

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

**MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA – MME
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL**

CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL (PGB)

PROJETO AEROGEOFÍSICO RIO ARAGUARI

**RELATÓRIO FINAL DO LEVANTAMENTO E PROCESSAMENTO DOS DADOS
MAGNETOMÉTRICOS E GAMAESPECTROMÉTRICOS**

VOLUME I

TEXTO TÉCNICO

2004

LASA ENGENHARIA E PROSPECÇÕES S/A.

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Dilma Vana Roussef
Ministra de Estado

Maurício Tiomno Tolmasquim
Secretário Executivo

Giles Carriconde Azevedo
Secretário de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

CPRM - Serviço Geológico do Brasil

Agamenon Sérgio Lucas Dantas
Diretor-Presidente

Fernando Pereira de Carvalho
Diretor de Relações Institucionais e Desenvolvimento - DRI

Manoel Barretto da Rocha Neto
Diretor de Geologia e Recursos Minerais - DGM

José Ribeiro Mendes
Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial - DHT

Álvaro Rogério Alencar Silva
Diretor de Administração e Finanças - DAF

Carlos Schobbenhaus
Departamento de Geologia - DEGEO

Luís Marcelo Fontoura Mourão
Divisão de Geofísica - DIGEOF

Superintendências Regionais

Manfredo Ximenes Ponte
Superintendente de Belém

Hélio Pereira
Superintendente de Belo Horizonte

Maria Abadia Camargo
Superintendente de Goiânia

Daniel Borges Nava
Superintendente de Manaus

Irineu Capeletti
Superintendente de Porto Alegre

José Wilson de C. Temoteo
Superintendente de Recife

Ivanaldo Vieira Gomes da Costa
Superintendente de Salvador

José Carlos Garcia Ferreira
Superintendente de São Paulo

APRESENTAÇÃO

No início do ano de 2004 o Governo Federal definiu, no *Plano Plurianual 2004/2007 (PPA 2004-2007)*, as políticas públicas setoriais dos seus diversos Ministérios por meio dos Programas e respectivos Subprogramas e Projetos.

No âmbito do Ministério de Minas e Energia e sua Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral, compete à CPRM – Serviço Geológico do Brasil o planejamento e a execução do *Programa Geologia do Brasil (PGB)*, tendo como um de seus Subprogramas o de Levantamentos Geofísicos.

De acordo com o *Programa de Atividades Técnicas 2004 (PAT 2004)*, a CPRM – Serviço Geológico do Brasil, em 14 de julho de 2004, celebrou com a LASA ENGENHARIA E PROSPECÇÕES S.A. o Contrato nº 032/PR/04 para executar os serviços de aquisição e processamento de dados aeromagnetométricos e aerogamaespectrométricos do Projeto Aerogeofísico Rio Araguari, o qual se localiza na porção centro-sul do Estado do Amapá (AP).

A etapa de aquisição de dados do citado Projeto foi executada no período de 25 de setembro a 25 de outubro de 2004.

Como base de operações para a etapa de aquisição de dados foi utilizada a cidade de Macapá (AP), sendo usada uma aeronave Cessna, modelo 404 Titan, prefixo PT-FZN, equipada com magnetômetro de bombeamento ótico de vapor de césio da SCINTREX, modelo CS-2, gamaespectrômetro da EXPLORANIUM, modelo GR-820, de 256 canais espectrais e sistema de navegação GPS, com receptor SERCEL de 12 canais.

Para o recobrimento do projeto foram utilizadas cerca de 160,8 horas de vôo, que resultaram no levantamento efetivo de 24.101,70 km de perfis aprovados pela Fiscalização da CPRM – Serviço Geológico do Brasil em uma área de cerca de 10.872 km². O processamento dos dados e a elaboração do Relatório Final foram realizados entre os meses de outubro e dezembro de 2004.

Os produtos finais do Projeto Aerogeofísico Rio Araguari estão sendo apresentados sob a forma de Relatório Final (4 exemplares), que consiste em texto técnico (Volume I) e Anexos (Volumes II a XXV), os quais incluem os seguintes temas apresentados sob a forma de mapas coloridos nas escalas 1:50.000 e 1:250.000, segundo o corte cartográfico ao milionésimo e na escala 1:250.000 em folha única:

- Escalas 1:50.000 e 1:250.000: Mapas de Contorno do Campo Magnético Total Reduzido do IGRF (Campo Total, Primeira Derivada Vertical e Sinal Analítico) e de Contorno Radiométrico em Concentração de Elementos (Contagem Total, Potássio, Urânio, Tório e Razões eU/eTh, eU/K e eTh/K).
- Escala 1:250.000 (Folha Única): Mapas do Campo Magnético Total Reduzido do IGRF (Campo Total, Pseudo-Iluminação da Primeira Derivada Vertical e Pseudo-Iluminação do Sinal Analítico) e Radiométrico em Concentração de Elementos (Contagem Total, Potássio, Urânio, Tório, Razões eU/eTh, eU/K, eTh/K e Distribuição Ternária de Potássio, Urânio e Tório).

Complementando os produtos finais, estão sendo também entregues 04 (quatro) coleções de 22 Mapas Digitais de Traço dos Perfis de Vôo (escala 1:50.000) e do Mapa Digital do Modelo Digital do Terreno (escala 1:250.000), bem como os arquivos digitais contendo dados brutos corrigidos de erros grosseiros e dados finais corrigidos de todos os perfis (formato da CPRM), bem como os arquivos XYZ e em malhas (*grids*) de tamanho 125 x 125 m, ambos no formato GEOSOFT, como também arquivos digitais de todos os mapas do projeto nas citadas escalas e o arquivo do texto, figuras e tabelas do Volume I do Relatório Final do Projeto em formato PDF, todos os arquivos gravados em CD-ROM.

PROJETO AEROGEOFÍSICO RIO ARAGUARI

RELATÓRIO FINAL DO LEVANTAMENTO E PROCESSAMENTO DOS DADOS MAGNETOMÉTRICOS E GAMAESPECTROMÉTRICOS

ÍNDICE DOS VOLUMES

VOLUME I	TEXTO TÉCNICO E ANEXOS
VOLUME II	ANEXOS – ESCALA: 1:50.000 <ul style="list-style-type: none">• MAPA DE CONTOURNO DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF) (Folhas 1 a 11)
VOLUME III	ANEXOS – ESCALA: 1:50.000 <ul style="list-style-type: none">• MAPA DE CONTOURNO DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF) (Folhas 12 a 22)
VOLUME IV	ANEXOS – ESCALA: 1:50.000 <ul style="list-style-type: none">• MAPA DE CONTOURNO DA 1ª DERIVADA VERTICAL DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF) (Folhas 1 a 11)
VOLUME V	ANEXOS – ESCALA: 1:50.000 <ul style="list-style-type: none">• MAPA DE CONTOURNO DA 1ª DERIVADA VERTICAL DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF) (Folhas 12 a 22)
VOLUME VI	ANEXOS – ESCALA: 1:50.000 <ul style="list-style-type: none">• MAPA DE CONTOURNO DO SINAL ANALÍTICO DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF) (Folhas 1 a 11)
VOLUME VII	ANEXOS – ESCALA: 1:50.000 <ul style="list-style-type: none">• MAPA DE CONTOURNO DO SINAL ANALÍTICO DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF) (Folhas 12 a 22)
VOLUME VIII	ANEXOS – ESCALA: 1:50.000 <ul style="list-style-type: none">• MAPA DE CONTOURNO RADIOMÉTRICO DA TAXA DE EXPOSIÇÃO DO CANAL DE CONTAGEM TOTAL (Folhas 1 a 11)
VOLUME IX	ANEXOS – ESCALA: 1:50.000 <ul style="list-style-type: none">• MAPA DE CONTOURNO RADIOMÉTRICO DA TAXA DE EXPOSIÇÃO DO CANAL DE CONTAGEM TOTAL (Folhas 12 a 22)

- VOLUME X** **ANEXOS – ESCALA: 1:50.000**
• MAPA DE CONTO RNO RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DE POTÁSSIO
(Folhas 1 a 11)
- VOLUME XI** **ANEXOS – ESCALA: 1:50.000**
• MAPA DE CONTO RNO RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DE POTÁSSIO
(Folhas 12 a 22)
- VOLUME XII** **ANEXOS – ESCALA: 1:50.000**
• MAPA DE CONTO RNO RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DE URÂNIO
(Folhas 1 a 11)
- VOLUME XIII** **ANEXOS – ESCALA: 1:50.000**
• MAPA DE CONTO RNO RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DE URÂNIO
(Folhas 12 a 22)
- VOLUME XIV** **ANEXOS – ESCALA: 1:50.000**
• MAPA DE CONTO RNO RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DE TÓRIO
(Folhas 1 a 11)
- VOLUME XV** **ANEXOS – ESCALA: 1:50.000**
• MAPA DE CONTO RNO RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DE TÓRIO
(Folhas 12 a 22)
- VOLUME XVI** **ANEXOS – ESCALA: 1:50.000**
• MAPA DE CONTO RNO RADIOMÉTRICO DA RAZÃO URÂNIO/TÓRIO
(Folhas 1 a 11)
- VOLUME XVII** **ANEXOS – ESCALA: 1:50.000**
• MAPA DE CONTO RNO RADIOMÉTRICO DA RAZÃO URÂNIO/TÓRIO
(Folhas 12 a 22)
- VOLUME XVIII** **ANEXOS – ESCALA: 1:50.000**
• MAPA DE CONTO RNO RADIOMÉTRICO DA RAZÃO URÂNIO/POTÁSSIO
(Folhas 1 a 11)
- VOLUME XIX** **ANEXOS – ESCALA: 1:50.000**
• MAPA DE CONTO RNO RADIOMÉTRICO DA RAZÃO URÂNIO/POTÁSSIO
(Folhas 12 a 22)
- VOLUME XX** **ANEXOS – ESCALA: 1:50.000**
• MAPA DE CONTO RNO RADIOMÉTRICO DA RAZÃO TÓRIO/POTÁSSIO
(Folhas 1 a 11)
- VOLUME XXI** **ANEXOS – ESCALA: 1:50.000**
• MAPA DE CONTO RNO RADIOMÉTRICO DA RAZÃO TÓRIO/POTÁSSIO
(Folhas 12 a 22)
- VOLUME XXII** **ANEXOS – ESCALA: 1:250.000**
• MAPA DE CONTO RNO DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF)
(Folhas I a IV)
• MAPA DE CONTO RNO DA 1ª DERIVADA VERTICAL DO CAMPO MAGNÉTICO
TOTAL (REDUZIDO DO IGRF)
(Folhas I a IV)
• MAPA DE CONTO RNO DO SINAL ANALÍTICO DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL
(REDUZIDO DO IGRF)
(Folhas I a IV)

- VOLUME XXIII ANEXOS – ESCALA: 1:250.000**
- MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA TAXA DE EXPOSIÇÃO DO CANAL DE CONTAGEM TOTAL
(Folhas I a IV)
 - MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DE POTÁSSIO
(Folhas I a IV)
 - MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DE URÂNIO
(Folhas I a IV)
- VOLUME XXIV ANEXOS – ESCALA: 1:250.000**
- MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DE TÓRIO
(Folhas I a IV)
 - MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA RAZÃO URÂNIO/TÓRIO
(Folhas I a IV)
 - MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA RAZÃO URÂNIO/POTÁSSIO
(Folhas I a IV)
 - MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA RAZÃO TÓRIO/POTÁSSIO
(Folhas I a IV)
- VOLUME XXV ANEXOS – ESCALA: 1:250.000**
- MAPA DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF)
(Folha Única)
 - MAPA DE PSEUDO-ILUMINAÇÃO DA 1ª DERIVADA VERTICAL DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF)
(Folha Única)
 - MAPA DE PSEUDO-ILUMINAÇÃO DO SINAL ANALÍTICO DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF)
(Folha Única)
 - MAPA RADIOMÉTRICO DA TAXA DE EXPOSIÇÃO DO CANAL DE CONTAGEM TOTAL
(Folha Única)
 - MAPA RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DE POTÁSSIO
(Folha Única)
 - MAPA RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DE URÂNIO
(Folha Única)
 - MAPA RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DE TÓRIO
(Folha Única)
 - MAPA RADIOMÉTRICO DA RAZÃO URÂNIO/TÓRIO
(Folha Única)
 - MAPA RADIOMÉTRICO DA RAZÃO URÂNIO/POTÁSSIO
(Folha Única)
 - MAPA RADIOMÉTRICO DA RAZÃO TÓRIO/POTÁSSIO
(Folha Única)
 - MAPA RADIOMÉTRICO DA DISTRIBUIÇÃO TERNÁRIA DE POTÁSSIO, URÂNIO E TÓRIO
(Folha Única)

PROJETO AEROGEOFÍSICO RIO ARAGUARI

RELATÓRIO FINAL DO LEVANTAMENTO E PROCESSAMENTO DOS DADOS MAGNETOMÉTRICOS E GAMAESPECTROMÉTRICOS

VOLUME I - TEXTO TÉCNICO

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. AQUISIÇÃO DE DADOS	5
2.1 - Características do Levantamento	5
2.2 - Equipamentos Utilizados	5
2.2.1 - Aeronave	6
2.2.2 - Aeromagnetômetro	6
2.2.3 - Aerogamaespectrômetro	6
2.2.4 - Sistema de Aquisição de Dados	7
2.2.5 - Sistema de Vídeo	8
2.2.6 - Altímetros	8
2.2.7 - Sistema de Navegação e Posicionamento	8
2.2.8 - Magnetômetro Terrestre	9
2.3 - Planejamento e Mobilização	9
2.3.1 - Elaboração do Plano de Vôo	10
2.3.2 - Estatística das Operações	11
2.3.3 - Mapa do Projeto de Vôo	12
2.3.4 - Testes dos Equipamentos	13
2.3.5 - Cálculo da Resolução dos Cristais Detectores (<i>Downward</i> e <i>Upward</i>)	16
2.3.6 - Calibração dos Detectores <i>Downward Looking</i>	17
2.3.7 - Calibração dos Detectores <i>Upward Looking</i>	19
2.4 - Compilação de Dados	20
2.5 - Equipe Técnica na Base de Operações	20

3. PROCESSAMENTO DE DADOS	-----21
3.1- Fluxo de Processamento	-----21
3.1.1 - Preparação do Banco de Dados do Levantamento	-----21
3.1.2 - Processamento dos Dados Magnetométricos	-----21
3.1.2.1 - Remoção da Variação Magnética Diurna	-----21
3.1.2.2 - Correção do Erro de Paralaxe	-----21
3.1.2.3 - Nivelamento dos Perfis	-----22
3.1.2.4 - Micronivelamento dos Perfis	-----22
3.1.2.5 - Remoção do IGRF	-----23
3.1.3 - Processamento dos Dados Radiométricos	-----23
3.1.3.1 - Correção do Tempo Morto	-----23
3.1.3.2 - Aplicação de Filtragem	-----23
3.1.3.3 - Correção do Erro de Paralaxe	-----24
3.1.3.4 - Cálculo da Altura Efetiva de Vôo	-----24
3.1.3.5 - Remoção do <i>Background</i> da Aeronave e Cósmico	-----24
3.1.3.6 - Remoção do <i>Background</i> do Radônio	-----24
3.1.3.7 - Estimativa dos Coeficientes <i>Skyshine</i> (a_1 e a_2)	-----25
3.1.3.8 - Correção do Efeito Compton	-----26
3.1.3.9 - Correção Altimétrica	-----27
3.1.3.10 - Conversão para Concentração de Elementos	-----27
3.1.4 - Determinação das Razões eU/eTh , eU/K e eTh/K	-----28
3.2 - Interpolação e Contorno	-----29
3.3 - Arquivo Final de Dados	-----29
3.4 - Equipe Envolvida no Processamento dos Dados	-----29
4. CRONOGRAMA GERAL DAS OPERAÇÕES	-----31
5. PRODUTOS FINAIS	-----32
5.1 - Mapas de Contorno do Campo Magnético Total, da 1ª Derivada Vertical e do Sinal Analítico do Campo Magnético Total (Reduzidos do IGRF)	-----35
5.2 - Mapas Radiométricos dos Canais de Potássio, Urânio, Tório e Contagem Total	-----36

5.3 - Mapa Radiométrico Ternário -----	36
5.4 - Mapas das Razões Radiométricas eU/eTh, eU/K e eTh/K -----	36
5.5 - Relatório Final -----	36
5.6 - Arquivos Digitais Finais -----	37
5.7 - Produtos Originais -----	38
6. PARTICIPAÇÃO DA CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL -----	45
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS -----	46

ÍNDICE DOS ANEXOS

- ANEXO I** - Resumo do Processo de Calibração dos Gamaespectrômetros
- Anexo I-a** - Resultado dos Testes da Resolução dos Cristais Detectores
(*downward e upward*).
- Anexo I-b** - Resultado do Teste sobre os Tanques de Calibração Portáteis
para Determinação dos Coeficientes de Espalhamento Compton.
- Anexo I-c** - Determinação dos *Backgrounds* da Aeronave e Cósmico.
- Anexo I-d** - Determinação das Constantes de Calibração do Radônio
- Anexo I-e** - Calibração Dinâmica – Resultados dos Testes
- Anexo I-f** - Atenuação Atmosférica – Resultados dos Testes
- ANEXO II** - Testes Contratuais
- Anexo II-a** - Teste de Altímetros
- Anexo II-b** - Compensação Magnética
- ANEXO III** - Quadros Sinópticos das Operações de Campo
- ANEXO IV** - Conteúdo dos CD-ROMs
- ANEXO V** - Formato de Gravação dos Dados do Projeto
- ANEXO VI** - Listagem das Linhas Aprovadas e Utilizadas no Processamento

ÍNDICE DAS FIGURAS

- Figura 1** - Localização da Área do Projeto Aerogeofísico ----- 1
- Figura 2** - Vértices do Projeto ----- 2
- Figura 3** - Aeronave Cessna 404 Titan – PT-FZN----- 3
- Figura 4** - Exemplo de Registro de Magnetômetro de Base ----- 9
- Figura 5** - Mapa das Linhas de Vôo-----11
- Figura 6** - Gráfico da Estatística das Operações -----12
- Figura 7** - Fluxograma do Processamento de Dados-----30
- Figura 8** - Cronograma Geral das Operações -----31
- Figura 9** - Articulação das Folhas na Escala 1:50.000-----34
- Figura 10** - Articulação das Folhas na Escala 1:250.000 -----35
- Figura 11** - Mapa Pseudo-Iluminado do Campo Magnético Total (reduzido do IGRF) -----39
- Figura 12** - Mapa do Sinal Analítico do Campo Magnético Total (reduzido do IGRF)-----40
- Figura 13** - Mapa Radiométrico da Taxa de Exposição do Canal de Contagem Total -----41
- Figura 14** - Mapa Radiométrico Ternário (K-U-Th) -----42
- Figura 15** - Mapa Radiométrico da Razão Tório/Potássio-----43
- Figura 16** - Mapa do Modelo Digital do Terreno -----44

ÍNDICE DAS TABELAS

Tabela 1 - Coordenadas Geográficas do Projeto -----	3
Tabela 2 - Equipamentos Utilizados -----	5
Tabela 3 - Faixas Energéticas do Gamaespectrômetro e os Canais Correspondentes -----	6
Tabela 4 - Coordenadas da Base GPS -----	8
Tabela 5 - Quilometragem Produzida e Área Levantada-----	10
Tabela 6 - Estatística das Operações -----	12
Tabela 7 - Teste de Manobras (24.09.04) -----	14
Tabela 8 - Testes Diários com Amostras Radioativas no Solo-----	15
Tabela 9 - Testes Diários de Repetibilidades Radioativas -----	16
Tabela 10 - Concentração dos Tanques de Calibração Portáteis-----	17
Tabela 11 - Coeficientes de Espalhamento <i>Compton</i> -----	18
Tabela 12 - <i>Background</i> da Aeronave e <i>Cosmic Stripping Ratios</i> -----	19
Tabela 13 - Constantes de Calibração do Radônio -----	25
Tabela 14 - Coeficientes de Atenuação Atmosférica-----	27
Tabela 15 - Coeficientes de Sensibilidade -----	28
Tabela 16 - Valores Mínimos para Cálculo das Razões Radiométricas -----	28
Tabela 17 - Características da Apresentação dos Mapas Aerogeofísicos -----	32
Tabela 18 - Características dos Intervalos de Contorno dos Mapas Aerogeofísicos-----	33
Tabela 19 - Banco de Dados <i>Geosoft</i> (GDB) - Magnetometria-----	37
Tabela 20 - Banco de Dados <i>Geosoft</i> (GDB) - Gamaespectrometria -----	38

1. INTRODUÇÃO

A área do levantamento aerogeofísico está contida na parte centro-sul do Estado do Amapá, localizada na região do rio Araguari, região norte brasileira (Figura 1).

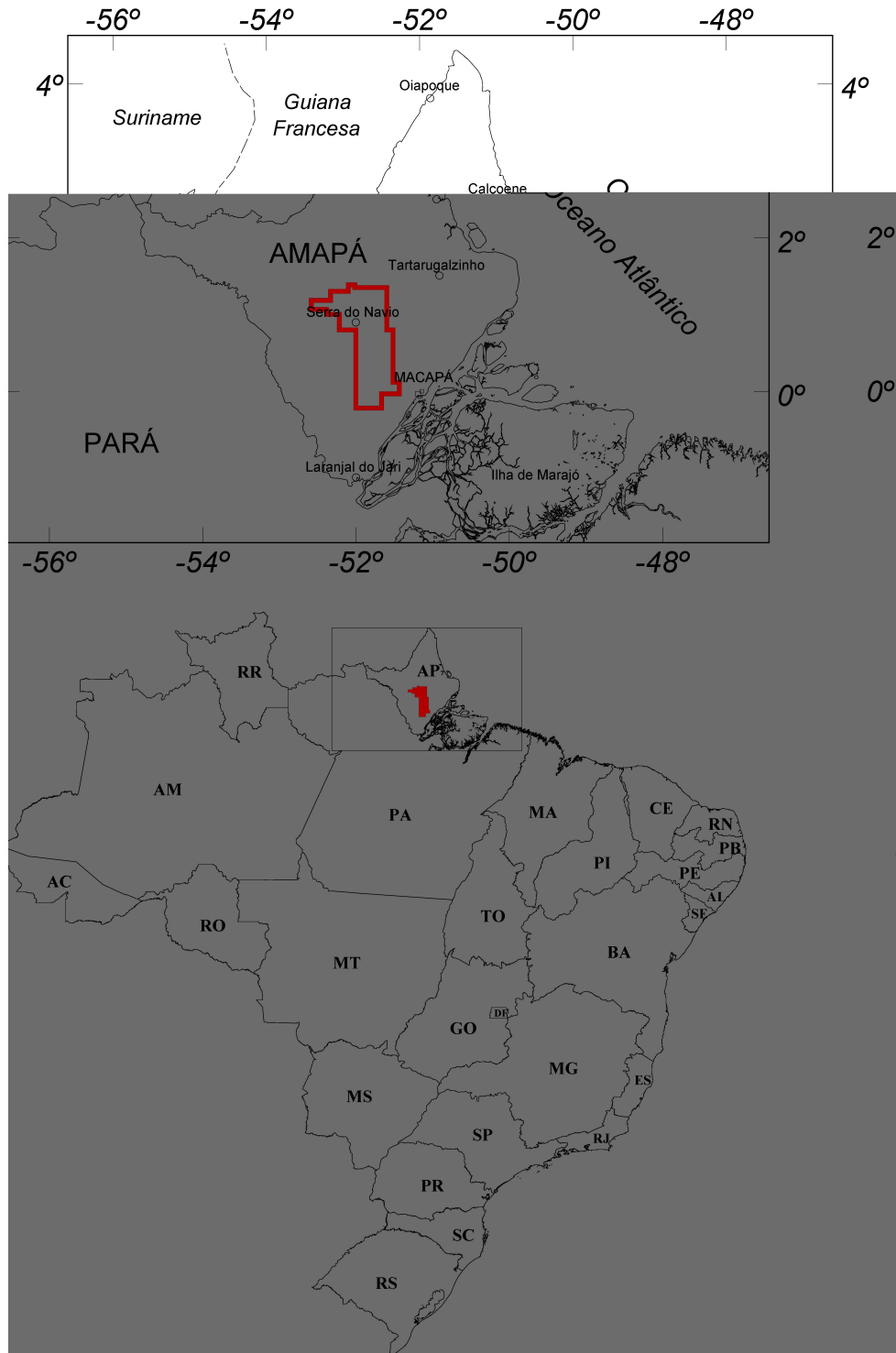


Figura 1 - Localização da Área do Projeto Aerogeofísico

O levantamento aerogeofísico constou do recobrimento de 24.101,70 km de perfis aeromagnetométricos e aerogamaespectrométricos de alta resolução, com linhas de vôo e controle espaçadas de 0,5 km e 10,0 km, respectivamente, orientadas nas direções N45°E e N45°W. A Figura 2 e a Tabela 1 apresentam as coordenadas geográficas que definem o polígono que envolve a área pesquisada. A altura de vôo foi fixada em 100 m sobre o terreno. Os trabalhos desenvolveram-se no período entre 25/09/2004 e 25/10/2004.

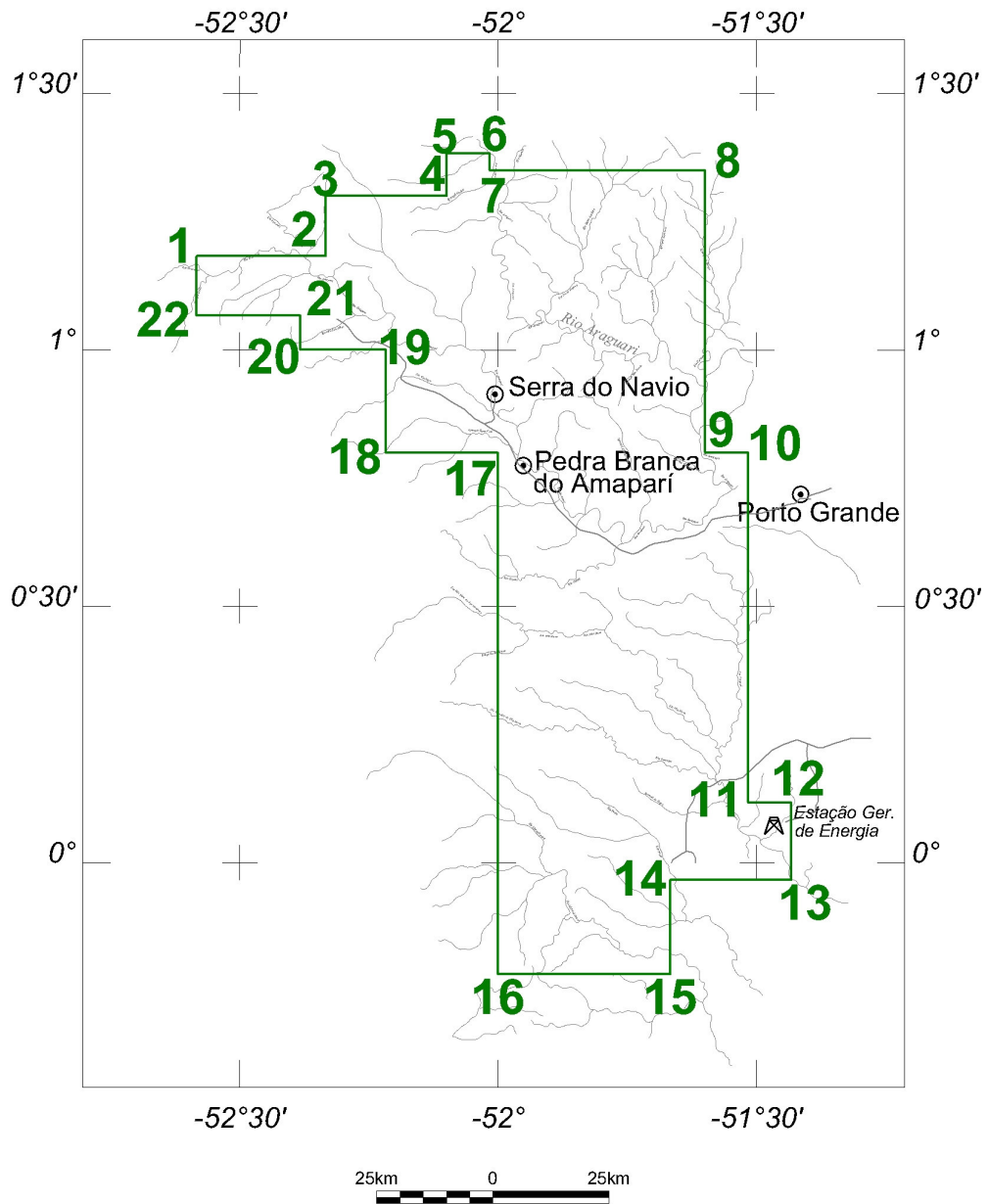


Figura 2 – Vértices do Projeto

VÉRTICE	LONGITUDE	LATITUDE
1	-52°35'00"	1°11'00"
2	-52°20'00"	1°11'00"
3	-52°20'00"	1°18'00"
4	-52°06'00"	1°18'00"
5	-52°06'00"	1°23'00"
6	-52°01'00"	1°23'00"
7	-52°01'00"	1°21'00"
8	-51°36'00"	1°21'00"
9	-51°36'00"	0°48'00"
10	-51°31'00"	0°48'00"
11	-51°31'00"	0°07'00"
12	-51°26'00"	0°07'00"
13	-51°26'00"	-0°02'00"
14	-51°40'00"	-0°02'00"
15	-51°40'00"	-0°13'00"
16	-52°00'00"	-0°13'00"
17	-52°00'00"	0°48'00"
18	-52°13'00"	0°48'00"
19	-52°13'00"	1°00'00"
20	-52°23'00"	1°00'00"
21	-52°23'00"	1°04'00"
22	-52°35'00"	1°04'00"

Tabela 1 - Coordenadas Geográficas do Projeto

A aeronave Cessna 404 Titan, prefixo PT-FZN (Figura 3), de propriedade da Lasa Engenharia e Prospecções S.A. para a aquisição de dados, foi utilizada para a execução deste projeto.



Figura 3 - Aeronave Cessna 404 Titan –PT-FZN

A metodologia para a aquisição dos dados seguiu a sistemática descrita adiante. Ao longo dos perfis foram realizadas dez leituras do aeromagnetômetro e uma leitura do gamaespectrômetro por segundo, posicionadas com sistema de observação de satélite GPS, de precisão melhor do que 10 m. Duas estações fixas para controle da variação diurna do campo magnético terrestre foram instaladas no aeroporto de Macapá, (AP).

A calibração do sistema detector aerogamaespectrométrico foi realizada em duas etapas. A primeira, estática, com emprego de fontes padronizadas (tanques de calibração portáteis ou *portable calibration pads* para o *background*, potássio, urânio e tório), foi conduzida no aeroporto de Jacarepaguá, Rio de Janeiro (RJ), antes da fase de coleta de dados. A calibração dinâmica foi executada na região de Maricá (RJ), sobre a pista de calibração dinâmica (*dynamic calibration range - DCR*) que resultou de levantamento terrestre.

O processamento dos dados foi desenvolvido no escritório sede da Lasa Engenharia e Prospecções S.A., no Rio de Janeiro, e envolveu a aplicação das rotinas do sistema GEOSOFT Oasis (versão Montaj 5.1.8), utilizado para a compilação das informações coletadas e apresentação dos resultados na forma de mapas nas escalas 1:50.000 e 1:250.000, arquivos de banco de dados e *grids*.

2. AQUISIÇÃO DE DADOS

2.1 Características do Levantamento

Os parâmetros que nortearam a execução do levantamento são descritos, resumidamente, a seguir:

- Direção das linhas de vôo: N45°E
- Espaçamento entre as linhas de vôo: 0,5 km
- Direção das linhas de controle: N45°W
- Espaçamento entre as linhas de controle: 10,0 km
- Intervalo entre medições geofísicas consecutivas: 0,1 s (magnetômetro) e 1,0 s (espectrômetro)
- Altura média de vôo: 100 m
- Velocidade aproximada de vôo: 280 km/h

2.2 Equipamentos Utilizados

A Tabela 2, a seguir, apresenta os equipamentos utilizados pela aeronave PT-FZN durante a execução do Projeto Aerogeofísico Rio Araguari.

CARACTERÍSTICAS	
Prefixo da Aeronave	PT-FZN
Modelo da Aeronave	Titan 404
Fabricante da Aeronave	Cessna
Aeromagnetômetro (Vapor de Césio)	Scintrex CS-2
Gamaespectrômetro	Exploranium GR-820
Volume dos Cristais Detetores de NaI (Iodeto de Sódio)	2.560 pol ³ (<i>down</i>) e 512 pol ³ (<i>up</i>)
Sistema de Navegação GPS	SERCEL de 10 canais
Sistema de Aquisição GPS	SERCEL 10 canais
Câmera de Vídeo	SONY DXC-150A
Radar Altímetro	Collins ALT-50
Radar Barométrico	Rosemount, 1241M
Magnetômetro Terrestre de Prótons <i>Overhauser</i>	GEM GSM-19
Sistema de Aquisição de Dados	GEODAS

Tabela 2 - Equipamentos Utilizados

2.2.1. Aeronave

O levantamento foi efetuado pela aeronave Cessna, modelo 404 Titan, prefixo PT-FZN. O Cessna 404 é uma aeronave a pistão, bimotor, de asa baixa, trem de pouso retrátil, equipada com motores Continental de 375 HP. Opera a uma velocidade média de 280 km/h, e possui autonomia de 9:30 h.

2.2.2. Aeromagnetômetro

Sistema aeromagnético acoplado a um sensor de vapor de césio montado na cauda (tipo *stinger*) da aeronave. O sinal é recebido através de um pré-amplificador, localizado na base do cone de cauda da aeronave, e enviado ao sistema de compensação aeromagnética AADCII conectado ao sistema de aquisição de dados GEODAS:

Sensor: Scintrex CS-2
Resolução: 0,001 nT
Faixa: 20.000 - 95.000 nT
Montagem: *Stinger*

As leituras do magnetômetro são realizadas a cada 0,1 segundo, o que equivale, para a velocidade de 280 km/h da aeronave, a aproximadamente 7,8 m no terreno.

2.2.3. Aerogamaespectrômetro

Foi utilizado o gamaespectrômetro EXPLORANIUM, modelo GR-820, de 256 canais espectrais, onde o espectro de cada um dos cristais detectores é analisado individualmente para determinação precisa dos fotopicos de potássio, urânio e tório. Uma correção linear é aplicada individualmente a cada cristal, mantendo o espectro permanentemente alinhado. As radiações gama detectadas são somadas e as leituras reduzidas a uma única saída de 256 canais espectrais.

A correspondência entre as janelas do gamaespectrômetro e as respectivas faixas de energia é mostrada na tabela 3, abaixo:

Canal Radiométrico	Faixa de Energia (MeV)		Canais Correspondentes	
Contagem Total	0,41	2,81	34	233
Potássio	1,37	1,57	115	131
Urânio	1,66	1,86	139	155
Tório	2,41	2,81	202	233
Cósmico	3,00	∞	256	-

Tabela 3 - Faixas Energéticas do Gamaespectrômetro e os Canais Correspondentes

As leituras do gamaespectrômetro são realizadas a cada segundo, representando medições a intervalos de aproximadamente 78 m no terreno.

O sistema detector voltado para baixo (*downward looking*) é constituído por três conjuntos de cristais de iodeto de sódio (NaI) sendo dois de 1024 polegadas cúbicas e um de 512 polegadas cúbicas, totalizando 2.560 polegadas cúbicas (42 l).

O sistema detector voltado para cima (*upward looking*) é constituído por dois cristais de 256 polegadas cúbicas, totalizando 512 polegadas cúbicas (8,4 l).

O detector (*upward looking*) monitora as radiações decorrentes da influência do radônio na faixa energética do canal do urânio (1,66 a 1,86 MeV).

2.2.4. Sistema de Aquisição de Dados

O computador do sistema de aquisição de dados GEODAS é a principal unidade do sistema aeromagnético instalado a bordo da aeronave. Todos os dados adquiridos são armazenados no disco rígido e posteriormente transferidos para o disco magnético, para efeito de *back-up* e transferência dos dados para o computador de processamento.

O formato de gravação relativo aos dados de campo comporta as seguintes informações:

Taxa de Amostragem (Hz)	Parâmetro	Unidade
	Número da Linha e Rumo	-
	Número do Vôo	-
	Data e Hora	-
1	Número Fiducial	-
1	Tempo de Gravação	s
10	Fração de Segundo	.01s
10	Evento	.01s
10	Eixo X, Mag. Fluxgate	mV
10	Eixo Y, Mag. Fluxgate	mV
10	Eixo Z, Mag. Fluxgate	mV
1	Altura Barométrica	ft
1	Altura Radar	ft
10	Magnetômetro Bruto	nT
10	Magnetômetro Compensado	nT
1	Contagem Total	cps
1	Potássio	cps
1	Urânio	cps
1	Tório	cps
1	Radiação Cósmica	cps
1	Tempo GPS	s
1	Latitude/Longitude (WGS-84)	graus decimais
1	Altura GPS (acima do esferóide)	m
1	PDOP GPS	
1	Status GPS	
1	Erro GPS	

2.2.5. Sistema de Vídeo

A aeronave utiliza um sistema de vídeo comercial VHS SONY DXC-150A, constituído por uma câmara de alta definição acoplada ao gravador de cassete. Um monitor de 5" está disponível na cabine. A câmara é instalada em uma janela especialmente projetada no piso da aeronave para permitir completa visibilidade do terreno, através da lente tipo Auto Iris.

O sistema GEODAS possibilita a gravação do número do vôo, número da linha e valores das fiduciais na imagem de vídeo coletada.

2.2.6. Altímetros

A altura de vôo da aeronave foi monitorada através dos altímetros de radar e do barômetro de precisão, incluídos no sistema aerogeofísico. O radar altímetro utilizado é o Collins, modelo ALT50, que apresenta precisão de 5 pés e alcance de 2.500 pés. O barômetro é um transdutor de pressão que registra a altitude de vôo em relação ao nível do mar. O sistema utiliza barômetro Rosemount 1241M, de precisão e alcance equivalentes ao do radar altímetro.

2.2.7. Sistema de Navegação e Posicionamento

A navegação da aeronave foi efetuada por um sistema GPS, com receptor SERCEL de 10 canais. As informações de posicionamento são processadas pelo sistema de aquisição de dados GEODAS e enviadas ao computador de navegação, ficando disponíveis ao piloto através do indicador analógico e da tela do computador.

As coordenadas GPS (latitude/longitude) são armazenadas no disco rígido do sistema de aquisição de dados e transferidas ao escritório de campo para aplicação da correção diferencial via pós-processamento.

A modalidade de posicionamento diferencial é baseada na utilização de uma estação terrestre de monitoramento, mantida continuamente ligada durante os vôos, rastreando os mesmos satélites que a estação móvel detecta a bordo da aeronave.

O processo de correção diferencial utilizado empregou o *software* TRAJECTO, cujos parâmetros são obtidos a partir do receptor fixo que monitora a órbita dos satélites empregados no posicionamento.

O receptor fixo foi instalado no Hotel Macapá, Rua Francisco Azarias Neto 17, Centro, em Macapá (AP), onde foi também instalado o escritório de campo. As coordenadas fixas (WGS-84), determinadas pela estação GPS base, são as seguintes (Tabela 4):

LOCAL	LATITUDE NORTE	LONGITUDE OESTE	ALTITUDE (m)
Hotel Macapá – Macapá (AP)	00°02'07,3"	51°02'57,6"	25,4

Tabela 4 – Coordenadas da Base GPS

As coordenadas dos valores amostrados a bordo foram convertidas do sistema WGS-84 para o esferóide SAD-69 (**Cláusula contratual 1.8 do Anexo V**).

2.2.8. Magnetômetro Terrestre

Para controle diário das variações do campo magnético terrestre foi utilizado um magnetômetro portátil GEM, modelo GSM-19 de resolução de 0,1 nT e envoltória de ruídos em nível equivalente. As leituras do campo magnético total foram realizadas a intervalos de 3 segundos e armazenadas na memória do próprio equipamento.

O magnetômetro foi instalado no Aeroporto Internacional de Macapá (AP), em local de gradiente magnético suave, livres de objetos móveis e de interferência cultural.

Ao término de cada jornada de produção os arquivos contendo os dados da variação diurna eram transferidos ao computador instalado na base de campo para uso no pré-processamento. A Figura 4 mostra um exemplo do registro desse magnetômetro.

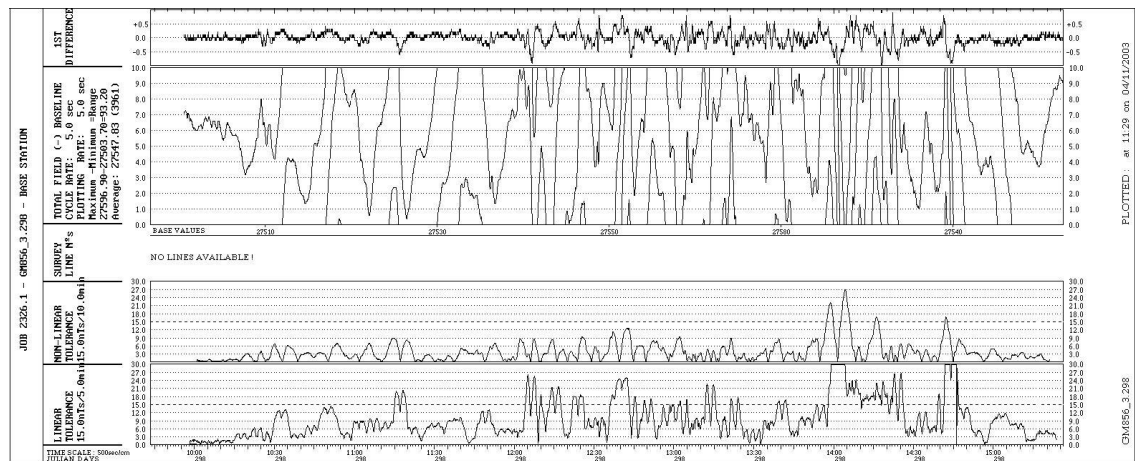


Figura 4 - Exemplo de Registro de Magnetômetro de Base

2.3 Planejamento e Mobilização

Nesta fase foram estabelecidas as diretrizes básicas para a execução de todas as etapas envolvidas na operação, quais sejam:

- Seleção da base de operações, instalada na cidade de Macapá (AP);
- Obtenção da autorização do aerolevanteamento junto ao Ministério da Defesa;
- Preparação do plano de vôo e obtenção dos materiais necessários ao levantamento;
- Ajuste dos equipamentos às especificações contratuais;
- Realização dos testes pré-levantamento previstos contratualmente.

O levantamento recebeu do Ministério da Defesa a autorização N° 120, de 15.09.2004.

2.3.1. Elaboração do Plano de Vôo

Para a cobertura completa da área relativa ao Projeto Aerogeofísico Rio Araguari foram programadas 422 linhas de vôo e 15 linhas de controle, totalizando 24101,7 km de perfis geofísicos, conforme a Tabela 5 a seguir. A figura 5 apresenta o arranjo das linhas distribuídas sobre a poligonal envoltória da área, bem como sobre o corte padrão das folhas na escala 1:50.000.

Área (km²)	Total de Linhas de Vôo (km)	Total de Linhas de Controle (km)	Total (Linhas de Vôo+Controle) km
10.872	22.925,3	1.176,4	24.101,7

Tabela 5 - Quilometragem Produzida e Área Levantada

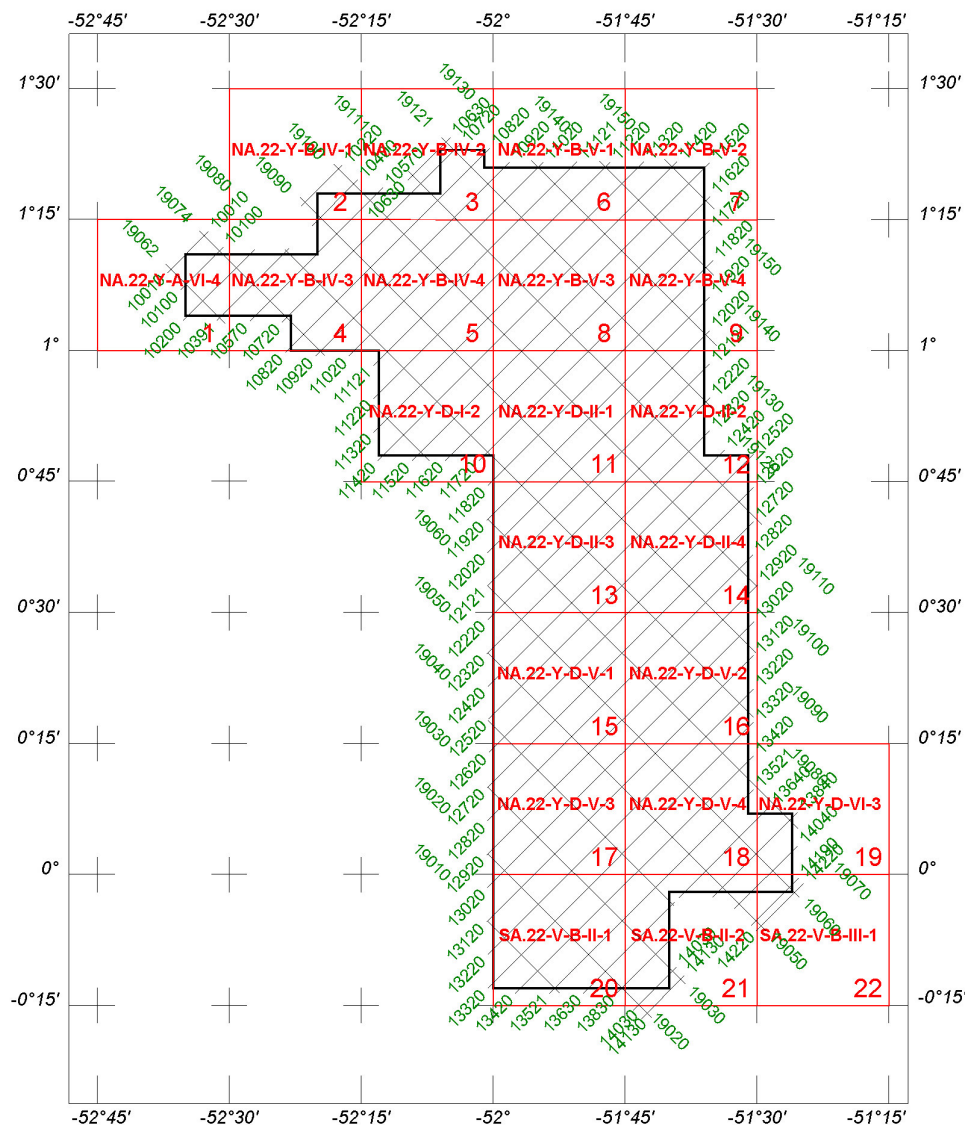


Figura 5 – Mapa das Linhas de Vôo

2.3.2. Estatística das Operações

O Projeto Aerogeofísico Rio Araguari foi executado em 32 dias, consumindo 209,77 horas de vôo produtivo para a aquisição dos dados. A Tabela 6 e o gráfico da Figura 6 a seguir mostram a estatística obtida durante a fase de aquisição dos dados.

Item	Indicadores do Levantamento	Nº Dias	%
1	Produção	24	75.00%
2	Meteorologia	0	0.00%
3	Manutenção de Aeronave	7	21.90%
4	Tempestade Magnética	0	0.00%
5	Falha de Equipamento	0	0.00%
6	Testes Contratuais	1	3.10%
7	Outros	0	0.00%
	Total	32	100.00%

Tabela 6 - Estatística das Operações

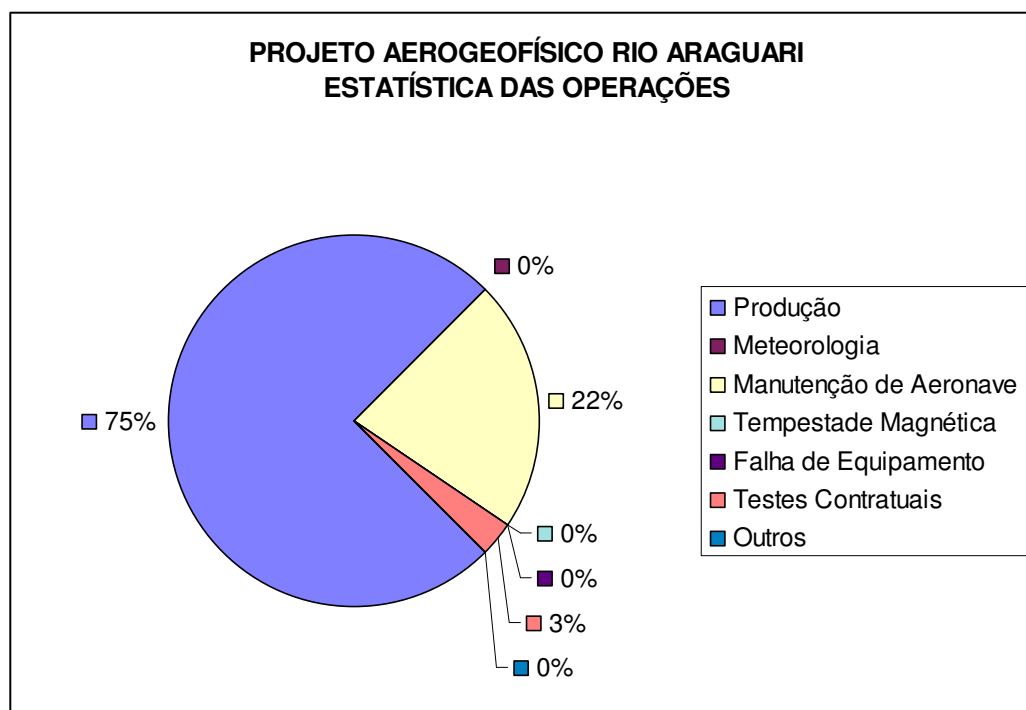


Figura 6 - Gráfico da Estatística das Operações

2.3.3. Mapa do Projeto de Vôo

O mapa do projeto de vôo foi obtido analiticamente, sendo determinadas, por cálculo, as coordenadas UTM do início e fim de cada linha de vôo e de controle, considerando-se os espaçamentos de 500 m para as linhas de vôo e 10.000 m para as linhas de controle.

As coordenadas dos limites da área, assim como dos extremos dos perfis, foram convertidas do sistema WGS-84 para SAD-69, cujos parâmetros são os seguintes:

$$dX = 66,87 \text{ m}; dY = -4,37 \text{ m}; dZ = 38,52 \text{ m}.$$

2.3.4. Testes dos Equipamentos

a) Teste Altimétrico

Teste conduzido antes do início das operações para calibração do radar altímetro a bordo da aeronave. Neste teste a aeronave realiza passagens consecutivas sobre uma base de altitude conhecida (pista do aeroporto de Macapá, altitude 45,3 m) voando nas alturas de 330 pés e de 400 até 800 pés, com incrementos de 100 pés, tendo como referência as leituras fornecidas pelo barômetro nas passagens sobre a pista. Antes da decolagem o piloto ajusta a indicação da pressão barométrica na cabine da aeronave para aferição do altímetro barométrico. Os resultados deste teste encontram-se no Anexo II-a.

b) Compensação Magnética Dinâmica

A base da compensação é a eliminação do ruído induzido pelo movimento da aeronave nas medições do campo magnético terrestre realizadas a bordo. Este ruído é proveniente da complexa assinatura magnética tridimensional da plataforma que, com a mudança de atitude em relação ao vetor campo magnético terrestre, altera a intensidade deste. O ruído é proveniente das magnetizações permanentes, induzidas e dos efeitos da corrente de Eddy da plataforma, acrescidos dos efeitos de orientação do sensor propriamente.

O procedimento de compensação consiste na determinação de quatro conjuntos de coeficientes, cada qual determinado para uma das direções de vôo no levantamento.

Os efeitos produzidos em cada uma das direções de vôo são medidos pelo magnetômetro *fluxgate* (Billingsley), instalado no *stinger* da aeronave e usado para medir o acoplamento dos três eixos com o *background* do campo magnético na região. O sensor *fluxgate* é muito sensível às mudanças de atitude sendo usado para monitorar acuradamente os efeitos decorrentes de tais mudanças. A resposta de frequência e amostragem do módulo utilizado para medir os sinais do *fluxgate* é equivalente ao do módulo de processamento do sensor de vapor de césio do magnetômetro da aeronave, havendo, portanto, perfeita sincronia dos eventos nos dois sistemas.

As séries de movimentos, envolvendo as manobras do tipo *roll*, *pitch* e *yaw*, são conduzidas para cada uma das direções de vôo do levantamento, com o objetivo de variar o acoplamento *fluxgate*/vetor campo, e acumular medições ao longo das diferentes manobras e direções. Estes dados são então processados com técnicas de regressão para determinar um conjunto de coeficientes de compensação do sistema.

Quando o algoritmo de compensação é inicializado com os novos coeficientes introduzidos, seja em tempo real ou via pós-processamento, resultam nos dados magnéticos compensados.

O sistema AADCII possui em sua programação *software* especialmente desenvolvido para efetuar os cálculos da compensação magnética *on line*, ou seja, o sistema recebe os dados enviados pelo magnetômetro *fluxgate* durante as manobras de *roll*, *pitch* e *yaw*, armazena a equação com a melhor solução de compensação aplicando estes coeficientes obtidos em X, Y e Z ao valor do campo magnético bruto produzindo, então, o campo magnético compensado, livre dos efeitos de “manobras” que venham a interferir na medida do campo magnético.

c) Determinação dos Coeficientes de Compensação Magnética

As manobras de compensação são conduzidas a altitude de 10.000 pés, em uma área de gradiente magnético suave. Os movimentos *Pitch*, *Roll* e *Yaw* regulam segundo ângulos de 10° a 12° e duração de 30 segundos cada. Cada conjunto de manobras obedece às diferentes direções dos perfis do projeto, assim como ângulos intermediários da ordem de 15 graus em torno daquela direção, de modo que sejam efetuadas pelo menos três conjuntos de manobras para cada rumo.

O cálculo dos coeficientes é obtido através do programa implantado no computador Pentium instalado no escritório de campo.

Para avaliação da qualidade da compensação magnética da aeronave foram realizados os testes do tipo Manobras, antes do início das operações (o desempenho do sistema aeromagnético, determinado pela soma das amplitudes pico a pico dos doze registros, não poderá exceder a 2 nT após a correção da variação diurna). O resultado obtido está resumido na Tabela 7 a seguir e o resultado completo pode ser consultado no Anexo II-b.

VÔO No. 001	DATA:		BASE: Macapá (AP)		
LINHA	AZIMUTE	ROLL (nT)	PITCH (nT)	YAW (nT)	TOTAL (nT)
NW	315°	0,06	0,10	0,05	0,21
NE	45°	0,07	0,13	0,07	0,27
SE	135°	0,04	0,10	0,07	0,21
SW	225°	0,08	0,12	0,06	0,26
Somatório					0,95

Tabela 7 – Teste Manobras (24.09.2004)

d) Teste com Amostras Radioativas no Solo

Com vistas a controlar o comportamento do desempenho do sistema gamaespectrométrico dos cristais voltados para baixo, testes com amostras de mão de urânio e tório são realizados antes do início e após os vôos operacionais. As amostras são colocadas sobre o mesmo local, próximo aos cristais detectores, com a aeronave estacionada no mesmo local. A Tabela 8 apresenta os resultados desses testes.

TESTE COM AMOSTRAS RADIOATIVAS NO SOLO (cps)					
DATA	VÔO	URÂNIO (U)		TÓRIO (Th)	
		INÍCIO	FIM	INÍCIO	FIM
25.09.04	2/3	309,095	310,093	171,237	173,714
26.09.04	4	308,663	312,489	175,833	173,596
27.09.04	5	312,235	298,472	172,802	170,037
28.09.04	6	314,459	299,782	173,760	172,698
29.09.04	7	313,224	307,062	168,627	168,737
30.09.04	8	312,156	305,685	171,416	177,532
01.10.04	9	312,329	315,953	176,331	175,104
02.10.04	10	314,173	307,014	174,276	171,926
03.10.04	11	304,763	307,746	170,295	173,400
04.10.04	12	304,683	304,640	174,064	169,371
06.10.04	13	303,198	311,879	174,171	171,448
07.10.04	14	311,390	301,962	176,706	172,005
08.10.04	15/16	305,805	301,843	171,905	169,115
09.10.04	17/18	313,113	311,810	172,975	173,174
10.10.04	19/20	298,017	306,321	172,858	177,625
11.10.04	21	307,541	310,570	172,573	168,718
13.10.04	22/23	314,183	314,204	172,689	175,584
14.10.04	24/25	300,008	302,635	173,275	175,564
15.10.04	26/27	306,643	306,625	176,076	173,455
16.10.04	28	306,450	303,328	173,564	171,657
22.10.04	30	310,856	305,011	170,025	172,089
23.10.04	31/32	312,449	309,364	173,771	175,280
24.10.04	33	305,414	307,309	173,206	172,095
25.10.04	34	303,690	305,145	175,099	174,407

Tabela 8 – Testes Diários com Amostras Radioativas no Solo

e) Teste de Repetibilidade Radioativa

Estes testes foram realizados diariamente com a finalidade de verificar a repetibilidade e a consistência das medições dos equipamentos geofísicos, tendo sido registrados na forma digital e analógica.

Consistem na perfilagem sobre um mesmo segmento de linha, no início e no fim de cada vôo, com extensão mínima de 5 km, ao longo das pistas de pouso dos aeroportos utilizados para as operações, na altura do levantamento (100 m).

Para efeito de avaliação foram comparados os perfis magnetométricos e radiométricos entre os testes iniciais e finais de cada vôo.

Os valores médios em cps, obtidos em cada canal radiométrico estão relacionados na Tabela 9, a seguir.

TESTE DE REPETIBILIDADE RADIOATIVA (LOW LEVEL) = 100 m									
DATA	VÔO	CONTAGEM TOTAL		POTÁSSIO (K)		URÂNIO (U)		TÓRIO (Th)	
		INÍCIO	FIM	INÍCIO	FIM	INÍCIO	FIM	INÍCIO	FIM
25.09.04	2	1875,290	1853,140	93,090	91,770	66,480	64,550	104,140	105,630
25.09.04	3	-	1868,650	-	94,580	-	63,250	-	106,060
26.09.04	4	1825,390	1785,960	89,120	89,090	64,630	62,530	102,240	103,290
27.09.04	5	1751,490	1822,190	89,210	89,180	63,250	66,160	96,790	103,540
28.09.04	6	1874,090	1688,640	92,890	82,410	67,660	57,060	102,090	101,320
29.09.04	7	1926,780	1783,720	97,530	87,990	70,840	59,460	104,540	102,350
30.09.04	8	1863,870	1695,980	91,920	81,470	66,970	57,670	99,810	97,940
1.10.04	9	1786,290	1832,620	87,120	87,730	62,630	63,890	102,840	106,190
2.10.04	10	1864,860	1671,170	93,200	82,790	65,930	54,040	100,910	98,210
3.10.04	11	1840,100	1709,890	89,980	81,320	65,650	55,810	102,980	101,730
4.10.04	12	1861,040	1656,350	90,890	81,640	65,920	52,870	104,590	99,220
6.10.04	13	1828,890	1822,360	89,500	86,860	63,570	62,510	104,090	102,930
7.10.04	14	1790,070	1782,900	86,800	90,470	61,380	61,410	103,110	97,880
8.10.04	15	1879,230	1736,830	93,550	83,590	65,040	59,300	105,820	100,590
8.10.04	16	-	1768,170	-	86,880	-	60,160	-	101,370
9.10.04	17	1856,520	1696,680	93,090	84,470	67,560	57,120	103,220	99,210
9.10.04	18	-	1862,620	-	90,760	-	60,470	-	98,750
10.10.04	19	1772,540	1774,790	87,650	88,250	58,550	62,050	99,120	99,620
10.10.04	20	-	1739,390	-	85,040	-	60,920	-	100,240
11.10.04	21	1870,750	1765,460	93,100	87,970	66,210	57,890	101,430	104,450
13.10.04	22	1792,350	1799,160	87,220	88,820	64,820	59,460	100,680	103,120
13.10.04	23	-	1758,710	-	90,000	-	60,380	-	99,840
14.10.04	24	1922,620	1896,440	94,670	92,180	69,370	65,630	102,610	108,430
14.10.04	25	-	1677,440	-	83,090	-	56,370	-	93,530
15.10.04	26	1828,180	1732,130	91,370	85,680	61,240	60,250	102,250	96,890
15.10.04	27	-	1826,020	-	87,770	-	63,390	-	103,780
16.10.04	28	1857,410	1777,320	91,110	87,690	64,890	60,900	103,220	101,420
22.10.04	30	1771,580	1772,270	85,220	87,820	61,950	61,410	101,050	99,670
23.10.04	31/32	1899,280	1797,660	94,560	86,680	67,800	60,600	99,990	103,060
24.10.04	33	1836,390	1706,560	90,460	82,270	63,720	55,040	102,950	102,800
25.10.04	34	1730,070	1750,820	86,220	86,510	61,020	60,510	97,090	99,090

Tabela 9 – Testes Diários de Repetibilidades Radioativas

2.3.5. Cálculo da Resolução dos Cristais Detectores (*downward e upward*)

A resolução é a medida da precisão da energia dos raios gama registrados pelo gamaespectrômetro, a qual é representada pelo cálculo matemático em relação a um elemento radioativo de referência.

Para os atuais gamaespectrômetros auto-estabilizados, costuma-se usar o espectro do tório (^{208}Tl) para calcular a resolução dos “cristais detectores voltados para baixo” (*downward looking*), tanto para os cristais individuais (256 pol³) quanto para os “pacotes” ou “caixas” de 1024 pol³ cada, bem como o espectro do césio (^{137}Cs) para calcular a resolução dos “cristais detectores voltados para cima” (*upward looking*), tanto para os cristais individuais (256 pol³) quanto para o “pacote” ou “caixa” de 512 pol³ no caso deste projeto.

O procedimento para medir a resolução consiste em determinar as amplitudes a partir do fotopico do tório ou do céσιο, respectivamente. A largura do pico (medida como número de canais) na metade da amplitude máxima pode ser determinada. Esta largura é definida como *full width at half maximum* ou *FWHM*. A resolução é calculada (Grasty & Minty, 1995) como a seguir:

$$R(\%) = 100 \times FWHM \text{ (canais)} / \text{canal do fotopico}$$

A resolução também pode ser obtida a partir dos referidos elementos, porém utilizando o cálculo a partir das faixas de energia do espectro ao invés do número de canais, conforme a equação a seguir (IAEA, 2003):

$$R(\%) = 100 \times FWHM \text{ (energia)} / \text{energia do fotopico}$$

A resolução calculada a partir do tório deve ser menor que 7% e a resolução a partir do céσιο deve ser menor que 12%.

O monitoramento da resolução do cristal e do tubo fotomultiplicador é o melhor procedimento para se manter o controle de qualidade e detectar qualquer tipo de deterioração do sistema gamaespectrométrico.

A resolução obtida para os três pacotes de cristais detectores *downward looking* (2.560 pol³) foi de 5,1% (<7%) e para os cristais detectores *upward looking* (512 pol³) foi obtido o valor de 9,3% (<12%), sendo portanto estes testes aprovados. Os resultados dos testes de resolução encontram-se no Anexo I-a.

2.3.6. Calibração dos Detectores *Downward Looking*

Foram realizados testes gamaespectrométricos específicos objetivando a calibração do sistema detector da aeronave. Essas calibrações obedeceram a duas etapas distintas, quais sejam:

- Calibração estática - Realizada antes do início da etapa de aquisição de dados no Aeroporto de Jacarepaguá (RJ) no mês de junho de 2004. Após a determinação e aprovação dos cálculos da resolução dos cristais detectores *down* e *up* são realizados os testes que visam a determinação dos coeficientes de espalhamento Compton do sistema detector. Para tal, 4 (quatro) tanques de calibração portáteis, constituídos por blocos de concreto com resposta radiométrica para os elementos potássio (⁴⁰K), urânio (²³⁸U), tório (²³²Th) e *background* são empregados. As concentrações dos tanques de calibração portáteis utilizadas, de propriedade da LASA ENGENHARIA E PROSPECÇÕES S/A., estão indicadas na Tabela 10:

FONTE PADRÃO	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)
<i>Background</i>	1,41 +/- 0,01	0,97 +/- 0,03	2,26 +/- 0,10
Potássio	8,71 +/- 0,09	0,32 +/- 0,02	0,74 +/- 0,10
Urânio	1,34 +/- 0,02	52,9 +/- 1,00	3,40 +/- 0,14
Tório	1,34 +/- 0,02	2,96 +/- 0,06	136,0 +/- 2,10

Tabela 10 - Concentração dos Tanques de Calibração Portáteis

Para a determinação dos coeficientes de espalhamento *Compton*, a aeronave foi estacionada sobre os tanques de calibração portáteis que foram seqüencialmente posicionados sob cada pacote detector, aí permanecendo por 10 minutos para acumulação de dados na seguinte ordem: *background*, Th, U, K e *background*. Os dados acumulados foram processados pelo programa PADWIN, fornecido pelo fabricante dos tanques calibradores (EXPLORANIUM), resultando nos valores dos coeficientes Compton para cada pacote de detectores de 1.024 polegadas³ e para o total 2.560 polegadas³. Os valores encontrados para os coeficientes de espalhamento Compton estão resumidos na Tabela 11. O Anexo I-b, no final deste relatório, apresenta os resultados dessa calibração.

COEFICIENTE	VALOR	
α	0,2581	+/- 0,0041
β	0,3955	+/- 0,0084
γ	0,7572	+/- 0,0126
a	0,0618	+/- 0,0069
b	0,0025	+/- 0,0040
g	0,0098	+/- 0,0029

Tabela 11 - Coeficientes de Espalhamento *Compton*

- Calibração dinâmica - Realizada antes do início da etapa de aquisição com vistas à determinação dos *backgrounds* da aeronave e cósmico (*cosmic flight*), e identificação dos coeficientes de sensibilidade do detector, com o levantamento de um perfil situado em zona radiometricamente conhecida (*dynamic calibration range - DCR*) na altura nominal do levantamento (100 m), bem como a várias alturas com vistas à correção altimétrica. Os referidos testes são comentados a seguir:

a) Vôo Cósmico (*Cosmic Flight*)

A partir da fórmula da IAEA, 1991, tem-se:

$$N = a + bC, \text{ onde:}$$

N é a contagem (em cps) em determinada janela;

a é o *background* (em cps) da aeronave em determinada janela;

b é a razão entre a contagem em determinada janela e a contagem no canal cósmico;

C é a contagem na janela cósmica;

O vôo cósmico envolveu o recobrimento de perfis sobre o mar, em área distante da costa do Rio de Janeiro cerca de 20 km, voando nas altitudes de 5000, 7000, 9000, 10000, 11000, 13000, 14000 e 15000 pés, com duração de 15 minutos cada.

A Tabela 12, a seguir, apresenta o resultado obtido pela aeronave no vôo cósmico. A apresentação dos resultados na forma de gráficos encontra-se no Anexo I-c, no final deste relatório.

Altitude (m)	Cósmico (cps)	U (cps)	K (cps)	Th (cps)	Uup (cps)	CT (cps)
1614,6	287,0	15,5	29,6	13,6	3,9	1139,7
2249,8	375,0	15,2	30,7	16,1	4,0	1151,1
2729,4	466,0	16,5	32,9	19,1	4,4	1187,8
3186,0	576,0	19,8	36,5	22,9	5,1	1258,1
3460,1	671,0	22,6	40,7	26,0	6,0	1328,0
3832,3	776,0	25,5	44,2	29,9	6,6	1397,0
4145,2	895,0	29,3	48,4	34,1	7,4	1469,4
4455,9	1030,0	32,7	52,3	38,6	8,0	1539,4

Coefficiente	C. Total	K	U	Th	U up
<i>a</i> (cps)	898,42	16,810	3,3535	3,3953	1,6958
<i>b</i>	0,6319	0,0349	0,0287	0,0341	0,0062

Tabela 12 - *Background* da Aeronave e *Cosmic Stripping Ratios*

b) Pista de Calibração Dinâmica (*Dynamic Calibration Range - DCR*):

Este teste envolve uma série de passagens consecutivas sobre a pista de calibração dinâmica definida pela CPRM em Maricá (RJ), com passagens sucessivas nas alturas de 330, 400, 500, 600, 700 e 800 pés e duas passagens adicionais a 330 pés, correspondente à altura padrão do levantamento (100 m). Na seqüência dos perfis também são realizadas passagens sobre o Oceano Atlântico na mesma altura de vôo observada sobre a pista de calibração dinâmica, com vistas à determinação do *background*.

A calibração dinâmica tem por finalidade a correlação entre as medições feitas em terra (com intervalos de 50 m entre estações, com emprego de gamaespectrômetro portátil Exploranium Modelo GR-320), com as leituras registradas pelo sistema detector da aeronave na altura de 100 m (cerca de 330 pés), permitindo a conversão das contagens obtidas a bordo (em cps) para concentrações de potássio, urânio, tório e contagem total no solo. A sensibilidade do sistema gamaespectrométrico é definida como a razão entre a média dos valores aéreos, medidos na altura nominal do levantamento (100 m), em cps, para os canais de contagem total, K, U e Th, e a média dos valores das estações terrestres (em concentração) para os canais de contagem total, K, eU e eTh (Anexo I-c).

As passagens em várias alturas permitem ainda a determinação dos coeficientes de atenuação atmosférica (μ) do sistema detector da aeronave, os quais são utilizados para a correção altimétrica (Anexo I-f).

2.3.7. Calibração dos Detectores *Upward Looking*

A calibração dos detectores aerogamaespectrométricos voltados para cima tem por finalidade estabelecer a relação entre as contagens observadas nos canais de contagem total, potássio, urânio e tório, medidas nos detectores normais da aeronave, com aquelas registradas pelo detector *upward*, resultantes da presença de radônio disperso no ar. Tal

relação se expressa por um conjunto de coeficientes obtidos a partir de dados de vôos realizados sobre a água, ou a altura elevada, onde não exista qualquer influência de radiações provenientes do solo. Para tanto, foram utilizados os dados dos testes *high level*, ou *background*, onde são registrados perfis diários na altura de 2.500 pés (Anexo I-d).

Outro procedimento associado ao processo de calibração do detector *upward looking* envolve a determinação dos coeficientes *skyshine*. Como tal determinação não prevê a realização de testes específicos, o método utilizado está descrito apenas no Capítulo 3.

2.4 Compilação de Dados

Ao término de cada jornada de produção as informações coletadas eram submetidas ao processamento preliminar, consistindo no seguinte:

- a) Transferência das leituras do magnetômetro terrestre para o computador de campo para processamento da variação diurna de acordo com o gradiente fixado no contrato, qual seja: 20 nT/ 5 min;
- b) Leitura dos arquivos dos vôos das aeronaves e transferência dos dados coletados para o computador de campo, para fins de verificação da qualidade da gravação e análise dos perfis coletados, no que se refere a desvios na altura de vôo, envoltória de ruídos e desvios de navegação, estabelecidos, respectivamente, em: 15 m para mais ou para menos, 0,5 nT e 100 m em relação à linha teórica;
- c) Geração das plotagens dos traços das linhas de vôo e de controle, corrigidos diferencialmente, em superposição ao plano de vôo para identificação dos possíveis trechos desviados em mais de 20% do espaçamento teórico (100 m) por mais de 1000 m;
- d) Verificação da qualidade da gravação, em vídeo, do trajeto percorrido pela aeronave;

Para o controle da produção, acompanhamento dos trabalhos, plotagem, listagem de dados, compilação dos registros e demais controles foi montado, no escritório de campo, um conjunto de equipamentos de processamento de dados, consistindo em:

- Microcomputadores PC Pentium;
- Impressora;
- Sistema de TV/Vídeo VHS.

2.5 Equipe Técnica na Base de Operações

Participaram do levantamento na fase de aquisição de dados os seguintes técnicos:

Marcio Vieira Marques	- Chefe de Equipe / Geofísico
Antônio Cavalcante	- Piloto
Antônio Pedro da Corte	- Piloto
Carlos Alberto Silva	- Operador
Eliziário Ozias	- Mecânico

3. PROCESSAMENTO DE DADOS

3.1 Fluxo de Processamento

No processamento de dados do Projeto Aerogeofísico Rio Araguari foi empregada a versão OASIS MONTAJ 5.1.8 do sistema GEOSOFT, além das rotinas de pré-processamento proprietárias, que permitem a exportação do dado binário coletado em vôo, para formato ASCII XYZ GEOSOFT. A Figura 7, no final do capítulo, mostra o fluxo de processamento utilizado para o levantamento.

3.1.1 Preparação do Banco de Dados do Levantamento

Os dados brutos gravados em formato binário na aeronave são convertidos para ASCII e regravados em formato .XYZ GEOSOFT. A partir destes arquivos é, então, gerado o banco de dados OASIS MONTAJ, onde estão agrupadas informações de posicionamento corrigidas e todos os demais canais de informação registrados a bordo da aeronave, quais sejam: intensidade total do campo magnético, valores dos canais radiométricos, altura e altitude de vôo, temperatura, etc.

Preparado o banco de dados do tipo .XYZ, onde Z corresponde a uma das variáveis medidas a bordo da aeronave e XY as coordenadas UTM do ponto em que a medida foi tomada, o processamento é então iniciado com a correção dos dados magnetométricos e radiométricos propriamente.

3.1.2 Processamento dos Dados Magnetométricos

3.1.2.1 Remoção da Variação Magnética Diurna

Os valores obtidos pelo magnetômetro monitor foram inicialmente subtraídos do nível base, definido em 27.494 nT. As diferenças encontradas, positivas ou negativas, foram, então, somadas algebricamente às leituras do campo magnético realizadas a bordo da aeronave, tendo como variável comum a hora de amostragem, fixada com precisão de décimos de segundo. Os valores resultantes correspondem à intensidade total do campo magnético corrigido da variação diurna.

3.1.2.2 Correção do Erro de Paralaxe

O erro de paralaxe corresponde à defasagem nos tempos de medição do magnetômetro e altímetros com o sistema de posicionamento. Assim, o erro de paralaxe é determinado a partir de duas linhas voadas em sentidos opostos sobre uma mesma feição magnética reconhecida no terreno. A correção a ser aplicada corresponde ao valor somado ou subtraído do tempo de amostragem de modo a que as duas feições se tornem coincidentes.

A fórmula utilizada é a seguinte:

$$F_c = F_r - I_p, \text{ onde}$$

F_c = Fiducial corrigida do erro paralaxe,

F_r = Fiducial para a leitura registrada,

I_p = Paralaxe instrumental.

A correção aplicada a todas as amostras coletadas pela aeronave PT-FZN correspondeu a 0,4 segundo.

3.1.2.3 Nivelamento dos Perfis

A aplicação do nivelamento através da versão OASIS MONTAJ 5.1.8 do sistema GEOSOFT consiste, basicamente, no ajuste das linhas de controle com base na média das diferenças (ou diferença de 1ª ordem) com as linhas de vôo. Este procedimento assume que tais diferenças estão distribuídas de forma aleatória, de forma que um *trend* de no máximo 1ª ordem define o desnível entre as linhas de vôo e controle.

O procedimento compreende duas etapas distintas, conforme a seguir:

1º - As linhas de controle são niveladas por aplicação de valores que reduzam as diferenças com as linhas de vôo a valores mínimos. Este procedimento assume que existem cruzamentos suficientes para modelar adequadamente as diferenças de nível entre as linhas de controle;

2º - Após o nivelamento das linhas de controle, todas as linhas de vôo são ajustadas às linhas de controle, de forma que os valores do campo magnético encontrados nos seus cruzamentos sejam equivalentes.

Nesta fase é criada uma Tabela de Interseções que contém as diferenças entre as linhas de controle niveladas e as linhas de vôo nos pontos de cruzamento. Tal procedimento é conduzido pelo comando XLEVEL GX. Estes valores são armazenados no banco de dados e utilizados no cálculo das correções a serem aplicadas às linhas de vôo. Os cruzamentos onde o gradiente magnético excedeu a 0,5 nT/fiducial (0,006 nT/m) foram descartados pelo programa. Com base neste gradiente, o programa ainda analisou as interseções quanto à sua aplicabilidade, atribuindo peso mais alto quanto mais alto fosse o gradiente. Deste modo, uma interseção situada em zona de forte gradiente magnético teve pouca ou nenhuma influência no nivelamento.

O OASIS MONTAJ permitiu ainda o exame visual da Tabela de Interseções, possibilitando sua edição manual quando necessário. Por exemplo, a linha nivelada pode ser comparada à sua versão obtida em diferentes estágios do processo.

3.1.2.4 Micronivelamento dos Perfis

Os dados do levantamento foram ainda micronivelados para eliminação de qualquer resíduo de “desnivelamento” que tenha permanecido nos dados. O processo envolveu a geração de dois *grids* auxiliares, resultantes da aplicação do filtro passa-alta tipo Butterworth (comprimento de onda da ordem de 4 vezes o espaçamento das linhas de

vôo), atuando na direção das linhas de vôo e perpendicularmente a elas, seguindo-se, então, a criação de um *grid* final decorrugado, que resultará do somatório dos *grids* produzidos em etapas distintas. Este último, subtraído de um *grid* normal irá, por sua vez, expressar o erro de nivelamento a ser subtraído aos dados pré-nivelados conforme o procedimento inicial acima.

O campo magnético total corrigido para cada um dos pontos amostrados foi obtido pela subtração, ao campo total micronivelado, do valor do IGRF calculado para o ponto. Os valores resultantes são os valores anômalos do campo.

3.1.2.5 Remoção do IGRF

A remoção do Campo Geomagnético Internacional de Referência (IGRF) obedeceu à rotina incluída no Sistema OASIS MONTAJ que consiste, basicamente, na definição da superfície de tendência que expressa o comportamento do campo geomagnético internacional na área do projeto.

Esta superfície foi definida com base no valor do IGRF, calculado na altitude média da região do levantamento (400 m), referidos ao ano de 2000 e atualizados para a data de 10/10/2004 (2004,78).

3.1.3 Processamento dos Dados Radiométricos

O processamento dos dados gamaespectrométricos obedeceu aos procedimentos recomendados na Seção 4 do Relatório Técnico, Número de Série 323, da Agência Internacional de Energia Atômica, intitulado *Airborne gamma ray spectrometer surveying*. Foi empregada a rotina contida no sistema de processamento radiométrico OASIS-RPS da GEOSOFT.

3.1.3.1 Correção do Tempo Morto

A correção do “tempo morto” consiste na divisão das contagens dos canais radiométricos pelo valor do *live time* registrado pelo aparelho, normalizando, assim, os valores brutos dos canais da contagem total, potássio, urânio, tório e urânio *upward* para contagens por segundo.

3.1.3.2 Aplicação de Filtragem

Este processo se aplica somente aos dados afetados por variações de alta frequência, quais sejam: dados do radar altímetro, do canal de radiação cósmica e do canal de urânio *up*, utilizado no cálculo da influência do radônio nas medições realizadas.

Dependendo do comportamento dos dados são aplicados dois tipos de filtragem:

- Filtragem não linear permite a remoção de *spikes* nos dados e a compensação de variações abruptas do radar altímetro;
- Filtragem do tipo passa-baixa reduz o erro estatístico nos dados da radiação cósmica, suaviza o comportamento do radônio. Opcionalmente, é aplicado aos demais canais radiométricos com objetivos específicos, como o cálculo das razões radiométricas.

3.1.3.3 Correção do Erro de Paralaxe

O erro de paralaxe não foi observado nos dados radiométricos, não sendo, assim, necessário sua aplicação.

3.1.3.4 Cálculo da Altura Efetiva (h_e) de Vôo

A altura de vôo foi ajustada com base na temperatura e pressão ambientais utilizando-se da fórmula (IAEA, 2003):

$$h_e = h (273,15/T+273,15) \times (P/1013,25), \text{ sendo:}$$

h - altura de vôo medida pelo radar altímetro em metros,

T - temperatura do ar medida em °C,

P - pressão atmosférica em milibar.

A pressão atmosférica é obtida a partir da altitude medida pelo altímetro barométrico.

3.1.3.5 Remoção do *Background* da Aeronave e Cósmico

O *background* é obtido através do somatório das contribuições do *background* da aeronave e da radiação cósmica em cada uma das janelas do gamaespectrômetro.

O cálculo das contribuições da aeronave e da radiação cósmica é conduzido através da fórmula (IAEA, 1991):

$$N = a + bC, \text{ onde:}$$

N - somatório das duas contribuições (em cps),

a - *background* da aeronave em cada janela do gamaespectrômetro,

C - canal de radiação cósmica,

b - razão entre a contagem em determinada janela e a contagem no canal cósmico.

Os coeficientes aplicados aos dados (Tabela 12 – *Background* da Aeronave e *Cosmic Stripping Ratios*, item 2.3.6) foram aqueles definidos pelo vôo cósmico sobre o mar, em área distante da costa do Rio de Janeiro, cujos gráficos estão indicados no Anexo I-c.

3.1.3.6 Remoção do *Background* do Radônio

O efeito do *background* do radônio, por sua vez, é determinado a partir das medições realizadas na janela do urânio pelo detector *upward looking*. A expressão que define a parcela de radônio influenciando no canal do urânio é a seguinte (IAEA, 1991):

$$U_r = (u - a_1U - a_2Th) + (a_2b_t - b_u) / (a_u - a_1 - a_2a_t), \text{ onde:}$$

U_r - *background* do radônio medido no canal *downward* do urânio,

u - contagem medida no canal *upward* do urânio,

U - contagem medida no canal *downward* do urânio,

Th - contagem medida no canal *downward* do tório,

a₁, a₂, a_u, a_t, b_u, b_t - coeficientes de proporcionalidade, sendo que **b_u** e **b_t** são zerados e **a₁** e **a₂** os coeficientes *skyshine*.

As contagens relativas ao urânio, tório e urânio *up* devem ser corrigidas previamente dos efeitos dos *backgrounds* da aeronave e cósmico.

A relação entre as contagens atribuídas ao radônio observadas na janela do urânio, com as demais janelas de canais *downward*, detectadas nos cristais voltados para baixo, pode ser determinada através de regressão linear aplicada sobre um conjunto de dados que reflita as variações decorrentes da presença de radônio nos dados.

O procedimento de cálculo dos coeficientes que expressam a relação entre os detectores (*upward* e *downward*) utiliza as seguintes fórmulas (IAEA, 1991):

- $u_r = a_u U_r + b_u$,
- $K_r = a_k U_r + b_k$,
- $T_r = a_t U_r + b_t$,
- $TC_r = a_{tc} U_r + b_{tc}$, onde:

u_r é a componente do radônio no urânio *up*, **U_r**, **K_r**, **T_r** e **TC_r** são as contribuições do radônio nas demais janelas associadas ao detector *downward*. Se os componentes dos *backgrounds* da aeronave e cósmico são perfeitamente removidos, as constantes “b’s” (**b_u**, **b_k**, **b_t** e **b_{tc}**) devem ser zeradas (IAEA, 1991, p. 27).

No cálculo dos coeficientes **a_{tc}**, **a_k**, **a_u** e **a_t** (Tabela 13) foram utilizados os valores calculados a partir dos testes de *high level*. Os gráficos correspondentes a estes cálculos encontram-se no Anexo I-d.

CANAL	COEFICIENTE	VALOR OBTIDO
Contagem Total	a_{tc}	13,308
Potássio	a_k	0,7838
Urânio <i>up</i>	a_u	0,1932
Tório	a_t	0,0378

Tabela 13 - Constantes de Calibração do Radônio

3.1.3.7 Estimativa dos Coeficientes *Skyshine* (a₁ e a₂)

Estes coeficientes relacionam a contribuição das radiações de urânio e tório provenientes do terreno que influenciam as contagens do urânio no detector *upward*. Admitindo-se que tais contribuições variem linearmente com as contagens destas mesmas radiações nas janelas de urânio e tório, nos detectores voltados para baixo, a estimativa destes coeficientes emprega a expressão geral:

$$u_g = a_1 U_g + a_2 T_g, \text{ onde:}$$

u_g - contribuição do solo na janela do urânio *up*;

U_g - contribuição do solo na janela do urânio *down*;

T_g - contribuição do solo na janela do tório;

a_1 e a_2 - constantes de calibração requeridas.

Para estimativa dos coeficientes *skyshine* será adotado para o projeto o procedimento simplificado recomendado pelo Dr. Robert Grasty (Grasty & Hovgaard, 1996). Este procedimento emprega a totalidade dos dados dos canais de urânio *up* e *down* do levantamento, para obtenção de a_1 , assumindo que o valor de a_2 é igual a zero, qual seja:

$$a_1 = (\sum u_n - u_{n+m}) / (\sum U_n - U_{n+m}), \text{ sendo:}$$

n e $n+m$ os índices de amostras subseqüentes, associadas aos canais de urânio *up* (u) e *down* (U). Como estes somatórios levam em conta valores absolutos, o canal de contagem total é utilizado para indicar a tendência crescente ou decrescente das radiações.

O valor obtido para a_1 no levantamento em pauta foi de 0,054.

3.1.3.8 Correção do Efeito Compton

É aplicada com objetivo principal de eliminar a influência das radiações atribuídas aos canais de mais alta energia que penetram nos canais de baixa energia, quais sejam: contribuições do tório no urânio e no potássio, assim como a contribuição do urânio no potássio. Nos sistemas de alta resolução, em uso atualmente, são também consideradas as influências de radiações de baixa energia nas janelas de energia mais alta, resultando, desta forma, nos seis coeficientes abaixo:

α - radiações de tório no urânio,

β - radiações de tório no potássio,

γ - radiações de urânio no potássio,

a - radiações de urânio no tório,

b - radiações de potássio no tório,

g - radiações de potássio no urânio.

Os valores adotados para correção do efeito Compton são os descritos na Tabela 11 – Coeficientes de Espalhamento Compton, apresentada no item 2.3.6. Maior detalhamento deste teste está presente no Anexo I-b.

3.1.3.9 Correção Altimétrica (Coeficiente de Atenuação Atmosférica)

A correção altimétrica tem por objetivo referenciar os valores radiométricos à altura nominal do aerolevante (100 m), eliminando falsas anomalias ocasionadas por elevações no terreno.

A atenuação das radiações gama em relação ao afastamento da fonte pode ser expressa matematicamente, de forma aproximada, pela fórmula (IAEA, 1991):

$$N_H = N_0 \cdot e^{-\mu H} \quad (1), \text{ onde:}$$

N_H é a radiação à distância H da fonte,

N_0 é a radiação na superfície do terreno ($H=0$),

μ é o coeficiente de atenuação atmosférica,

Extraindo-se o logaritmo neperiano na relação acima, tem-se:

$$\ln(N_H) = -\mu H + \ln(N_0)$$

que é a equação de uma reta de coeficiente angular $-\mu$ e coeficiente linear $\ln(N_0)$. Na determinação dos coeficientes de atenuação atmosférica (μ) para cada um dos canais radiométricos foram utilizados os valores apresentados na Tabela 14 obtidos durante os testes realizados em 02.07.2004 em Maricá (RJ). Os gráficos apresentando a correlação logarítmica entre as contagens e a altura de vôo encontram-se no Anexo I-f.

Canal Radiométrico	μ em m^{-1}
Contagem Total	-0,0092
Potássio	-0,0112
Urânio	-0,0094
Tório	-0,0093

Tabela 14 - Coeficientes de Atenuação Atmosférica

3.1.3.10 Conversão para Concentração de Elementos

A sensibilidade dos detectores da aeronave PT-FZN para as janelas do potássio, urânio e tório foi determinada com base na razão entre as medições efetuadas a bordo (N) e em terra (C), nos testes conduzidos em 02.07.2004, com a aplicação da expressão:

$$S = N/C, \text{ onde:}$$

S corresponde à sensibilidade para cada janela,

N é a média das contagens corrigidas (em cps) para cada canal referente à altura do levantamento (100 m) e situada no trecho de interesse das estações terrestres utilizadas,

C é a média das concentrações para cada canal das estações terrestres de interesse.

A Tabela 15 a seguir corresponde à sensibilidade dos detectores analisados (volume total de 42 litros e dimensões de 10 cm x 10 cm x 40 cm cada), tomando por base a altura de vôo de 100 m sobre o terreno.

CANAL	SENSIBILIDADE
CT	220,27 cps/μR/h CT
K	79,02 cps / %K
U	9,71 cps / ppm eU
Th	5,05 cps/ppm eTh

Tabela 15 - Coeficientes de Sensibilidade

Para calcular a “taxa de exposição”(Exposure Rate) do canal de contagem total (em μR/h) utiliza-se a fórmula abaixo (IAEA, 1991):

$$E = 1,505K + 0,653eU + 0,287eTh, \text{ onde}$$

K, **eU** e **eTh** correspondem às concentrações aparentes destes elementos definidas em terra, quando do levantamento da pista de calibração dinâmica. O valor da concentração determinado para o canal de contagem total foi de 13,31 μR/h.

Os gráficos comparativos dos perfis coletados durante a calibração dinâmica, após a conversão da amostragem para concentração aparente, acompanham o texto descritivo do procedimento de calibração (“Resumo do Processo de Calibração do Gamaespectrômetro” – Calibração Dinâmica – Resultados dos Testes) apresentado no Anexo I-e.

3.1.4 Determinação das Razões eU/eTh, eU/K e eTh/K

As razões foram calculadas a partir dos valores radiométricos corrigidos, conforme descrito no item 3.1.3 deste capítulo. Para eliminação de indeterminações, ou incorreções devidas a valores anormalmente baixos, foi convencionada a fixação dos valores mínimos de K, U e Th em 5% da média destes canais na área de levantamento. A Tabela 16, a seguir, resume os valores utilizados:

Canal	Valor Mínimo
K (%)	0,00593
eU (ppm)	0,09245
eTh (ppm)	0,55273

Tabela 16 - Valores Mínimos para Cálculo das Razões Radiométricas

3.2 Interpolação e Contorno

Para a geração dos *grids* foram utilizadas as rotinas do Oasis Montaj de *minimum curvature (RANGRID)* e *bi-directional line gridding (BIGRID)*. Nos dados radiométricos utilizou-se a mínima curvatura e nos magnetométricos a gridagem bidirecional. Os programas *BIGRID* e *RANGRID* interpolam dados em perfis paralelos com linhas orientadas, usando mínima curvatura (*RANGRID*) e spline bicúbico (*BIGRID*) para interpolação de amostras nos pontos do *grid*.

Os mapas de contorno foram elaborados a partir de *grids* regulares, interpolados em malha quadrada, com dimensões de 125m x 125m, o que equivale a um quarto do espaçamento entre as linhas de vôo.

3.3 Arquivo Final de Dados

Os dados finais dos perfis do levantamento foram gravados em CD-ROM, em arquivos ASCII, nos formatos XYZ, da GEOSOFT, e no formato específico da CPRM, contendo as seguintes informações:

- Dados magnetométricos brutos e reduzidos da variação diurna.
- Dados magnetométricos nivelados, reduzidos do IGRF e micronivelados.
- Dados radiométricos brutos e corrigidos e respectivas razões.
- Altura e Altitude do Vôo.
- Posicionamento GPS: Coordenadas UTM, Latitude, Longitude e elevação GPS.

Todos os dados dos cruzamentos entre linhas de vôo e linhas de controle, arquivos digitais em malha quadrada e de plotagem dos mapas apresentados, bem como o presente relatório em formato PDF (*Adobe Acrobat*) foram gravados em CD-ROM, descrito no item 5 deste relatório.

3.4 Equipe Envolvida no Processamento dos Dados

Participaram dos trabalhos de processamento os seguintes técnicos:

- César Marinho Costa - Gerente de Processamento de Dados,
- Maria Filipa Perez da Gama - Geofísica Senior
- Ana Valéria Leite - Secretária Geral.

A direção geral das operações no Projeto Aerogeofísico Rio Araguari esteve a cargo do geólogo Jorge Dagoberto Hildenbrand.

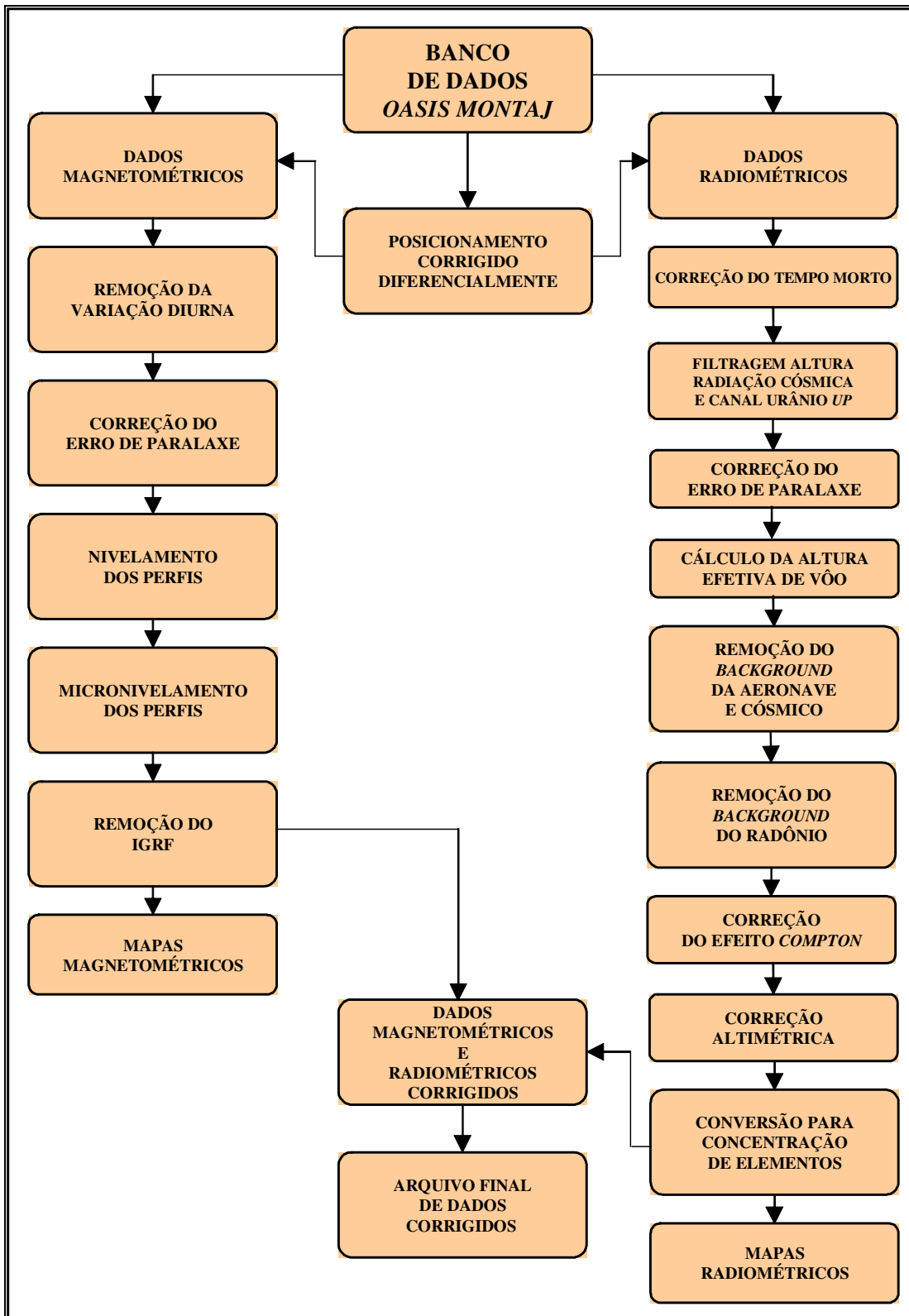


Figura 7 - Fluxograma do Processamento de Dados

4. CRONOGRAMA GERAL DAS OPERAÇÕES

O levantamento do Projeto Aerogeofísico Rio Araguari foi executado no período de 25 de setembro a 25 de outubro de 2004. O processamento dos dados e elaboração do Relatório Final tiveram início após o término da fase de aquisição e foram concluídos em 07/01/2005.

A Figura 8 fornece o quadro comparativo entre o cronograma previsto e a duração efetiva do projeto.

Ano	2004							2005
	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro
Calibração Inicial Mobilização								
Aquisição de Dados								
Calibration Range								
Processamento e Relatório Final								



Figura 8 – Cronograma Geral das Operações

5. PRODUTOS FINAIS

Os produtos finais relativos ao Projeto Aerogeofísico Rio Araguari estão sendo apresentados, na forma de mapas, nas escalas 1:50.000 e 1:250.000, que seguem em anexo ao presente relatório. Os resultados na forma de mapas são acompanhados dos arquivos digitais finais do levantamento, gravados em CD-ROM, em formato GEOSOFT.

Os mapas foram elaborados de acordo com as especificações do Manual Técnico do DNPM. As informações geofísicas estão superpostas à rede de projeção UTM, traçada com retículas de 8 cm (20 km em 1:250.000 e 4 km em 1:50.000), à rede geográfica, indicada por cruzetas dispostas a cada 5 e 15 minutos, respectivamente para as escalas 1:50.000 e 1:250.000, e às informações planimétricas, obtidas dos arquivos digitais das folhas ao milionésimo NA.22 e SA.22 disponíveis no *site* do IBGE (www.ibge.gov.br). Foram elaborados, também na escala 1:250.000, mapas englobando toda a área do Projeto em uma única folha.

As Figuras 9 e 10 ilustram a articulação das folhas relativas aos mapas apresentados nas escalas 1:50.000 e 1:250.000, respectivamente.

A Tabela 17 abaixo apresenta os diversos tipos de mapas apresentados e suas características:

TEMA	PADRÃO (1:50.000)	PADRÃO (1:250.000)	FOLHA ÚNICA (1:250.000)
Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF)	Contorno, imagem e planimetria	Contorno, imagem e planimetria	Imagem e planimetria
1a.Derivada Vertical do Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF)	Contorno, imagem e planimetria	Contorno, imagem e planimetria	Imagem sombreada (pseudo-iluminação) e planimetria
Sinal Analítico do Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF)	Contorno, imagem e planimetria	Contorno, imagem e planimetria	Imagem sombreada (pseudo-iluminação) e planimetria
Radiométrico de Contagem Total	Contorno, imagem e planimetria	Contorno, imagem e planimetria	Imagem e planimetria
Radiométrico de Potássio	Contorno, imagem e planimetria	Contorno, imagem e planimetria	Imagem e planimetria
Radiométrico de Urânio	Contorno, imagem e planimetria	Contorno, imagem e planimetria	Imagem e planimetria
Radiométrico de Tório	Contorno, imagem e planimetria	Contorno, imagem e planimetria	Imagem e planimetria
Razão Radiométrica eU/eTh	Contorno, imagem e planimetria	Contorno, imagem e planimetria	Imagem e planimetria
Razão Radiométrica eU/K	Contorno, imagem e planimetria	Contorno, imagem e planimetria	Imagem e planimetria
Razão Radiométrica eTh/K	Contorno, imagem e planimetria	Contorno, imagem e planimetria	Imagem e planimetria
Radiométrico Ternário	-	-	Imagem e planimetria
Traço dos Perfis de Vão (Digital)	Planimetria	-	-
Modelo Digital do Terreno (Digital)	-	-	Imagem sombreada (pseudo-iluminação) e planimetria

Tabela 17 – Características da Apresentação dos Mapas Aerogeofísicos

As especificações dos intervalos de contorno utilizados nos mapas aerogeofísicos constam da Tabela 18 a seguir:

TEMA	PADRÃO (1:50.000)	PADRÃO (1:250.000)	FOLHA ÚNICA (1:250.000)
Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF)	10, 50 e 250 nT	20 e 100 nT	-
1a.Derivada Vertical do Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF)	0,05 e 0,25 nT/m	0,05 e 0,25 nT/m	-
Sinal Analítico do Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF)	0,02 e 0,10 nT/m	0,02 e 0,10 nT/m	-
Radiométrico de Contagem Total	1 e 5 μ R/h	1 e 5 μ R/h	-
Radiométrico de Potássio	0,02 e 0,10 %	0,05 e 0,25 %	-
Radiométrico de Urânio	0,25 e 1,00 ppm	0,5 e 2,5 ppm	-
Radiométrico de Tório	1 e 5 ppm	2 e 10 ppm	-
Razão Radiométrica eU/eTh	0,05 e 0,25	0,1 e 0,5	-
Razão Radiométrica eU/K	10 e 50	20 e 100	-
Razão Radiométrica eTh/K	100 e 500	200 e 1000	-

Tabela 18 – Características dos Intervalos de Contorno dos Mapas Aerogeofísicos

S

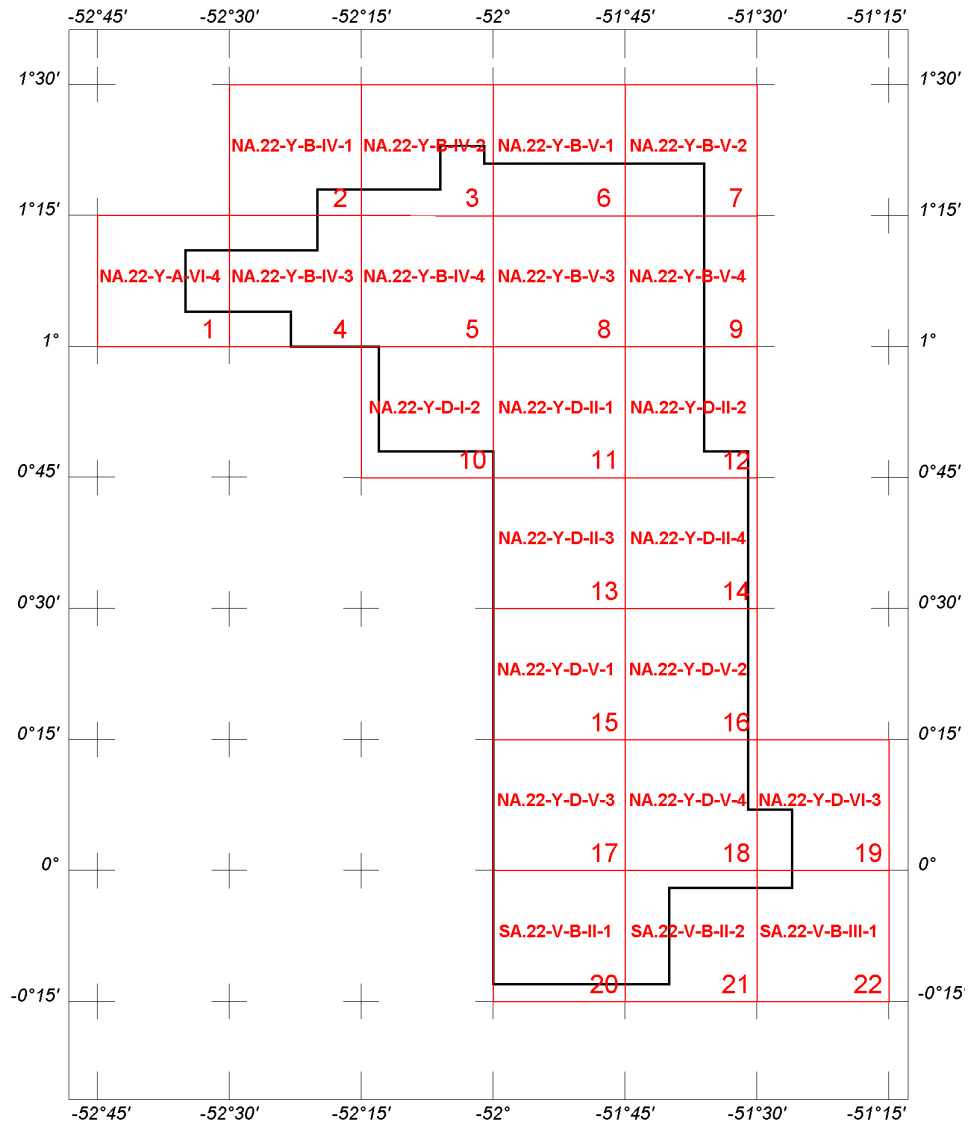


Figura 9 – Articulação das Folhas na Escala 1:50.000

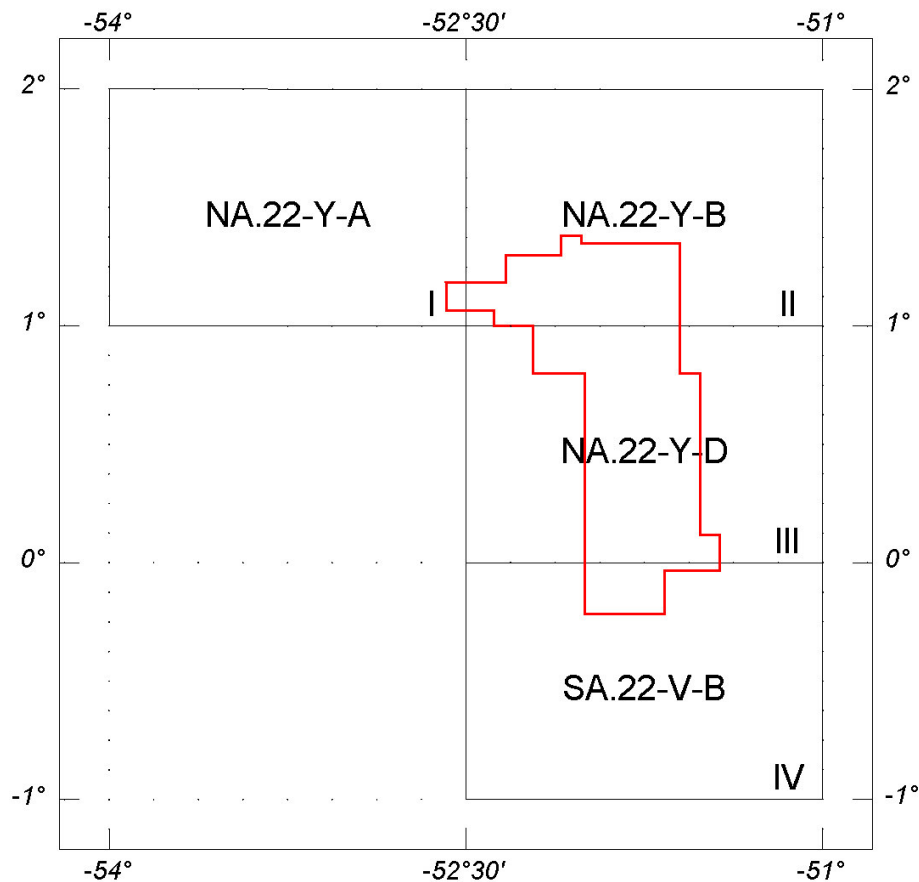


Figura 10 – Articulação das Folhas na Escala 1:250.000

5.1 Mapas de Contorno do Campo Magnético Total, da 1ª Derivada Vertical e do Sinal Analítico do Campo Magnético Total (reduzidos do IGRF)

Os mapas magnetométricos, na escala 1:50.000, foram elaborados na forma de imagem colorida, com traços de contorno superpostos. Na escala 1:250.000, o mapa do Campo Magnético Total foi elaborado também na forma de imagem colorida, com traços de contorno superpostos, e os mapas da 1.ª Derivada Vertical e Sinal Analítico foram elaborados na forma de pseudo-iluminação projetada perpendicularmente às estruturas principais definidas pela magnetometria. Nos mapas de pseudo-iluminação foram adotados os ângulos de 45° para direção e de 45° para inclinação da fonte de iluminação aplicada.

Na escala 1:50.000 a imagem colorida se superpõe às curvas de isovalores e à planimetria básica para todos os temas da magnetometria.

A título de ilustração, os mapas magnetométricos do Campo Total e do Sinal Analítico estão sendo apresentados nas Figuras 11 e 12 respectivamente, com escala reduzida para tamanho A-4.

5.2 Mapas Radiométricos dos Canais de Potássio, Urânio, Tório e Contagem Total

Os mapas radiométricos foram elaborados a partir das concentrações aparentes dos canais radiométricos de potássio, urânio, tório e contagem total. Nestes mapas a imagem se superpõe à planimetria básica e às curvas de contorno.

Os valores radiométricos foram convertidos de contagens por segundo (cps) para concentração de elementos (% para K, ppm para eU e eTh e $\mu\text{R/h}$ para o canal de Contagem Total), com base nos procedimentos especificados no Item 3.1 do Capítulo 3 deste relatório.

O mapa do canal radiométrico de Contagem Total, elaborado em escala reduzida para tamanho A-4, está sendo apresentado na Figura 13.

5.3 Mapa Radiométrico Ternário

Mapa elaborado apenas na escala 1:250.000 (folha única), expressa a razão entre os três canais radiométricos, quais sejam: K:U:Th, cujas variações são indicadas por diferentes matizes de cores. As tonalidades variam entre o vermelho (100% K), azul (100% eU) e verde (100% eTh).

O mapa radiométrico ternário, elaborado em escala reduzida para tamanho A-4, está sendo apresentado na Figura 14. Nesta figura a predominância do vermelho indica alta concentração de potássio, enquanto as tonalidades azul e verde estão associadas às presenças de urânio e tório, respectivamente. A cor branca representa a presença dos três elementos (K, U, Th) e a cor preta ausência dos três citados elementos.

5.4 Mapas das Razões Radiométricas eU/eTh, eU/K e eTh/K

Os mapas das razões foram elaborados a partir das razões das concentrações dos canais radiométricos de potássio, urânio e tório. Nestes mapas a imagem se superpõe à planimetria básica e às curvas de contorno.

O mapa radiométrico da razão tório/potássio, também elaborado em escala reduzida para tamanho A-4, está sendo apresentado na Figura 15. Os valores dos intervalos de contorno utilizados nos mapas das razões estão definidos na tabela 18.

5.5 Relatório Final

O relatório final está sendo apresentado em 25 volumes (Volume I - Texto Técnico e demais como Anexos), em 4 (quatro) vias, contendo a descrição das operações conduzidas no Projeto Aerogeofísico Rio Araguari e dos procedimentos utilizados no levantamento e no processamento dos dados correspondentes, até a elaboração dos mapas finais, conforme descrito anteriormente.

A título de ilustração foi incorporada ao presente relatório a Figura 16 (“Modelo Digital do Terreno”), a qual apresenta os principais acidentes geográficos da área levantada, obtidos a partir dos dados altimétricos registrados pela aeronave.

Os quadros sinópticos das operações estão sendo apresentados no Anexo III do presente relatório.

O texto deste relatório foi elaborado por César Marinho Costa. A revisão e edição final esteve a cargo de Ana Valéria Leite, Secretária Geral.

5.6 Arquivos Digitais Finais

Os dados obtidos no processamento de dados estão sendo apresentados em 11 CD-ROMs. A descrição do conteúdo das informações gravadas nos CD-ROMs está sendo apresentada no Anexo IV. A descrição detalhada do formato dos arquivos XYZ e do padrão da CPRM (perfis e cruzamentos) é apresentada no Anexo V.

Os dados digitais dos bancos de dados magnetométrico e gamaespectrométrico da *GEOSOFT* (GDB) são apresentados, respectivamente, nas Tabelas 19 e 20.

Os mapas foram gravados em arquivos de plotagem do tipo HPGL (*Hewlett Packard Graphics Language*) e *GEOSOFT* MAP.

Os *grids* também são apresentados no formato *GEOSOFT*, interpolados em malha quadrada de 125 x 125 m.

A listagem fornecida no Anexo VI apresenta as linhas de vôo numeradas de 10010 a 14220 e de controle numeradas de 19010 a 19150 aprovadas e utilizadas no processamento, organizadas por ordem crescente de numeração.

O texto do presente Relatório Final foi gravado no formato PDF Adobe Acrobat, em CD-ROM separado.

Campo	Descrição	Unidade
X	Coordenada UTM Este	m
Y	Coordenada UTM Norte	m
FIDUCIAL	Fiducial	-
MAGB	Campo Magnético Bruto	nT
MAGC	Campo Magnético Compensado	nT
MAGR	Campo Magnético Reduzido IGRF	nT
DIURNAL	Varição Magnética Diurna	nT
ALT_BAR	Altitude Barométrica	m
ALTURA	Altura de Vôo	m
LONGITUDE	Longitude	graus decimais
LATITUDE	Latitude	graus decimais

Tabela 19 – Banco de Dados *Geosoft* (GDB) – Magnetometria

Campo	Descrição	Unidade
X	Coordenada UTM Este	m
Y	Coordenada UTM Norte	m
FIDUCIAL	Fiducial	-
THC	Tório Corrigido	cps
UC	Urânio Corrigido	cps
KC	Potássio Corrigido	cps
CTC	Contagem Total Corrigida	cps
TH_PPM	Concentração de Tório	ppm
U_PPM	Concentração de Urânio	ppm
K_PERC	Concentração de Potássio	%
CT_MRH	Taxa de Exposição da Contagem Total	μR/h
ALTURA	Altitude Barométrica	m
ALT_GPS	Altura de Vôo	m
LONGITUDE	Longitude	graus decimais
LATITUDE	Latitude	graus decimais

Tabela 20 – Banco de Dados *Geosoft* (GDB) - Gamaespectrometria

5.7 Produtos Originais

Os originais obtidos no levantamento, tais como fitas de vídeo e fitas originais, contendo dados brutos e os registros analógicos permanecerão sob a guarda e conservação da LASA, conforme determina a portaria N° 637-SC-6/FA-61, do EMFA, de 05.03.1998.

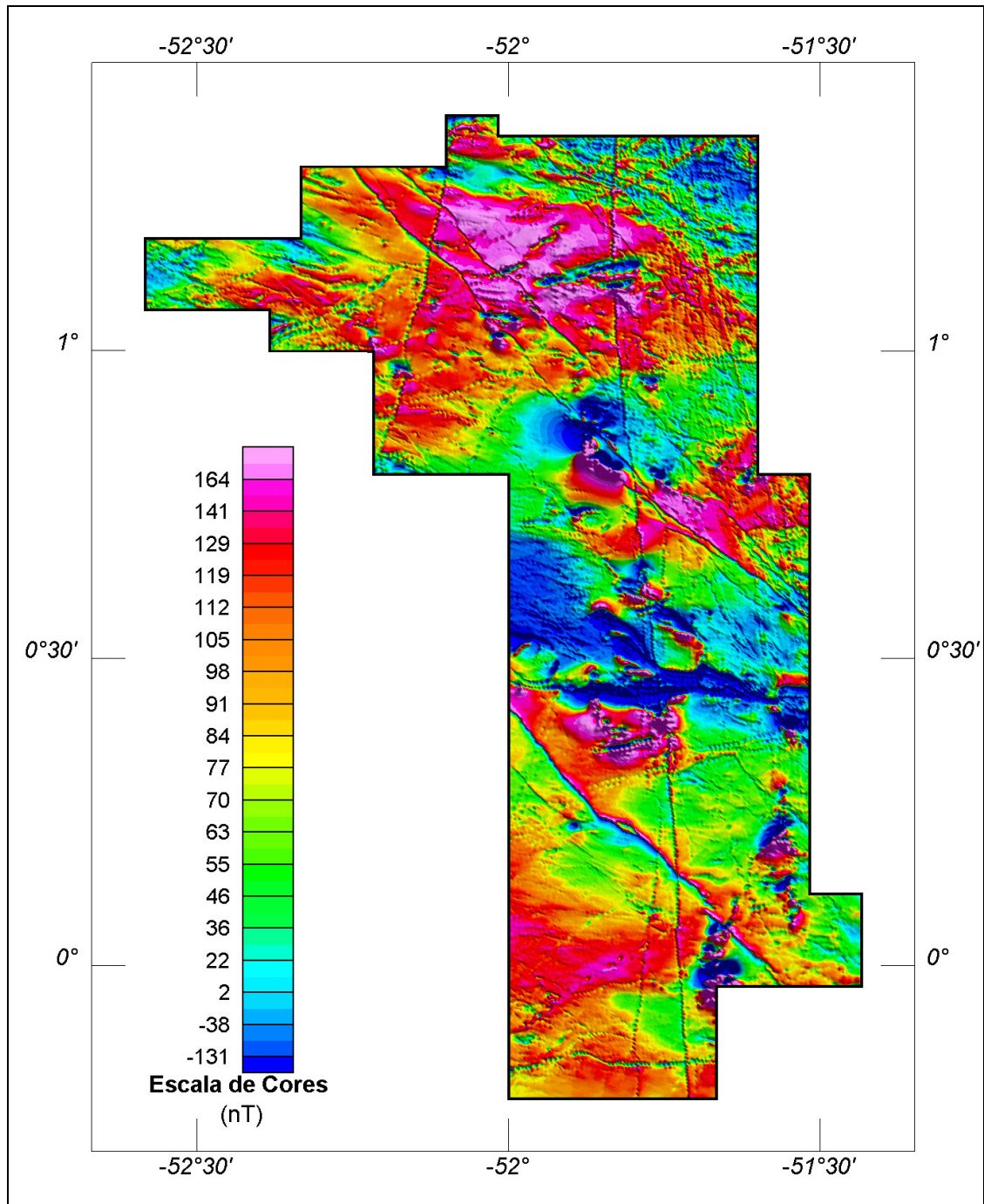


Figura 11 – Mapa Pseudo-Iluminado do Campo Magnético Total (reduzido do IGRF)
 (Azimute da Fonte Luminosa: 45°; Inclinação: 45°)

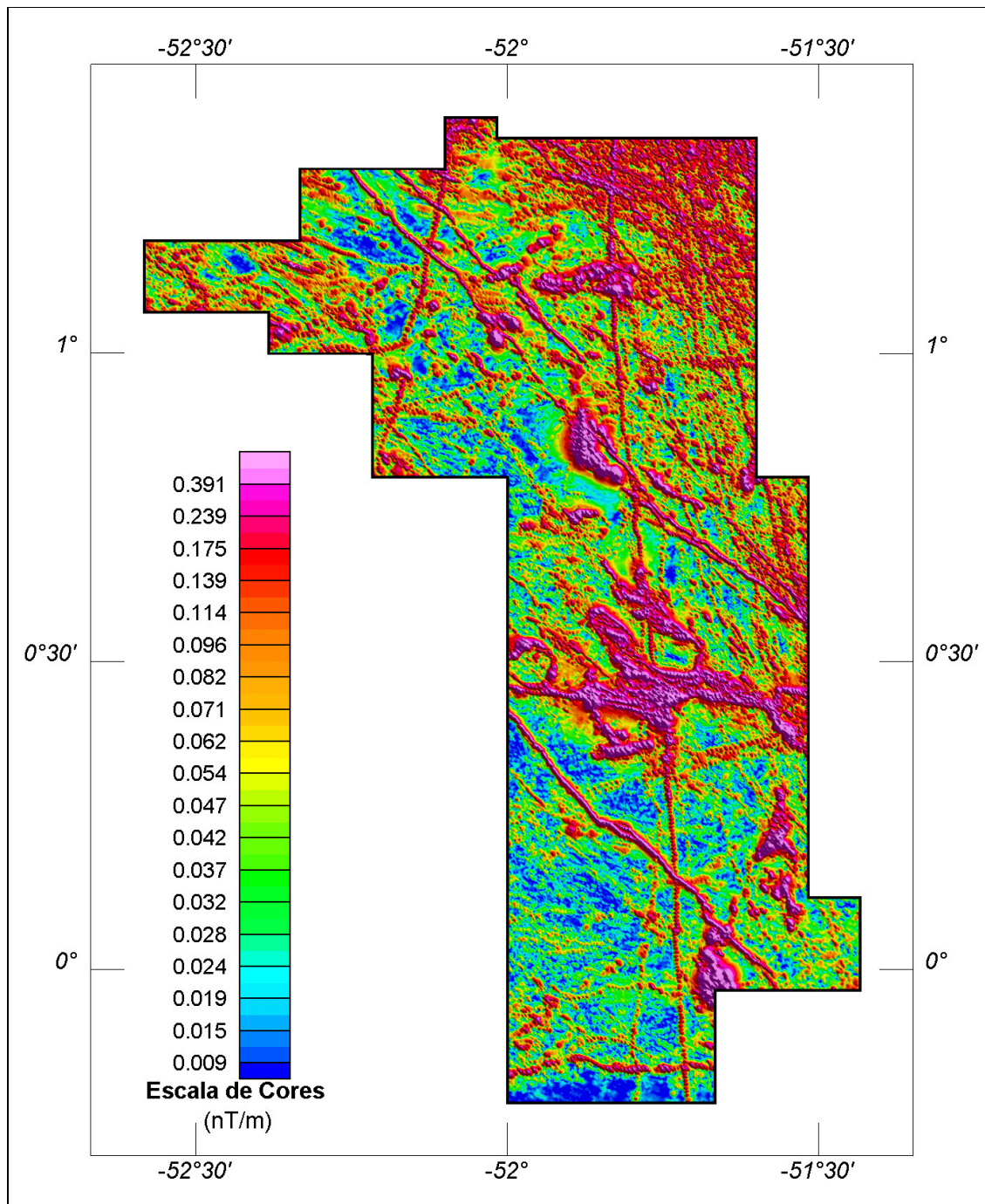


Figura 12 – Mapa do Sinal Analítico do Campo Magnético Total (reduzido do IGRF)

(Azimute da Fonte Luminosa: 45°; Inclinação: 45°)

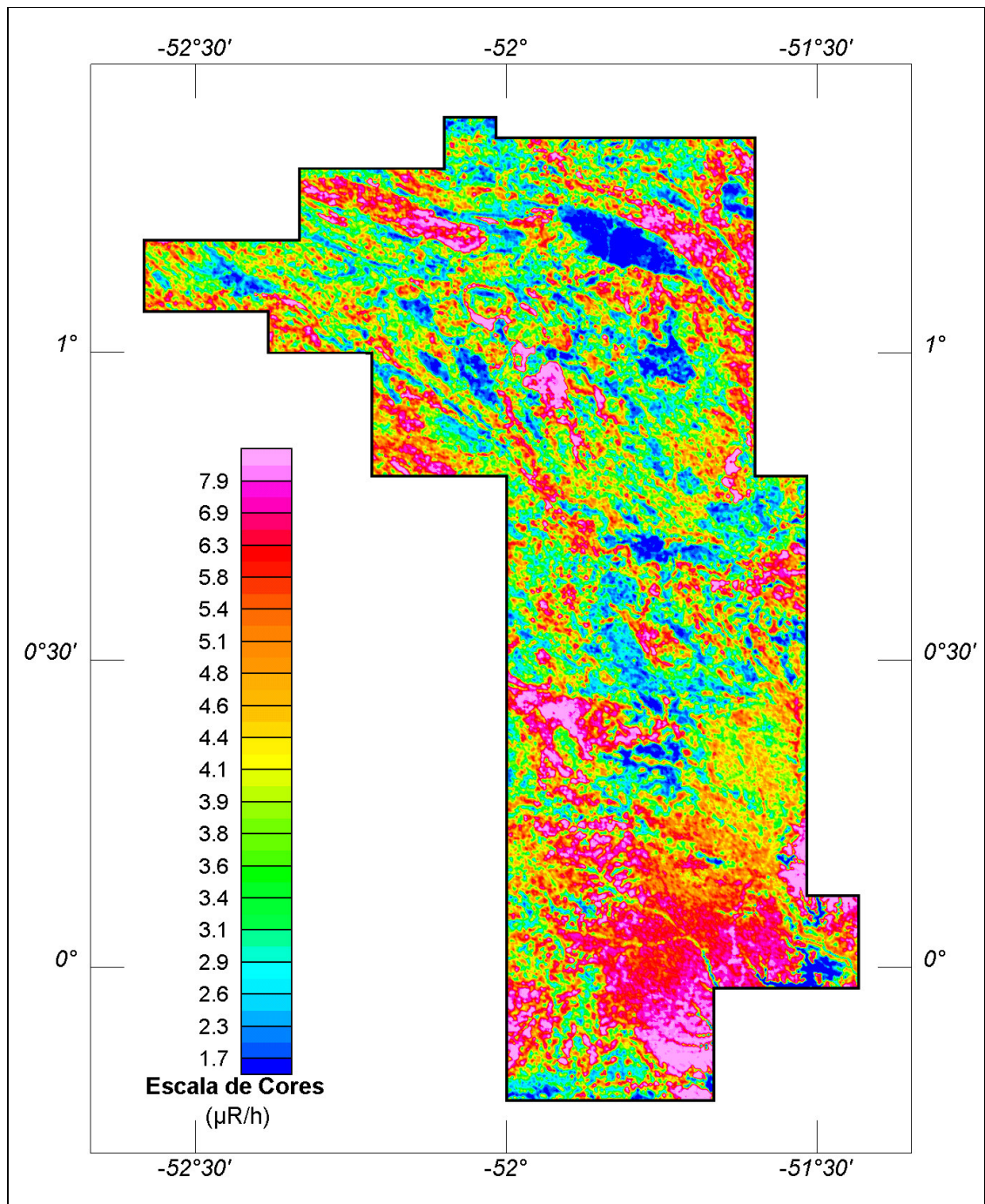


Figura 13 – Mapa Radiométrico da Taxa de Exposição do Canal de Contagem Total

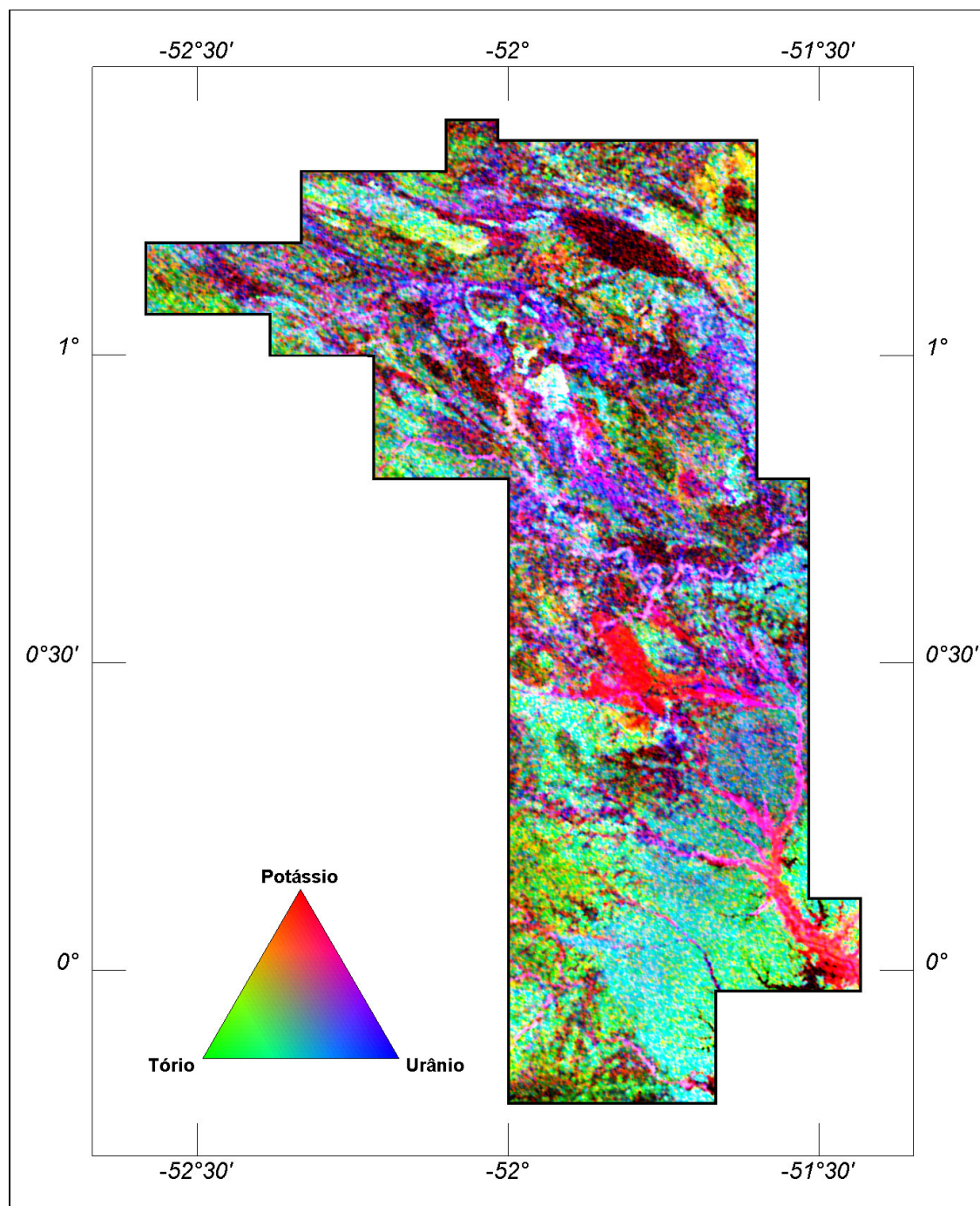


Figura 14 – Mapa Radiométrico Ternário (K-U-Th)

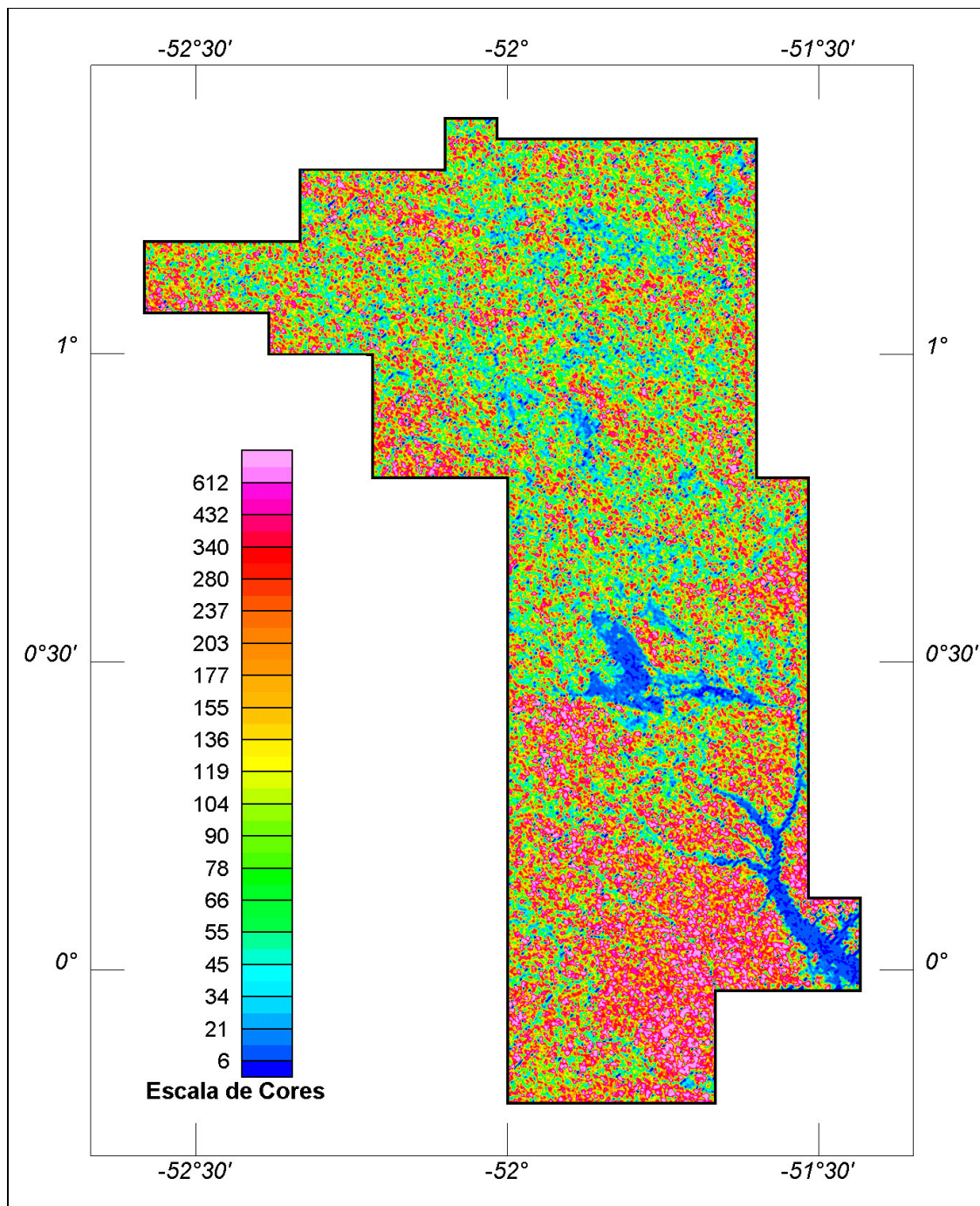


Figura 15 – Mapa Radiométrico da Razão Tório / Potássio

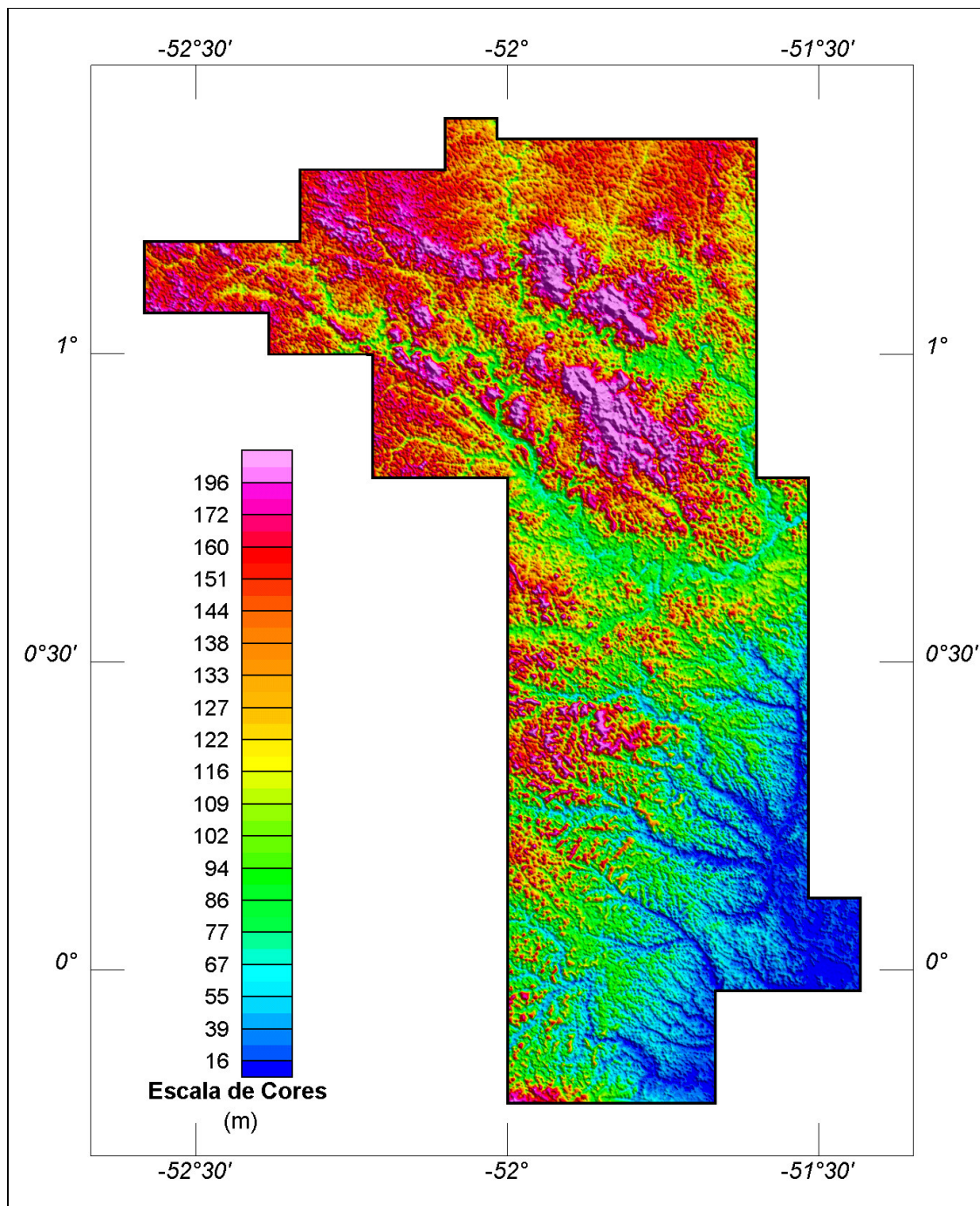


Figura 16 – Mapa do Modelo Digital do Terreno
(Azimute da Fonte Luminosa: 45° ; Inclinação: 45°)

6. PARTICIPAÇÃO DA CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL

Os serviços de aquisição de dados do projeto foram supervisionados pela Equipe de Fiscalização da CPRM constituída pelos seguintes técnicos:

João Batista Freitas de Andrade	Geólogo	DIGEOF-RJ
Edmilson de Souza Rosa	Geólogo	SUREG-BA

A revisão e compatibilização geral dos resultados obtidos apresentados no Relatório Final foi executada pelo gerente de contrato, geólogo Luís Marcelo Fontoura Mourão.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CPRM - 1999** - Relatório sobre os serviços de geodésia e topografia para locação da linha de calibração dinâmica. Divisão de Cartografia - DICART. Rio de Janeiro, Brasil.
- Ford, K. L. & Santaguida, F. - 1997** – Gamma ray spectrometry as an indicator of potassic alteration zones associated with VHMS mineralization. In Proceedings of Exploration 97: Fourth Decennial International Conference on Mineral Exploration. Toronto, Canada.
- Grasty, R. L. & Minty, B. R. S. - 1995** - A guide to the technical specifications for airborne gamma-ray surveys. AGSO, Australia.
- Grasty, R. L. & Hovgaard, J. - 1996** - The calibration of upward looking detectors in gamma ray surveys. SEG, 66 Annual Meeting Expanded Abstracts, L.A., USA.
- IAEA. - 1991** - Airborne gamma ray spectrometer surveying. International Atomic Energy Agency. Technical Reports Series No. 323. Vienna, Austria.
- IAEA. - 2003** – Guidelines for radioelement mapping using gamma ray spectrometry data. International Atomic Energy Agency. TECDOC-1363. Vienna, Austria.
- Reeves, C. V., Redford, S. W. & Milligan, P. R. - 1997** - Airborne geophysics: old methods, new images. In Proceedings of Exploration 97: Fourth Decennial International Conference on Mineral Exploration. Toronto, Canada. p. 13-30.

**ANEXO I - RESUMO DO PROCESSO DE CALIBRAÇÃO DO
GAMAESPECTRÔMETRO**

ANEXO I-a

**RESULTADO DOS TESTES DA RESOLUÇÃO
DOS CRISTAIS DETECTORES
(*DOWNWARD* e *UPWARD*)**

PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO
PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL (PGB)

PROJETO AEROGEOFÍSICO RIO ARAGUARI
CPRM CONTRATO Nº 032/PR/04

RESULTADO DOS TESTES DA RESOLUÇÃO
DOS CRISTAIS DETECTORES
(*DOWNWARD* e *UPWARD*)

AERONAVE CESSNA 404 - TITAN

PT-FZN

RIO DE JANEIRO-RJ
29 DE JUNHO DE 2004

Flight Log – Magnetometry & Spectrometry

Flight PADS Job TESTE Date 29/06/2004
 Base RJ Client CPRM Area
 Aircraft PT-FZN Pilot Operator: ROBERTO CLAUDIO

	GR-820	BOX A	BOX B	BOX C	ROI	ELEMENT	CHANNEL	STAB
S/N	8262	2606	2625	2525	1	TOTAL COUNT	34-233	---
CAL					2	POTASSIUM	115-131	122
ADC	128				3	URANIUM	139-155	147
					4	THORIUM	202-233	218
					8	URANIUM UP	139-155	---

AMPLIFIER A			AMPLIFIER B			AMPLIFIER C		
XTAL	FWHM	GAIN	XTAL	FWHM	GAIN	XTAL	FWHM	GAIN
A1	5.3	113	B1	5.4	75	D1 UP	9.1	119
A2	5.9	117	B2	4.9	126	D2 UP	9.3	116
A3	5.7	118	B3	4.6	109	D3	4.9	91
A4	5.0	111	B4	4.7	116	D4	4.8	114

TOTAL	DOWN	UP
CANAL	218.0	55.1
FWHM	5.1	9.3

REFERENCE - Th < 7%	REFERENCE - Cs < 12%
BOX A & B	CRYSTALS (UP) D1 & D2
CRYSTALS (DOWN) D3 & D4	

SAMPLE TEST			INITIAL		
LINE	SAMPLE	FID INITIAL	TIME INITIAL	FID FINAL	TIME FINAL
11000	TH	6442	08:59	6634	09:01
11100	U	6759	09:05	6946	09:08
11200	BG	7066	09:10	7254	09:14

SAMPLE TEST			FINAL		
LINE	SAMPLE	FID INITIAL	TIME INITIAL	FID FINAL	TIME FINAL
11000	TH	23324	13:34	23507	13:42
11100	U	23576	13:43	23800	13:47
11200	BG	24018	13:50	24228	13:53

**ANEXO I - RESUMO DO PROCESSO DE CALIBRAÇÃO DO
GAMASPECTRÔMETRO**

ANEXO I-b

**RESULTADO DO TESTE SOBRE OS TANQUES DE CALIBRAÇÃO PORTÁTEIS PARA
DETERMINAÇÃO DOS COEFICIENTES
DE ESPALHAMENTO COMPTON**

PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO
PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL (PGB)

PROJETO AEROGEOFÍSICO RIO ARAGUARI

CPRM CONTRATO Nº 032/PR/04

RESULTADO DO TESTE SOBRE OS
TANQUES DE CALIBRAÇÃO PORTÁTEIS PARA
DETERMINAÇÃO DOS COEFICIENTES
DE ESPALHAMENTO COMPTON

AERONAVE CESSNA 404 - TITAN

PT-FZN

RIO DE JANEIRO-RJ
29 DE JUNHO DE 2004

Planilha contendo o resumo das contagens de cada elemento.
Aeronave Cessna 404 - Titan – PT-FZN

Obs.: Os valores abaixo foram corrigidos do *live time*.

Pacote de Cristais #1 (1,024 pol ³)			ELEMENTOS (cps)		
Num, Linha	Tanque	Tempo (s)	K (média)	U (média)	Th (média)
BG1	<i>Background</i>	600	388,840	90,292	170,958
TH1	Tório	600	455,905	138,877	338,374
U1	Urânio	600	475,812	206,134	179,360
K1	Potássio	600	580,542	90,075	168,810
Pacote de Cristais #2 (1,024 pol ³)			ELEMENTOS (cps)		
Num, Linha	Tanque	Tempo (s)	K (média)	U (média)	Th (média)
BG2	<i>Background</i>	600	511,464	114,185	214,736
TH2	Tório	600	595,696	175,329	432,681
U2	Urânio	600	625,133	269,027	226,697
K2	Potássio	600	773,507	114,855	214,074
Pacote de Cristais #3 (512 pol ³)			ELEMENTOS (cps)		
Num, Linha	Tanque	Tempo (s)	K (média)	U (média)	Th (média)
BG3	<i>Background</i>	600	259,541	58,761	108,392
TH3	Tório	600	304,009	86,953	207,791
U3	Urânio	600	313,531	130,559	113,244
K3	Potássio	600	381,041	58,311	106,878
Pacote de Cristais #1 (1,024 pol ³)			ELEMENTOS (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th	
<i>Background</i>	600	233304	54175	102575	
Tório	600	273543	83326	203024	
Urânio	600	285487	123680	107616	
Potássio	600	348325	54045	101286	

Pacote de Cristais #2 (1,024 pol³)		ELEMENTOS (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th
<i>Background</i>	600	306878	68511	128841
Tório	600	357418	105197	259609
Urânio	600	375080	161416	136018
Potássio	600	464104	68913	128444
Pacote de Cristais #3 (512 pol³)				
Pacote de Cristais #3 (512 pol³)		ELEMENTOS (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th
<i>Background</i>	600	155724	35257	65035
Tório	600	182405	52172	124675
Urânio	600	188119	78335	67946
Potássio	600	228625	34987	64127
Pacotes de Cristais #1, #2 e #3 (2,560 pol³)				
Pacotes de Cristais #1, #2 e #3 (2,560 pol³)		ELEMENTOS (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th
<i>Background</i>	600	231969	52648	98817
Tório	600	271122	80232	195769
Urânio	600	282895	121144	103860
Potássio	600	347018	52648	97952

Cópia do arquivo de entrada do programa PADWIN referente ao pacote de cristais 1:

Rio de Janeiro, 29/06/2004 - Caixa 1 - PT-FZN

4

600

233304

54175

102575

600

348325

54045

101286

600

285487

123680

107616

600

273543

83326

203024

Cópia do arquivo de saída do programa PADWIN com o resultado do Teste sobre o Tanque de Calibração N/S 94 e referente ao pacote de cristais 1:

```

"" CALIBRATION OF K-U-TH WINDOW COUNTS FROM PAD MEASUREMENTS ""
                                PROGRAM PADWIN
                                -----

Concentrations of Transportable Pads

NUMBER OF PADS = 4

PAD CONCENTRATIONS:

                PCT K                PPM EU                PPM TH
B Pad    1.410 ( .010)    .97 ( .03)    2.26 ( .10)
K Pad    8.710 ( .090)    .32 ( .02)    .74 ( .10)
U Pad    1.340 ( .020)    52.90 ( 1.00)    3.40 ( .14)
T Pad    1.340 ( .020)    2.96 ( .06)    136.00 ( 2.10)

GEOMETRIC CORRECTION FACTORS:

    POTASSIUM    URANIUM    THORIUM
        1.17        1.17        1.19

Rio de Janeiro, 29/06/2004 - Caixa 1 - PT-FZN

WINDOW COUNTS:

                TIME (M)    K COUNTS    U COUNTS    TH COUNTS
B Pad    600.0    233304.    54175.    102575.
K Pad    600.0    348325.    54045.    101286.
U Pad    600.0    285487.    123680.    107616.
T Pad    600.0    273543.    83326.    203024.
1

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

    2.651E+01 (3.733E-01)    1.700E+00 (4.174E-02)    4.900E-01 (1.251E-02)
    2.371E-01 (7.726E-02)    2.224E+00 (4.496E-02)    3.303E-01 (7.038E-03)
    -2.210E-02 (1.073E-01)    1.343E-01 (1.552E-02)    1.250E+00 (2.081E-02)

INVERSE A-MATRIX:

    3.797E-02 (5.412E-04)    -2.858E-02 (5.562E-04)    -7.334E-03 (3.039E-04)
    -4.215E-03 (1.413E-03)    4.601E-01 (9.236E-03)    -1.200E-01 (3.092E-03)
    1.124E-03 (3.288E-03)    -4.996E-02 (5.008E-03)    8.129E-01 (1.343E-02)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

    K SENSITIVITY (A11) = 2.651E+01 (3.733E-01) COUNTS/ M PER PCT K
    U SENSITIVITY (A22) = 2.224E+00 (4.496E-02) COUNTS/ M PER PPM EU
    TH SENSITIVITY (A33) = 1.250E+00 (2.081E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

    K SENSITIVITY (A11) = 3.102E+01 (4.368E-01) COUNTS/ M PER PCT K

```

U SENSITIVITY (A22) = 2.602E+00 (5.261E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 1.487E+00 (2.476E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): .2643 (.0041)

TH INTO K (BETA = A13/A33): .3921 (.0082)

U INTO K (GAMMA = A12/A22): .7644 (.0125)

U INTO TH (A = A32/A22): .0604 (.0069)

K INTO TH (B = A31/A11): -.0008 (.0040)

K INTO U (G = A21/A11): .0089 (.0029)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 3.487E+02 (1.163E+00) COUNTS/M

U WINDOW : 8.705E+01 (4.953E-01) COUNTS/M

TH WINDOW : 1.680E+02 (6.861E-01) COUNTS/M

NUMBERS IN PARENTHESES ARE ESTIMATED STANDARD DEVIATIONS

Cópia do arquivo de entrada do programa PADWIN referente ao pacote de cristais 2:

Rio de Janeiro, 29/06/2004 - Caixa 2 - PT-FZN

4

600

306878

68511

128841

600

464104

68913

128444

600

375080

161416

136018

600

357418

105197

259609

Cópia do arquivo de saída do programa PADWIN com o resultado do Teste sobre o Tanque de Calibração N/S 94 e referente ao pacote de cristais 2:

```

"" CALIBRATION OF K-U-TH WINDOW COUNTS FROM PAD MEASUREMENTS ""
                                PROGRAM PADWIN
                                -----

Concentrations of Transportable Pads

NUMBER OF PADS = 4

PAD CONCENTRATIONS:

                PCT K                PPM EU                PPM TH
B Pad    1.410 ( .010)    .97 ( .03)    2.26 ( .10)
K Pad    8.710 ( .090)    .32 ( .02)    .74 ( .10)
U Pad    1.340 ( .020)    52.90 ( 1.00)    3.40 ( .14)
T Pad    1.340 ( .020)    2.96 ( .06)    136.00 ( 2.10)

GEOMETRIC CORRECTION FACTORS:

    POTASSIUM    URANIUM    THORIUM
        1.17        1.17        1.19

Rio de Janeiro, 29/06/2004 - Caixa 2 - PT-FZN

WINDOW COUNTS:

                TIME (M)    K COUNTS    U COUNTS    TH COUNTS
B Pad    600.0    306878.    68511.    128841.
K Pad    600.0    464104.    68913.    128444.
U Pad    600.0    375080.    161416.    136018.
T Pad    600.0    357418.    105197.    259609.
1

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

    3.622E+01 (4.933E-01)    2.224E+00 (5.282E-02)    6.157E-01 (1.524E-02)
    4.426E-01 (8.765E-02)    2.973E+00 (5.936E-02)    4.132E-01 (8.460E-03)
    2.655E-01 (1.216E-01)    1.950E-01 (1.780E-02)    1.627E+00 (2.672E-02)

INVERSE A-MATRIX:

    2.790E-02 (3.830E-04)    -2.052E-02 (3.767E-04)    -5.347E-03 (2.054E-04)
   -3.579E-03 (8.705E-04)    3.447E-01 (6.838E-03)    -8.618E-02 (2.168E-03)
   -4.123E-03 (2.093E-03)    -3.796E-02 (3.315E-03)    6.259E-01 (1.022E-02)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

    K SENSITIVITY (A11) = 3.622E+01 (4.933E-01) COUNTS/ M PER PCT K
    U SENSITIVITY (A22) = 2.973E+00 (5.936E-02) COUNTS/ M PER PPM EU
    TH SENSITIVITY (A33) = 1.627E+00 (2.672E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

    K SENSITIVITY (A11) = 4.238E+01 (5.772E-01) COUNTS/ M PER PCT K

```

U SENSITIVITY (A22) = 3.479E+00 (6.945E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 1.936E+00 (3.179E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): .2540 (.0035)

TH INTO K (BETA = A13/A33): .3785 (.0074)

U INTO K (GAMMA = A12/A22): .7481 (.0110)

U INTO TH (A = A32/A22): .0656 (.0059)

K INTO TH (B = A31/A11): .0073 (.0034)

K INTO U (G = A21/A11): .0122 (.0024)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 4.568E+02 (1.399E+00) COUNTS/M

U WINDOW : 1.097E+02 (5.618E-01) COUNTS/M

TH WINDOW : 2.105E+02 (7.767E-01) COUNTS/M

NUMBERS IN PARENTHESES ARE ESTIMATED STANDARD DEVIATIONS

Cópia do arquivo de entrada do programa PADWIN referente ao pacote de cristais 3:

Rio de Janeiro, 29/06/2004 - Caixa 3 - PT-FZN

4

600

155724

35257

65035

600

228625

34987

64127

600

188119

78335

67946

600

182405

52172

124675

Cópia do arquivo de saída do programa PADWIN com o resultado do Teste sobre o Tanque de Calibração N/S 94 e referente ao pacote de cristais 3:

```

"""" CALIBRATION OF K-U-TH WINDOW COUNTS FROM PAD MEASUREMENTS """"

                                PROGRAM PADWIN
                                -----

Concentrations of Transportable Pads

NUMBER OF PADS = 4

PAD CONCENTRATIONS:

                PCT K                PPM EU                PPM TH
B Pad      1.410 ( .010)      .97 ( .03)      2.26 ( .10)
K Pad      8.710 ( .090)      .32 ( .02)      .74 ( .10)
U Pad      1.340 ( .020)      52.90 ( 1.00)   3.40 ( .14)
T Pad      1.340 ( .020)      2.96 ( .06)    136.00 ( 2.10)

GEOMETRIC CORRECTION FACTORS:

    POTASSIUM    URANIUM    THORIUM
        1.17        1.17        1.19

Rio de Janeiro, 29/06/2004 - Caixa 3 - PT-FZN

WINDOW COUNTS:

                TIME (M)    K COUNTS    U COUNTS    TH COUNTS
B Pad      600.0    155724.    35257.    65035.
K Pad      600.0    228625.    34987.    64127.
U Pad      600.0    188119.    78335.    67946.
T Pad      600.0    182405.    52172.    124675.
1

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

    1.681E+01 (2.530E-01)    1.055E+00 (2.867E-02)    3.256E-01 (9.254E-03)
    1.007E-01 (6.181E-02)    1.379E+00 (2.870E-02)    1.903E-01 (4.784E-03)
   -4.593E-02 (8.435E-02)    7.707E-02 (1.207E-02)    7.421E-01 (1.285E-02)

INVERSE A-MATRIX:

    5.973E-02 (9.164E-04)   -4.490E-02 (1.021E-03)   -1.469E-02 (6.230E-04)
   -4.946E-03 (2.866E-03)    7.397E-01 (1.525E-02)   -1.876E-01 (5.435E-03)
    4.211E-03 (6.861E-03)   -7.961E-02 (1.048E-02)    1.366E+00 (2.329E-02)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

    K SENSITIVITY (A11) = 1.681E+01 (2.530E-01) COUNTS/ M PER PCT K
    U SENSITIVITY (A22) = 1.379E+00 (2.870E-02) COUNTS/ M PER PPM EU
    TH SENSITIVITY (A33) = 7.421E-01 (1.285E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

    K SENSITIVITY (A11) = 1.966E+01 (2.960E-01) COUNTS/ M PER PCT K

```


U SENSITIVITY (A22) = 1.613E+00 (3.358E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 8.831E-01 (1.529E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): .2565 (.0054)

TH INTO K (BETA = A13/A33): .4388 (.0109)

U INTO K (GAMMA = A12/A22): .7655 (.0158)

U INTO TH (A = A32/A22): .0559 (.0087)

K INTO TH (B = A31/A11): -.0027 (.0050)

K INTO U (G = A21/A11): .0060 (.0037)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 2.341E+02 (9.023E-01) COUNTS/M

U WINDOW : 5.685E+01 (3.958E-01) COUNTS/M

TH WINDOW : 1.067E+02 (5.394E-01) COUNTS/M

NUMBERS IN PARENTHESES ARE ESTIMATED STANDARD DEVIATIONS

Cópia do arquivo de entrada do programa PADWIN referente ao pacotes de cristais 1, 2 e 3:

Rio de Janeiro, 29/06/2004 - Caixa 1+2+3 - PT-FZN

4

600

231969

52648

98817

600

347018

52648

97952

600

282895

121144

103860

600

271122

80232

195769

Cópia do arquivo de saída do programa PADWIN com o resultado do Teste sobre o Tanque de Calibração N/S 94 e referente ao pacote de cristais 1, 2 e 3:

```

"" CALIBRATION OF K-U-TH WINDOW COUNTS FROM PAD MEASUREMENTS ""
                                PROGRAM PADWIN
                                -----

Concentrations of Transportable Pads

NUMBER OF PADS = 4

PAD CONCENTRATIONS:

                PCT K                PPM EU                PPM TH
B Pad    1.410 ( .010)    .97 ( .03)    2.26 ( .10)
K Pad    8.710 ( .090)    .32 ( .02)    .74 ( .10)
U Pad    1.340 ( .020)    52.90 ( 1.00)    3.40 ( .14)
T Pad    1.340 ( .020)    2.96 ( .06)    136.00 ( 2.10)

GEOMETRIC CORRECTION FACTORS:

    POTASSIUM    URANIUM    THORIUM
        1.17        1.17        1.19

Rio de Janeiro, 29/06/2004 - Caixa 1+2+3 - PT-FZN

WINDOW COUNTS:

                TIME (M)    K COUNTS    U COUNTS    TH COUNTS
B Pad    600.0    231969.    52648.    98817.
K Pad    600.0    347018.    52648.    97952.
U Pad    600.0    282895.    121144.    103860.
T Pad    600.0    271122.    80232.    195769.
1

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

    2.651E+01 (3.731E-01)    1.660E+00 (4.108E-02)    4.771E-01 (1.237E-02)
    2.600E-01 (7.619E-02)    2.192E+00 (4.433E-02)    3.113E-01 (6.765E-03)
    6.573E-02 (1.053E-01)    1.355E-01 (1.524E-02)    1.206E+00 (2.012E-02)

INVERSE A-MATRIX:

    3.801E-02 (5.413E-04)    -2.831E-02 (5.575E-04)    -7.731E-03 (3.136E-04)
   -4.283E-03 (1.409E-03)    4.668E-01 (9.373E-03)    -1.188E-01 (3.108E-03)
   -1.591E-03 (3.341E-03)    -5.088E-02 (5.167E-03)    8.428E-01 (1.394E-02)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

    K SENSITIVITY (A11) = 2.651E+01 (3.731E-01) COUNTS/ M PER PCT K
    U SENSITIVITY (A22) = 2.192E+00 (4.433E-02) COUNTS/ M PER PPM EU
    TH SENSITIVITY (A33) = 1.206E+00 (2.012E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

    K SENSITIVITY (A11) = 3.102E+01 (4.366E-01) COUNTS/ M PER PCT K

```

U SENSITIVITY (A22) = 2.564E+00 (5.187E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 1.435E+00 (2.394E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): **0.2581 (0.0041)**

TH INTO K (BETA = A13/A33): **0.3955 (0.0084)**

U INTO K (GAMMA = A12/A22): **0.7572 (0.0126)**

U INTO TH (A = A32/A22): **0.0618 (0.0069)**

K INTO TH (B = A31/A11): **0.0025 (0.0040)**

K INTO U (G = A21/A11): **0.0098 (0.0029)**

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 3.465E+02 (1.160E+00) COUNTS/M

U WINDOW : 8.455E+01 (4.882E-01) COUNTS/M

TH WINDOW : 1.617E+02 (6.728E-01) COUNTS/M

NUMBERS IN PARENTHESES ARE ESTIMATED STANDARD DEVIATIONS

**ANEXO I - RESUMO DO PROCESSO DE CALIBRAÇÃO DO
GAMAESPECTRÔMETRO**

ANEXO I-c

**DETERMINAÇÃO DOS *BACKGROUNDS*
DA AERONAVE E CÓSMICO**

PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL (PGB)

PROJETO AEROGEOFÍSICO RIO ARAGUARI

CPRM CONTRATO Nº 032/PR/04

DETERMINAÇÃO DOS *BACKGROUNDS*
DA AERONAVE E CÓSMICO

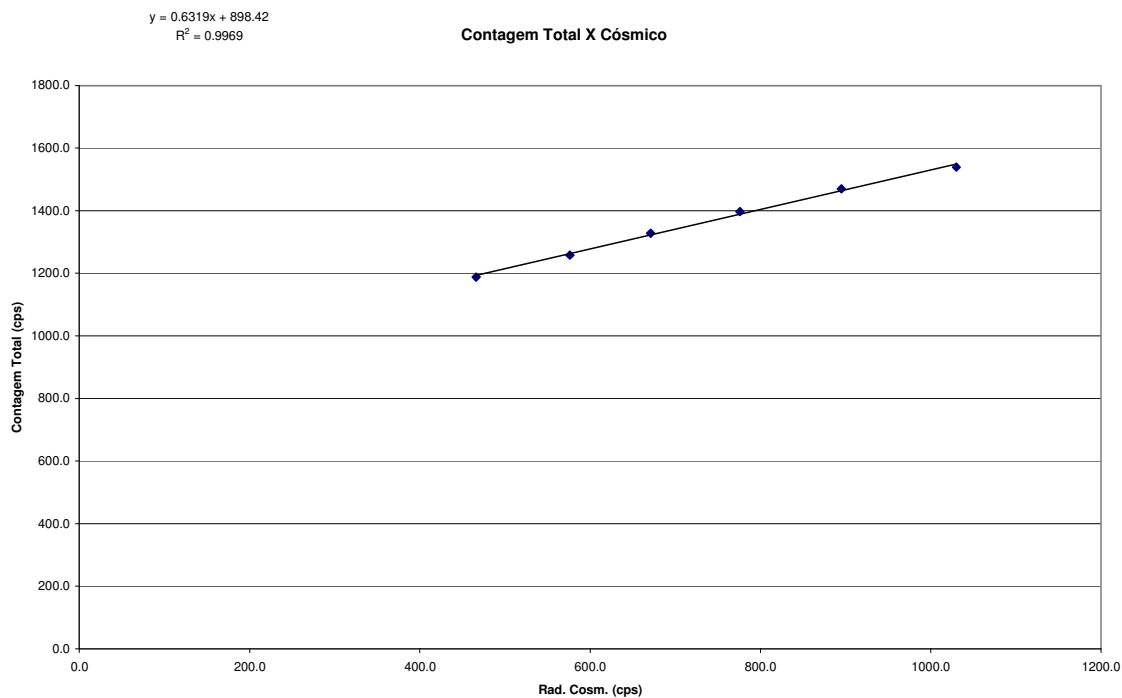
AERONAVE CESSNA 404 - TITAN

PT-FZN

RIO DE JANEIRO-RJ
02 DE JULHO DE 2004

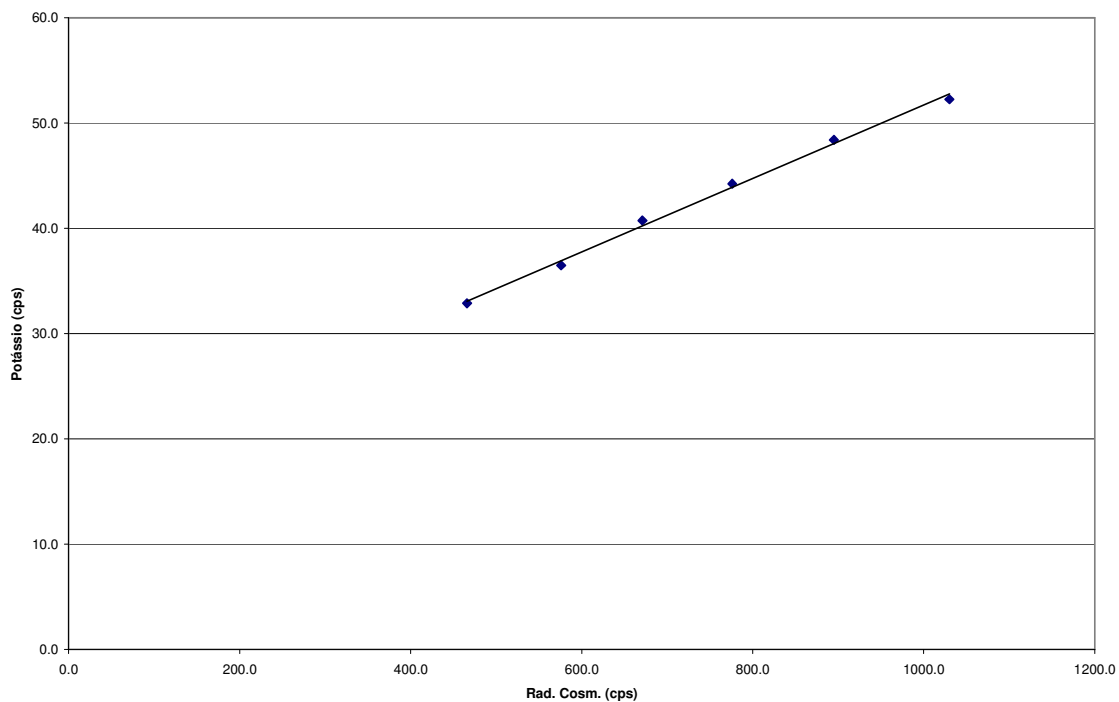
RESULTADO DO VÔO CÓSMICO DA AERONAVE Cessna 404 –Titan – PT-FZN
(Vol. Pacote de Cristais: 2.560 pol³)
CPRM PROJETO Nº 032/PR/04
Rio de Janeiro-RJ em 02 DE JULHO DE 2004

Altitude (m)	Cósmico (cps)	U (cps)	K (cps)	Th (cps)	Uup (cps)	CT (cps)
1614,6	287,0	15,5	29,6	13,6	3,9	1139,7
2249,8	375,0	15,2	30,7	16,1	4,0	1151,1
2729,4	466,0	16,5	32,9	19,1	4,4	1187,8
3186,0	576,0	19,8	36,5	22,9	5,1	1258,1
3460,1	671,0	22,6	40,7	26,0	6,0	1328,0
3832,3	776,0	25,5	44,2	29,9	6,6	1397,0
4145,2	895,0	29,3	48,4	34,1	7,4	1469,4
4455,9	1030,0	32,7	52,3	38,6	8,0	1539,4



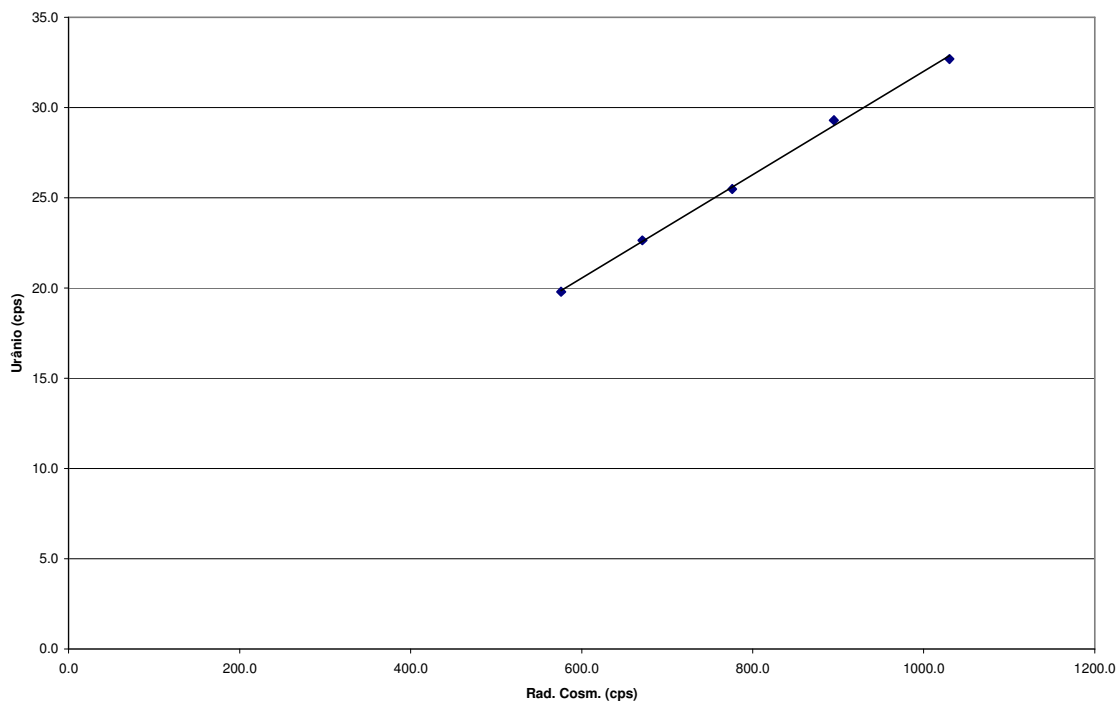
$$y = 0.0349x + 16.81$$
$$R^2 = 0.9963$$

Potássio X Cósmico



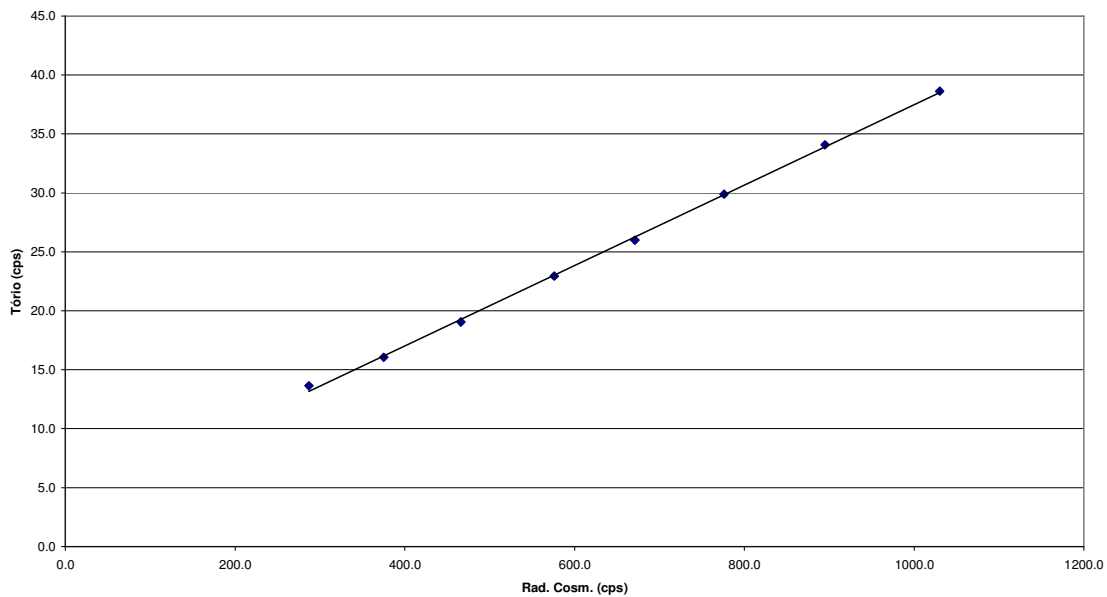
$$y = 0.0287x + 3.3535$$
$$R^2 = 0.9987$$

Urânio X Cósmico



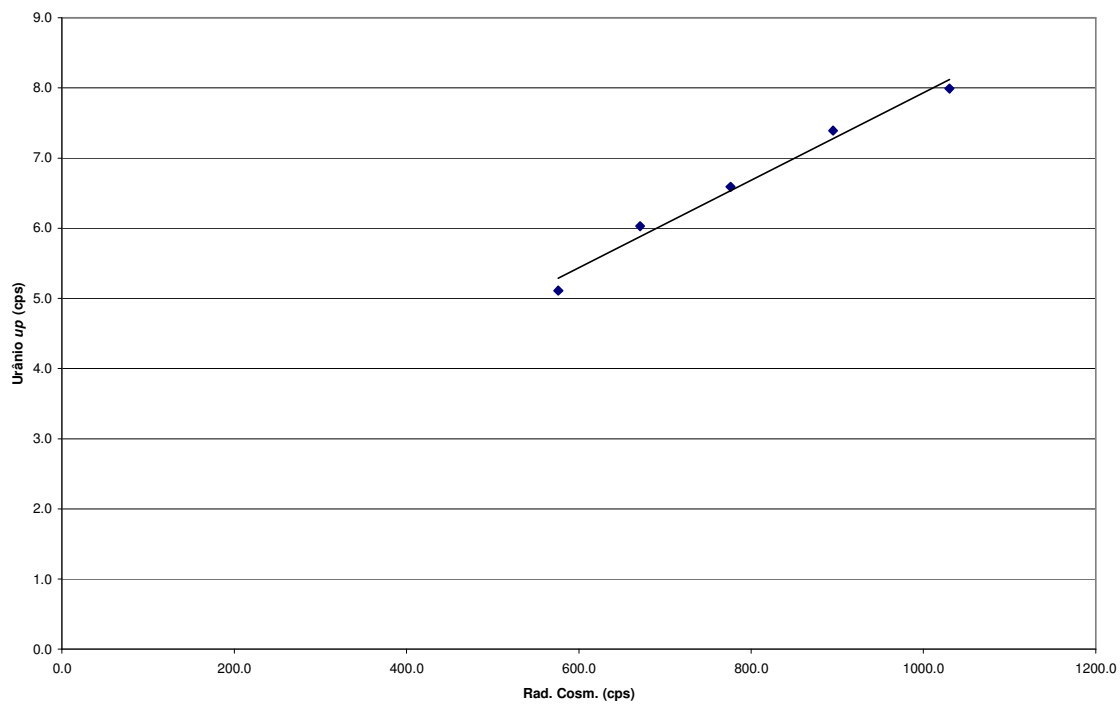
$y = 0.0341x + 3.3953$
 $R^2 = 0.9992$

Tório X C3smico



$y = 0.0062x + 1.6958$
 $R^2 = 0.9831$

Ur3nio "upward" X C3smico



**ANEXO I - RESUMO DO PROCESSO DE CALIBRAÇÃO DO
GAMASPECTRÔMETRO**

ANEXO I-d

**DETERMINAÇÃO DAS CONSTANTES
DE CALIBRAÇÃO DO RADÔNIO**

PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO
PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL (PGB)

PROJETO AEROGEOFÍSICO RIO ARAGUARI

CPRM CONTRATO Nº 032/PR/04

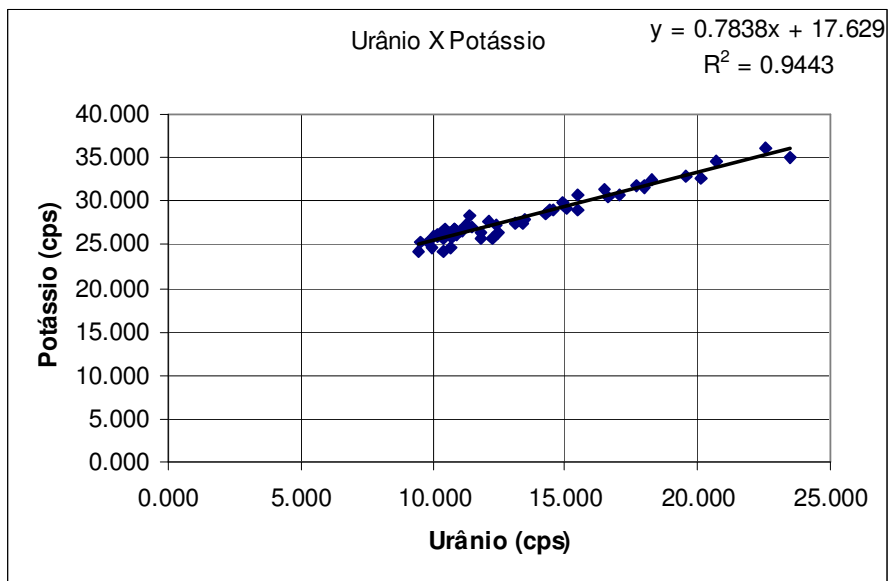
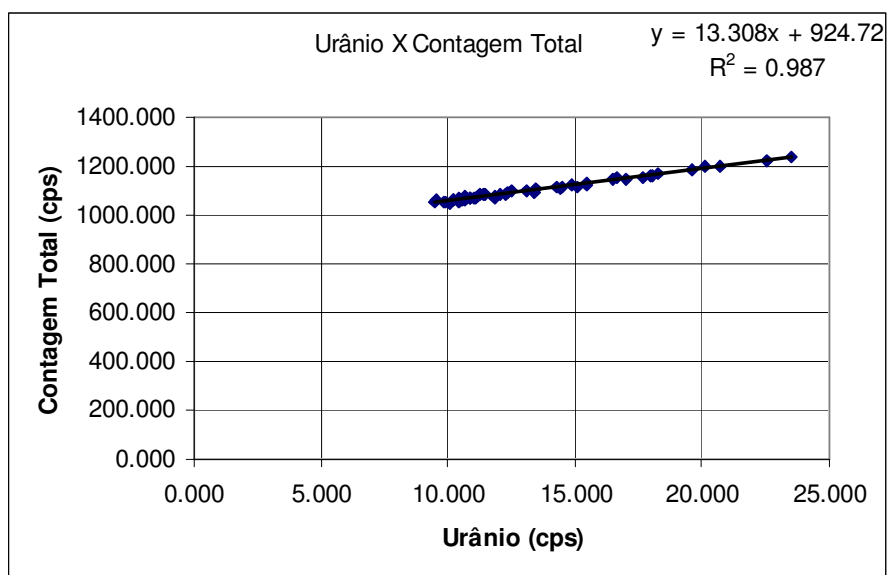
DETERMINAÇÃO DAS CONSTANTES
DE CALIBRAÇÃO DO RADÔNIO

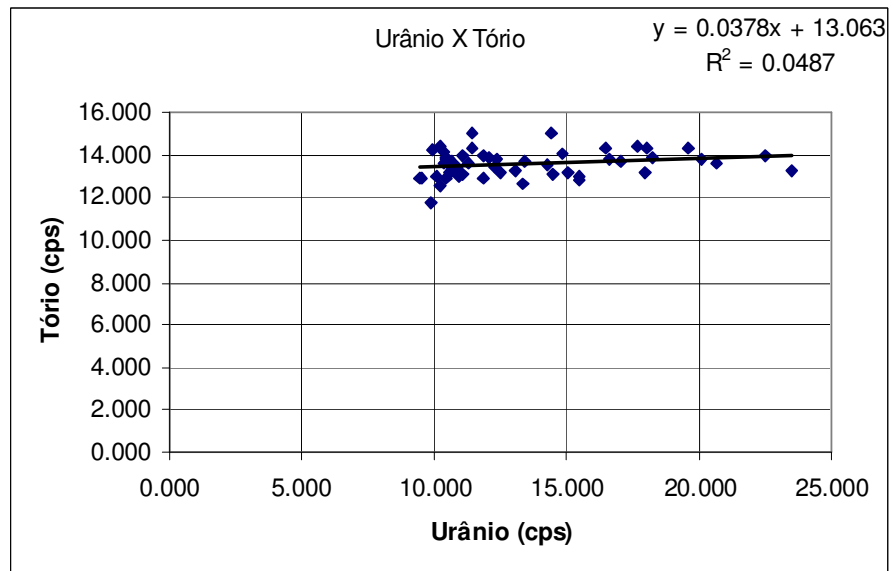
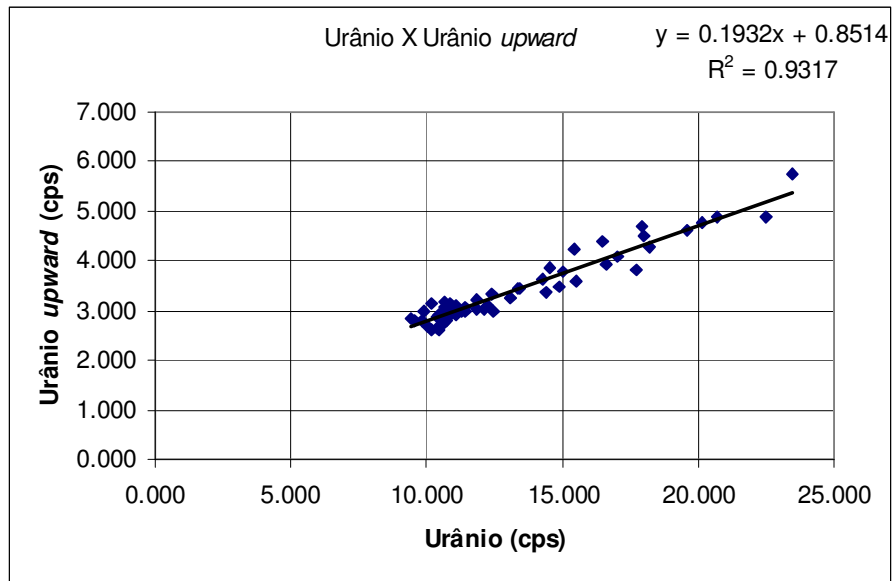
AERONAVE CESSNA 404 - TITAN

PT-FZN

Vôo	Urânio	Tório	Urânio <i>up</i>	Potássio	Contagem Total	Cósmico
2	13,367	12,653	3,445	27,373	1092,085	220,270
2	16,631	13,780	3,951	30,490	1151,603	201,303
3	11,840	12,873	3,206	25,731	1068,650	221,618
4	10,399	13,607	2,890	24,230	1051,641	211,489
4	14,866	14,037	3,473	29,844	1120,066	209,856
5	10,839	13,455	3,055	26,823	1072,808	208,295
5	10,839	13,455	3,055	26,823	1072,808	208,295
6	10,200	14,432	2,614	25,960	1065,235	209,841
6	20,131	13,791	4,767	32,666	1196,668	207,049
7	10,671	13,708	3,172	26,081	1073,735	210,509
7	14,518	13,079	3,847	28,982	1119,223	205,735
8	9,936	14,273	2,997	24,706	1057,313	214,701
8	16,464	14,319	4,376	31,421	1149,796	209,038
9	9,843	11,774	2,791	25,307	1051,168	209,240
9	10,441	13,850	2,925	26,098	1068,344	209,799
10	10,401	14,174	2,656	25,656	1058,659	211,275
10	19,587	14,352	4,616	32,889	1188,190	210,567
11	10,732	13,551	2,821	26,035	1068,703	208,682
11	20,693	13,571	4,868	34,696	1203,845	209,079
12	10,472	12,907	2,882	26,908	1063,170	207,945
12	22,532	14,004	4,880	36,096	1225,028	209,631
13	9,443	12,909	2,855	24,237	1055,129	210,406
13	11,262	13,629	2,996	27,147	1082,477	208,082
14	9,539	12,935	2,788	25,285	1063,065	211,127
14	10,464	13,803	2,601	25,998	1064,723	208,677
15	10,058	12,968	2,678	25,959	1048,613	209,540
15	15,452	12,793	4,234	30,638	1129,472	216,043
16	11,438	14,350	2,983	27,056	1085,311	209,340
17	10,600	13,189	2,933	26,409	1058,676	208,165
17	18,241	13,896	4,275	32,403	1169,535	209,623
18	11,413	15,029	3,051	28,328	1088,371	207,926
19	10,644	13,279	3,060	25,905	1069,553	209,515
19	14,433	15,010	3,365	28,968	1111,269	208,182
20	12,088	13,863	3,045	27,657	1084,838	210,502
21	11,850	13,980	3,017	26,410	1077,856	209,711
21	17,037	13,699	4,077	30,613	1147,006	207,183
22	10,195	12,515	3,142	26,184	1060,640	210,517
22	17,949	13,176	4,673	31,528	1162,424	211,395
23	12,271	13,427	3,105	25,806	1085,534	212,975
24	10,711	13,552	2,931	26,444	1066,387	211,675
24	15,052	13,207	3,781	29,180	1119,042	210,739
25	12,499	13,132	2,979	26,333	1097,476	213,746
26	10,660	13,463	2,775	24,604	1061,565	211,732
26	14,263	13,499	3,619	28,625	1115,892	211,304
27	13,094	13,247	3,244	27,473	1096,407	211,642
28	11,047	13,955	2,922	26,687	1068,255	210,163
28	18,011	14,339	4,490	31,875	1161,427	212,420

Vôo	Urânio	Tório	Urânio <i>up</i>	Potássio	Contagem Total	Cósmico
30	10,723	13,361	2,792	25,912	1070,852	209,858
30	13,456	13,723	3,430	27,853	1107,124	213,002
31	10,902	13,008	3,132	26,092	1067,581	211,004
32	17,698	14,410	3,834	31,871	1156,854	209,570
33	11,103	13,092	3,117	26,522	1071,839	209,351
33	23,498	13,232	5,767	35,083	1237,146	205,544
34	12,362	13,819	3,339	27,248	1093,439	205,689
34	15,480	12,966	3,591	28,893	1124,546	208,960





CANAL	COEFICIENTE	VALOR OBTIDO
Contagem Total	a_{tc}	13,308
Potássio	a_k	0,7838
Urânio <i>up</i>	a_u	0,1932
Tório	a_t	0,0378

**ANEXO I - RESUMO DO PROCESSO DE CALIBRAÇÃO DO
GAMAESPECTRÔMETRO**

ANEXO I-e

CALIBRAÇÃO DINÂMICA – RESULTADOS DOS TESTES

PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL (PGB)

PROJETO AEROGEOFÍSICO RIO ARAGUARI

CPRM CONTRATO Nº 032/PR/04

CALIBRAÇÃO DINÂMICA – RESULTADOS DOS TESTES

AERONAVE CESSNA 404 - TITAN

PT-FZN

MARICÁ-RJ

02 de JULHO DE 2004

CÁLCULO DAS TAXAS DE CONCENTRAÇÃO DOS RADIOELEMENTOS

POTÁSSIO, URÂNIO E TÓRIO

SUMÁRIO

- 1 Considerações Gerais
- 2 Levantamento Terrestre
- 3 Levantamento Aéreo
- 4 Correção Altimétrica (Coeficiente de Atenuação Atmosférica)
- 5 Conversão para Concentração de Elementos

Índice das Figuras, Quadros, Tabela e Mapa

- Figura 1 - Gamaespectrômetro Portátil GR-320
- Figura 2 - Coleta de Dados Terrestres na Pista de Calibração Dinâmica
- Figura 3 - Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Contagem Total
- Figura 4 - Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Potássio
- Figura 5 - Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Urânio
- Figura 6 - Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Tório
-
- Quadro 1 - Resultado Estatístico do Levantamento Terrestre na Pista de Calibração
- Quadro 2 - Resultado Estatístico do Levantamento Terrestre na Lagoa de Maricá
- Quadro 3 - Resultado Estatístico do Levantamento Aéreo Sobre a Pista de Calibração
- Quadro 4 - Resultado Estatístico do Levantamento Terrestre na Pista de Calibração
- Quadro 5 - Coeficientes de Sensibilidade
-
- Tabela 1 - Listagem dos Valores das Leituras do Levantamento Terrestre
-
- Mapa 1 - Mapa de Localização das Estações Terrestres Sobre a Pista de Calibração Dinâmica

1 Considerações Gerais

Para a conversão dos dados aerogamaespectrométricos, medidos em contagens por segundo (cps), para concentração de elementos para K (em %), eU e eTh (em ppm) e o canal de contagem total em taxa de exposição (em $\mu\text{R/h}$) são utilizadas técnicas de calibração para os sistemas gamaespectrométricos aéreo e terrestre transferidas por consultores especialistas canadenses a técnicos da CPRM, da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) e das empresas de levantamento aerogeofísico, reunidos em um *workshop* patrocinado pela CPRM, em conjunto com o Geological Survey of Canada, em junho de 1997.

A conversão dos dados aerogamaespectrométricos de contagens por segundo (cps) para concentração de elementos exige a utilização de uma “pista de calibração dinâmica” (*Dynamic Calibration Range – DCR*), para obtenção dos coeficientes de sensibilidade (contagens por segundo / unidade de concentração), bem como para a determinação dos coeficientes de atenuação atmosférica (μ), empregados na correção altimétrica dos canais radiométricos.

Os sistemas gamaespectrométricos, tanto aéreo quanto portátil terrestre, devem ser calibrados aproximadamente a cada 12 meses.

No dia 02 de Julho de 2004 a Lasa Engenharia e Prospecções S.A. efetuou os testes sobre a “pista de calibração dinâmica” no distrito de Inoã, município de Maricá (RJ).

2 Levantamento Terrestre

Na coleta de dados ao longo da pista de calibração foi utilizado um gamaespectrômetro portátil EXPLORANIUM, modelo GR-320, 256 canais, com detector de iodeto de sódio ativado a tálio NaI(Tl), medindo 76x76mm com resolução melhor que 8,5% para fotopico de Cs-137 (662 keV), como mostra a figura 1. As medidas foram armazenadas na memória interna do equipamento, bem como anotadas pelo operador em planilha apropriada.

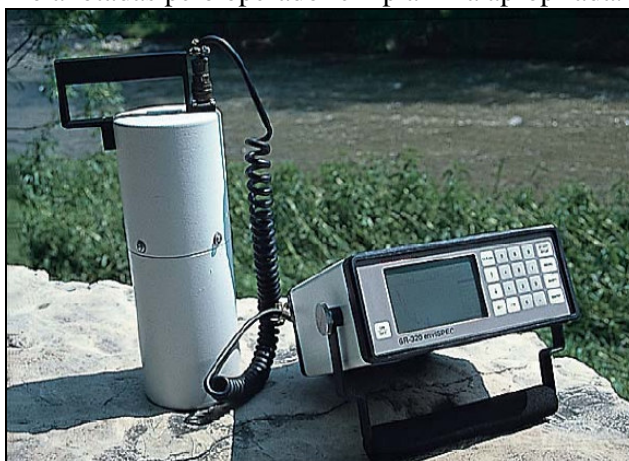


Figura 1 – Gamaespectrômetro Portátil EXPLORANIUM GR-320

Foram registradas 83 estações, sendo 77 sobre a pista de calibração e 6 sobre a Lagoa de Maricá, estas últimas com vistas a remover o *background* atmosférico da região. Devido a impossibilidade de chegada ao local, não foram efetuadas medições entre a estaca 11S e as imediações do marco 2, e foram descartadas as estações de números 75 a 77 (amostras não representativas), sendo consideradas, para fins estatísticos, 74 estações. A Tabela 1 e o Mapa 1 proporcionam, respectivamente, uma visão dos valores das leituras das estações e a locação das mesmas na Pista de Calibração. A Figura 2 ilustra a coleta de dados terrestres. Os Quadros 1 e 2 resumem os resultados obtidos no levantamento terrestre.



Figura 2 – Coleta de Dados Terrestres sobre a Pista de Calibração Dinâmica

ESTATÍSTICA (*)	CONCENTRAÇÃO							
	CT(**) (μ R/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)	CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
MÉDIA	13,31	2,12	2,60	29,33	3601,06	699,09	193,28	258,80
DESVIO PADRÃO	2,67	0,61	0,80	7,35	726,95	156,64	37,42	62,44
ERRO NA MÉDIA(1)	0,31	0,07	0,09	0,85	84,51	18,21	4,35	7,26
INCERTEZA (%) (2)	0,02	0,03	0,04	0,03				

Quadro 1 – Resultado Estatístico do Levantamento Terrestre na Pista de Calibração

- (*) *Background* removido
- (**) Valor obtido através da expressão:

$$E = 1,505K + 0,653eU + 0,287eTh$$

$$E = \text{Taxa de Exposição } (\mu\text{R/h})$$
- (1) Erro na média = Desvio Padrão / (Número de Estações)^{1/2}
- (2) Incerteza = Erro na Média/ Média
- cpm = contagem por minuto
- 74 estações utilizadas no cálculo estatístico

ESTATÍSTICA	CONCENTRAÇÃO							
	CT ($\mu\text{R/h}$)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)	CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
MÉDIA	-0,53*	-0,10*	-0,40*	0,67	129,33	-14,00*	-3,50*	5,33*
DESVIO PADRÃO	0,24	0,05	0,25	0,22	23,61	5,87	4,59	1,97
ERRO NA MÉDIA	0,10	0,02	0,10	0,09	9,64	2,39	1,88	0,80
INCERTEZA (%)	0,00	0,00	0,00	0,13				

* Valores considerados como zero para efeito do cálculo de remoção do background

Quadro 2 – Resultado Estatístico do Levantamento Terrestre na Lagoa de Maricá (*background*)

3 Levantamento Aéreo

Foi utilizada a aeronave PT-FZN, equipada com gamaespectrômetro EXPLORANIUM GR-820, com cristais detectores de NaI com 2560 pol³ *down* e 512 pol³ *up*. Foram realizadas 8 passagens sobre a pista de calibração e mar, nas seguintes altitudes: 330, 400, 500, 600, 700 e 800 pés. A razão pela qual foram voadas linhas em várias altitudes foi o aproveitamento dos dados para calcular também os coeficientes de atenuação atmosférica (*attenuation coefficients*), os quais são utilizados para a correção altimétrica dos dados radiométricos.

4 Correção Altimétrica (Coeficientes de Atenuação Atmosférica)

Esse procedimento é comentado no próximo resumo.

5 Conversão para Concentração de Elementos

A sensibilidade dos detectores da aeronave PT-FZN para as janelas de potássio, urânio e tório foi determinada com base na razão entre as medidas efetuadas a bordo (N) e em terra (C), com a aplicação da seguinte expressão:

$$S = N / C, \text{ onde:}$$

S corresponde à sensibilidade para cada janela,

N é a média das contagens corrigidas (em cps) para cada canal referente à altura do levantamento (100 m) e situada no trecho de interesse das estações utilizadas.

C é a média das concentrações para cada canal das estações terrestres de interesse.

Foram utilizados os dados aéreos relativos à primeira passagem na altura de 100 m sobre a pista de calibração, correspondente ao intervalo de 50 metros entre as estações terrestres consideradas para efeito do cálculo da média dos elementos K, U, e Th (do Marco 0 até a estaca 7N).

Para cálculo da “taxa de exposição” (*Exposure rate*) do canal de contagem total é utilizada a fórmula abaixo (IAEA, 1991):

$$E = 1,505 K\% + 0,653 eU + 0,287 eTh, \text{ onde:}$$

E é o símbolo para *Exposure rate*, K%, eU e eTh correspondem às concentrações médias destes elementos determinadas em terra na pista de calibração dinâmica.

Os dados estatísticos e os resultados da calibração dinâmica são resumidos nos Quadros 3, 4 e 5, a seguir:

ESTATÍSTICA *	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
MÉDIA	2931,86	167,52	25,24	148,05
DESVIO PADRÃO	263,44	28,97	11,37	19,31
ERRO NA MÉDIA	39,27	4,32	1,70	2,88
INCERTEZA (%)	0,01	0,03	0,07	0,02

* tempo morto, *background*, *stripping* e atenuação corrigidos

Quadro 3 - Resultado Estatístico do Levantamento Aéreo Sobre a Pista de Calibração

ESTATÍSTICA	CONCENTRAÇÃO				CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
	CT (μ R/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)				
MÉDIA	13,31	2,12	2,60	29,33	3601,06	699,09	193,28	258,80
DESVIO PADRÃO	2,67	0,61	0,80	7,35	726,95	156,64	37,42	62,44
ERRO NA MÉDIA	0,31	0,07	0,09	0,85	84,51	18,21	4,35	7,26
INCERTEZA (%)	0,02	0,03	0,04	0,03				

cpm = contagens por minuto

Quadro 4 – Resultado Estatístico do Levantamento Terrestre na Pista de Calibração.

	CT (cps / μ R/h)	K (cps / %)	U (cps / ppm)	Th (cps / ppm)
SENSIBILIDADE (S)	220,27	79,02	9,71	5,05

Quadro 5 – Coeficientes de Sensibilidade

As Figuras 3, 4, 5 e 6 apresentam os perfis comparativos dos levantamentos aéreo e terrestre:

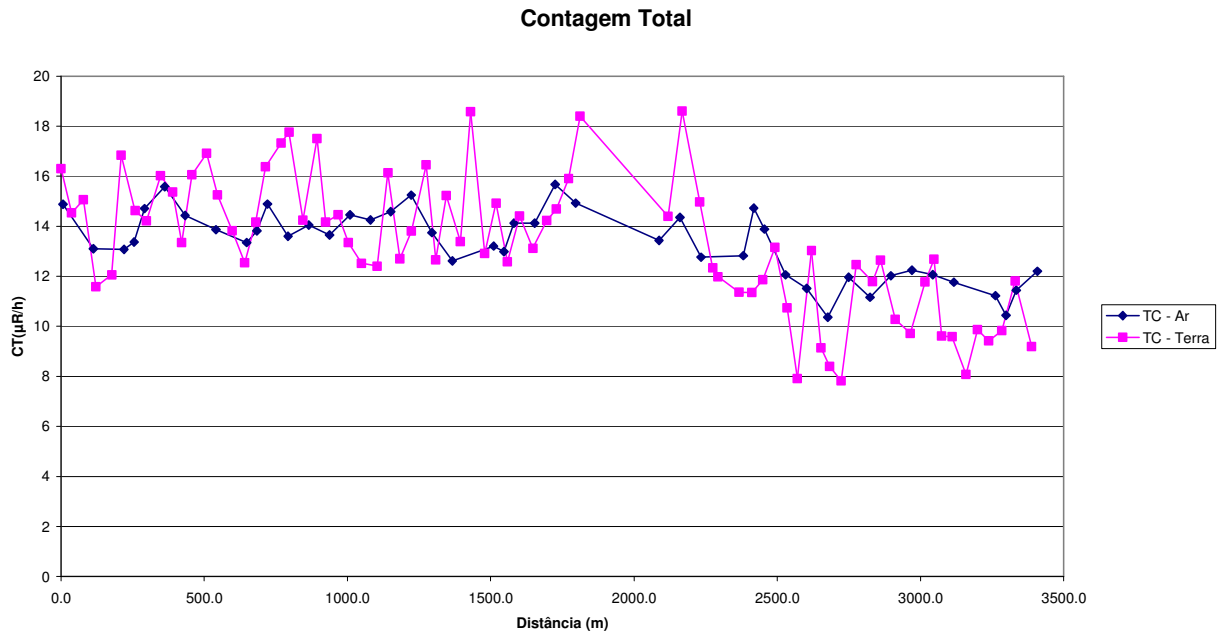


Figura 3 – Calibração dinâmica – Perfil comparativo – Contagem Total

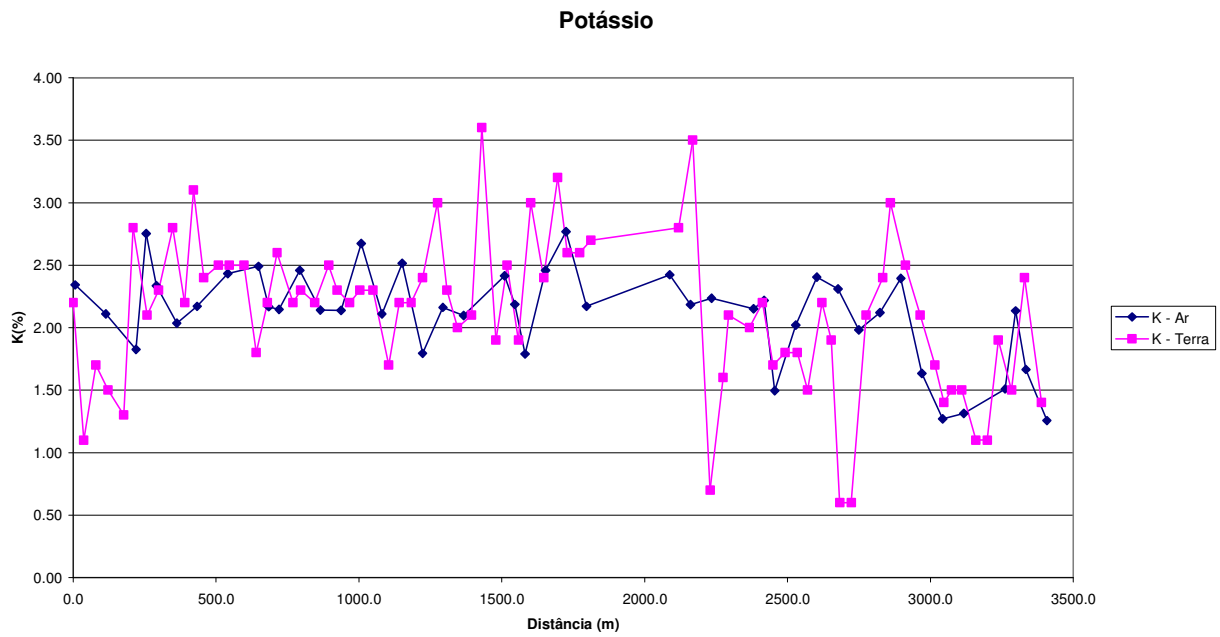


Figura 4 – Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Potássio

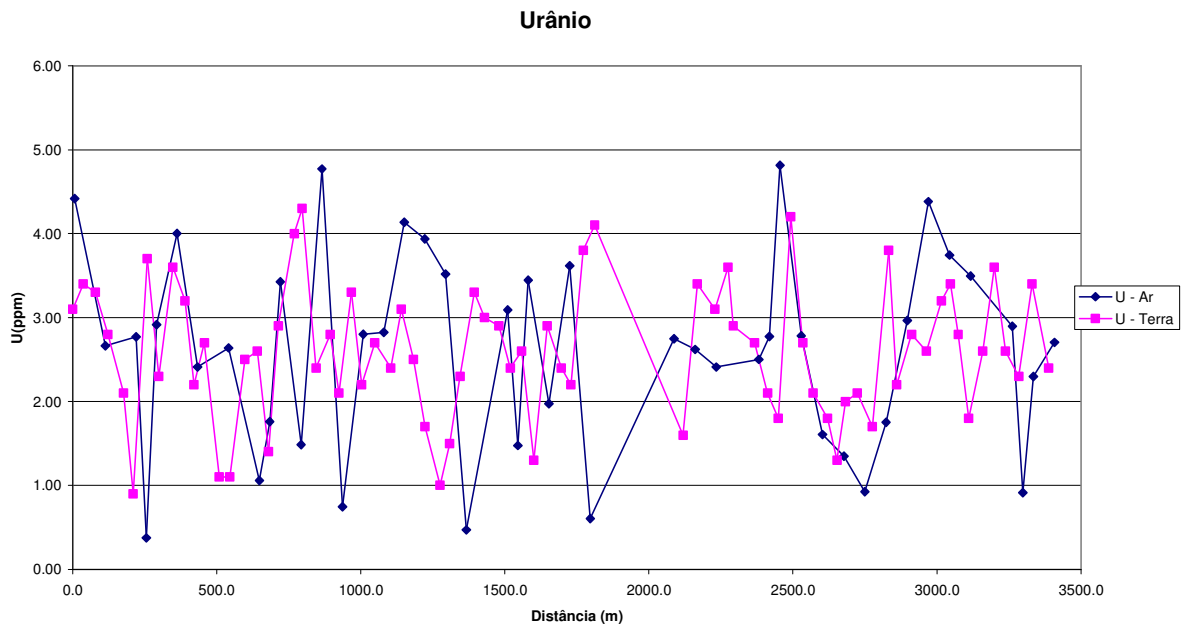


Figura 5 – Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Urânio

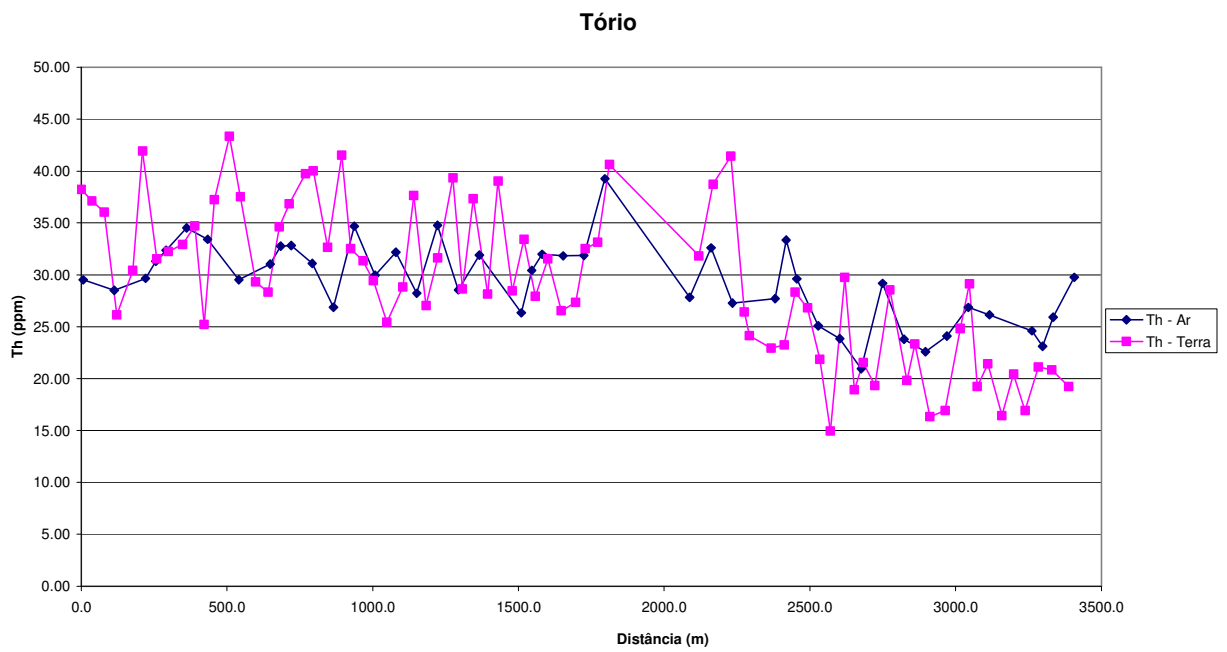


Figura 6 – Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Tório

**TABELA 1 - LISTAGEM DAS LEITURAS DO LEVANTAMENTO TERRESTRE
PISTA DE CALIBRAÇÃO DINÂMICA – 02/07/2004
DADOS BRUTOS**

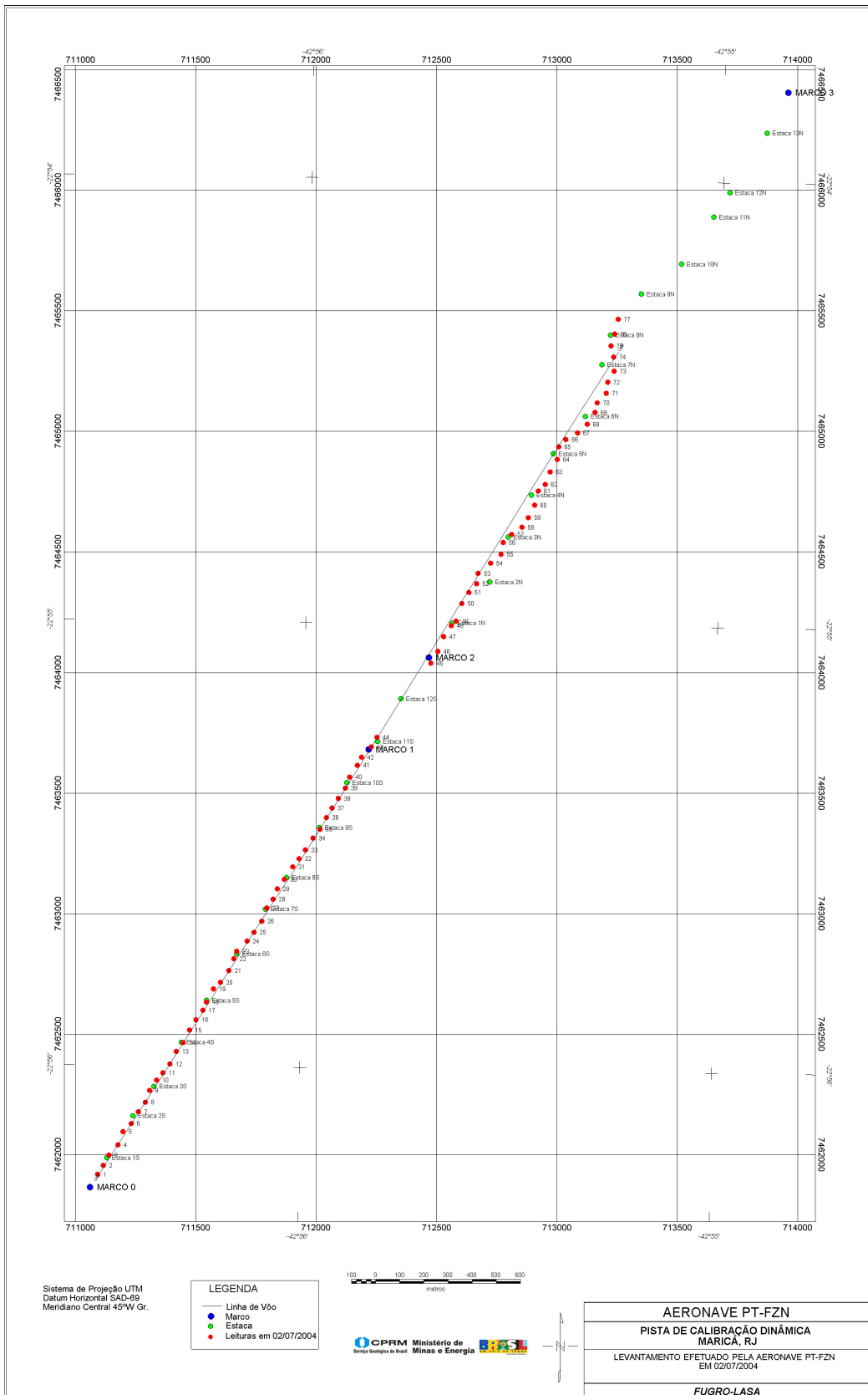
Estação	Estaca	UTM LESTE (m)	UTM NORTE (m)	CT (μ R/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)	CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
1	Marco 0	711049	7461875	16,5	2,2	3,1	38,9	4321	762	239	340
2		711073	7461912	14,7	1,1	3,4	37,8	3885	532	239	330
3	Estaca 1S	711096	7461954	15,2	1,7	3,3	36,7	4014	656	233	321
4		711134	7461997	11,8	1,5	2,8	26,8	3259	528	177	234
5		711154	7462052	12,3	1,3	2,1	31,1	3178	505	183	271
6		711189	7462085	17,0	2,8	0,9	42,6	4795	880	219	370
7	Estaca 2S	711218	7462134	14,8	2,1	3,7	32,2	3931	721	218	281
8		711247	7462174	14,4	2,3	2,3	32,9	4113	738	195	287
9		711265	7462223	16,2	2,8	3,6	33,6	4455	880	223	294
10	Estaca 3S	711294	7462265	15,6	2,2	3,2	35,4	4382	757	225	309
11		711320	7462296	13,5	3,1	2,2	25,9	3966	870	162	226
12		711349	7462332	16,3	2,4	2,7	37,9	4545	800	227	330
13		711376	7462384	17,1	2,5	1,1	44,0	4690	821	227	382
14	Estaca 4S	711405	7462421	15,4	2,5	1,1	38,2	4319	784	197	331
15		711431	7462473	14,0	2,5	2,5	30,0	3877	758	187	262
16		711457	7462516	12,7	1,8	2,6	29,0	3413	601	183	253
17		711486	7462555	14,4	2,2	1,4	35,3	4106	703	190	307
18	Estaca 5S	711501	7462589	16,6	2,6	2,9	37,5	4438	845	228	328
19		711530	7462644	17,5	2,2	4,0	40,4	4601	792	263	353
20		711559	7462671	18,0	2,3	4,3	40,7	4682	819	264	356
21		711594	7462720	14,4	2,2	2,4	33,3	4157	726	200	290
22	Estaca 6S	711615	7462769	17,7	2,5	2,8	42,2	4861	840	248	368
23		711627	7462799	14,4	2,3	2,1	33,2	3388	725	193	289
24		711670	7462842	14,6	2,2	3,3	32,0	4109	717	210	280
25		711699	7462878	13,5	2,3	2,2	30,1	3821	716	182	262
26		711731	7462924	12,7	2,3	2,7	26,1	3649	695	172	228
27	Estaca 7S	711752	7462979	12,6	1,7	2,4	29,5	3435	599	182	258
28		711778	7463016	16,3	2,2	3,1	38,3	4503	768	236	334
29		711796	7463058	12,9	2,2	2,5	27,7	2624	676	176	242
30	Estaca 8S	711825	7463098	14,0	2,4	1,7	32,3	3851	734	182	281
31		711860	7463150	16,6	3,0	1,0	40,0	4710	902	205	347
32		711886	7463183	12,9	2,3	1,5	29,3	3578	689	164	255
33		711912	7463220	15,4	2,0	2,3	38,0	3658	666	183	264
34		711944	7463269	13,6	2,1	3,3	28,8	3555	663	182	226
35	Estaca 9S	711973	7463305	18,8	3,6	3,0	39,7	5132	1055	226	319
36		711999	7463354	13,1	1,9	2,9	29,1	4014	671	214	301
37		712023	7463394	15,1	2,5	2,4	34,1	4398	805	212	314
38		712049	7463433	12,8	1,9	2,6	28,6	3508	634	181	249
39	Estaca 10S	712078	7463476	14,6	3,0	1,3	32,2	4564	880	191	313
40		712096	7463522	13,3	2,4	2,9	27,2	3642	724	178	234
41		712128	7463571	14,4	3,2	2,4	28,0	4554	930	205	299
42		712145	7463604	14,9	2,6	2,2	33,2	4293	814	204	306
43	Marco 1	712186	7463647	16,1	2,6	3,8	33,8	4528	848	247	331
44	Estaca 11S	712209	7463687	18,6	2,7	4,1	41,3	4723	899	256	336
45	Marco 2	712433	7463994	14,6	2,8	1,6	32,5	4265	828	181	283
46		712462	7464043	18,8	3,5	3,4	39,4	5188	1062	246	344
47		712486	7464104	15,2	0,7	3,1	42,1	4112	477	257	374
48		712518	7464150	12,5	1,6	3,6	27,1	3394	579	194	238
49	Estaca 1N	712538	7464168	12,2	2,1	2,9	24,8	3379	663	169	217
50		712562	7464242	11,5	2,0	2,7	23,6	3309	619	191	206

Estação	Estaca	UTM LESTE (m)	UTM NORTE (m)	CT (µR/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)	CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
51		712591	7464287	11,5	2,2	2,1	23,9	3420	658	151	208
52	Estaca 2N	712623	7464324	12,1	1,7	1,8	29,0	3293	575	169	253
53		712629	7464367	13,3	1,8	4,2	27,5	3479	623	207	242
54		712681	7464409	10,9	1,8	2,7	22,5	3062	570	156	197
55		712724	7464445	8,1	1,5	2,1	15,6	2366	445	112	137
56	Estaca 3N	712734	7464495	13,2	2,2	1,8	30,4	3661	687	175	264
57		712768	7464528	9,3	1,9	1,3	19,6	2555	540	115	171
58		712811	7464558	8,6	0,6	2,0	22,2	2389	298	140	194
59		712838	7464598	8,0	0,6	2,1	20,0	2174	285	132	175
60		712864	7464650	12,7	2,1	1,7	29,2	3613	661	167	255
61	Estaca 4N	712879	7464708	12,0	2,4	3,8	20,5	3481	717	166	180
62		712908	7464735	12,8	3,0	2,2	24,0	3663	838	153	210
63		712929	7464787	10,5	2,5	2,8	17,0	3138	704	135	255
64		712958	7464839	9,9	2,1	2,6	17,6	2845	593	130	154
65	Estaca 5N	712964	7464891	12,0	1,7	3,2	25,5	3264	580	180	224
66		712993	7464922	12,9	1,4	3,4	29,8	3458	538	202	261
67		713042	7464949	9,8	1,5	2,8	19,9	2726	484	145	174
68		713083	7464985	9,8	1,5	1,8	22,1	2777	488	136	193
69	Estaca 6N	713115	7465034	8,3	1,1	2,6	17,1	2421	384	129	151
70		713124	7465074	10,1	1,1	3,6	21,1	2731	432	165	186
71		713161	7465113	9,6	1,9	2,6	17,6	2791	571	131	154
72		713168	7465159	10,0	1,5	2,3	21,8	2839	488	145	191
73	Estaca 7N	713194	7465205	12,0	2,4	3,4	21,5	3404	710	137	189
74		713192	7465263	9,4	1,4	2,4	19,9	2627	472	220	175
75**		713181	7465310	12,9	0,5	2,8	36,1	3436	382	166	315
76**	Estaca 8N	713196	7465359	10,9	1,3	2,6	25,1	2998	488	141	220
77**		713211	7465420	9,1	0,9	2,0	22,4	2418	374	240	196
78	*	722744	7463110	-0,5	-0,1	-0,4	0,7	121	-22	-5	6
79	*	722744	7463110	-0,8	0,0	-0,8	0,6	104	-18	-12	4
80	*	722744	7463110	-0,3	-0,1	-0,2	1,0	157	-11	0	8
81	*	722744	7463110	-0,4	-0,1	-0,3	0,5	102	-17	-3	4
82	*	722744	7463110	-0,2	0,0	-0,2	0,8	148	-9	-1	7
83	*	722744	7463110	-0,1	0,0	-0,1	0,4	144	-7	0	3

* *Background* na Lagoa de Maricá

** Amostragem não considerada no cálculo devido a impossibilidade de chegada no local exato ou proximidades.

cpm= Contagem por minuto; ppm = parte por milhão



Mapa 1 - Mapa de Localização das Estações Terrestres Sobre a Pista de Calibração Dinâmica

**ANEXO I - RESUMO DO PROCESSO DE CALIBRAÇÃO DO
GAMASPECTRÔMETRO**

ANEXO I-f

ATENUAÇÃO ATMOSFÉRICA – RESULTADO DOS TESTES

PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO
PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL (PGB)

PROJETO AEROGEOFÍSICO RIO ARAGUARI

CPRM CONTRATO Nº 032/PR/04

RESUMO DO RESULTADO DOS TESTES DE CALIBRAÇÃO DINÂMICA
ATENUAÇÃO ATMOSFÉRICA

AERONAVE CESSNA 404 - TITAN

PT-FZN

RIO DE JANEIRO-RJ
02 de JULHO DE 2004

SUMÁRIO

1 - Cálculo das constantes de atenuação atmosférica para a aeronave PT-FZN

Índice do Quadro, Tabelas e Figuras

Quadro 1 - Coeficientes de Atenuação Atmosférica

Tabela 1 - Cálculo dos Coeficientes de Atenuação Atmosférica

- a) Médias sobre a Água
- b) Médias sobre a Terra
- c) Médias Terra - Água

Figura 1 - Coeficientes de Atenuação

- a) Contagem Total
- b) Potássio
- c) Urânio
- d) Tório

1 - Cálculo das Constantes de Atenuação Atmosférica para a Aeronave PT-FZN

Durante os vôos sobre a pista de calibração dinâmica (*dynamic calibration range – DCR*) realizados em 02.07.2004 nas proximidades de Maricá (RJ), objetivando a determinação dos coeficientes de sensibilidade para converter os dados aerogamaespectrométricos, medidos em contagens por segundo (cps), para concentração de elementos (% K, ppm para eU e eTh e $\mu\text{R/h}$ para o canal de contagem total), também são realizados vôos em diversas alturas (de 330 a 800 pés com intervalo de 100 pés) sobre a mencionada pista de calibração objetivando a correção altimétrica dos dados radiométricos através da determinação dos coeficientes de atenuação atmosférica (μ) dos radioelementos potássio, urânio e tório, bem como para o canal de contagem total.

A correção altimétrica tem por objetivo referenciar os valores radiométricos à altura nominal do aerolevantamento (100 m), eliminando falsas anomalias ocasionadas por elevações no terreno.

A atenuação das radiações gama em relação ao afastamento da fonte pode ser expressa matematicamente, de forma aproximada, pela fórmula (IAEA, 1991):

$$N_H = N_o \cdot e^{-\mu H} \quad (1), \text{ onde:}$$

N_H é a radiação à distância H da fonte,

N_o é a radiação na superfície do terreno (H=0),

μ é o coeficiente de atenuação atmosférica,

Extraindo-se o logaritmo neperiano na relação acima, tem-se:

$$\ln(N_H) = -\mu H + \ln(N_o)$$

que é a equação de uma reta de coeficiente angular $-\mu$ e coeficiente linear $\ln(N_o)$. Na determinação dos coeficientes de atenuação atmosférica (μ) para cada um dos canais radiométricos são efetuadas regressões lineares dos logaritmos neperianos dos valores radiométricos $\ln(N_H)$ em relação às alturas de vôo (de 330, 400, 500, 600, 700 e 800 pés) sobre a “pista de calibração dinâmica” (*dynamic calibration range - DCR*) situada no distrito de Inoã, Município de Maricá (RJ).

Os valores de μ obtidos foram calculados a partir dos valores corrigidos dos *backgrounds* da aeronave, cósmico e do radônio, bem como do efeito do espalhamento Compton, sendo apresentados no Quadro 1 a seguir:

Canal Radiométrico	μ em m^{-1}
Contagem Total	-0,0092
Potássio	-0,0112
Urânio	-0,0094
Tório	-0,0093

Quadro 1 - Coeficientes de Atenuação Atmosférica

Os valores das médias bem como os gráficos correspondentes, são apresentados na Tabela 1 e na Figura 1, a seguir:

1a. MÉDIAS SOBRE A ÁGUA*				
ALTURA (pés)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
330	1159,89	31,14	17,53	11,02
331	1157,45	33,52	18,44	9,69
332	1155,51	31,99	17,37	10,51
400	1147,85	30,04	17,01	11,08
500	1145,77	32,88	16,77	10,16
600	1129,12	30,17	16,31	9,62
700	1144,51	30,14	17,10	10,30
800	1163,94	30,34	18,35	10,87

* valores corrigidos do tempo morto

1b. MÉDIAS SOBRE A TERRA*				
ALTURA (pés)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
330	4411,27	314,66	96,24	177,08
331	4421,39	309,93	96,23	170,12
332	4377,17	308,52	97,51	173,71
400	3988,00	267,95	89,40	148,83
500	3557,23	229,56	77,85	127,18
600	3202,07	197,24	70,99	113,32
700	2829,18	164,98	63,03	94,93
800	2614,32	145,97	55,94	82,07

* valores corrigidos do tempo morto

1c. MÉDIAS TERRA-ÁGUA*				
ALTURA (pés)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
330	3255,65	187,24	28,57	165,44
331	3263,94	179,63	29,39	160,43
332	3221,66	177,30	30,98	163,20
400	2840,15	149,22	29,61	137,75
500	2411,46	120,75	23,53	117,02
600	2072,95	99,02	21,03	103,70
700	1684,67	77,81	17,94	84,63
800	1450,38	68,07	13,41	71,20

*valores corrigidas do tempo morto, background e espalhamento Compton

Tabela 1 – Cálculo dos Coeficientes de Atenuação Atmosférica

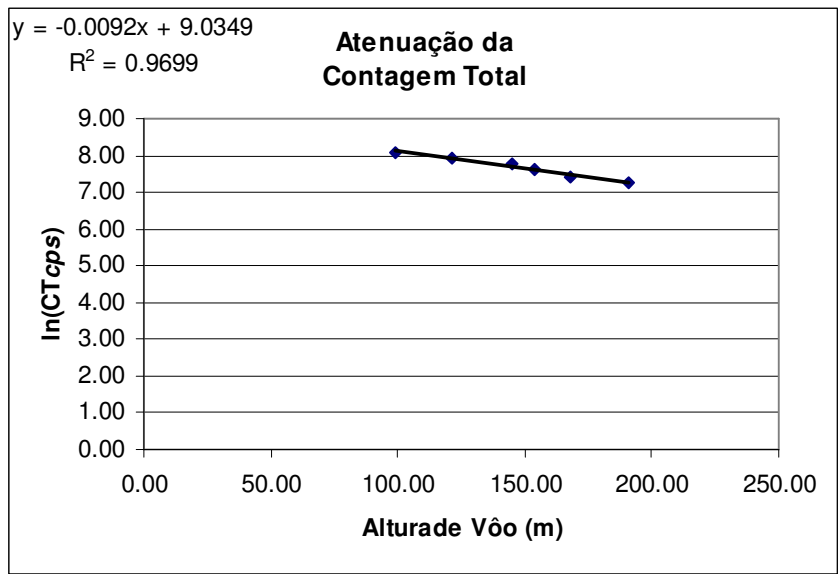


Figura 1a - Coeficiente de Atenuação - Contagem Total

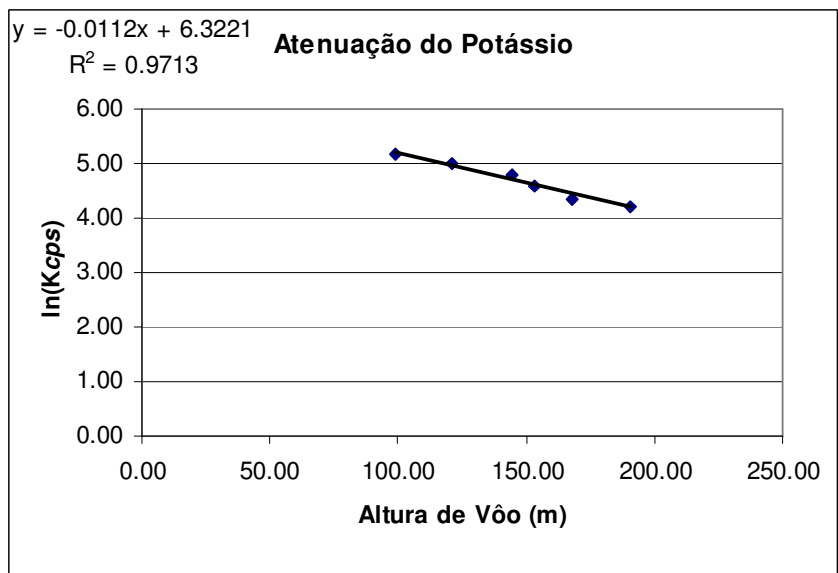


Figura 1b- Coeficiente de Atenuação - Potássio

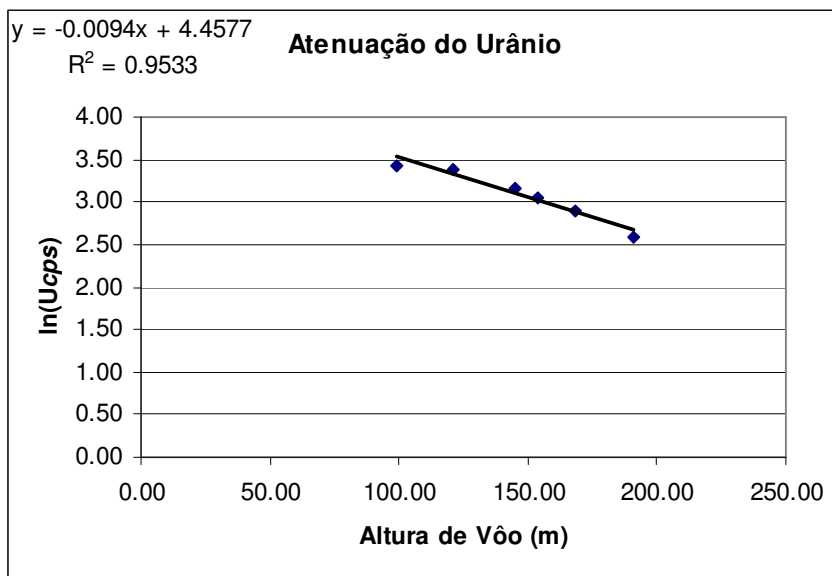


Figura 1c - Coeficiente de Atenuação –Urânio

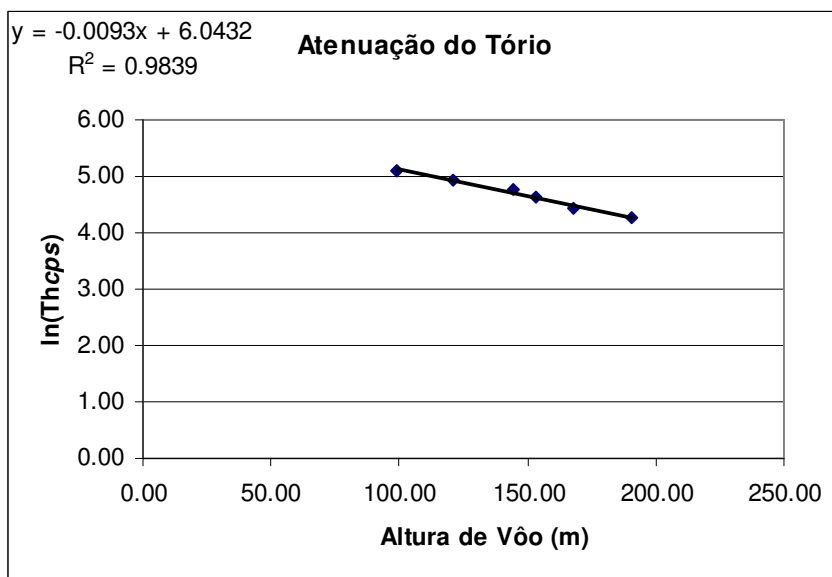


Figura 1d - Coeficiente de Atenuação - Tório

A aplicação da correção altimétrica é feita conforme mostrado a seguir:

Fazendo na equação (1) $H = H_{100} = 100$ m (altura nominal do levantamento) tem-se:

$$N_{100} = N_0 \cdot e^{-\mu H} \quad (2)$$

Dividindo-se (2) por (1), obtém-se:

$$N_{100} = N_H \cdot e^{-\mu(H_{100} - H)} \quad (3)$$

onde:

- N_{100} é a taxa de contagem normalizada para a altura do levantamento (100m) para um determinado canal;
- N_H é a taxa de contagem corrigida dos *backgrounds* da aeronave, cósmico e do radônio, bem como do efeito do espalhamento Compton;
- μ é o coeficiente de atenuação atmosférica para determinado canal;
- H_{100} é a altura nominal de vôo (100m)
- H é a altura medida.

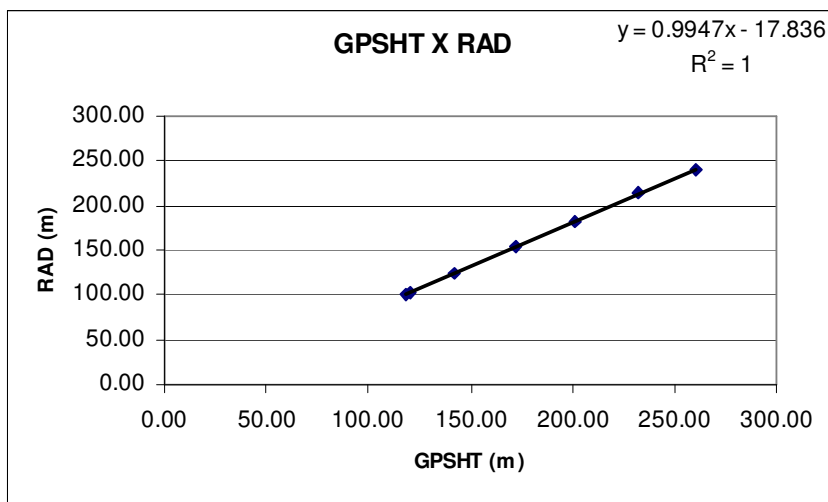
ANEXO II – TESTES CONTRATUAIS

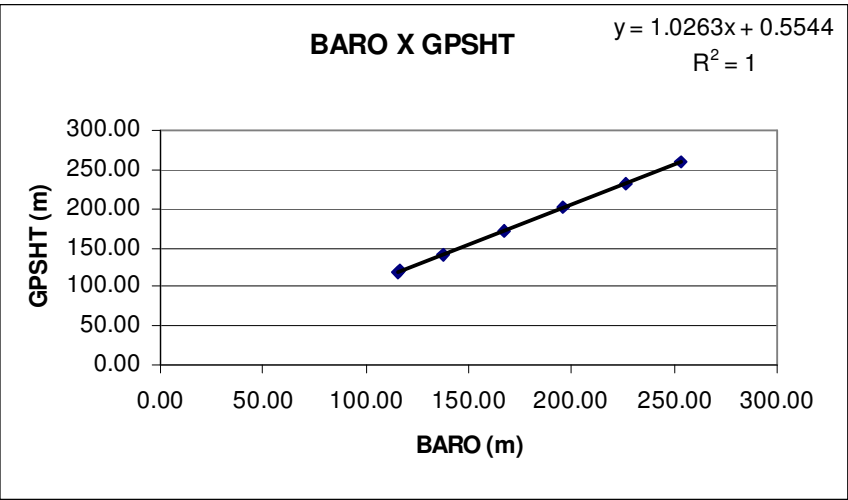
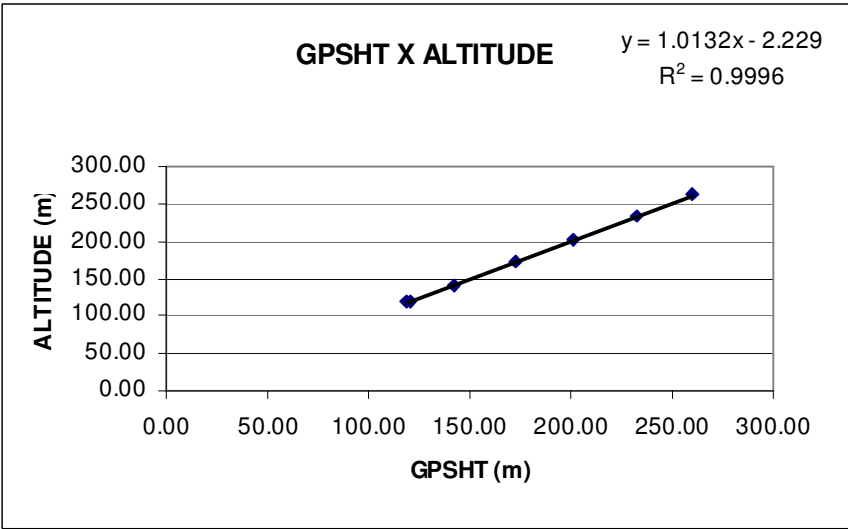
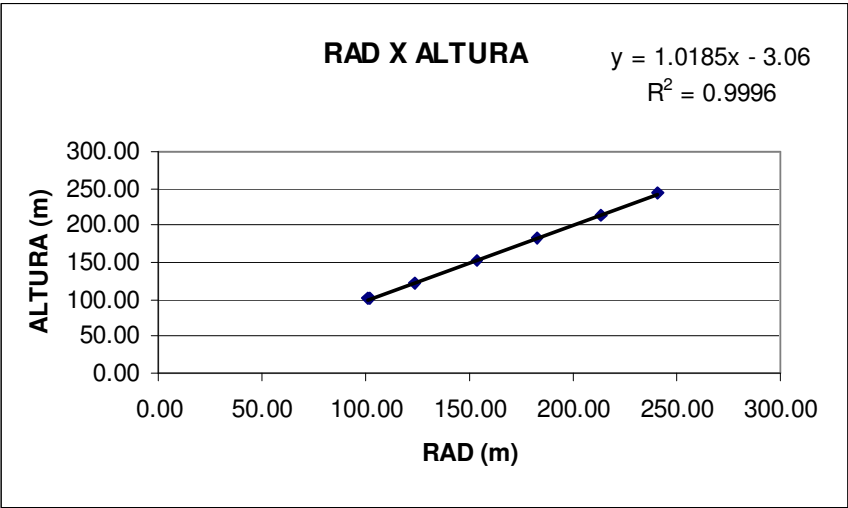
Anexo II-a – Teste de Altimetros

Base	Macapá-AP
Aeronave	PT-FZN
Data	25/09/2004
nº Voo	2

ALTITUDE DA PISTA: 19 m
ALTURA = ALTURA TEÓRICA
ALTITUDE = ALTITUDE TEÓRICA CORRIGIDA COM A PISTA

Linha	ALTURA (m)	ALTITUDE (m)	GPSHT (m)	RAD (m)	BARO (m)
800	243.84	262.84	260.23	240.91	253.07
700	213.36	232.36	232.65	214.08	226.11
600	182.88	201.88	201.47	182.37	196.00
500	152.40	171.40	172.31	153.22	167.18
400	121.92	140.92	142.14	123.37	137.50
330	100.58	119.58	118.67	100.52	115.22
330	100.58	119.58	120.28	101.86	116.95

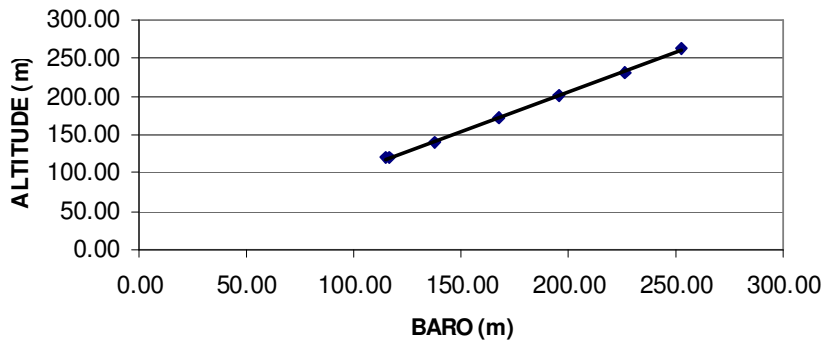




BARO X ALTITUDE

$$y = 1.0398x - 1.6758$$

$$R^2 = 0.9997$$



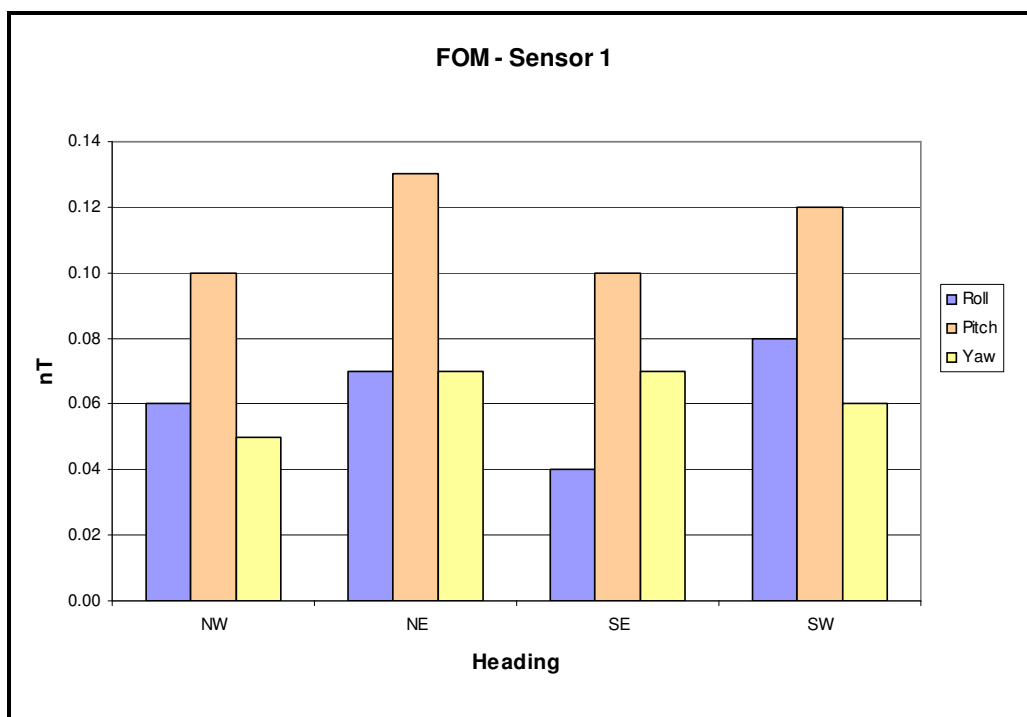
ANEXO II – TESTES CONTRATUAIS

Anexo II-b – Compensação Magnética

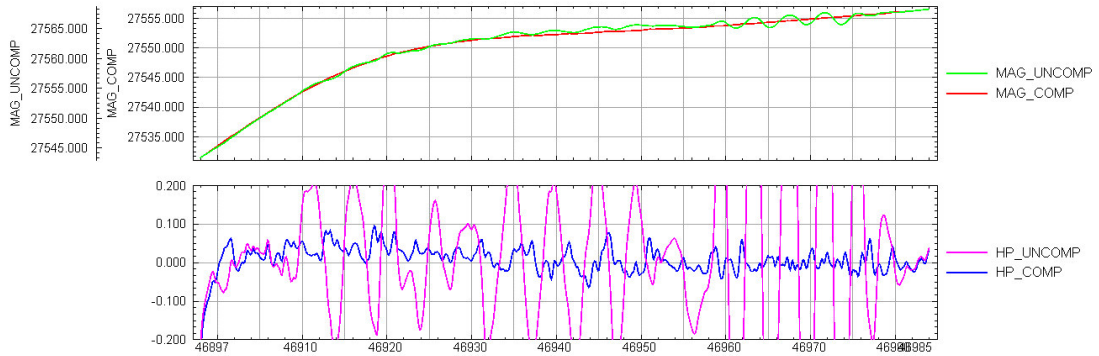
Base	Macapá-AP
Aircraft	PT-FZN
Date	24/09/2004
nº Vôo	1

Altitude do Teste: 3242,5 metros

Linha	Direção	ROLL (nT)	PITCH (nT)	YAW (nT)	Total (nT)
315	NW	0,06	0,10	0,05	0,21
45	NE	0,07	0,13	0,07	0,27
135	SE	0,04	0,10	0,07	0,21
225	SW	0,08	0,12	0,06	0,26
TOTAL					0,95



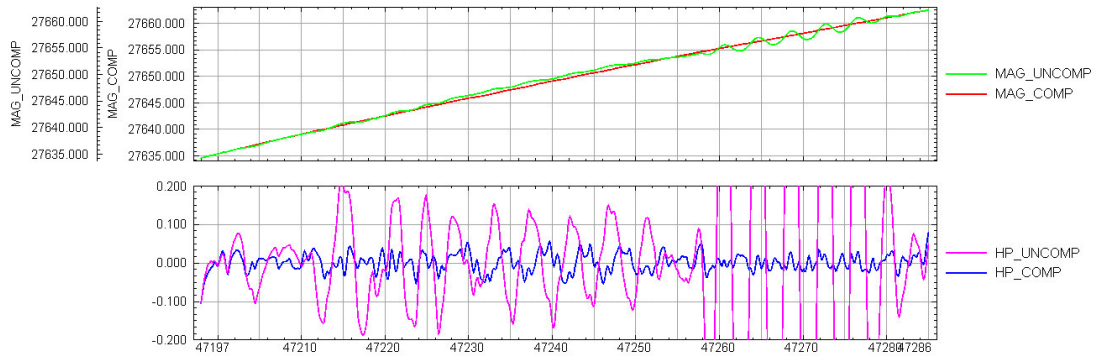
FOM - VOO 001 - PROA NW



database: C:\Job_2419_1\mag\mag001.gdb line/group: L315.1

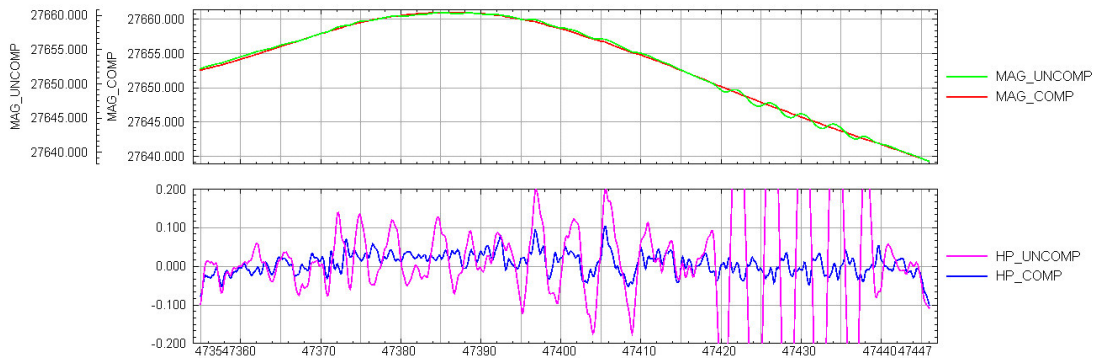
2004/10/24

FOM - VOO 001 - PROA NE



database: C:\Job_2419_1\mag\mag001.gdb line/group: L45.2

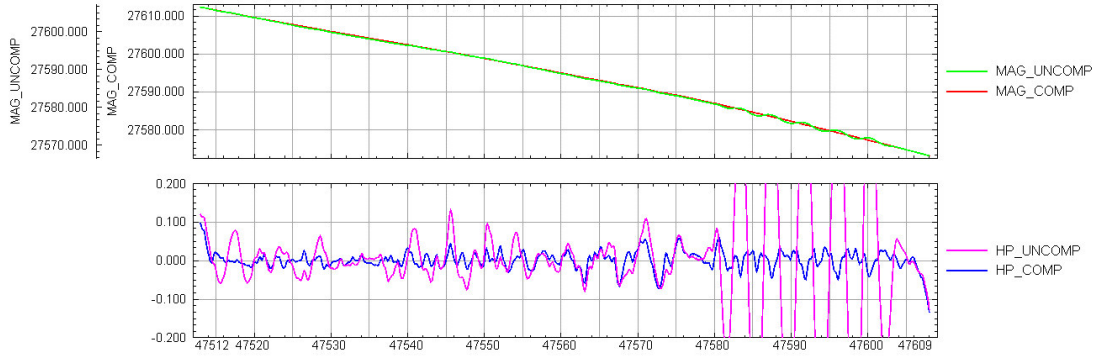
FOM - VOO 001 - PROA SE



database: C:\Job_2419_1\mag\mag001.gdb line/group: L135.1

2004/10/24

FOM - VOO 001 - PROA SW



ANEXO III – QUADROS SINÓPTICOS DAS OPERAÇÕES DE CAMPO

ANEXO IV – CONTEÚDO DOS CD-ROMs

Este arquivo apresenta a relação do conteúdo dos arquivos digitais que compõe o acervo do Projeto Aerogeofísico Rio Araguari.

11 CD-ROMs compõe a totalidade dos arquivos conforme descrito abaixo:

CD-ROM	Conteúdo
CD#01	- Banco de Dados <i>Geosoft</i> (Magnetometria e Gamaespectrometria) - Grids
CD#02	- Arquivo XYZ Gamaespectrometria (Linhas de Vôo) - Arquivo XYZ Gamaespectrometria (Linhas de Controle) - Arquivo XYZ Magnetometria (Linhas de Vôo) - Arquivo XYZ Magnetometria (Linhas de Controle)
CD#03	- Arquivos de Mapas <i>Geosoft</i> – Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF) - Arquivos de Mapas <i>Geosoft</i> – 1ª Derivada Vertical do Campo Magnético Total - Arquivos de Mapas <i>Geosoft</i> – Sinal Analítico do Campo Magnético Total - Arquivos de Mapas <i>Geosoft</i> – Traço de Linha de Vôo
CD#04	- Arquivos de Mapas <i>Geosoft</i> – Taxa de Exposição da Contagem Total - Arquivos de Mapas <i>Geosoft</i> – Concentração de Potássio - Arquivos de Mapas <i>Geosoft</i> – Concentração de Urânio - Arquivos de Mapas <i>Geosoft</i> – Concentração de Tório
CD#05	- Arquivos de Mapas <i>Geosoft</i> – Razão Urânio/Potássio - Arquivos de Mapas <i>Geosoft</i> – Razão Tório/Potássio - Arquivos de Mapas <i>Geosoft</i> – Razão Urânio/Tório - Arquivos de Mapas <i>Geosoft</i> – Ternário – K-U-Th - Arquivos de Mapas <i>Geosoft</i> – Modelo Digital do Terreno
CD#06	- Arquivos de Plotagem HPGL – Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF) - Arquivos de Plotagem HPGL – 1ª Derivada Vertical do Campo Magnético Total - Arquivos de Plotagem HPGL – Sinal Analítico do Campo Magnético Total - Arquivos de Plotagem HPGL – Traço de Linha de Vôo
CD#07	- Arquivos de Plotagem HPGL - Concentração de Potássio - Arquivos de Plotagem HPGL – Concentração de Urânio - Arquivos de Plotagem HPGL – Concentração de Tório
CD#08	- Arquivos de Plotagem HPGL – Taxa de Exposição da Contagem Total - Arquivos de Plotagem HPGL – Razão Urânio/Potássio - Arquivos de Plotagem HPGL – Razão Tório/Potássio - Arquivos de Plotagem HPGL - Razão Urânio/Tório - Arquivos de Plotagem HPGL – Modelo Digital do Terreno - Arquivos de Plotagem HPGL - Ternário – K-U-Th
CD#09	- Arquivo de Perfis da Linha 10010 a 12730
CD#10	- Arquivo de Perfis da Linha 12740 a 19150 - Arquivo de Cruzamentos
CD#11	- Arquivo do Relatório Final

Estrutura dos Arquivos de Mapas (CD-ROMs #3 #4 e #5):

Arquivo	Descrição	Escala
*_01.MAP	GEOSOFT MAP FOLHA NA.22-Y-A-VI-4	1:50.000
*_02.MAP	GEOSOFT MAP FOLHA NA.22-Y-B-IV-1	1:50.000
*_03.MAP	GEOSOFT MAP FOLHA NA.22-Y-B-IV-2	1:50.000
*_04.MAP	GEOSOFT MAP FOLHA NA.22-Y-B-IV-3	1:50.000
*_05.MAP	GEOSOFT MAP FOLHA NA.22-Y-B-IV-4	1:50.000
*_06.MAP	GEOSOFT MAP FOLHA NA.22-Y-B-V-1	1:50.000
*_07.MAP	GEOSOFT MAP FOLHA NA.22-Y-B-V-2	1:50.000
*_08.MAP	GEOSOFT MAP FOLHA NA.22-Y-B-V-3	1:50.000
*_09.MAP	GEOSOFT MAP FOLHA NA.22-Y-B-V-4	1:50.000
*_10.MAP	GEOSOFT MAP FOLHA NA.22-Y-D-I-2	1:50.000
*_11.MAP	GEOSOFT MAP FOLHA NA.22-Y-D-II-1	1:50.000
*_12.MAP	GEOSOFT MAP FOLHA NA.22-Y-D-II-2	1:50.000
*_13.MAP	GEOSOFT MAP FOLHA NA.22-Y-D-II-3	1:50.000
*_14.MAP	GEOSOFT MAP FOLHA NA.22-Y-D-II-4	1:50.000
*_15.MAP	GEOSOFT MAP FOLHA NA.22-Y-D-V-1	1:50.000
*_16.MAP	GEOSOFT MAP FOLHA NA.22-Y-D-V-2	1:50.000
*_17.MAP	GEOSOFT MAP FOLHA NA.22-Y-D-V-3	1:50.000
*_18.MAP	GEOSOFT MAP FOLHA NA.22-Y-D-V-4	1:50.000
*_19.MAP	GEOSOFT MAP FOLHA NA.22-Y-D-VI-3	1:50.000
*_20.MAP	GEOSOFT MAP FOLHA SA.22-V-B-II-1	1:50.000
*_21.MAP	GEOSOFT MAP FOLHA SA.22-V-B-II-2	1:50.000
*_22.MAP	GEOSOFT MAP FOLHA SA.22-V-B-III-1	1:50.000
*_250.MAP	GEOSOFT MAP FOLHA ÚNICA	1:250.000
*_I.MAP	GEOSOFT MAP FOLHA NA.22-Y-A	1:250.000
*_II.MAP	GEOSOFT MAP FOLHA NA.22-Y-B	1:250.000
*_III.MAP	GEOSOFT MAP FOLHA NA.22-Y-D	1:250.000
*_IV.MAP	GEOSOFT MAP FOLHA SA.22-V-B	1:250.000

Observações:

- A codificação para os arquivos presentes nos **CD-ROMs de 3 a 5** é apresentada da seguinte forma, onde o asterisco presente na tabela anterior refere-se aos seguintes temas:

1DV = 1ª Derivada Vertical do Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF)

MAG = Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF)

SIGN = Sinal Analítico do Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF)

MDT = Modelo Digital do Terreno

FPATH = Traço de Linhas de Vôo

TC = Contagem Total

K = Potássio (%)

U = Urânio (ppm)

TH = Tório (ppm)

THK = Razão Tório/Potássio

UTH = Razão Urânio/Tório
 UK = Razão Urânio/Potássio
 TERN = Ternário (K-U-Th)

Exemplos:

MAG_04.MAP – *Geosoft* MAP da Folha NA.22-Y-B-IV-3 Escala 1:50.000 do Campo Magnético Total (Reduzido IGRF)

SIGN_IV.MAP – *Geosoft* MAP da Folha SA.22-V-B Escala 1:250.000 do Sinal Analítico do Campo Magnético Total (Reduzido IGRF)

THK_250.MAP – *Geosoft* MAP da Folha Única na Escala 1:250.000 da Razão Tório/Potássio

Estrutura dos Arquivos de Plotagem (CD-ROMs #6, #7, e #8):

Arquivo	Descrição	Escala
*_01.PRN	ARQUIVO HPGL FOLHA NA.22-Y-A-VI-4	1:50.000
*_02.PRN	ARQUIVO HPGL FOLHA NA.22-Y-B-IV-1	1:50.000
*_03.PRN	ARQUIVO HPGL FOLHA NA.22-Y-B-IV-2	1:50.000
*_04.PRN	ARQUIVO HPGL FOLHA NA.22-Y-B-IV-3	1:50.000
*_05.PRN	ARQUIVO HPGL FOLHA NA.22-Y-B-IV-4	1:50.000
*_06.PRN	ARQUIVO HPGL FOLHA NA.22-Y-B-V-1	1:50.000
*_07.PRN	ARQUIVO HPGL FOLHA NA.22-Y-B-V-2	1:50.000
*_08.PRN	ARQUIVO HPGL FOLHA NA.22-Y-B-V-3	1:50.000
*_09.PRN	ARQUIVO HPGL FOLHA NA.22-Y-B-V-4	1:50.000
*_10.PRN	ARQUIVO HPGL FOLHA NA.22-Y-D-I-2	1:50.000
*_11.PRN	ARQUIVO HPGL FOLHA NA.22-Y-D-II-1	1:50.000
*_12.PRN	ARQUIVO HPGL FOLHA NA.22-Y-D-II-2	1:50.000
*_13.PRN	ARQUIVO HPGL FOLHA NA.22-Y-D-II-3	1:50.000
*_14.PRN	ARQUIVO HPGL FOLHA NA.22-Y-D-II-4	1:50.000
*_15.PRN	ARQUIVO HPGL FOLHA NA.22-Y-D-V-1	1:50.000
*_16.PRN	ARQUIVO HPGL FOLHA NA.22-Y-D-V-2	1:50.000
*_17.PRN	ARQUIVO HPGL FOLHA NA.22-Y-D-V-3	1:50.000
*_18.PRN	ARQUIVO HPGL FOLHA NA.22-Y-D-V-4	1:50.000
*_19.PRN	ARQUIVO HPGL FOLHA NA.22-Y-D-VI-3	1:50.000
*_20.PRN	ARQUIVO HPGL FOLHA SA.22-V-B-II-1	1:50.000
*_21.PRN	ARQUIVO HPGL FOLHA SA.22-V-B-II-2	1:50.000
*_22.PRN	ARQUIVO HPGL FOLHA SA.22-V-B-III-1	1:50.000
*_250.PRN	ARQUIVO HPGL FOLHA ÚNICA	1:250.000
*_I.PRN	ARQUIVO HPGL FOLHA NA.22-Y-A	1:250.000
*_II.PRN	ARQUIVO HPGL FOLHA NA.22-Y-B	1:250.000
*_III.PRN	ARQUIVO HPGL FOLHA NA.22-Y-D	1:250.000
*_IV.PRN	ARQUIVO HPGL FOLHA SA.22-V-B	1:250.000

Observações:

A codificação para os arquivos presentes nos **CD-ROMs de 6 a 8** segue a mesma regra utilizada para os arquivos de Mapas Geosoft (*.MAP)

- A sigla HPGL significa: Hewlett-Packard Graphics Language.

Arquivos de GRIDS (CD-ROM #1):

Arquivo	Conteúdo	Unidade
Mag.grd	Campo Magnético Total (Reduzido IGRF)	nT
Mag_s.grd	Campo Magnético Total (Reduzido IGRF) (<i>shadow</i>)	-
1dv.grd	1ª Derivada Vertical do Campo Magnético Total	nT/m
1dv_s.grd	1ª Derivada Vertical do Campo Magnético Total (<i>shadow</i>)	-
MagSign.grd	Sinal Analítico do Campo Magnético Total	nT/m
MagSign_s.grd	Sinal Analítico do Campo Magnético Total (<i>shadow</i>)	-
TC_EXP.grd	Taxa de Exposição da Contagem Total	µR/h
K_Perc.grd	Concentração de Potássio	%
U_ppm.grd	Concentração de Urânio	ppm
Th_ppm.grd	Concentração de Tório	ppm
THK.grd	Razão Tório/Potássio	-
UK.grd	Razão Urânio/Potássio	-
UTH.grd	Razão Urânio/Tório	-
MDT.grd	Modelo Digital do Terreno	m
MDT_s.grd	Modelo Digital do Terreno (<i>shadow</i>)	-

Arquivos de Banco de Dados GDB (CD-ROM#1):

Arquivo	Conteúdo	CD#
Gama.gdb	Gamaespectrometria	1
Mag.gdb	Magnetometria	1

Arquivos de Banco de Dados XYZ (CD-ROM#2):

Arquivo	Conteúdo	CD#
Gamaline.XYZ	Gamaespectrometria Linhas de Vôo	2
Gamatie.XYZ	Gamaespectrometria Linhas de Contrôle	2
Magline.XYZ	Magnetometria da Linha Linhas de Vôo	2
Magtie.XYZ	Magnetometria Linhas de Contrôle	2

Arquivos de Perfis (CD-ROMs #9, e #10):

Arquivo	Conteúdo	CD#
Aragua1.asc	Da Linha 10010 a 12730	9
Aragua2.asc	Da Linha 12740 a 19150	10

Arquivos de Cruzamentos (CD-ROM#10):

Arquivo	Conteúdo	CD#
Cruz.asc	Cruzamentos	10

A descrição dos campos nos arquivos de Banco de Dados (GDB e XYZ), bem como a dos arquivos de perfis e cruzamentos, encontra-se no texto do Relatório Final.

ANEXO V – FORMATO DE GRAVAÇÃO DOS DADOS DO PROJETO

PROJETO AEROGEOFÍSICO RIO ARAGUARI

ARQUIVO XYZ (FORMATO GEOSOF) PARA DADOS MAGNÉTICOS (LINHAS DE VÔO - LINE)

FOLHA 1 de 1

REGISTRO MESTRE DAS LINHAS DE VÔO E CONTROLE	NÚMERO DA LINHA	Linha de vôo																	
REGISTRO DE DETALHE MAGNÉTICO	X	Y	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8									
	COORDENADA UTM LESTE (m)	COORDENADA UTM NORTE (m)	ALTURA BAROMÉTRICA (m)	MAGB (BRUTO) (nT)	MAGC (CORRIGIDO) (nT)	MAGR (-IGRF) (nT)	ALTURA BAROMÉTRICA (m)	ALTURA (m)	LONGITUDE (GRAUS DECIMAIS)	LATITUDE (GRAUS DECIMAIS)									
	F10.0	F10.0	(F10.2)	(F10.2)	(F10.2)	(F10.2)	(F10.2)	(F10.2)	(F11.6)	(F11.6)	(F11.6)								
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
REGISTRO Nº	NOME DO ARQUIVO		FATOR DE BLOCO		OBSERVAÇÕES														
	MAGLINE.XYZ				COORDENADAS UTM: DATUM HORIZONTAL SAD-69, MERIDIANO CENTRAL 51° W. Gr.														

PROJETO AEROGEOFÍSICO RIO ARAGUARI
ARQUIVO XYZ (FORMATO GEOSOF) PARA DADOS RADIOMÉTRICOS (LINHAS DE VÔO - LINE)

REGISTRO MESTRE DAS LINHAS DE VÔO E CONTROLE	NÚMERO DA LINHA										
REGISTRO DE DETALHE RADIOMÉTRICO	X	Y	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8	
COORDENADA UTM LESTE (m)	COORDENADA UTM NORTE (m)	RDICIAL	THC (GPS)	UC (GPS)	KC (GPS)	GTC (GPS)	U_LPPM (PPM)	TH_LPPM (PPM)	K_PERC (%)		
(F10.0)	(F10.0)	(F10.0)	(F10.2)	(F10.2)	(F10.2)	(F10.2)	(F10.2)	(F10.2)	(F10.2)	(F10.2)	(F10.2)
REGISTRO DE DETALHE RADIOMÉTRICO	Z9	Z10	Z11	Z12	Z13						
CT_MRH (microReenigen/h)	ALTURA (m)	ALTURA GPS (m)	LONGITUDE (GRAUS DECIMAS)	LATITUDE (GRAUS DECIMAS)							
(F10.2)	(F10.2)	(F10.2)	(F11.6)	(F11.6)							

REGISTRO Nº	NOME DO ARQUIVO	COMPRIMENTO	FATOR DE BLOCO	OBSERVAÇÕES
	GAMALINE.XYZ			COORDENADAS UTM: DATUM HORIZONTAL SAD-69, MERIDIANO CENTRAL 51 °W Gr.

**ANEXO VI – LISTAGEM DAS LINHAS APROVADAS E UTILIZADAS
NO PROCESSAMENTO**

Linha	Vôo	Fid.Inicial	Fid.Final
10010	4	42277	42418
10020	4	42573	42728
10030	4	42910	43056
10040	4	43207	43364
10050	4	43526	43670
10060	4	43815	43971
10070	4	44153	44302
10080	4	44445	44605
10090	4	44738	44886
10100	4	45023	45193
10110	4	45335	45497
10120	4	45687	45872
10130	4	46012	46196
10140	4	46362	46574
10150	4	46690	46900
10160	4	47030	47268
10170	4	47458	47691
10180	4	47836	48101
10190	4	48218	48477
10200	4	48618	48902
10211	6	43436	43716
10220	4	49897	50061
10230	4	49448	49731
10240	4	50463	50609
10250	4	50752	51012
10260	4	51585	51750
10270	4	51149	51433
10280	4	51896	52042
10290	4	52175	52437
10300	4	52985	53148
10310	4	52567	52844
10320	4	53319	53465
10330	4	53568	53847
10340	4	54407	54569
10350	4	54006	54292
10360	4	54723	54872
10370	4	54968	55238
10380	4	56193	56366
10391	4	55817	56095
10400	6	42951	43126
10410	6	43875	44158
10420	6	44235	44424
10430	6	44791	45072
10440	6	44544	44730
10450	6	45177	45468
10460	6	45519	45721

Linha	Vôo	Fid.Inicial	Fid.Final
10471	6	46621	46898
10480	6	45972	46169
10490	6	47031	47310
10500	6	47336	47557
10510	6	47917	48187
10520	6	47690	47905
10530	6	48319	48605
10540	6	48607	48845
10550	6	48971	49467
10560	6	49590	50116
10570	6	50224	50718
10580	6	50857	51385
10590	6	51486	51979
10600	6	52097	52626
10610	6	52965	53455
10620	6	53582	54106
10630	6	54136	54304
10640	6	54610	55100
10650	6	54430	54588
10660	6	55224	55754
10670	6	55770	55935
10680	6	56226	56715
10690	6	56060	56216
10700	6	56841	57367
10710	6	57369	57537
10720	8	49939	50590
10731	8	51680	52340
10740	10	45462	46130
10750	10	46243	46980
10760	8	52431	53166
10770	8	53296	53999
10780	8	54135	54897
10790	8	55013	55743
10800	8	55850	56635
10810	10	47150	47910
10820	10	48021	48833
10830	10	48966	49719
10840	10	49835	50642
10850	10	50760	51485
10860	10	51600	52372
10870	10	52478	53186
10880	10	53311	54078
10890	10	54212	54922
10900	10	55052	55818
10910	10	55929	56638
10920	11	45165	45884

Linha	Vôo	Fid.Inicial	Fid.Final
10930	11	46066	46823
10940	11	46933	47645
10950	11	47755	48532
10960	11	48645	49363
10970	11	49492	50258
10980	11	50349	51074
10990	11	51196	51960
11000	11	52065	52779
11010	11	52907	53666
11020	11	53771	54486
11030	11	54601	55363
11040	11	55470	56179
11050	12	44698	45419
11060	12	45615	46386
11070	12	46508	47228
11080	12	47348	48119
11090	12	48236	48965
11100	12	49055	49837
11110	12	49938	50681
11121	12	51162	51954
11130	12	52062	52834
11140	12	52924	53744
11150	12	53840	54633
11160	12	54733	55579
11170	12	55684	56505
11180	15	44440	45275
11190	15	45375	46271
11200	15	46375	47223
11210	15	47325	48240
11220	15	48386	49250
11230	15	49378	50319
11240	15	50438	51339
11250	15	51457	52420
11260	17	40087	40990
11270	17	41108	42083
11280	17	42173	43100
11290	17	43216	44240
11300	17	44349	45300
11311	17	45722	46769
11320	17	46874	47855
11330	17	47945	49020
11340	17	49343	50357
11350	17	50451	51543
11360	17	51650	52683
11370	22	38909	40017
11380	22	40087	41237

Linha	Vôo	Fid.Inicial	Fid.Final
11390	22	41320	42430
11400	22	42500	43672
11410	22	43747	44841
11420	22	44913	46110
11430	22	46182	47269
11440	22	47345	48535
11450	22	48612	49708
11460	22	49772	50949
11470	30	66137	67290
11480	30	67417	68242
11481	34	55985	56312
11490	30	68658	69504
11491	34	55396	55735
11500	34	56462	57619
11510	34	54196	55295
11520	34	52969	54115
11530	34	51802	52857
11540	34	50568	51711
11550	34	49408	50441
11560	33	53855	54899
11570	33	52679	53760
11580	33	51562	52574
11590	33	50408	51474
11600	33	49324	50285
11610	33	48204	49246
11620	33	47148	48083
11630	33	46008	47032
11640	33	44956	45889
11650	33	43884	44883
11660	33	42835	43744
11670	32	62300	63229
11680	32	61317	62200
11690	32	60326	61237
11700	32	59372	60220
11710	32	58338	59227
11720	32	57396	58224
11730	32	56402	57295
11740	32	55472	56272
11750	32	54480	55368
11760	32	53431	54230
11770	32	52449	53337
11780	32	51524	52322
11790	32	50559	51443
11800	32	49641	50435
11810	32	48677	49556
11820	32	47710	48539

Linha	Vôo	Fid.Inicial	Fid.Final
11830	30	71044	71878
11840	30	70038	70877
11850	30	64792	65619
11860	28	49445	50315
11870	28	48514	49340
11880	28	47585	48462
11890	28	46660	47480
11900	28	45713	46595
11910	28	44801	45613
11920	15	43020	43891
11930	15	42064	42882
11940	15	41085	41960
11950	15	40119	40946
11960	12	43180	44072
11970	12	42203	43037
11980	12	41232	42104
11990	12	40260	41097
12000	11	43535	44418
12010	11	42568	43404
12020	11	41605	42466
12030	11	40642	41475
12040	10	43642	44523
12050	10	42671	43503
12060	10	41672	42183
12061	11	40166	40580
12070	10	40671	41520
12080	8	46840	47655
12090	8	45835	46719
12100	8	44872	45690
12111	8	43857	44748
12121	8	42850	43683
12130	5	52407	53274
12140	5	51473	52285
12150	5	50432	51300
12160	5	49495	50305
12170	5	48275	49144
12180	5	47344	48155
12190	5	46361	47239
12200	5	45415	46226
12210	5	44440	45318
12220	5	43462	44288
12230	5	42451	43336
12240	5	41492	42318
12250	28	43495	44377
12260	28	42573	43391
12270	28	41112	41995

Linha	Vôo	Fid.Inicial	Fid.Final
12280	28	40380	41008
12282	30	63624	63877
12290	28	39242	40114
12300	28	38313	39143
12310	27	71833	72705
12320	27	70907	71744
12330	27	69982	70859
12340	27	69074	69900
12350	27	68136	69010
12360	27	67214	68057
12370	27	66290	67169
12380	27	65360	66204
12390	27	64384	65285
12400	27	63425	64294
12410	27	62430	63361
12420	27	61445	62342
12430	26	49918	50866
12440	26	48937	49835
12450	26	47885	48867
12460	26	46876	47792
12470	26	45763	46778
12480	26	44744	45689
12490	26	43602	44657
12500	26	42543	43517
12510	26	41409	42478
12520	26	40333	41317
12530	26	39197	40267
12540	26	38124	39105
12550	25	71264	72308
12560	25	70191	71186
12570	25	69102	70147
12580	25	68011	69015
12590	25	66916	67958
12600	25	65828	66839
12610	25	64728	65781
12620	25	63624	64633
12630	25	62503	63552
12640	25	61402	62413
12650	24	49985	51042
12660	24	48913	49898
12670	24	47789	48859
12680	24	46722	47700
12690	24	45607	46672
12700	24	44536	45520
12710	24	43402	44476
12720	24	42336	43323

Linha	Vôo	Fid.Inicial	Fid.Final
12730	24	41212	42285
12740	24	40138	41132
12750	24	39010	40085
12760	24	37927	38915
12770	23	72572	73624
12780	23	71485	72486
12790	23	70377	71433
12800	23	69286	70283
12810	23	68178	69236
12820	23	67078	68087
12830	23	65963	67028
12840	23	64869	65874
12850	23	63746	64812
12860	23	62630	63641
12870	21	45686	46757
12880	21	44592	45553
12890	21	43247	44321
12900	21	42147	43121
12910	21	40895	41973
12920	21	39782	40773
12930	20	72119	73187
12941	20	71020	71969
12950	20	69854	70924
12960	20	68754	69708
12970	20	67579	68656
12980	20	66490	67446
12990	20	65309	66392
13000	20	64190	65153
13010	19	52721	53795
13020	19	51648	52610
13030	19	50484	51546
13040	19	49386	50348
13050	19	47940	49004
13060	19	46836	47805
13070	19	45684	46758
13080	19	44592	45567
13090	19	43443	44512
13100	19	42320	43312
13110	19	41185	42252
13120	18	72109	73176
13130	18	71033	72000
13140	18	69886	70962
13150	18	68810	69777
13160	18	67655	68733
13171	19	40063	41054
13180	18	65282	66357

Linha	Vôo	Fid.Inicial	Fid.Final
13190	18	64172	65145
13200	16	72138	73174
13210	16	70998	71985
13220	16	69865	70904
13230	16	68738	69735
13240	16	67607	68645
13250	16	66478	67477
13260	16	65338	66377
13270	16	64191	65197
13280	14	71874	72904
13290	14	70721	71707
13300	14	69530	70562
13310	14	68405	69395
13320	14	67260	68294
13330	14	66108	67105
13340	14	64862	65893
13350	14	63758	64735
13360	14	62643	63662
13370	14	61566	62523
13380	14	60484	61470
13390	14	59442	60370
13400	13	68247	69211
13410	13	67225	68130
13420	13	66135	67067
13430	13	65118	66018
13440	13	64113	65012
13450	13	63107	63988
13460	13	62108	62999
13470	13	61143	62000
13480	13	60187	61046
13490	13	59237	60071
13500	13	58302	59151
13510	13	57355	58168
13521	9	68649	69448
13530	9	67610	68350
13540	9	66710	67489
13550	9	65878	66597
13560	9	65010	65769
13570	9	64160	64858
13580	9	63331	64063
13590	9	62521	63210
13600	9	61677	62406
13610	9	61206	61553
13620	7	58208	58566
13630	9	60727	61089
13640	7	57750	58107

Linha	Vôo	Fid.Inicial	Fid.Final
13650	9	60281	60612
13660	7	57245	57598
13670	9	59862	60195
13680	7	56776	57131
13690	9	59446	59744
13700	7	56276	56615
13710	9	59029	59341
13720	7	55802	56153
13730	9	58646	58921
13740	7	55325	55657
13750	9	58263	58548
13760	7	54788	55140
13770	9	57898	58150
13780	7	54318	54649
13790	9	57536	57793
13800	7	53838	54185
13810	9	57175	57401
13820	7	53314	53638
13830	9	56841	57073
13840	7	52864	53198
13850	9	56495	56704
13860	7	52424	52723
13870	9	56175	56395
13880	7	51989	52294
13890	9	55840	56037
13900	7	51547	51824
13910	9	55547	55753
13920	7	51127	51422
13930	9	55217	55405
13940	7	50697	50970
13950	9	54921	55112
13960	7	50295	50567
13970	9	54618	54791
13980	7	49893	50142
13991	9	54344	54521
14000	7	49468	49730
14010	9	53750	53908
14020	7	48811	49048
14030	9	53460	53633
14040	7	48421	48671
14050	9	53148	53307
14060	7	48027	48251
14070	9	52847	53020

Linha	Vôo	Fid.Inicial	Fid.Final
14080	7	47666	47900
14090	9	52519	52679
14100	7	47256	47470
14110	9	52205	52379
14120	7	46906	47129
14130	9	51864	52024
14140	7	46554	46754
14150	7	46221	46434
14160	7	45862	46051
14170	7	45446	45648
14180	7	45123	45302
14190	7	44808	44999
14200	7	44481	44655
14210	7	44163	44354
14220	7	43823	43999
19010	2	43264	43543
19020	2	43858	44468
19030	2	44694	45450
19040	2	45778	46479
19050	3	61779	62837
19060	3	63158	64373
19062	3	67117	67345
19070	3	64700	65845
19072	3	66059	66266
19074	3	66446	66907
19080	3	67875	69663
19090	4	40215	41980
19100	4	56741	58340
19110	5	38645	39801
19111	8	48772	48961
19120	5	40600	41370
19121	8	49158	49415
19130	6	41700	42419
19140	8	41050	41492
19150	8	57160	57350