

LEVANTAMENTO AEROGEOFÍSICO DO ESTADO DE GOIÁS 1ª etapa



**RELATORIO FINAL DO LEVANTAMENTO E PROCESSAMENTO
DOS DADOS MAGNETOMETRICOS E
GAMAESPECTOMÉTRICOS
ARCO MAGMÁTICO DE MARA ROSA
Convênio SGM/TM/MME/SIC/SGM/FUNMINERAL**

VOLUME I

TEXTO TÉCNICO

2004
LASA ENGENHARIA E PROSPECÇÃO

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

ARCO MAGMÁTICO DE MARA ROSA

ÍNDICE DOS VOLUMES

VOLUME I	TEXTO TÉCNICO E ANEXOS
VOLUME II	ANEXOS – ESCALA: 1:100.000 <ul style="list-style-type: none">• MAGNETOMETRIA - MAPA DE INTENSIDADE MAGNÉTICA TOTAL (9 Folhas)
VOLUME III	ANEXOS – ESCALA: 1:100.000 <ul style="list-style-type: none">• MAGNETOMETRIA - MAPA DA 1ª DERIVADA VERTICAL (9 Folhas)
VOLUME IV	ANEXOS – ESCALA: 1:100.000 <ul style="list-style-type: none">• MAGNETOMETRIA - MAPA DE SINAL ANALÍTICO (9 Folhas)
VOLUME V	ANEXOS – ESCALA: 1:100.000 <ul style="list-style-type: none">• GAMAESPECTROMETRIA - MAPA DE CONTAGEM TOTAL (9 Folhas)
VOLUME VI	ANEXOS – ESCALA: 1:100.000 <ul style="list-style-type: none">• GAMAESPECTROMETRIA - MAPA DE POTÁSSIO (9 Folhas)
VOLUME VII	ANEXOS – ESCALA: 1:100.000 <ul style="list-style-type: none">• GAMAESPECTROMETRIA - MAPA DE URÂNIO (9 Folhas)
VOLUME VIII	ANEXOS – ESCALA: 1:100.000 <ul style="list-style-type: none">• GAMAESPECTROMETRIA - MAPA DE TÓRIO (9 Folhas)
VOLUME IX	ANEXOS – ESCALA: 1:100.000 <ul style="list-style-type: none">• GAMAESPECTROMETRIA - MAPA DE RAZÃO URÂNIO/TÓRIO (9 Folhas)
VOLUME X	ANEXOS – ESCALA: 1:100.000 <ul style="list-style-type: none">• GAMAESPECTROMETRIA - MAPA DE RAZÃO URÂNIO/POTÁSSIO (9 Folhas)
VOLUME XI	ANEXOS – ESCALA: 1:100.000 <ul style="list-style-type: none">• GAMAESPECTROMETRIA - MAPA DE RAZÃO TÓRIO/POTÁSSIO (9 Folhas)
VOLUME XII	ANEXOS – ESCALA: 1:500.000 <ul style="list-style-type: none">• MAGNETOMETRIA - MAPA DE INTENSIDADE MAGNÉTICA TOTAL (Folha Única)• MAGNETOMETRIA - MAPA DA 1ª DERIVADA VERTICAL (Folha Única)• MAGNETOMETRIA - MAPA DE SINAL ANALÍTICO (Folha Única)• GAMAESPECTROMETRIA - MAPA DE CONTAGEM TOTAL (Folha Única)• GAMAESPECTROMETRIA - MAPA DE POTÁSSIO (Folha Única)• GAMAESPECTROMETRIA - MAPA DE URÂNIO (Folha Única)• GAMAESPECTROMETRIA - MAPA DE TÓRIO (Folha Única)• GAMAESPECTROMETRIA - MAPA DE RAZÃO URÂNIO/TÓRIO (Folha Única)• GAMAESPECTROMETRIA - MAPA DE RAZÃO URÂNIO/POTÁSSIO (Folha Única)• GAMAESPECTROMETRIA - MAPA DE RAZÃO TÓRIO/POTÁSSIO (Folha Única)• GAMAESPECTROMETRIA - MAPA TERNÁRIO DE POTÁSSIO, URÂNIO E TÓRIO (Folha Única)• MAPA DO MODELO DIGITAL DO TERRENO (Folha Única)

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

ARCO MAGMÁTICO DE MARA ROSA

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 - Aeronaves	6
2.2.2 - Aeromagnetômetro	6
2.2.3 - Aerogamaespectrômetro	7
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	9
2.2.8 - Magnetômetro Terrestre	9
2.3 - Planejamento e Mobilização	10
2.3.1 - Elaboração do Projeto de Vôo	10
2.3.2 - Estatística das Operações	12
2.3.3 - Mapa do Projeto de Vôo	13
2.3.4 - Testes dos Equipamentos	13
2.3.5 - Cálculo da Resolução dos Cristais Detectores (<i>Upward e Downward</i>)	18
2.3.6 - Calibração dos Detectores <i>Downward Looking</i>	18
2.3.7 - Calibração dos Detectores <i>Upward Looking</i>	21
2.4 - Compilação de Dados	21
2.5 - Equipe Técnica na Base de Operações	22

3. PROCESSAMENTO DE DADOS	-----23
3.1- Fluxo de Processamento	-----23
3.1.1 - Preparação do Banco de Dados do Levantamento	-----23
3.1.2 - Processamento dos Dados Magnéticos	-----23
3.1.2.1 - Remoção da Variação Magnética Diurna	-----23
3.1.2.2 - Correção do Erro de Paralaxe	-----23
3.1.2.3 - Nivelamento dos Perfis	-----24
3.1.2.4 - Micronivelamento dos Perfis	-----24
3.1.2.5 - Remoção do IGRF	-----25
3.1.3 - Processamento dos Dados Radiométricos	-----25
3.1.3.1 - Correção do Tempo Morto	-----25
3.1.3.2 - Aplicação de Filtragem	-----25
3.1.3.3 - Correção do Erro de Paralaxe	-----26
3.1.3.4 - Cálculo da Altura Efetiva de Vôo	-----26
3.1.3.5 - Remoção do <i>Background</i> da Aeronave e Cósmico	-----26
3.1.3.6 - Cálculo do <i>Background</i> do Radônio	-----26
3.1.3.7 - Estimativa dos Coeficientes <i>Skyshine</i> (a_1 e a_2)	-----27
3.1.3.8 - Correção do Efeito Compton	-----28
3.1.3.9 - Correção Altimétrica	-----29
3.1.3.10 - Conversão para Concentração de Elementos	-----29
3.1.4 - Determinação das Razões eU/eTh , eU/K e eTh/K	-----30
3.2 - Interpolação e Contorno	-----31
3.3 - Arquivo Final de Dados	-----31
3.4 - Equipe Envolvida no Processamento dos Dados	-----31
4. PRODUTOS FINAIS	-----33
4.1 - Mapas de Contorno do Campo Magnético Total, da 1ª Derivada Vertical e do Sinal Analítico do Campo Magnético Total (Reduzidos do IGRF)	-----36
4.2 - Mapas Radiométricos dos Canais de Potássio, Urânio, Tório e Contagem Total	-----36
4.3 - Mapa Radiométrico Ternário	-----36
4.4 - Mapas das Razões Radiométricas eU/eTh , eU/K e eTh/K	-----37
4.5 - Mapa do Modelo Digital do Terreno	-----37
4.6 - Nomenclatura dos Arquivos de Mapas e Impressão	-----37

4.7 - Relatório Final-----	38
4.8 - Arquivos Digitais Finais do Levantamento -----	38
4.9 - Produtos Originais -----	39
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS-----	45

ÍNDICE DOS ANEXOS

ANEXO I	RESULTADO DO TESTE SOBRE OS TANQUES DE CALIBRAÇÃO PORTÁTEIS PARA DETERMINAÇÃO DOS COEFICIENTES DE ESPALHAMENTO COMPTON – AERONAVE – PR-FAS
ANEXO II	RESULTADO DO TESTE SOBRE OS TANQUES DE CALIBRAÇÃO PORTÁTEIS PARA DETERMINAÇÃO DOS COEFICIENTES DE ESPALHAMENTO COMPTON – AERONAVE – PT-WQT
ANEXO III	DETERMINAÇÃO DOS BACKGROUNDS DA AERONAVE E CÓSMICO AERONAVE PR-FAS
ANEXO IV	DETERMINAÇÃO DOS BACKGROUNDS DA AERONAVE E CÓSMICO AERONAVE PT-WQT
ANEXO V	DETERMINAÇÃO DAS CONSTANTES DE CALIBRAÇÃO DO RADÔNIO AERONAVE – PR-FAS
ANEXO VI	DETERMINAÇÃO DAS CONSTANTES DE CALIBRAÇÃO DO RADÔNIO AERONAVE – PT-WQT
ANEXO VII	CALIBRAÇÃO DINÂMICA – RESULTADOS DOS TESTES AERONAVE - PR-FAS
ANEXO VIII	CALIBRAÇÃO DINÂMICA – RESULTADOS DOS TESTES AERONAVE - PT-WQT
ANEXO IX	ATENUAÇÃO ATMOSFÉRICA – RESULTADOS DOS TESTES AERONAVE – PR-FAS
ANEXO X	ATENUAÇÃO ATMOSFÉRICA – RESULTADOS DOS TESTES AERONAVE – PT-WQT
ANEXO XI	CALIBRAÇÃO DO ALTIMETRO RESULTADOS DOS TESTES AERONAVE – PR-FAS
ANEXO XII	CALIBRAÇÃO DO ALTIMETRO RESULTADOS DOS TESTES AERONAVE – PT-WQT
ANEXO XIII	CALIBRAÇÃO MAGNETICA RESULTADOS DOS TESTES AERONAVE – PR-FAS
ANEXO XIV	CALIBRAÇÃO MAGNETICA RESULTADOS DOS TESTES AERONAVE – PT-WQT
ANEXO XV	QUADROS SINÓPTICOS DAS OPERAÇÕES DE CAMPO
ANEXO XVI	CONTEÚDO DOS CD-ROM'S

ÍNDICE DAS FIGURAS

Figura 1	- Localização da Área do Projeto Aerogeofísico -----	1
Figura 2	- Vértices do Projeto -----	2
Figura 3	- Aeronave Cessna C208B Caravan – PR-FAS-----	4
Figura 4	- Aeronave Cessna Titan 404 – PT-WQT -----	4
Figura 5	- Exemplo de Registro de Magnetômetro de Base -----	9
Figura 6	- Mapa das Linhas de Vôo-----	11
Figura 7	- Gráfico da Estatística das Operações -----	12
Figura 8	- Fluxograma do Processamento de Dados-----	32

Figura 9 - Articulação das Folhas na Escala 1:100.000 -----	35
Figura 10 - Mapa Pseudo-Iluminado do Campo Magnético Total (reduzido do IGRF) -----	39
Figura 11 - Mapa do Sinal Analítico do Campo Magnético Total (reduzido do IGRF)-----	40
Figura 12 - Mapa Radiométrico da Taxa de Exposição do Canal de Contagem Total -----	41
Figura 13 - Mapa Radiométrico Ternário (K-U-Th) -----	42
Figura 14 - Mapa Radiométrico da Razão Tório/Potássio-----	43
Figura 15 - Mapa do Modelo Digital do Terreno -----	44

ÍNDICE DAS TABELAS

Tabela 1 - Coordenadas Geográficas do Projeto -----	3
Tabela 2 - Equipamentos Utilizados – PR-FAS -----	5
Tabela 3 - Equipamentos Utilizados – PT-WQT-----	6
Tabela 4 - Faixas Energéticas do Gamaespectrômetro e os Canais Correspondentes -----	7
Tabela 5 - Quilometragem Produzida e Área Levantada-----	10
Tabela 6 - Estatística das Operações de Campo-----	12
Tabela 7 - Teste de Manobras – PR-FAS (15/07/04)-----	14
Tabela 8 - Teste de Manobras – PT-WQT (06/10/04)-----	14
Tabela 9 - Teste de Manobras – PT-WQT (10/10/04)-----	15
Tabela 10 - Testes Diários com Amostras Radioativas no Solo – PR-FAS -----	15
Tabela 11 - Testes Diários com Amostras Radioativas no Solo – PT-WQT-----	16
Tabela 12 - Testes Diários de Repetibilidades Radioativas – PR-FAS -----	17
Tabela 13 - Testes Diários de Repetibilidades Radioativas – PT-WQT -----	17
Tabela 14 - Concentração dos Tanques de Calibração Portáteis-----	18
Tabela 15 - Coeficientes de Espalhamento <i>Compton</i> -----	19
Tabela 16 - <i>Background</i> da Aeronave e <i>Cosmic Stripping Ratios</i> – PR-FAS -----	20
Tabela 17 - <i>Background</i> da Aeronave e <i>Cosmic Stripping Ratios</i> – PT-WQT -----	20
Tabela 18 - Coeficientes de Calibração do Radônio-----	27
Tabela 19 - Coeficiente de Atenuação Atmosférica -----	29
Tabela 20 - Constantes de Sensibilidade -----	30
Tabela 21 - Valores Mínimos para Cálculo das Razões Radiométricas -----	30
Tabela 22 - Características da Apresentação dos Mapas Aerogeofísicos -----	33
Tabela 23 - Características dos Intervalos de Contorno dos Mapas Aerogeofísicos-----	34
Tabela 24 - Nomenclatura dos Arquivos de Mapas Quanto ao Tema -----	37
Tabela 25 - Nomenclatura dos Arquivos de Mapas Quanto a Codificação -----	38

1. INTRODUÇÃO

A área do levantamento está localizada na parte norte do Estado de Goiás, na região Centro-Oeste brasileira (Figura 1). O levantamento aerogeofísico constou do recobrimento de 36.569,73¹ km de perfis aeromagnetométricos e aerogamaespectrométricos de alta resolução, com linhas de vôo e controle espaçadas de 0,5 km e 5,0 km, respectivamente, orientadas nas direções N-S e E-W, envolvendo uma área de 15.890 km². A Figura 2 e a Tabela 1 apresentam as coordenadas 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 nos períodos entre 15/07/2004 e 02/08/2004 com a aeronave PR-FAS e entre 06/10/2004 e 11/11/2004 com a aeronave PT-WQT a qual finalizou o projeto. Na primeira fase foram executadas a totalidade das linhas de controle (19010 a 19390) e as linhas de produção de 10010 a 11120. A aeronave PT-WQT cobriu o restante das linhas de 11131 a 13020.

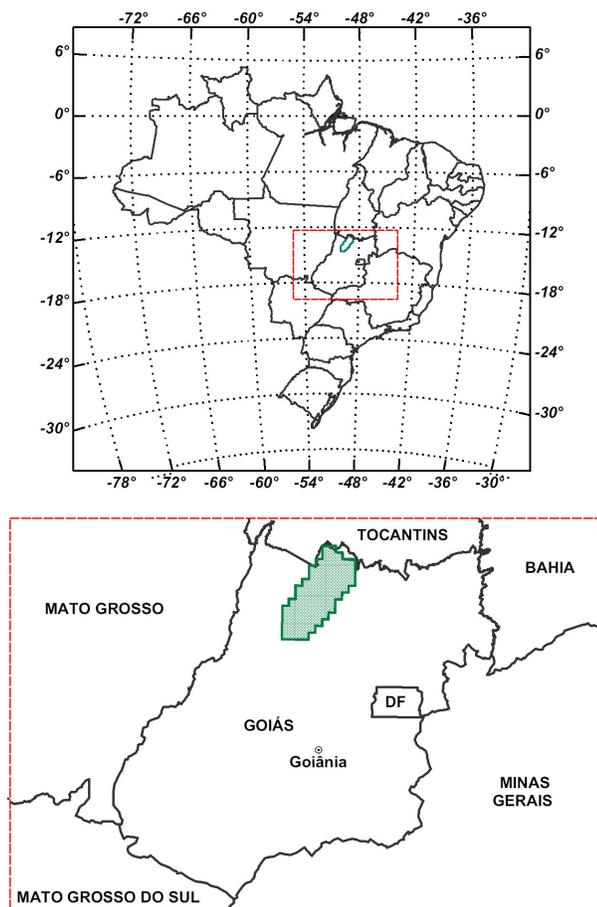


Figura 1 - Localização da Área do Projeto Aerogeofísico

¹ Quilometragem apresentada nos arquivos dos Banco de Dados

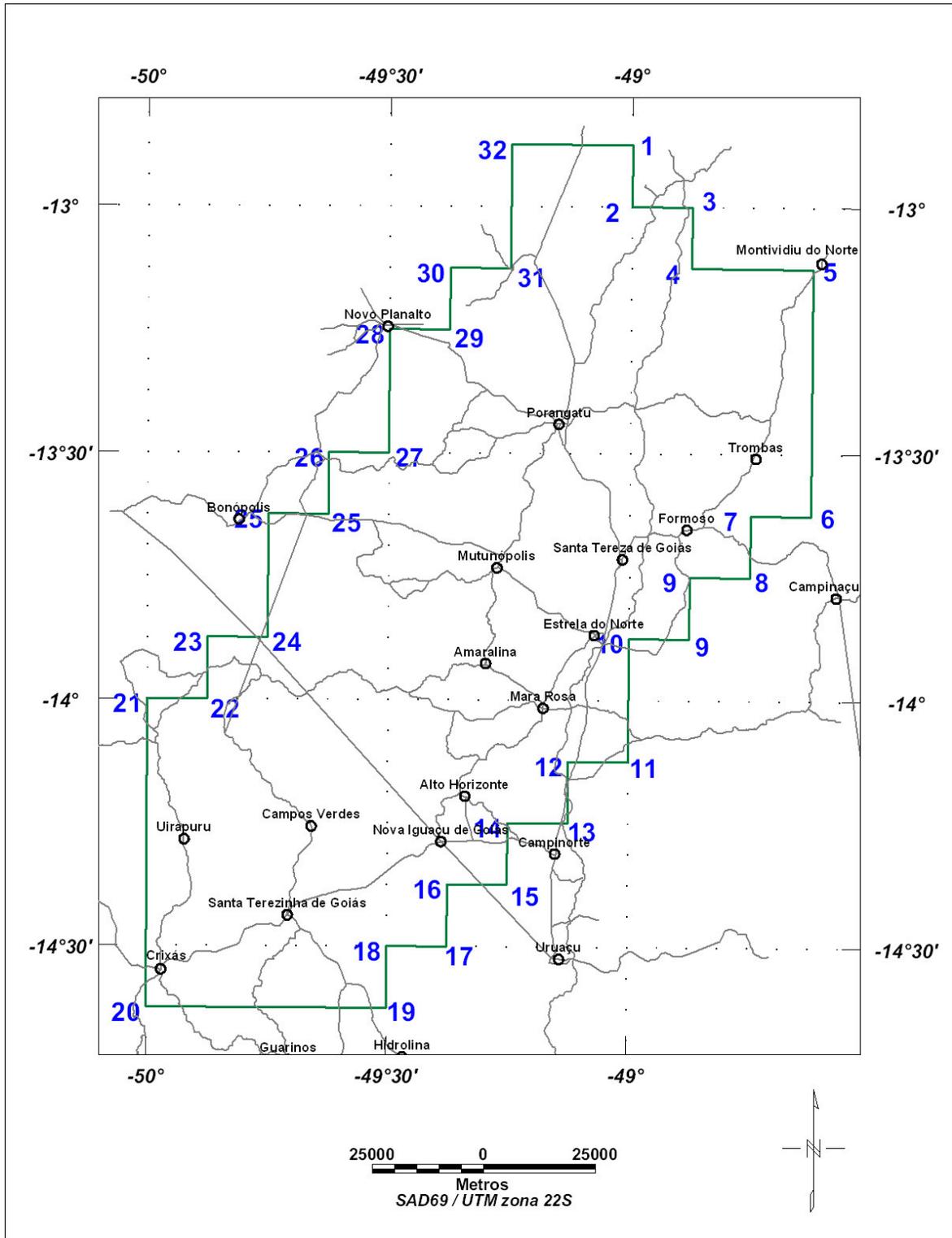


Figura 2 – Vértices do Projeto

VÉRTICE	LONGITUDE WGr.	LATITUDE SUL
1	-49° 00' 00"	-12° 52' 30"
2	-49° 00' 00"	-13° 00' 00"
3	-48° 52' 30"	-13° 00' 00"
4	-48° 52' 30"	-13° 07' 30"
5	-48° 37' 30"	-13° 07' 30"
6	-48° 37' 30"	-13° 37' 30"
7	-48° 45' 00"	-13° 37' 30"
8	-48° 45' 00"	-13° 45' 00"
9	-48° 52' 30"	-13° 45' 00"
9	-48° 52' 30"	-13° 52' 30"
10	-49° 00' 00"	-13° 52' 30"
11	-49° 00' 00"	-14° 07' 30"
12	-49° 07' 30"	-14° 07' 30"
13	-49° 07' 30"	-14° 15' 00"
14	-49° 15' 00"	-14° 15' 00"
15	-49° 15' 00"	-14° 22' 30"
16	-49° 22' 30"	-14° 22' 30"
17	-49° 22' 30"	-14° 30' 00"
18	-49° 30' 00"	-14° 30' 00"
19	-49° 30' 00"	-14° 37' 30"
20	-50° 00' 00"	-14° 37' 30"
21	-50° 00' 00"	-14° 00' 00"
22	-49° 52' 30"	-14° 00' 00"
23	-49° 52' 30"	-13° 52' 30"
24	-49° 45' 00"	-13° 52' 30"
25	-49° 45' 00"	-13° 37' 30"
25	-49° 37' 30"	-13° 37' 30"
26	-49° 37' 30"	-13° 30' 00"
27	-49° 30' 00"	-13° 30' 00"
28	-49° 30' 00"	-13° 15' 00"
29	-49° 22' 30"	-13° 15' 00"
30	-49° 22' 30"	-13° 07' 30"
31	-49° 15' 00"	-13° 07' 30"
32	-49° 15' 00"	-12° 52' 30"
33	-49° 00' 00"	-12° 52' 30"

Tabela 1 - Coordenadas Geográficas do Projeto

Duas aeronaves de propriedade da Lasa Engenharia e Prospecções S/A para a aquisição de dados, foram utilizadas para a execução deste projeto. Um Cessna C208B Caravan, prefixo PR-FAS (Figura 3) e um Cessna Titan 404, prefixo PT-WQT (Figura 4).



Figura 3 - Aeronave Cessna C208B Caravan – PR-FAS



Figura 4 - Aeronave Cessna Titan 404 – PT-WQT

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 Uruaçu (GO).

A calibração do sistema detector aerogamaespectrométrico foi realizada em duas etapas. A primeira, estática, com emprego de fontes padronizadas (tanques de calibração ou *calibration pads* para o *background*, potássio, urânio e tório), foi conduzida no aeroporto de Jacarepaguá, Rio de Janeiro (RJ), durante a 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 1:100.000 e 1:500.000, 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: N-S
- Espaçamento entre as linhas de vôo: 0,5 km
- Direção das linhas de controle: E-W
- Espaçamento entre as linhas de controle: 5,0 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 - PR-FAS: 260 km/h
- Velocidade aproximada de vôo - PT-WQT: 302 km/h

2.2 Equipamentos Utilizados

A Tabela 2, a seguir, apresenta os equipamentos utilizados pela aeronave PR-FAS durante a execução do Arco Magmático de Mara Rosa.

CARACTERÍSTICAS	
Prefixo da Aeronave	PR-FAS
Modelo da Aeronave	Caravan C-208B
Fabricante da Aeronave	Cessna
Aeromagnetômetro (Vapor de Césio)	Scintrex CS-2
Gamaespectrômetro	Exploranium GR-820
Volume dos Cristais Detetores de NaI (Iodeto de Sódio)	2.048 pol ³ (<i>down</i>) e 512 pol ³ (<i>up</i>)
Sistema de Navegação GPS	Novatel OEM 2 12 Canais
Sistema de Aquisição GPS	Trimble AGGPS 132 12 Canais
Câmera de Rastreo	Panasonic AG-32
Radar Altímetro	Collins ALT 50
Radar Barométrico	Rosemount, 1241M
Magnetômetro Terrestre <i>Overhauser</i>	GEM GSM-19
Sistema de Aquisição de Dados	FASDAS

Tabela 2 - Equipamentos Utilizados – PR-FAS

CARACTERÍSTICAS	
Prefixo da Aeronave	PT-WQT
Modelo da Aeronave	404 - Titan
Fabricante da Aeronave	Cessna
Aeromagnetômetro (Vapor de Césio)	Scintrex CS-2
Gamaespectrômetro	Exploranium GR-820
Volume dos Cristais Detetores de NaI (Iodeto de Sódio)	2.048 pol ³ (<i>down</i>) e 512 pol ³ (<i>up</i>)
Sistema de Navegação GPS	Trimble AG-132
Sistema de Aquisição GPS	Trimble AGGPS 132 12 Canais
Câmera de Rastreo	Panasonic WV-CL352
Radar Altimetro	TRT – AHV8
Radar Barométrico	Rosemount, 1241M
Magnetômetro Terrestre <i>Overhauser</i>	GEM GSM-19
Sistema de Aquisição de Dados	FASDAS

Tabela 3 - Equipamentos Utilizados – PT-WQT

2.2.1. Aeronaves

Aeronave Cessna, modelo C-208B Caravan, prefixo PR-FAS. O Cessna C-208B é uma aeronave turbo-hélice, monomotor, de asa alta, trem de pouso retrátil, equipada com turbina PT6-114A Pratt-Whitney, de 675 HP. Opera a uma velocidade média de 260 km/h, e possui autonomia de 7:00 h.

Aeronave Cessna 404 - Titan, prefixo PT-WQT. O Cessna 404 - Titan é uma aeronave a pistão, bi-motor, de asa baixa, equipada com motores Continental, de 375 HP. Opera a uma velocidade média de 302 km/h, e possui autonomia de 7:00 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 aquisição/compensação aeromagnética contido no sistema FASDAS:

Sensor:	Scintrex CS-2
Resolução:	0,001 nT
Faixa:	20.000 - 95.000 nT
Montagem:	<i>Stinger</i>

As leituras do magnetômetro são realizadas a cada 0,1 segundo, o que equivale, para a velocidade de 260 km/h da aeronave PR-FAS, a aproximadamente 7,2 m no terreno e a velocidade de 302 km/h da aeronave PT-WQT, a aproximadamente 8,4 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 os picos de energia respectivos é mostrada na tabela 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 4 - Faixas Energéticas do Gamaespectrômetro e os Canais Correspondentes

As leituras do gamaespectrômetro são realizadas a cada segundo, representando medições a intervalos de aproximadamente 72 m no terreno para a aeronave PR-FAS e 84 m para a aeronave PT-WQT.

O sistema detector 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 2560 polegadas cúbicas de detectores voltados para baixo (*downward looking*) e dois cristais, de 256 polegadas cúbicas cada, voltados para cima (*upward looking*), totalizando 512 polegadas cúbicas.

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 FASDAS 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:

Parâmetro	Unidade
Número da Linha e Rumo	-
Número do Vôo	-
Ano, Dia, Hora, Minuto	-
Número Fiducial	-

Parâmetro	Unidade
Tempo de Gravação	s
Fração de Segundo	.01s
Evento	.01s
Eixo X, Mag. Fluxgate	mV
Eixo Y, Mag. Fluxgate	mV
Eixo Z, Mag. Fluxgate	mV
Altura Barométrica	ft
Altura Radar	ft
Magnetômetro Bruto	nT
Magnetômetro Compensado	nT
Contagem Total	cps
Potássio	cps
Urânio	cps
Tório	cps
R. Cósmica	cps
Tempo GPS	s
Latitude/Longitude	WGS-84, graus decimais
Altura GPS (acima do esferóide)	m
PDOP GPS	-
Status GPS	-
Erro GPS	-

2.2.5. Sistema de Vídeo

As aeronaves utilizam um sistema de vídeo comercial VHS Panasonic, 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 FASDAS possibilita a gravação do número do voo, número da linha e valores dos fiduciais na imagem de vídeo coletada.

2.2.6. Altímetros

A altura de voo das aeronaves foi monitorada através dos altímetros de radar e do barômetro de precisão, incluídos no sistema aerogeofísico. Os radares altímetros utilizados apresentam 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. Os sistemas utilizam barômetros de precisão e alcance equivalentes aos dos radares altímetros.

2.2.7. Sistema de Navegação e Posicionamento

A navegação das aeronaves foi efetuada por um sistema GPS de 12 canais. As informações de posicionamento são processadas pelo sistema de aquisição de dados FASDAS e enviadas ao computador de navegação, ficando disponíveis ao piloto através do indicador analógico e da tela do computador.

O posicionamento dos pontos do levantamento foram armazenados no sistema de aquisição de dados e transferidas ao escritório de campo já corrigidas uma vez que o sistema de aquisição está equipado com um GPS Trimble AGGPS 132, de correção em tempo real (DGPS *real time*).

As coordenadas dos valores amostrados a bordo foram convertidas do sistema WGS-84 para o esferóide SAD-69.

2.2.8. Magnetômetro Terrestre

Para controle diário das variações do campo magnético terrestre foi utilizado um magnetômetro portátil 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 de Uruaçu (GO), 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 5 mostra um exemplo do registro do magnetômetro.

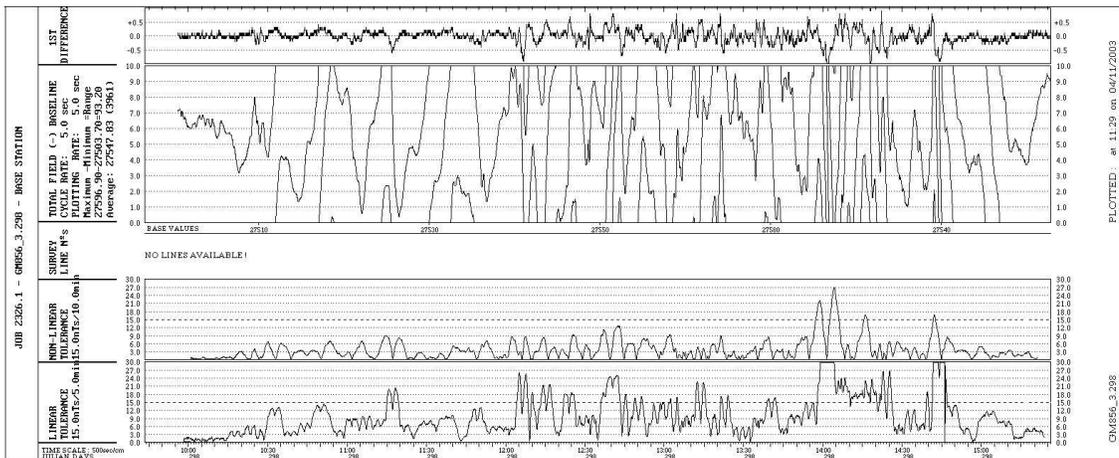


Figura 5 - Exemplo de Registro de Magnetômetro de Base

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 localidade de Uruaçu (GO);
- Obtenção da autorização do aerolevante junto ao Ministério da Defesa;
- Preparação dos planos 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° 069, de 21.06.2004.

2.3.1. Elaboração do Projeto de Vôo

Para cobertura completa da área relativa ao Arco Magmático de Mara Rosa, foram programadas linhas de vôo e de controle, totalizando 36.569,73 km de perfis geofísicos, conforme a Tabela 5 abaixo, a Figura 6 apresenta o arranjo das 341 linhas voadas no Projeto (302 linhas de vôo e 39 linhas de controle), distribuídas sobre a poligonal envoltória da área, bem como sobre o corte padrão das folhas na escala 1:100.000.

Área (km²)	302 Linhas de Vôo (km)	39 Linhas de Controle (km)	341 (Linhas de Vôo+Controle) km
15.889,92	33.264,40	3.305,33	36.569,73

Tabela 5 - Quilometragem Produzida e Área Levantada

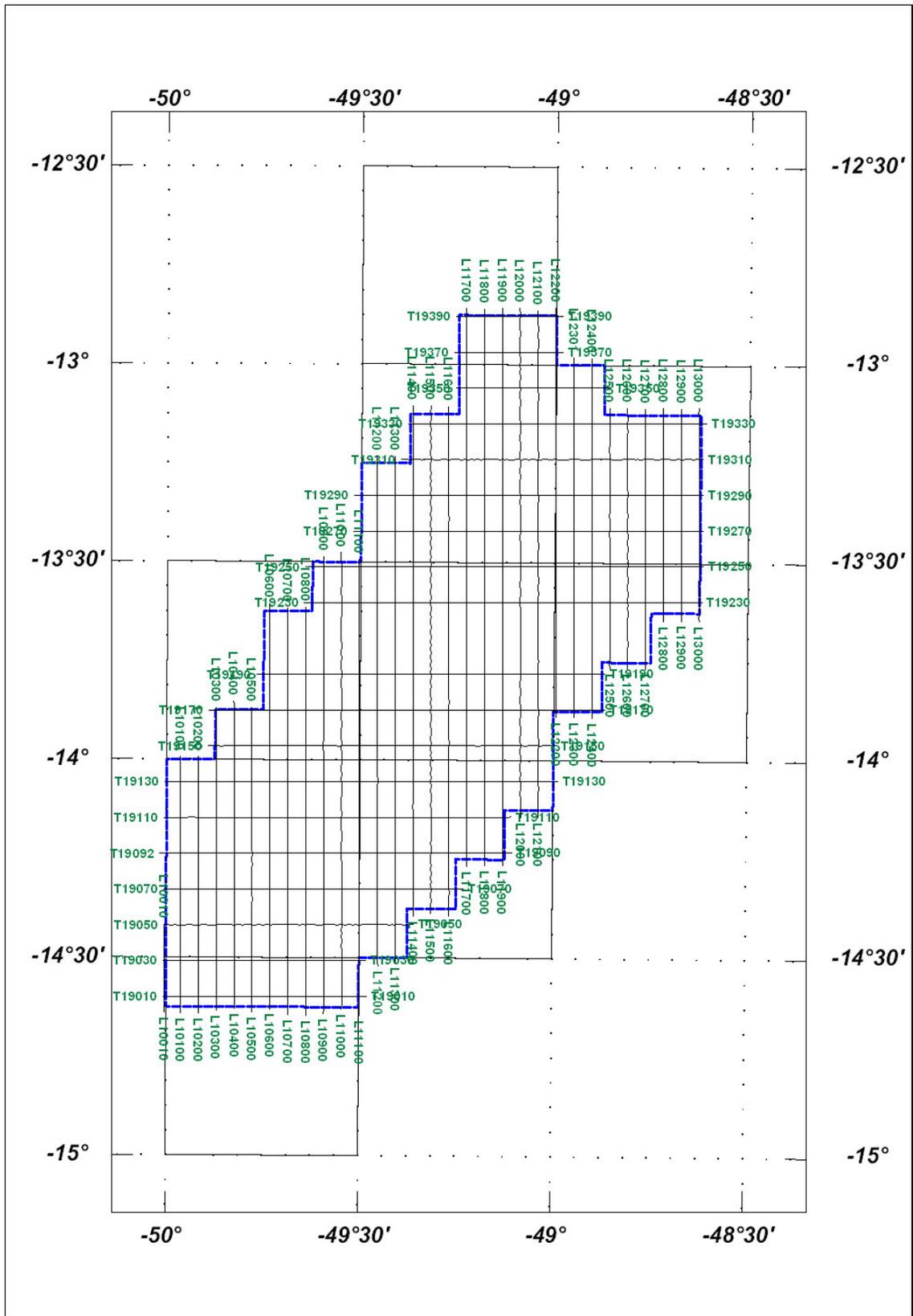


Figura 6 – Mapa das Linhas de Vôo

2.3.2. Estatística das Operações

O Arco Magmático de Mara Rosa foi executado em 56 dias, consumindo 128,49 horas voo produtivo para a aquisição dos dados. A Tabela 6 e o gráfico da Figura 7 a seguir mostram a estatística obtida durante a fase de aquisição dos dados.

		Nº Dias	%
1	Produção	38	67,86%
2	Meteorologia	3	5,36%
3	Manutenção de Aeronave	4	7,14%
4	Tempestade Magnética	2	3,57%
5	Falha de Equipamento	4	7,14%
6	Testes Contratuais	4	7,14%
7	Outros	1	1,79%
	Total	56	100,00%

Tabela 6 - Estatística das Operações de Campo

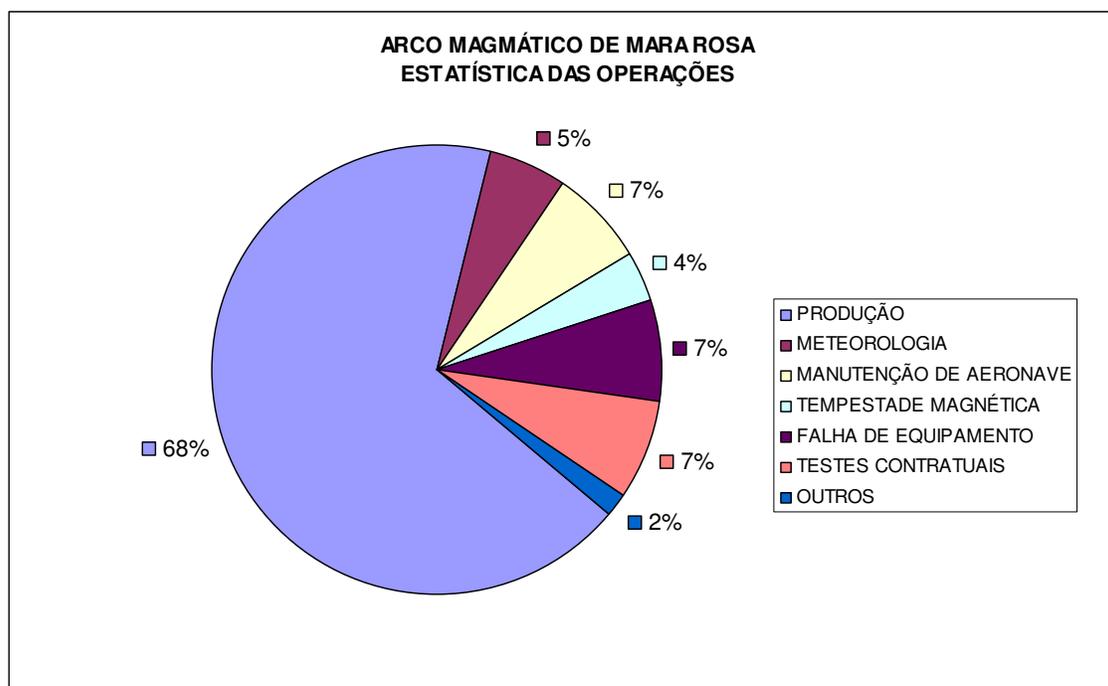


Figura 7 - Gráfico da Estatística das Operações

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 5.000 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: $DX = 60$ m; $dY = 2$ m; $dZ = 41$ 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 voando nas alturas de 200 pés até 800 pés, com incrementos de 100 pés, tendo como referência as leituras fornecidas pelo barômetro nas passagens sobre a pista de calibração. 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 nos Anexo XI e XII

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* (Develco), instalado no *stinger* da aeronave e usado para medir o acoplamento dos três eixos com o *background* do campo magnético na região. O sensor Develco 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 césio do magnetômetro da aeronave, havendo, portanto, perfeita sincronia dos eventos nos dois sistemas.

As séries de movimentos, envolvendo as manobras do tipo *Pitch*, *Roll* 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 FASDAS possui em sua programação, software especialmente desenvolvido para efetuar os cálculos da compensação magnética *on line*, ou seja, o sistema recebe os dados enviados pela *fluxgate* durante as manobras de *roll*, *pitch* e *yaw*, armazena a melhor solução de compensação e em seguida aplica os coeficientes obtidos em X, Y e Z, no valor do campo magnético bruto produzindo então o campo magnético compensado, livre dos efeitos de “manobras” que venham interferir na medida do campo magnético.

c) Determinação dos Coeficientes de Compensação Magnética

As manobras de compensação são conduzidas a altitude elevada, 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 das linhas de vôo, 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 5 nT após a correção da variação diurna). O resultado obtido está resumido nas Tabelas 7, 8 e 9 a seguir e o resultado completo pode ser consultado nos Anexos XIII e XIV.

VÔO No. 001	DATA: 15.07.2004		BASE: URUAÇU (GO) – PR-FAS		
LINHA	AZIMUTE	<i>PITCH</i> (nT)	<i>ROLL</i> (nT)	<i>YAW</i> (nT)	TOTAL (nT)
N	360°	0,03	0,02	0,04	0,09
E	90°	0,02	0,05	0,04	0,11
S	180°	0,04	0,04	0,04	0,12
W	270°	0,03	0,04	0,03	0,10
Somatório					0,42

Tabela 7 – Teste Manobras – PR-FAS (15/07/04)

VÔO No. 009	DATA: 06.10.2004		BASE: URUAÇU (GO) – PT-WQT		
LINHA	AZIMUTE	<i>PITCH</i> (nT)	<i>ROLL</i> (nT)	<i>YAW</i> (nT)	TOTAL (nT)
N	360°	0,04	0,14	0,07	0,25
E	90°	0,04	0,12	0,09	0,25
S	180°	0,07	0,07	0,02	0,16
W	270°	0,08	0,10	0,08	0,26
Somatório					0,92

Tabela 8 – Teste Manobras – PT-WQT (06/10/04)

VÔO No. 015	DATA: 10.10.2004		BASE: URUAÇU (GO) – PT-WQT		
LINHA	AZIMUTE	PITCH (nT)	ROLL (nT)	YAW (nT)	TOTAL (nT)
N	360°	0,08	0,08	0,25	0,21
E	90°	0,05	0,12	0,15	0,43
S	180°	0,10	0,05	0,13	0,32
W	270°	0,10	0,10	0,10	0,35
Somatório					1,31

Tabela 9 – Teste Manobras – PT-WQT (10/10/04)

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 potássio, urânio e tório são realizados antes do início e após os vôos operacionais através da colocação das citadas amostras sobre o mesmo local, próximo aos cristais detectores, com a aeronave estacionada no mesmo local. As Tabelas 10 e 11 apresentam os resultados desses testes.

TESTE COM AMOSTRAS RADIOATIVAS NO SOLO (CPS)					
DATA	VÔO	URÂNIO (U)		TÓRIO (Th)	
		INÍCIO	FIM	INÍCIO	FIM
16.07.2004	2	218,10	217,50	217,60	218,50
17.07.2004	3	217,60	217,70	217,90	217,80
18.07.2004	4	217,50	217,60	218,50	217,50
19.07.2004	5	217,50	217,60	218,60	217,60
20.07.2004	7	217,50	217,50	218,40	218,00
22.07.2004	8	217,60	217,50	217,60	218,10
23.07.2004	9	217,70	217,90	218,20	217,50
24.07.2004	10	218,30	218,10	217,80	217,90
26.07.2004	11	218,20	218,30	218,30	218,20
28.07.2004	12	218,30	217,80	217,50	217,60
29.07.2004	13	217,50	217,80	218,30	217,60
30.07.2004	14	217,80	218,40	218,20	217,60
01.08.2004	15	218,10	217,50	218,30	218,30
02.08.2004	16	217,70	218,30	217,70	217,70

Tabela 10 – Testes Diários com Amostras Radioativas no Solo – PR-FAS

TESTE COM AMOSTRAS RADIOATIVAS NO SOLO (CPS)					
DATA	VÔO	URÂNIO (U)		TÓRIO (Th)	
		INÍCIO	FIM	INÍCIO	FIM
06.10.2004	9	121,70	122,20	122,50	122,00
07.10.2004	10	122,10	122,19	122,66	122,78
08.10.2004	11/12	122,15	122,30	122,61	122,80
10.10.2004	15	122,13	122,46	122,34	122,15
12.10.2004	17	122,15	122,50	122,48	122,83
15.10.2004	22	122,08	122,34	122,57	122,78
16.10.2004	23	122,05	122,77	122,05	122,77
17.10.2004	24	122,03	122,56	122,59	122,82
18.10.2004	26/27	121,95	122,50	122,54	122,73
21.10.2004	30	122,12	122,36	122,64	122,78
22.10.2004	31	122,00	-	122,60	-
23.10.2004	35	122,20	122,50	122,70	122,70
24.10.2004	36	122,00	122,40	122,60	122,80
26.10.2004	39	121,90	122,40	122,60	122,70
28.10.2004	40	121,83	121,90	122,54	122,20
29.10.2004	42	121,90	122,30	122,50	122,80
30.10.2004	43	121,86	122,45	122,51	122,87
31.10.2004	45/46	122,00	122,49	122,50	122,88
01.11.2004	47/48	121,86	122,50	122,41	122,90
02.11.2004	49	121,96	122,51	122,57	122,78
04.11.2004	53	122,03	-	122,56	-
05.11.2004	54/55	122,01	122,60	122,56	122,80
07.11.2004	58	121,90	122,00	122,50	122,60
08.11.2004	59	122,05	122,10	122,66	123,00
09.11.2004	60	122,06	122,43	122,67	122,75
10.11.2004	61	121,97	122,38	122,53	122,85
11.11.2004	63	121,94	122,37	122,51	122,32

Tabela 11 – Testes Diários com Amostras Radioativas no Solo – PT-WQT

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.

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

Os valores médios em cps, obtidos em cada canal radiométrico estão relacionados nas Tabelas 12 e 13 a seguir.

TESTE DE REPETIBILIDADE RADIOATIVA (LOW LEVEL) = 100 m							
DATA	VÔO	POTÁSSIO (K)		URÂNIO (U)		TÓRIO (Th)	
		INÍCIO	FIM	INÍCIO	INÍCIO	FIM	INÍCIO
16.07.2004	2	195,00	196,00	61,00	59,00	68,00	75,00
17.07.2004	3	195,00	198,00	64,00	59,00	67,00	72,00
18.07.2004	4	201,00	193,00	59,00	59,00	70,00	70,00
19.07.2004	5	204,00	201,00	55,00	59,00	74,00	74,00
20.07.2004	7	204,00	197,00	73,00	60,00	69,00	69,00
22.07.2004	8	184,00	199,00	59,00	67,00	76,00	77,00
23.07.2004	9	189,00	199,00	55,00	55,00	69,00	72,00
24.07.2004	10	191,00	197,00	59,00	55,00	72,00	68,00
26.07.2004	11	184,00	190,00	56,00	57,00	67,00	68,00
28.07.2004	12	187,00	184,00	57,00	49,00	69,00	65,00
29.07.2004	13	193,00	203,00	56,00	55,00	70,00	69,00
30.07.2004	14	186,00	187,00	56,00	53,00	70,00	67,00
31.07.2004	15	200,00	192,00	73,00	57,00	69,00	70,00
01.08.2004	16	197,00	192,00	69,00	63,00	73,00	71,00
02.08.2004	17	198,00	203,00	67,00	58,00	65,00	69,00

Tabela 12 – Testes Diários de Repetibilidades Radioativas – PR-FAS

TESTE DE REPETIBILIDADE RADIOATIVA (LOW LEVEL) = 100 m							
DATA	VÔO	POTÁSSIO (K)		URÂNIO (U)		TÓRIO (Th)	
		INÍCIO	FIM	INÍCIO	INÍCIO	FIM	INÍCIO
06.10.2004	9	195,00	201,00	76,00	81,00	90,00	88,00
07.10.2004	10	178,00	192,00	63,00	69,00	83,00	88,00
08.10.2004	11/12	207,00	205,00	70,00	74,00	87,00	92,00
10.10.2004	15	192,00	194,00	79,00	72,00	85,00	85,00
12.10.2004	17	188,00	175,00	77,00	65,00	85,00	79,00
15.10.2004	22	180,00	179,00	74,00	71,00	80,00	82,00
16.10.2004	23	180,32	179,71	74,53	71,39	80,87	82,02
17.10.2004	24	195,00	186,00	92,00	72,00	80,00	84,00
18.10.2004	26/27	132,00	82,10	55,51	31,91	65,74	31,55
21.10.2004	30	175,16	179,49	59,85	66,60	82,27	82,35
22.10.2004	31	187,48	184,20	77,02	65,87	83,56	85,16
23.10.2004	35	176,47	182,63	59,67	62,38	81,48	84,06
24.10.2004	36	185,45	192,29	67,51	72,72	84,48	83,19
26.10.2004	39	174,17	181,08	58,91	65,05	80,65	79,59
28.10.2004	40	181,27	182,63	72,48	68,58	81,21	81,32
29.10.2004	42	170,65	177,36	66,05	64,53	76,80	79,26
30.10.2004	43	175,14	187,42	63,65	71,37	77,35	82,56
31.10.2004	45/46	181,19	182,10	68,23	61,46	81,00	81,55
01.11.2004	47/48	169,72	177,89	57,62	60,13	78,60	84,62
02.11.2004	49	174,49	184,57	65,86	71,45	83,57	81,46
04.11.2004	53	182,73	188,92	64,11	69,21	81,85	84,96
05.11.2004	54/55	186,41	184,76	65,18	66,02	82,69	85,03
07.11.2004	58	200,33	207,05	75,45	77,82	89,11	93,80
08.11.2004	59	187,00	195,14	63,48	65,54	83,09	84,47
09.11.2004	60	196,56	206,74	62,33	66,34	86,18	86,77
10.11.2004	61	223,00	198,10	76,78	63,85	77,34	80,48
11.11.2004	63	193,12	193,33	75,67	70,39	85,89	85,46

Tabela 13 – Testes Diários de Repetibilidades Radioativas – PT-WQT

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

A resolução é a precisão da medida com que os raios gama podem ser medidos pelo espectrômetro, representado pelo cálculo matemático em relação a uma janela de energia específica. A resolução é calculada pela acumulação do espectro proveniente de uma fonte radiativa conhecida. Este espectro pode ser traçado graficamente onde o resultado do foto-pico da fonte pode ser observado.

A largura do pulso medida na metade da amplitude máxima do mesmo (FWHM), expressada como porcentagem da energia do foto-pico, é usada como a medida de resolução.

$$\text{Resolução} = 100 \times \text{FWHM (energia)} / \text{Posição do Pico (energia)}$$

O monitoramento da resolução do cristal e da válvula fotomultiplicadora é o melhor procedimento para se manter o controle de qualidade e detectar qualquer tipo de deterioração dos espectrômetros de raios gama.

2.3.6. Calibração dos Detectores *Downward Looking*

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

- Calibração estática, realizada antes do início das operações aéreas através do emprego de tanques de calibração transportáveis, constituídos por blocos de concreto com resposta radiométrica para os elementos potássio (^{40}K), urânio (^{238}U), tório (^{232}Th) e do *background*, tem por finalidade a determinação dos coeficientes de espalhamento *Compton* do sistema detector. As concentrações dos tanques de calibração portáteis utilizados, estão indicadas na Tabela 14:

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 14 - Concentração dos Tanques de Calibração Portáteis

- Calibração dinâmica, a ser realizada antes do processamento de dados gamaespectrométricos com vistas à determinação dos *backgrounds* cósmico e da aeronave (*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.

A primeira fase dos testes (calibração estática) foi realizada no mês de agosto de 2004, no Aeroporto de Jacarepaguá (RJ). Com a aeronave estacionada, os tanques de calibração portáteis foram seqüencialmente posicionados sob cada pacote detector, aí permanecendo por 10 minutos para acumulação de dados na seguinte ordem: BKG, Th, U, K e BKG. 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 1024 polegadas³ e para o total 2560 polegadas³. Os valores encontrados para os coeficientes de espalhamento Compton estão resumidos na Tabela 15.

COEFICIENTES	VALORES			
	PR-FAS		PT-WQT	
α	0,2528	+/- 0,0035	0,2511	+/- 0,0058
β	0,4344	+/- 0,0074	0,3929	+/- 0,0117
γ	0,7602	+/- 0,0111	0,7416	+/- 0,0175
a	0,0718	+/- 0,0063	0,0425	+/- 0,0101
b	0,0091	+/- 0,0036	0,0091	+/- 0,0058
g	0,0118	+/- 0,0025	0,0078	+/- 0,0042

Tabela 15 - Coeficientes de Espalhamento *Compton*

Na etapa seguinte (calibração dinâmica) foram cumpridos os testes com a aeronave em vôo, quais sejam: Vôo Cósmico (*Cosmic Flight*), que visa determinar os *backgrounds* cósmico e da aeronave. O referido teste constou basicamente do seguinte:

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 em várias altitudes, com duração de 15 minutos cada.

A Tabela 16 e 17 a seguir apresentam os resultados obtidos pelas aeronaves no vôo cósmico, a apresentação dos resultados na forma de gráficos encontra-se nos Anexos III e IV, no final deste relatório.

Altitude (pés)	Cósmico (cps)	U (cps)	K (cps)	Th (cps)	Uup (cps)	CT (cps)
2000	165,8	7,1	26,7	6,8	1,6	207,0
3500	195,4	8,4	28,0	7,6	1,8	233,8
5500	248,7	10,4	30,5	9,9	2,3	276,1
7500	324,2	12,8	33,8	12,5	2,7	334,1
9000	397,3	15,2	37,5	15,6	3,4	393,1
10500	492,1	18,6	41,2	19,0	3,8	467,3
11500	568,7	21,1	44,1	22,2	4,6	529,7
12500	653,8	24,5	47,9	25,8	5,2	600,5
13500	756,3	28,2	52,5	29,8	5,9	679,0
14500	872,7	31,8	55,9	34,1	6,6	752,6

Coefficiente	C. Total	K	U	Th	U up
<i>a</i> (cps)	81,38	20,118	1,4667	0,0607	0,4437
<i>b</i>	0,7828	0,0421	0,035	0,0391	0,0072

Tabela 16 - *Background* da Aeronave e *Cosmic Stripping Ratios* – PR-FAS

Altitude (m)	Cósmico (cps)	U (cps)	K (cps)	Th (cps)	Uup (cps)	CT (cps)
1092,4	231	10,243	27,295	11,361	1,880	286,852
1568,5	279	12,141	30,221	13,168	2,276	329,257
2198,6	365	15,510	34,090	16,184	3,053	403,941
2521,4	419	18,209	37,615	18,953	3,317	457,814
3162,1	558	23,985	43,751	23,945	4,410	580,116
3816,1	746	31,453	52,622	31,256	6,013	752,047
4462,9	994	40,103	62,241	41,071	7,541	950,336

Coefficiente	C. Total	K	U	Th	U up
<i>a</i> (cps)	81,38	20,118	1,4667	0,0607	0,4437
<i>b</i>	0,7828	0,0421	0,035	0,0391	0,0072

Tabela 17 - *Background* da Aeronave e *Cosmic Stripping Ratios* – PT-WQT

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 a 330 pés, correspondente à altura padrão do levantamento (100 m). Na seqüência dos perfis também são realizadas passagens sobre a Lagoa de Maricá 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 (± 300 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.

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.

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 (Anexos V e VI).

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: 4 nT/ 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, desvios de navegação, etc., 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 30% do espaçamento teórico (150 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 Panasonic.

2.5 Equipe Técnica na Base de Operações

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

Pilotos:	Altair Delfino da Silva Antônio da Silva Cavalcante Antonio Pedro da Corte Guilherme Augusto Fontes Blum João Marcos de Miranda Naerton Luiz Rorato Reginaldo Pianowski Serafim Cunha Barreiros
Operadores:	Almir de Lima Almir Luiz de Moura Carlos Alberto Rodrigues da Silva José Augusto Dourado da Silva Nilton Cesar Rodrigues Marques Roberto Cláudio Araújo
Geofísicos/Chefes de Equipe:	João Batista José Ribamar da Silveira da Silva Julio César Oliveira Leonardo Nascimento Marcio Marques Paulo Netto Robeto Zanon
Mecânicos:	Antônio Nascimento Carlos Roberto Volpe Edmilson Alves Eliziário Ozias Fernando de Lucca Luis Carlos Costa Norberto Novotny Severino Leal

A coordenação dos trabalhos de campo esteve sob responsabilidade de:

José Divino Barbosa – Gerente de Operações Aerogeofísicas
Carlos Augusto Lemos de Carvalho – Supervisor de Operações Aerogeofísicas

3. PROCESSAMENTO DE DADOS

3.1 Fluxo de Processamento

No processamento de dados do Arco Magmático de Mara Rosa 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 8, 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 informações 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 magnéticos e radiométricos propriamente.

3.1.2 Processamento dos Dados Magnéticos

3.1.2.1 Remoção da Variação Magnética Diurna

Os valores obtidos pelo magnetômetro monitor foram inicialmente subtraídos do nível base, definidos em 23.827,70 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:

Fc = Fr - Ip, onde

Fc = Fiducial corrigida do erro de paralaxe,

Fr = Fiducial para a leitura registrada,

Ip = Paralaxe instrumental.

A correção aplicada a todas as amostras da aeronave PR-FAS correspondeu a 0,15 segundos e da aeronave PT-WQT a 0,67 segundos.

3.1.2.3 Nivelamento dos Perfis

A aplicação do nivelamento pelo sistema OASIS 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 a 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 (0,008 nT/m) foram descartados pelo programa. Com base neste gradiente, o programa ainda analisou as interseções quanto à sua aplicabilidade, atribuindo peso mais baixo 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 permitiu ainda o exame visual da Tabela de Interseções, possibilitando sua edição manual quando necessário. Por exemplo, a linha nivelada pode ser comparada a 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 decorragado, 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.

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, definido por um parabolóide do tipo:

$$T(nT) = A00 + A10DE + A01DN + A11DEDN + A20DE2 + A02AN2$$

Esta superfície foi definida com base no valor do IGRF, calculado na altitude média da região do levantamento (500 m), referidos ao ano de 2000 e atualizados para a data de 13/09/2004 (2004,70).

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.

3.1.3 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:

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

h - altura de vôo medida pelo radar altímetro,

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 (Tabelas 16 e 17 – *Background* da Aeronave e *Cosmic Stripping Ratios*, item 2.3.5) foram aqueles definidos pelo vôo cósmico sobre o mar, em área distante da costa do Rio de Janeiro, cujos gráficos estão indicados nos Anexos III e IV.

3.1.3.6 Cálculo 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:

$$U_r = (u - a_1U - a_2Th) + (a_2bt - bu) / (au - a_1 - a_2at), \text{ onde:}$$

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, au, at, bu, bt - coeficientes de proporcionalidade, sendo que **bu** e **bt** 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* cósmico e da aeronave.

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 18) foram utilizados os valores calculados a partir dos testes de *high level*. Os gráficos correspondentes a estes cálculos encontram no Anexos V e VI.

CANAL	COEFICIENTE	PR-FAS	PT-WQT
Contagem Total	a_{tc}	13,8360	17,0300
Potássio	a_k	0,7555	0,8981
Urânio	a_u	0,1730	0,1622
Tório	a_t	0,0795	0,1787

Tabela 18 - Coeficientes de Calibração do Radônio

3.1.3.7 Estimativa dos Coeficientes *Skyshine* (a_1 e a_2)

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 $u_g = a_1 U_g + a_2 T_g$, 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 ao final do 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:

$a_1 = (\sum u_n - u_{n+m}) / (\sum U_n - U_{n+m})$, 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 para aeronave PR-FAS foi de 0,046 e para a aeronave PT-WQT de 0.049.

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 15 – Coeficientes de Espalhamento Compton, apresentada no item 2.3.5. Maior detalhamento deste teste está presente nos Anexo I e II.

3.1.3.9 Correção Altimétrica (Coeficiente de Atenuação Atmosférica)

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 foram utilizados os valores apresentados na Tabela 19 obtidos durante os testes realizados em 05.08.2004 em Maricá (RJ). Os gráficos apresentando a correlação logarítmica entre as contagens e a altura de vôo encontram-se nos Anexos IX e X.

Canal Radiométrico	μ em m^{-1}	
	PR-FAS	PT-WQT
Contagem Total	-0,0068	-0,0069
Potássio	-0,0086	-0,0092
Urânio	-0,0083	-0,0078
Tório	-0,0071	-0,0067

Tabela 19 - Coeficiente de Atenuação Atmosférica

3.1.3.10 Conversão para Concentração de Elementos

A sensibilidade dos detectores das aeronaves 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), 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, e
- C é a média das concentrações para cada canal das estações terrestres de interesse.

A Tabela 20 a seguir corresponde à sensibilidade dos detectores analisados (volume de 33,6 litros e dimensões de 10 cm x 10 cm x 40 cm), tomando por base a altura de vôo de 100 m sobre o terreno.

CANAL	SENSIBILIDADE	
	PR-FAS	PT-WQT
CT	213,31 cps/ μ R/h CT	210,44 cps/ μ R/h CT
K	72,10 cps / %K	76,25 cps / %K
U	12,87 cps / ppm eU	11,34 cps / ppm eU
Th	4,41 cps/ppm eTh	4,45 cps/ppm eTh

Tabela 20 - Constantes de Sensibilidade

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

$E = 1,505K + 0,653eU + 0,287eTh$, 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 **13,95 μ R/h** para a aeronave PR-FAS e **14,31 μ R/h** para a aeronave PT-WQT.

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 dos Gamaespectrômetros”) apresentado nos Anexos VII e VIII.

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 21 a seguir resume os valores utilizados:

Canal	Valor Mínimo
K (%)	0,0395
eU (ppm)	0,0640
eTh (ppm)	0,4935

Tabela 21 - 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 e DVD-ROM, descrito no anexo XVI 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 Arco Magmático de Mara Rosa esteve a cargo do geólogo Jorge Dagoberto Hildenbrand.

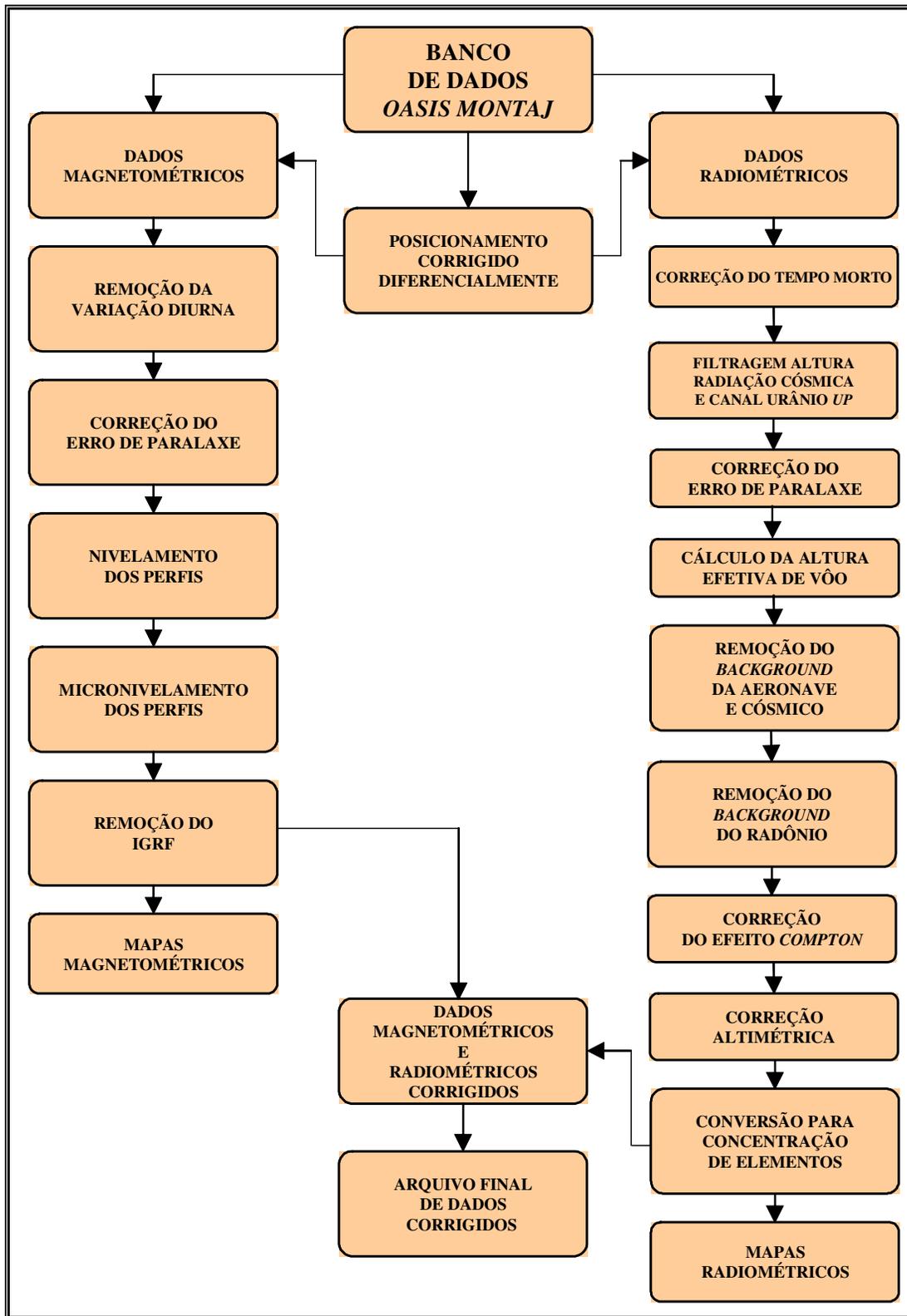


Figura 8 - Fluxograma do Processamento de Dados

4. PRODUTOS FINAIS

Os produtos finais relativos ao Arco Magmático de Mara Rosa estão sendo apresentados, na forma de mapas, nas escalas 1:100.000 e 1:500.000, 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 e DVD-ROM, no formato GEOSOFT. O anexo XVI apresenta o conteúdo detalhado das mídias digitais.

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 (40 km, em 1:500.000 e 8 km em 1:100.000), à rede geográfica, indicada por cruzetas dispostas a cada 10 e 30 minutos, respectivamente para as escalas 1:100.000 e 1:500.000 e as informações planimétricas foram obtidas dos arquivos digitais das folhas 1:100.000 disponíveis no site do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) (www.ibge.gov.br), do Sistema de Informações Geográficas do Estado de Goiás (SIG-Goiás) e de folhas planimétricas na escala 1:100.000 do IBGE através de digitalização. Do SIG-Goiás foram retiradas as informações de estradas, perímetro urbano e linhas de transmissão (alta tensão), dos arquivos digitais do IBGE, hidrografia e municípios e das folhas digitalizadas informações hidrográficas. As folhas confeccionadas na escala 1:500.000 englobam toda a área do Projeto em uma única folha. Estão suprimidas as informações de drenagens e linhas de transmissão nas folhas impressas na escala 1:500.000, não obstante estas informações estarem presentes nos arquivos de mapas digitais no formato Geosoft.

A Figura 9 comporta a articulação das folhas relativas aos mapas apresentados nas escalas 1:100.000.

A Tabela 22 abaixo apresenta os diversos tipos de mapas apresentados e suas características:

TEMA	PADRÃO (1:100.000)	FOLHA ÚNICA (1:500.000)
Intensidade Magnética Total	Contorno, imagem e planimetria	Imagem e planimetria
Derivada Vertical	Contorno, imagem e planimetria	Imagem sombreada (pseudo-iluminação) e planimetria
Sinal Analítico	Contorno, imagem e planimetria	Imagem sombreada (pseudo-iluminação) e planimetria
Contagem Total	Contorno, imagem e planimetria	Imagem e planimetria
Potássio	Contorno, imagem e planimetria	Imagem e planimetria
Urânio	Contorno, imagem e planimetria	Imagem e planimetria
Tório	Contorno, imagem e planimetria	Imagem e planimetria
Razão eU/eTh	Contorno, imagem e planimetria	Imagem e planimetria
Razão eU/K	Contorno, imagem e planimetria	Imagem e planimetria
Razão eTh/K	Contorno, imagem e planimetria	Imagem e planimetria
Ternário K-U-Th	-	Imagem e planimetria
Modelo Digital do Terreno	-	Imagem sombreada (pseudo-iluminação) e planimetria

Tabela 22 – Características da Apresentação dos Mapas Aerogeofísicos

As especificações dos intervalos de contorno utilizados nos mapas aerogeofísicos constam da Tabela 23 a seguir:

TEMA	PADRÃO (1:100.000)
Intensidade Magnética Total	10, 50 e 250 nT
Derivada Vertical	0,05 e 0,25 nT/m
Sinal Analítico	0,05 e 0,50 nT/m
Contagem Total	1; 5 e 10 μ R/h
Potássio	0,20 e 1,00 %
Urânio	0,25 e 1,00 ppm
Tório	2 e 10 ppm
Razão eU/eTh	0,05
Razão eU/K	2
Razão eTh/K	20

Tabela 23 – Características dos Intervalos de Contorno dos Mapas Aerogeofísicos

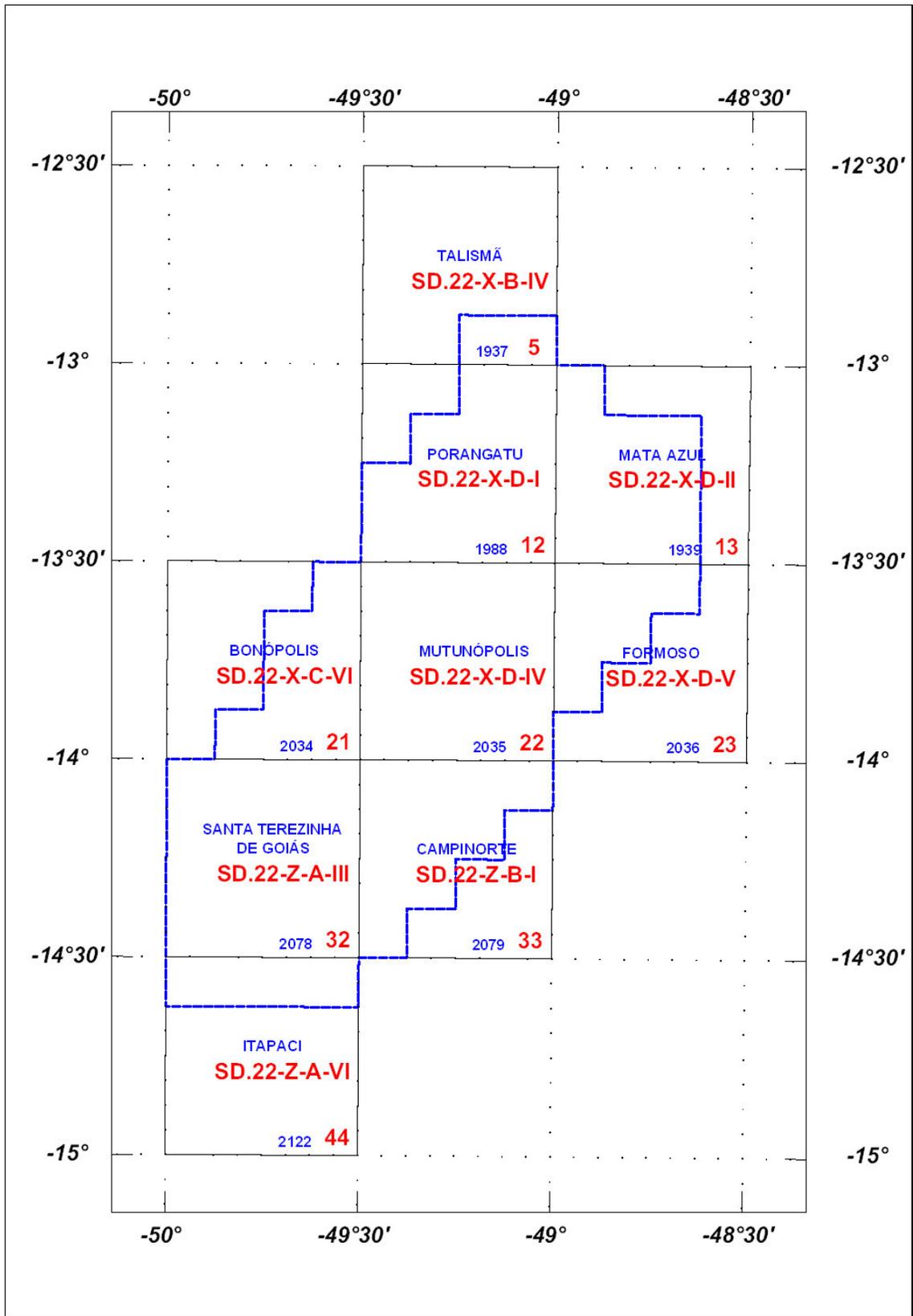


Figura 9 – Articulação das Folhas na Escala 1:100.000

4.1 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 1:100.000, foram elaborados na forma de imagem colorida, com traços de contorno superpostos. Na escala 1:500.000, 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 315° para direção e de 45° para inclinação da fonte de iluminação aplicada.

Na escala 1:100.000 a imagem colorida se superpõe às curvas de isovalores e à planimetria básica para todos os temas da magnetometria. A tabela de cores utilizada foi a *Geosoft colour.tbl*. Para os mapas elaborados com pseudo-iluminação (*Color Shaded Grid Image*) utilizou-se a opção de brilho com 30% de clareamento (*Brightness 30% lighter*).

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. A redução na intensidade da cor expressa menor intensidade magnética.

4.2 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. A tabela de cores utilizada foi a *Geosoft Colour.tbl*.

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.

4.3 Mapa Radiométrico Ternário

Mapa elaborado apenas na escala 1:500.000, 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 simboliza a presença dos três elementos (K, U, Th) e a cor preta ausência dos três citados elementos.

4.4 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. A tabela de cores utilizada foi a *Geosoft Colour.tbl*.

O mapa radiométrico da razão tório/potássio, também elaborado em escala reduzida para tamanho A-4, está sendo apresentado na Figura 15.

4.5 Mapa do Modelo Digital do Terreno

Este mapa apresenta a superfície do terreno, gerada a partir das informações da altitude GPS subtraída da altura obtida pelo radar altímetro. A imagem neste mapa está representada na forma pseudo-iluminada colorida (*colour.tbl*) com curvas de nível superpostas. A inclinação e a declinação da fonte de iluminação utilizada foi 45°.

4.6 Nomenclatura dos Arquivos de Mapas e Impressão

Os arquivos de mapas e os arquivos de impressão estão codificados segundo parâmetros que possibilitam sua identificação. Os temas associados aos mapas, bem como sua codificação seguem a nomenclatura apresentada nas Tabela 24 e 25. Os exemplos abaixo explicam como identificar um arquivo de mapa ou um arquivo de impressão:

- Mag_12.map – Arquivo de Mapa da Intensidade do Campo Total, folha 12 do Estado de Goiás, na escala 1:100.000.
- UK_05.prn – Arquivo de Impressão da Razão Urânio/Potássio, folha 5 do estado de Goiás, na escala 1:100.000.
- DTM_500.map – Arquivo de Mapa do Modelo Digital do Terreno, folha única, na escala 1:500.000

Mapa	Conteúdo
MAG	Intensidade do Campo Total
SIGN	Sinal Analítico
1DV	1ª Derivada Vertical
TC	Contagem Total
K	Potássio
U	Urânio
Th	Tório
ThK	Razão Tório/Potássio
UK	Razão Urânio/Potássio
UTh	Razão Urânio/Tório
TERN	Ternário K-U-Th
DTM	Modelo Digital do Terreno

Tabela 24 – Nomenclatura dos Arquivos de Mapas Quanto ao Tema

Nº da Folha no Estado de Goiás	Código Milionésimo (MI)	Nomenclatura da Folha	Corte Cartográfico
05	1937	Talismã	SD.22-X-B-IV
12	1988	Porangatu	SD.22-X-D-I
13	1989	Mata Azul	SD.22-X-D-II
21	2034	Bonópolis	SD.22-X-C-VI
22	2035	Mutunópolis	SD.22.X-D-IV
23	2036	Formoso	SD.22.X-D-V
32	2078	Sta.Terezinha de Goiás	SD.22-Z-A-III
33	2079	Campinorte	SD.22-Z-B-I
44	2122	Itapaci	SD.22-Z-A-VI

Tabela 25 – Nomenclatura dos Arquivos de Mapas Quanto a Codificação

4.7 Relatório Final

O relatório final está sendo apresentado em 12 volumes (Volume I - Texto Técnico e demais como Anexos), em 4 (quatro) vias, contendo a descrição das operações conduzidas no Arco Magmático de Mara Rosa, 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.

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

4.8 Arquivos Digitais Finais do Levantamento

Os dados obtidos no processamento de dados estão sendo apresentados em 6 CD-ROM's e também em 1 DVD-ROM. A descrição do conteúdo das informações gravadas nos CD-ROM's está sendo apresentada no Anexo XVI. A descrição detalhada do formato dos arquivos XYZ e GDB também é apresentada no Anexo XVI.

Os dados dos bancos de dados magnetométrico e gamaespectrométrico da *GEOSOFT* (GDB) são apresentados, respectivamente, nas Tabelas 18 e 19.

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.

O texto do presente relatório foi gravado no formato PDF Adobe Acrobat.

4.9 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.

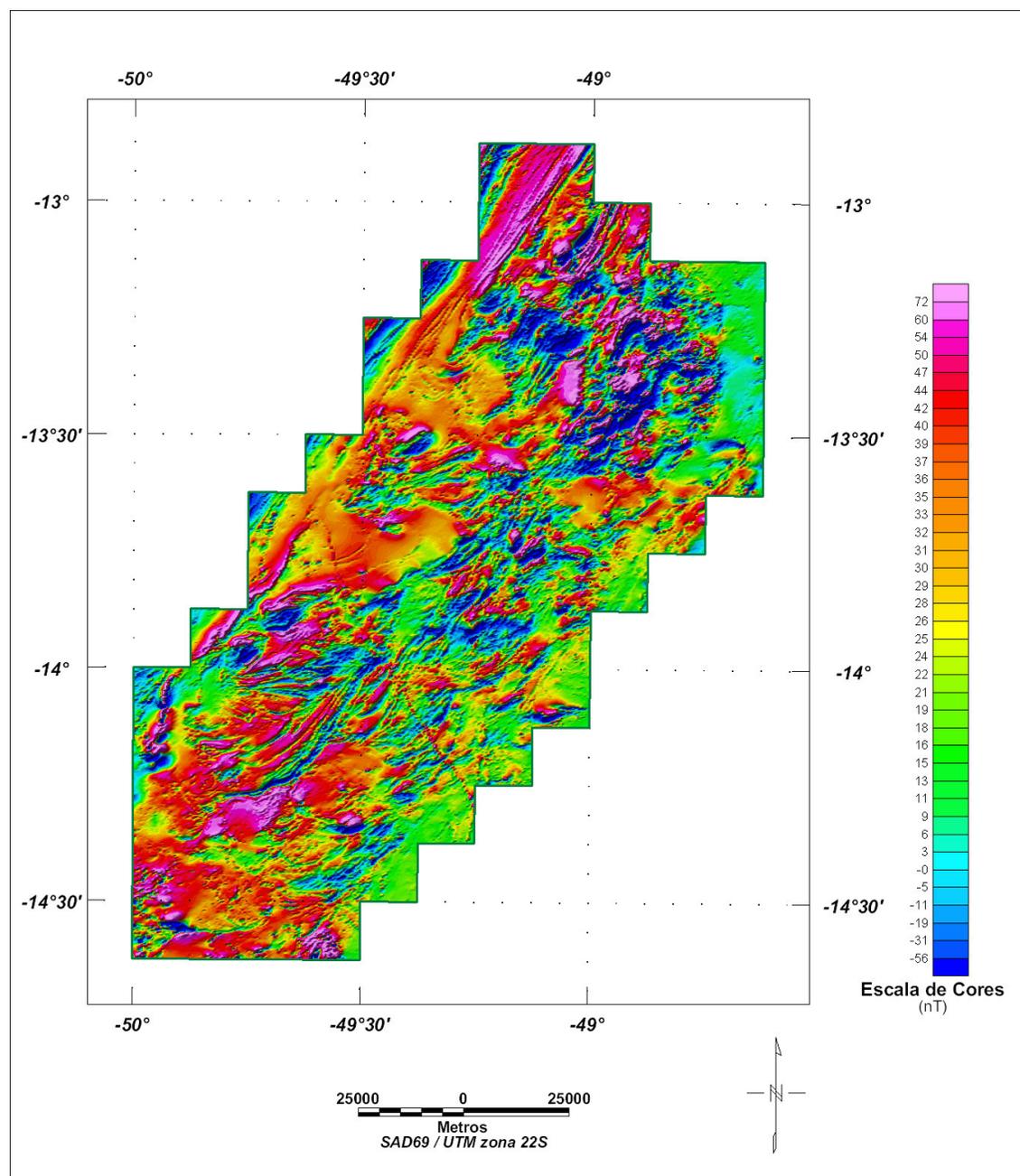


Figura 10 – Mapa Pseudo-Iluminado do Campo Magnético Total (reduzido do IGRF)
(Azimute da Fonte Luminosa: 315°; Inclinação: 45°)

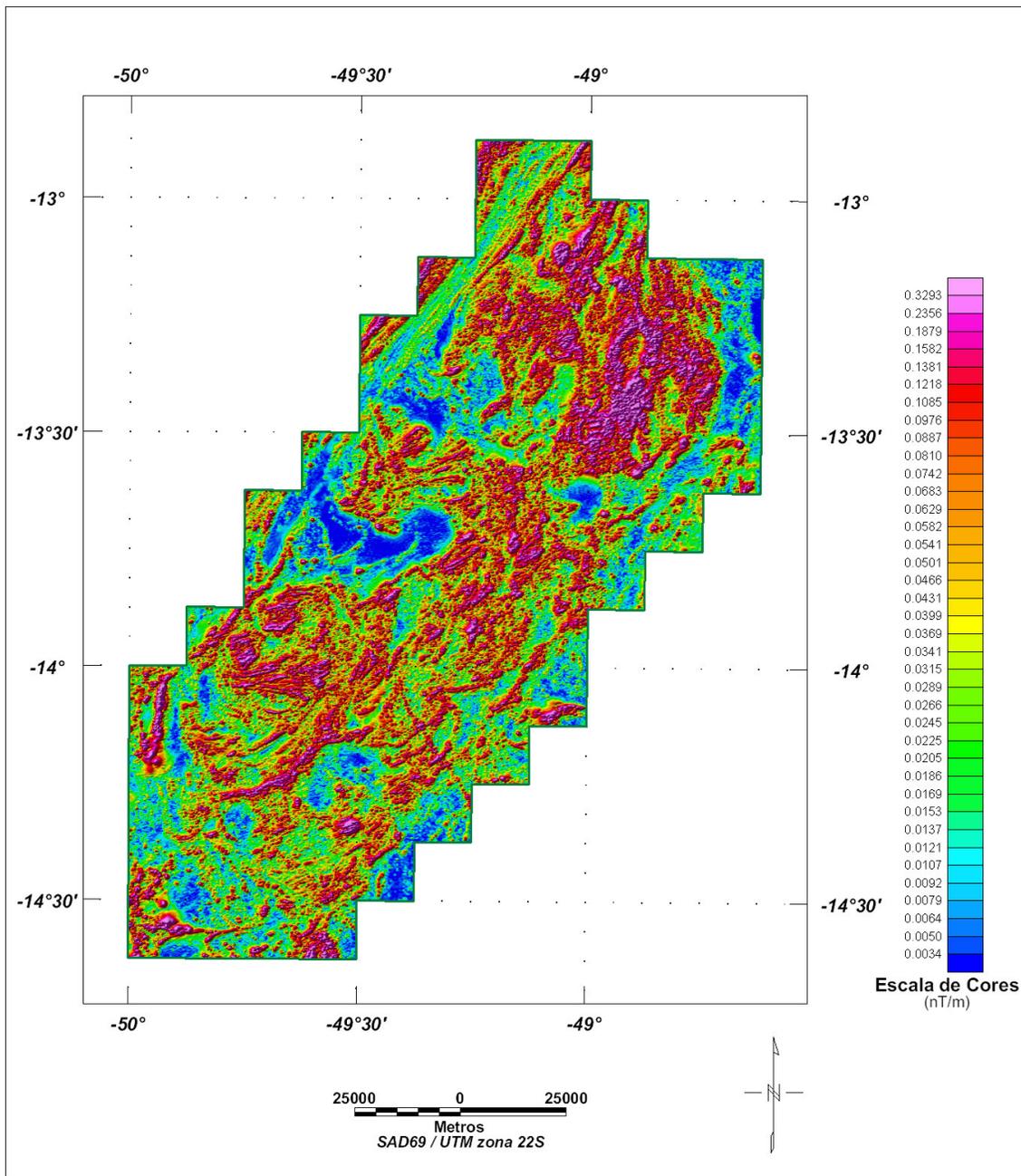


Figura 11 – Mapa do Sinal Analítico do Campo Magnético Total (reduzido do IGRF)
 (Azimute da Fonte Luminosa: 315° ; Inclinação: 45°)

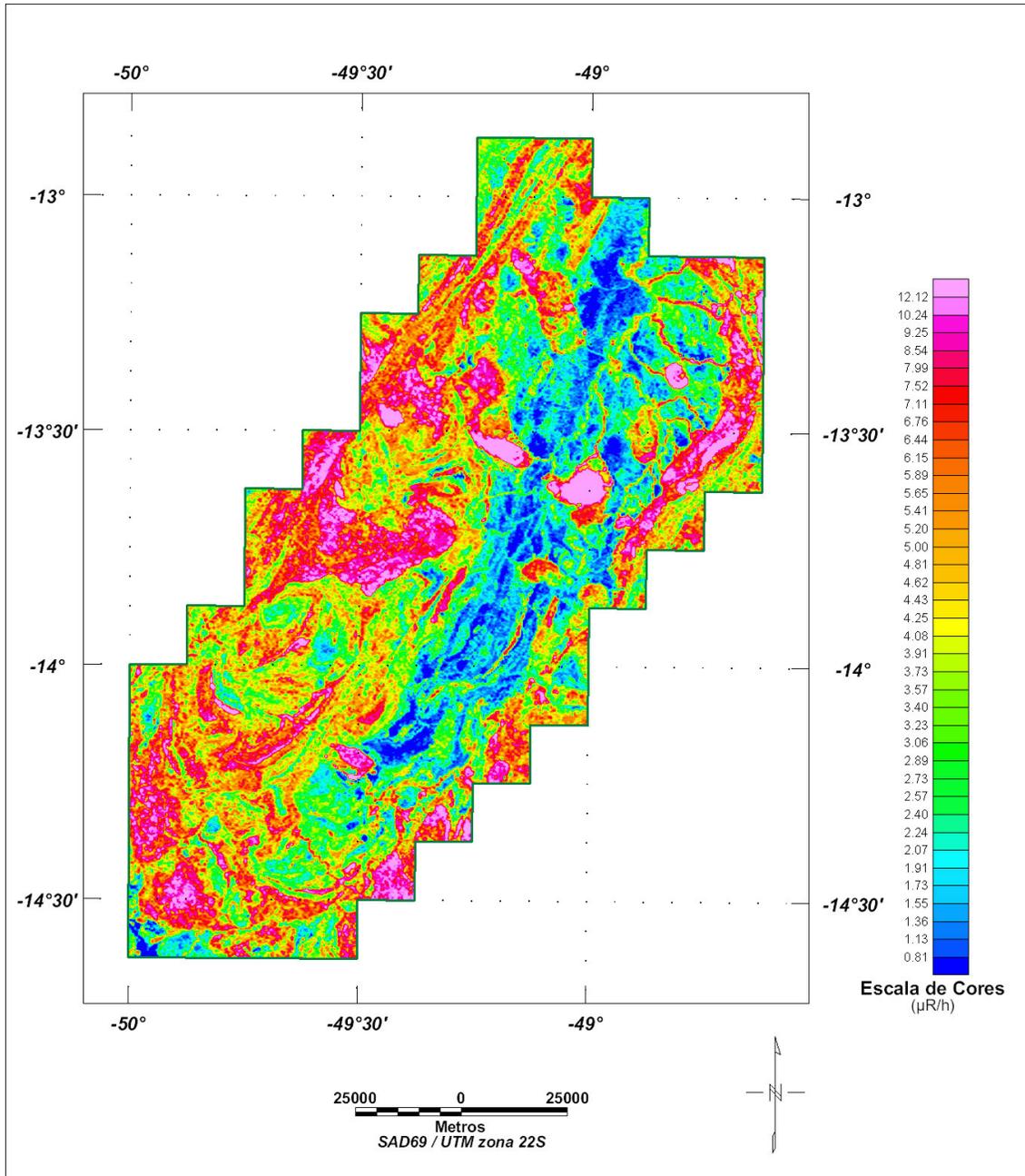


Figura 12 – Mapa Radiométrico da Taxa de Exposição do Canal de Contagem Total

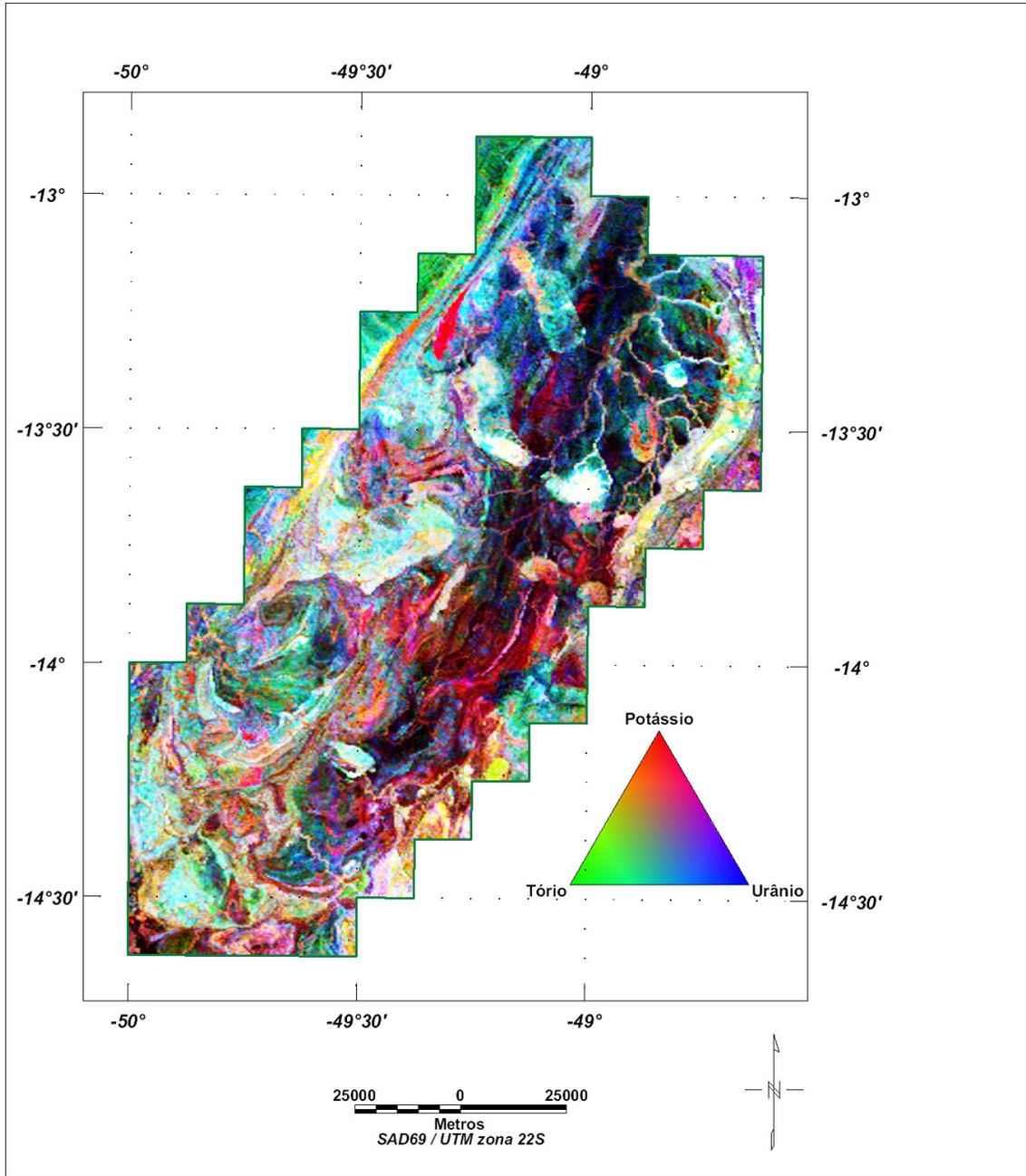


Figura 13 – Mapa Radiométrico Ternário (K-U-Th)

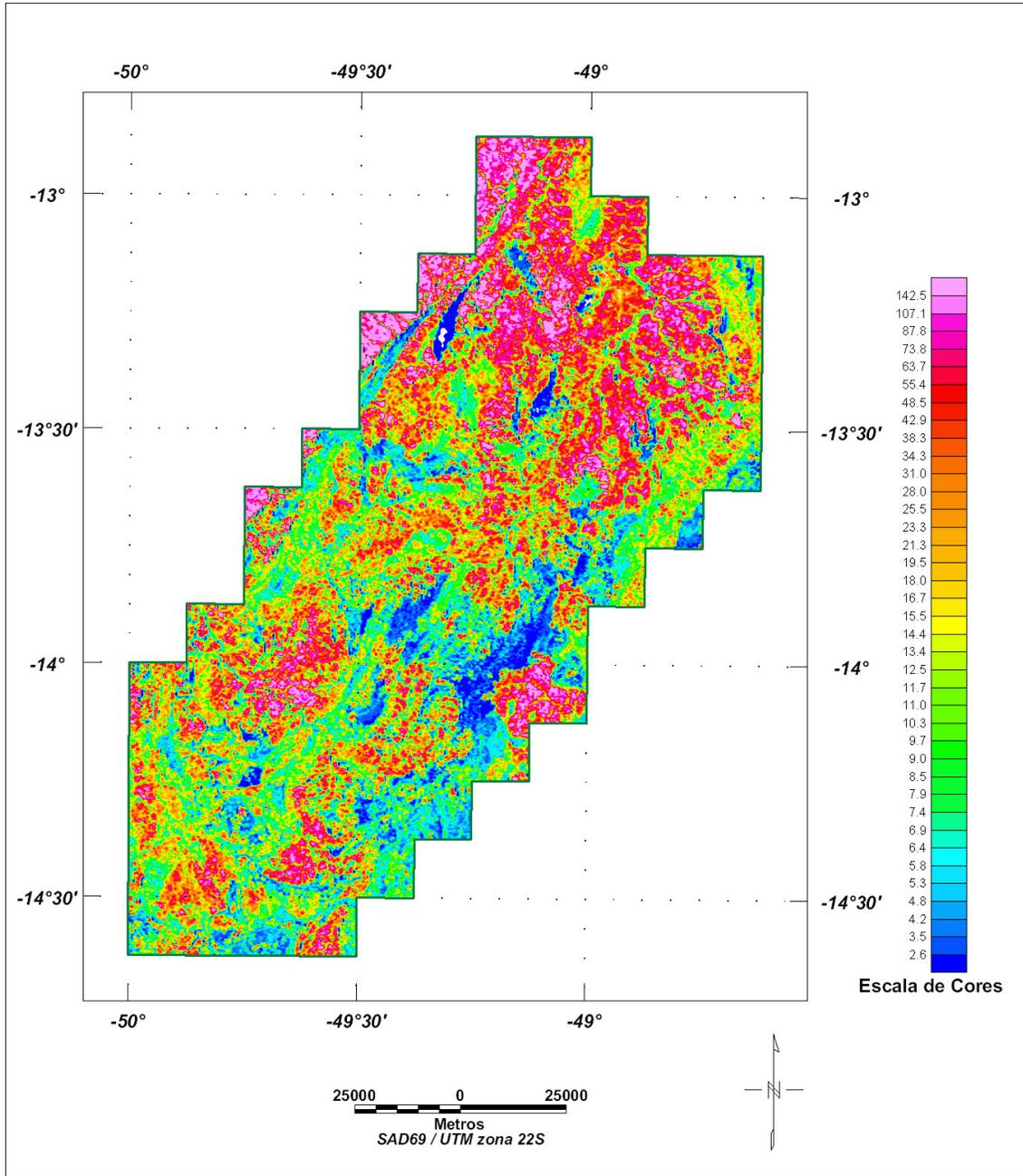


Figura 14 – Mapa Radiométrico da Razão Tório / Potássio

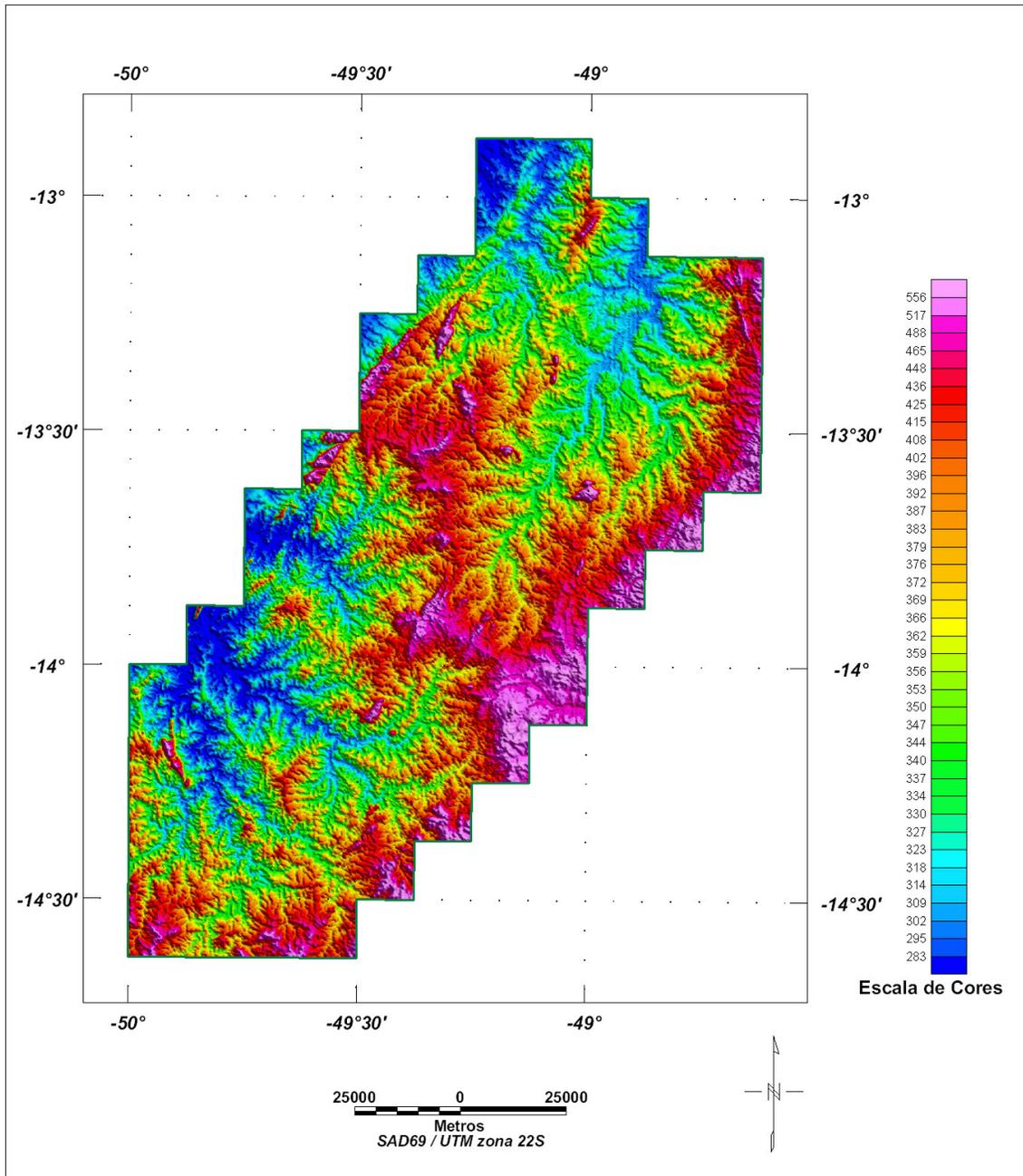


Figura 15 – Mapa do Modelo Digital do Terreno
(Azimute da Fonte Luminosa: 45°; Inclinação: 45°)

5. 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.

**RESUMO DO PROCESSO DE CALIBRAÇÃO DOS
GAMAESPECTRÔMETROS**

ANEXO I

**RESULTADO DO TESTE SOBRE OS TANQUES DE CALIBRAÇÃO PORTÁTEIS
PARA DETERMINAÇÃO DOS COEFICIENTES
DE ESPALHAMENTO COMPTON – AERONAVE – PR-FAS**

Planilha contendo o resumo das contagens de cada elemento.
Aeronave Cessna Caravan C208 - PR-FAS

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	469,227	107,9115	224,1215
U1	Urânio	600	529,663	187,532	230,954
K1	Potássio	600	610,086	107,910	224,078
TH1	Tório	600	520,816	138,676	342,904
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	455,0275	103,5775	211,0535
U2	Urânio	600	529,539	206,012	221,678
K2	Potássio	600	622,948	104,173	211,948
TH2	Tório	600	519,206	142,549	355,701
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	283,602	69,846	126,676
U3	Urânio	600	321,206	118,793	128,545
K3	Potássio	600	364,016	70,034	125,41
TH3	Tório	600	315,048	92,852	195,976
Pacote de Cristais #1 (1.024 pol ³)			ELEMENTOS (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th	
<i>Background</i>	600	281536	64747	134473	
Urânio	600	317798	112519	138572	
Potássio	600	366052	64746	134447	
Tório	600	312490	83206	205742	
Pacote de Cristais #2 (1.024 pol ³)			ELEMENTOS (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th	
<i>Background</i>	600	273017	62147	126632	
Urânio	600	317723	123607	133007	
Potássio	600	373769	62504	127169	
Tório	600	311524	85529	213421	

Pacote de Cristais #3 (512 pol³)		ELEMENTOS (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th
<i>Background</i>	600	170161	41908	76006
Urânio	600	192724	71276	77127
Potássio	600	218410	42020	75246
Tório	600	189029	55711	117586
Pacotes de Cristais #1, #2 e #3 (2.560 pol³)		ELEMENTOS (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th
<i>Background</i>	600	724714	168801	337111
Urânio	600	828245	307402	348706
Potássio	600	958230	169270	336862
Tório	600	813042	224446	536749

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

Caixa 1 - PR-FAS – RIO DE JANEIRO – 03/08/2004

4

600

281536

64747

134473

600

366052

64746

134447

600

317798

112519

138572

600

312490

83206

205742

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 de número 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

Caixa 1 - PR-FAS – RIO DE JANEIRO – 03/08/2004

WINDOW COUNTS:

          TIME (M)  K COUNTS  U COUNTS  TH COUNTS
B Pad   600.0    281536.   64747.   134473.
K Pad   600.0    366052.   64746.   134447.
U Pad   600.0    317798.   112519.  138572.
T Pad   600.0    312490.   83206.   205742.

1

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

1.948E+01 (3.050E-01)  1.182E+00 (3.478E-02)  3.784E-01 (1.167E-02)
1.791E-01 (8.367E-02)  1.529E+00 (3.243E-02)  2.074E-01 (5.819E-03)
1.887E-01 (1.211E-01)  1.123E-01 (1.718E-02)  8.866E-01 (1.569E-02)

INVERSE A-MATRIX:
```

5.182E-02 (8.311E-04) -3.910E-02 (9.873E-04) -1.297E-02 (5.812E-04)
-4.654E-03 (3.013E-03) 6.690E-01 (1.401E-02) -1.545E-01 (4.804E-03)
-1.044E-02 (7.137E-03) -7.646E-02 (1.132E-02) 1.150E+00 (1.992E-02)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 1.948E+01 (3.050E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 1.529E+00 (3.243E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 8.866E-01 (1.569E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 2.279E+01 (3.568E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 1.789E+00 (3.794E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 1.055E+00 (1.867E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): .2339 (.0058)

TH INTO K (BETA = A13/A33): .4268 (.0118)

U INTO K (GAMMA = A12/A22): .7729 (.0185)

U INTO TH (A = A32/A22): .0735 (.0112)

K INTO TH (B = A31/A11): .0097 (.0062)

K INTO U (G = A21/A11): .0092 (.0043)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 4.398E+02 (1.185E+00) COUNTS/M

U WINDOW : 1.057E+02 (5.341E-01) COUNTS/M

TH WINDOW : 2.217E+02 (7.718E-01) COUNTS/M

NUMBERS IN PARENTHESES ARE ESTIMATED STANDARD DEVIATIONS

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

Caixa 2 - PR-FAS – RIO DE JANEIRO – 03/08/2004

4

600

273017

62147

126632

600

373769

62504

127169

600

317723

123607

133007

600

311524

85529

213421

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 de número 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

Caixa 2 - PR-FAS – RIO DE JANEIRO – 03/08/2004

WINDOW COUNTS:

          TIME (M)  K COUNTS  U COUNTS  TH COUNTS
B Pad   600.0    273017.   62147.   126632.
K Pad   600.0    373769.   62504.   127169.
U Pad   600.0    317723.  123607.  133007.
T Pad   600.0    311524.   85529.   213421.
1

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

2.323E+01 (3.430E-01)  1.456E+00 (3.873E-02)  4.704E-01 (1.261E-02)
3.113E-01 (8.249E-02)  1.967E+00 (4.037E-02)  2.623E-01 (6.382E-03)
3.634E-01 (1.185E-01)  1.814E-01 (1.712E-02)  1.079E+00 (1.843E-02)

INVERSE A-MATRIX:
```

4.364E-02 (6.554E-04) -3.124E-02 (6.914E-04) -1.143E-02 (4.198E-04)
-5.060E-03 (1.949E-03) 5.236E-01 (1.066E-02) -1.251E-01 (3.543E-03)
-1.385E-02 (4.838E-03) -7.750E-02 (7.290E-03) 9.516E-01 (1.603E-02)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 2.323E+01 (3.430E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 1.967E+00 (4.037E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 1.079E+00 (1.843E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 2.718E+01 (4.014E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 2.302E+00 (4.724E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 1.284E+00 (2.193E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): .2431 (.0048)

TH INTO K (BETA = A13/A33): .4359 (.0099)

U INTO K (GAMMA = A12/A22): .7400 (.0145)

U INTO TH (A = A32/A22): .0922 (.0085)

K INTO TH (B = A31/A11): .0156 (.0051)

K INTO U (G = A21/A11): .0134 (.0035)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 4.198E+02 (1.202E+00) COUNTS/M

U WINDOW : 1.006E+02 (5.266E-01) COUNTS/M

TH WINDOW : 2.079E+02 (7.539E-01) COUNTS/M

NUMBERS IN PARENTHESES ARE ESTIMATED STANDARD DEVIATIONS

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

Caixa 3 - PR-FAS – RIO DE JANEIRO – 03/08/2004

4

600

170161

41908

76006

600

218410

42020

75246

600

192724

71276

77127

600

189029

55711

117586

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 de número 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

Caixa 3 - PR-FAS – RIO DE JANEIRO – 03/08/2004

WINDOW COUNTS:

          TIME (M)  K COUNTS  U COUNTS  TH COUNTS
B Pad   600.0    170161.   41908.    76006.
K Pad   600.0    218410.   42020.    75246.
U Pad   600.0    192724.   71276.    77127.
T Pad   600.0    189029.   55711.    117586.
1

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

1.113E+01 (1.995E-01)  7.341E-01 (2.446E-02)  2.300E-01 (8.430E-03)
1.421E-01 (6.722E-02)  9.393E-01 (2.109E-02)  1.581E-01 (4.614E-03)
-6.352E-02 (9.046E-02)  2.453E-02 (1.270E-02)  5.178E-01 (9.784E-03)

INVERSE A-MATRIX:
```

9.065E-02 (1.686E-03) -7.036E-02 (2.071E-03) -1.879E-02 (1.294E-03)
-1.571E-02 (7.054E-03) 1.085E+00 (2.401E-02) -3.245E-01 (1.053E-02)
1.187E-02 (1.581E-02) -6.004E-02 (2.292E-02) 1.944E+00 (3.556E-02)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 1.113E+01 (1.995E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 9.393E-01 (2.109E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 5.178E-01 (9.784E-03) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 1.302E+01 (2.334E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 1.099E+00 (2.468E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 6.161E-01 (1.164E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): .3054 (.0082)

TH INTO K (BETA = A13/A33): .4443 (.0154)

U INTO K (GAMMA = A12/A22): .7816 (.0230)

U INTO TH (A = A32/A22): .0261 (.0135)

K INTO TH (B = A31/A11): -.0057 (.0081)

K INTO U (G = A21/A11): .0128 (.0060)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 2.667E+02 (8.943E-01) COUNTS/M

U WINDOW : 6.838E+01 (4.283E-01) COUNTS/M

TH WINDOW : 1.256E+02 (5.775E-01) COUNTS/M

NUMBERS IN PARENTHESES ARE ESTIMATED STANDARD DEVIATIONS

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

Caixa 1, 2 e 3 - PR-FAS – RIO DE JANEIRO – 03/08/2004

4

600

724714

168801

337111

600

958230

169270

336862

600

828245

307402

348706

600

813042

224446

536749

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 de número 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

Caixa 1, 2 e 3 - PR-FAS – RIO DE JANEIRO – 03/08/2004

WINDOW COUNTS:

          TIME (M)  K COUNTS  U COUNTS  TH COUNTS
B Pad   600.0  724714.  168801.  337111.
K Pad   600.0  958230.  169270.  336862.
U Pad   600.0  828245.  307402.  348706.
T Pad   600.0  813042.  224446.  536749.
1

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

5.384E+01 (7.327E-01)  3.372E+00 (7.986E-02)  1.079E+00 (2.459E-02)
6.327E-01 (1.372E-01)  4.435E+00 (8.834E-02)  6.278E-01 (1.279E-02)
4.886E-01 (1.961E-01)  3.183E-01 (2.853E-02)  2.483E+00 (4.072E-02)
```

INVERSE A-MATRIX:

1.878E-02 (2.581E-04) -1.394E-02 (2.541E-04) -4.633E-03 (1.406E-04)
-2.196E-03 (6.174E-04) 2.313E-01 (4.575E-03) -5.751E-02 (1.430E-03)
-3.413E-03 (1.491E-03) -2.689E-02 (2.330E-03) 4.110E-01 (6.687E-03)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 5.384E+01 (7.327E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 4.435E+00 (8.834E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 2.483E+00 (4.072E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 6.299E+01 (8.572E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 5.189E+00 (1.034E-01) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 2.955E+00 (4.846E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): **0.2528 (0.0035)**

TH INTO K (BETA = A13/A33): **0.4344 (0.0074)**

U INTO K (GAMMA = A12/A22): **0.7602 (0.0111)**

U INTO TH (A = A32/A22): **0.0718 (0.0063)**

K INTO TH (B = A31/A11): **0.0091 (0.0036)**

K INTO U (G = A21/A11): **0.0118 (0.0025)**

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 1.126E+03 (2.127E+00) COUNTS/M

U WINDOW : 2.747E+02 (8.793E-01) COUNTS/M

TH WINDOW : 5.552E+02 (1.251E+00) COUNTS/M

NUMBERS IN PARENTHESES ARE ESTIMATED STANDARD DEVIATIONS

**RESUMO DO PROCESSO DE CALIBRAÇÃO DOS
GAMAESPECTRÔMETROS**

ANEXO II

**RESULTADO DO TESTE SOBRE OS TANQUES DE CALIBRAÇÃO PORTÁTEIS
PARA DETERMINAÇÃO DOS COEFICIENTES
DE ESPALHAMENTO COMPTON – AERONAVE – PT-WQT**

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

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	408,717	91,377	179,191
TH1	Tório	600	462,987	128,921	318,931
U1	Urânio	600	483,255	189,142	185,736
K1	Potássio	600	574,724	91,974	180,721
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	414,860	90,795	180,376
TH2	Tório	600	468,887	127,731	315,531
U2	Urânio	600	481,259	185,395	185,261
K2	Potássio	600	575,709	90,068	178,737
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	271,190	64,656	117,207
TH3	Tório	600	290,108	78,282	159,678
U3	Urânio	600	292,558	95,305	117,893
K3	Potássio	600	323,715	64,084	117,098
Pacote de Cristais #1 (1,024 pol ³)			ELEMENTOS (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th	
<i>Background</i>	600	245230	54826	107514	
Tório	600	277792	77353	191359	
Urânio	600	289953	113485	111442	
Potássio	600	344834	55184	108433	

Pacote de Cristais #2 (1,024 pol³)		ELEMENTOS (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th
<i>Background</i>	600	248916	54477	108225
Tório	600	281332	76639	189319
Urânio	600	288755	111237	111157
Potássio	600	345425	54041	107242
Pacote de Cristais #3 (512 pol³)				
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th
<i>Background</i>	600	162714	38794	70324
Tório	600	174065	46969	95807
Urânio	600	175535	57183	70736
Potássio	600	194229	38450	70259
Pacotes de Cristais #1, #2 e #3 (2,560 pol³)				
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th
<i>Background</i>	600	218953	49365	95355
Tório	600	244396	66987	158828
Urânio	600	251414	93968	97778
Potássio	600	294830	49225	95311

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

```
Rio de Janeiro, 31/08/2004 - Aeronave PT-WQT (Titan) - Cx A
4
600
245230
54826
107514
600
344834
55184
108433
600
289953
113485
111442
600
277792
77353
191359
```

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 A:

```

"""" 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, 31/08/2004 - Aeronave PT-WQT (Titan) - Cx A

WINDOW COUNTS:

                TIME (M)    K COUNTS    U COUNTS    TH COUNTS
B Pad    600.0    245230.    54826.    107514.
K Pad    600.0    344834.    55184.    108433.
U Pad    600.0    289953.    113485.    111442.
T Pad    600.0    277792.    77353.    191359.

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

    2.295E+01 (3.356E-01)    1.458E+00 (3.796E-02)    3.961E-01 (1.155E-02)
    3.016E-01 (7.753E-02)    1.877E+00 (3.852E-02)    2.530E-01 (6.089E-03)
    4.363E-01 (1.095E-01)    1.037E-01 (1.556E-02)    1.044E+00 (1.774E-02)

INVERSE A-MATRIX:

    4.417E-02 (6.559E-04)    -3.382E-02 (7.169E-04)    -8.569E-03 (4.082E-04)
   -4.670E-03 (1.917E-03)    5.434E-01 (1.104E-02)    -1.300E-01 (3.645E-03)
   -1.801E-02 (4.624E-03)    -3.988E-02 (7.069E-03)    9.748E-01 (1.637E-02)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

    K SENSITIVITY (A11) = 2.295E+01 (3.356E-01) COUNTS/ M PER PCT K
    U SENSITIVITY (A22) = 1.877E+00 (3.852E-02) COUNTS/ M PER PPM EU
    TH SENSITIVITY (A33) = 1.044E+00 (1.774E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

    K SENSITIVITY (A11) = 2.685E+01 (3.927E-01) COUNTS/ M PER PCT K

```

U SENSITIVITY (A22) = 2.197E+00 (4.507E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 1.242E+00 (2.112E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): .2424 (.0047)

TH INTO K (BETA = A13/A33): .3796 (.0096)

U INTO K (GAMMA = A12/A22): .7764 (.0146)

U INTO TH (A = A32/A22): .0553 (.0082)

K INTO TH (B = A31/A11): .0190 (.0048)

K INTO U (G = A21/A11): .0131 (.0034)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 3.740E+02 (1.148E+00) COUNTS/M

U WINDOW : 8.856E+01 (4.949E-01) COUNTS/M

TH WINDOW : 1.761E+02 (6.959E-01) COUNTS/M

NUMBERS IN PARENTHESES ARE ESTIMATED STANDARD DEVIATIONS

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

Rio de Janeiro, 31/08/2004 - Aeronave PT-WQT (Titan) - Cx B
4
600
248916
54477
108225
600
345425
54041
107242
600
288755
111237
111157
600
281332
76639
189319

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 B:

```

"""" 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, 31/08/2004 - Aeronave PT-WQT (Titan) - Cx B

WINDOW COUNTS:

                TIME (M)    K COUNTS    U COUNTS    TH COUNTS
B Pad      600.0    248916.    54477.    108225.
K Pad      600.0    345425.    54041.    107242.
U Pad      600.0    288755.    111237.    111157.
T Pad      600.0    281332.    76639.    189319.

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

    2.223E+01 (3.284E-01)    1.300E+00 (3.572E-02)    3.963E-01 (1.155E-02)
    1.141E-01 (7.690E-02)    1.816E+00 (3.738E-02)    2.492E-01 (6.031E-03)
   -7.824E-03 (1.091E-01)    7.193E-02 (1.548E-02)    1.010E+00 (1.724E-02)

INVERSE A-MATRIX:

    4.514E-02 (6.769E-04)    -3.191E-02 (7.219E-04)    -9.840E-03 (4.272E-04)
   -2.912E-03 (2.032E-03)    5.580E-01 (1.137E-02)    -1.366E-01 (3.823E-03)
    5.573E-04 (4.906E-03)    -4.001E-02 (7.450E-03)    1.000E+00 (1.684E-02)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

    K SENSITIVITY (A11) = 2.223E+01 (3.284E-01) COUNTS/ M PER PCT K
    U SENSITIVITY (A22) = 1.816E+00 (3.738E-02) COUNTS/ M PER PPM EU
    TH SENSITIVITY (A33) = 1.010E+00 (1.724E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

    K SENSITIVITY (A11) = 2.601E+01 (3.842E-01) COUNTS/ M PER PCT K

```

U SENSITIVITY (A22) = 2.125E+00 (4.373E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 1.201E+00 (2.052E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): .2469 (.0048)

TH INTO K (BETA = A13/A33): .3925 (.0100)

U INTO K (GAMMA = A12/A22): .7156 (.0149)

U INTO TH (A = A32/A22): .0396 (.0085)

K INTO TH (B = A31/A11): -.0004 (.0049)

K INTO U (G = A21/A11): .0051 (.0035)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 3.814E+02 (1.148E+00) COUNTS/M

U WINDOW : 8.831E+01 (4.928E-01) COUNTS/M

TH WINDOW : 1.780E+02 (6.971E-01) COUNTS/M

NUMBERS IN PARENTHESES ARE ESTIMATED STANDARD DEVIATIONS

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

```
Rio de Janeiro, 31/08/2004 - Aeronave PT-WQT (Titan) - Cx C  
4  
600  
162714  
38794  
70324  
600  
194229  
38450  
70259  
600  
175535  
57183  
70736  
600  
174065  
46969  
95807
```

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 C:

```

"""" 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, 31/08/2004 - Aeronave PT-WQT (Titan) - Cx C
WINDOW COUNTS:

                TIME (M)    K COUNTS    U COUNTS    TH COUNTS
B Pad      600.0    162714.    38794.    70324.
K Pad      600.0    194229.    38450.    70259.
U Pad      600.0    175535.    57183.    70736.
T Pad      600.0    174065.    46969.    95807.

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:
    7.261E+00 (1.648E-01)    4.182E-01 (2.059E-02)    1.390E-01 (7.566E-03)
   -6.780E-03 (6.432E-02)    5.881E-01 (1.509E-02)    9.312E-02 (3.906E-03)
    5.183E-02 (8.687E-02)    6.323E-03 (1.211E-02)    3.175E-01 (7.081E-03)

INVERSE A-MATRIX:
    1.378E-01 (3.265E-03)    -9.768E-02 (4.364E-03)    -3.171E-02 (2.941E-03)
    5.169E-03 (1.621E-02)    1.702E+00 (4.242E-02)    -5.015E-01 (2.138E-02)
   -2.261E-02 (3.783E-02)    -1.795E-02 (5.626E-02)    3.165E+00 (6.626E-02)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:
    K SENSITIVITY (A11) = 7.261E+00 (1.648E-01) COUNTS/ M PER PCT K
    U SENSITIVITY (A22) = 5.881E-01 (1.509E-02) COUNTS/ M PER PPM EU
    TH SENSITIVITY (A33) = 3.175E-01 (7.081E-03) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

```

K SENSITIVITY (A11) = 8.496E+00 (1.928E-01) COUNTS/ M PER PCT K
U SENSITIVITY (A22) = 6.881E-01 (1.765E-02) COUNTS/ M PER PPM EU
TH SENSITIVITY (A33) = 3.778E-01 (8.427E-03) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): .2933 (.0123)
TH INTO K (BETA = A13/A33): .4379 (.0238)
U INTO K (GAMMA = A12/A22): .7111 (.0344)
U INTO TH (A = A32/A22): .0108 (.0206)
K INTO TH (B = A31/A11): .0071 (.0120)
K INTO U (G = A21/A11): -.0009 (.0089)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 2.602E+02 (8.557E-01) COUNTS/M
U WINDOW : 6.389E+01 (4.107E-01) COUNTS/M
TH WINDOW : 1.164E+02 (5.533E-01) COUNTS/M

NUMBERS IN PARENTHESES ARE ESTIMATED STANDARD DEVIATIONS

Cópia do arquivo de entrada do programa PADWIN referente ao pacotes de cristais A, B e C:

Rio de Janeiro, 31/08/2004 - Aeronave PT-WQT (Titan) - Cx A+B+C
4
600
218953
49365
95355
600
294830
49225
95311
600
251414
93968
97778
600
244396
66987
158828

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 A, B e C:

```

"""" 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, 31/08/2004 - Aeronave PT-WQT (Titan) - Cx A+B+C
WINDOW COUNTS:

                TIME (M)    K COUNTS    U COUNTS    TH COUNTS
B Pad      600.0    218953.    49365.     95355.
K Pad      600.0    294830.    49225.     95311.
U Pad      600.0    251414.    93968.     97778.
T Pad      600.0    244396.    66987.     158828.

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:
    1.748E+01 (2.729E-01)    1.059E+00 (3.098E-02)    3.105E-01 (1.014E-02)
    1.364E-01 (7.307E-02)    1.427E+00 (3.009E-02)    1.984E-01 (5.299E-03)
    1.599E-01 (1.021E-01)    6.063E-02 (1.441E-02)    7.902E-01 (1.390E-02)

INVERSE A-MATRIX:
    5.764E-02 (9.183E-04)    -4.224E-02 (1.044E-03)    -1.204E-02 (6.311E-04)
   -3.931E-03 (3.128E-03)    7.110E-01 (1.480E-02)    -1.770E-01 (5.319E-03)
   -1.136E-02 (7.465E-03)    -4.601E-02 (1.128E-02)    1.282E+00 (2.211E-02)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:
    K SENSITIVITY (A11) = 1.748E+01 (2.729E-01) COUNTS/ M PER PCT K
    U SENSITIVITY (A22) = 1.427E+00 (3.009E-02) COUNTS/ M PER PPM EU
    TH SENSITIVITY (A33) = 7.902E-01 (1.390E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

```

K SENSITIVITY (A11) = 2.045E+01 (3.193E-01) COUNTS/ M PER PCT K
U SENSITIVITY (A22) = 1.670E+00 (3.520E-02) COUNTS/ M PER PPM EU
TH SENSITIVITY (A33) = 9.403E-01 (1.654E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): **.2511 (.0058)**
TH INTO K (BETA = A13/A33): **.3929 (.0117)**
U INTO K (GAMMA = A12/A22): **.7416 (.0175)**
U INTO TH (A = A32/A22): **.0425 (.0101)**
K INTO TH (B = A31/A11): **.0091 (.0058)**
K INTO U (G = A21/A11): **.0078 (.0042)**

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 3.385E+02 (1.048E+00) COUNTS/M
U WINDOW : 8.025E+01 (4.670E-01) COUNTS/M
TH WINDOW : 1.569E+02 (6.508E-01) COUNTS/M

NUMBERS IN PARENTHESES ARE ESTIMATED STANDARD DEVIATIONS

RESUMO DO PROCESSO DE CALIBRAÇÃO DOS
GAMASPECTRÔMETROS

ANEXO III

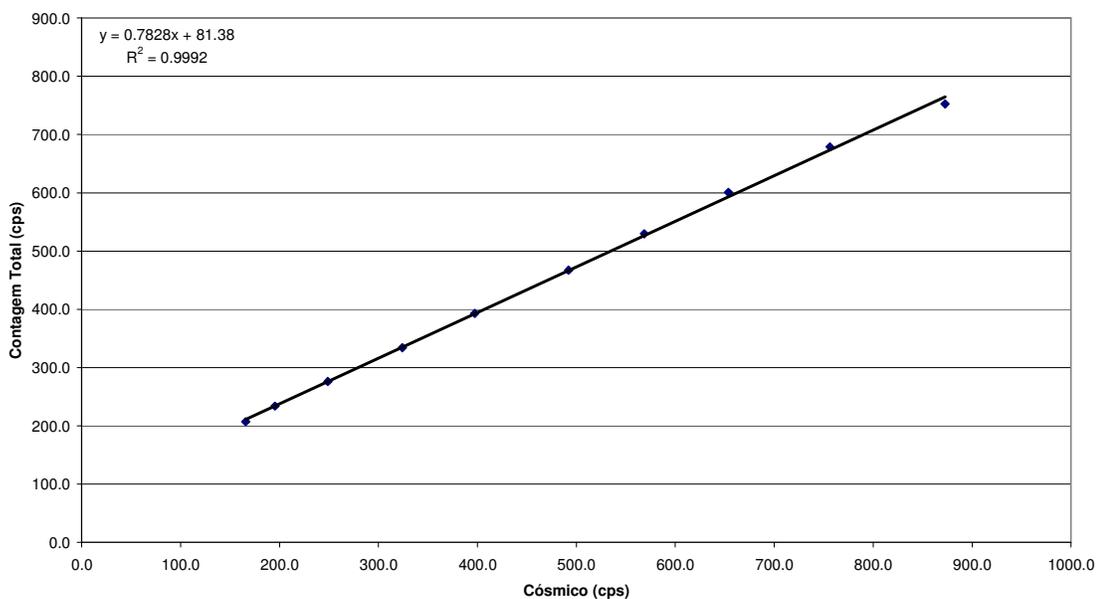
DETERMINAÇÃO DOS *BACKGROUNDS* DA AERONAVE E CÓSMICO
AERONAVE PR-FAS

RESULTADO DO VÔO CÓSMICO DA AERONAVE PR-FAS I CARAVAN C-208
(Vol. Pacote de Cristais: 2.560 pol³)

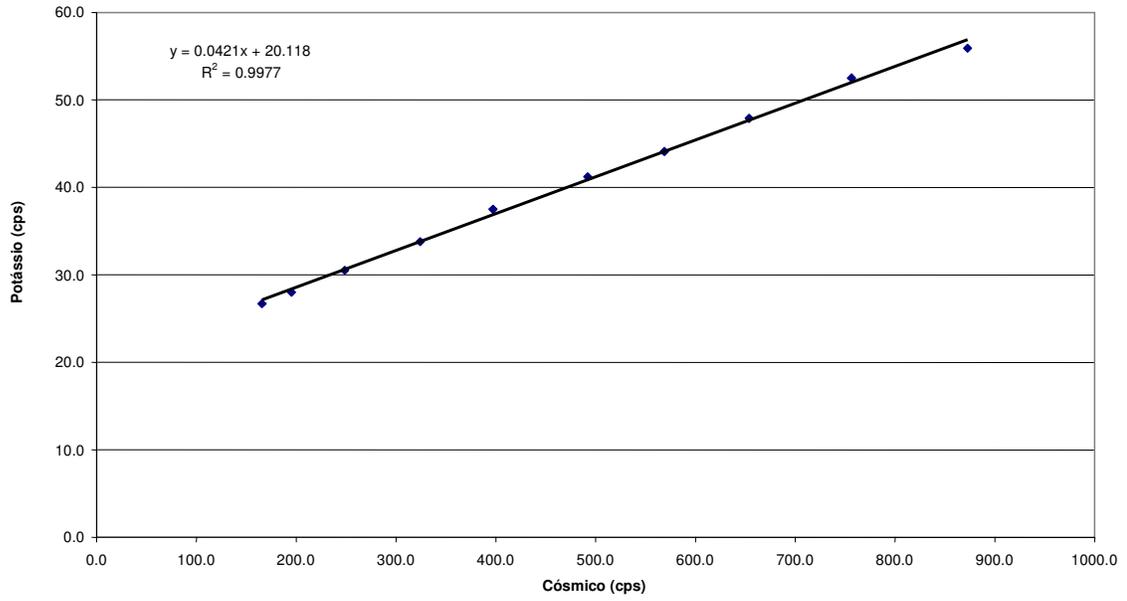
Rio de Janeiro-RJ em 04 AGOSTO DE 2004

Altitude (m)	Cósmico (cps)	U (cps)	K (cps)	Th (cps)	Uup (cps)	CT (cps)
583,4	165,8	7,1	26,7	6,8	1,6	207,0
1039,4	195,4	8,4	28,0	7,6	1,8	233,8
1675,9	248,7	10,4	30,5	9,9	2,3	276,1
2288,2	324,2	12,8	33,8	12,5	2,7	334,1
2760,9	397,3	15,2	37,5	15,6	3,4	393,1
3223,5	492,1	18,6	41,2	19,0	3,8	467,3
3531,5	568,7	21,1	44,1	22,2	4,6	529,7
3835,4	653,8	24,5	47,9	25,8	5,2	600,5
4174,2	756,3	28,2	52,5	29,8	5,9	679,0
4483,9	872,7	31,8	55,9	34,1	6,6	752,6

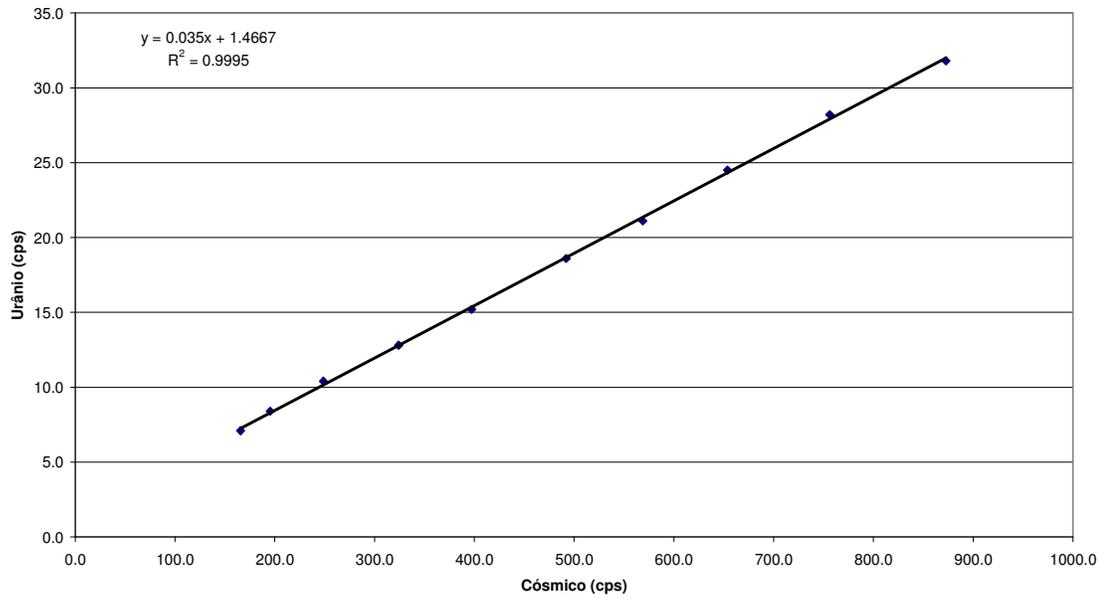
Contagem Total x Cósmico



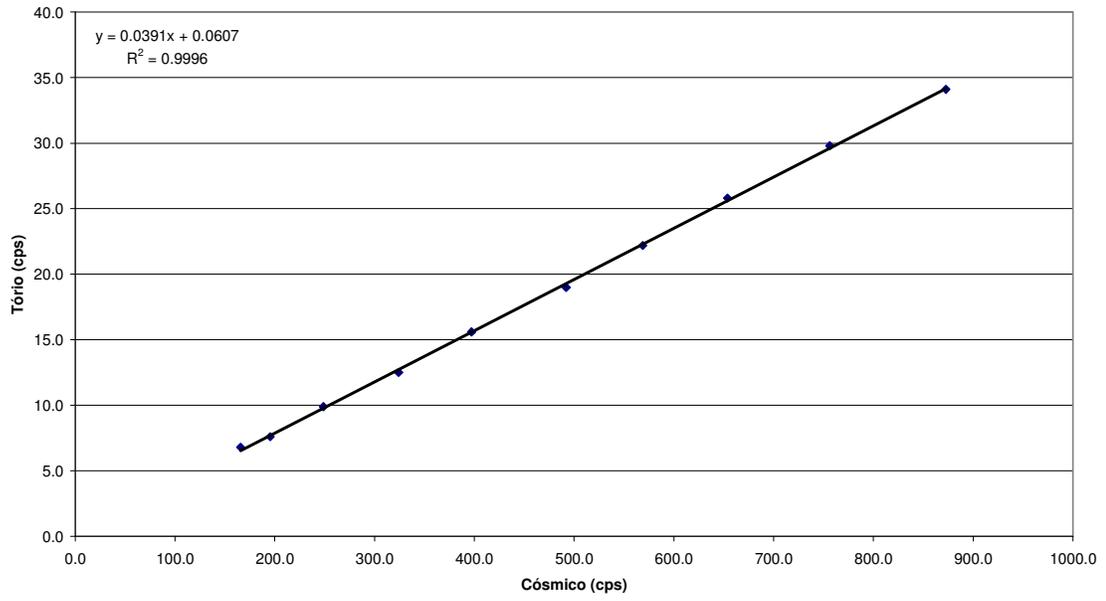
Potássio x Cósmico



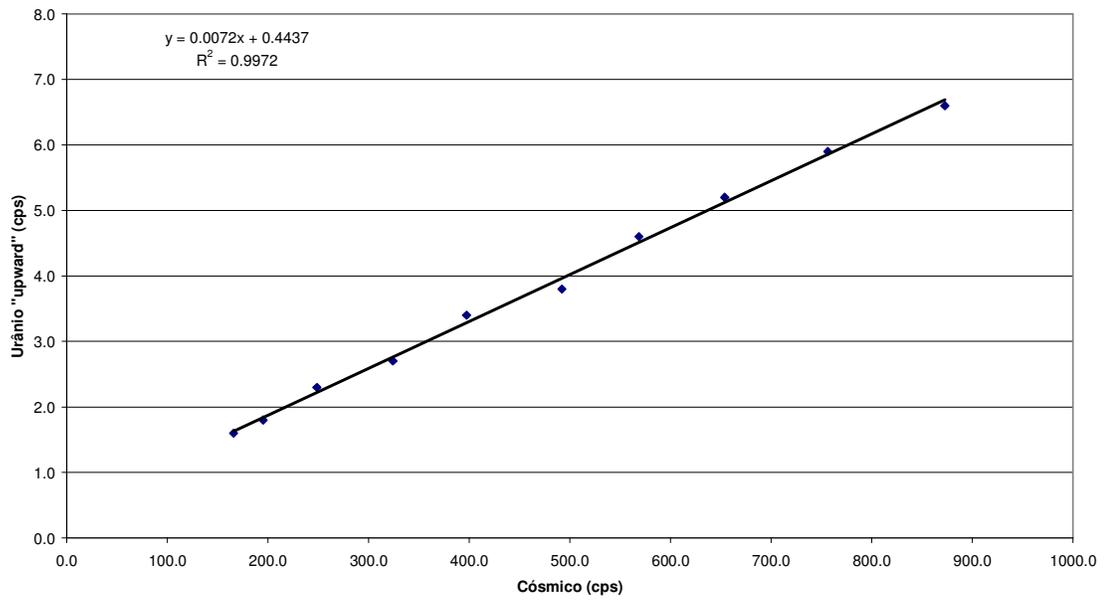
Urânio X Cósmico



Tório x C3smico



Ur3nio "upward" x C3smico



RESUMO DO PROCESSO DE CALIBRAÇÃO DOS
GAMAESPECTRÔMETROS

ANEXO IV

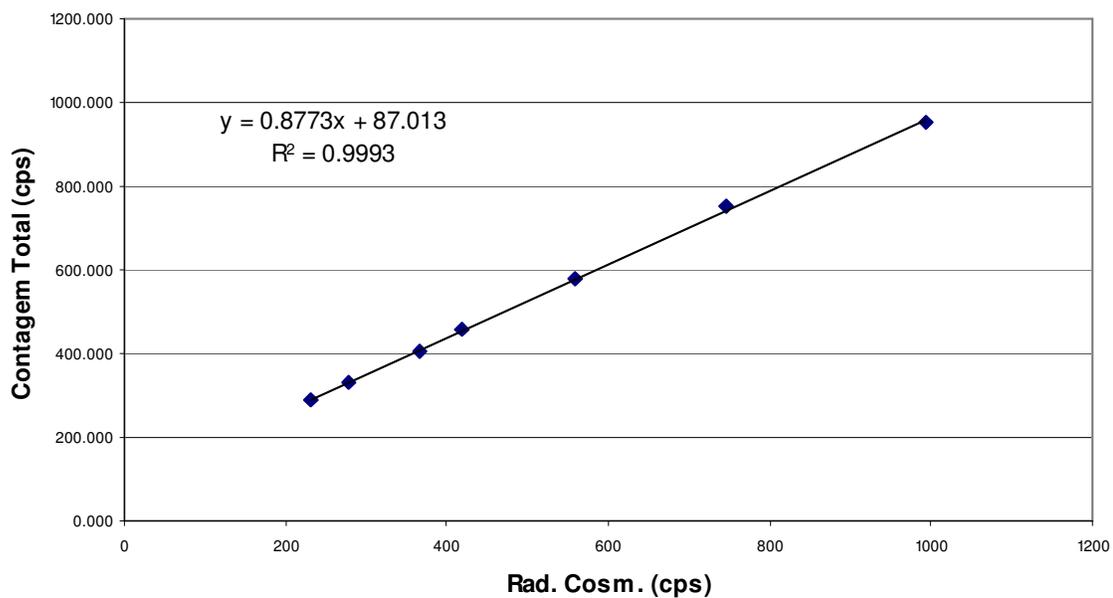
DETERMINAÇÃO DOS *BACKGROUNDS* DA AERONAVE E CÓSMICO
AERONAVE PT-WQT

RESULTADO DO VÔO CÔSMICO DA AERONAVE Cessna 404 –Titan – PT-WQT
(Vol. Pacote de Cristais: 2.560 pol³)

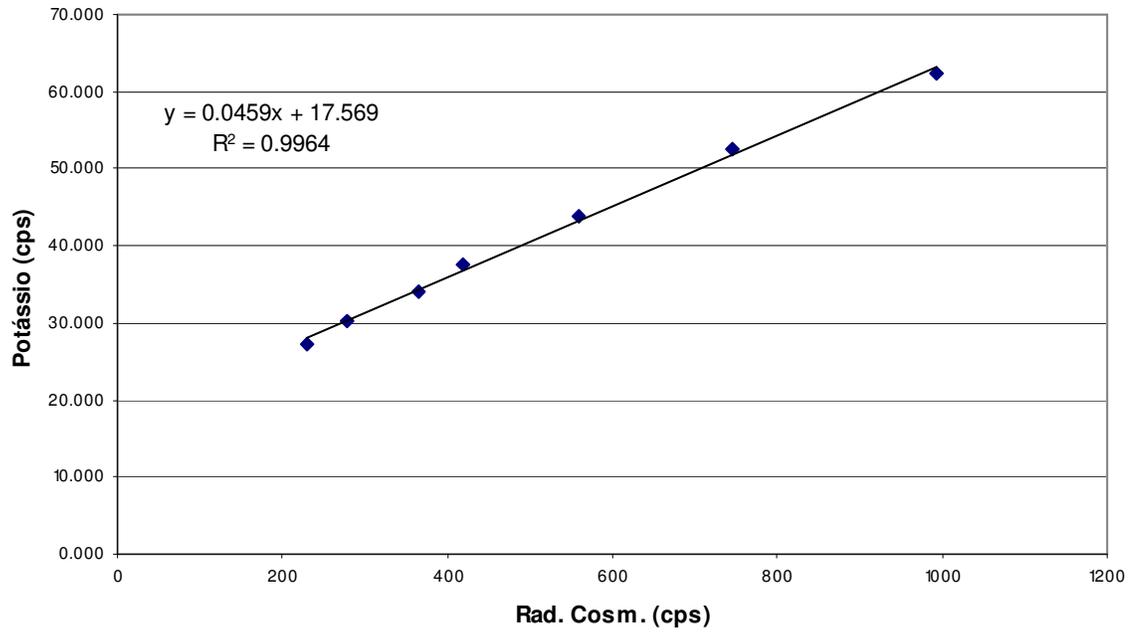
Porto Seguro-BA, em 15 de Outubro de 2004

Altitude (m)	Cósmico (cps)	U (cps)	K (cps)	Th (cps)	Uup (cps)	CT (cps)
1092,4	231	10,243	27,295	11,361	1,880	286,852
1568,5	279	12,141	30,221	13,168	2,276	329,257
2198,6	365	15,510	34,090	16,184	3,053	403,941
2521,4	419	18,209	37,615	18,953	3,317	457,814
3162,1	558	23,985	43,751	23,945	4,410	580,116
3816,1	746	31,453	52,622	31,256	6,013	752,047
4462,9	994	40,103	62,241	41,071	7,541	950,336

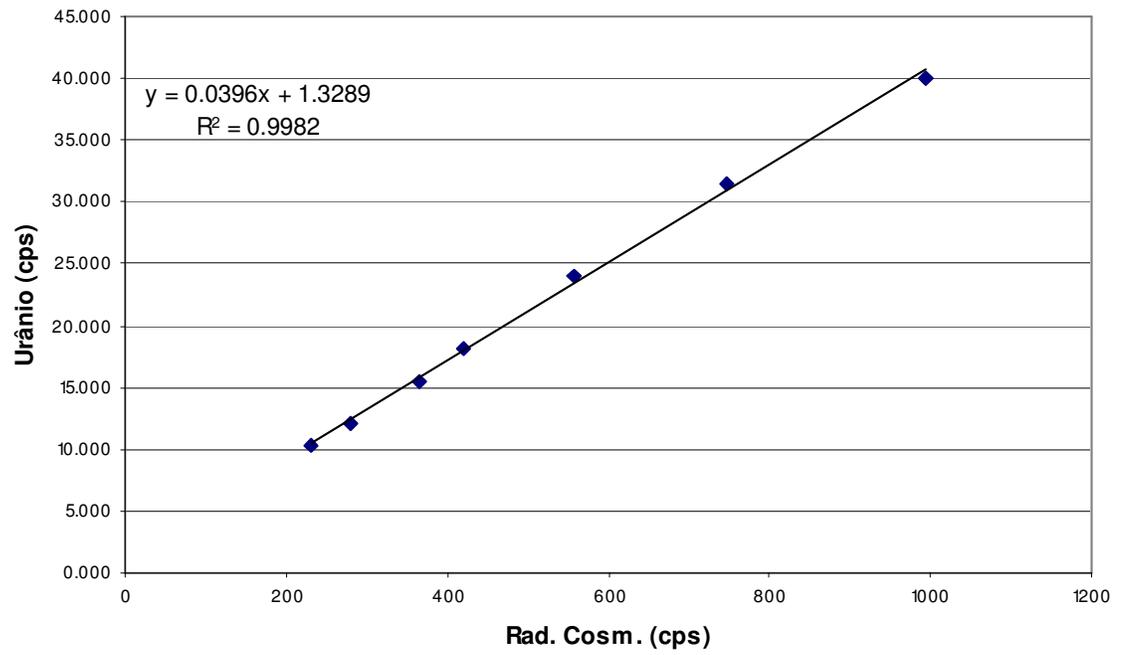
Contagem Total X Cósmico



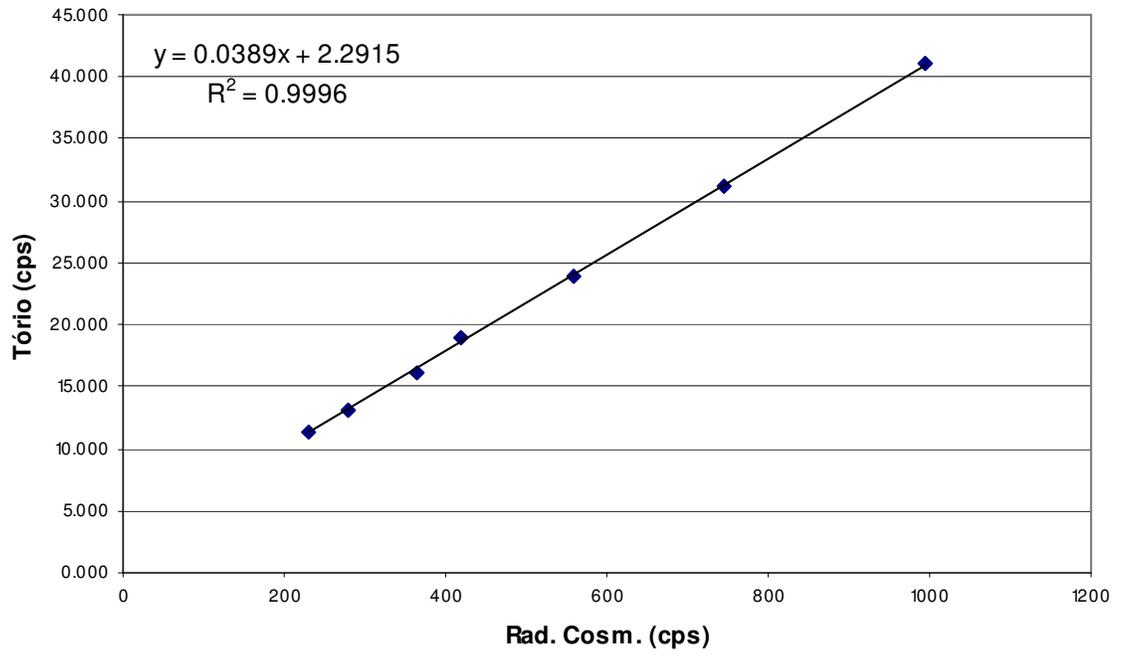
Potássio X Cósmico



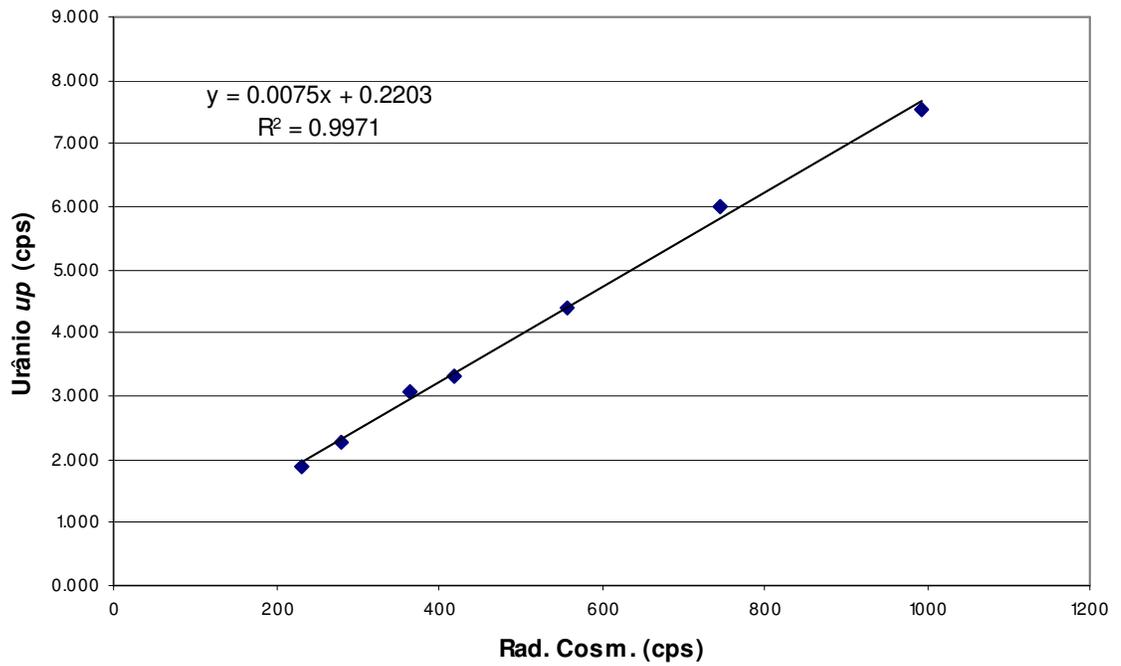
Urânio X Cósmico



Tório X C3smico



Ur3nio "Upward" X C3smico



**RESUMO DO PROCESSO DE CALIBRAÇÃO DOS
GAMAESPECTRÔMETROS**

ANEXO V

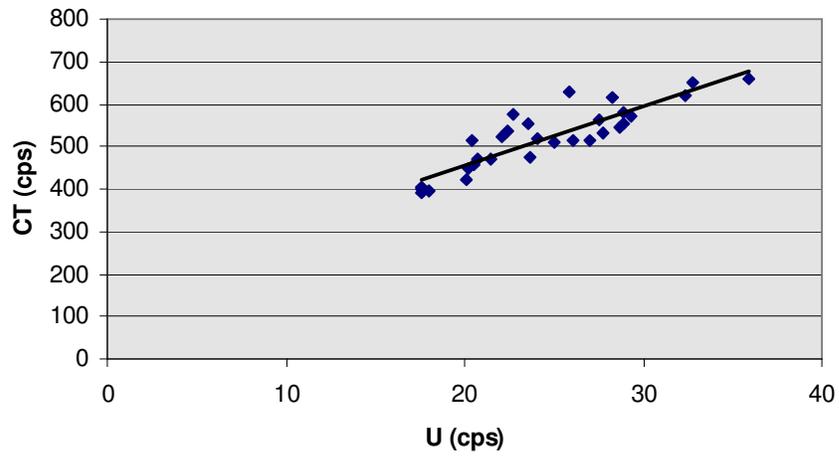
**DETERMINAÇÃO DAS CONSTANTES DE CALIBRAÇÃO DO RADÔNIO
AERONAVE – PR-FAS**

Vôo	Urânio	Tório	Urânio <i>up</i>	Potássio	Contagem Total	Cósmico
2	17,620	11,510	3,300	35,820	391,100	230
2	27,050	10,760	4,990	42,890	513,010	221
3	20,530	11,880	3,130	40,850	456,820	221
3	26,060	13,000	4,770	43,480	513,780	236
4	18,000	10,000	3,000	36,000	395,000	212
4	25,000	16,000	4,000	42,000	511,000	213
5	20,170	12,880	3,690	39,790	447,170	212
5	32,380	13,170	5,820	50,050	619,010	208
7	24,050	12,880	4,190	44,750	520,070	237
7	29,370	12,660	4,940	47,440	573,450	203
8	21,430	11,700	3,840	41,220	469,670	238
8	35,930	12,670	6,060	50,100	658,070	201
9	20,730	12,240	3,530	41,270	468,980	225
9	27,770	11,230	4,910	43,280	530,260	217
10	17,540	11,120	3,000	37,600	406,010	223
10	23,660	11,240	4,090	41,660	476,320	198
11	17,580	12,010	2,920	37,060	398,580	235
11	28,650	11,840	4,900	46,050	543,150	190
12	22,720	15,980	3,330	51,480	576,250	207
12	20,150	11,340	3,870	38,200	422,110	210
13	22,050	14,700	3,380	46,340	524,490	212
13	27,490	15,170	4,430	47,060	563,710	210
14	20,460	15,000	3,340	45,780	513,890	210
14	28,290	16,390	4,400	50,350	615,370	211
15	22,420	14,380	3,780	47,620	536,840	210
15	28,950	11,760	5,220	44,640	555,460	214
16	23,600	14,580	3,870	48,720	554,910	211
16	28,890	13,370	5,160	48,670	582,410	213
17	25,900	16,710	4,200	53,470	626,880	214
17	32,760	13,490	5,510	52,540	649,610	210

$$y = 13.836x + 180.46$$

$$R^2 = 0.7775$$

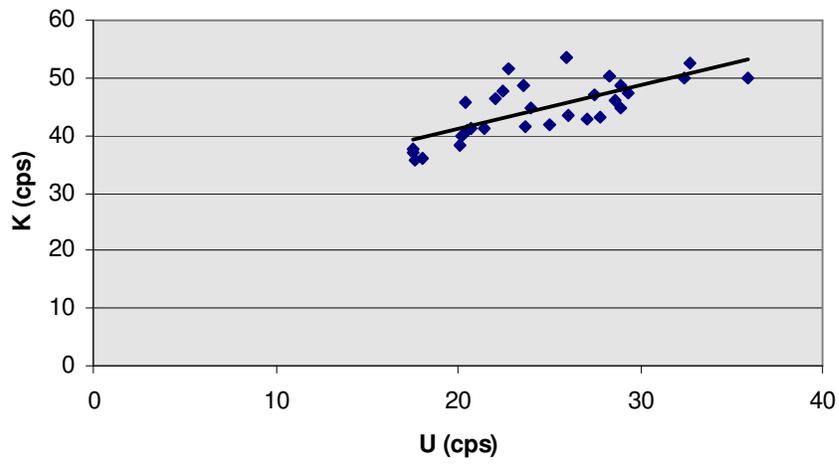
Contagem Total



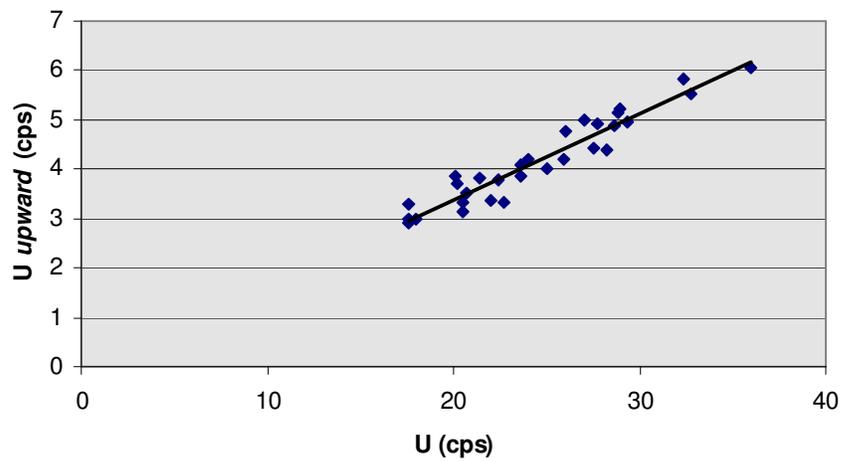
$$y = 0.7555x + 25.975$$

$$R^2 = 0.5363$$

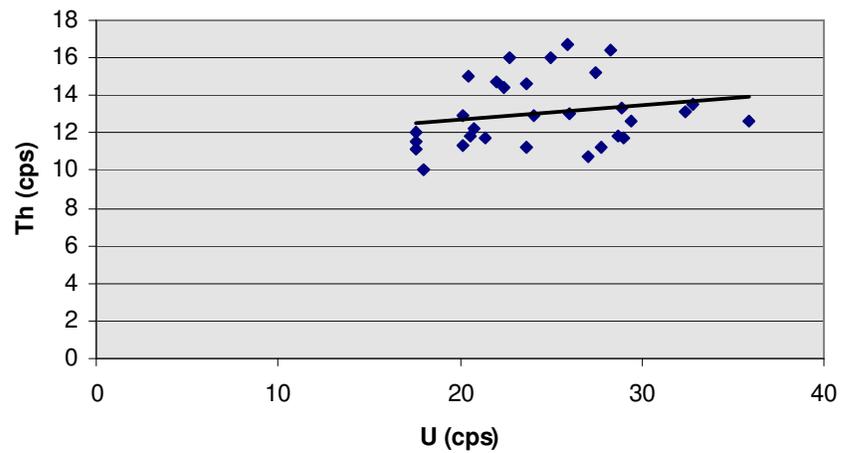
Potássio



$y = 0.173x - 0.0659$ **Urânio upward**
 $R^2 = 0.9148$



$y = 0.0795x + 11.102$ **Tório**
 $R^2 = 0.0448$



CANAL	COEFICIENTE	VALOR OBTIDO
Contagem Total	a_{tc}	13,8360
Potássio	a_k	0,7555
Urânio	a_u	0,1730
Tório	a_t	0,0795

**RESUMO DO PROCESSO DE CALIBRAÇÃO DOS
GAMAESPECTRÔMETROS**

ANEXO VI

**DETERMINAÇÃO DAS CONSTANTES DE CALIBRAÇÃO DO RADÔNIO
AERONAVE – PT-WQT**

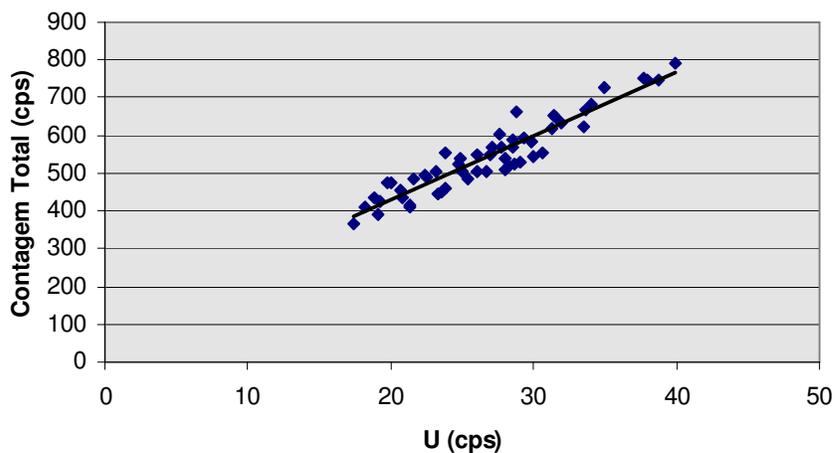
Vão	Urânio	Tório	Urânio <i>up</i>	Potássio	Contagem Total	Cósmico
9	33,690	14,640	5,440	47,320	665,990	245
9	37,660	15,990	6,190	52,320	749,480	253
10	28,790	16,600	4,220	50,310	660,740	243
11	31,350	14,590	5,160	47,860	654,030	251
12	31,560	15,050	5,050	46,530	645,780	251
15	18,870	12,720	3,180	34,760	435,510	249
15	31,970	14,300	5,040	45,920	630,640	252
17	19,790	14,680	3,710	39,000	475,570	258
17	23,220	15,360	3,300	38,820	505,220	256
22	34,040	15,240	6,240	47,980	682,730	255
22	38,700	16,780	6,320	52,920	748,070	253
23	35,010	15,950	6,000	51,070	728,010	254
23	39,860	17,840	6,440	56,850	791,270	253
24	26,030	15,030	4,180	40,930	548,270	254
24	38,000	16,670	6,200	51,870	747,960	252
26	27,700	14,460	4,750	41,850	568,970	258
26	23,810	14,910	3,820	43,020	554,450	255
27	27,100	16,050	4,080	42,740	570,990	247
30	22,440	13,480	3,490	39,180	496,330	253
30	27,570	15,670	4,330	45,060	600,840	261
31	24,900	12,990	4,050	39,860	537,710	261
31	28,550	15,830	4,670	44,510	588,840	246
35	22,550	13,820	3,720	37,290	490,190	261
35	24,780	14,490	4,140	39,970	525,460	261
36	21,610	12,810	3,760	38,560	484,200	261
36	31,240	14,880	4,860	44,050	616,920	258
39	20,780	12,510	3,440	35,550	437,300	256
39	27,010	13,720	4,510	41,890	551,320	258
40	20,690	13,310	3,470	36,370	456,000	256
40	28,490	13,920	4,970	33,760	569,000	260
42	18,190	12,560	2,930	34,170	409,970	258
42	25,050	13,360	3,930	39,820	503,610	259
43	19,970	14,080	3,010	39,390	473,950	239
43	29,290	16,290	5,030	44,370	594,680	249
45	19,300	12,760	3,330	34,430	423,870	255
45	29,860	14,830	4,970	43,320	583,370	257
46	29,860	14,830	4,970	43,320	583,370	257
46	26,090	15,270	4,320	41,790	504,890	253
47	17,400	13,630	3,050	33,920	366,640	265
47	21,320	14,030	3,840	37,500	415,160	264
48	23,280	14,240	3,660	38,570	444,650	263
49	19,070	12,880	3,480	35,090	392,540	263
49	33,540	16,590	5,710	50,480	623,300	246
53	28,630	13,720	4,590	43,280	525,290	260
53	26,720	13,920	3,970	41,770	503,550	262
54	23,600	12,090	3,450	38,740	451,870	257
54	30,000	14,130	5,030	42,890	542,500	262
55	29,000	13,870	4,610	42,480	531,390	261
58	28,320	15,070	4,980	42,160	521,090	259

Vão	Urânio	Tório	Urânio up	Potássio	Contagem Total	Cósmico
58	30,630	15,150	4,970	43,020	553,590	256
59	28,000	14,240	4,400	41,300	509,020	254
60	23,760	13,500	3,640	37,320	458,230	255
60	28,020	15,130	4,600	44,670	541,010	252
61	25,330	13,930	4,630	40,620	484,690	258
63	21,370	11,710	3,570	34,980	408,000	255

$$y = 17.03x + 87.383$$

$$R^2 = 0.8905$$

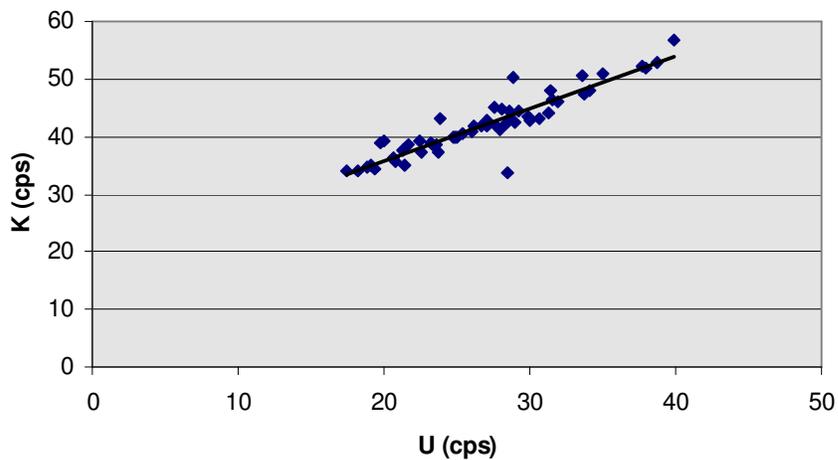
Contagem Total



$$y = 0.8981x + 17.915$$

$$R^2 = 0.8413$$

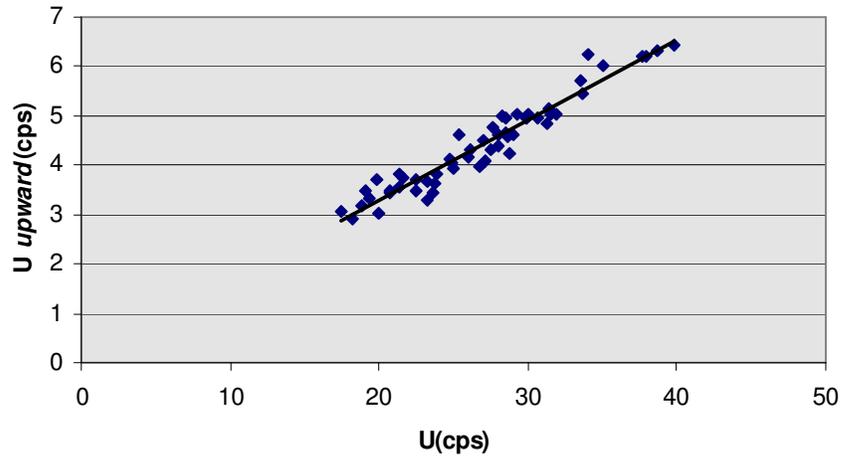
Potássio



$$y = 0.1622x + 0.0501$$

$$R^2 = 0.9312$$

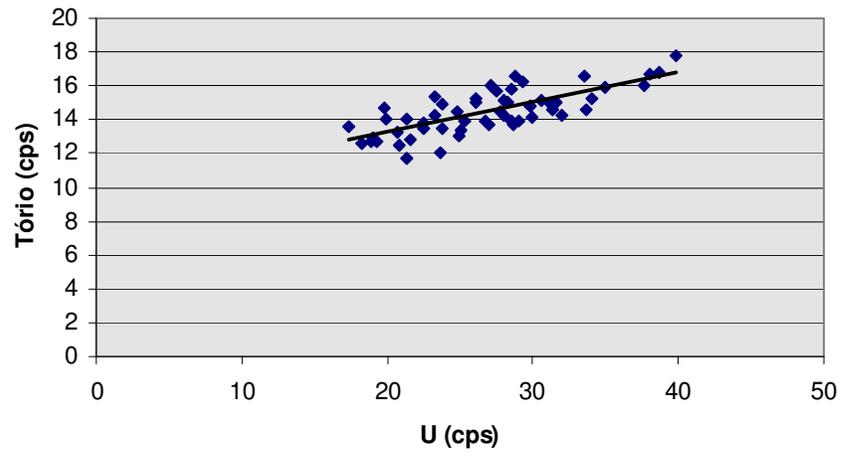
Urânio upward



$$y = 0.1787x + 9.654$$

$$R^2 = 0.5693$$

Tório



CANAL	COEFICIENTE	VALOR OBTIDO
Contagem Total	a_{tc}	17,0300
Potássio	a_k	0,8981
Urânio	a_u	0,1622
Tório	a_t	0,1787

**RESUMO DO PROCESSO DE CALIBRAÇÃO DOS
GAMAESPECTRÔMETROS**

ANEXO VII

**CALIBRAÇÃO DINÂMICA – RESULTADOS DOS TESTES
AERONAVE - PR-FAS**

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 05 de Agosto 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, 512 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.

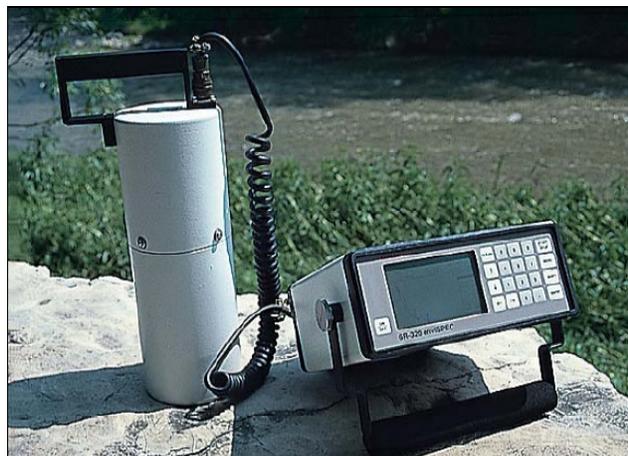


Figura 1 – Gamaespectrômetro Portátil EXPLORANIUM GR-320

Foram registradas 90 estações, sendo 84 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 foram descartadas as estações de números 45 a 51, bem como as de número 83 e 84 (amostras não representativas), sendo consideradas, para fins estatísticos, 75 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	13.95	2.10	2.23	32.52	3947.72	720.77	196.11	283.73
DESVIO PADRÃO	3.51	0.75	0.96	9.41	926.10	190.74	52.84	82.25
ERRO NA MÉDIA(1)	0.41	0.09	0.11	1.09	106.94	22.02	6.10	9.50
INCERTEZA (%) (2)	0.03	0.04	0.05	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 = Taxa de Exposição (μ R/h)
- (1) Erro na média = Desvio Padrão / (Número de Estações)^{1/2}
- (2) Incerteza = Erro na Média/ Média
- cpm = contagem por minuto
- 75 estações utilizadas no cálculo estatístico

ESTATÍSTICA	CONCENTRAÇÃO				CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
	CT (μ R/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)				
MÉDIA	-0.56*	-0.10*	-0.63*	0.02	6.67	-32.50*	-11.83*	-0.17*
DESVIO PADRÃO	0.04	0.00	0.12	0.26	8.57	3.02	1.17	2.14
ERRO NA MÉDIA	0.02	0.00	0.05	0.10	3.50	1.23	0.48	0.87
INCERTEZA (%)	0.0	0.0	-0.1	6.3	0.5	0.0	0.0	-5.2

* 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 PR-FAS, 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 PR-FAS 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	2975.7	151.4	28.7	143.3
DESVIO PADRÃO	272.65	31.02	9.26	20.08
ERRO NA MÉDIA	37.1	4.2	1.3	2.7
INCERTEZA (%)	0.01	0.03	0.04	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	13.95	2.10	2.23	32.52	3947.72	720.77	196.11	283.73
DESVIO PADRÃO	3.51	0.75	0.96	9.41	926.10	190.74	52.84	82.25
ERRO NA MÉDIA	0.41	0.09	0.11	1.09	106.94	22.02	6.10	9.50
INCERTEZA (%)	0.03	0.04	0.05	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)	213.31	72.10	12.87	4.41

Quadro 5 – Coeficientes de Sensibilidade

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

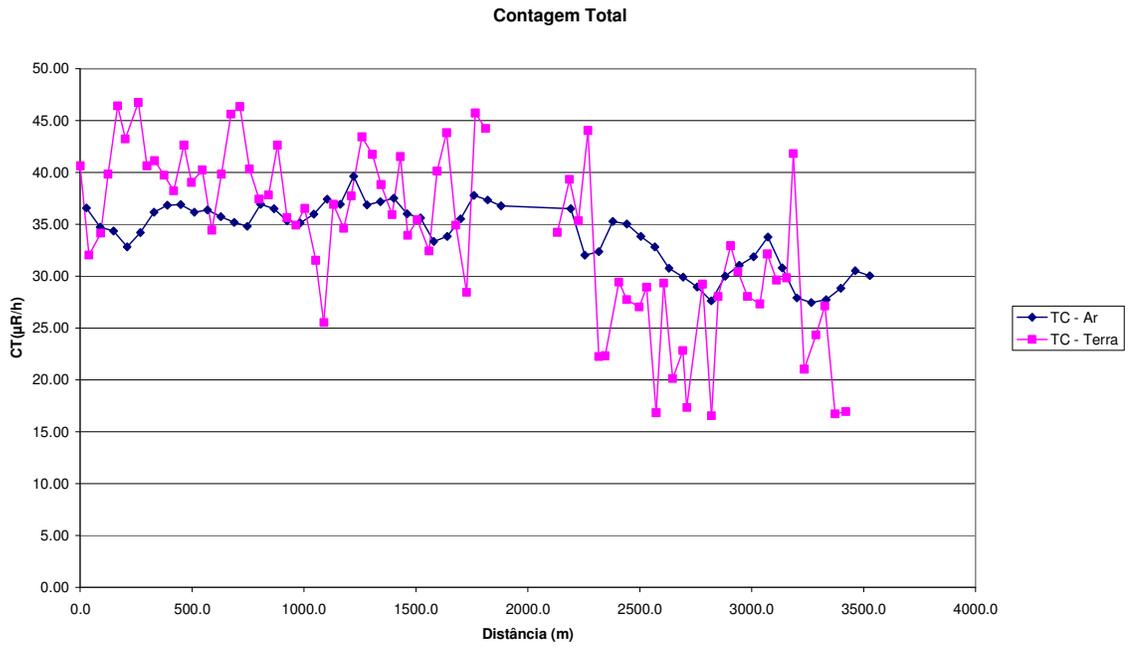


Figura 3 – Calibração dinâmica – Perfil comparativo – Contagem Total

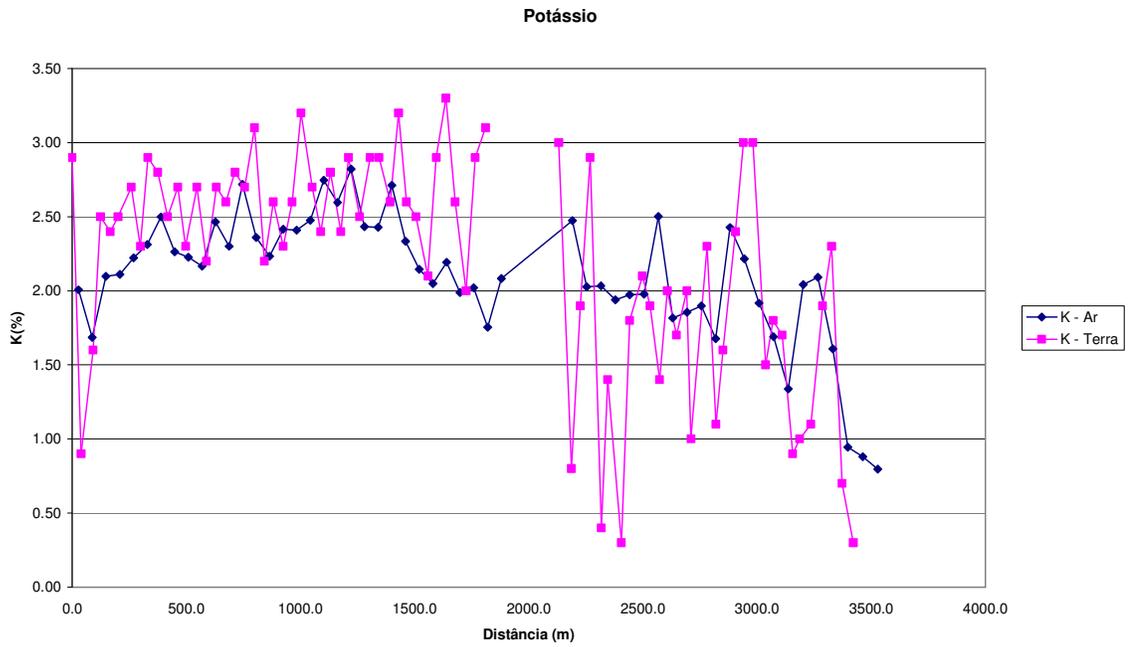


Figura 4 – Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Potássio

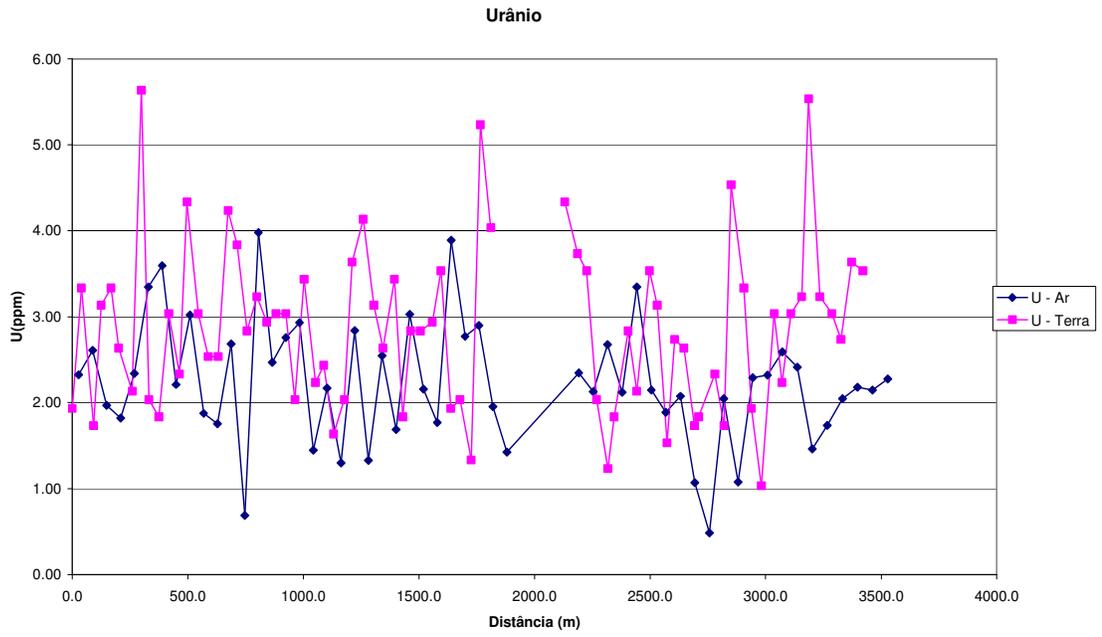


Figura 5 – Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Urânio

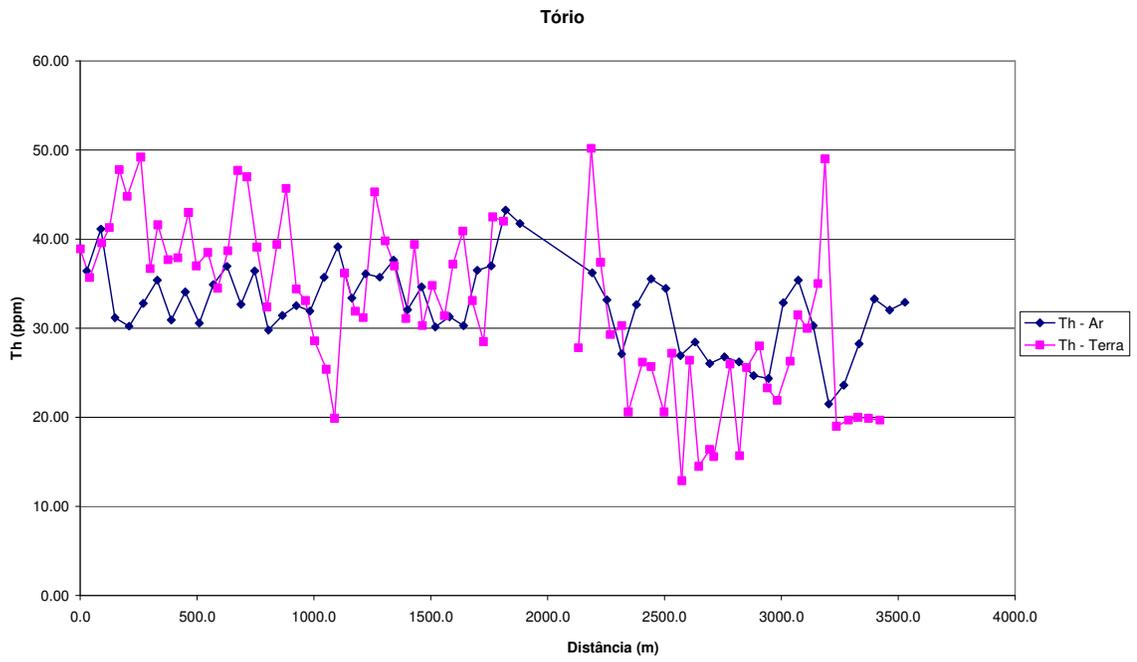


Figura 6 – Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Tório

**TABELA 1 - LISTAGEM DAS LEITURAS DO LEVANTAMENTO TERRESTRE
(PISTA DE CALIBRAÇÃO DINÂMICA) – AERONAVE PR-FAS
DADOS BRUTOS**

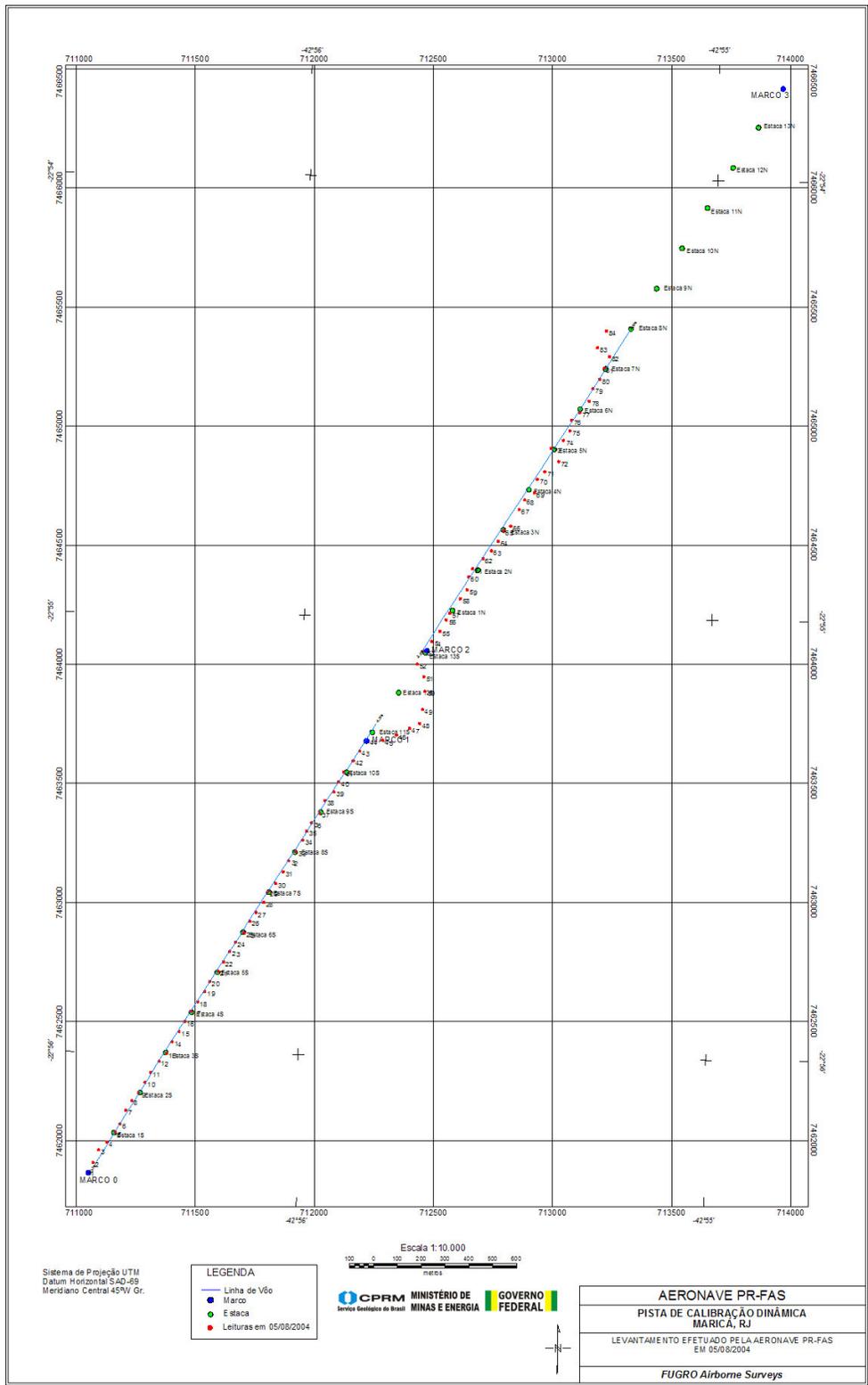
Estação	Estaca	UTM LESTE (m)	UTM NORTE (m)	CT (μ R/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)	CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
1	Marco 0	711050	7461870	16,2272	2,8	1,3	38,9	4726	872	209	339
2		711071	7461909	13,2130	0,8	2,7	35,7	3721	464	220	312
3		711094	7461961	14,3410	1,5	1,1	39,6	3962	589	208	344
4		711129	7461995	17,0976	2,4	2,5	41,3	4632	821	242	360
5	Estaca 1S	711164	7462037	18,9432	2,3	2,7	47,8	5393	848	277	417
6		711184	7462071	17,7756	2,4	2,0	44,8	5020	850	250	390
7		711208	7462129	19,0129	2,6	1,5	49,2	5427	909	259	428
8		711234	7462168	17,1089	2,2	5,0	36,7	4722	814	268	322
9	Estaca 2S	711263	7462202	17,0674	2,8	1,4	41,6	4781	894	223	363
10		711289	7462245	15,6670	2,7	1,2	37,7	4620	839	201	328
11		711313	7462287	16,0565	2,4	2,4	37,9	4449	792	221	324
12		711347	7462333	17,3641	2,6	1,7	43,0	4953	874	235	375
13	Estaca 3S	711379	7462366	16,3461	2,2	3,7	37,0	4533	789	246	324
14		711403	7462415	16,5297	2,6	2,4	38,5	4674	852	228	336
15		711432	7462458	14,3027	2,1	1,9	34,5	4000	700	199	301
16		711455	7462501	16,2606	2,6	1,9	38,7	4624	842	218	337
17	Estaca 4S	711481	7462543	19,8032	2,5	3,6	47,7	5305	905	293	417
18		711511	7462583	19,6421	2,7	3,2	47,0	5381	938	282	410
19		711540	7462626	16,5713	2,6	2,2	39,1	4690	861	226	341
20		711560	7462669	15,5116	3,0	2,6	32,4	4354	910	201	283
21	Estaca 5S	711595	7462711	15,9702	2,1	2,3	39,4	4395	744	230	343
22		711618	7462751	18,4456	2,5	2,4	45,7	4955	876	261	399
23		711645	7462794	14,7510	2,2	2,4	34,4	4137	744	208	300
24		711668	7462833	14,1764	2,5	1,4	33,1	4063	765	183	288
25	Estaca 6S	711706	7462873	14,7021	3,1	2,8	28,6	4244	905	188	250
26		711729	7462922	12,2476	2,6	1,6	25,4	3662	758	150	222
27		711755	7462958	10,3482	2,3	1,8	19,9	3965	650	128	174
28		711787	7463001	15,1059	2,7	1,0	36,2	4298	826	189	316
29	Estaca 7S	711805	7463047	13,5310	2,3	1,4	31,9	4029	726	176	278
30		711837	7463080	15,1274	2,8	3,0	31,2	4384	851	203	273
31		711869	7463129	18,8986	2,4	3,5	45,3	5050	877	279	396
32		711892	7463175	17,2691	2,8	2,5	39,8	4849	902	235	347
33	Estaca 8S	711921	7463214	16,1390	2,8	2,0	37,0	4511	884	212	323
34		711950	7463263	14,5166	2,5	2,8	31,1	4176	798	200	272
35		711968	7463300	16,7569	3,1	1,2	39,4	4829	951	208	343
36		711988	7463333	13,8952	2,5	2,2	30,3	3942	769	185	265
37	Estaca 9S	712020	7463376	15,0362	2,4	2,2	34,8	4117	776	206	304
38		712044	7463428	13,5237	2,0	2,3	31,4	3775	680	192	274
39		712082	7463464	16,7841	2,8	2,9	37,2	4658	895	230	325
40		712102	7463507	17,4032	3,2	1,3	40,9	5089	967	218	356
41	Estaca 10S	712123	7463547	14,1764	2,5	1,4	33,1	4056	782	183	289
42		712163	7463595	11,4961	1,9	0,7	28,5	3306	600	147	248
43		712189	7463635	19,4153	2,8	4,6	42,5	5309	961	288	372
44	Marco 1	712224	7463681	18,7892	3,0	3,4	42,0	5133	970	262	367
45**		712287	7463680	16,2795	2,9	2,6	35,6	4577	897	216	311
46**		712344	7463704	12,8746	3,0	0,1	28,9	3950	836	138	251
47**		712399	7463731	14,1081	2,6	1,9	31,2	4086	797	182	272

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)
48**		712442	7463752	16,5965	3,4	2,9	33,4	4816	1009	213	292
49**		712454	7463810	13,7226	1,9	2,0	33,3	3862	658	194	290
50**		712464	7463887	11,2443	1,5	1,5	27,9	3274	529	160	243
51**		712459	7463948	13,3461	2,6	1,7	29,0	3844	779	169	253
52		712431	7464001	14,7592	2,9	3,7	27,8	3982	864	202	244
53	Marco 2	712463	7464056	17,4852	0,7	3,1	50,2	4566	529	296	438
54		712492	7464095	15,3365	1,8	2,9	37,4	4110	679	231	327
55		712527	7464138	13,5373	2,8	1,4	29,3	3959	813	165	256
56		712553	7464187	9,5394	0,3	0,6	30,3	2587	278	155	263
57	Estaca 1N	712568	7464214	8,6523	1,3	1,2	20,6	2596	440	120	180
58		712612	7464275	9,2570	0,2	2,2	26,2	3424	637	165	229
59		712641	7464312	10,9139	1,7	1,5	25,7	3222	564	149	224
60		712647	7464367	10,8159	2,0	2,9	20,6	3143	621	152	180
61	Estaca 2N	712665	7464401	12,1479	1,8	2,5	27,2	3358	603	177	238
62		712708	7464443	6,2465	1,3	0,9	12,9	1961	374	77	112
63		712743	7464477	11,8076	1,9	2,1	26,4	3405	621	164	231
64		712772	7464516	7,8755	1,6	2,0	14,5	2338	482	107	127
65	Estaca 3N	712792	7464562	8,2846	1,9	1,1	16,4	2660	946	108	160
66		712824	7464580	6,6153	0,9	1,2	15,6	2018	315	97	136
67		712859	7464650	11,8831	2,2	1,7	26,0	3492	669	194	227
68		712883	7464690	6,7292	1,0	1,1	15,7	1930	346	99	137
69	Estaca 4N	712923	7464720	12,1514	1,5	3,9	25,6	3263	546	187	225
70		712935	7464775	13,2606	2,3	2,7	28,0	3822	730	184	245
71		712967	7464809	11,9005	2,9	1,3	23,3	3534	892	135	203
72		713025	7464851	10,9110	2,9	0,4	21,9	3255	762	111	191
73	Estaca 5N	712994	7464907	11,2223	1,4	2,4	26,3	3183	524	170	230
74		713046	7464940	12,6438	1,7	1,6	31,5	3740	593	179	274
75		713072	7464980	12,5852	1,6	2,4	30,0	3445	584	186	262
76		713078	7465026	12,9468	0,8	2,6	35,0	3466	493	215	305
77	Estaca 6N	713113	7465056	18,6172	0,9	4,9	49,0	4866	608	325	429
78		713154	7465105	8,6558	1,0	2,6	19,0	2449	386	143	175
79		713169	7465157	9,9301	1,8	2,4	19,7	2828	994	139	173
80		713198	7465196	10,4223	2,2	2,1	20,0	3157	640	139	175
81	Estaca 7N	713215	7465242	8,5733	0,6	3,0	19,9	1948	291	129	136
82		713239	7465291	7,8486	0,2	2,9	19,7	1973	214	141	173
83**		713188	7465329	10,5506	1,9	2,9	20,2	2725	503	143	177
84**		713226	7465399	13,7787	1,4	1,7	36,8	3843	571	209	320
85	*	723360	7461314	-0,5789	-0,1	-0,7	0,1	12	-33	-12	1
86	*	723363	7461317	-0,5997	-0,1	-0,6	-0,2	-4	-30	-11	-2
87	*	723346	7461326	-0,5215	-0,1	-0,7	0,3	13	-30	-12	2
88	*	723374	7461329	-0,5868	-0,1	-0,8	0,3	8	-33	-14	2
89	*	723348	7461326	-0,5631	-0,1	-0,5	-0,3	-4	-31	-11	-3
90	*	723351	7461329	-0,5057	-0,1	-0,5	-0,1	15	-38	-11	-1

* *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.

**RESUMO DO PROCESSO DE CALIBRAÇÃO DOS
GAMAESPECTRÔMETROS**

ANEXO VIII

**CALIBRAÇÃO DINÂMICA – RESULTADOS DOS TESTES
AERONAVE - PT-WQT**

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 31 de Agosto 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.

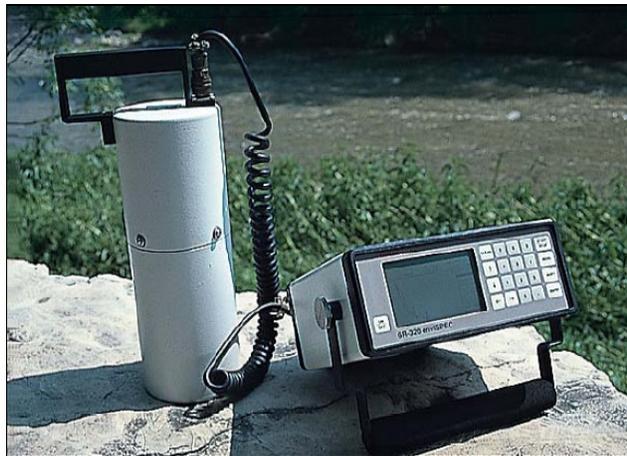


Figura 1 – Gamaespectrômetro Portátil EXPLORANIUM GR-320

Foram registradas 85 estações, sendo 78 sobre a pista de calibração e 7 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 o marco 1 e as imediações do marco 2, e foram descartadas as estações de números 75 a 78 (amostras não representativas), sendo consideradas, para fins estatísticos, 75 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 (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
	CT(**) (μ R/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)				
MÉDIA	14,31	2,17	2,26	33,34	3955,98	739,02	205,53	286,07
DESVIO PADRÃO	3,68	0,77	0,88	10,41	1003,46	200,12	54,87	94,72
ERRO NA MÉDIA(1)	0,42	0,09	0,10	1,18	113,62	22,66	6,21	10,73
INCERTEZA (%) (2)	0,03	0,04	0,04	0,04				

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

ESTATÍSTICA	CONCENTRAÇÃO							
	CT (μ R/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)	CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
MÉDIA	-0,4*	0,0	-0,3*	0,47	107,57	-14*	-4*	4,14
DESVIO PADRÃO	0,11	0,05	0,14	0,38	12,12	4,26	3,06	3,34
ERRO NA MÉDIA	0,04	0,02	0,05	0,14	4,58	1,61	1,15	1,26
INCERTEZA (%)	0,00	0,00	0,00	0,30	0,04	0,00	0,00	0,00

* 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-WQT, 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-WQT 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 segunda 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	3011,46	165,47	25,62	148,20
DESVIO PADRÃO	292,29	23,97	10,01	20,87
ERRO NA MÉDIA	41,34	3,39	1,42	2,95
INCERTEZA (%)	0,01	0,02	0,06	0,02

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

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

ESTATÍSTICA	CONCENTRAÇÃO							
	CT (μ R/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)	CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
MÉDIA	14,31	2,17	2,26	33,34	3955,98	724,88	201,53	286,07
DESVIO PADRÃO	3,68	0,77	0,88	10,41	1003,46	200,12	54,87	94,72
ERRO NA MÉDIA	0,42	0,09	0,10	1,18	113,62	22,66	6,21	10,73
INCERTEZA (%)	0,03	0,04	0,04	0,04				

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)	210,44	76,25	11,34	4,45

Quadro 5 – Coeficientes de Sensibilidade

As Figuras 2, 3, 4 e 5 apresentam os perfis comparativos dos levantamentos aéreo e terrestre:

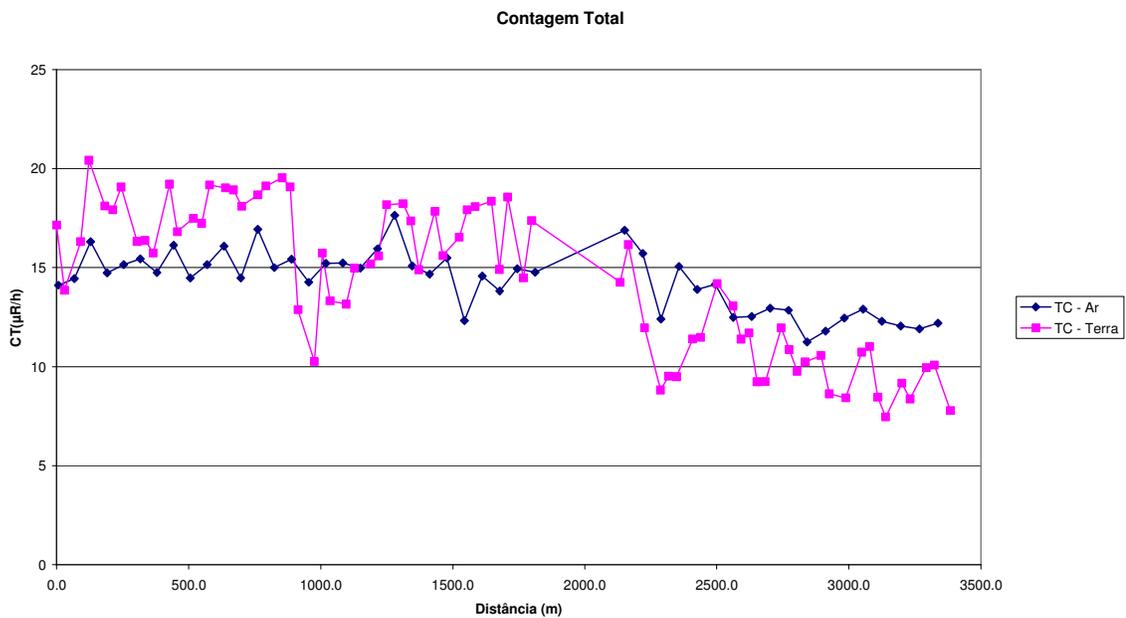


Figura 2 – Calibração dinâmica – Perfil comparativo – Contagem Total

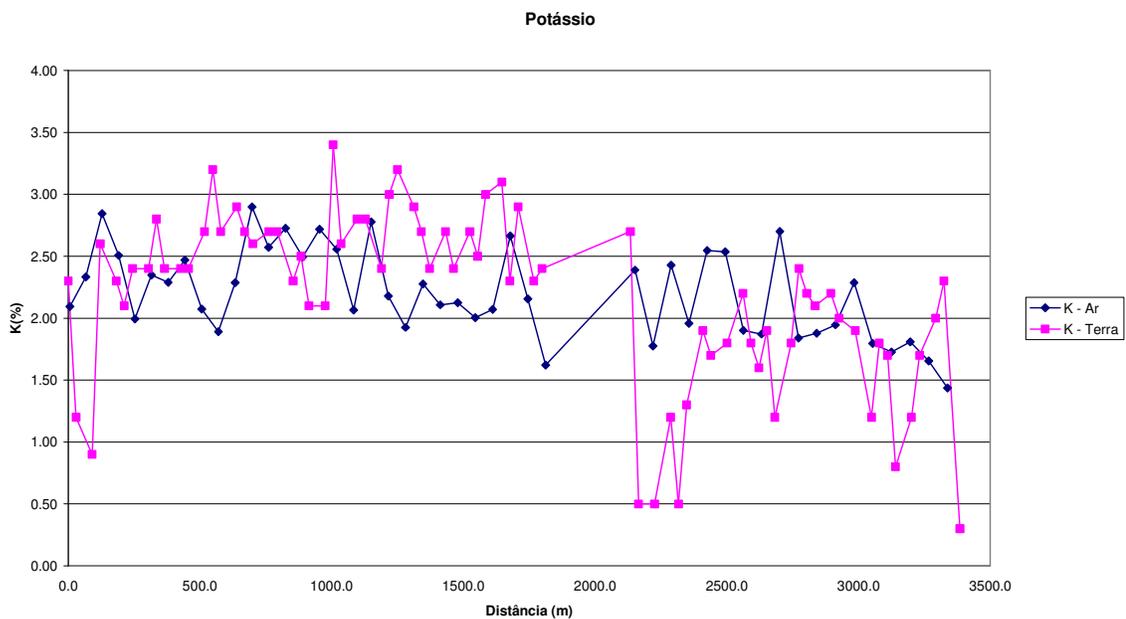


Figura 3 – Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Potássio

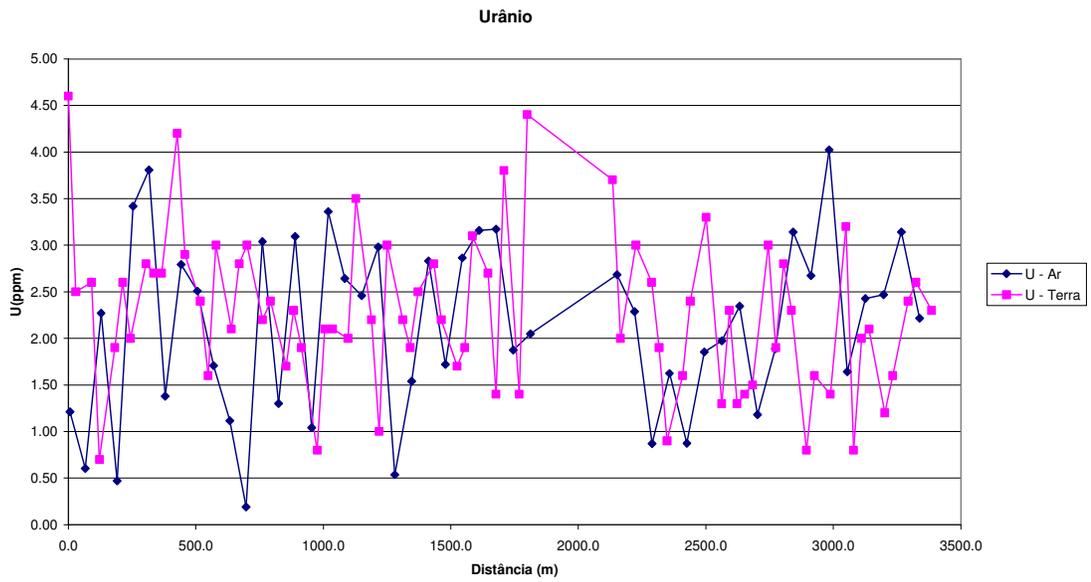


Figura 4 – Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Urânio

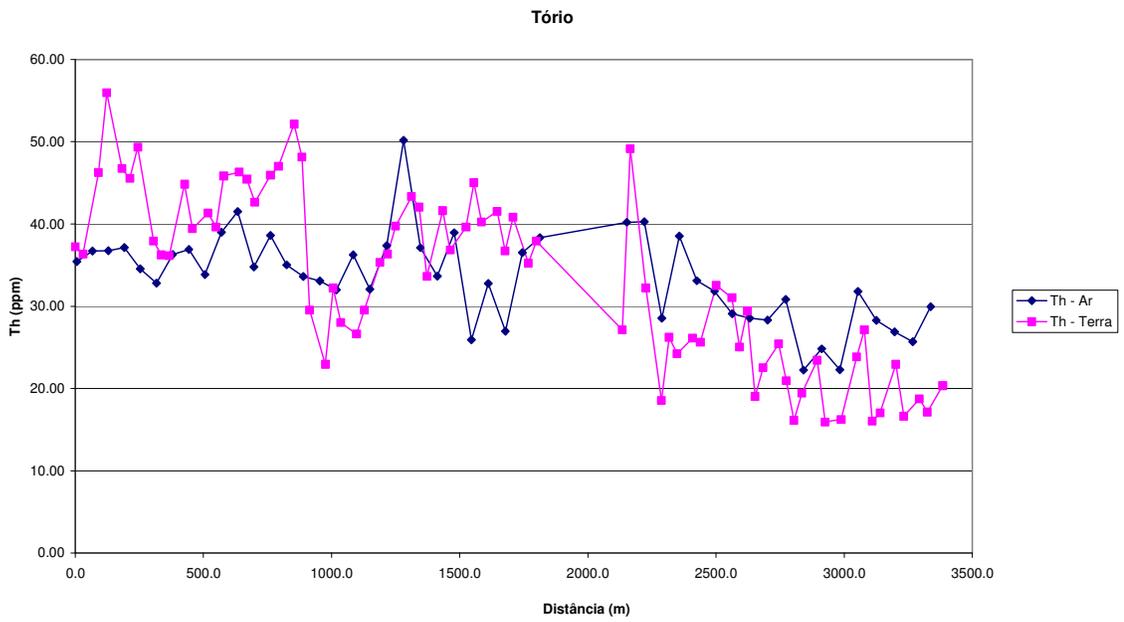


Figura 5 – Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Tório

TABELA 1 - LISTAGEM DAS LEITURAS DO LEVANTAMENTO TERRESTRE
PISTA DE CALIBRAÇÃO DINÂMICA – 31/08/2004
DADOS BRUTOS

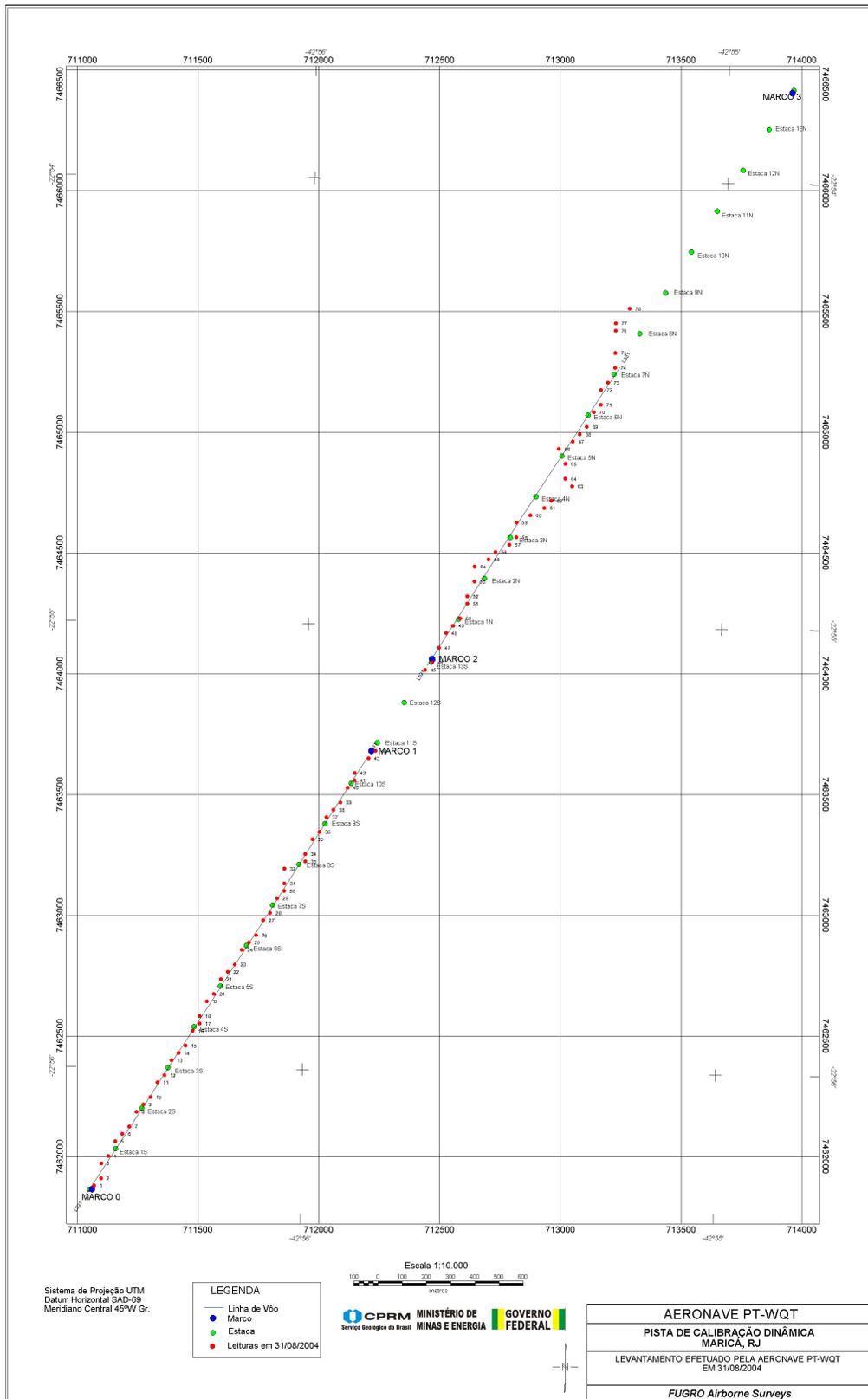
Estação	Estaca	UTM LESTE (m)	UTM NORTE (m)	CT (μ R/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)	CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
1	Marco 0	711070	7461882	17,3	2,3	4,6	37,7	4655	825	265	330
2		711099	7461912	14,0	1,2	2,5	36,8	3809	545	221	322
3		711100	7461973	16,5	0,9	2,6	46,7	3958	510	241	355
4		711129	7462004	20,6	2,6	0,7	56,4	5904	931	279	491
5	Estaca 1S	711158	7462065	18,2	2,3	1,9	47,2	5127	834	258	411
6		711187	7462095	18,1	2,1	2,6	46,0	5099	805	266	401
7		711216	7462126	19,2	2,4	2,0	49,8	5221	882	273	434
8		711246	7462187	16,5	2,4	2,8	38,4	4505	807	235	336
9	Estaca 2S	711274	7462217	16,5	2,8	2,7	36,7	4682	890	223	320
10		711303	7462248	15,9	2,4	2,7	36,6	4574	798	223	320
11		711333	7462309	19,4	2,4	4,2	45,3	5134	893	294	397
12		711362	7462339	17,0	2,4	2,9	39,9	4668	824	243	348
13	Estaca 3S	711391	7462400	17,6	2,7	2,4	41,8	4961	887	243	365
14		711420	7462431	17,4	3,2	1,6	40,1	4945	965	219	349
15		711449	7462461	19,3	2,7	3,0	46,3	5381	944	276	404
16		711478	7462522	19,2	2,9	2,1	46,8	5268	965	260	408
17	Estaca 4S	711507	7462552	19,1	2,7	2,8	45,9	5159	929	270	401
18		711508	7462583	18,2	2,6	3,0	43,1	5120	892	259	376
19		711537	7462644	18,8	2,7	2,2	46,4	5195	923	261	405
20		711566	7462675	19,3	2,7	2,4	47,5	5424	930	269	414
21	Estaca 5S	711595	7462736	19,7	2,3	1,7	52,6	5703	870	281	458
22		711624	7462766	19,2	2,5	2,3	48,6	5407	899	273	423
23		711653	7462796	13,0	2,1	1,9	30,0	3814	680	178	262
24		711682	7462858	10,4	2,1	0,8	23,4	3110	608	125	204
25	Estaca 6S	711711	7462888	15,9	3,4	2,1	32,7	4548	973	195	286
26		711740	7462918	13,5	2,6	2,1	28,5	3987	772	174	249
27		711770	7462979	13,3	2,8	2,0	27,1	3886	804	165	237
28		711799	7463010	15,1	2,8	3,5	30,0	4356	870	208	263
29	Estaca 7S	711828	7463071	15,3	2,4	2,2	35,8	4228	788	211	312
30		711857	7463101	15,7	3,0	1,0	36,8	4618	905	192	320
31		711857	7463132	18,3	3,2	3,0	40,2	5201	1012	247	351
32		711858	7463194	18,4	2,9	2,2	43,8	5150	951	248	382
33	Estaca 8S	711944	7463223	17,5	2,7	1,9	42,5	4926	885	236	370
34		711945	7463254	15,0	2,4	2,5	34,1	4257	781	208	298
35		711974	7463315	18,0	2,7	2,8	42,1	4965	911	251	368
36		712003	7463345	15,8	2,4	2,2	37,3	4342	796	218	325
37	Estaca 9S	712032	7463407	16,7	2,7	1,7	40,1	4711	862	222	34
38		712061	7463437	18,1	2,5	1,9	45,5	5002	865	250	397
39		712090	7463467	18,2	3,0	3,1	40,7	5069	971	252	356
40		712119	7463528	18,5	3,1	2,7	42,0	5431	984	248	366
41	Estaca 10S	712148	7463559	15,1	2,3	1,4	37,2	4374	769	203	324
42		712149	7463590	18,7	2,9	3,8	41,3	5264	963	267	361
43		712207	7463650	14,6	2,3	1,4	35,7	4141	751	195	311
44	Marco 1	712236	7463681	17,5	2,4	4,4	38,4	4769	836	265	337
45		712440	7464016	14,4	2,7	3,7	27,6	4085	823	200	242
46	Marco 2	712469	7464047	16,3	0,5	2,0	49,6	4217	457	271	432
47		712498	7464108	12,1	0,5	3,0	32,7	3213	379	211	286

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)
48		712527	7464169	9,0	1,2	2,6	19,0	2571	434	139	167
49		712556	7464199	9,7	0,5	1,9	26,7	2657	308	161	233
50	Estaca 1N	712585	7464230	9,6	1,3	0,9	24,7	2764	453	134	216
51		712615	7464291	11,5	1,9	1,6	26,6	3429	600	157	232
52		712615	7464321	11,6	1,7	2,4	26,1	3150	585	170	289
53		712645	7464383	14,3	1,8	3,3	33,0	3924	652	218	289
54	Estaca 2N	712645	7464444	13,2	2,2	1,3	31,5	3838	693	173	275
55		712703	7464474	11,5	1,8	2,3	25,5	3363	592	164	223
56		712732	7464504	11,8	1,6	1,3	29,9	2815	521	132	200
57		712789	7464534	9,4	1,9	1,4	19,5	2762	552	118	170
58	Estaca 3N	712818	7464565	9,4	1,2	1,5	23,0	2789	436	138	201
59		712819	7464626	12,1	1,8	3,0	25,9	3343	614	178	227
60		712876	7464656	11,0	2,4	1,9	21,4	3226	694	136	187
61		712934	7464686	9,9	2,2	2,8	16,6	2864	626	131	146
62	Estaca 4N	712963	7464717	10,4	2,1	2,3	19,9	2967	631	138	174
63		713049	7464777	10,7	2,2	0,8	23,9	3062	648	128	208
64		713021	7464808	8,8	2,0	1,6	16,4	2598	567	108	143
65		713022	7464870	8,6	1,9	1,4	16,7	2650	544	105	146
66	Estaca 5N	712994	7464931	10,9	1,2	3,2	24,3	3027	485	175	213
67		713052	7464961	11,2	1,8	0,8	27,6	3212	587	144	240
68		713081	7464992	8,6	1,7	2,0	16,5	2454	504	117	145
69		713110	7465022	7,6	0,8	2,1	17,5	2243	322	123	153
70	Estaca 6N	713139	7465083	9,3	1,2	1,2	23,4	2621	422	132	204
71		713168	7465114	8,5	1,7	1,6	17,1	2649	514	112	150
72		713169	7465175	10,1	2,0	2,4	19,2	2839	605	136	168
73		713198	7465206	10,2	2,3	2,6	17,6	3129	655	132	154
74	Estaca 7N	713227	7465267	7,9	0,3	2,3	20,8	2194	253	142	182
75**		713228	7465328	12,9	0,4	4,8	31,9	3242	372	241	280
76**		713229	7465420	14,2	0,4	3,8	38,6	3782	410	254	337
77**		713230	7465451	13,1	1,0	3,1	33,3	3522	498	216	291
78**		713288	7465512	14,6	0,4	3,2	41,5	3736	422	257	362
79	*	723034	7461432	-0,2	0,0	-0,2	0,0	128	-6	-4	0
80	*	723005	7461402	-0,5	0,0	-0,5	0,6	111	-13	-6	5
81	*	722976	7461372	-0,3	-0,1	-0,2	0,8	104	-19	0	7
82	*	722947	7461341	-0,3	-0,1	-0,2	0,4	99	-15	-1	4
83	*	722918	7461311	-0,5	0,0	-0,5	0,0	90	-15	-9	0
84	*	722889	7461281	-0,4	0,0	-0,4	0,5	106	-13	-5	4
85	*	722860	7461250	-0,5	-0,1	-0,4	1,0	115	-18	-3	9

* *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.

**RESUMO DO PROCESSO DE CALIBRAÇÃO DOS
GAMAESPECTRÔMETROS**

ANEXO IX

**ATENUAÇÃO ATMOSFÉRICA – RESULTADOS DOS TESTES
AERONAVE – PR-FAS**

SUMÁRIO

1 - Cálculo das constantes de atenuação atmosférica para a aeronave PR-FAS

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 PR-FAS

Durante os vôos sobre a pista de calibração dinâmica (*dynamic calibration range – DCR*) realizados em 05.08.2004 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 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 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	-0,0068
Potássio	-0,0086
Urânio	-0,0083
Tório	-0,0071

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	211,890	27,760	7,110	6,390
330	212,140	28,120	7,230	5,660
330	213,880	28,690	7,350	6,590
400	213,490	28,520	6,920	5,860
500	216,710	27,240	8,080	5,460
600	214,460	26,210	7,410	6,010
700	211,470	27,520	7,710	5,850
800	208,260	26,820	7,450	6,060

** valores corrigidos do tempo morto*

1b. MÉDIAS SOBRE A TERRA*				
ALTURA (pés)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
330	3310,126	287,119	82,070	155,900
330	3319,745	287,266	79,256	156,756
330	3320,270	286,447	80,603	157,123
400	2868,321	243,981	72,408	135,072
500	2443,383	204,302	63,506	116,613
600	1987,265	163,411	52,805	92,514
700	1753,470	145,694	45,186	82,446
800	1528,568	126,981	41,215	66,051

** valores corrigidos do tempo morto*

1c. MÉDIAS TERRA-ÁGUA*				
ALTURA (pés)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
330	3098,236	160,292	30,271	149,510
330	3107,605	162,111	26,879	151,096
330	3106,390	159,825	28,242	150,533
400	2654,831	128,208	25,522	129,212
500	2226,673	101,731	19,620	111,153
600	1772,805	75,627	16,155	86,504
700	1542,000	65,455	10,656	76,596
800	1320,308	54,528	12,235	59,991

**valores corrigidas do tempo morto, background e espalhamento Compton*

Tabela 1 – Cálculo dos Coeficientes de Atenuação Atmosférica

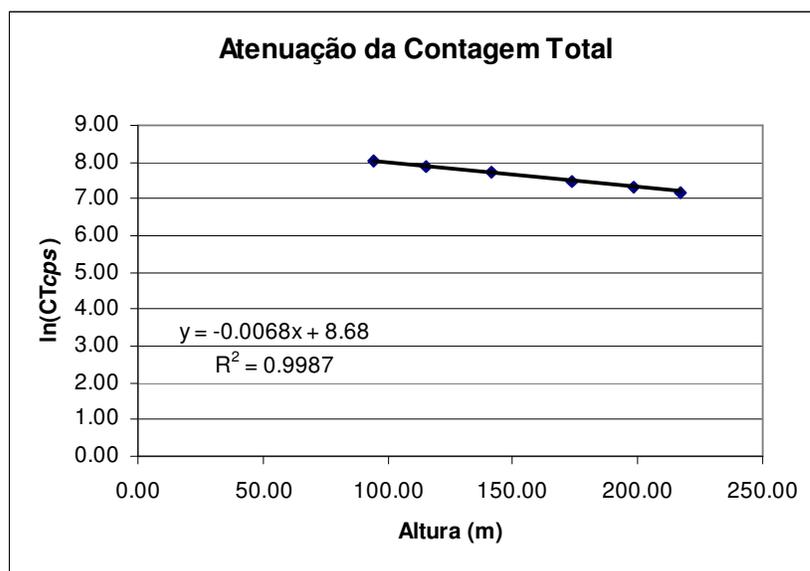


Figura 1a - Coeficiente de Atenuação - Contagem Total

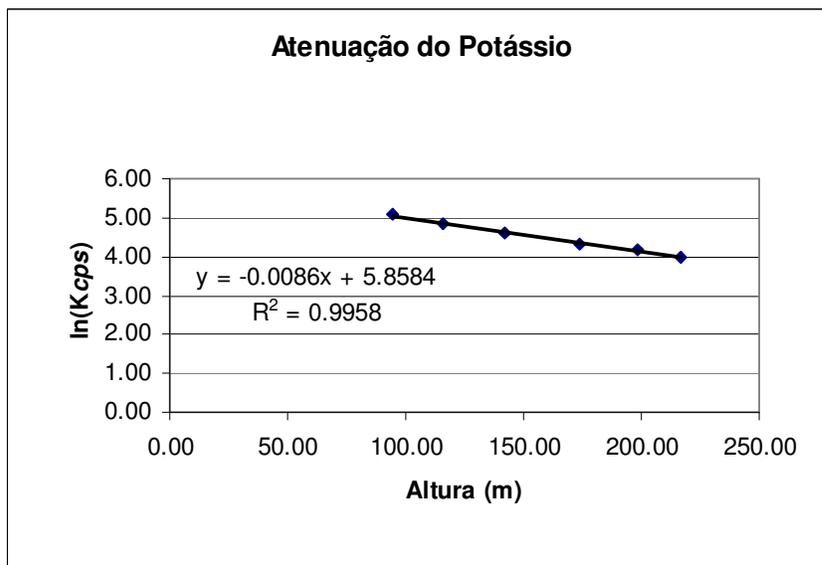


Figura 1b- Coeficiente de Atenuação - Potássio

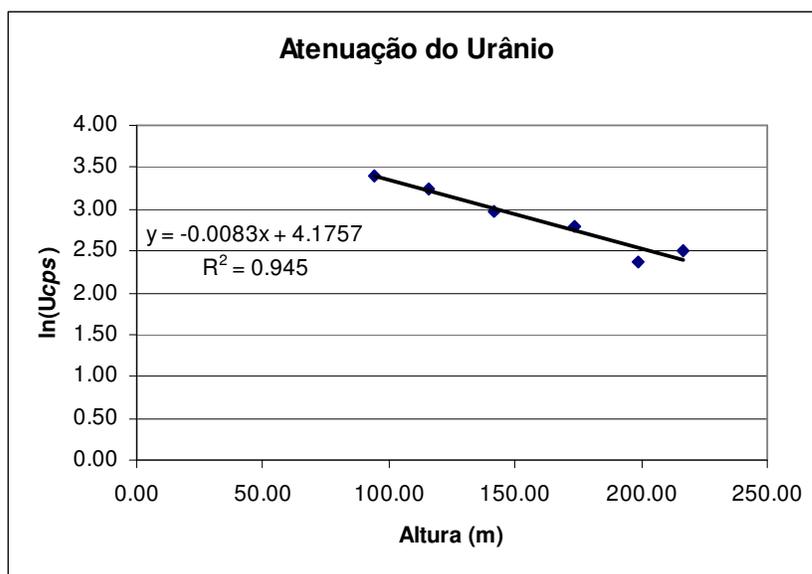


Figura 1c - Coeficiente de Atenuação -Urânio

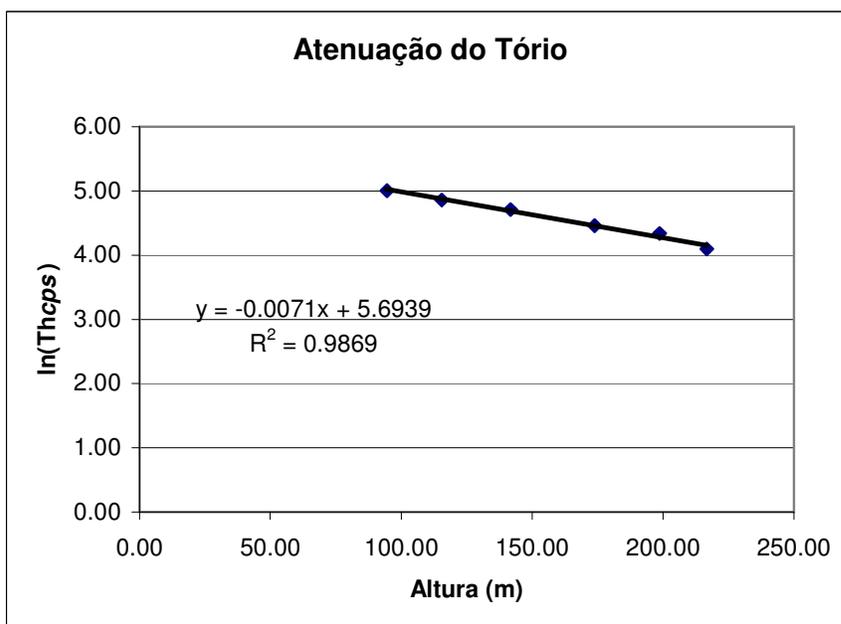


Figura 1d - Coeficiente de Atenuação - Tório

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), obtêm-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.

**RESUMO DO PROCESSO DE CALIBRAÇÃO DOS
GAMAESPECTRÔMETROS**

ANEXO X

**ATENUAÇÃO ATMOSFÉRICA – RESULTADOS DOS TESTES
AERONAVE – PT-WQT**

SUMÁRIO

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

Índice do Quadro, Tabelas e Figuras

Quadro 1	- Coeficientes de Atenuação Atmosférica
Tabela 1	- Cálculo dos Coeficientes de Atenuação Atmosférica
	d) Médias sobre a Água
	e) Médias sobre a Terra
	f) Médias Terra - Água
Figura 1	- Coeficientes de Atenuação
	e) Contagem Total
	f) Potássio
	g) Urânio
	h) Tório

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

Durante os vôos sobre a pista de calibração dinâmica (*dynamic calibration range – DCR*) realizados em 31.08.2004 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	-0,0069
Potássio	-0,0092
Urânio	-0,0078
Tório	-0,0067

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	306,317	29,581	13,352	7,572
331	314,718	31,233	14,794	8,033
332	315,295	30,976	13,281	8,312
400	309,894	30,665	13,083	7,042
500	306,517	29,683	14,127	7,533
600	306,659	29,924	13,024	7,825
700	302,954	28,818	13,802	8,025
800	300,826	29,081	12,852	7,932

* valores corrigidos do tempo morto

1b, MÉDIAS SOBRE A TERRA*				
ALTURA (pés)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
330	3393,498	294,757	84,144	161,084
331	3481,253	300,612	88,052	163,638
332	3456,289	296,550	87,543	160,925
400	2904,216	248,860	75,272	135,142
500	2529,558	208,980	69,007	115,454
600	2111,149	168,332	57,725	96,111
700	1782,371	142,297	50,474	81,833
800	1597,917	127,922	47,726	72,998

* valores corrigidos do tempo morto

1c, MÉDIAS TERRA-ÁGUA*				
ALTURA (pés)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
330	3087,181	175,096	25,065	153,512
331	3166,535	177,023	27,119	155,605
332	3140,994	173,029	28,990	152,613
400	2594,322	139,322	22,471	128,100
500	2223,041	109,902	20,252	107,921
600	1804,490	80,896	15,142	88,286
700	1479,417	65,273	10,870	73,808
800	1297,091	53,641	11,479	65,066

*valores corrigidas do tempo morto, background e espalhamento Compton

Tabela 1 – Cálculo dos Coeficientes de Atenuação Atmosférica

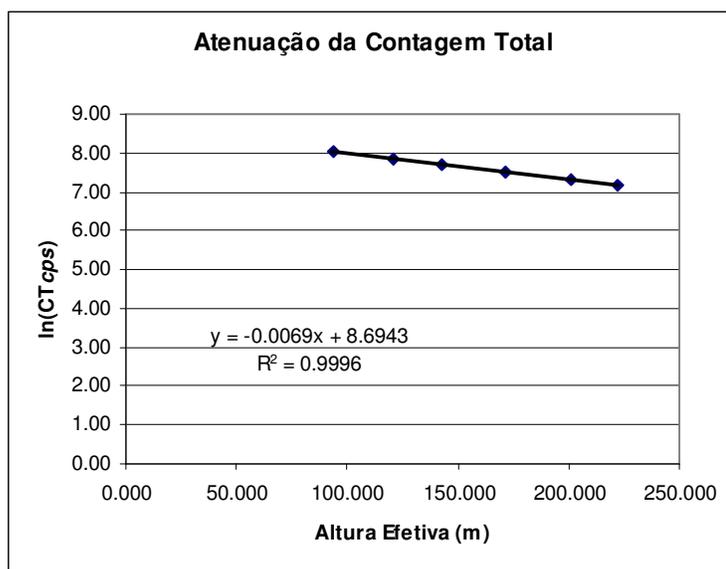


Figura 1a - Coeficiente de Atenuação - Contagem Total

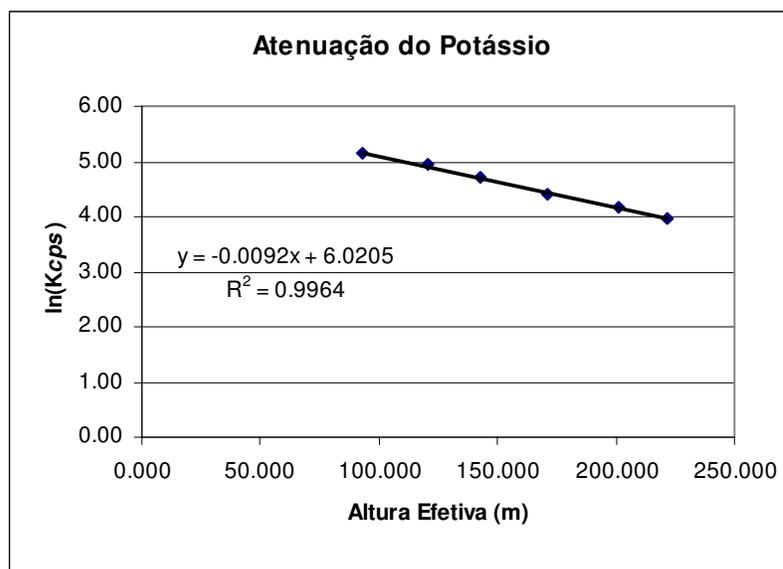


Figura 1b- Coeficiente de Atenuação - Potássio

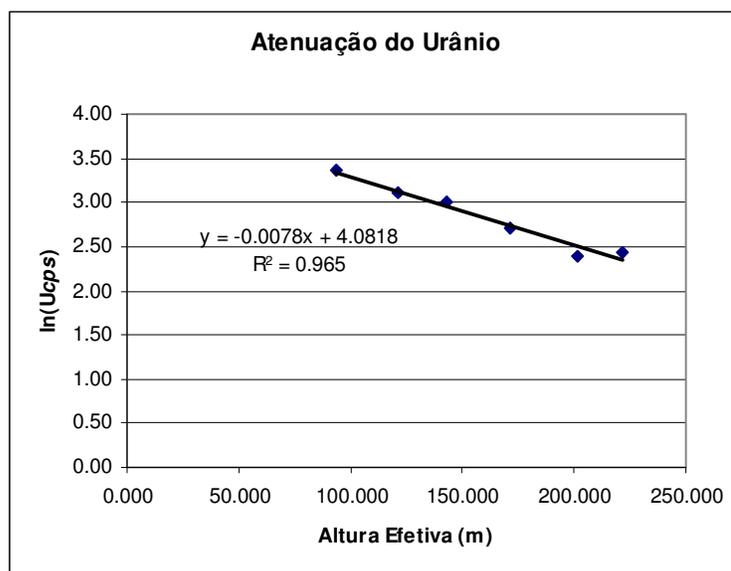


Figura 1c - Coeficiente de Atenuação -Urânio

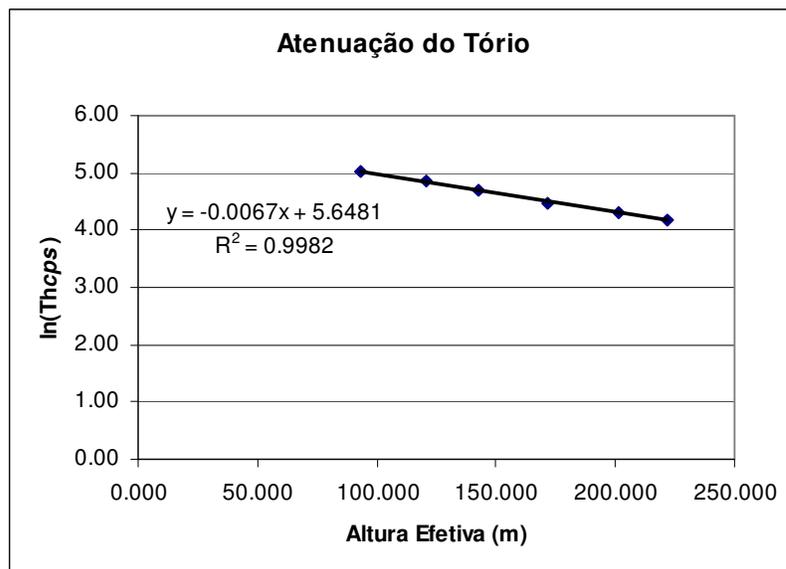


Figura 1d - Coeficiente de Atenuação - Tório

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.

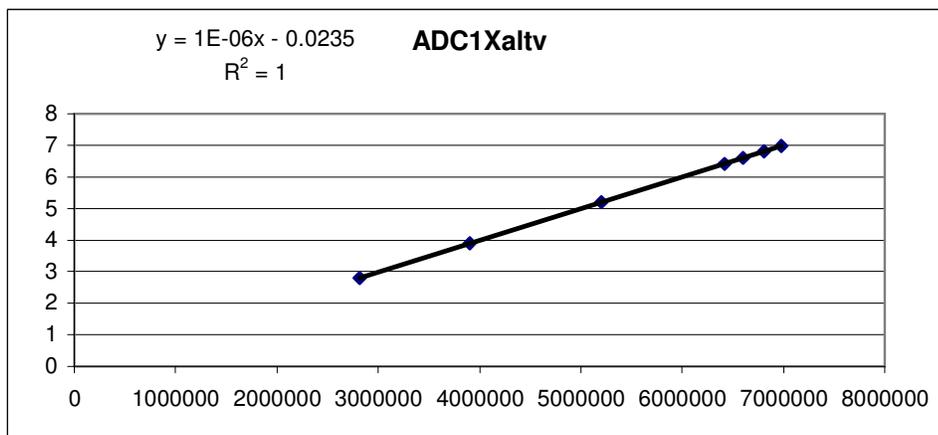
RESUMO DO PROCESSO DE CALIBRAÇÃO DOS ALTÍMETROS

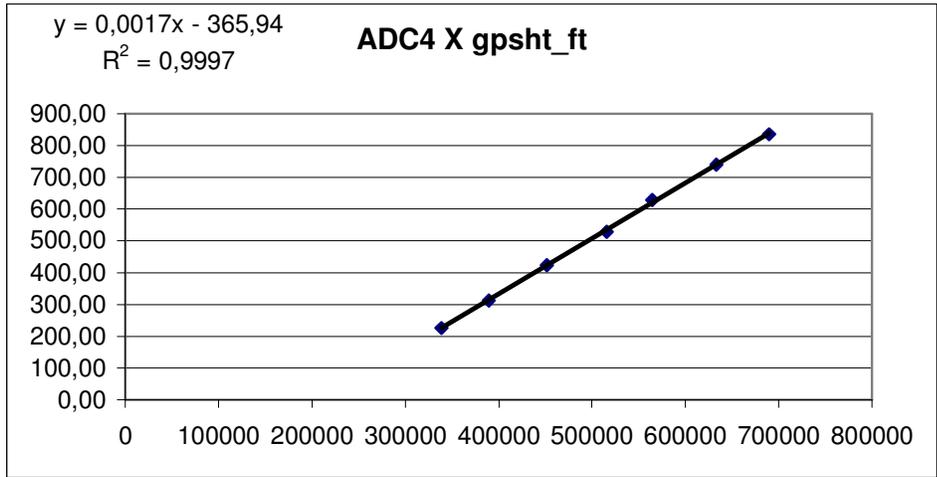
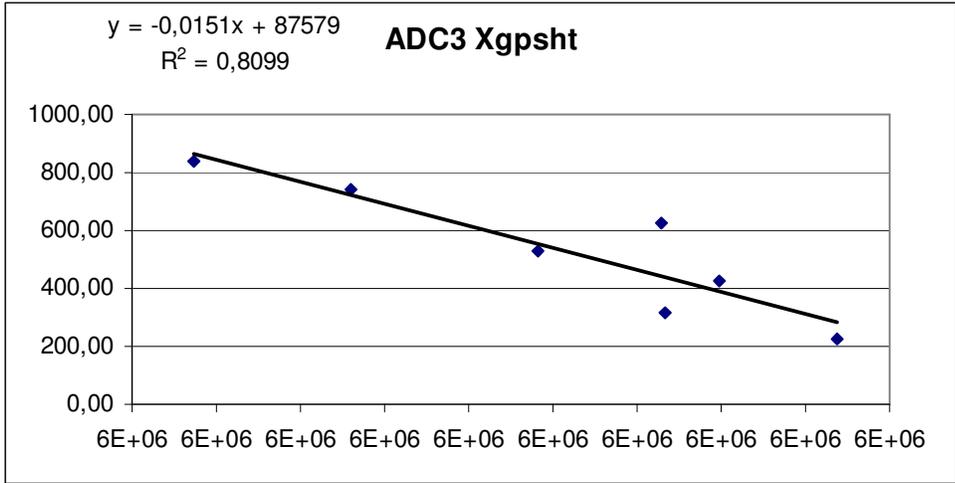
ANEXO XI

RESULTADOS DOS TESTES AERONAVE – PR-FAS

Nº Job	-
Base	Jacarepaguá, RJ
Aeronave	PR-FAS
Data	26/05/2004
nº Voo	1

Linha	ADC1 (mV)	ADC3 (mV)	ADC4 (mV)	ALTV (mV)	ALTB (pés)	GPSHT (m)	GPSHT (ft)	RAD (m)
800	6979612,7	5748681,2	689818	6,98	1103,7	255,09	836,91	251,06
700	6804793,1	5757959	633283,5	6,8	1013,3	225,5	739,83	223,2
600	6602565,2	5776481,6	564530,9	6,6	903,2	191,5	628,28	190,70
500	6415644,2	5769060,8	515853,3	6,42	825,3	161,5	529,86	160,90
400	5202057,3	5779859,5	451429,2	5,2	722,3	129,2	423,88	124,10
300	3905285,1	5776669,2	389487,2	3,9	623,2	95,4	312,99	92,00
200	2818564,4	5786846,8	338514,7	2,8	541,6	68,8	225,72	65,10

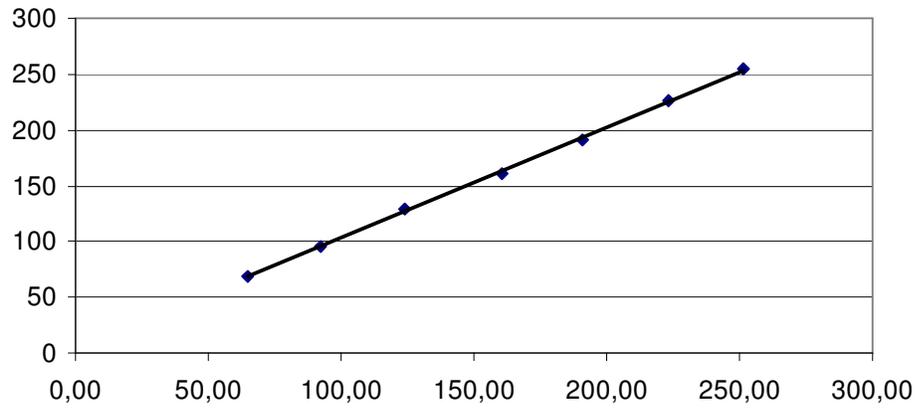




$$y = 0,9932x + 3,9213$$

$$R^2 = 0,9994$$

GPSHT X RAD



RESUMO DO PROCESSO DE CALIBRAÇÃO DOS ALTÍMETROS

ANEXO XII

RESULTADOS DOS TESTES AERONAVE – PT-WQT

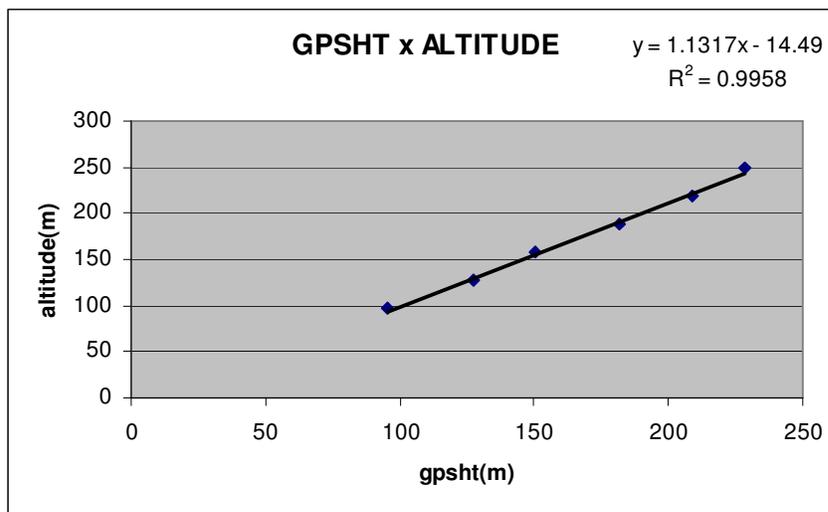
Nº Job	2348
Base	Vitória da Conquista – BA
Aeronave	PT-WQT
Data	05/09/2004
nº Voo	0

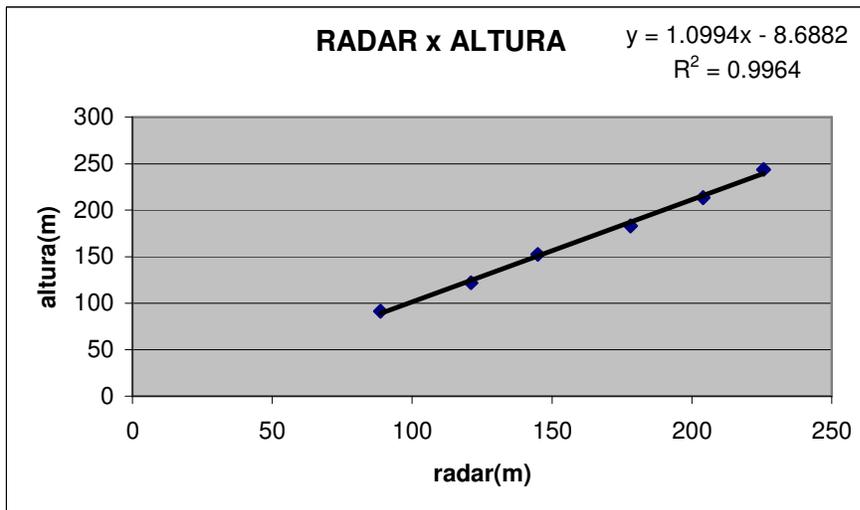
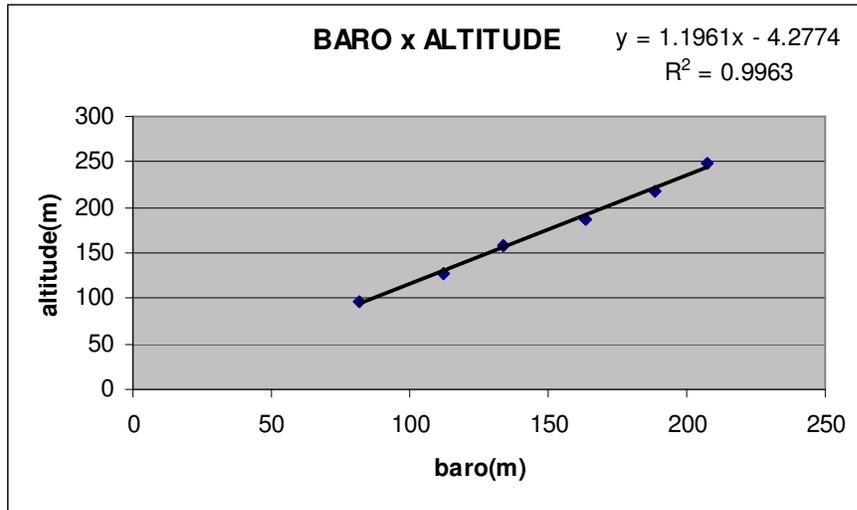
ALTITUDE DA PISTA: 5m

ALTURA = ALTURA TEÓRICA

ALTITUDE = ALTITUDE TEÓRICA CORRIGIDA COM A PISTA

Linha	ALTURA (m)	RADAR (m)	ALTITUDE (m)	GPSHT (m)	RADAR (m)
300	91,44	88,66	96,44	95,4	82,01
400	121,92	121,05	126,92	127,5	112,01
500	152,4	144,89	157,4	150,5	133,54
600	182,88	178,11	187,88	181,9	163,47
700	213,36	203,93	218,36	208,6	188,68
800	243,84	225,65	248,84	228,2	207,73





RESUMO DO PROCESSO DE COMPENSAÇÃO MAGNÉTICA

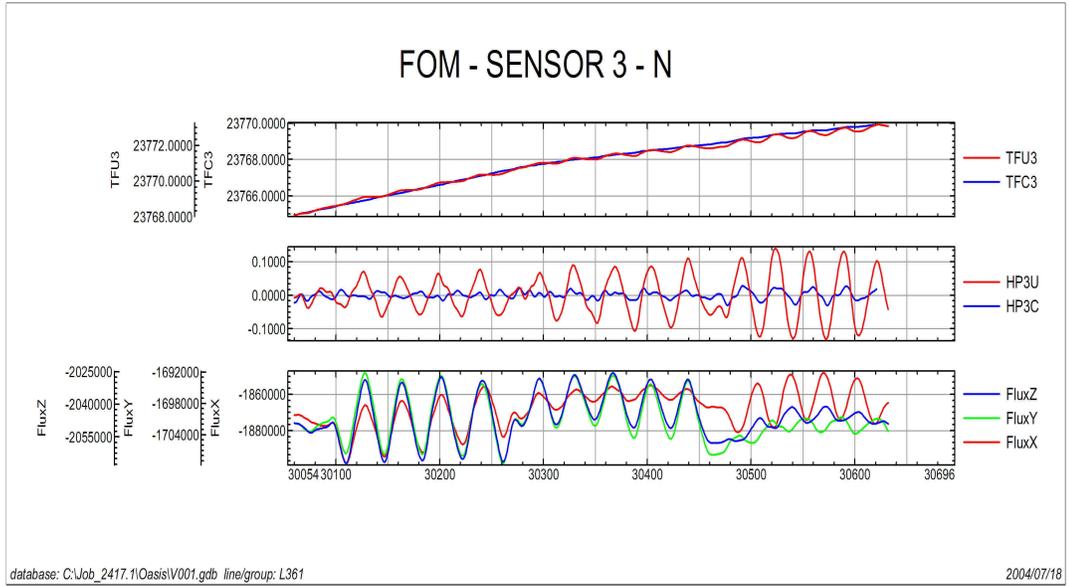
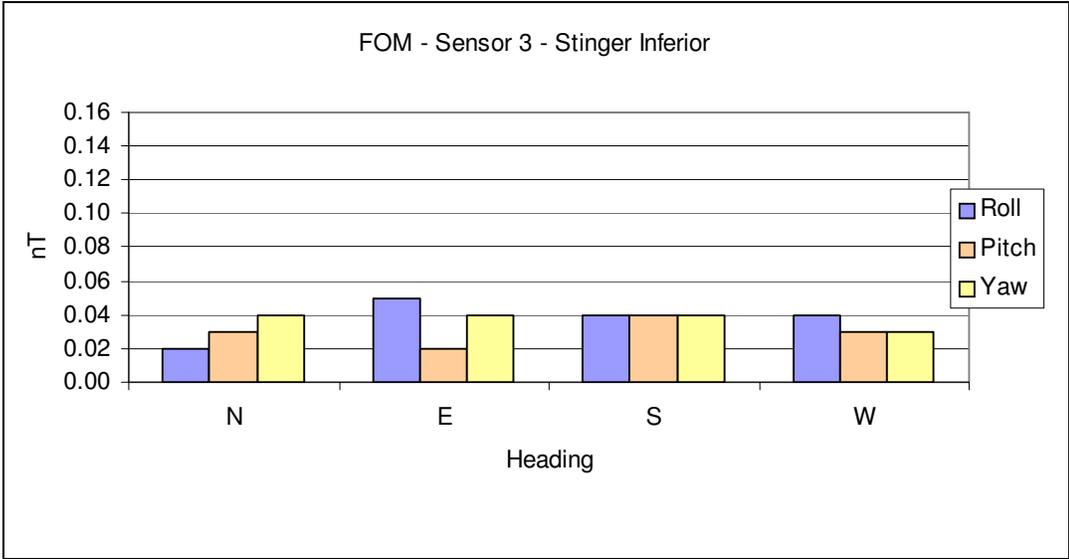
ANEXO XIII

RESULTADOS DOS TESTES AERONAVE – PR-FAS

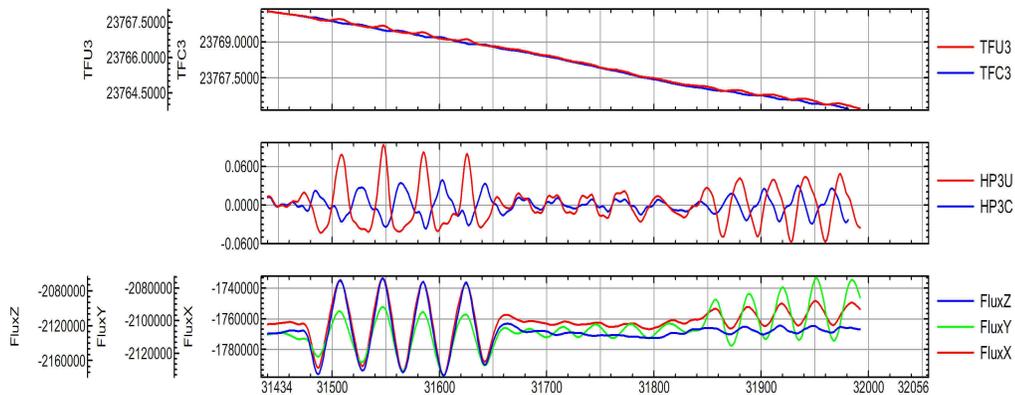
Figure of Merit (FOM)

Nº Job	2417
Base	Uruaçu – GO
Aeronave	PR-FAS
Data	15/07/2004
nº Vôo	1

SENSOR 3 - Stinger Inferior					
Linha	Direção	ROLL (nT)	PITCH (nT)	YAW (nT)	FOM
360	N	0,0200	0,0300	0,0400	0,090
90	E	0,0500	0,0200	0,0400	0,110
180	S	0,0400	0,0400	0,0400	0,120
270	W	0,0400	0,0300	0,0300	0,100
TOTAL					0,420



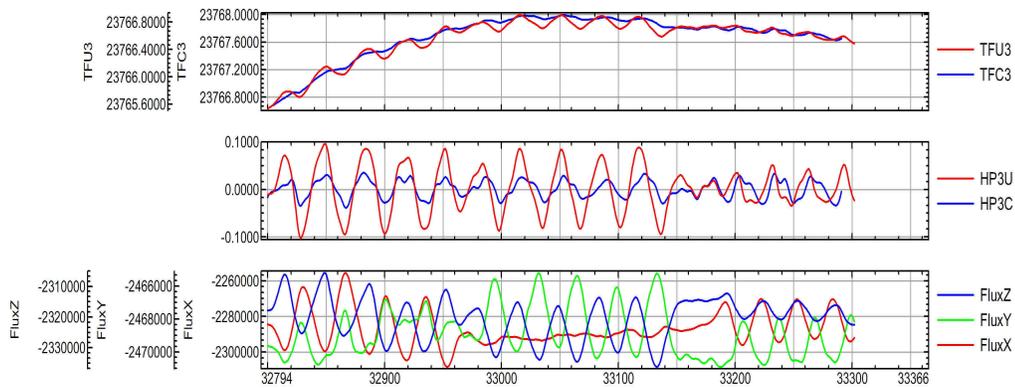
FOM - SENSOR 3 - E



database: C:\Job_2417.1\Oasis\001.gdb line/group: L91

2004/07/18

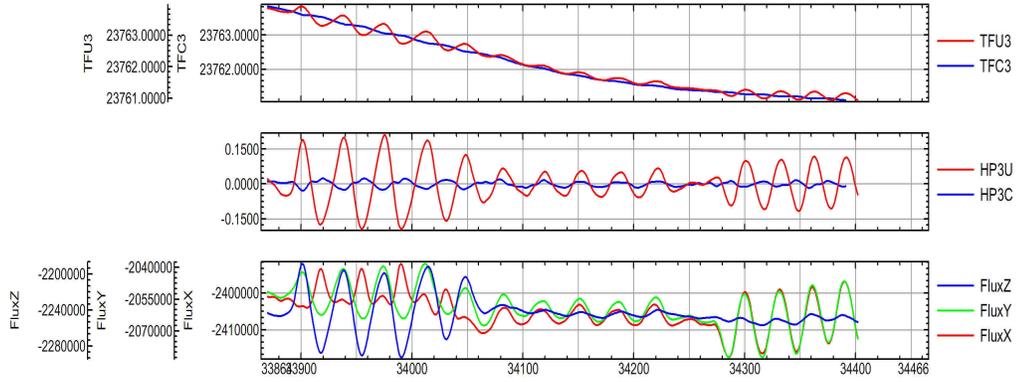
FOM - SENSOR 3 - S



database: C:\Job_2417.1\Oasis\001.gdb line/group: L181

2004/07/18

FOM - SENSOR 3 - W



RESUMO DO PROCESSO DE COMPENSAÇÃO MAGNÉTICA

ANEXO XIV

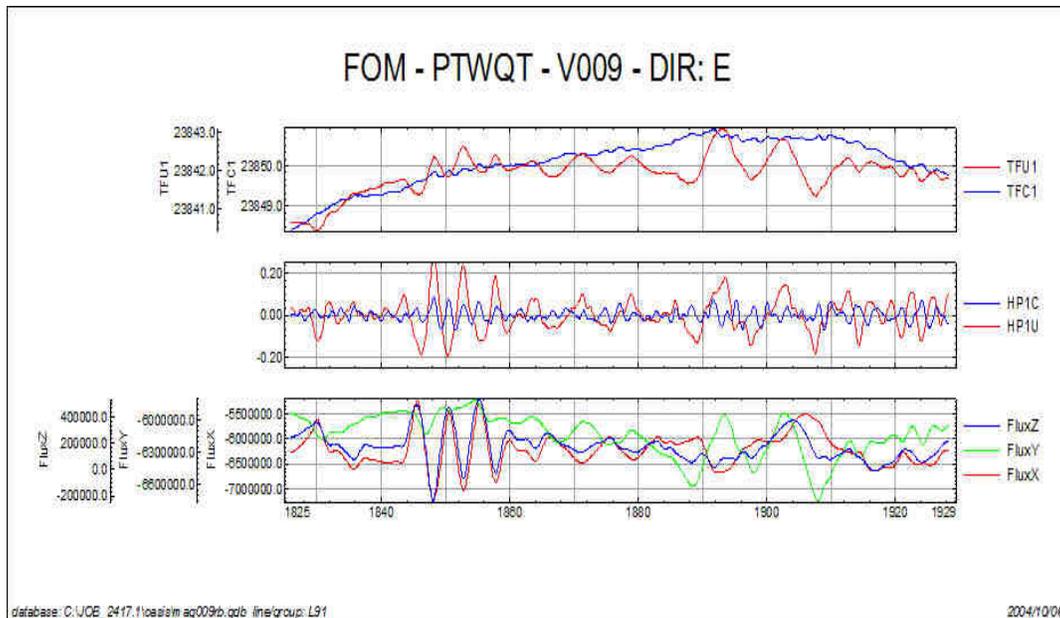
RESULTADOS DOS TESTES AERONAVE – PT-WQT

Figure of Merit (FOM)

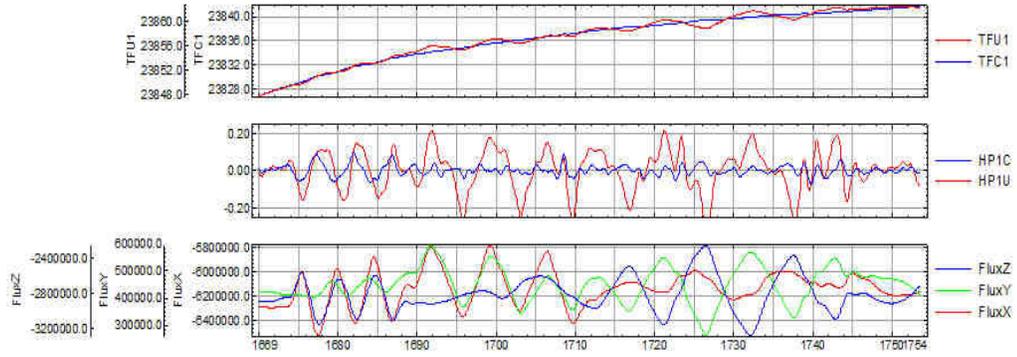
Nº Job	2417
Base	Uruaçu – GO
Aeronave	PT-WQT
Data	06/10/2004
nº Voo	9

SENSOR 1 - Stinger

Linha	Direção	ROLL (nT)	PITCH (nT)	YAW (nT)	FOM
360	N	0,1400	0,0400	0,0700	0,250
90	E	0,1200	0,0400	0,0900	0,250
180	S	0,0700	0,0700	0,0200	0,160
270	W	0,1000	0,0800	0,0800	0,260
TOTAL					0,920



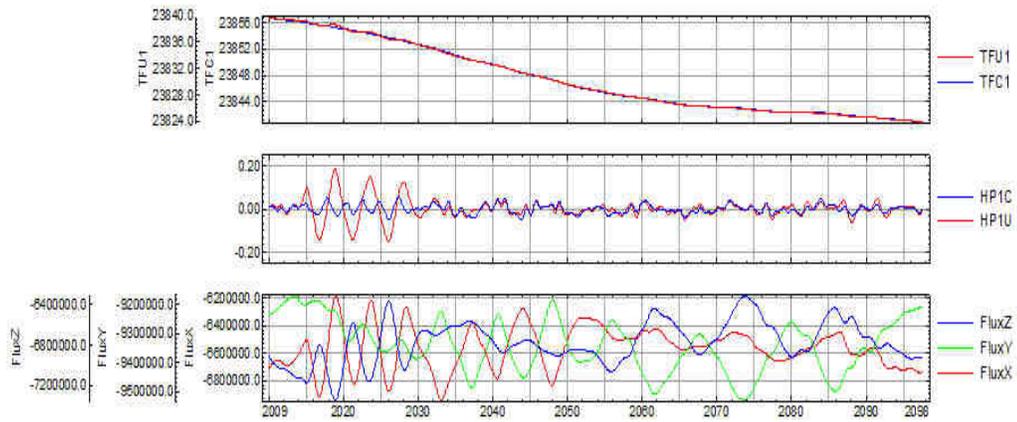
FOM - PTWQT - V009 - DIR: N



database: C:\UCB_2417.1\casim\ag009b.gdb line/group: L361

2004/10/06

FOM - PTWQT - V009 - DIR: S



database: C:\UCB_2417.1\casim\ag009b.gdb line/group: L181

2004/10/06

FOM - PTWQT - V009 - DIR: W

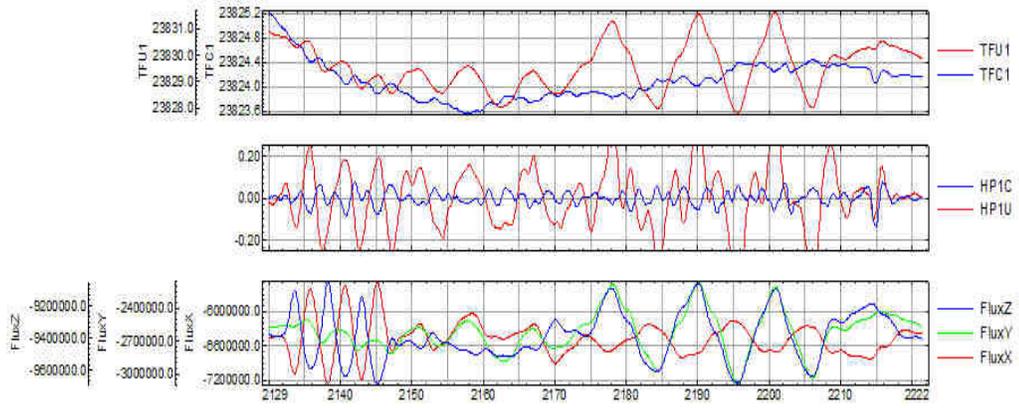
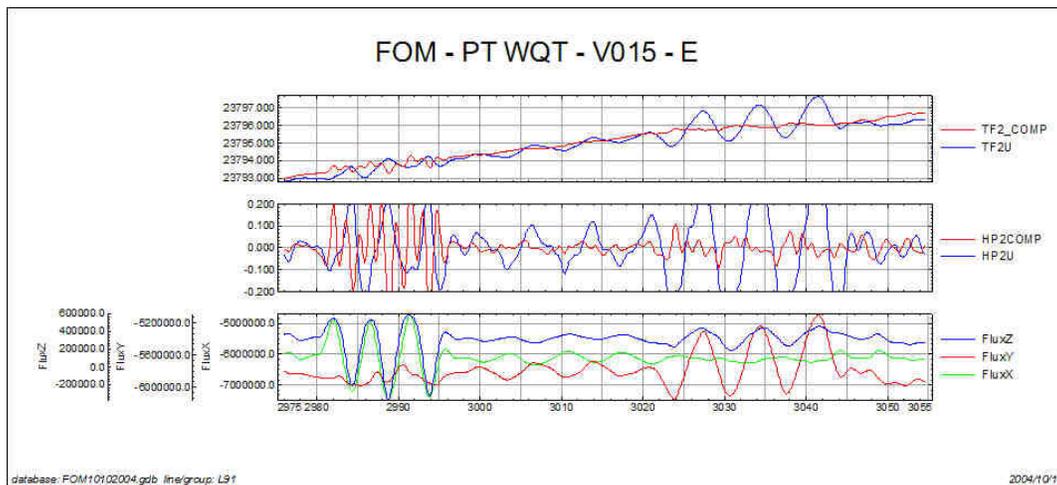


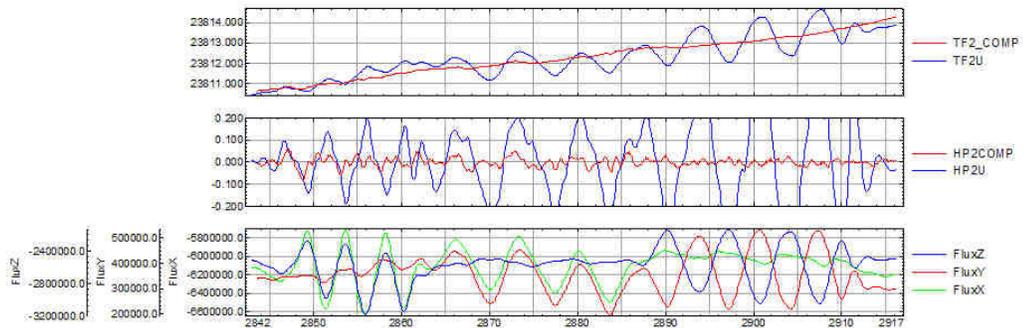
Figure of Merit (FOM)

Nº Job	2417
Base	Uruaçu – GO
Aeronave	PT-WQT
Data	10/10/2004
nº Vôo	15

SENSOR 1 - Stinger					
Linha	Direção	ROLL (nT)	PITCH (nT)	YAW (nT)	FOM
360	N	0,0800	0,0800	0,0500	0,210
90	E	0,2500	0,0500	0,1300	0,430
180	S	0,1200	0,1000	0,1000	0,320
270	W	0,1500	0,1000	0,1000	0,350
TOTAL					1,310



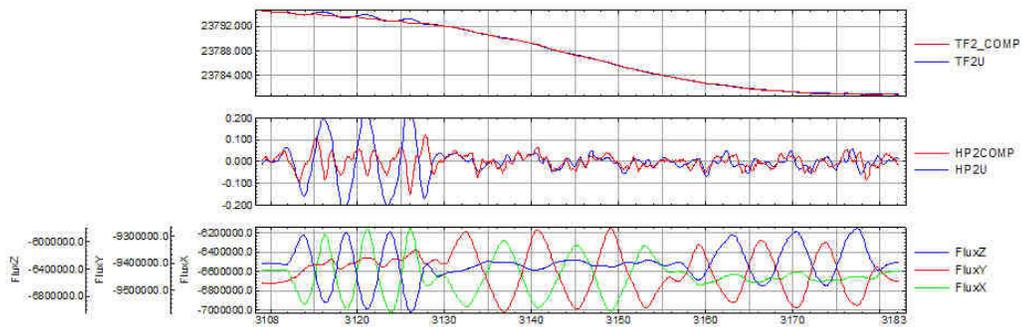
FOM - PT WQT - V015 - N



database: FOM10102004.gdb line/group: L361

2004/10/11

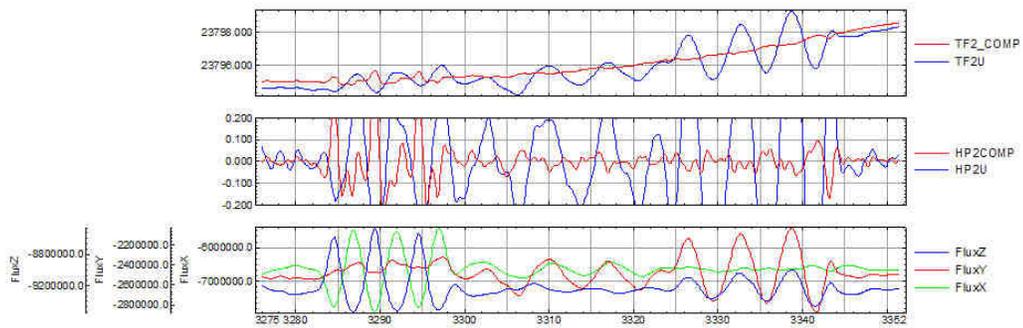
FOM - PT WQT - V015 - S



database: FOM10102004.gdb line/group: L181

2004/10/11

FOM - PT WQT - V015 - W



database: FOM10102004.gdb line/group: L271

2004/10/11

ANEXO XV

QUADROS SINÓPTICOS DAS OPERAÇÕES DE CAMPO

ANEXO XVI
CONTEÚDO DOS CD-ROM'S

Este arquivo apresenta a relação do conteúdo dos arquivos digitais que compõe o acervo do Levantamento Aerogeofísico do Estado de Goiás – 1ª Etapa – Arco Magmático de Mara Rosa.

1 DVD-ROM e/ou 6 CD-ROM's compõe a totalidade dos arquivos conforme descrito abaixo:

PASTA	Conteúdo
GDB	- Banco de Dados <i>Geosoft</i> (Magnetometria e Gamaespectrometria)
GRIDS	- Arquivos de Grids (Magnetometria e Gamaespectrometria)
MAPAS	- Arquivos de Mapas no formato <i>Geosoft</i> (Magnetometria e Gamaespectrometria)
HPGL	- Arquivos de Plotagem no formato HPGL (Magnetometria e Gamaespectrometria)
XYZ	- Arquivos XYZ ASCII no formato <i>Geosoft</i> (Magnetometria e Gamaespectrometria)

Estrutura dos Arquivos de Mapas:

Nº da Folha no Estado de Goiás	Código Milionésimo (MI)	Nomenclatura da Folha	Corte Cartográfico	Escala
*_05.MAP	1937	Talismã	SD.22-X-B-IV	1:100.000
*_12.MAP	1988	Porangatu	SD.22-X-D-I	1:100.000
*_13.MAP	1989	Mata Azul	SD.22-X-D-II	1:100.000
*_21.MAP	2034	Bonópolis	SD.22-X-C-VI	1:100.000
*_22.MAP	2035	Mutunópolis	SD.22-X-D-IV	1:100.000
*_23.MAP	2036	Formoso	SD.22-X-D-V	1:100.000
*_32.MAP	2078	Sta.Terezinha de Goiás	SD.22-Z-A-III	1:100.000
*_33.MAP	2079	Campinorte	SD.22-Z-B-I	1:100.000
*_44.MAP	2122	Itapaci	SD.22-Z-A-VI	1:100.000
*_500.MAP	-	-	ÚNICO	1:500.000

Observações:

- A codificação para os arquivos presentes nos Arquivos de Mapas 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)

DTM = Modelo Digital do Terreno

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_44.MAP – *Geosoft* MAP da Folha SD.22-Z-A-VI Escala 1:100.000 do Campo Magnético Total (Reduzido IGRF)

THK_500.MAP – *Geosoft* MAP da folha única na Escala 1:500.000 da Razão Tório/Potássio

Estrutura dos Arquivos de Plotagem (HPGL):

Nº da Folha no Estado de Goiás	Código Milionésimo (MI)	Nomenclatura da Folha	Corte Cartográfico	Escala
*_05.PRN	1937	Talismã	SD.22-X-B-IV	1:100.000
*_12.PRN	1988	Porangatu	SD.22-X-D-I	1:100.000
*_13.PRN	1989	Mata Azul	SD.22-X-D-II	1:100.000
*_21.PRN	2034	Bonópolis	SD.22-X-C-VI	1:100.000
*_22.PRN	2035	Mutunópolis	SD.22-X-D-IV	1:100.000
*_23.PRN	2036	Formoso	SD.22-X-D-V	1:100.000
*_32.PRN	2078	Sta.Terezinha de Goiás	SD.22-Z-A-III	1:100.000
*_33.PRN	2079	Campinorte	SD.22-Z-B-I	1:100.000
*_44.PRN	2122	Itapaci	SD.22-Z-A-VI	1:100.000
*_500.PRN	-	-	ÚNICO	1:500.000

Observações:

- A codificação para os arquivos presentes nos Arquivos HPGL 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:

TC_21.PRN – Arquivo de plotagem HPGL da Folha SD.22-X-C-VI Escala 1:100.000 da Taxa de Exposição da Conatgem Total

THK_500.PRN – Arquivo de plotagem folha única na Escala 1:500.000 da Razão Tório/Potássio

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

Arquivos de GRIDS:

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 Dervivada Vertical do Campo Magnético Total	nT/m
1dv_s.grd	1ª Dervivada 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	-
DTM.grd	Modelo Digital do Terreno	m
DTM_s.grd	Modelo Digital do Terreno (<i>shadow</i>)	-

Arquivos de Banco de Dados GDB:

Arquivo	Conteúdo
Gama.gdb	Gamaespectrometria
Mag.gdb	Magnetometria

Arquivos de Banco de Dados XYZ:

Arquivo	Conteúdo
Gama.XYZ	Gamaespectrometria
Mag.XYZ	Magnetometria

Descrição dos Campos dos Arquivos GDB e XYZ:

Magnetometria

CAMPO	DESCRIÇÃO	UNIDADE
X	UTM ESTE	Metros
Y	UTM NORTE	Metros
FIDUCIAL	Fiducial	-
GPSALT	Altura GPS	Metros
BARO	Altitude Barométrica	Metros
RAD	Radar Altimetro	Metros
DIURNAL	Variação Diurna do Campo Magnético	nT
MAGRAW	Campo Magnético Bruto	nT
MAGCOM	Campo Magnético Compensado	nT
MAGCOR	Campo Magnético Corrigido “Lag” e Variação Diurna	nT
MAGLEV	Campo Magnético Nivelado	nT
MAGMIC	Campo Magnético Micronivelado	nT
MAGIGRF	Campo Magnético Reduzido do IGRF	nT
IGRF	Valor do Campo Magnético de Referência	nT
LONG	Longitude	Graus Decimais
LAT	Latitude	Graus Decimais
MDT	Modelo Digital do Terreno	Metros

Gamaespectrometria

CAMPO	DESCRIÇÃO	UNIDADE
X	UTM ESTE	Metros
Y	UTM NORTE	Metros
FIDUCIAL	Fiducial	-
GPSALT	Altura GPS	Metros
BARO	Altitude Barométrica	Metros
RAD	Radar Altimetro	Metros
TCRAW	Contagem Total Bruta	cps
KRAW	Potássio Bruto	cps
URAW	Urânio Bruto	cps
THRAW	Tório Bruto	cps
UPU	<i>Upward</i> Urânio	cps
COSMIC	Radiação Cósmica	cps
LIVETIME	Livetime	ms
TEMP	Temperatura	Graus Celsius
TCCORR	Contagem Total Corrigida	cps
KCORR	Potássio Corrigido	cps
UCORR	Urânio Corrigido	cps
THCORR	Tório Corrigido	cps
TCEXP	Taxa de Exposição da Contagem Total	µR/h
KPERC	Concentração de Potássio	%

CAMPO	DESCRIÇÃO	UNIDADE
UPPM	Concentração de Urânio	ppm
THPPM	Concentração de Tório	ppm
THKRATIO	Razão Tório/Potássio	-
UKRATIO	Razão Urânio/Potássio	-
UTHRATIO	Razão Urânio/Tório	-
LONG	Longitude	Graus Decimais
LAT	Latitude	Graus Decimais
MDT	Modelo Digital do Terreno	Metros

Todas as coordenadas estão referenciadas ao datum SAD-69, as coordenadas métricas estão na projeção UTM zona 22 Sul

Nos arquivos apresentados em CD-ROM o conteúdo dos CD's segue o descrito na tabela abaixo.

CD#1	Banco de Dados GDB (Gamaespectrometria e Magnetometria), Grids e Relatório Final
CD#2	Arquivos de Plotagem
CD#3	Mapas Magnetometria e Modelo Digital do Terreno
CD#4	Mapas Gamaespectrometria
CD#5	Banco de Dados XYZ (Gamaespectrometria e Magnetometria da Linha 10010 a 11400)
CD#6	Banco de Dados XYZ (Magnetometria da Linha 11410 a 13020 e Linhas de Controle)