

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL

PROJETO SERRA DOS PARECIS

VOLUME II

RELATÓRIO FINAL

Ivan L. Spindola dos Anjos

João Botisto F. de Andrade



COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS
SUPERINTENDÊNCIA DE RECURSOS MINERAIS

1983



DIRETORIA DA ÁREA DE PESQUISAS
SUPERINTENDÊNCIA DE RECURSOS MINERAIS

PROJETO SERRA DOS PARECIS

J-96

CPRM — SEDOTE
ARQUIVO TÉCNICO
Relatório n.º 1080
N.º de Volumes: 4 + lex. V: 2-5
PH/008444

SUPERVISÃO :

DEPARTAMENTO DE PROSPECÇÃO

José Vargas da Silva Filho

DIVISÃO DE GEOFÍSICA

Mório José Metelo

EQUIPE DO PROJETO :

Ivan L. Spindola dos Anjos

João Batista F. de Andrade

COLABORAÇÃO ESPECIAL :

Arnoldo B. Vieiro



MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL

PROJETO SERRA DOS PARECIS

ÍNDICE DOS VOLUMES

- VOLUME I — Texto do Levantamento da Área
- VOLUME II — Texto do Processamento dos Dados
- ANEXO I — Mapas de Contorno do Campo Magnético Residual
(Escala 1:100.000 e 1:250.000)
- ANEXO II — Mapas de Contorno Radiométrico (Contagem Total)
(Escala 1:100.000 e 1:250.000)

APRESENTAÇÃO

Este Volume descreve o processamento dos dados aerogeofísicos - magnetometria e gamaespectrometria - do Projeto Serra dos Parecis.

O Volume I foi elaborado pela GEOFOTO S.A. - Fotogrametria, Cartografia e Aerogeofísica e refere-se à fase de aquisição de dados (aerolevantamento).

O Anexo I contém os Mapas de Contorno do Campo Magnético Residual, totalizando 20 folhas na escala 1:100.000 e 6 na escala 1:250.000.

O Anexo II contém os Mapas de Contorno de Isoradas do Canal de Contagem Total, em número de 20 folhas na escala 1:100.000 e 6 na escala 1:250.000.

SUMÁRIO

RESUMO

ABSTRACT

1.	INTRODUÇÃO	1
2.	PROCESSAMENTO DOS DADOS	2
3.	COMENTÁRIOS FINAIS	24
4.	BIBLIOGRAFIA	25

APÊNDICES

APÊNDICE A. ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS NA ESCALA 1:100.000

APÊNDICE B. ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS NA ESCALA 1:250.000

RESUMO

Este Relatório descreve todas as etapas do Processamento dos Dados Aeromagnetométricos e Aerogamaespectrométricos do Projeto Serra dos Parecis.

Os resultados finais são apresentados sob a forma de mapas de contorno do campo magnético residual e de mapas de contorno radiométrico (canal da contagem total) nas escalas de 1:100.000 e 1:250.000.

ABSTRACT

This report describes all the phases of the Aeromagnetometric and Aeroradiometric Data Processing of the Serra dos Parecis project.

The final results are presented in the form of radiometric (total count channel) and residual magnetic field contour maps at the 1:100.000 and 1:250.000 scales.

1. INTRODUÇÃO

A GEOFOTO S.A., Fotogrametria, Cartografia e Aerogeofísica, executou a fase de aquisição de dados durante os meses de agosto, setembro e outubro de 1979, tendo levantado 27.738 quilômetros de perfis.

Os trabalhos de processamento de dados foram realizados pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, de fevereiro de 1982 a setembro de 1983.

1.1 - Localização

Situada no Estado de Rondônia, a área do projeto é um polígono que tem como vértices as seguintes coordenadas: (fig. 1)

	Longitude (W)	Latitude (S)
A -	61°30'	11°00'
B -	61°30'	11°30'
C -	62°30'	11°30'
D -	62°30'	12°00'
E -	63°00'	12°00'
F -	63°00'	fronteira com a Bolívia
G -	61°00'	" " "
H -	61°00'	12°00'
I -	60°30'	12°00'
J -	60°30'	11°00'

1.2 - Pessoal técnico

No processamento dos dados participaram os seguintes técnicos:

Geol. IVAN LOPES SPÍNDOLA DOS ANJOS

Geol. JOÃO BATISTA F. DE ANDRADE

Analista de Processamento: ELENIR DELBONI GUSMÃO

2. PROCESSAMENTO DOS DADOS

O processamento dos dados magnéticos e gamaespectrométricos visou, como produto final, a elaboração dos mapas de contorno do campo magnético residual e dos mapas de contorno radiométrico do canal da contagem total.

As etapas do processamento são descritas a seguir e seguem a ordem em que normalmente são realizadas. A figura 2 é o fluxograma geral, no qual são detalhados todos os passos do processamento.

2.1. Pré-processamento dos dados digitais

2.1.1. Reformatação

É o programa que recebe os dados de campo do aerolevante e os dispõe de acordo com o "lay-out" do Sistema de Aerogeofísica da CPRM. Sua saída é constituída de um relatório e uma fita com os dados reformatados, prontos para entrar na fase de crítica.

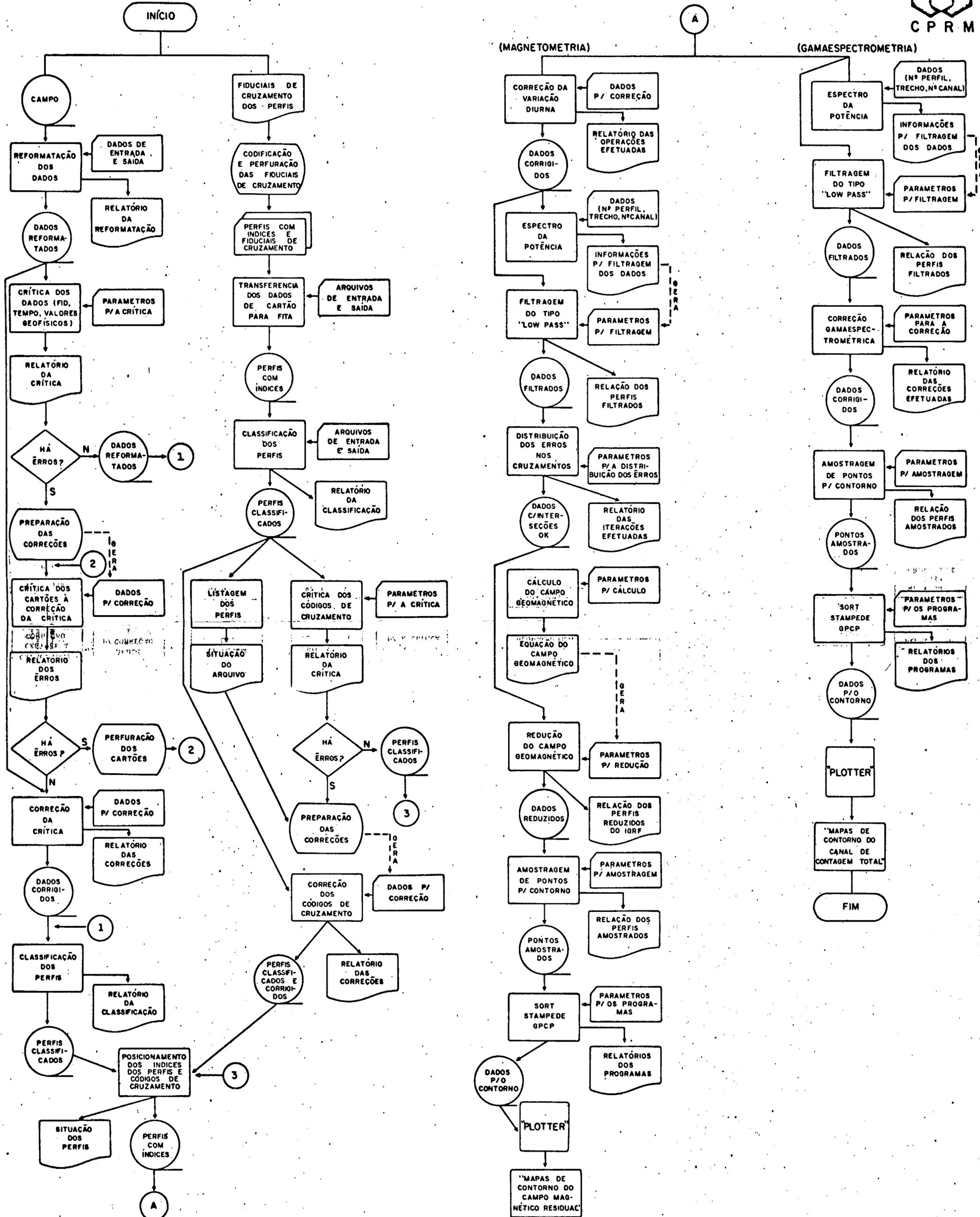
2.1.2. Preparação para o posicionamento dos índices dos perfis e dos códigos de cruzamento

Visa compor o arquivo, introduzindo informações relativas aos pontos de cruzamento, bem como dos índices dos perfis.

Normalmente a executora do aerolevante, ao posicionar as linhas de vôo nos mapas, o faz identificando nos filmes de rastreio, feições constantes nos mapas topográficos, fotomosaicos ou imagens de radar. Esses pontos identificados são correlacionados aos registros (fiduciais).

Uma vez posicionadas as linhas de vôo, procura-se, nos filmes de rastreio, os pontos comuns aos perfis de medida e de controle, chamados pontos de cruzamen

FLUXOGRAMA GERAL DO PROCESSAMENTO DE DADOS AEROGEOFÍSICOS (MAGNETOMETRIA E GAMAESPECTROMETRIA)



to e, a partir destes pontos, obtêm-se os números das fiduciais dos pontos de cruzamento. Quando a identificação não é possível, obtêm-se os números das fiduciais através de interpolações. O código de cruzamento é um número que permite diferenciar as duas modalidades de cruzamentos. Esse código permitirá tratamento diferencial aos dois tipos de cruzamentos, quando os dados forem submetidos ao programa de Distribuição dos Erros.

A empresa que efetua o levantamento, fornece, então, uma listagem contendo os dados de todos os cruzamentos, ou seja: número do perfil e número da fiducial da linha de medida, número do perfil e número da fiducial da linha de controle e o código do cruzamento.

A estes dados adiciona-se o chamado índice do perfil, isto é, a cada perfil de medida atribui-se um número, chamado índice do perfil (o mesmo se faz com os perfis de controle). Tais índices serão utilizados para a formação da matriz das intersecções, uma sub-rotina do programa de Distribuição dos Erros.

Essas informações dos cruzamentos e dos índices são transferidas para fita magnética e, após serem submetidas a conferência, correções e ordenamento, estarão preparadas para o programa Posicionamento dos Índices dos Perfis e Códigos de Cruzamento.

2.2. Processamento dos Dados Digitais

Dá-se em quatro fases, denominadas Crítica dos Dados, Correção dos Dados Criticados, Tratamento dos Dados e Geração dos Mapas de Contorno.

2.2.1. Crítica dos dados

A primeira fase do Processamento critica a fita reformatada, gerando uma listagem que indica os erros dos

parâmetros, fiducial, tempo, altura de vôo e valores geofísicos, quando estes se desviarem de limites especificados no cartão mestre. Os valores geofísicos são criticados se gundo a técnica da segunda diferença e os limites utilizados foram os seguintes:

- a) Magnetometria = 10
- b) Tório = 50
- c) Urânio = 50
- d) Potássio = 100
- e) Contagem total = 250

A constante utilizada para a crítica de tempo e fiducial foi 1, visto que o registro dos dados foi feito a cada segundo e que a cada segundo é gravada uma fiducial.

Os erros de crítica referentes aos valores geofísicos devem ser aceitos com reserva, por serem calculados em função das constantes adotadas. Se os valores indicados como errados forem iguais aos dos registros analógicos, geralmente se consideram esses valores como sendo corretos. Caso seja necessário efetuar correções, as mesmas são transcritas em cartões, que, depois de conferidos, serão os dados para o programa seguinte.

2.2.2. Correção dos dados criticados

A segunda fase do processamento consiste em submeter a fita reformatada ao programa Correção da Crítica cuja saída é uma fita magnética com os dados corrigidos e um relatório das correções efetuadas.

Os dados corrigidos são, em seguida, submetidos ao programa Classificação dos Perfis, que dispõe os perfis em ordem crescente de numeração. A fita de saída deste programa e a fita proveniente da fase 2.1.2. são as entradas

para o programa Posicionamento dos Índices e Códigos e Cruzamento que, a cada perfil, atribui um índice e, nas fi du ciais ou registros correspondentes a cruzamentos de per fis, informa o índice do perfil com o qual este perfil cru za, bem como o código do cruzamento. A fita de saída deste programa contém todas as informações necessárias para se passar ao tratamento dos dados, o qual consiste em diver sos programas que visam à correção geofísica dos dados.

2.2.3. Tratamento dos dados

A terceira fase desta etapa é dividida em duas par tes: tratamento dos dados magnéticos e tratamento dos da dos radiométricos.

2.2.3.1. Dados magnéticos

2.2.3.1.1. Correção da variação diurna

Como o próprio nome indica, es te programa corrige os dados de campo da influência da variação magnética diurna, a partir dos registros da estação-base. Nes tes registros são anotados o valor e a ho ra em que ocorre inflexão na curva, no in ter val o de tempo de voo.

Estas informações são transcri-
tas em cartões perfurados que, junto com a
fita magnética oriunda da fase anterior
(2.2.2.) constituem a entrada do programa.

A saída é uma fita magnética com
os dados magnéticos corrigidos da variação
diurna e o relatório das operações efetua-
das.

2.2.3.1.2. Filtragem

Ao se processar os dados é ne

cessário distinguir entre sinal e ruído, isto é, separar as informações de interesse de quaisquer outras que se lhe sobreponham. Na magnetometria, o ruído é devido, principalmente ao próprio equipamento geofísico e a descargas elétricas na atmosfera. É caracterizado por altas frequências e baixas amplitudes.

A filtragem é uma técnica usada para atenuar ou eliminar o ruído.

Espectro de potência

O programa submete 200 valores de um perfil à análise de Fourier, determinando quais as frequências e suas correspondentes amplitudes presentes naquele trecho. São computados 100 harmônicos e analisadas 100 frequências, desde 0 até 0,5 Hz, espaçadas de 0,005 Hz.

A saída deste programa é um gráfico, em que são plotados os números harmônicos versus a soma dos quadrados dos coeficientes da série de Fourier representativa da função ou, em outras palavras, frequência versus a soma dos quadrados das amplitudes. Analisando o gráfico, determinam-se as frequências a serem eliminadas através de filtro passa-baixo.

A escolha dos 200 registros é feita utilizando-se os registros analógicos, nos quais seleciona-se o trecho em zona de intensidade magnética baixa e homogênea e onde o ruído esteja bem representado.

O nº do perfil, nº do canal e as fiduciais inicial e final do trecho são informadas ao programa que, utilizando como entrada a fita com os dados corrigidos da variação magnética diurna, gera uma listagem com o gráfico do espectro de potência.

Filtragem passa-baixo

Para se determinar a frequência de corte do filtro passa-baixo (f_c) deve-se levar em consideração as dimensões da malha a ser usada no contorno dos dados, que também atuará como um filtro passa-baixo. Sendo a malha quadrada com 1 km de lado (vide 2.2.4.3.) ter-se-á uma amostra por km. Por outro lado, para se reconstruir uma função a partir de amostras equi-espaçadas são necessárias duas ou mais amostras/ciclo da maior frequência presente (teorema de amostragem). Em outras palavras, o menor comprimento de onda que pode ser reconstituído é igual ao dobro do espaçamen-to entre as amostras. Assim, na malha de 1000 m de lado só estarão presentes anomalias com comprimento de onda igual ou maior que 2000 m.

A partir da fórmula $f = v/\lambda$, em que v é a velocidade de amostragem (60m/s) e λ é o menor comprimento de onda a restituir (2000 m), calculamos a frequência de corte correspondente à malha:

$$f_c = \frac{60}{2000} = 0,03 \text{ Hz}$$

Isto significa que anomalias com frequências maiores que 0,03 Hz serão suprimidas pela malha. Este valor auxilia a escolher, no espectro de potência, a frequência de corte, nos casos em que, nas proximidades dessa frequência houver dúvidas sobre onde termina o sinal e onde começa o ruído. Em tais casos, escolher-se-á uma frequência sempre maior que 0,03 Hz.

Analisando o espectro de potência deste projeto, concluiu-se que $f_c = 0,11 \text{ Hz}$. O número (N) de coeficientes do filtro passa-baixo a ser também informado ao programa de filtragem, foi calculado pela fórmula:

$$(f_h - f_l) > \frac{1}{T_a \cdot N}$$

$$N > \frac{1}{(f_h - f_l) T_a}$$

em que: f_l = menor frequência, nula

f_h = maior frequência = 0,11Hz

T_a = período da amostragem = 1s

Pelos cálculos, $N = 9$. Experimentalmente, chegou-se à conclusão de que com 13 coeficientes se obtinha melhor resultado.

Este programa teve como entrada a fita com os dados corrigidos da variação diurna (2.2.3.1.1.). A saída foi uma fita

com os dados filtrados e um relatório con-
tendo a relação dos perfis submetidos à
filtragem e os valores dos 13 coeficientes
do filtro, que foram: 0,22000; 0,20290;
0,15634; 0,09298; 0,02929; - 0,01967;
-0,04479; -0,04511; -0,02724; - 0,00222;
0,01871; 0,02803; 0,02400.

2.2.3.1.3. Distribuição dos erros nos cru- zamentos .

Com o auxílio dos índices dos
perfis, o programa dispõe os dados magné-
ticos em uma matriz, a fim de calcular as
diferenças de valores nos cruzamentos das
linhas de medida com as de controle. Essa
diferença é chamada erro de cruzamento. Me-
tade do erro é atribuída ao perfil de medi-
da e metade ao de controle.

Estes erros são devidos, princí-
palmente, ao posicionamento dos cruzamen-
tos, em geral, calculados por interpolações
a partir das fiduciais (sem considerar os
valores magnéticos envolvidos). Outra cau-
sa de erros é a imprecisão com que os pon-
tos são identificados nos filmes de ras-
treio. (Em locais de forte gradiente magné-
tico o erro de uma unidade no número da fi-
ducial pode ocasionar diferença maior que
100 nanoTesla). Uma terceira causa de erro
nos cruzamentos pode ser atribuída à dife-
rença de altitude entre as linhas de medi-
da e as de controle.



Através de valores obtidos no a juste de retas pelo método dos mínimos quadrados e ponderando o tipo de cruzamento (calculado, menor precisão, menor peso e identificado, maior precisão, maior peso) e o gradiente magnético na vizinhança do cruzamento (gradiente forte, menor peso), esses erros são diminuídos. Normalmente são realizadas entre 10 e 15 iterações do processo para se obter o melhor resultado. Melhor resultado é aquele em que a grande maioria dos erros fica concentrada em torno do valor zero e alguns poucos acima de + 12 nanoTesla.

A partir das correções calculadas para os pontos de cruzamento, o programa faz então a distribuição dos erros para os demais pontos de cada perfil. A fita de saída está, assim, com os dados magnéticos corrigidos dos erros de cruzamento.

O relatório de saída do programa lista, entre outras coisas, a matriz das intersecções, os erros de cada cruzamento antes da primeira e após a última iteração e, para cada iteração, a quantidade de cruzamentos versus valor do erro, desde o valor zero até maiores que + 12 nanoTesla.

2.2.3.1.4. Redução do Campo Geomagnético

Cálculo do campo geomagnético

O campo geomagnético é definido por uma superfície do 2º grau, da forma

$Ax^2 + By^2 + Cxy + Dx + Ey + F$. Este programa calcula os coeficientes da equação, a partir das coordenadas dos vértices e dos centros da área do projeto, do ano em que foi executado o aerolevanteamento e da altitude média de vôo. Esta última é a soma da altitude média da área com a altura média do aerolevanteamento.

Assim sendo, informou-se ao programa: para o centro da área as coordenadas $12^{\circ}30'$ de latitude sul, $61^{\circ}45'$ de longitude oeste, ano do aerolevanteamento 1979,7 e altitude média de 300 m. Para maior precisão nos cálculos, forneceu-se ao programa, além das coordenadas dos vértices da área, as coordenadas de $30'$ em $30'$, correspondendo a uma folha padrão na escala 1:100.000. Face a necessidade de fazer constar na legenda dos mapas os valores de inclinação e declinação magnéticas no centro de cada folha, forneceu-se também as coordenadas do centro de cada folha.

A saída do programa constou de um relatório com os valores para os coeficientes:

$$\begin{array}{ll} A = + 0,820 \times 10^{-9} & B = + 0,175 \times 10^{-9} \\ C = - 0,796 \times 10^{-10} & D = + 0,24403 \times 10^{-2} \\ E = - 0,7806 \times 10^{-3} & F = + 25.667,1 \end{array}$$

e também de uma listagem em que, a cada ponto fornecido correspondia o valor do campo total, das componentes horizontal e verti-

cal, da declinação e inclinação magnéticas da variação anual da declinação e da inclinação.

Os valores dos coeficientes foram utilizados no programa Redução do Campo Geomagnético.

Redução do Campo Geomagnético (IGRF)

Este programa efetua a redução do campo geomagnético dos valores medidos.

De acordo com as coordenadas de cada registro, o programa subtrai o valor do campo geomagnético obtendo-se, assim, valores residuais ou anomalias. Para tal, informa-se ao programa os coeficientes da equação do campo calculadas pelo programa anterior, bem como as coordenadas do ponto central da área.

A entrada é a fita contendo os dados corrigidos dos erros nos cruzamentos e a saída é a fita contendo os valores magnéticos residuais. Um relatório da operação lista os números dos perfis que foram submetidos à redução.

2.2.3.2. Dados Gamaespectrométricos

2.2.3.2.1. Filtragem

As considerações gerais sobre o item, tecidas no capítulo referente à magnetometria, valem também para a gamaespectrometria.

A principal fonte de ruído na

gamaespectrometria é a flutuação estatística dos dados registrados durante o sensoramento. Outra fonte de ruído é a imperfeição das correções, aplicadas aos dados no processamento digital, que simplificam demasiadamente as complexas interações das partículas radioativas no solo, na atmosfera e nos detetores, assim como as variações mineralógicas que ocorrem num mesmo tipo litológico.

Espectro de Potência

O processo de obtenção do gráfico do espectro de potência dos dados magnéticos é repetido para os dados gamaespectrométricos, ressaltando porém, tratar-se agora dos canais de tório, urânio, potássio contagem total e altura. É necessário também escolher-se um trecho de relevo suave, evitando que as diferenças bruscas de altura acarretem alterações nos valores gamaespectrométricos que poderiam se confundir com ruído.

Normalmente a frequência de corte estabelecida para filtrar os dados do canal de contagem total é usada para filtrar os demais canais.

A análise dos gráficos do espectro de potência permitiu determinar a frequência de corte do filtro em 0,11 ciclos/unidade de amostragem e em 13 os coeficien

tes do filtro, iguais, portanto, aos parâmetros utilizados na filtragem dos dados magnéticos.

Filtragem passa-baixo

Determinados a frequência de corte e o número de coeficientes do filtro, procede-se à filtragem dos dados gamaespectrométricos. A entrada do programa é a fita magnética proveniente de 2.2.2. (correção dos dados criticados). A saída é uma fita magnética com os dados gamaespectrométricos filtrados e um relatório contendo a relação dos perfis filtrados.

2.2.3.2.2. Correções Gamaespectrométricas

Este programa submete os dados radiométricos filtrados às seguintes correções:

Redução do ruído de fundo atmosférico (background atmosférico)

Correção do espalhamento compton nos cristais.

Correção altimétrica.

Redução do ruído de fundo atmosférico.

O ruído de fundo atmosférico é devido à radiação cósmica e a da estrutura e equipamentos da aeronave.

Os valores do ruído são registrados em fita magnética antes e depois de cada jornada, a 750 m de altura; tais regis

tros são denominados perfis teste. Um programa auxiliar lê os valores do ruído de fundo, calcula e lista a média aritmética, os valores máximos e mínimos e o desvio padrão de cada canal.

O valor do ruído de fundo usado na redução dos dados é a média aritmética dos valores de ruído de fundo dos testes anterior e posterior a cada jornada.

Os valores médios do ruído de fundo dos canais são informados no cartão-mestre de entrada do programa Correção Gammaespectrométrico para a Redução do Background.

Correção do espalhamento Compton nos cristais.

A correção do espalhamento Compton nos cristais é indispensável, devido a maior energia emitida pelo Tório 208 (Tório), cuja radiação "espalhada" irá aumentar o nível da radiação medida nos canais de Urânio e Potássio, de menores energia, enquanto que a radiação proveniente do Bismuto 214 (Urânio) "espalhada" irá aumentar o nível da radiação medida do canal do Potássio.

Em consequência, é necessário corrigir os valores registrados digitalmente nos canais de Urânio e Potássio. Os respectivos registros analógicos já são corrigidos do referido efeito Compton.

Esta correção na fita magnética

é efetuada mediante a determinação e redução das parcelas responsáveis pelo aumento do nível da radiação dos canais de Urânio e Potássio a partir dos valores reduzidos do "ruído de fundo" atmosférico (correção anterior) da seguinte forma:

$$D (U)_{\text{Corr.}} = D (U) - \alpha \cdot D(\text{Th})$$

$$D (K)_{\text{Corr.}} = D (K) - \beta \cdot D(\text{Th}) - \gamma \cdot D(U)_{\text{Corr.}}$$

onde α é o coeficiente de correção do Urânio em relação ao Tório; β é o de correção do Potássio em relação ao Tório e o γ de correção do Potássio em relação ao Urânio (já corrigidos do efeito Compton).

Resumindo:

$D (U)_{\text{Corr.}}$ = Valor corrigido do efeito Compton (Urânio)

$D (K)_{\text{Corr.}}$ = Valor corrigido do efeito Compton (Urânio)

$D (U)$ = Valor corrigido do ruído de fundo atmosférico (U)

$D (K)$ = Valor corrigido do ruído de fundo atmosférico (Potássio)

$D (\text{Th})$ = Valor corrigido do ruído de fundo atmosférico (Tório)

Os coeficientes de correção do espalhamento Compton (α , β e γ) nos cristais dependem da largura da janela empregada e do tamanho, número e espaçamento dos cristais. Os fabricantes de equipamentos fornecem gráficos, como o da Fig. 3, que permitem determinar α , β e γ em função

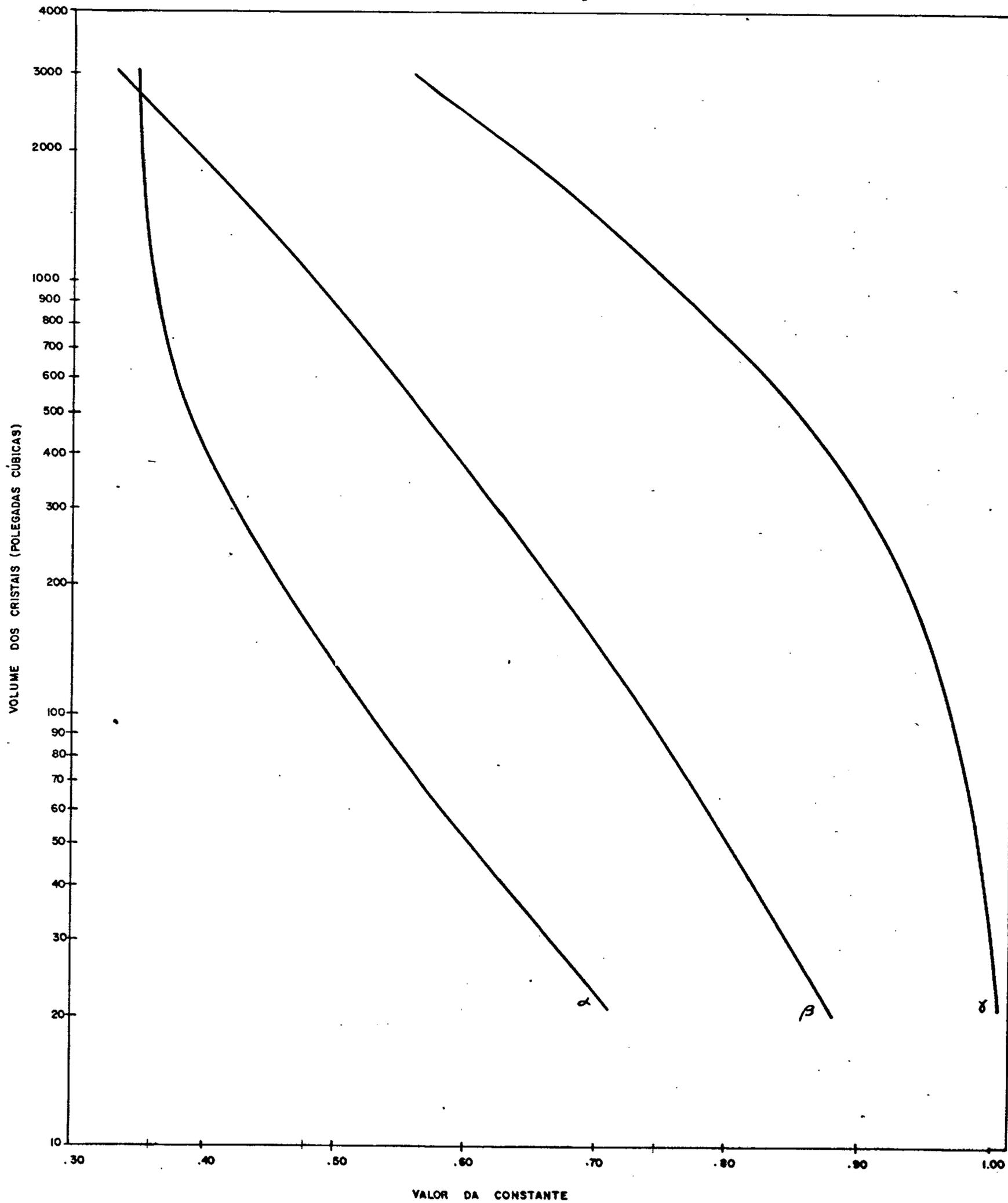


Gráfico para determinação das constantes utilizadas na correção do espalhamento Compton nos cristais (Fonte: Preliminary Technical Memo - GEOMETRICS)

do volume dos cristais. Como neste projeto o volume dos cristais é 1017,87 polegadas cúbicas, os valores determinados dos coeficientes de correção são:

$$\alpha = 0,360$$

$$\beta = 0,483$$

$$\gamma = 0,754$$

Correção altimétrica

Os levantamentos aerogeofísicos são planejados para cerca de 150 m de altura sobre o terreno. Acidentes do relevo, todavia, impedem a aeronave de manter-se sempre paralela ao terreno durante todo o levantamento. Por outro lado, a intensidade da radiação gama é atenuada na atmosfera; esta atenuação é uma função não linear da altura. Daí a necessidade de ensaios experimentais para a determinação daquela função, conhecidos como testes de absorção, os quais são realizados sobre anomalia conspícua, se possível, sobre relevo suave. O teste de absorção consiste em sucessivos vôos, a diferentes alturas, no mesmo sentido, objetivando determinar o coeficiente de atenuação atmosférica (μ) para os canais de Th, U, K e Ct. O coeficiente de atenuação total é a soma dos coeficientes devidos a espalhamento Compton, efeito fotoelétrico e formação de pares. Para a aerogama espectrometria só se considera o efeito do

espalhamento, tendo em vista a insignifi-
cância do efeito fotoelétrico e da forma-
ção de pares (CARDOSO, 1976).

Entre 50 e 250 m de altura, a atenuação da intensidade da radiação obedece, aproximadamente, a seguinte fórmula:

(DARNLEY, 1973)

$$N = No. e^{-\mu H} \quad (I)$$

onde:

N = é a radiação medida a altura H.

No. = é a radiação correspondente a altura zero.

μ = coeficiente de atenuação atmosférica do canal.

Extraindo os logaritmos neperianos em (I):

$$\ln (N) = -\mu H + \ln (No) \quad (II)$$

que é a equação de uma reta de coeficiente angular $-\mu$ e termo independente $\ln (No)$.

Para se achar a função matemática mais próxima dos dados medidos, determinam-se os parâmetros e $\ln (No)$ pelo método dos mínimos quadrados:

$$\mu = \frac{\sum H. \sum \ln (N) - n \sum (H. \ln (N))}{n. \sum H^2 - (\sum H)^2}$$

$$\ln (No) = \frac{\sum H^2 \ln (N) - \sum H. \sum (H. \ln (N))}{n. \sum H^2 - (\sum H)^2}$$

onde n é o número de valores medidos.

Os valores de μ obtidos, para a aeronave PT-KNE, foram:

Para o Th : 0,005964 cps/m

Para o U : 0,003886 cps/m

Para o K : 0,002577 cps/m

Para o CT : 0,002878 cps/m

Com os coeficientes de absorção corrigem-se os valores de radiação gama para uma mesma altura (no caso 150 m) através da fórmula:

$$D = D_0 \cdot e^{\mu(H - 150)}$$

onde:

D_0 é o valor do ponto corrigido do espalhamento Compton no cristal.

μ é o coeficiente de atenuação atmosférica para o canal.

D é o valor do canal corrigido da altura.

O programa Correção Gamaespectrométrica tem como saída a fita magnética com os dados gamaespectrométricos corrigidos e o relatório das correções efetuadas.

2.2.4. Geração dos mapas de contorno

2.2.4.1. Amostragem de pontos para contorno

A limitada capacidade (10 000 pontos) do programa STAMPEDE não permite utilizar todos os valores medidos para a confecção da malha. Há, pois, necessidade de diminuir o volume de dados por meio de amostragem. Neste projeto, as linhas de produção e de controle foram amostradas a cada 10 pontos, ou seja, de 600 em 600 m, aproximadamente.

Esta amostragem pode ser feita no programa seguinte (SORT), mas é mais prático fazê-la aqui, para as curvas de contorno apresentarem continuidade na junção das folhas adjacentes. Esta continuidade é obtida estendendo-se os contornos além dos limites da área de cada folha, constituindo uma faixa de superposição de contorno. Nessas faixas, as linhas de contorno de uma folha poderão apresentar um trecho, um ponto, ou mesmo nenhum ponto comum com a outra folha, porquanto dependerá da largura da faixa de recobrimento ou, em outras palavras, do número de pontos existentes. Para que haja pontos ou trechos comuns é indispensável que os pontos amostrados de uma faixa sejam os mesmos da outra, razão pela qual a amostragem é feita de uma única vez.

Destarte, informa-se ao programa o intervalo de amostragem escolhido. A fita de entrada poderá ser a proveniente do item 2.2.3.1.4. (redução do campo geomagnético) ou do item 2.2.3.2.2. (correções gamaespectrométricas), conforme se desejar gerar mapas de contorno magnético ou gamaespectrométrico. A saída será uma fita magnética contendo os pontos amostrados com os respectivos dados (geofísicos, posicionamento, altura, tempo, etc) e uma listagem com os números das fiduciais selecionadas por perfil.

2.2.4.2. SORT

Escolhido o canal a ser contornado, submetem-se os dados ao programa SORT, que tem por finalidade selecionar os pontos do canal desejado, e que tenham suas coordenadas NORTE e ESTE compreendidas nos intervalos fornecidos. Eventualmente a amostra

gem de pontos para contorno é realizada neste programa.

Nesta fase do processamento, os dados dos perfis de controle não são mais considerados.

Em virtude de limitações do programa STAMPEDE, esta área selecionada não deverá possuir mais que 10 000 pontos.

Além da fita magnética de saída, o programa emite um relatório com a listagem dos pontos selecionados e com os valores e coordenadas máximas e mínimas.

2.2.4.3. STAMPEDE

Surface Techniques, Annotation and Mapping Programs for Exploration, Development and Engineering.

Este programa utiliza os pontos selecionados pelo programa SORT e calcula os valores correspondentes aos nós de uma malha regular, cujos lados são dados. Para isto, informa-se ao programa as coordenadas UTM NORTE e ESTE máximas e mínimas (constantes no relatório de saída do programa SORT) bem como as dimensões da malha.

Como regra prática, o lado da malha deve ficar compreendido entre metade e um quarto do espaçamento entre perfis de medida. No presente caso, escolheu-se uma malha quadrada, de lado igual a 1 000 m, que corresponde a metade do espaçamento entre os perfis.

O programa permite, opcionalmente, a suavização do valor correspondente a cada nó da malha, usando os valores dos nós circunvizinhos. Normalmente

te esta suavização é feita utilizando-se 13 nós.

O programa tem como saída a fita magnética com os valores geofísicos (do canal desejado) correspondentes aos nós da malha e um relatório no qual constam as coordenadas UTM que deverão ser especificadas ao programa seguinte (GPCP).

2.2.4.4. GPCP

General Purpose Contouring Program

Basicamente, este programa dispõe as informações advindas do programa anterior numa forma adequada que possa ser usada pelo traçador automático.

A partir das malhas existentes, o G P C P cria submalhas, aumentando, com isso, o número de informações dentro da malha original, possibilitando um traçado de linhas de contorno menos angulosas.

Além das coordenadas fornecidas pelo programa STAMPEDE, e da dimensão da malha, informa-se também uma série de dados, que visam:

- a) intervalo de contorno
- b) espessuras dos traços
- c) posicionamento e dimensão dos valores das curvas
- d) posicionamento do mapa de contorno na rede UTM

O relatório de saída lista o nº de blocos para a confecção dos mapas de contorno.

2.3. Mecanografia

2.3.1. Traçado dos contornos

A fita de saída do GPCP é montada em um traçador au

tomático "CALCOMP", onde são traçados os mapas de contorno dos dados magnéticos ou gamaespectrométricos.

2.3.2 Montagem fotográfica

Consiste em fotografar os conjuntos de originais transparentes, que são constituídos de: uma folha com a rede UTM e a planimetria básica, uma folha contendo as informações gerais de cada mapa (legenda, tipo de mapa, nome do projeto, etc) e, finalmente, a folha contendo os contornos.

As cópias fotográficas, feitas em material indeformável translúcido e fosco (filme "mate") constituem os originais dos mapas de contorno final, dos quais são tiradas cópias heliográficas.

3. COMENTÁRIOS FINAIS

Quando da elaboração dos mapas de contorno preliminares, observou-se, tanto nos mapas gamaespectrométricos como nos magnéticos, alinhamentos paralelos às linhas de vôo, feições características de desnivelamento de perfis. Os perfis causadores dos alinhamentos foram identificados e eliminados na fase imediatamente antes da geração dos mapas de contorno finais.

Desconhecemos as causas dos desnivelamento dos valores gamaespectrométricos. Poder-se-ia aventar a hipótese de erro no posicionamento do perfil, com deslocamento paralelo à linha de vôo, o que deveria causar alinhamentos também nos contornos magnéticos. A eventual ausência de alinhamentos nos correspondentes mapas magnéticos explicar-se-ia em locais de fracos gradientes magnéticos.

Em outro projeto tentou-se minimizar estes efeitos, submetendo os dados ao programa de distribuição dos erros. O resultado foi insatisfatório, provavelmente, devido aos valores nos pontos de cruzamento serem bem diferentes um do outro, em razão da flutuação estatística da radiação gama.

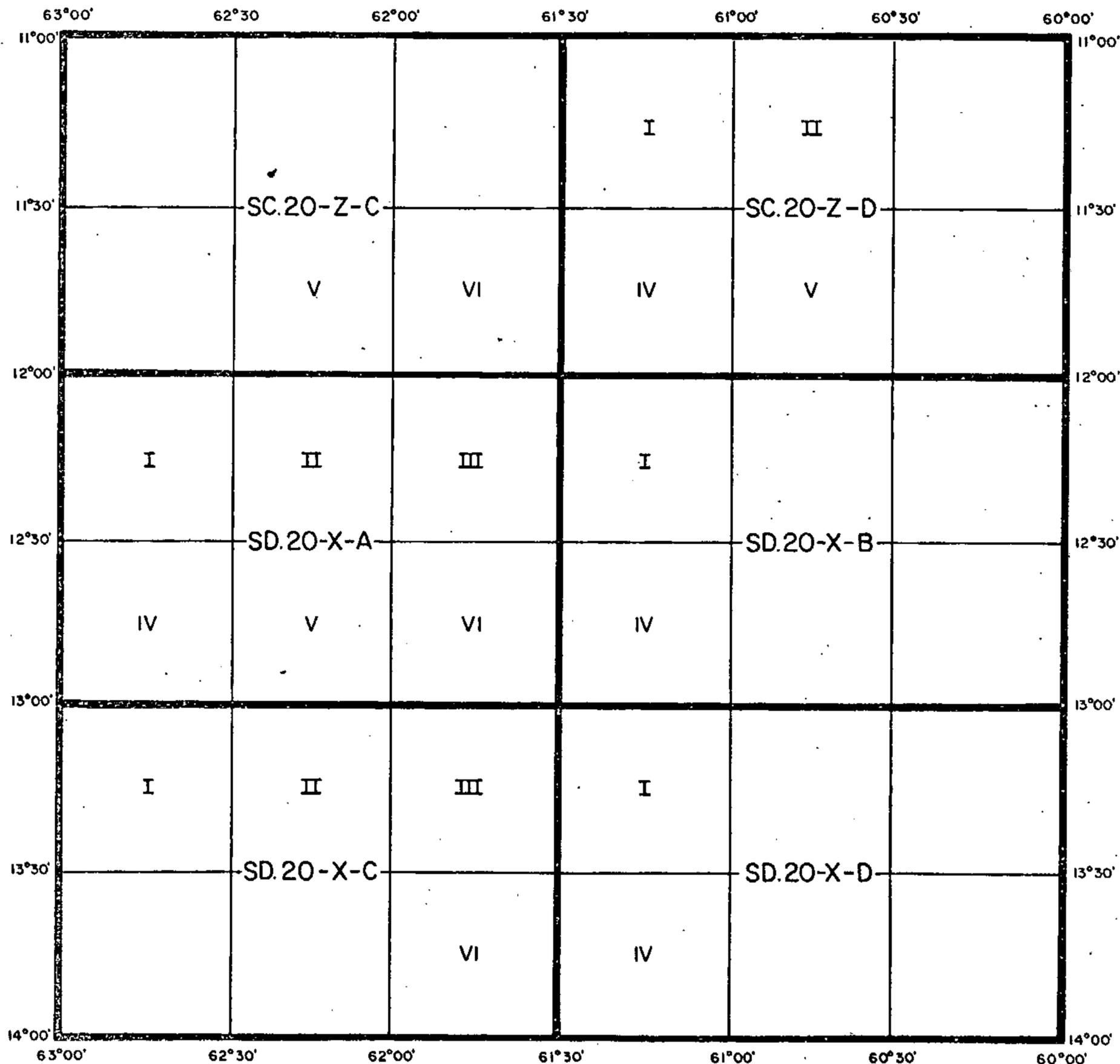
Quanto aos desnivelamentos magnéticos, acreditamos tratar-se, principalmente, de erros de posicionamento e identificação das fiduciais dos pontos de cruzamento. O programa de distribuição dos erros atenua consideravelmente esses erros, mas, quando estes são muito grandes, as respectivas correções, distribuídas num trecho ou em todo o perfil, podem desnivelar aquele trecho ou o perfil em relação aos vizinhos.

Os mapas finais ainda apresentam alguns alinhamentos residuais que, entretanto, não comprometem a precisão dos contornos, que refletem, antes de tudo, causas geológicas.

4. BIBLIOGRAFIA

- ANJOS, I.L.S. dos et alii, 1980 - Projeto Serra de Itiúba, Relatório Final, vol. II, MME, DNPM/CPRM, 19 p. RJ.
- CARDOSO, C.E.T., 1976 - Determinação dos coeficientes de absorção, Rel. Tec. Int. CPRM, 12 p. RJ.
- DARNLEY, A.G., 1973 - Airborne gamma-ray survey techniques -present and future. In International Atomic Energy Agency, ed. Uranium Exploration Methods, Proceeding of Panel. Austria, p. 67-108.
- SHERIFF, R.E., 1973 - Encyclopedic Dictionary of Exploration Geophysics, Society of Exploration Geophysicists, Tulsa.
- VASCONCELLOS, R.M. e AZEVEDO, M.L.V., 1978 - Aplicação de filtragem "LOW-pass" na suavização de dados radiométricos, inédito.

PROJETO SERRA DOS PARECIS
 ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS (ESCALA 1:100.000)



PROJETO SERRA DOS PARECIS
ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS (ESCALA 1:250.000)

