

Prospec S. A.  
Geologia, Prospecções e Aerofotogrametria

1960-5  
Sede:  
Rua das Palmeiras, 52  
Botafogo  
Tel.: (021) 286-6447  
Telex: 212-3734  
Caixa Postal 9059  
End. Telegr. Prospecfoto  
22270 Rio de Janeiro - RJ  
  
Escritório Técnico:  
Rua Paulo Hervo, 1162  
Tel.: (0242) 43-1012  
25600 Petrópolis - RJ

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA  
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL  
CONVENIO DNPM - CPRM

PROJETO CARAJÁS

ÁREA III

RELATÓRIO FINAL

LEVANTAMENTO E PROCESSAMENTO DOS DADOS

FASE 1

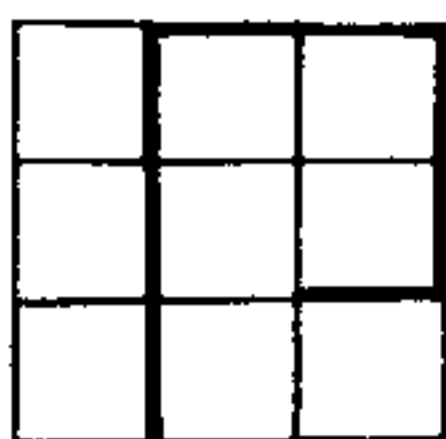
TEXT0

VOLUME I

I96

CPRM - DIOOTE
ARQUIVO TÉCNICO
Relatorio n.º 1960-5
N.º de Volumes: 9 v: 1
PHL - 010426

1 9 8 7



PROJETO CARAJÁS

RELATÓRIO DO LEVANTAMENTO E PROCESSAMENTO DOS DADOS

ÁREA III

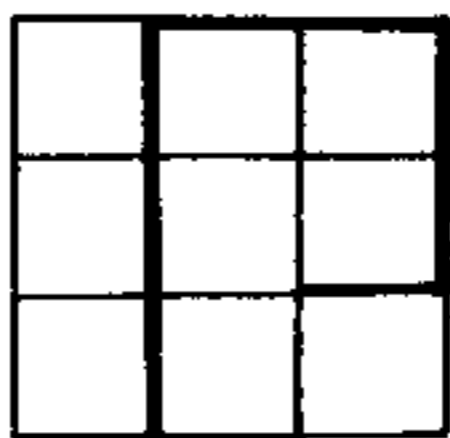
ÍNDICE DOS VOLUMES

VOLUME I - LEVANTAMENTO E PROCESSAMENTO DOS DADOS

VOLUME II - ANEXOS

MAPAS DE CONTORNO DO CAMPO MAGNÉTICO RESIDUAL  
E MAPAS DE CONTORNO DOS VALORES RADIOMÉTRICOS  
DE CONTAGEM TOTAL

ESCALAS 1:100.000 E 1:250.000

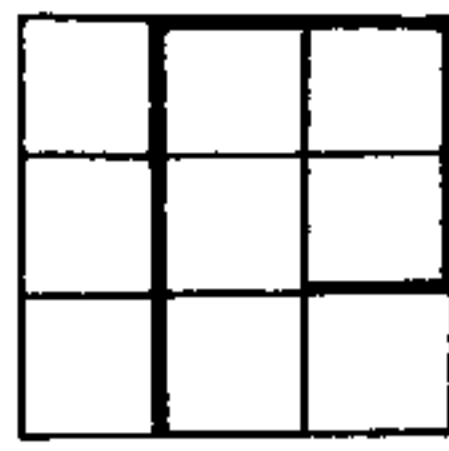


## APRESENTAÇÃO

Em atendimento à Solicitação de Serviço DNPM/DGM/CPRM nº 014/86, de 12.05.86, foi celebrado, em 19.08.86, o Contrato de Serviço nº 058/PR/86 entre a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM e a PROSPEC S.A. - Geologia, Prospecções e Aerofotogrametria com vistas ao levantamento e processamento dos dados aerogeofísicos de magnetometria e gamaespectrometria da área do Projeto Carajás (Área III), à qual situa-se no Estado do Pará e abrange uma superfície de cerca de 27.646 km<sup>2</sup>.

Os produtos finais obtidos são apresentados sob a forma de mapas de contorno do campo magnético residual e de contorno dos valores radiométricos de contagem total, nas escalas 1:100.000 e 1:250.000, bem como um arquivo digital contendo todos os dados geofísicos envolvidos, após as correções efetuadas.

O Volume I descreve as etapas do levantamento e processamento dos dados e o Volume II constitui os anexos dos mencionados mapas de contorno magnético e radiométrico nas escalas 1:100.000 e 1:250.000.



LEVANTAMENTO E PROCESSAMENTO  
AEROGAMAESPECTROMÉTRICO E AEROMAGNETOMÉTRICO

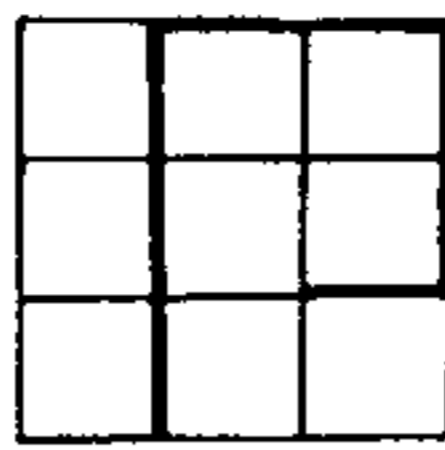
PROJETO CARAJÁS

ÁREA III

RELATÓRIO FINAL

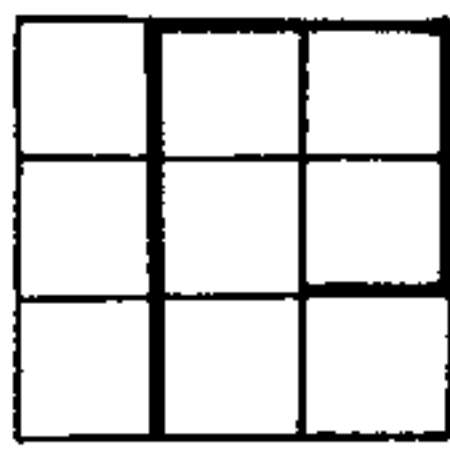
ÍNDICE DO TEXTO

	PÁG.
I. INTRODUÇÃO.....	7
II. LEVANTAMENTO AEROGEOFÍSICO.....	11
1. CARACTERÍSTICAS DO AEROLEVANTAMENTO.....	11
2. EQUIPAMENTOS UTILIZADOS.....	12
2.1 Aeronave.....	12
2.2 Aeromagnetômetro.....	12
2.3 Registrador Analógico de Dados Aeromagnéticos.....	12
2.4 Gamaespectrômetro.....	12
2.5 Registrador Analógico de Dados Gamaespectrométricos.....	13
2.6 Registrador Digital de Dados.....	14
2.7 Câmera Fotográfica.....	15
2.8 Radioaltímetro.....	15
2.9 Sistema de Navegação Doppler.....	16
2.10 Magnetômetro Terrestre.....	16
3. PLANEJAMENTO E MOBILIZAÇÃO.....	17
3.1 Elaboração do Projeto de Voo.....	17
3.2 Preparação dos Mosaicos e Mapas de Voo.....	18
3.3 Testes dos Equipamentos.....	18



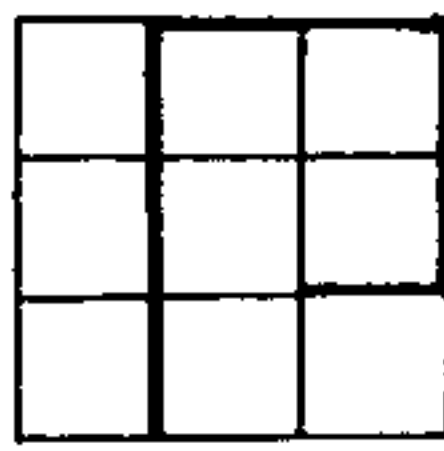
PÁG.

4.	OPERAÇÃO DE VOO.....	20
4.1	Rendimento das Operações de Vôo.....	21
5.	COMPILAÇÃO DE DADOS.....	22
5.1	Preparação das Bases Planimétricas.....	22
5.2	Compilação dos Dados para Processamento.....	23
5.3	Verificação de Críticas das Fitas Magnéticas Originais de Vôo.....	23
5.4	Verificação das Listagens de Valores Espúrios ou Falta de Registros nas Fitas Magnéticas...	23
III.	PROCESSAMENTO DE DADOS.....	24
1.	FLUXO DE PROCESSAMENTO.....	24
2.	MAGNETOMETRIA.....	27
2.1	Nivelamento Magnético.....	27
2.2	Determinação do Campo Magnético Residual .....	28
2.3	Mapeamento Magnético Automático.....	30
3.	GAMASPECTROMETRIA.....	32
3.1	Background.....	32
3.2	Correção de Altura.....	33
3.3	Correção de Espalhamento Compton.....	38
3.4	Linhas não Consideradas no Processamento.....	39
3.5	Cálculo das Razões.....	39
IV.	PRODUTOS FINAIS.....	47
1.	MAPAS NA ESCALA DE 1:100.000.....	47



PÁG.

2.	MAPAS NA ESCALA DE 1:250.000.....	47
3.	DIVERSOS.....	48
V.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49
VI.	ANEXOS.....	50



## 1. INTRODUÇÃO

O presente relatório descreve a execução e os resultados do levantamento aerogeofísico realizado para a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM, na Região de Tucuruí, no Estado do Pará, de acordo com o Contrato nº 058/PR/86 assinado com a Prospec S.A. - Geologia, Prospecções e Aerofotogrametria em 19 de agosto de 1986. Para o levantamento e processamento da Área III a Prospec S.A. sub contratou, após consulta e aprovação da CPRM através da carta nº 179/DICONT/87 de 06 de maio de 1987, a empresa Lasa-Engenharia e Prospecções S. A.

O levantamento aerogeofísico, relativo à Área III, envolveu a realização de um total de 15.604 quilômetros de perfis, correspondendo aproximadamente à cobertura de uma área de 27.646 quilômetros quadrados, no Estado do Pará, definida pelo polígono cujos vértices possuem as seguintes coordenadas geográficas:

VERTICE	LATITUDE S	LONGITUDE W
A	04º 00'	51º 45'
B	03º 00'	51º 45'
C	03º 00'	49º 30'
D	04º 00'	49º 30'

Para uma melhor visualização de posicionamento, apresentaremos a seguir, na Fig. I-1, um croqui de localização da área levantada, e em seguida, um croqui de articulação das folhas na escala de 1:100.000 (Fig. I-2) e outro na escala de 1:250.000 (Fig. I-3).

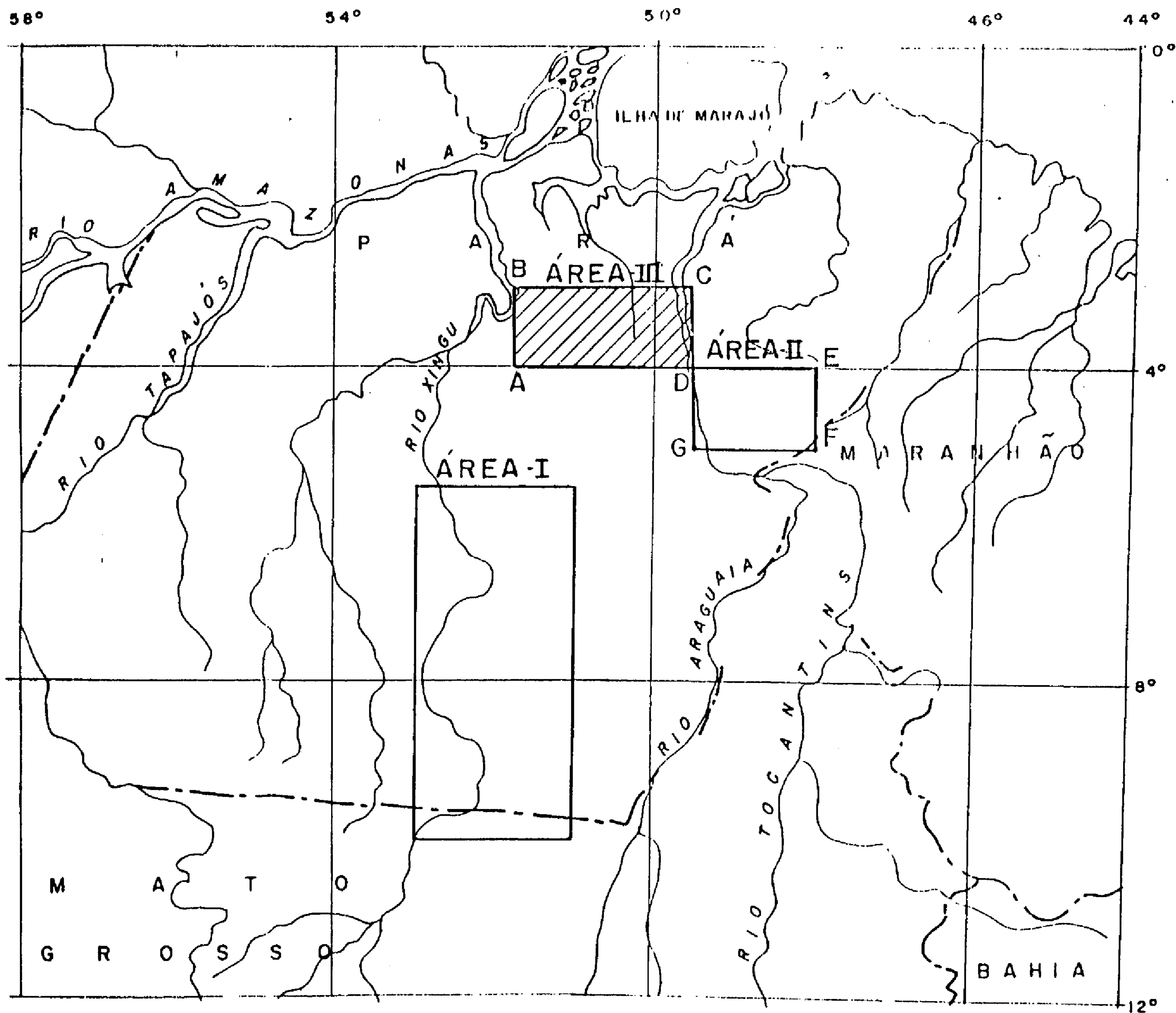


COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM

## PROJETO AEROGEOFÍSICO CARAJÁS

### MAPA DE LOCALIZAÇÃO

#### ÁREA - III



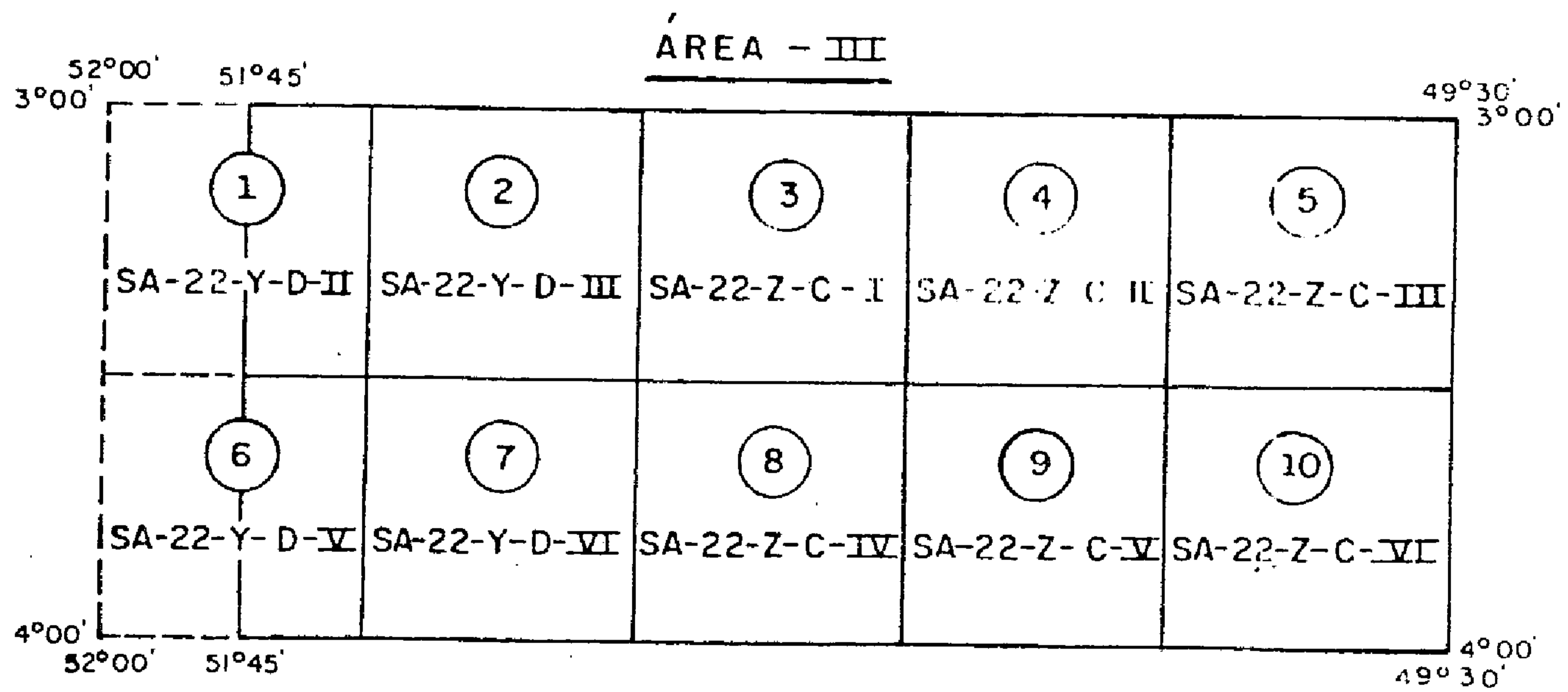
#### COORDENADAS GEOGRÁFICAS

VÉRTICE	LATITUDE S	LONGITUDE W
A	04° 00'	51° 45'
B	03° 00'	51° 45'
C	03° 00'	49° 30'
D	04° 00'	49° 30'



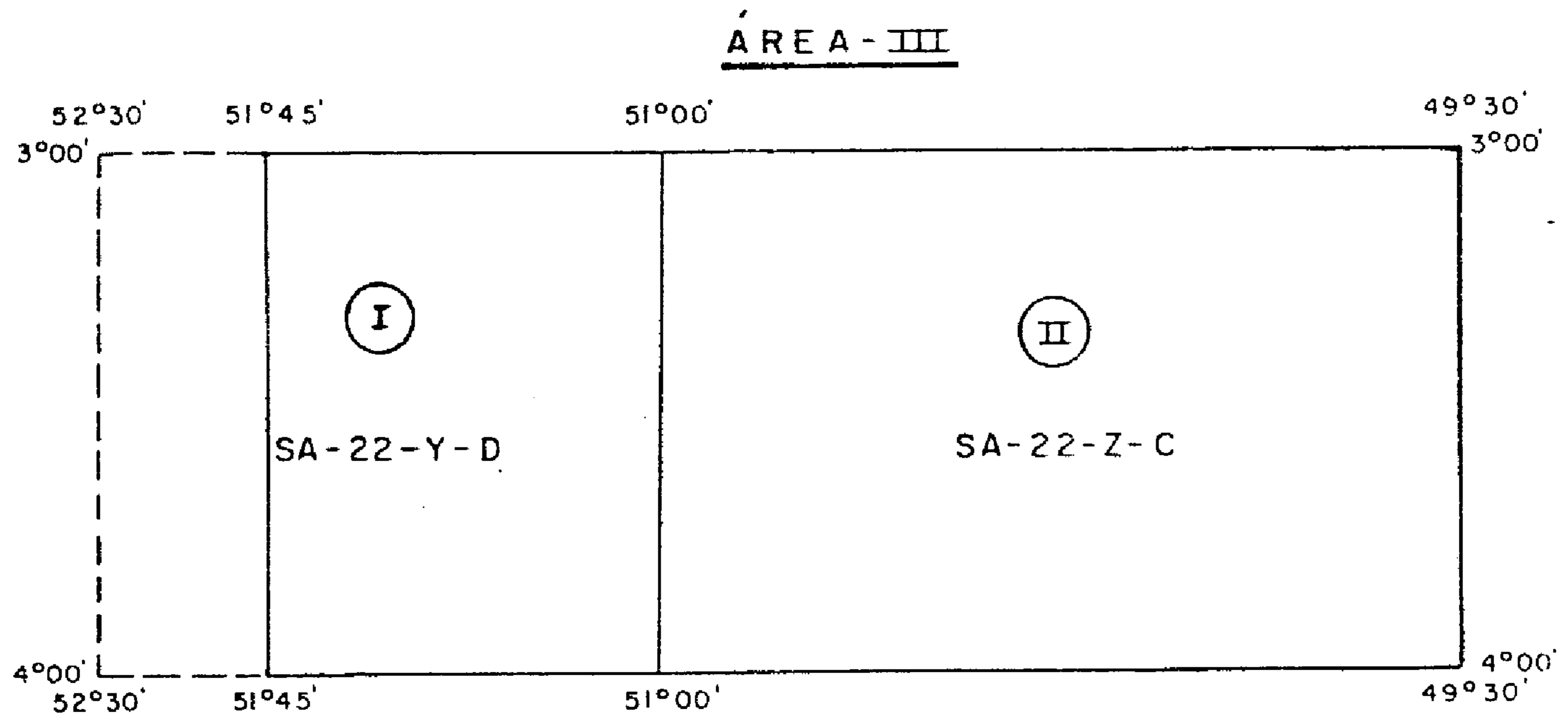
PROJETO  
CARAJÁS

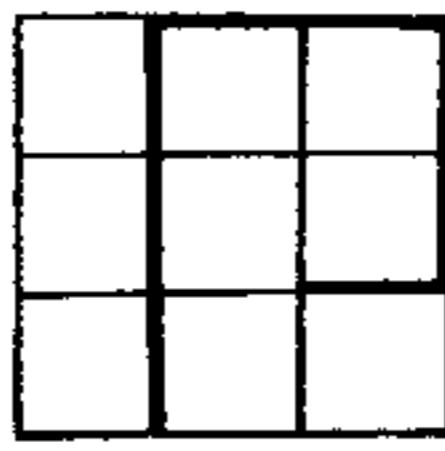
CROQUI DE ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS EM 1:100.000



PROJETO  
CARAJÁS

CROQUI DE ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS EM 1:250.000





## II. LEVANTAMENTO AEROGEOFÍSICO

O levantamento aerogeofísico constou da execução dos serviços de magnetometria e gamaespectrometria em uma área situada na Região de Tucuruí, no Estado do Pará, tendo como base de operações de voo a cidade de Tucuruí e como bases alternativas as cidades de Altamira e Marabá.

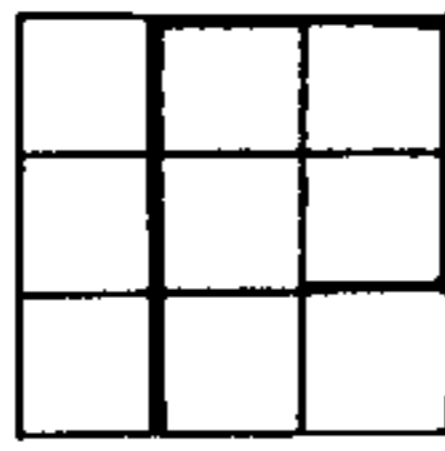
A cobertura aerogeofísica da Área III relativa ao Projeto Carajás foi realizada pela aeronave PT-KCF, pertencente à LASA-Engenharia e Prospecções S.A.

Passaremos a descrever neste capítulo as especificações técnicas determinadas para a execução do Projeto, os equipamentos aerogeofísicos utilizados, os trabalhos desenvolvidos na fase de compilação e as técnicas de processamento dos dados aerogeofísicos.

### 1. CARACTERÍSTICAS DO AEROLEVANTAMENTO

Os parâmetros que nortearam a execução do aerolevanteamento em pauta podem ser descritos resumidamente a seguir:

- Direção das linhas de voo: Norte-Sul
- Espaçamento entre linhas de voo: 2 km
- Direção das linhas de controle: Este - Oeste
- Espaçamento entre as linhas de controle: 20 km (médio)
- Intervalo entre medições geofísicas consecutivas: 60 m
- Altura média de voo: 150 m acompanhando a topografia do terreno
- Velocidade aproximada de voo: 180 km/h.
- Sistema de navegação "doppler" apoiado em navegação visual através de mapas de voo na escala de 1:100.000.
- Controle de navegação feito através da verificação por meio de filme obtido pela câmera de rastreamento.



## 2. EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

### 2.1 Aeronave

O levantamento aerogeofísico da Área III foi realizado pela aeronave Islander, prefixo PT-KCF.

Trata-se de bimotor asa alta, equipado com dois motores Lycoming de 300 Hp cada.

O vôo geofísico foi realizado a uma velocidade média de 180 km/h.

### 2.2 Aeromagnetômetro

O instrumento utilizado no levantamento foi o magnetômetro de processão Protônica Livre "Geometrics" modelo G-803. A sua precisão é de 1 nT para um tempo de amostragem média de 1 segundo, correspondente a 60 m de distância "doppler".

O magnetômetro possui um mostrador para leitura digital direta, saída da gravação digital e para registro analógico.

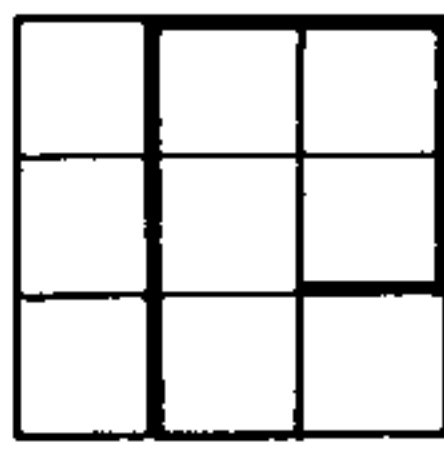
O sensor do aeromagnetômetro foi montado em configuração "Stinger", na cauda da aeronave.

### 2.3 Registrador Analógico de Dados Aeromagnéticos

Esta função é desempenhada por um registrador "Hewlett-Packard", modelo 7130A, de dois canais (um de alta sensibilidade com escala vertical de 10 nT por polegada e outro, adequado para grandes variações dinâmicas, com escala vertical de 100 nT por polegada), utilizando rolo de 10", com sistema de marcação de fiduciais e velocidade longitudinal de 4 polegadas por minuto.

### 2.4 Gamaespectrômetro

No levantamento gamaespectrométrico foi utilizado o equipamen



to Geometrics DIGRS-3001, acoplado a um bloco de sensores formado por uma caixa de cristal de iodeto de sódio ativado a tálio (NaI-Tl), contendo um total de 1.024 polegadas cúbicas, modelo McPHAR Polyxtal.

Interfaceando o bloco de sensores com o DIGRS-3001 encontra-se um somador McPHAR. Este equipamento tem por finalidade equalizar o nível dos sinais enviados pelas válvulas fotomultiplicadoras acopladas aos cristais (4 ao todo), amplificá-los e enviá-los ao DIGRS-3001.

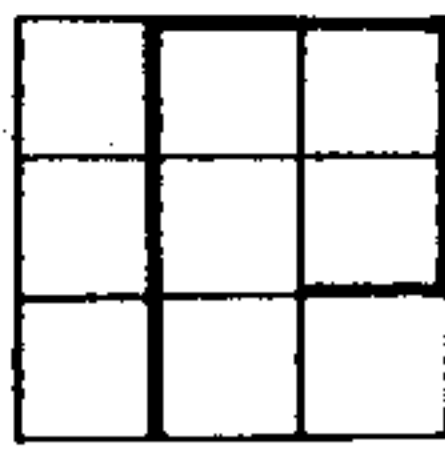
O espectrômetro DIGRS-3001 decompõe o espectro da radiação gama em 4 canais: potássio, urânio, tório e contagem total. O equipamento fornece saídas em display de 3 caracteres BCD para cada grandeza T/C, K, Bi, Tl, com saídas digital e analógica, para registro, com tempo de integração ajustado em 1 segundo.

As faixas de energia do gamaespectrômetro estiveram ajustadas nos seguintes níveis:

Potássio	(K40 )	1,36	à	1,56 MeV
Urânio	(Bi214)	1,66	à	1,86 MeV
Tório	(Tl208)	2,42	à	2,82 MeV
Contagem Total		0,40	à	2,82 MeV

## 2.5 Registrador Analógico de Dados Gamaespectrométricos

O registro analógico dos dados gamaespectrométricos foi efetuado por um registrador "Exploranium", modelo "Mars 6". Trata-se de um aparelho capaz de acomodar 6 canais e 2 eventos, com pontas registradoras térmicas, podendo gravar simultaneamente os dados do altímetro, do magnetômetro e dos 4 canais do gamaespectrômetro. A largura do registro de cada pista é de 50 mm. Possui, além disso, 2 marcadores de fiduciais e velocidades múltiplas de deslocamento do rolo. A velocidade adotada foi de 4 polegadas por minuto.



Foram adotadas as seguintes escalas verticais do registro:

R E G I S T R O S	E S C A L A
Canal de Contagem Total Teste de Solo Teste em Vôo	3.200 CPS/cm 400 CPS/cm
Canal de Urânio, Potássio e Tório Teste de Solo Teste em Vôo	200 CPS/cm 20 CPS/cm
Magnetômetro	200 nT/cm
Radioaltímetro	60 m/cm

A separação média no terreno entre medidas geofísicas consecutivas foi de 60 metros para dados magnéticos e radiométricos, correspondente a intervalos médio de medição de 1 segundo.

#### 2.6 Registrador Digital de Dados

Os dados colhidos são enviados à uma unidade de aquisição Geometrics G-704, e passados à um gravador Cipher de 7 trilhas, 200 BPI.

Este aparelho possui chave e teclado para uso do operador permitindo a introdução de dados fixos: nº de vôo e nº da linha, fiducial inicial e demais procedimentos de operação.

As funções convencionais de conversão análogo-digital, envio de fiduciais para a câmera de rastreamento, varredura dos equipamentos etc, são também executadas pelo G-704.



Os dados foram gravados na seguinte ordem:

	PT-KCF	
Nº de voo e Nº de linha.....	5	caracteres
Relógio.....	6	"
Magnetômetro.....	5	"
Fiducial.....	5	"
Prefixo da aeronave.....	1	"
Contagem Total.....	5	"
Potássio.....	5	"
Urânio.....	5	"
Tório.....	5	"
Cross Track Doppler.....	5	"
Radioaltímetro.....	5	"

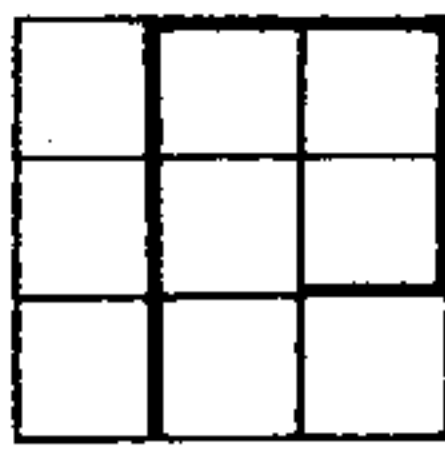
### 2.7 Câmera Fotográfica

O posicionamento das linhas de voo e das fiduciais das medições geofísicas em relação ao terreno foi efetuado por meio de uma câmera de rastreamento Automax Mod. Gs-2RS, dotada de mecanismo de sincronização de fiduciais e utilizando filmes negativos pancromáticos, preto e branco, de 35 mm.

### 2.8 Radioaltímetro

A aeronave foi equipada com radioaltímetro TRT-AHV 8, de modo a assegurar uma altura média sobre o solo de 150 metros o mais constante possível.

A percentagem de erro deste radioaltímetro varia entre uma média de 0,5 pés + 2% e um máximo de 1 pé + 5%. Esta precisão mantém-se para oscilação em torno da linha de voo até  $\pm 50^\circ$  e para oscilação em torno do eixo transversal à linha de voo até  $\pm 35^\circ$ .



## 2.9 Sistema de Navegação "Doppler"

Como elemento auxiliar de navegação foi utilizado o sistema "Doppler" Singer modelo SKK-1000, composto dos módulos: TR/TX, Antena, Computador/Amplificador, Fonte de Alimentação, Controlador do Compasso, Controlador de Navegação, Indicador de "Ground Speed", Indicador de Giro, acoplados ao sistema Compasso Sperry C-12, composto de: Giros cópio, Flux Valve, Amplificador e Compensador.

O disparo do sistema aerogeofísico foi controlado pelo "Doppler", a fim de manter um distanciamento constante de 60 metros entre registros.

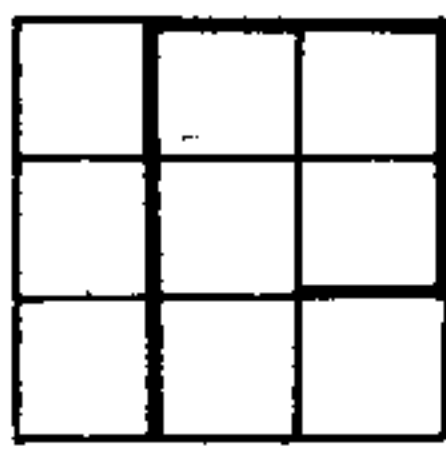
## 2.10 Magnetômetro Terrestre

Para controle diário das variações do campo magnético utilizou-se o magnetômetro "Geometrics modelo G-803", com precisão de 1 nT.

Para o registro das variações magnéticas empregou-se um registrador "Hewlett-Packard", modelo 7130 A, equipado com rolo de 10", com cinco velocidades possíveis de operação.

Durante a execução dos vãos utilizou-se no registro gráfico a velocidade de 1" por minuto.





### 3. PLANEJAMENTO E MOBILIZAÇÃO

Para a execução do presente Projeto foram cumpridas as seguintes etapas de trabalho: Planejamento, Operações de Voo, Compilação de Dados, Processamento de Dados, Preparação e Apresentação dos Produtos Finais, as quais passaremos a descrever em detalhes a seguir.

Na fase de planejamento foram estabelecidas as diretrizes básicas para a execução de todas as etapas de operação tanto de campo como de escritório.

Durante o planejamento foram selecionadas dentre as possíveis bases de operações de campo, as que apresentassem as melhores condições de apoio logístico.

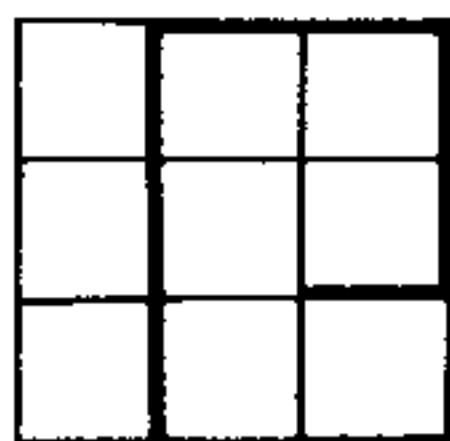
Desta maneira, foi escolhida como base de operações a Cidade de Tucuruí, pois além de possuir pista homologada pelo DAC, era a que ficava situada mais próximo da área levantada, evitando com isso os transtornos que outras bases de operações acarretariam.

Para eventuais pernoites ou condições adversas para pouso em Tucuruí, tínhamos como alternativa as pistas das cidades de Altamira ou Marabá.

A autorização do voo para a aeronave PT-KCF referente à execução do presente Projeto foi concedida pelo EMFA no dia 22.05.87, sob o nº 095/87.

#### 3.1 *Elaboração do Projeto de Voo*

Para uma perfeita cobertura aérea do Projeto Carajás - Área III, foram projetadas 128 linhas de voo com numeração de 1 a 128, crescente de oeste para leste, direção norte-sul e com intervalos regulares de 2 quilômetros. Foram projetadas também 6 linhas de controle com



numeração de 906 a '911 crescente de sul para norte, direção este-oeste, a intervalos regulares de 20 km.

A seguir apresentamos as linhas cobertas pela aeronave PT-KCF.

Linhas de Vôo	1	a	128	-	110 km
Linhas de Controle	906	a	911	-	254 km

A figura II-1 corresponde ao Projeto de Vôo Final.

### 3.2 *Preparação dos Mosaicos e Mapas de Vôo*

Os mapas de vôo foram conseguidos através de ampliações de imagens semi-controladas de radar na escala de 1:250.000 do Projeto RADAM (1971/1972).

Após a ampliação fotográfica dessas imagens de radar, para a escala de 1:100.000, foram preparados os mapas de vôo com as linhas de vôo e de controle, para serem utilizadas na navegação aérea.

### 3.3 *Teste dos Equipamentos*

Durante a fase de Planejamento não foi necessário realizar os testes de calibração dos equipamentos aerogeofísicos pois estes equipamentos já haviam sido testados para a realização do Projeto Tapajós para a CPRM.

Já os testes contratuais foram realizados normalmente nos arredores de Tucuruí.

PR - 397 - CARAJÁS  
PROJETO DAS LINHAS DE VÔO  
1:1.000.000  
ÁREA - III

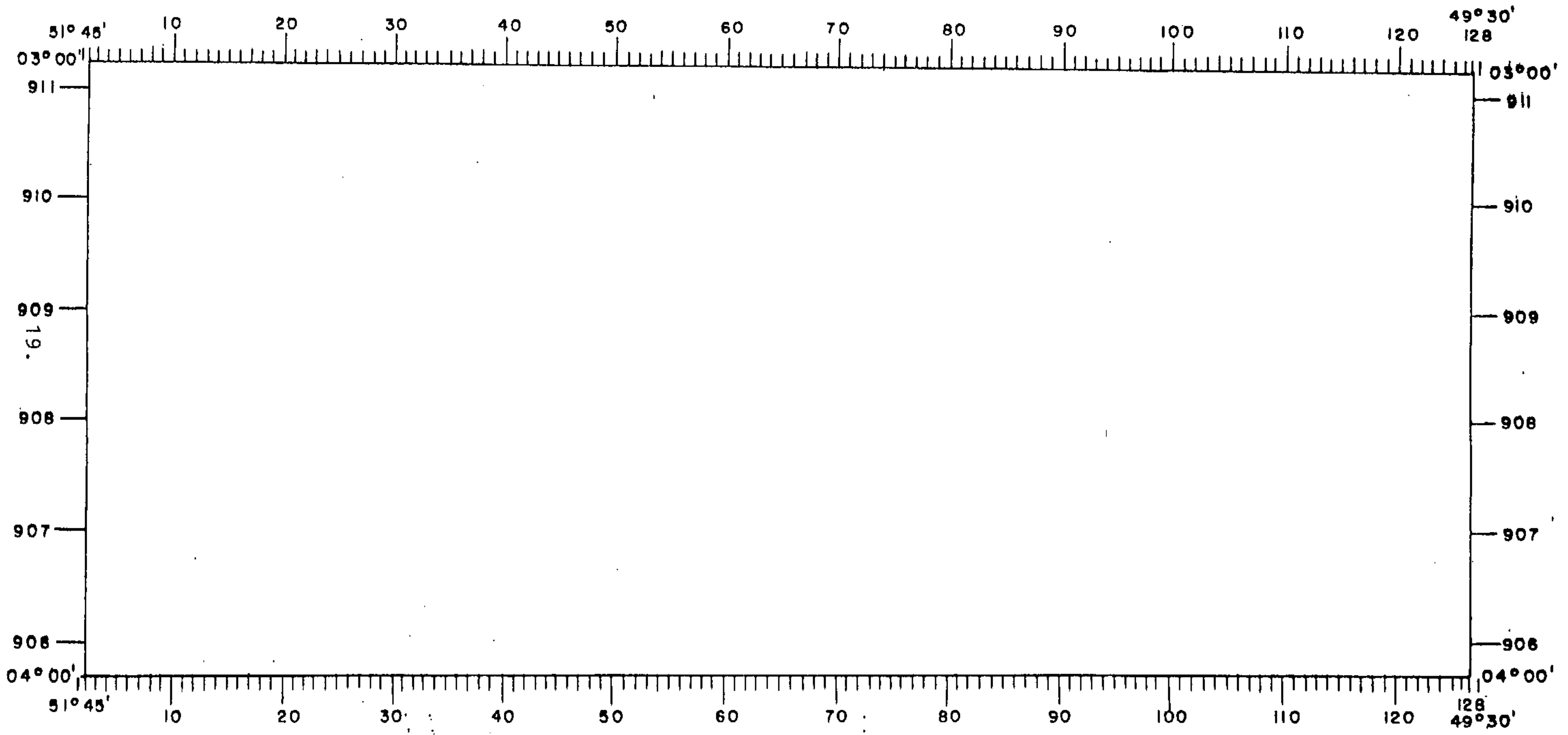
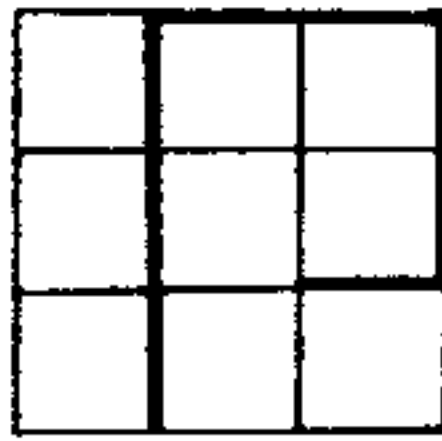


FIG-II.1



#### 4. OPERAÇÕES DE VOO

No dia 12.07.87 foi realizado o traslado da aeronave PT-KCF e de toda equipe, para execução do aerolevanteamento da Área III relativa ao Projeto Carajás, para a base de operações na cidade de Tucuruí - PA.

Participaram do Projeto os seguintes técnicos:

Engº Roberto de Souza Cunha - Coordenador Geral

Francisco Carlos Mateus - Engº Eletrônico

Carlos A. Rodrigues da Silva - Chefe de Escritório-Compilador

Ronaldo Amancio da Silva - Chefe de Escritório - Compilador

José Carlos Cardoso Ramos- Chefe de Escritório - Compilador

Carlos Humberto de Oliveira - Piloto

Wladimir Marinho Miranda - Piloto

Esdras G. Vasconcellos - Navegador

Lair Antonio Karl - Navegador

Antonio Carlos de Abreu - Eletrônico

Francisco C.F. Nascimento - Operador

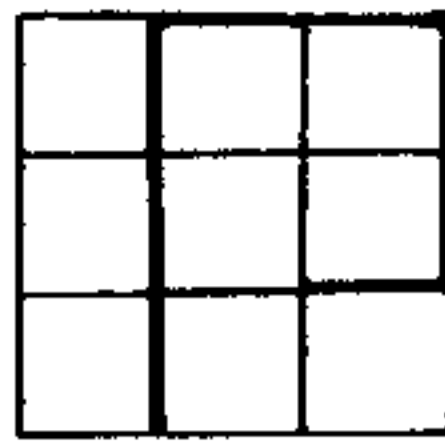
Almir Luiz de Moura - Operador

Mário Marques de Souza - Mecânico

José Flor - Mecânico

Os vôos teste de trevo e de manobras previstos no Contrato foram realizados no dia 16.07, e após análise do supervisor técnico da CPRM os mesmos foram aprovados.

Os vôos de produção foram iniciados no dia 18.07.87 e concluídos no dia 28.08.87. Para a cobertura aerogeofísica da Área III foram voados 15.604 km realizados em 28 vôos produtivos.



Durante o período de operações aéreas do Projeto, a aeronave permaneceu:

23 dias em voo de produção.

02 dias em execução de testes contratuais.

09 dias em traslado.

Os trabalhos da etapa de campo foram fiscalizados pelo geólogo da CPRM Jorge Armando Freitas do Amaral, sediado em Belém-PA, sob a supervisão técnica do Departamento de Prospecção (DEPRO) da CPRM no Escritório - Rio.

#### 4.1 *Rendimento das Operações de Voo*

Os dados estatísticos mais relevantes e os quadros demonstrativos apresentados a seguir, permitem uma visualização do rendimento operacional durante a fase de execução dos voos aerogeofísicos sobre a área do Projeto.

Período de operação: 18.07.87 à 28.08.87

Quilometragem de produção voada: 15.604 quilômetros.

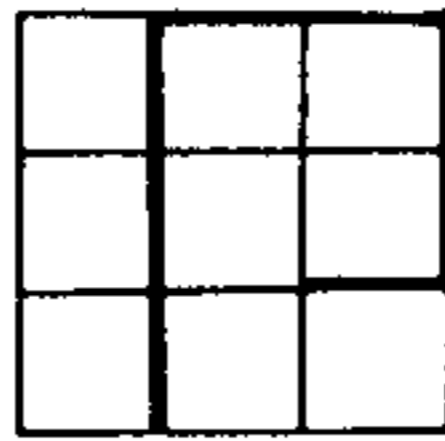
Quilometragem de revões: 640 km

Tempo de operação: 51 dias

Total de dias com produção de voo: 23 dias

Tomando-se apenas os dias produtivos, temos como média de produção diária para a aeronave PT-KCF cerca de 678,4 quilômetros.

As tabelas a seguir demonstram o progresso diário da aeronave nas operações de voo, durante todo o período de produção. (vide VI. Anexos).



## 5. COMPILAÇÃO DE DADOS

A compilação de dados do levantamento começou em paralelo às operações de voo, constando da identificação e plotagem das fiduciais identificadas nos mosaicos com os perfís de voo projetados.

Esta etapa constou também da verificação, controle e preparação dos dados aerogeofísicos para as etapas posteriores do Processamento de Dados e Apresentação dos Produtos Finais.

As principais atividades da etapa de compilação de dados estão resumidas a seguir.

### 5.1 *Preparação das Bases Planimétricas*

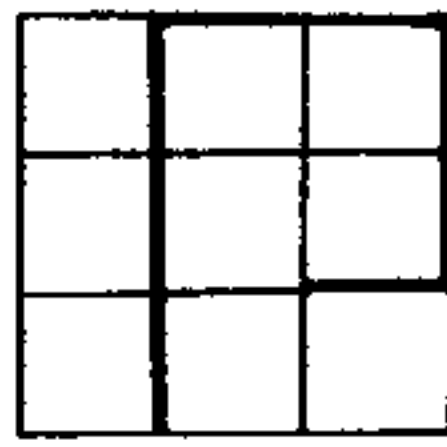
A Área III do Projeto Carajás é coberta por um total de 10 (dez) quadrículas na escala de 1:100.000 e 2 (duas) quadrículas na escala de 1:250.000.

Para se transformar o canto de coordenadas geográficas em coordenadas UTM, dessas quadrículas de 30' x 30', foi realizado o cálculo, em computador utilizando-se o Elipsóide Internacional SAD-69 (South America Datum), para o meridiano central de 51º WGR.

Estes cantos de 30' x 30' foram então plotados em folhas de cronaflex (Papel estável e transparente), com retículos de 8 x 8 cm.

A planimetria básica dos mapas finais a serem apresentados, na escala de 1:100.000, foi obtida através de ampliações, das mesmas imagens radar utilizadas na elaboração dos mapas de voo.

Com estas ampliações foi montado um mosaico de toda a área e após o controle e verificação da escala, a drenagem principal e planimetria foram avivadas e reambuladas.



Após a montagem das folhas de 30' x 30', em cronaflex, o conjunto foi colocado sobre este mosaico e depois dos ajustes os cantos em UTM foram transferidos para este mosaico, e só aí então, as folhas de 1:100.000 marcadas neste mosaico, foram divididas nas dez quadrículas.

## 5.2 *Compilação dos Dados para Processamento*

Após a conclusão da fase anteriormente descrita, as fiduciais identificadas e plotadas nos mapas de vôo foram transferidas, por imagem, para estes mosaicos, correspondentes à quadrícula de 30' x 30' na escala de 1:100.000.

A seguir, cada folha de cronaflex reticulada (transparente), foi superposta sobre cada mosaico correspondente já contendo as fiduciais identificadas posicionadas, sendo então transferidas para esta base que chamamos de manuscrito.

Os manuscritos então foram listados e codificados para na fase de processamento de dados serem digitalizados.

## 5.3 *Verificação das Críticas das Fitas Magnéticas Originais de Vôo.*

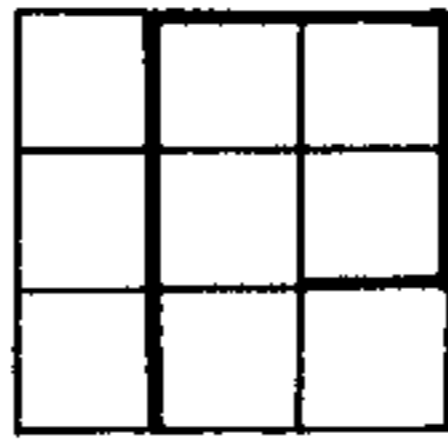
Esta verificação constou do acompanhamento e controle de qualidade dos dados gravados durante a fase de vôo.

## 5.4 *Verificação da Listagem de Valores Espúrios ou Falta de Registros nas Fitas Magnéticas.*

Os dados defeituosos verificados na fase de controle foram posteriormente listados, corrigidos, ou complementados.

Após a correção, foi obtida nova crítica por computador e verificado se as correções haviam sido introduzidas conforme previsto.

As duas últimas fases descritas então diretamente ligadas à fase de processamento e serão descritas mais detalhadamente a seguir.



### III. PROCESSAMENTO DE DADOS

#### 1. FLUXO DE PROCESSAMENTO

No processamento dos dados obtidos no aerolevanteamento utilizou-se o que denominamos Sistema Geofísico, sistema este constituído integralmente por programas desenvolvidos na LASA para aplicação em dados aerogeofísicos.

Na figura III.1 apresentamos o fluxograma de bloco de processamento, onde estão indicadas as diferentes etapas de trabalho, desde a conversão da fita original de vôo até a preparação dos produtos finais.

Para a sistematização das operações efetuadas durante o processamento, podemos considerá-las divididas em seis fases distintas:

##### a) Fase 1 - Formação dos Arquivos de Dados Originais

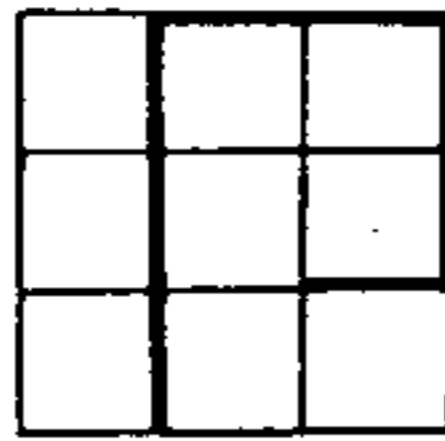
Esta fase é iniciada com a conversão de fita magnética original obtida no vôo, em caracteres, para outra de trabalho, de 9 trilhas e 800 BPI, compactada numericamente no "lay-out" já na fase dois, próprio do Sistema Geofísico.

A partir de críticas e "dumpings" dos blocos de dados defeituosos são detetados a maioria dos eventuais problemas de gravação da fita de vôo, proporcionando os elementos necessários à sua correção ou até, nos piores casos, o revôo das linhas defeituosas.

##### b) Fase 2 - Formação do Arquivo Planimétrico

Paralelamente ao estágio anteriormente descrito, os manuscritos contendo o posicionamento das linhas de vôo e de controle são digitalizados. Esses dados dão entrada no arquivo planimétrico, após o que são determinadas as interseções entre as linhas de vôo e de controle. O arquivo





resultante serve à introdução dos elementos planimétricos no registro aerogeofísico e também, para a plotagem planimétrica, ou seja, plotagem dos mapas de posicionamento das linhas de vôo com as respectivas fiduciais.

c) *Fase 3 - Processamento Magnetométrico*

Este estágio utiliza os dados na forma de saída da fase 1. O processamento é efetuado por ajuste das linhas ao nível geomagnético da estação magnética terrestre.

d) *Fase 4 - Processamento Gamaespectrométrico*

Nesta fase são procedidas as correções das contagens originais de radiação, em 3 etapas:

- Remoção da contribuição de radiação atmosférica ("Background"), através da subtração das medições feitas à maior altura (2.500 pés).

- Correção da atenuação de radiação provocada pelas pequenas variações da altura de vôo.

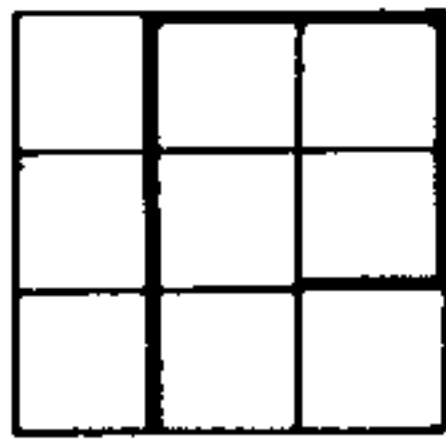
- Correção do efeito Compton nos cristais detetores, nos canais de potássio e urânio.

e) *Fase 5 - Processamento Gráfico*

Nesta fase, após as plotagens preliminares para controle de qualidade do andamento dos trabalhos, são realizadas as plotagens definitivas que originarão os produtos finais a serem entregues tais como:

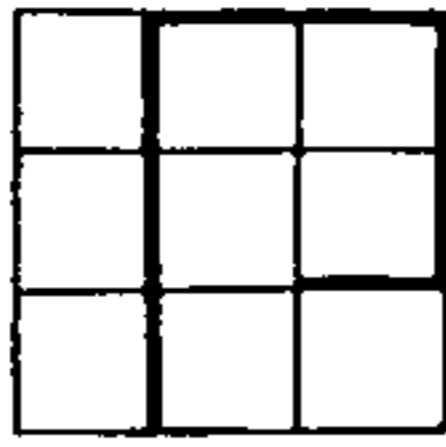
- Mapas de contorno do campo magnético residual.

- Mapas de contorno dos valores radiométricos de contagem total.



6) Fase 6 - Arquivo Final de Processamento

Esta fase, consiste na conversão para caracteres da fita final de processamento, contendo os registros de acordo com o "lay-out" correspondente às figuras III.2.1 e III.2.2.



## 2. MAGNETOMETRIA

### 2.1 Nivelamento Magnético

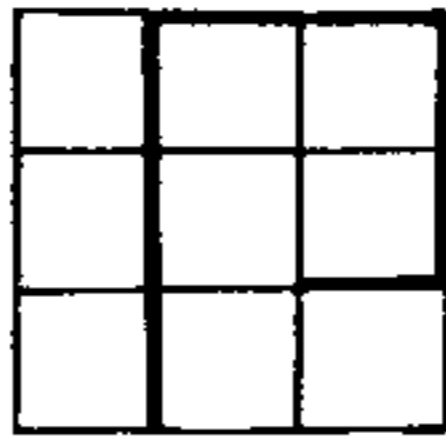
O procedimento de nivelamento magnético que passamos a descrever, segue uma das sistemáticas reconhecidas internacionalmente e que estamos adotando já a alguns anos em diversos projetos realizados.

A intensidade do campo magnético terrestre varia não só durante o dia como de dia para dia. Portanto, ao serem determinadas as interseções das linhas de vôo com as linhas de controle (fase 2 do fluxo de processamento), no ponto de cruzamento observam-se valores magnéticos diferentes na linha de vôo e na linha de controle.

O primeiro passo no nivelamento magnético consiste em corrigir a variação magnética diurna nas linhas de controle, utilizando para esse fim a variação observada entre o valor calculado do IGRF e o registro de magnetômetro terrestre. As linhas de controle passam então a definir uma superfície de referência.

Após esta operação as linhas de vôo de produção ficam a níveis magnéticos diferentes sobre as linhas de controle, nos respectivos cruzamentos. São então calculadas as diferenças de valor magnético, em cada cruzamento, entre as linhas de vôo e as linhas de controle, diferenças essas que designamos por deltas. Além de diferença no cruzamento, que chamamos de delta central, são também calculadas todas as diferenças entre os dois registros imediatamente anteriores e posteriores ao central entre as linhas de vôo e as linhas de controle. Essas diferenças constituem u'a matriz de 5 x 5 cujo elemento central é o delta central. A matriz de cruzamento define a natureza do relevo do campo magnético em redor do cruzamento onde se determinou o delta central.

O procedimento seguinte consiste em calcular a curva que melhor se ajusta aos valores dos deltas obtidos em cada vôo, isto é, en



tre uma decolagem e aterrissagem. A ordenada da curva é o valor em na noteslas dos deltas e a abcissa o tempo em horas. Esta curva é obtida através de uma sucessão de filtragens ponderadas dos deltas de cruzamento, tendo como peso o inverso da diferença máxima entre os 25 valores determinados de cada cruzamento, isto é, quanto mais suave for o campo magnético no ponto, maior será considerado o seu valor delta.

Além disso, a fim de reduzir mais ainda o efeito dos deltas eventualmente anormais, a filtragem é obtida por um processo iterativo, de modo a suavizar a forma de curva de correção. A prática tem demonstrado que os melhores resultados são obtidos com cerca de 10 iterações.

Os valores dos deltas determinados na forma que acabamos de descrever são então utilizados para corrigir os valores magnéticos das linhas de vôo nos cruzamentos. Para verificação dos resultados obtidos, ainda se efetua um cálculo residual das diferenças entre as linhas de vôo, já corrigidas, e linhas de controle, cujo resultado deve ser muito pequeno.

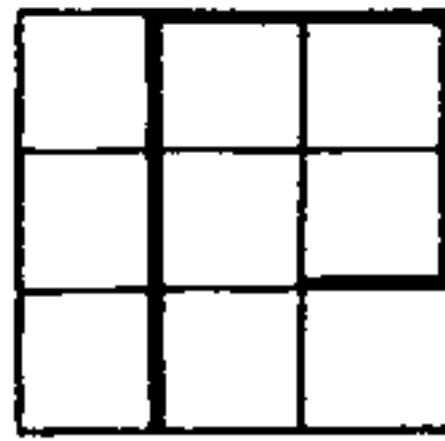
## 2.2 Determinação do Campo Magnético Residual

Para a remoção do campo magnético regional (IGRF) foi utilizada a subrotina FIELDG, publicada em maio de 1968 pelo National Space Science Data Center -- NSSDC 68-11 (NASA), com dados tabelados de 1980, atualizado para a data média do aerolevanteamento (1987,60), na altitude média de vôo (350 m).

Para o cálculo do campo geomagnético de cada ponto medido utilizamos a parábola do segundo grau, do tipo:

$$T \text{ (nT)} = A_{00} + A_{10} \Delta E + A_{01} \times \Delta N + A_{20} \Delta E^2 + A_{02} \times \Delta N^2 + A_{11} \Delta E \times \Delta N$$

tendo como termo geral  $A_{ij}$ .



Os coeficientes ( $A_{ij}$ ) foram obtidos por regressão linear, a partir de pontos calculados pelo IGRF, numa malha de 6 x 6 tendo como extremos as coordenadas 9.700.000 N, 9.520.000 S, 690.000 E, 370.000 W, para o meridiano central de 51º, resultando nos seguintes valores:

$$A_{00} = 27.140,26$$

$$A_{10} = -0,7274512$$

$$A_{01} = 3,009829$$

$$A_{20} = 0,254062 \times 10^{-3}$$

$$A_{02} = 0,585337 \times 10^{-3}$$

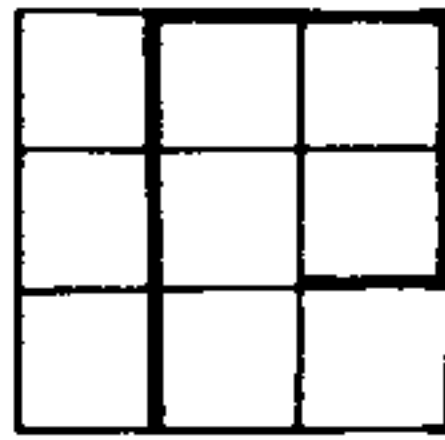
$$A_{11} = -0,603097 \times 10^{-3}$$

$$\Delta E = E - 528$$

$$\Delta N = N - 9.614$$

O campo magnético anômalo foi obtido pela equação  $F_A = F_N - F$  onde  $F_N$  é o campo nivelado e  $F$  o IGRF.

A partir da subrotina FIELDG, também foi calculado o quadro a seguir para o ano de 1987,60 na altitude média de voo 230 m, para o centro de cada folha.

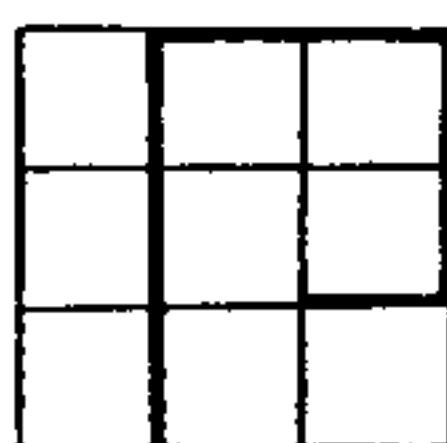


### 2.3 Mapeamento Magnético Automático

A partir dos dados magnéticos residuais, devidamente filtrados e assim espaçados de uma distância média de 1000 m, foi processado o reticulado regular.

No processamento do mapeamento do campo magnético residual, foi utilizado o seguinte critério, por etapas:

- Redução dos dados residuais a 1/16, ao longo das linhas de vôo, através de um filtro de Gauss, resultando num espaçamento de aproximadamente 1000 m, entre os pontos de cada linha.
- Geração de um reticulado regular quadrático com 1000 m por unidade, interpolados através de "Spline" ponderada, sobre os pontos filtrados.
- Geração das curvas de isovalor, através da interpolação, também por "Spline" ponderada, sobre o reticulado regular e plotagem em Plotter de Pena.

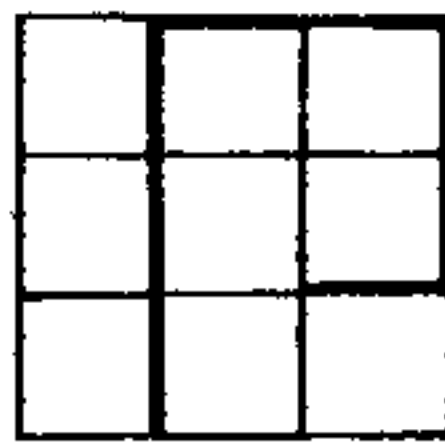


FOLHAS NA ESCALA 1:100.000

FOLHA	LATITUDE (S)	LONGITUDE (W)	DECLINAÇÃO MAGNÉTICA (W)	VAR. ANUAL (+)	INCLINAÇÃO MAGNÉTICA (-)	VAR. ANUAL (+)	CAMPO TOTAL (nT)	VAR. ANUAL (-) (nT)
1	3915' 00"	51945' 00"	17918' 46"	10'50"	8947' 01"	18'10"	27.307,1	57,80
2	3915' 00"	51915' 00"	17934' 36"	10'50"	8917' 31"	18'10"	27.263,6	57,80
3	3915' 00"	50945' 00"	17949' 58"	10'50"	7947' 29"	18'10"	27.221,5	57,80
4	3915' 00"	50915' 00"	18904' 51"	10'50"	7916' 56"	18'10"	27.180,8	57,80
5	3915' 00"	49945' 00"	18919' 16"	10'50"	6945' 55"	18'10"	27.141,6	57,80
6	3945' 00"	51945' 00"	17917' 27"	10'50"	7954' 46"	18'10"	27.137,1	57,80
7	3945' 00"	51915' 00"	17933' 30"	10'50"	7925' 13"	18'10"	27.095,4	57,80
8	3945' 00"	50945' 00"	17949' 05"	10'50"	6955' 07"	18'10"	27.055,1	57,80
9	3945' 00"	50915' 00"	18904' 11"	10'50"	6924' 31"	18'10"	27.016,3	57,80
10	3945' 00"	49945' 00"	18918' 49"	10'50"	5953' 25"	18'10"	26.979,0	57,80

FOLHAS NA ESCALA 1:250.000

FOLHA	LATITUDE (S)	LONGITUDE (W)	DECLINAÇÃO MAGNÉTICA (W)	VAR. ANUAL (+)	INCLINAÇÃO MAGNÉTICA (-)	VAR. ANUAL (+)	CAMPO TOTAL (nT)	VAR. ANUAL (-) (nT)
I	3930'00"	51945'00"	17918'07"	10'50"	8920'55"	18'10"	27.221,7	57,80
II	3930'00"	50915'00"	18904'32"	10'50"	6950'45"	18'10"	27.098,1	57,80



### 3. GAMAESPECTROMETRIA

O levantamento aerogamaespectrométrico tem por objetivo o mapeamento de níveis radiométricos das diferentes unidades geológicas. Para tal torna-se necessário eliminar dos registros as interferências e contribuições de outros fatores que possam introduzir distorções nos resultados. Para os equipamentos utilizados, os efeitos susceptíveis de correção limitam-se à eliminação da radiação atmosférica ( "Background" ), da interferência proveniente do espalhamento Compton nos cristais detetores e das distorções resultantes da variação de altura de vôo. A seguir descrevemos as técnicas utilizadas para correção destes efeitos.

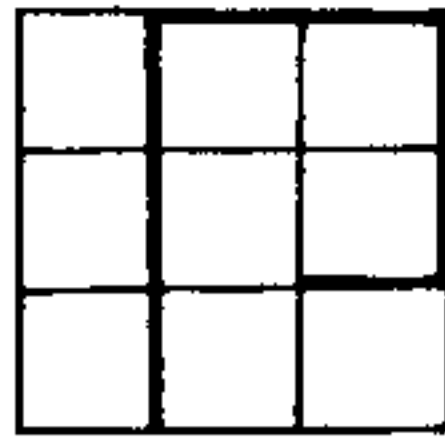
#### 3.1 "Background"

No cálculo do nível de radiação atmosférica foram usados os resultados das médias de medições nos quatro canais obtidos diariamente em vôos-testes à altura de 2.500 pés, realizados no princípio e no fim das operações.

#### MÉDIA DE "BACKGROUND" EM CADA VÔO

VÔO	C.TOTAL	POTÁSSIO	URÂNIO	TÓRIO	VÔO	C.TOTAL	POTÁSSIO	URÂNIO	TÓRIO
102	208	15	9	5	110	213	16	8	6
103	211	15	9	5	111	171	12	7	5
104	195	15	8	5	112	186	14	8	6
105	186	15	8	5	113	206	15	9	6
106	180	14	7	6	114	186	14	8	6
107	190	13	8	5	115	182	13	7	6
108	197	14	9	5	116	186	14	8	6
109	223	16	10	6	117	197	14	9	6
110	179	13	7	6	118	180	13	8	6





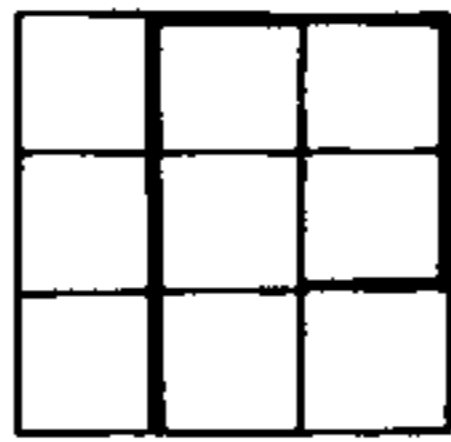
CONTINUAÇÃO

VÔO	C.TOTAL	POTÁSSIO	URÂNIO	TÓRIO	VÔO	C.TOTAL	POTÁSSIO	URÂNIO	TÓRIO
119	176	12	7	6	124	182	13	8	6
120	210	15	9	5	125	202	14	9	6
121	206	15	9	6	127	194	15	8	6
122	194	15	7	5	128	194	15	8	6
123	196	15	9	6	-	-	-	-	-

3.2 Correção de Altura

a) Modelos de Atenuação

Idealmente, o voo gamaespectrométrico deve ser efetuado a altura constante sobre o solo. Evitam-se, desse modo, as oscilações de contagens radiométricas relacionadas com as variações no afastamento das fontes de radiação no terreno. Tais oscilações marcaram as contagens provenientes de maior ou menor concentração de rádio-elemento nas rochas. Como geralmente as condições topográficas não o permitem, torna-se necessário determinar a correção de altura de forma a uniformizar os dados gamaespectrométricos como se fossem todos originados em fontes a distância constante do detetor.



A geometria mais simples para o cálculo de atenuação de raios gama no ar seria o modelo de fonte pontual. Não tem, no entanto, aplicação prática, não só por se afastar demasiadamente das situações geológicas, como também pelos problemas relacionados com a necessidade de se conhecer a posição da concentração pontual.

Um modelo mais concordante com a distribuição geológica de radioelementos seria a superfície circular. Variando o diâmetro desta fonte, pode-se formar uma idéia da atenuação em função da altura, ângulo de resposta de cristais e dimensão da área radiante. No entanto, para evitar cálculos árduos, é preciso, neste caso, supor que durante o tempo de integração, o sensor permanece parado no ápice do centro da fonte circular.

DARNLEY (1970) apresenta uma solução deste problema, considerando que cada elemento da superfície radiante pode ser considerado como uma pequena esfera emitindo com a mesma intensidade em todas as direções. Assim se  $dN$  for a densidade de radiação à distância  $R$  do elemento de superfície  $ds$  com densidade de radiação superficial  $N_0$ , ter-se-ia, admitindo que a eficiência do detetor é de 100%:

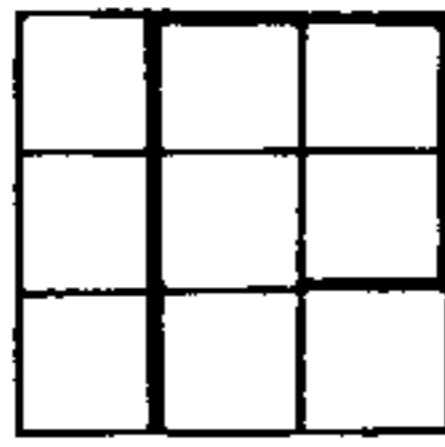
$$dN = N_0 \frac{e^{-\mu R}}{4\pi R^2}$$

onde  $\mu$  é o coeficiente de atenuação.

No caso do sensor parado à altura  $h$  no ápice do centro de uma fonte circular de raio  $r$ , obtém-se:

$$N = \frac{N_0}{2} \int_h^{\sqrt{h^2 + r^2}} \frac{e^{-\mu R}}{R} dR$$

$$N = \frac{N_0}{2} \left[ E_1(\mu h) - E_2(\mu \sqrt{h^2 + r^2}) \right]$$



onde  $E_1$  é a integral exponencial de ordem 1.

Esta expressão apresenta um grave inconveniente, pelo fato de  $N$  ser infinito para  $h$  nulo, quando na realidade devia ser então igual a  $N_0$ . Acredita-se que esta discrepância é relacionada com a hipótese original, considerando o elemento da superfície radiante como sendo uma esfera.

Se for considerado que o elemento da superfície radiante não é uma esfera mas um disco, a densidade de radiação no ponto  $P$ , localizado à distância  $R$  do elemento de superfície  $ds$ , vai ser proporcional ao ângulo sólido  $d\Omega$  sob o qual o elemento de superfície é visto do ponto  $P$ :

$$dN = N_0 \frac{d\Omega}{2\pi} e^{-\mu R}$$

No caso do sensor parado à altura  $h$  no ápice do centro de uma fonte circular de raio  $r$ , obtém-se:

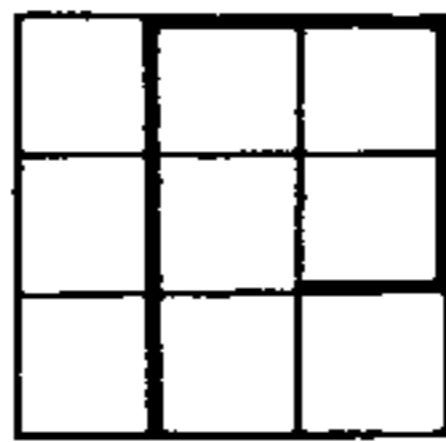
$$N = N_0 h \int_0^{\sqrt{h^2 + r^2}} \frac{e^{-\mu R}}{R^2} dR$$

Praticando uma integração por partes, obtém-se:

$$\frac{N}{N_0} = e^{-\mu h} - \frac{h}{\sqrt{h^2 + r^2}} e^{-\mu \sqrt{h^2 + r^2}} + \mu h \left[ E_1(\mu \sqrt{h^2 + r^2}) - E_1(\mu h) \right]$$

Quando  $h$  tende para 0, o primeiro termo do membro da direita tende para 1, enquanto os outros termos tendem para zero. Deste modo,  $N$  tende para  $N_0$ , conforme era esperado.

No gráfico da figura III-3 foram representadas, sobre papel monologarítmico as curvas de  $N/N_0$  em função de  $h$  variando de 0 a 1.200 pés, para diversos raios da fonte circular, desde 30 pés (fonte praticamente pontual) até 10.000 pés (fonte praticamente infinita).

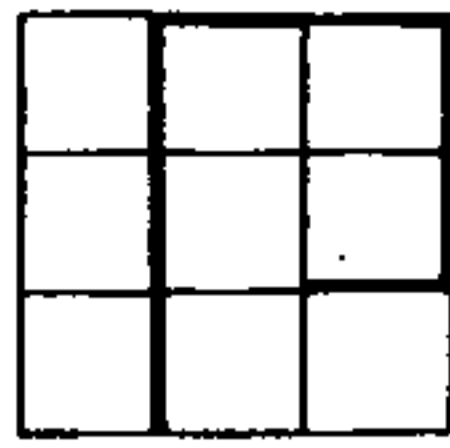


O valor de  $\mu$  utilizado é  $1,5 \times 10^{-3} \text{ ft}^{-1}$ . Foi representada também a curva da função  $N/N_0 = e^{-\mu h}$ , que corresponde à fórmula de correção de altura até agora utilizada, e é na realidade uma reta por causa da escala logarítmica das ordenadas. Por comodidade esta última função será chamada daqui em diante de "exponencial simples".

Constata-se que a curva de  $N/N_0$  para  $r = 10.000$  pés, que corresponde a um fonte planar praticamente infinita, não coincide com a curva da exponencial simples. Tal discrepância poderia levar a pensar que a fórmula usada para calcular as curvas está errada ou então que a exponencial simples não corresponde exatamente ao caso de uma fonte planar infinita. Este problema, no entanto, pode ser resolvido de maneira simples, se for admitido que um cristal não focalizado ou colimado possui um ângulo de  $90^\circ$  a partir do seu centro, sob o qual pode receber qualquer radiação eletromagnética; esse ângulo sólido teria como bissetriz a vertical traçada a partir do plano do detetor. A área total examinada seria portanto um círculo de diâmetro igual a duas vezes a altura de voo (BARRETTO, 1969). No caso de uma fonte planar infinita, a densidade da radiação superficial  $N_0$  dentro do círculo analisado vai ser constante, e a lei da atenuação em função da altura vai obedecer à fórmula:

$$\frac{N}{N_0} = e^{-\mu h} - \frac{e^{-\mu h} \sqrt{2}}{\sqrt{2}} + \mu h \left[ E_1(\mu h \sqrt{2}) - E_1(\mu h) \right]$$

Em papel semi-logarítmico, a curva representativa desta função (curva  $r = h$ ) é aproximadamente uma reta paralela à reta representativa da exponencial simples. Isto significa que a aplicação da fórmula exponencial simples para a correção de altura equivale a supor que dentro da área "vista" pelo sensor, equivalente a um círculo de raio igual à altura de voo, as radiações são distribuídas de maneira homogênea. Não se deve esquecer, todavia, que o  $N_0$  obtido por extrapolação com a fórmula exponencial simples é aproximadamente igual à 30% do  $N_0$  verdadeiro. Isto se constata por



do  $h = 0$  na fórmula acima, o que tem por resultado:

$$\frac{N}{N_0} = 1 - \frac{1}{\sqrt{2}} \approx 0,293$$

b) *Correção de Altura*

Pelas razões que acabamos de enunciar resumidamente, foi utilizada neste Projeto a correção de altura em termos de uma exponencial simples. Como o que se quer determinar não é a radiação que seria registrada no chão ( $N_0$ ) mas aquela que seria registrada na altura de 150 metros ( $N_{150}$ ), a fórmula usada passa a ser a seguinte:

$$N_{150} = N e^{-\mu (h-150)}$$

onde  $N$  é a radiação registrada no gamaespectrômetro na altura  $h$  e  $\mu$  o coeficiente de atenuação para hipótese exponencial simples, expresso em  $m^{-1}$ . Note-se que a contagem  $N$  corresponde à radiação medida menos o "background" e inclui a correção Compton.

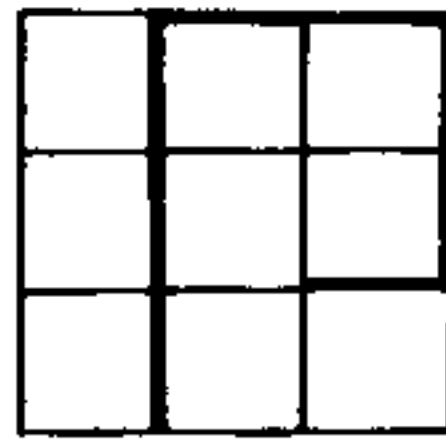
Para determinação dos coeficientes das diversas radiações registradas, é voada uma linha a diversas alturas entre 60 e 240 metros.

As atenuações das médias dos valores dos quatro canais, nas passadas da aeronave a sucessivas alturas, são plotadas em reticulado monologarítmico (Fig. III-4 e III-5) para se obter uma idéia gráfica da posição das retas de atenuação. O cálculo destas retas é realizado pelo método da regressão linear.

Desta maneira, os coeficientes de atenuação obtidos por este método foram:

COEFICIENTES

$$\text{CONTAGEM TOTAL} = 6,00 \times 10^{-3} m^{-1}$$



$$\text{POTÁSSIO} = 4,50 \times 10^{-3} \text{ m}^{-1}$$

$$\text{URÂNIO} = 5,80 \times 10^{-3} \text{ m}^{-1}$$

$$\text{TÓRIO} = 5,80 \times 10^{-3} \text{ m}^{-1}$$

### 3.3 Correção do Espalhamento Compton

A correção Compton destina-se a eliminar do registro radiométrico dos canais do urânio e potássio, a contribuição proveniente da radiação gama originada em colisões de partículas de níveis mais energéticos do que aqueles que se pretendem medir. A correção refere-se, portanto, ao espalhamento havido no cristal do detetor gamaespectrométrico.

Para um sistema de fonte, geometria e volume constante, a correção pode ser expressa pelas seguintes equações:

$$U \text{ corr.} = U - \alpha \cdot Th$$

$$K \text{ corr.} = K - \beta \cdot Th - \gamma \cdot U \text{ corr.}$$

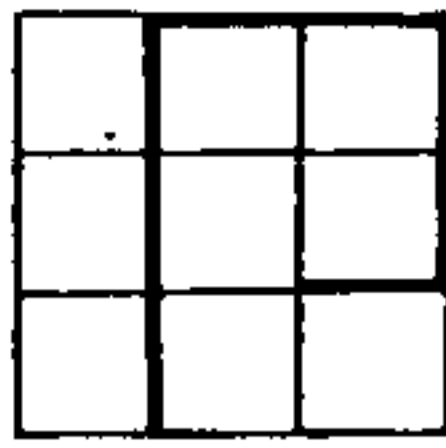
Nestas expressões U, K e Th são os valores observados de radiação gama nesses canais, já subtraídos dos respectivos "background", ou seja,

$$Th = Th \text{ (lido)} - Th \text{ (BG)}$$

$$U = U \text{ (lido)} - U \text{ (BG)}$$

$$K = K \text{ (lido)} - K \text{ (BG)}$$

Os coeficientes de espalhamento Compton obtidos dependem da natureza da fonte de radiação, da geometria do sistema e do volume do cristal. Utilizando fontes que aproximam a radiação uniforme de um plano infinito (que corresponde às condições predominantes no vôo gamaespectrométrico) e mantendo a geometria constante, torna-se possível determinar um conjunto de curvas representando os coeficientes de espalhamento em função do volume do cristal, conforme fig. III.6.



Para o sistema de detecção usado no presente projeto, com volumes de cristal igual a 1024 polegadas cúbicas, os coeficientes são respectivamente:

$$\alpha = 0,365 , \quad \beta = 0,50 , \quad \gamma = 0,77$$

O instrumento utilizado, o gamaespectrômetro Exploranium, modelo DIGRS 3001, possui um circuito analógico permitindo a introdução automática de uma correção Compton aproximada. A calibração desse circuito analógico é efetuada com fontes pontuais.

Durante o projeto aplicou-se a correção Compton automática apenas ao registro analógico; o registro digital foi gravado sem correção, sendo esta introduzida durante o processamento seguindo o método acima descrito.

Nos casos onde as correções Compton e as correções de B.G. resultaram valores negativos, consideramos o valor do campo corrigido igual a zero.

#### 3.4 *Linhas não Consideradas no Processamento*

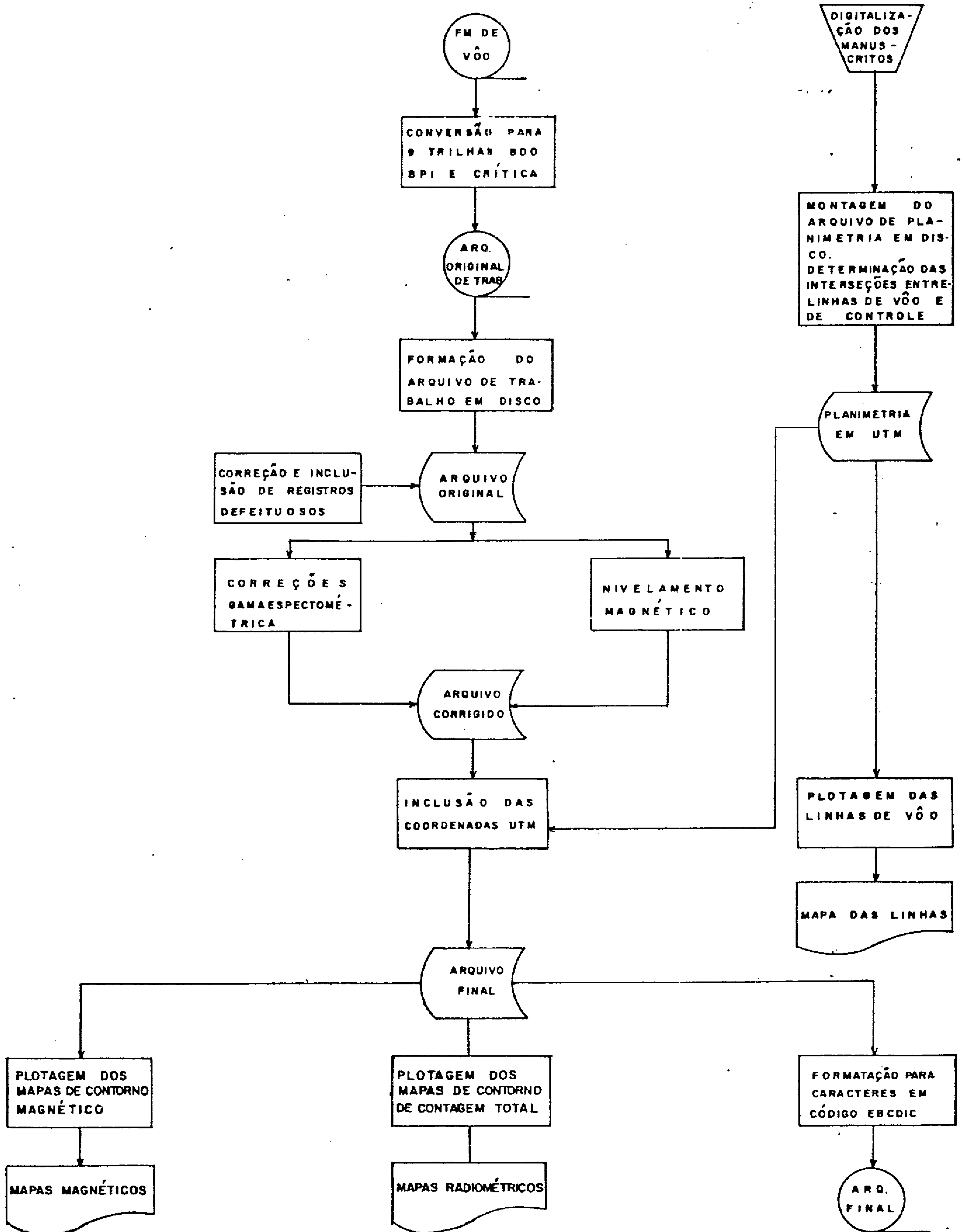
Durante a fase de nivelamento e plotagem das curvas de isovalores um pequeno trecho da linha nº 5 entre as fiduciais 9292 e 9798 foi desconsiderado do processamento em face dos dados geofísicos neste trecho não estarem compatíveis com os das linhas contíguas.

#### 3.5 *Cálculo das Razões*

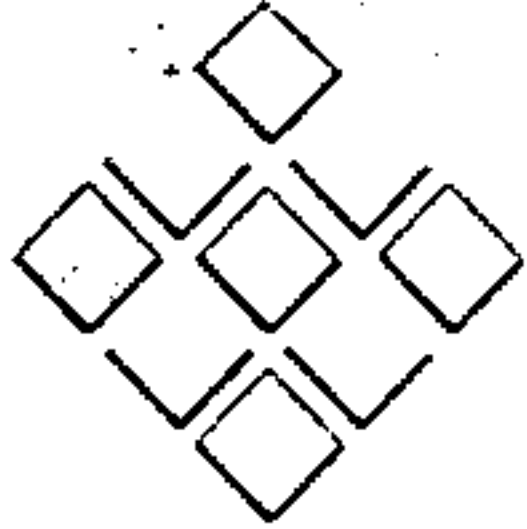
As razões U/K, U/Th e Th/K foram gravadas nas fitas magnéticas finais, com duas casas decimais.

No caso em que o valor do campo era zero no denominador da fração o critério usado foi torná-lo um (1). Desta forma o valor máximo da razão é o próprio valor do numerador.

# FLUXO DE PROCESSAMENTO







LAY - OUT  
DE  
ARQUIVOS

NOME  
PROJETO CARAJÁS - ÁREA - III

CÓDIGO  
EBCDIC

RESIDÊNCIA  
FITA DE PAPEL  CARTÃO  FITA MAG.  DISCO  OUTROS

TIPO REG.  
CARACTER

OBSERVAÇÕES  
LAY OUT DA FITA DE ARQUIVO FINAL

PÁGINA  
1/2

FATOR BLOCO  
100

TAMANHO  
160

NÚMERO DA LINHA DE VÔO			NÚMERO DO VÔO			TEMPO			NÚMERO DA FIDUCIAL			ALTURA DE VÔO			COORDENADAS																																		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
DADOS DE ESPECTROMETRIA																																																	
INTENSIDADE DO CAMPO MAGNÉTICO															DADOS DE ESPECTROMETRIA																																		
UTM															RAZÕES																																		
NORTE															RÍGIDO																																		
TOTAL BRUTO															POTÁSSIO BRUTO																																		
RESIDUAL NIVELADO															POTÁSSIO CORRIGIDO																																		
CONTAGEM TOTAL BRUTA															URÂNIO BRUTO																																		
CONTAGEM TOTAL CORRIGIDA															URÂNIO CORRIGIDO																																		
TÓRIO BRUTO															U/Th																																		
TÓRIO CORRIGIDO															U/K																																		
DADOS DE ESPECTROMETRIA																																																	
RAZÕES															RAZÕES																																		
Th/K															Th/K																																		
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150
151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200

FIG. III.2.1

LAY - OUT  
DE  
ARQUIVOS

NOME  
PROJETO CARAJÁS ÁREA - III

CÓDIGO  
EBCDIC

RESIDÊNCIA  
FITA DE PAPEL  CARTÃO  FITA MAG.  DISCO  OUTROS

TIPO REG  
CARACTER

OBSERVAÇÕES

PÁGINA  
2/2

LAY OUT DAS FITAS COM DADOS DOS CRUZAMENTOS

FATOR BLOCO  
100

TAMANHO  
168

NÚMERO DA LINHA		TEMPO			ALTURA DO VÔO		COORDENADAS UTM																																										
NÚMERO DA FIDUCIAL		HORA	MIN.	SEG.	ØØ	ESTE	NORTE																																										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
INTENSIDADE DO CAMPO MAGNÉTICO		CONTAGEM TOTAL BRUTA		CONTAGEM TOTAL CORRIGIDA		TÓRIO BRUTO		TÓRIO CORRIGIDO		PO-BRU																																							
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
DADOS DE ESPECTROMETRIA		URÂNIO BRUTO		URÂNIO CORRIGIDO		U/Th		U/K		Th/K																																							
101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150
DADOS DE ESPECTROMETRIA		NÚMERO DA LINHA		NÚMERO DA FIDUCIAL																																													
151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200

FIG. III.2.2

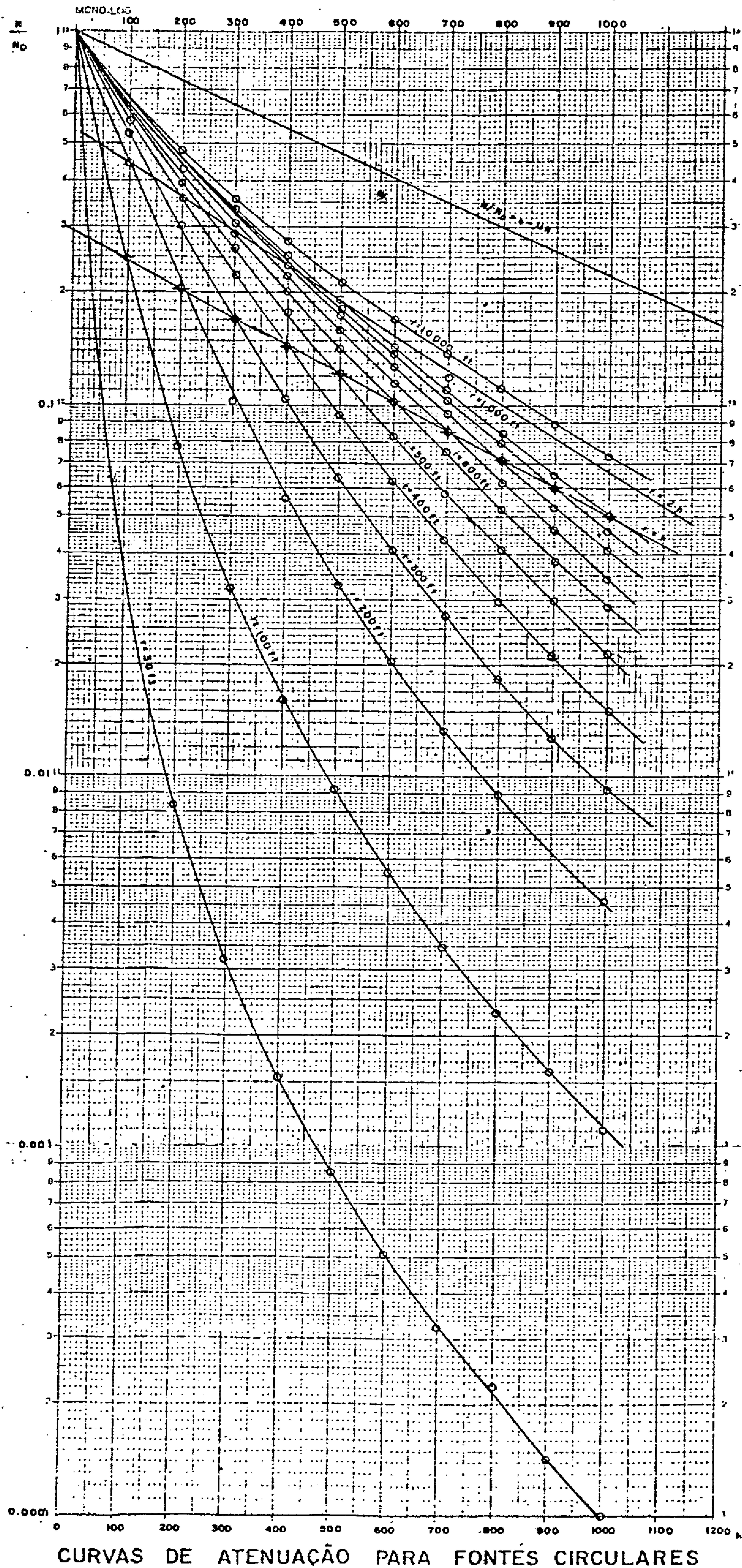
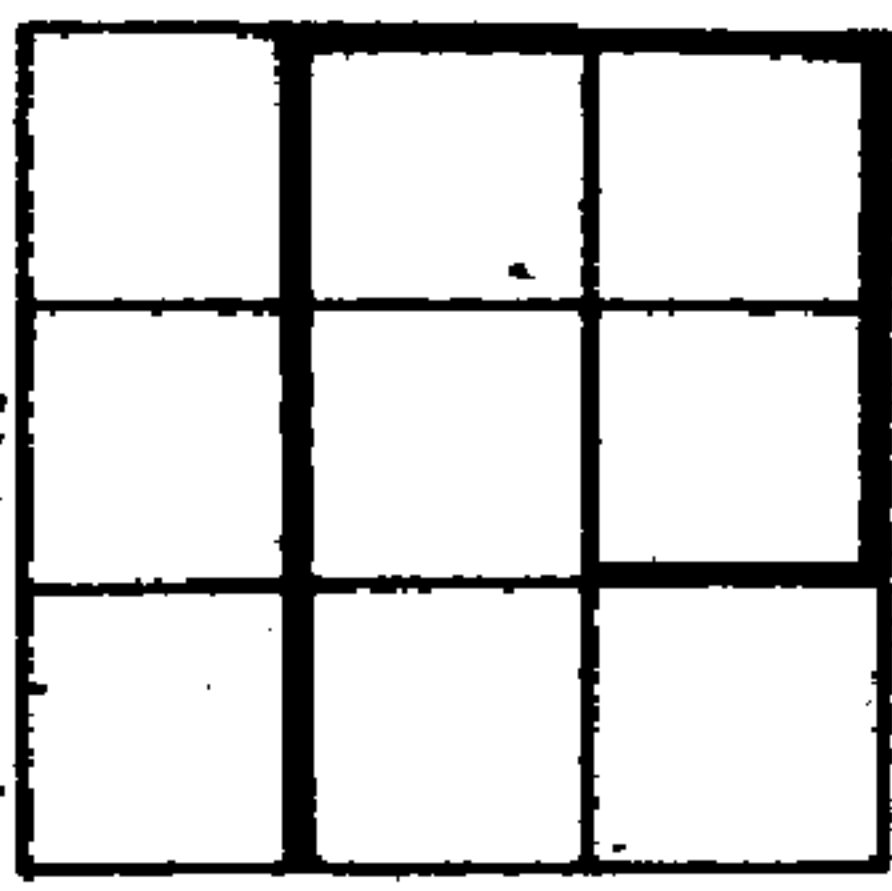


FIG. III.3

PROJETO CARAJÁS  
ÁREA III  
AERONAVE PT-KCF  
TESTE DE ATENUAÇÃO

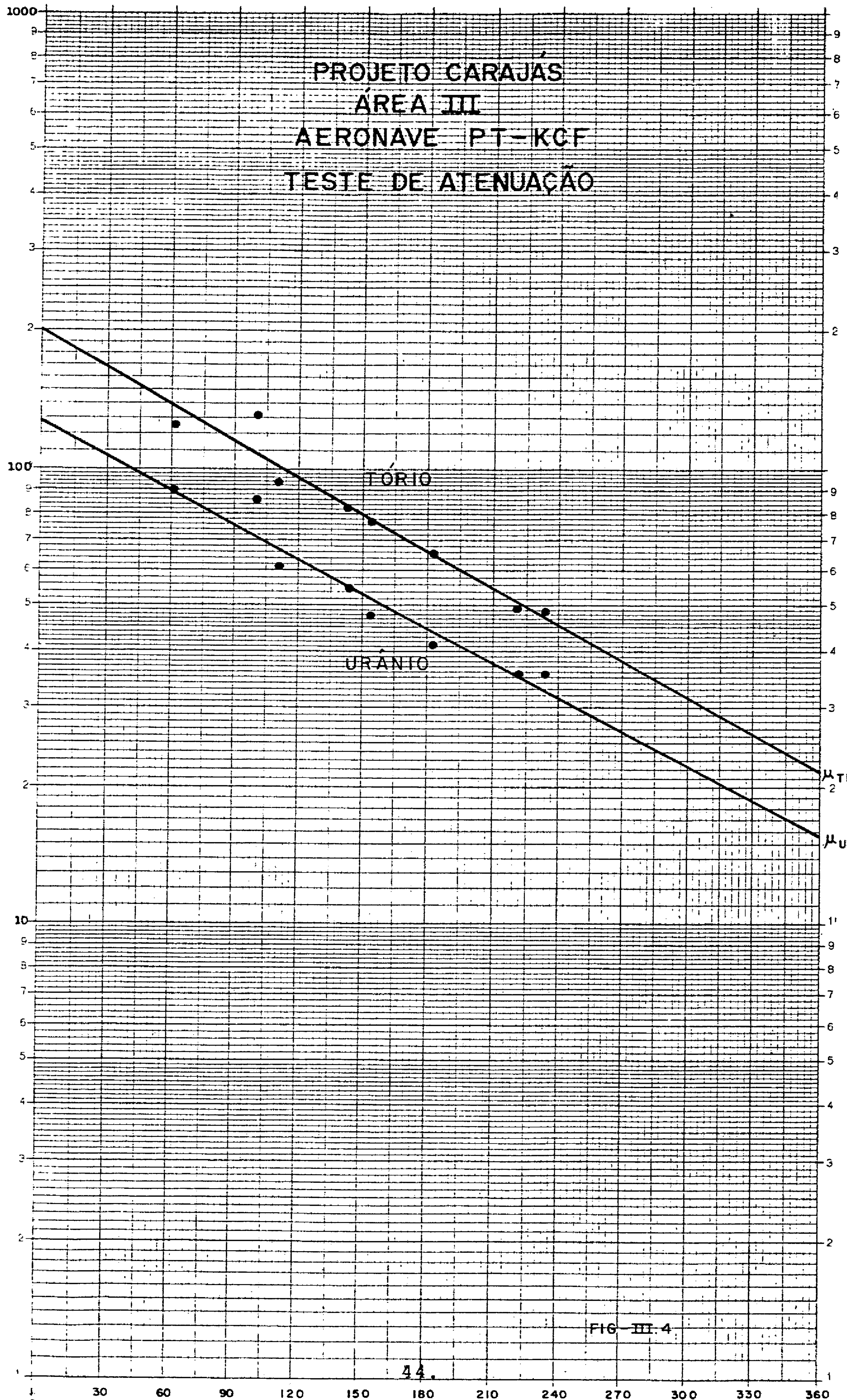
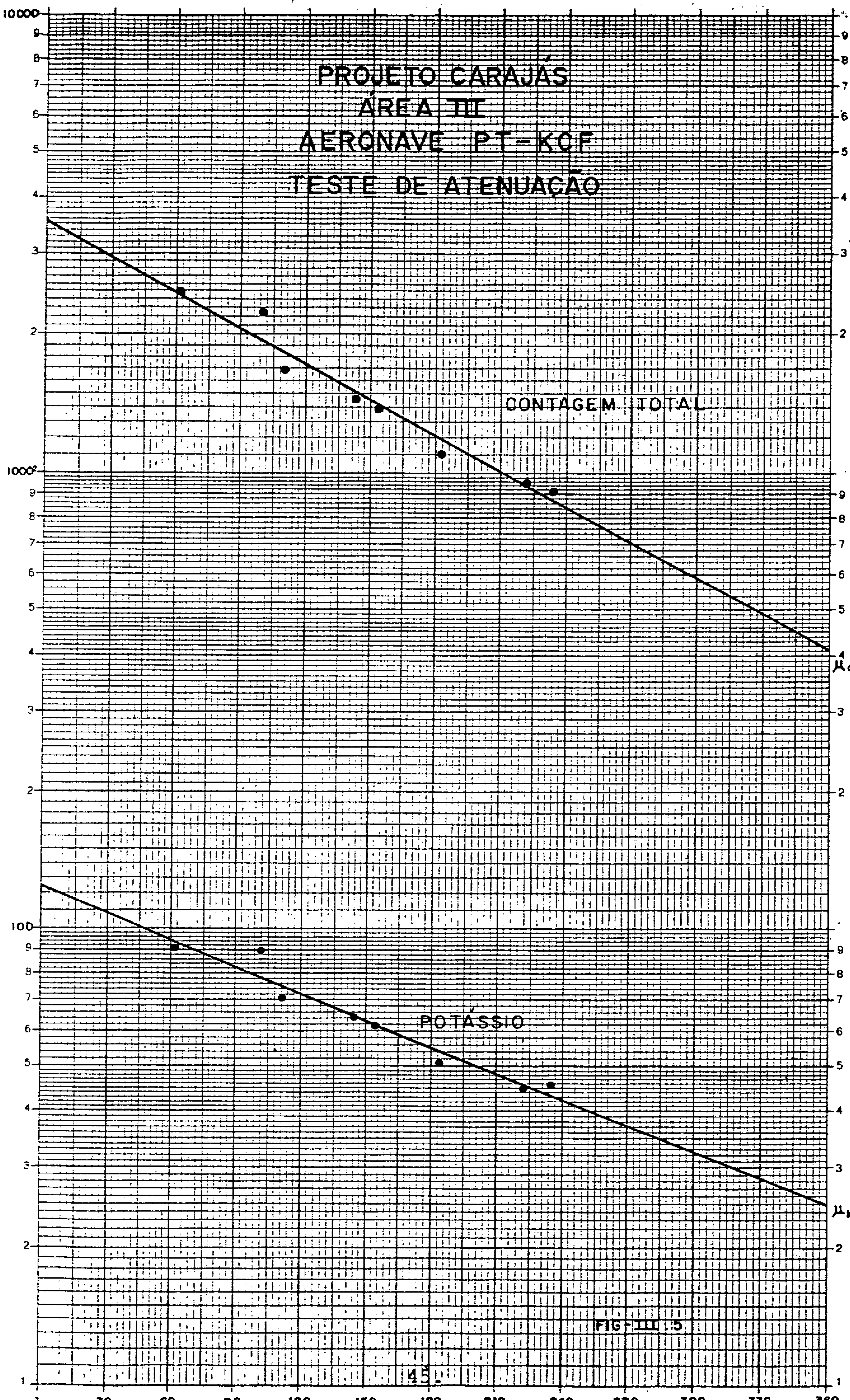


FIG - III.4

PROJETO CARAJÁS  
ÁREA III  
AERONAVE PT-KOF  
TESTE DE ATENUAÇÃO



$\mu_{ct} = 6.0 \times 10^{-3} m^{-1}$

$\mu_k = 4.50 \times 10^{-3} m^{-1}$

FIG-III-5

45

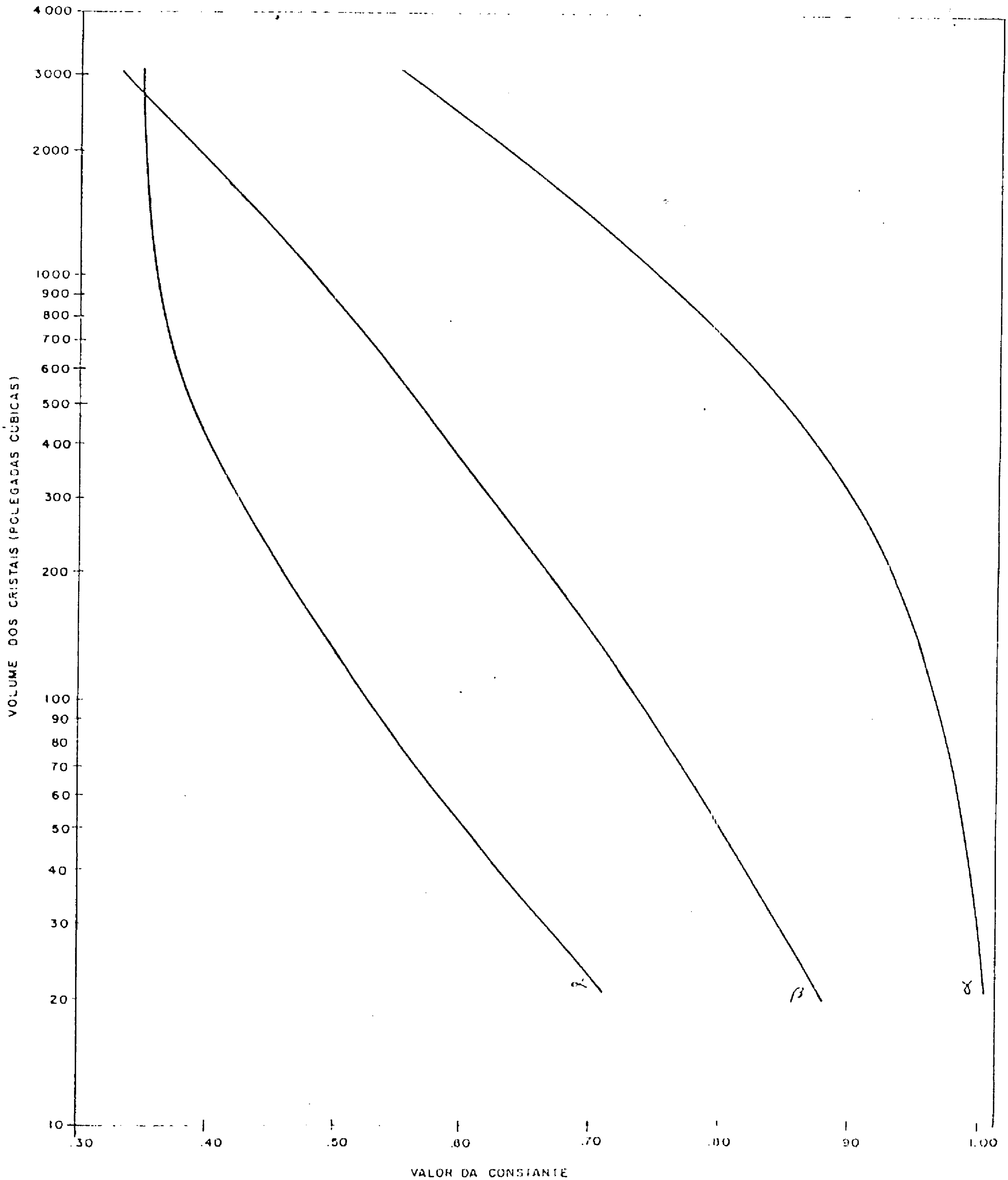
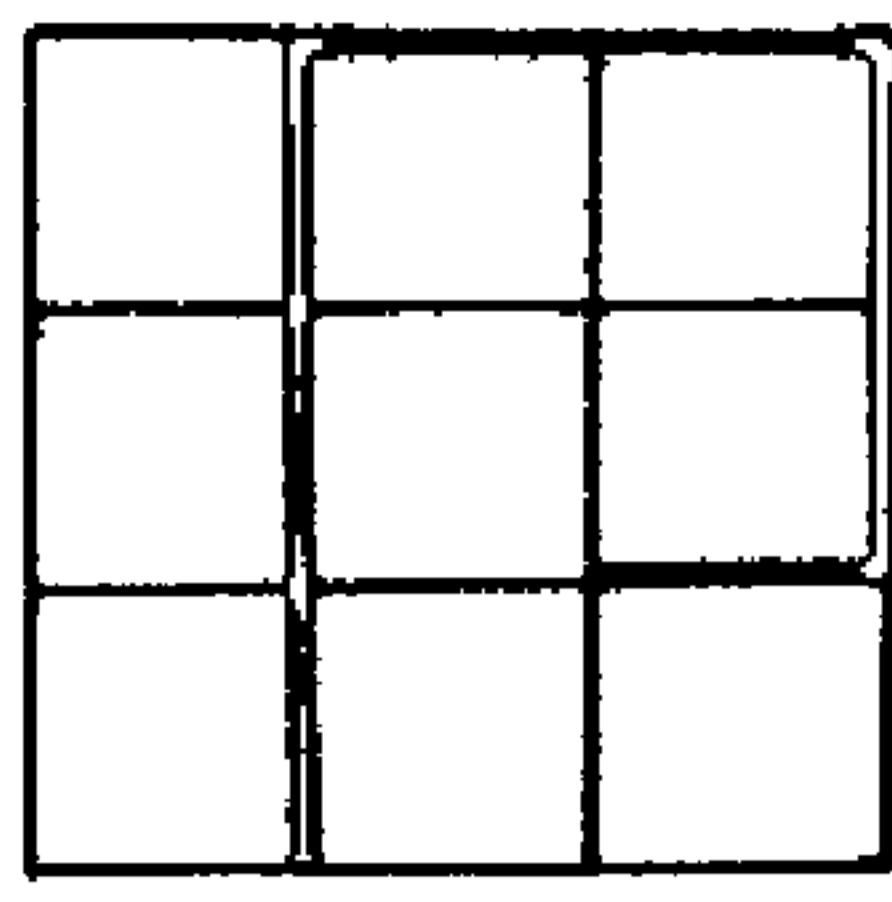
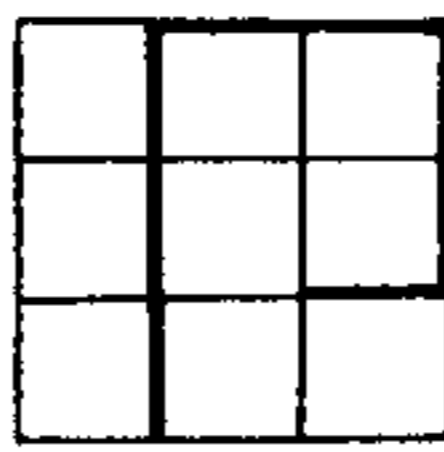


FIG - III.6

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



#### IV. PRODUTOS FÍNAIS

Os produtos finais correspondentes ao levantamento aeromagnético e aerogamaespectrométrico são os enumerados a seguir.

1. MAPAS DE CONTORNO DO CAMPO MAGNÉTICO RESIDUAL E DOS VALORES RADIOMÉTRICOS DE CONTORNO TOTAL, NA ESCALA 1:100.000.

Nomenclatura das folhas: (Fig. I-2)

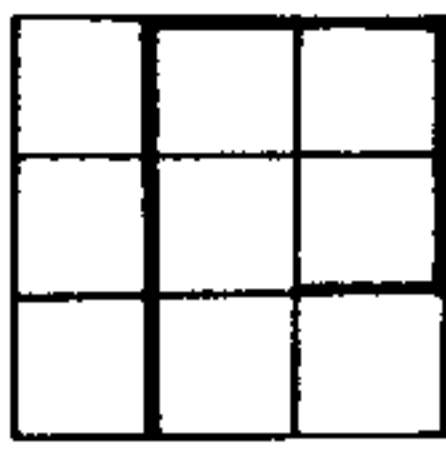
- 1 - SA - 22 - Y - D - II
- 2 - SA - 22 - Y - D - III
- 3 - SA - 22 - Z - C - I
- 4 - SA - 22 - Z - C - II
- 5 - SA - 22 - Z - C - III
- 6 - SA - 22 - Y - D - V
- 7 - SA - 22 - Y - D - VI
- 8 - SA - 22 - Z - C - IV
- 9 - SA - 22 - Z - C - V
- 10 - SA - 22 - Z - C - VI

Duas cópias em material estável e transparente, de cada mapa de contorno do campo magnético residual e dos valores radiométricos de contagem total, com rede de coordenadas geográficas e UTM e segundo modelo, legenda e inscrição aprovados pela CPRM (com traços de linhas de voo).

2. MAPAS DE CONTORNO DO CAMPO MAGNÉTICO RESIDUAL E DOS VALORES RADIOMÉTRICOS DE CONTAGEM TOTAL, NA ESCALA 1:250.000.

Nomenclatura das folhas: (Fig. I-3)

- I - SA - 22 - Y - D
- II - SA - 22 - Z - C



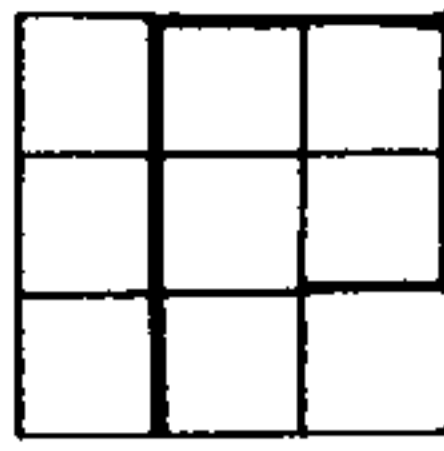
Duas cópias em material estável e transparente de cada mapa de contorno do campo magnético residual e dos valores radiométricos de contagem total, com rede de coordenadas geográficas e UTM e segundo modelo, legenda e inscrições aprovadas pela CPRM.

3. DIVERSOS

- Relatório Final: 6 (seis) vias.
- Cópias heliográficas dos mapas nas escalas 1:100.000 e 1:250.000 em 6 (seis) vias.
- Fitas magnéticas de acordo com as especificações estabelecidas pelo EMFA.

Os produtos originais do presente aerolevanteamento, tais como, mosaicos, mapas de vôo, filmes, originais dos produtos finais, fitas magnéticas originais utilizados nos processamentos, etc..., permanecerão sob a guarda e conservação da LASA-ENGENHARIA E PROSPECÇÕES S.A. de acordo com a portaria nº 4172/FA-51 de 3 de dezembro de 1980.





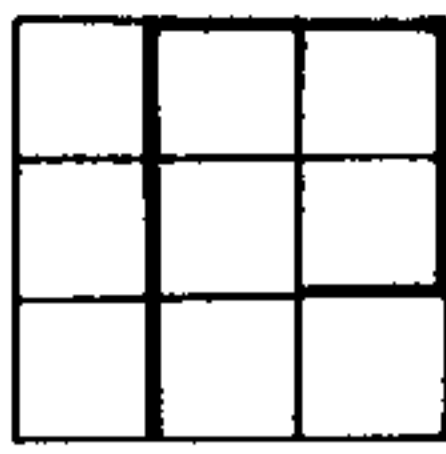
V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARRETO, P.M.C; (1969) - Aplicação da Espectrometria Gama na Prospecção Aérea de Minerais Nucleares, Publicação nº 7, Comissão Nacional de Energia Nuclear, Ministério das Minas e Energia, Brasil.

DARNLEY; A.G.; (1970) - Airborne Gama-Ray Spectrometry, Canadian Mining and Metallurgical Bulletin; pp 20-29.

DARNLEY, A.G.; (1971) - Airborne Gama-Ray Survey Techniques, Department of Energy, Mines and Resources, Canadá

SAKAKURA, A.Y.; (1957) - Scattered Gamma-Ray From Thick Uranium Sources, U.S.G.S., Bulletin 1052, U.S.G.V.T. Printing Office.



VI. A N E X O S



PR - 397  
 PROJETO CARAJÁS  
 ÁREA III-PT-KCF

PERÍODO: 19.08. A 03.09.87

CPRM.							
DATA	VÔO	HORAS DE VÔO	KMS VOADOS	LINHAS VOADAS	KMS ACEITOS	LINHAS REJEITADAS	OBSERVAÇÕES
01.08.87	12	08:10	1.100	Ls83,91,92,93,94,95,96,97,98,99 (Completas)	1.100	-	Vôo de Produção
02.08.87	13	05:00	415	Ls81,82,80 (Completas), 79 (911/907)	415	-	Vôo de Produção-Meia Taxa de Espera
03.08.87	14	04:30	485	Ls73,74,75,76 (Completas), 72 (909/911)	485	-	Vôo de Produção-Meia Taxa de Espera
04.08.87	15	04:20	350	Ls71,78 (Completas)-72 (906/909)-77 (911/908)	175	L-71 (Completa)-72 (906/909)	Vôo de Produção-Taxa de Espera
05.08.87	16	04:40	660	Ls61,62,63,64,65,66 (Completas)	660	-	Vôo de Produção
06.08.87	17	08:10	795	Ls60,67,68,69,70,71 (Comp.)-72 (906/909)-77 (908/906)-79 (907/906)	705	Ls72 (906/909)-79 (907/906)	Vôo de Produção
07.08.87	-	-	-	-	-	-	Inativo devido vibração motor nº 1
08.08.87	-	01:29	-	-	-	-	Translado p/Belém devido inspeção de 100 horas
09.08.87	-	-	-	-	-	-	Inativo devido inspeção de 100 horas.
10.08.87	-	-	-	-	-	-	Inativo devido inspeção de 100 horas.
11.08.87	-	02:30	-	-	-	-	Translado Bel/Tuc.-Vôo Treinamento Pil.-S/Prod.Aquec.Crist.
12.08.87	18	06:20	660	Ls54,55,56,57,58,59 (Completas)	635	L-54 (911/910)	Vôo de Produção
13.08.87	19	05:10	685	Ls48,49,50,51,52,53 (Completas)-54 (911/910)	575	L-52 (Completa)	Vôo de Produção
14.08.87	20	08:10	730	Ls21,22,23,24,52 (Completas)-25,26 (906/908)-79 (907/906)-72 (906/909)	730	-	Vôo de Produção
15.08.87	21	05:50	310	Ls46,47 (Completas)-44 (906/908)-45 (908/906)	310	-	Vôo de Produção - Taxa de Espera
16.08.87	-	01:15	-	-	-	-	Translado Tuc.-Altamira - Montagem da Base.
17.08.87	-	-	-	-	-	-	Inativo devido montagem da Base em Altamira.
18.08.87	22	05:15	725	Ls01,02,03,04,05,06 (Completas), 07 (911/908)	725	-	Vôo de Produção
19.08.87	23	07:35	1.035	Ls08,09,10,11,12,13,14,15,16 (Compl.), 07 (908/906)	1.035	-	Vôo de Produção
20.08.87	24	05:15	680	Ls17,18,19,20,27 (Compl.), 25 (908/911), 26 (911/908)	680	-	Vôo de Produção
21.08.87	25	07:05	660	Ls28,29,30,31,32,33 (Completas)	660	-	Vôo de Produção
22.08.87	-	-	-	-	-	-	Inativo devido problemas de freio
23.08.87	-	-	-	-	-	-	Inativo devido problemas de freio
24.08.87	-	-	-	-	-	-	Inativo devido pane de freio.
25.08.87	26	04:30	240	Ls45,44 (911/908), 43 (Completa)	-	Ls45,44 (911/908), 43 (Completa)	Vôo de Prod.Canc.dev.tempestade magnét. (taxa de espera).
26.08.87	27	04:45	570	Ls45,44 (911/908), 43,42,41,40 (Completas)	570	-	Vôo de Produção.
27.08.87	-	-	-	-	-	-	Inativo dev.tempestade magnét.-Taxa de espera.
28.08.87	28	06:00	660	Ls34,35,36,37,38,39 (Completas)	660	-	Vôo de Produção
29.08.87	-	01:40	-	-	-	-	Vôo Translado Altamira-Pucurá.
30.08.87	-	01:25	-	-	-	-	Vôo Translado p/Rio.
31.08.87	-	03:00	-	-	-	-	Vôo Translado p/Rio.
01.09.87	-	03:00	-	-	-	-	Vôo Translado p/Rio.
02.09.87	-	06:00	-	-	-	-	Vôo Translado p/Rio.
03.09.87	-	01:55	-	-	-	-	Vôo Translado p/Rio
TOTAL	-	122:59	10.760	-	10.120	-	-

52.