadeiro em 10^{-6} uem CGS	Discriminação dos canais K - U - Th	Chocs por segundo	
52			Th	1.000	Rochas alcalinas
53			Th - K - U	2.300	Granito da SERRA DOURADA - Observa-se a presença de numerosas anomalias radioativas ricas em tório e potássio.
54	20 a 100	2.000 a 13.000			Pode corresponder a uma zona de milonitos com intrusões básicas, alinhando ao longo da falha de acavalamiento no interior dos sedimentos do grupo ARAXÁ
55	0	2.000			Banco magnético do grupo ARAXÁ
56				100	Rochas vulcânicas e ultrabásicas do grupo ARAXÁ, é necessário admitir as direções NORTE-SUL para estes derrames, o magnetismo sendo particularmente fraco. Algumas direções NORDESTE-SUDOESTE devem ser provenientes de falhas mineralizadas ou de filões de rochas básicas, correspondendo a um vulcanismo mais recente.

Número	CARACTERÍSTICAS MAGNÉTICAS		CARACTERÍSTICAS CINTILOMÉTRICAS		ORIGEM GEOLÓGICA E COMENTÁRIOS
	Profundidade em metros	Valor de K Verdadeiro em 10^{-6} uem CGS	Discriminação dos canais K - U - Th	Chocs por segundo	
57			Th - K	2.200	Zona de radioatividade bastante elevada podendo ser relacionada a intrusões de rochas eruptivas ácidas (tonalitos) - Presença de urânio sobre a linha 121.
58	0	algumas dezenas de gamas.	K	400	Formação TRAIRAS quartzítica ou xistosa. Mineralização magnética NORTE - SUL bastante intensa, possivelmente correspondendo a quartzitos e magnetita K = 44.000 uem CGS.
59			K	1.100	Intrusões cristalinas ácidas
60			K - Th	800	Pré-cambriano indiferenciado, presença de urânio sobre as linhas 35, 36, 4 e 5.
61			Th	1.000	Intrusão NORTE-SUL de rochas cristalinas (pegmatitos) no interior do grupo ARAXÁ. Urânio sobre a linha 97.
62	0	2.000 a 12.000			Filões de rochas básicas no interior dos derrames basálticos do grupo ARAXÁ.

Número	CARACTERÍSTICAS MAGNÉTICAS		CARACTERÍSTICAS CINTILOMÉTRICAS		ORIGEM GEOLÓGICA E COMENTÁRIOS
	Profundidade em metros	Valor de K Verdadeiro em 10^{-6} uem CGS	Discriminação dos canais K - U - Th	Chocs por segundo	
63	aflorante	algumas gamas	K - Th		Vulcanismo básico (basalto) do grupo ARAXÁ. A ausência de magnetismo permite supor que as direções principais destes derrames são NORTE-SUL, entretanto, é necessário notar um nível radioativo fraco, cerca de 400 chocs podendo corresponder aos afloramentos dos sedimentos ARAXÁ não vulcânicos.
64			K	600	Pré-cambriano indiferenciado.
65			K	400	Sedimentos do grupo ARAXÁ.
66					Banco calcário da formação PARAOPEBA.
67			Th	600	Concentração de tório proveniente da lixiviação das rochas do maciço nº 69 depositando-se no rio.
68			K	400	Pré-cambriano indiferenciado.
69			Th	2.000	Intrusão de rocha cristalina ácida. Presença de urânio em afloramentos quaternários.

Número	CARACTERÍSTICAS MAGNÉTICAS		CARACTERÍSTICAS CINTILOMÉTRICAS		ORIGEM GEOLÓGICA E COMENTÁRIOS
	Profundidade em metros	Valor de K Verdadeiro em 10^{-6} uem CGS	Discriminação dos canais K - U - Th	Chocs por segundo	
70	0 a 20	3.000 a 30.000	U		Vulcanismo básico e ultrabásico, presença de urânio sobre as linhas 44, 45 e 49 em sedimentos de cobertura quaternária.
71			K	1.000	Granito potássico intrusivo.
72	0	5.000	K	1.200	Granito da SERRA DA MESA com numerosas mineralizações de falhas orientadas NORDESTE-SUDOESTE.
73	0 a 50	4.000			Falhas mineralizadas anteriores a intrusão granítica 71.
74	0	1.300			Mineralização de falhas em relação a tectônica da idade ARRAIAS.
75	0 a 50	5.000			Facies metamórfico bastante fraturado com numerosos filões de rochas básicas
76	sub-aflorante	algumas gamas	K - Th		Limite de facies da formação ARAXÁ

Número	CARACTERÍSTICAS MAGNÉTICAS		CARACTERÍSTICAS CINTILOMÉTRICAS		ORIGEM GEOLÓGICA E COMENTÁRIOS
	Profundidade em metros	Valor de K Verdadeiro em 10^6 uem CGS	Discriminação dos canais K - U - Th	Chocs por segundo	
77	0	3.000	Th	400	Zona de alteração no topo de um anticlinal da formação ARAXÁ.
78			K	500	Bancos de calcário radioativo do grupo ARAXÁ.
79					Cobertura quaternária.
80	aflorante	algumas gamas	K	300	Limite de um facies metamórfico alterado do grupo ARAXÁ, com alguns filões mineralizados sub-aflorantes (K= 4000 uem CGS). Presença de urânio sobre as linhas 39 e 40.
81	0	2.000 a 5.000	K	350	Vulcanismo básico do grupo ARAXÁ.
82	0 a 100	2.000 a 5.000			Filões de rochas básicas do grupo ARAXÁ.
83			K	500	Bancos calcários radioativos da formação PARAOPEBA.

Número	CARACTERÍSTICAS MAGNÉTICAS		CARACTERÍSTICAS CINTILOMÉTRICAS		ORIGEM GEOLÓGICA E COMENTÁRIOS
	Profundidade em metros	Valor de K Verdadeiro em 10^{-6} uem CGS	Discriminação dos canais K - U - Th	Chocs por segundo	
84			K	900	Granito potássico
85			K - Th	700	Granito de tendência potássica - Presença de uma forte anomalia torífera no rio.
86	5 a 100	3.000			Mineralização de falha parecendo estar em relação com a tectônica dos granitos circundantes.
87			K	300	Área ligeiramente radioativa no interior dos sedimentos de formação TRAIRAS.
88			K	500	Préambriano indiferenciado.
89					Área de fraca radioatividade (200 chocs/s) correspondendo aos sedimentos do grupo ARAI.
90			K	500 a 1.200	Préambriano indiferenciado - Presença de urânio sobre as linhas 150 e 151.

Número	CARACTERÍSTICAS MAGNÉTICAS		CARACTERÍSTICAS CINTILOMÉTRICAS		ORIGEM GEOLÓGICA E COMENTÁRIOS
	Profundidade em metros	Valor de K Verdadeiro em 10^6 uem CGS	Discriminação dos canais K - U - Th	Chocs por segundo	
91			K	700	Préambriano indiferenciado.
92	0	1.500 a 8.000			Falha mineralizada com numerosas fraturas particularmente rica em magnetita na linha 177. O K = 35.000 uem CGS foi calculado com uma orientação praticamente NORTE-SUL da falha.
93			K	600	Préambriano indiferenciado.
94	0 a 50	1.000 a 10.000			Falha mineralizada com numerosas fraturas.
95			K	2.000	Forte concentração puntual no rio.
96			Th	1.000	Falha com mineralização torífera.
97			K	1.100	Pequena intrusão cristalina.
98			Th - K	1.000	Préambriano indiferenciado (formação gnáissica) urânio e forte anomalia torífera 1.800 chocs/s sobre a linha 204

Número	CARACTERÍSTICAS MAGNÉTICAS		CARACTERÍSTICAS CINTILOMÉTRICAS		ORIGEM GEOLÓGICA E COMENTÁRIOS
	Profundidade em metros	Valor de K Verdadeiro em 10^{-6} uem CGS	Discriminação dos canais K - U - Th	Chocs por segundo	
99	0	2.000 a 12.000			Rochas magnéticas intrusivas entrecortadas de filões de rochas básicas ou de falhas mineralizadas.
100			U		Pré-cambriano indiferenciado (formação gnáissica) com numerosos índices de urânio. Zona fortemenete tectonizada, observando-se a presença de numerosos diques.
101					Anfibolitos não radioativos
102				200	Zona de fraca radioatividade correspondendo ao afloramento de formação AR-RAIAS, presença de urânio nos perfis 234 e 235.
103	50 a 400	3.000			Mineralização de fraturas.
104			U	1.000	Lente de calcário fortemente uranífero.
105				300	Fraca radioatividade podendo ser proveniente de bancos de micaxistos.

Número	CARACTERÍSTICAS MAGNÉTICAS		CARACTERÍSTICAS CINTILOMÉTRICAS		ORIGEM GEOLÓGICA E COMENTÁRIOS
	Profundidade em metros	Valor de K Verdadeiro em 10^{-6} uem CGS	Discriminação dos canais K - U - Th	Chocs por segundo	
106			K	500	Formação PARAOPEBA.
107				200	Formação de calcário PARAOPEBA
108				200	Zona fracamente radioativa correspondendo aos calcários PARAOPEBA.
109			K	400	Formação PARAOPEBA
110			Th - K - U	600	Préambriano indiferenciado - granodiorito. Presença de urânio sobre a folha SD 23V DIV 3.
111			Th	250	Formação SERRA NEGRA do Cretáceo superior.
112			K	450	Facies radioativo da formação TRAIRAS.
113			Th - U	800 a 1.000	Sedimentos toríferos sobre lentes de sedimentos detríticos quaternários. Presença de urânio.

Número	CARACTERÍSTICAS MAGNÉTICAS		CARACTERÍSTICAS CINTILOMÉTRICAS		ORIGEM GEOLÓGICA E COMENTÁRIOS
	Profundidade em metros	Valor de K Verdadeiro em 10^{-6} uem CGS	Discriminação dos canais K - U - Th	Chocs por segundo	
114	aflorante	algumas gamas	K - Th	600	Formação TRAIRAS radioativa (K) com uma parte em facies metamórfico (xistos) talvez torífero.
115			K	500	Pré-cambriano indiferenciado.
116			K	900	Pré-cambriano indiferenciado onde a rocha pode estar talvez mais alterada ou laterizada.
117			K	300	Facies conglomerático da formação ARRAIAS.
118	0	1.000 a 15.000			Filões andesíticos.
119	0 a 230	2.000			Falha mineralizada na formação ARRAIAS
120			Th	650	Intrusão de rochas ácidas.
121					Limite de afloramento dos andesitos

Número	CARACTERÍSTICAS MAGNÉTICAS		CARACTERÍSTICAS CINTILOMÉTRICAS		ORIGEM GEOLÓGICA E COMENTÁRIOS
	Profundidade em metros	Valor de K Verdadeiro em 10^{-6} uem CGS	Discriminação dos canais K - U - Th	Chocs por segundo	
122			Th - U - K	600 a 1.300	Précambriano indiferenciado com uma possível cobertura laterítica - forte anomalia torífera (123) no rio - Forte anomalia de urânio sobre a folha SD 23V DV2 definindo talvez uma intrusão cristalina.
124			Th	1.700 a 3.000	Précambriano indiferenciado (granitos antigos).
125	0	3.000 a 30.000	Th - U - K	900	Andesitos do grupo ARAI e difusão de elementos toríferos na periferia destes andesitos. Presença de urânio sobre as linhas 176 e 177.
126			Th	600	Elementos toríferos em uma falha.
127-128	0	500 a 1.500	Th	2.000	Intrusão cristalina com numerosas fraturas mineralizadas.
129			Th	1.400	Intrusão cristalina.

Número	CARACTERÍSTICAS MAGNÉTICAS		CARACTERÍSTICAS CINTILOMÉTRICAS		ORIGEM GEOLÓGICA E COMENTÁRIOS
	Profundidade em metros	Valor de K Verdadeiro em 10^{-6} uem CGS	Discriminação dos canais K - U - Th	Chocs por segundo	
130	0	7.000	Th	800	Intrusão cristalina com filões de meta _u diabases ?
131	0	500			Filões ou falhas mineralizadas e pré-cambriano indiferenciado.
132			K	500	Banco de calcáreo PARAOPEBA.
133			K	800	Gnaise pré-cambriano.
134	0 a 500	250 a 1.500			Falha mineralizada de direção LESTE-OESTE.
135	0	15.000 a 20.000			Falha fortemente mineralizada ao longo do maciço de granodiorito.
136			K	700	Maciço de granodiorito cuja intrusão é anterior a falha 135 NORTE-SUL.
137	0	400			Falha fracamente mineralizada nas intrusões graníticas (tonalitos) data - das ARAXÁ.

Número	CARACTERÍSTICAS MAGNÉTICAS		CARACTERÍSTICAS CINTILOMÉTRICAS		ORIGEM GEOLÓGICA E COMENTÁRIOS
	Profundidade em metros	Valor de K Verdadeiro em 10^{-6} uem CGS	Discriminação dos canais K - U - Th	Chocs por segundo	
138				150	Micaxistos fracamente radioativos.
139	50	3.000			Falhas mineralizadas.
140	aflorante				Quartzitos da formação ARRAIAS orientados NOROESTE-SUDESTE.
141	0	1.000 a 4.000			Facies metamórfico e tectonizado da formação TRAIRAS.
142				100	Banco de quartzitos da formação ARRAIS
143	10	até 7.000	K	500	Facies metamórfico e radioativo da formação TRAIRAS.
144			K - Th	500 a 1.000	Potássio radioativo dominante sobre o conjunto de área situada sobre o Pré-cambriano indiferenciado.
145			Th	700	Formação TRAIRAS.

Número	CARACTERÍSTICAS MAGNÉTICAS		CARACTERÍSTICAS CINTILOMÉTRICAS		ORIGEM GEOLÓGICA E COMENTÁRIOS
	Profundidade em metros	Valor de K Verdadeiro em 10^6 uem CGS	Discriminação dos canais K - U - Th	Chocs por segundo	
146			K - Th - U	400	Préambriano indiferenciado com predominância de potássio. Numerosos índices de urânio sobre toda a área.
147			Th - U		Área torífera rica em anomalias com predominância de urânio.
148			K	400	Préambriano indiferenciado.
149-150			Th - U	1.000 a 2.400	Forte radioatividade (tório) com alguns indícios de urânio. Pode corresponder a uma intrusão cristalina ácida.
151	140 a 500	1.000 a 9.000			Fratura fortemente mineralizada penetrando sob a formação ARRAIAS.
152			Th	400	Terreno radioativo (Th) proveniente da lixiviação da intrusão cristalina 127.
153			Th	2.100	Intrusão cristalina (granodiorito)
154			K		Formação ARRAIAS.

Número	CARACTERÍSTICAS MAGNÉTICAS		CARACTERÍSTICAS CINTILOMÉTRICAS		ORIGEM GEOLÓGICA E COMENTÁRIOS
	Profundidade em metros	Valor de K Verdadeiro em 10^6 uem CGS	Discriminação dos canais K - U - Th	Chocs por segundo	
155	0	1.000 a 3.000			Filões de rochas básicas e mineralização de fratura.
156	160	30.000			Filões de rochas básicas.
157			Th	1.000	Intrusão cristalina ARAXÁ (tonalitos) ?
158			Th	900	Intrusão cristalina ácida.
159	20 a 160	1.000			Filões pouco magnéticos (rochas com elementos brancos)
160					Facies calcário PARAOPEBA.
161					Cobertura quaternária detrítica e laterítica, Ausência total de radioatividade.
162	10 a 40	1.000	U - Th		Filões com índices de urânio.
163			U - Th	1.000	Zona fortemente uranífera provavelmente em relação com uma intrusão cristalina.

Número	CARACTERÍSTICAS MAGNÉTICAS		CARACTERÍSTICAS CINTILOMÉTRICAS		ORIGEM GEOLÓGICA E COMENTÁRIOS
	Profundidade em metros	Valor de K Verdadeiro em 10^{-6} uem CGS	Discriminação dos canais K - U - Th	Chocs por segundo	
164			K	600	Forte anomalia rica em potássio ao longo do contato entre o Pré-cambriano indiferenciado e a formação <u>PARAO PEBA</u> .
165	0	1.500	K	600	Falha mineralizada na formação <u>TRAIRAS</u>
166	0	1.000 a 10.000			Bancos magnéticos correspondentes talvez aos quartzitos da formação <u>ARRAIAS</u>
167			K	1.200	Estrutura radioativa (potássio) proveniente de mineralização de falha no Pré-cambriano indiferenciado.
168			Th	800	Pré-cambriano indiferenciado
169			Th	500	Situado ao longo de uma falha de aca- valamento de orogênese <u>ARAI</u> .
170	0	anomalias pontuais com aproximadamente 20 gamas.	Th	400	Intrusão de metadiabases ou anfibolitos em relação a orogênese <u>ARAI</u> .

Número	CARACTERÍSTICAS MAGNÉTICAS		CARACTERÍSTICAS CINTILOMÉTRICAS		ORIGEM GEOLÓGICA E COMENTÁRIOS
	Profundidade em metros	Valor de K Verdadeiro em 10^6 uem CGS	Discriminação dos canais K - U - Th	Chocs por segundo	
171			K	500	Concentração de elementos radioativos sobre uma zona de alteração preferencial correspondente a uma região fortemente dobrada da formação ARRAIS.
172			K	500	Fácies dobrado da formação ARRAIS, permitindo uma melhor difusão do potássio
173				100	Banco calcário PARAOPEBA.
174	2.300	700			Falha mineralizada LESTE-OESTE profunda na bacia de subsidência PARAOPEBA.
175	290	400			Filão ou falha mineralizada no nível do PréCambriano.