



SIC
SECRETARIA DE INDÚSTRIA E COMÉRCIO
SUPERINTENDÊNCIA DE GEOLOGIA E MINERAÇÃO

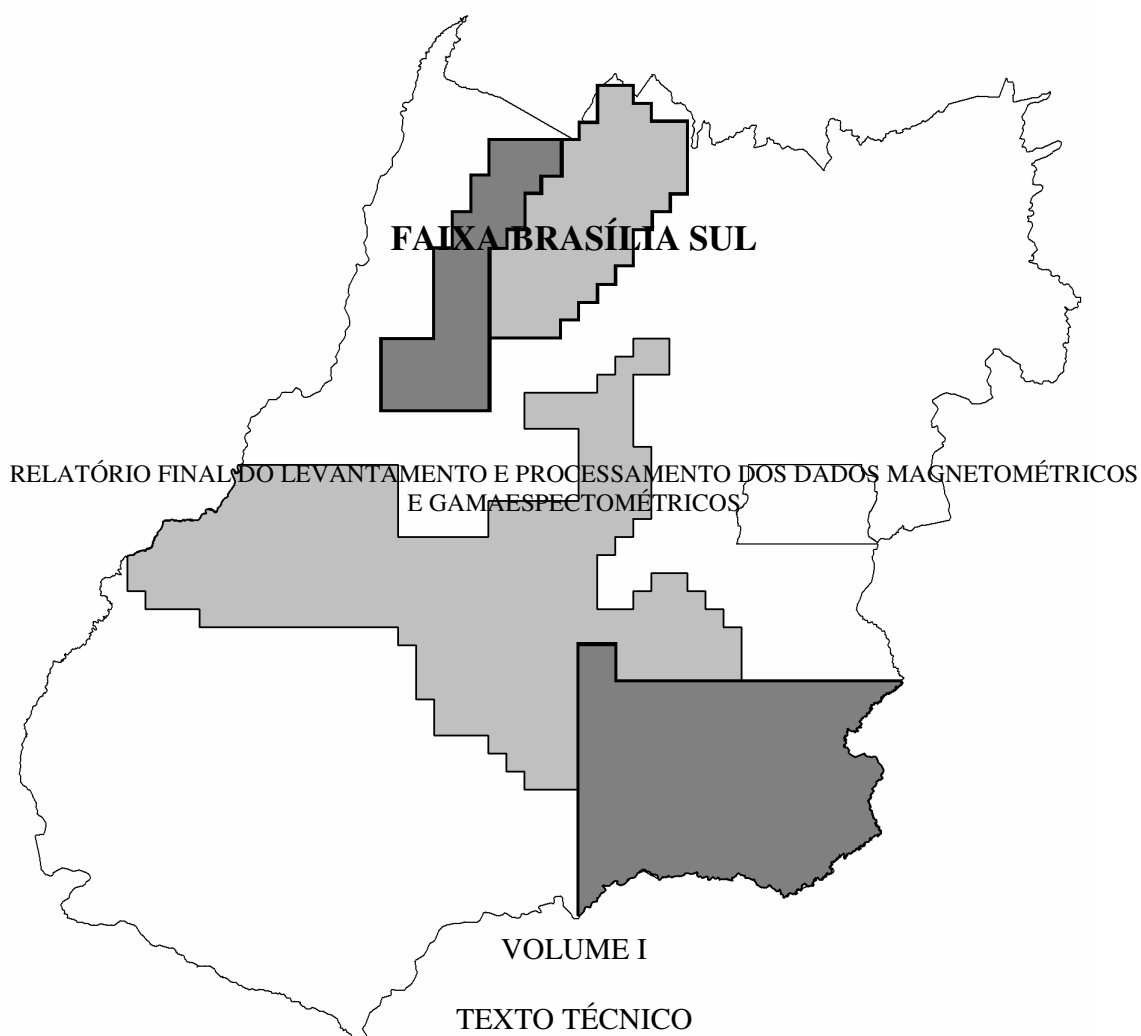


MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO
E TRANSFORMAÇÃO MINERAL



LEVANTAMENTO AEROGEOFÍSICO DO ESTADO DE GOIÁS - 2ª ETAPA

CONVÊNIO SGM/TM / MME / SIC / SGM / FUNMINERAL



2005
LASA ENGENHARIA E PROSPECÇÕES



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

LUIZ INÁCIO LULA DA SILVA
Presidente

DILMA VANA ROUSSEFF
Ministra de Minas e Energia

GILES CARRICONDE AZEVEDO
Secretário de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

AGAMENON SÉRGIO LUCAS DANTAS
Presidente da CPRM - Serviço Geológico do Brasil



Um Estado melhor a cada dia

ESTADO DE GOIÁS

MARCONI FERREIRA PERILLO JÚNIOR
Governador

RIDOVAL DARCI CHIARELOTO
Secretário de Indústria e Comércio

LUIZ FERNANDO MAGALHÃES
Superintendente de Geologia e Mineração

JULHO - 2005

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

FAIXA BRASÍLIA SUL

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 (17 Folhas)
VOLUME III	ANEXOS – ESCALA: 1:100.000 <ul style="list-style-type: none">• MAGNETOMETRIA - MAPA DA 1ª DERIVADA VERTICAL (17 Folhas)
VOLUME IV	ANEXOS – ESCALA: 1:100.000 <ul style="list-style-type: none">• MAGNETOMETRIA - MAPA DE SINAL ANALÍTICO (17 Folhas)
VOLUME V	ANEXOS – ESCALA: 1:100.000 <ul style="list-style-type: none">• GAMAESPECTROMETRIA - MAPA DE CONTAGEM TOTAL (17 Folhas)
VOLUME VI	ANEXOS – ESCALA: 1:100.000 <ul style="list-style-type: none">• GAMAESPECTROMETRIA - MAPA DE POTÁSSIO (17 Folhas)
VOLUME VII	ANEXOS – ESCALA: 1:100.000 <ul style="list-style-type: none">• GAMAESPECTROMETRIA - MAPA DE URÂNIO (17 Folhas)
VOLUME VIII	ANEXOS – ESCALA: 1:100.000 <ul style="list-style-type: none">• GAMAESPECTROMETRIA - MAPA DE TÓRIO (17 Folhas)
VOLUME IX	ANEXOS – ESCALA: 1:100.000 <ul style="list-style-type: none">• GAMAESPECTROMETRIA - MAPA DE RAZÃO URÂNIO/TÓRIO (17 Folhas)
VOLUME X	ANEXOS – ESCALA: 1:100.000 <ul style="list-style-type: none">• GAMAESPECTROMETRIA - MAPA DE RAZÃO URÂNIO/POTÁSSIO (17 Folhas)
VOLUME XI	ANEXOS – ESCALA: 1:100.000 <ul style="list-style-type: none">• GAMAESPECTROMETRIA - MAPA DE RAZÃO TÓRIO/POTÁSSIO (17 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**

FAIXA BRASÍLIA SUL

VOLUME I - TEXTO TÉCNICO

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. AQUISIÇÃO DE DADOS	6
2.1 - Características do Levantamento	6
2.2 - Equipamentos Utilizados	6
2.2.1 - Aeronaves	7
2.2.2 - Aeromagnetômetro	7
2.2.3 - Aerogamaespectrômetro	8
2.2.4 - Sistema de Aquisição de Dados	8
2.2.5 - Sistema de Vídeo	9
2.2.6 - Altímetros	10
2.2.7 - Sistema de Navegação e Posicionamento	10
2.2.8 - Magnetômetro Terrestre	10
2.3 - Planejamento e Mobilização	11
2.3.1 - Elaboração do Projeto de Vôo	11
2.3.2 - Estatística das Operações	12
2.3.3 - Mapa do Projeto de Vôo	14
2.3.4 - Testes dos Equipamentos	14
2.3.5 - Cálculo da Resolução dos Cristais Detectores (<i>Upward</i> e <i>Downward</i>)	20
2.3.6 - Calibração dos Detectores <i>Downward Looking</i>	21
2.3.7 - Calibração dos Detectores <i>Upward Looking</i>	24
2.4 - Compilação de Dados	24
2.5 - Equipe Técnica na Base de Operações	25

3. PROCESSAMENTO DE DADOS	-----26
3.1- Fluxo de Processamento	-----26
3.1.1 - Preparação do Banco de Dados do Levantamento	-----26
3.1.2 - Processamento dos Dados Magnéticos	-----26
3.1.2.1 - Remoção da Variação Magnética Diurna	-----26
3.1.2.2 - Correção do Erro de Paralaxe	-----26
3.1.2.3 - Nivelamento dos Perfis	-----27
3.1.2.4 - Micronivelamento dos Perfis	-----27
3.1.2.5 - Remoção do IGRF	-----28
3.1.3 - Processamento dos Dados Radiométricos	-----28
3.1.3.1 - Correção do Tempo Morto	-----28
3.1.3.2 - Aplicação de Filtragem	-----28
3.1.3.3 - Correção do Erro de Paralaxe	-----29
3.1.3.4 - Cálculo da Altura Efetiva de Vôo	-----29
3.1.3.5 - Remoção do <i>Background</i> da Aeronave e Cósmico	-----29
3.1.3.6 - Cálculo do <i>Background</i> do Radônio	-----29
3.1.3.7 - Estimativa dos Coeficientes <i>Skyshine</i> (a_1 e a_2)	-----30
3.1.3.8 - Correção do Efeito Compton	-----31
3.1.3.9 - Correção Altimétrica	-----32
3.1.3.10 - Conversão para Concentração de Elementos	-----32
3.1.4 - Determinação das Razões eU/eTh , eU/K e eTh/K	-----33
3.2 - Interpolação e Contorno	-----34
3.3 - Arquivo Final de Dados	-----34
3.4 - Equipe Envolvida no Processamento dos Dados	-----34
4. PRODUTOS FINAIS	-----36
4.1 - Mapas de Contorno do Campo Magnético Total, da 1ª Derivada Vertical e do Sinal Analítico do Campo Magnético Total (Reduzidos do IGRF)	-----38
4.2 - Mapas Radiométricos dos Canais de Potássio, Urânio, Tório e Contagem Total	-----38
4.3 - Mapa Radiométrico Ternário	-----38
4.4 - Mapas das Razões Radiométricas eU/eTh , eU/K e eTh/K	-----39

4.5 - Mapa do Modelo Digital do Terreno -----	39
4.6 - Nomenclatura dos Arquivos de Mapas e Impressão -----	39
4.7 - Relatório Final -----	40
4.8 - Arquivos Digitais Finais do Levantamento -----	40
4.9 - Produtos Originais -----	41
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS -----	48

ÍNDICE DOS ANEXOS

ANEXO I	RESULTADO DOS PROCESSOS DE CALIBRAÇÃO DOS GAMAESPECTRÔMETROS
ANEXO II	DETERMINAÇÃO DAS CONSTANTES DE CALIBRAÇÃO DO RADÔNIO
ANEXO III	RESUMO DO PROCESSO DE CALIBRAÇÃO DOS ALTÍMETROS
ANEXO IV	RESUMO DOS PROCESSOS DE COMPENSAÇÃO MAGNÉTICA
ANEXO V	QUADROS SINÓPTICOS DAS OPERAÇÕES DE CAMPO
ANEXO VI	CONTEÚDO DOS DVD-ROMs

ÍNDICE DAS FIGURAS

Figura 1	- Localização da Área do Projeto Aerogeofísico -----	2
Figura 2	- Vértices do Projeto -----	3
Figura 3	- Aeronave Piper Navajo PA-31 – PT-WOT-----	4
Figura 4	- Aeronave Cessna Titan 404 – PT-FZN-----	4
Figura 5	- Exemplo de Registro de Magnetômetro de Base -----	11
Figura 6	- Mapa das Linhas de Vôo por Aeronave -----	12
Figura 7	- Gráfico da Estatística das Operações - PT-WOT -----	13
Figura 8	- Gráfico da Estatística das Operações - PT-FZN -----	14
Figura 9	- Fluxograma do Processamento de Dados -----	35
Figura 10	- Articulação das Folhas na Escala 1:100.000-----	37
Figura 11	- Mapa Pseudo-Iluminado do Campo Magnético Total (reduzido do IGRF)-----	42
Figura 12	- Mapa do Sinal Analítico do Campo Magnético Total (reduzido do IGRF)-----	43
Figura 13	- Mapa Radiométrico da Taxa de Exposição do Canal de Contagem Total -----	44
Figura 14	- Mapa Radiométrico Ternário (K-U-Th)-----	45
Figura 15	- Mapa Radiométrico da Razão Tório/Potássio-----	46
Figura 16	- Mapa do Modelo Digital do Terreno -----	47

ÍNDICE DAS TABELAS

Tabela 1 - Coordenadas Geográficas do Projeto -----	3
Tabela 2 - Equipamentos Utilizados – PT-FZN -----	6
Tabela 3 - Equipamentos Utilizados – PT-WOT-----	7
Tabela 4 - Faixas Energéticas do Gamaespectrômetro e os Canais Correspondentes -----	8
Tabela 5 - Quilometragem Produzida e Área Levantada-----	11
Tabela 6 - Estatística das Operações de Campo - PT-WOT-----	12
Tabela 7 - Estatística das Operações de Campo - PT-FZN -----	13
Tabela 8 - Teste de Manobras – PT-FZN -----	16
Tabela 9 - Teste de Manobras – PT-WOT-----	16
Tabela 10 - Testes Diários com Amostras Radioativas no Solo – PT-FZN-----	17
Tabela 11 - Testes Diários com Amostras Radioativas no Solo – PT-WOT -----	17
Tabela 12 - Testes Diários de Repetibilidades Radioativas – PT-FZN-----	19
Tabela 13 - Testes Diários de Repetibilidades Radioativas – PT-WOT-----	19
Tabela 14 - Concentração dos Tanques de Calibração Portáteis -----	21
Tabela 15 - Coeficientes de Espalhamento <i>Compton</i> -----	22
Tabela 16 - <i>Background</i> da Aeronave e <i>Cosmic Stripping Ratios</i> – PT-FZN-----	22
Tabela 17 - <i>Background</i> da Aeronave e <i>Cosmic Stripping Ratios</i> – PT-WOT-----	23
Tabela 18 - Coeficientes de Calibração do Radônio -----	30
Tabela 19 - Coeficiente de Atenuação Atmosférica-----	32
Tabela 20 - Constantes de Sensibilidade-----	33
Tabela 21 - Valores Mínimos para Cálculo das Razões Radiométricas -----	33
Tabela 22 - Características da Apresentação dos Mapas Aerogeofísicos -----	36
Tabela 23 - Características dos Intervalos de Contorno dos Mapas Aerogeofísicos -----	37
Tabela 24 - Nomenclatura dos Arquivos de Mapas Quanto ao Tema -----	39
Tabela 25 - Nomenclatura dos Arquivos de Mapas Quanto a Codificação-----	40

1. INTRODUÇÃO

A área do levantamento está localizada na parte sudeste do Estado de Goiás, na região Centro-Oeste brasileira (Figura 1). O levantamento aerogeofísico constou do recobrimento de 75.187,92¹ 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 33.179 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 com duas aeronaves: No período entre 01/04/2005 e 13/06/2005 com a aeronave PT-WOT, que recobriu a maior parte do projeto e entre 18/05/2005 e 10/06/2005 com a aeronave PT-FZN, que cobriu uma parte menor do projeto no lado leste. As aeronaves ficaram baseadas em Goiânia (GO) e em Catalão (MT) sendo posicionadas nestas bases em função da proximidade das linhas de produção. Assim sendo a aeronave PT-WOT iniciou seus trabalhos de Goiânia, finalizando-os em Catalão. Já a aeronave PT-FZN ficou restrita a base de Catalão, onde foram finalizados os trabalhos de aquisição de dados aerogeofísicos.

¹ Quilometragem apresentada nos arquivos dos Banco de Dados

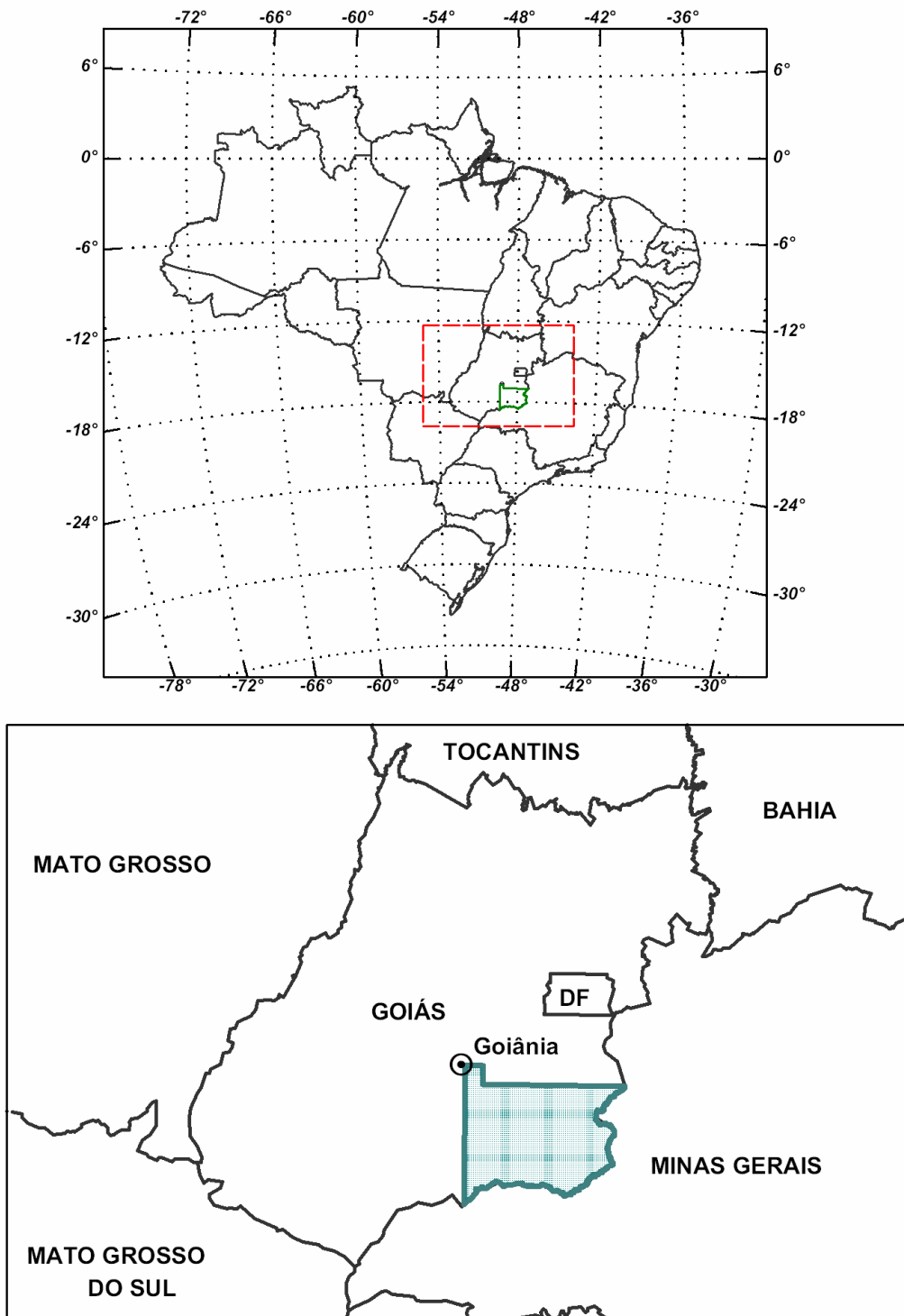


Figura 1 - Localização da Área do Projeto Aeroeoffísico

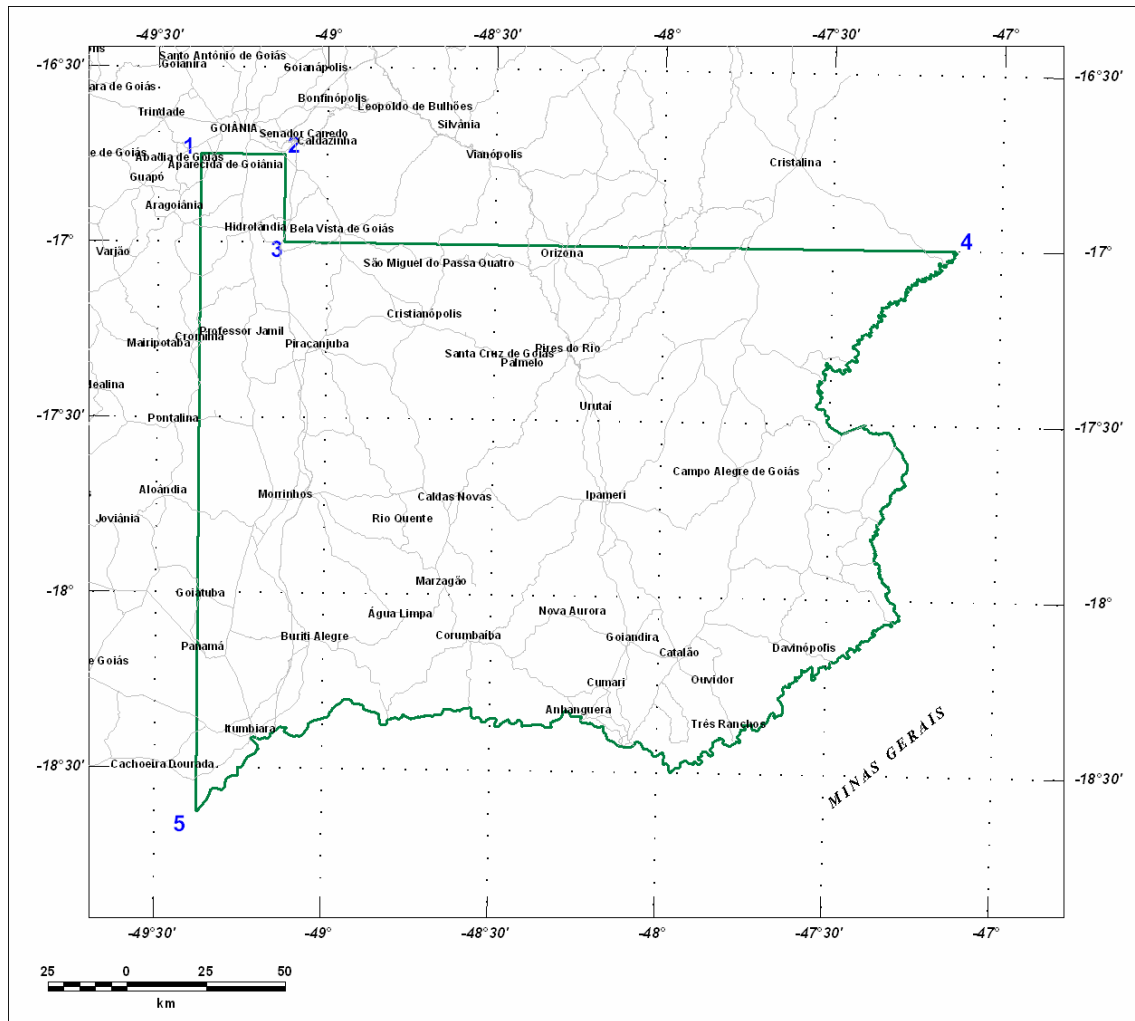


Figura 2 – Vértices do Projeto

VÉRTICE	LONGITUDE WGr.	LATITUDE SUL
1	-49°22'30"	-16°45'00"
2	-49°07'30"	-16°45'00"
3	-49°07'30"	-17°00'00"
4	-47°08'20"	-17°00'00"
Fronteira Estadual Goiás-Minas Gerais		
5	-49°22'30"	-18°37'30"

Tabela 1 - Coordenadas Geográficas do Projeto

Foram utilizadas duas aeronaves de propriedade da Lasa Engenharia e Prospecções S/A, para a execução deste projeto, para a aquisição de dados, um Piper Navajo-PA31, prefixo PT-WOT (Figura 3) e um Cessna Titan 404, prefixo PT-FZN (Figura 4).



Figura 3 - Aeronave Piper Navajo PA31 – PT-WOT



Figura 4 - Aeronave Cessna Titan 404 – PT-FZN

A metodologia para a aquisição dos dados seguiu a sistemática descrita adiante. Ao longo dos perfis foram realizadas dez leituras do aeromagnetômetro e uma leitura do gamaespectrômetro por segundo, posicionadas com sistema de observação de satélite GPS, de precisão melhor do que 10 m. Duas estações fixas para controle da variação diurna do campo magnético terrestre foram instaladas nos aeroportos de Goiânia (GO) e de Catalão (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 vô: N-S
- Espaçamento entre as linhas de vô: 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 vô: 100 m
- Velocidade aproximada de vô - PT-FZN: 296 km/h
- Velocidade aproximada de vô - PT-WOT: 287 km/h

2.2 Equipamentos Utilizados

As Tabelas 2 e 3, a seguir, apresentam os equipamentos utilizados pelas aeronaves PT-FZN e PT-WOT.

CARACTERÍSTICAS	
Prefixo da Aeronave	PT-FZN
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)	2.560 pol ³ (<i>down</i>) e 512 pol ³ (<i>up</i>)
Sistema de Navegação GPS	Trimble AG-132
Sistema de Aquisição GPS	Trimble AG-132
Câmera de Rastreamento	Sony DXC-150A
Radar Altimetro	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 – PT-FZN

CARACTERÍSTICAS	
Prefixo da Aeronave	PT-WOT
Modelo da Aeronave	Navajo PA31
Fabricante da Aeronave	Piper
Aeromagnetômetro (Vapor de Césio)	Scintrex CS-2
Gamaespectrômetro	Exploranium GR-820
Volume dos Cristais Detetores de NaI (Iodeto de Sódio)	2.560 pol ³ (<i>down</i>) e 512 pol ³ (<i>up</i>)
Sistema de Navegação GPS	Trimble AG-132
Sistema de Aquisição GPS	Trimble AG-132
Câmera de Rastreo	Sony DXC-150A
Radar Altímetro	King KRA-10
Radar Barométrico	Rosemount, 1241M
Magnetômetro Terrestre <i>Overhauser</i>	GEM GSM-19
Sistema de Aquisição de Dados	FASDAS

Tabela 3 - Equipamentos Utilizados – PT-WOT

2.2.1. Aeronaves

Aeronave Cessna, modelo Titan 404, prefixo PT-FZN. O Cessna Titan é uma aeronave a pistão, de asa convencional, trem de pouso retrátil, equipada com motores Continental de 375 HP. Opera a uma velocidade média de 290 km/h e possui autonomia de 8:00 h.

Aeronave Piper, modelo Navajo PA-31, prefixo PT-WOT. Esta aeronave é um bimotor, de asa baixa, equipada com motores Continental, modelo TIO-540-A2C, de 310 HP. Opera a uma velocidade média de 290 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 nos sistemas de aquisição:

Resolução: 0,001 nT

Faixa: 20.000 - 95.000 nT

Montagem: *Stinger*

As leituras do magnetômetro são realizadas a cada 0,1 segundo, o que equivale, para a velocidade de 296 km/h da aeronave PT-FZN, a aproximadamente 8,2 m no terreno e a velocidade de 287 km/h da aeronave PT-WOT, a aproximadamente 8,0 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 82 m no terreno para a aeronave PT-FZN e 80 m para a aeronave PT-WOT.

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 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	-
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 Sony, 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 possibilita a gravação do número do vôo, número da linha e valores dos fiduciais na imagem de vídeo coletada.

2.2.6. Altímetros

A altura de vôo 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 ao dos radares altímetros.

2.2.7. Sistema de Navegação e Posicionamento

A navegação das aeronaves foi efetuada por um sistema GPS. As informações de posicionamento são processadas pelo sistema de aquisição de dados 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 AG-132, de correção em tempo real (DGPS *real time*).

As coordenadas dos valores amostrados a bordo foram convertidas do esferóide WGS-84 para o Datum SAD-69 (IBGE) na fase de processamento.

Na projeção UTM foram utilizados os seguintes parâmetros:

- Meridiano Central: 51°W
- Fator de escala no meridiano Central: 0.9996
- Origem da coordenada Leste (no Meridiano Central): 500.000 m

Origem da coordenada Norte (no Equador): 10.000.000 m

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 nos aeroportos de Goiânia (GO) e Catalão (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.

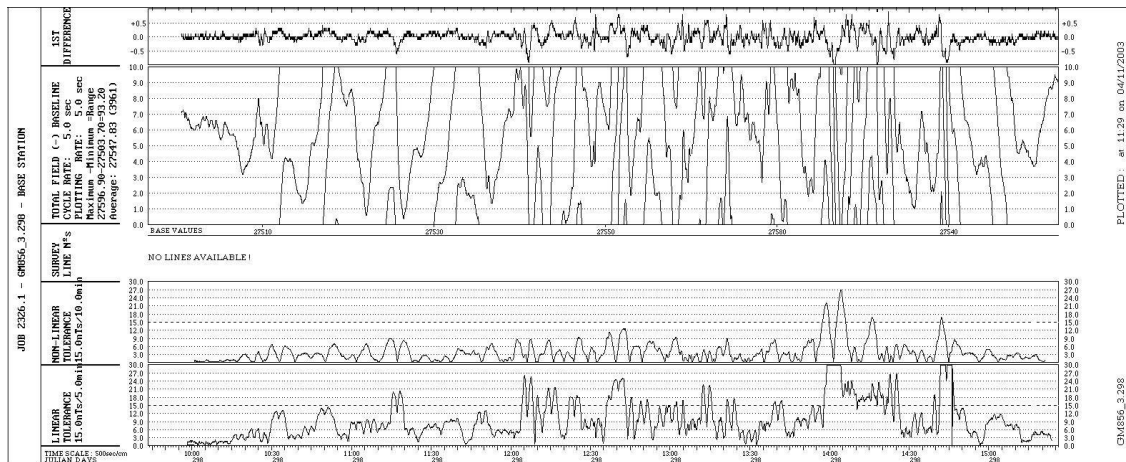


Figura 5 - Exemplo de Registro de Magnetômetro de Base

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 das bases de operações, instaladas nas localidades de Goiânia (GO) e Catalão (MT);
- Obtenção da autorização do aerolevanteamento 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° 038, de 28.03.2005.

2.3.1. Elaboração do Projeto de Vôo

Para cobertura completa da área relativa a Faixa Brasília Sul, foram programadas linhas de vôo e de controle, totalizando 75.187,92 km de perfis geofísicos, conforme a Tabela 5 abaixo, a Figura 6 apresenta o arranjo das linhas voadas no Projeto por cada aeronave.

Área (km ²)	481 Linhas de Vôo (km)	41 Linhas de Controle (km)	522 (Linhas de Vôo+Controle) km
33.179	75.187,92	6.956,80	68.231,12

Tabela 5 - Quilometragem Produzida e Área Levantada

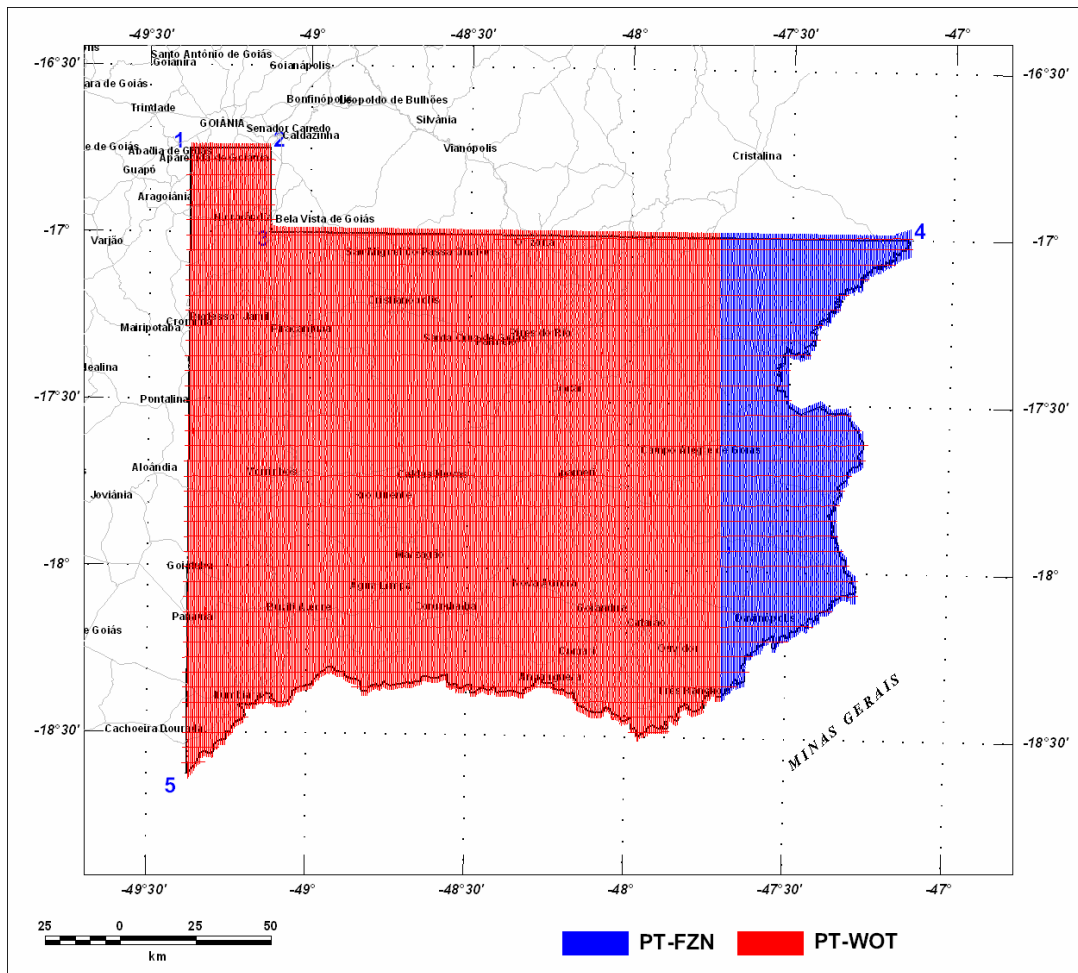


Figura 6 – Mapa das Linhas de Vôo por Aeronave

2.3.2. Estatística das Operações

O Levantamento Faixa Brasília Sul foi executado entre 01 de abril de 2005 e 13 de junho de 2005 em 74 dias, consumindo 260,83 horas vôo produtivo para a aquisição dos dados. As Tabelas 6 e 7 e os gráficos das Figuras 7 e 8 a seguir mostram a estatística obtida durante a fase de aquisição dos dados por cada aeronave.

		Nº Dias	%
1	PRODUÇÃO	60	81.08%
2	METEOROLOGIA	1	1.35%
3	MANUTENÇÃO DE AERONAVE	6	8.11%
4	TEMPESTADE MAGNÉTICA	1	1.35%
5	FALHA DE EQUIPAMENTO	2	2.70%
6	TESTES CONTRATUAIS	2	2.70%
7	OUTROS	2	2.70%
		74	100.00%

Tabela 6 - Estatística das Operações de Campo – PT-WOT

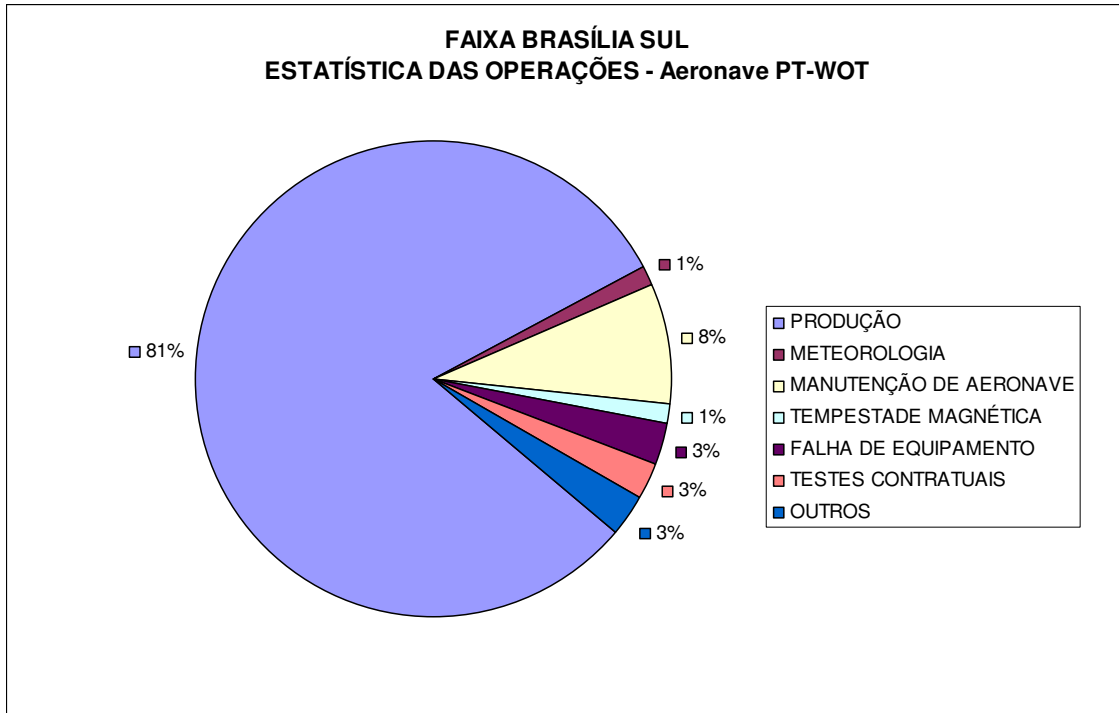


Figura 7 - Gráfico da Estatística das Operações – PT-WOT

		Nº Dias	%
1	PRODUÇÃO	13	54.17%
2	METEOROLOGIA	0	0.00%
3	MANUTENÇÃO DE AERONAVE	7	29.17%
4	TEMPESTADE MAGNÉTICA	1	4.17%
5	FALHA DE EQUIPAMENTO	2	8.33%
6	TESTES CONTRATUAIS	1	4.17%
7	OUTROS	0	0.00%
		24	100.00%

Tabela 7 - Estatística das Operações de Campo – PT-FZN

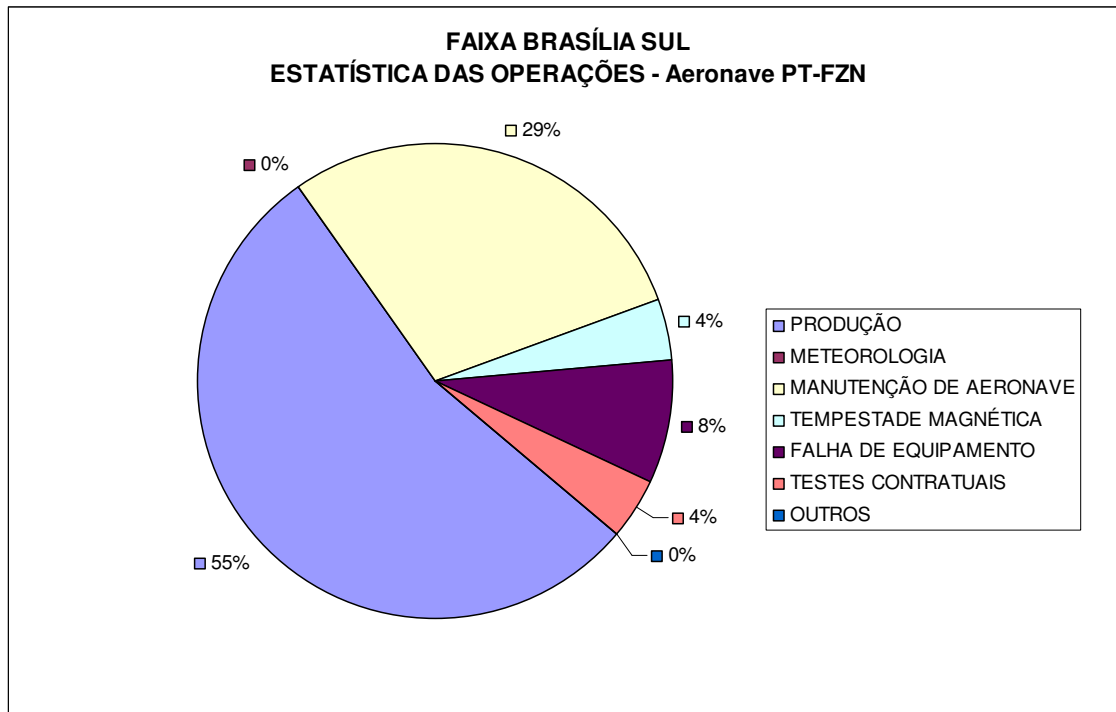


Figura 8 - Gráfico da Estatística das Operações – PT-FZN

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 no Anexo III.

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 freqüência 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 8 e 9 a seguir e o resultado completo pode ser consultado no Anexo IV.

VÔO No. 203	DATA: 18.05.2005		BASE: GOIÂNIA (GO)		
LINHA	AZIMUTE	ROLL (nT)	PITCH (nT)	YAW (nT)	TOTAL (nT)
N	360°	0,10	0,07	0,10	0,27
E	90°	0,06	0,07	0,10	0,23
S	180°	0,03	0,10	0,10	0,23
W	270°	0,10	0,07	0,10	0,27
Somatório					1,00

VÔO No. 229	DATA: 06.06.2005		BASE: CATALÃO (GO)		
LINHA	AZIMUTE	ROLL (nT)	PITCH (nT)	YAW (nT)	TOTAL (nT)
N	360°	0,07	0,08	0,13	0,28
E	90°	0,20	0,10	0,10	0,40
S	180°	0,10	0,10	0,10	0,30
W	270°	0,09	0,10	0,11	0,30
Somatório					1,28

Tabela 8 – Teste de Manobras – PT-FZN

VÔO No.006	DATA: 04.04.2005		BASE: GOIÂNIA (GO)		
LINHA	AZIMUTE	ROLL (nT)	PITCH (nT)	YAW (nT)	TOTAL (nT)
N	360°	0.16	0.08	0.06	0.30
E	90°	0.04	0.06	0.06	0.16
S	180°	0.06	0.08	0.06	0.20
W	270°	0.04	0.07	0.16	0.27
Somatório					0,93

Tabela 9 – Teste de Manobras – PT-WOT

d) Teste com Amostras Radioativas no Solo

Com vistas a controlar o comportamento do desempenho do sistema gamaespectrométrico dos cristais voltados para baixo, testes com amostras de mão de urânio e tório são realizados antes do início e após os vôos operacionais 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
19.05.05	204/205	130	-	196	-
20.05.05	206	117	119	188	204
22.05.05	211	95	94	158	150
24.05.05	214	93	101	157	144
25.05.05	215	96	97	153	147
26.05.05	216	100	99	163	158
27.05.05	220	98	95	157	159
28.05.05	224	86	98	119	161
29.05.05	225	-	99	-	156
07.06.05	230/231	98	96	153	156
08.06.05	232/233	-	97	-	159
09.06.05	234/236	-	96	-	156
10.06.05	237/238	78	95	155	156

Tabela 10 – Testes Diários com Amostras Radioativas no Solo – PT-FZN

TESTE COM AMOSTRAS RADIOATIVAS NO SOLO (CPS)					
DATA	VÔO	URÂNIO (U)		TÓRIO (Th)	
		INÍCIO	FIM	INÍCIO	FIM
04.04.04	6/7	94	99	135	137
05.04.04	8	109	94	175	173
06.04.04	9/10	109	110	173	174
07.04.04	11	107	106	176	176
08.04.04	12/13	108	110	173	173
09.04.04	14/15	108	107	167	172
10.04.04	16	108	109	175	172
11.04.04	17/18	106	111	175	180
12.04.04	19	108	111	175	177
13.04.04	20/21	109	109	175	175
14.04.04	22/23	106	106	179	177
15.04.04	24/25	109	108	176	175
17.04.04	26/27	111	110	177	177
18.04.05	28	110	108	176	171
19.04.05	29/30	110	111	175	177
20.04.05	31	108	111	177	179
21.04.05	33/34	109	109	175	174
22.04.05	35/36	108	109	172	174
23.04.05	37/38	107	108	174	172
25.04.05	39/40	107	106	164	175
27.04.05	41	109	111	175	176
28.04.05	42	107	106	177	176
29.04.05	43	109	111	173	177
30.04.05	44	109	108	173	177
01.05.05	45	111	110	174	175
02.05.05	46/47	105	109	175	173
03.05.05	48/49	105	110	174	176
04.05.05	50/51	110	110	175	175
05.05.05	52/53	108	109	173	176

TESTE COM AMOSTRAS RADIOATIVAS NO SOLO (CPS)					
DATA	VÔO	URÂNIO (U)		TÓRIO (Th)	
		INÍCIO	FIM	INÍCIO	FIM
06.05.05	54/55	108	106	176	175
07.05.05	56/57	110	109	175	173
08.05.05	58/59	109	111	174	175
10.05.05	60/61	108	109	179	174
11.05.05	62/63	109	110	176	175
12.05.05	64	111	109	174	178
13.05.05	65/66	110	109	180	175
14.05.05	67/68	110	110	172	174
15.05.05	69	110	110	177	176
16.05.05	70	111	108	175	174
17.05.05	71	110	110	178	176
19.05.05	73	107	109	175	174
20.05.05	74/75	112	110	175	173
21.05.05	76/77	109	107	173	175
22.05.05	78	110	108	177	173
23.05.05	80/81	92	90	137	134
24.05.05	82/83	89	89	137	136
25.05.05	84	92	90	136	138
26.05.05	85	93	91	139	137
27.05.05	86/87	92	90	138	139
28.06.05	88/89	87	90	133	133
31.05.05	90	95	95	134	143
01.06.05	92	91	88	139	174
02.06.05	93	89	92	140	137
06.06.05	96	92	95	139	140
07.06.05	97/98	92	93	139	117
08.06.05	99/100	91	89	137	137
09.06.05	101	89	91	140	121
10.06.05	102/103	92	90	139	104
11.06.05	104/105	95	91	147	140
12.06.05	106	90		137	
13.06.05	107	91	92	139	137

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

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	URÂNIO (U)		TÓRIO (Th)	
		INÍCIO	FIM	INÍCIO	FIM
19.05.05	204	38.00	22.00	51.00	49.00
19.05.05	205	-	23.00	-	53.00
20.05.05	206	30.00	-	51.00	-
22.05.05	211	40.00	65.00	81.00	124.00
24.05.05	214	84.00	67.00	120.00	122.00
25.05.05	215	75.00	69.00	120.00	124.00
26.05.05	216	69.00	65.00	119.00	115.00
27.05.05	220	72.00	69.00	112.00	116.00
28.05.05	224	57.00	64.00	106.00	119.00
29.05.05	225	60.00	65.00	102.00	116.00
07.06.05	230	77.00	70.00	116.00	118.00
08.06.05	232	75.00	70.00	114.00	113.00
09.06.05	.234/235	61.00	66.00	116.00	117.00
10.06.05	237	74.00	68.00	114.00	119.00

Tabela 12 – Testes Diários de Repetibilidades Radioativas – PT-FZN

TESTE DE REPETIBILIDADE RADIOATIVA (LOW LEVEL) = 100 m					
DATA	VÔO	URÂNIO (U)		TÓRIO (Th)	
		INÍCIO	FIM	INÍCIO	FIM
04.04.04	6	29.00	28.00	56.00	55.00
05.04.05	8	35.00	32.00	56.00	62.00
06.04.05	9	40.00	26.00	55.00	60.00
07.04.05	11	39.00	28.00	57.00	58.00
08.04.05	12	41.00	24.00	58.00	55.00
09.04.05	14	40.00	28.00	59.00	56.00
10.04.05	16	33.00	30.00	57.00	60.00
11.04.05	17	36.00	30.00	59.00	59.00
12.04.05	19	31.00	29.00	60.00	62.00
13.04.05	20	37.00	28.00	61.00	59.00
14.04.05	22	41.00	36.00	60.00	60.00
15.04.05	24	41.00	31.00	63.00	60.00
17.04.05	26	48.00	30.00	64.00	59.00
18.04.05	28	62.00	65.00	62.00	65.00
19.04.05	29	39.00	32.00	58.00	62.00
20.04.05	31	43.00	33.00	61.00	66.00
21.04.05	33	41.00	30.00	62.00	63.00
22.04.05	35	50.00	28.00	66.00	64.00
23.04.05	37	36.00	35.00	61.00	63.00
25.04.05	39	36.00	32.00	64.00	63.00
27.04.05	41	31.00	31.00	65.00	62.00
28.04.05	42	42.00	39.00	61.00	62.00
29.04.05	43	40.00	31.00	64.00	61.00
30.04.05	44	39.00	27.00	60.00	56.00
01.05.05	45	40.00	27.00	60.00	52.00
02.05.05	46	40.00	25.00	59.00	55.00
03.05.05	48	25.00	38.00	56.00	60.00

TESTE DE REPETIBILIDADE RADIOATIVA (<i>LOW LEVEL</i>) = 100 m)					
DATA	VÔO	URÂNIO (U)		TÓRIO (Th)	
		INÍCIO	FIM	INÍCIO	FIM
04.05.05	50	38.00	27.00	59.00	55.00
05.05.05	52	41.00	30.00	58.00	61.00
06.05.05	54	38.00	30.00	58.00	59.00
07.05.05	56	44.00	36.00	60.00	58.00
08.05.05	58	46.00	32.00	60.00	59.00
10.05.05	60	36.00	36.00	61.00	58.00
11.05.05	62	41.00	35.00	55.00	53.00
12.05.05	64	55.00	25.00	75.00	53.00
13.05.05	65	36.00	27.00	57.00	54.00
14.05.05	67	44.00	26.00	62.00	61.00
15.05.05	69	29.00	31.00	57.00	59.00
16.05.05	70	32.00	25.00	62.00	59.00
17.05.05	71	41.00	27.00	60.00	58.00
19.05.05	73	40.00	33.00	54.00	58.00
19.05.05	74	33.00	51.00	58.00	64.00
21.05.05	76	35.00	41.00	59.00	62.00
22.05.05	78	35.00	33.00	61.00	59.00
23.05.05	80	95.00	84.00	149.00	142.00
24.05.05	82	93.00	98.00	144.00	144.00
25.05.05	84	74.00	86.00	147.00	149.00
26.05.05	85	61.00	76.00	134.00	131.00
27.05.05	86	80.00	91.00	139.00	131.00
28.05.05	88	81.00	59.00	132.00	123.00
31.05.05	90	81.00	78.00	136.00	137.00
01.06.05	92	81.00	74.00	130.00	135.00
02.06.05	93	85.00	82.00	133.00	141.00
06.06.05	96	74.00	73.00	135.00	129.00
07.06.05	97	86.00	73.00	133.00	130.00
07.06.05	98	-	73.00	-	136.00
08.06.05	99	86.00	81.00	139.00	134.00
08.06.05	100	-	78.00	-	138.00
09.06.05	101	90.00	76.00	147.00	136.00
10.06.05	102	88.00	72.00	138.00	133.00
10.06.05	103	-	71.00	-	134.00
11.06.05	104	84.00	72.00	138.00	134.00
11.06.05	105	-	75.00	-	132.00
12.06.05	106	83.00	64.00	138.00	132.00
13.06.05	107	81.00	72.00	132.00	129.00

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

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	PT-FZN		PT-WOT	
α	0,2685	+/- 0,0042	0,2505	+/- 0,0024
β	0,4257	+/- 0,0085	0,3946	+/- 0,0055
γ	0,7732	+/- 0,0127	0,7072	+/- 0,0077
a	0,0752	+/- 0,0070	0,0534	+/- 0,0039
b	0,0175	+/- 0,0041	0,0051	+/- 0,0023
g	0,0156	+/- 0,0030	0,0117	+/- 0,0016

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.

As Tabelas 16 e 17 a seguir apresentam os resultados obtidos pelas aeronaves no vôo cósmico, a apresentação dos resultados na forma de gráficos encontram-se no Anexo I, no final deste relatório.

Altitude (m)	Cósmico (cps)	U (cps)	K (cps)	Th (cps)	Uup (cps)	CT (cps)
1117,4	220,3	12,2	27,5	11,6	3,6	1142,0
1765,4	285,7	13,7	29,8	13,8	4,1	1182,3
2414,3	376,5	16,7	33,1	16,8	4,9	1249,8
2738,6	433,5	17,7	34,7	18,9	5,1	1275,5
3393,7	581,3	19,9	38,5	23,9	5,7	1346,0
4047,8	781,5	25,7	45,3	31,1	7,4	1483,0
4389,7	910,8	28,6	48,5	36,3	8,1	1565,7
1117,4	220,3	12,2	27,5	11,6	3,6	1142,0

Coefficiente	C. Total	K	U	Th	U up
a (cps)	958,6	20,8	4,6	1,8	1,4
b	0,6680	0,0308	0,0266	0,0377	0,0075

Tabela 16 - *Background* da Aeronave e *Cosmic Stripping Ratios* – PT-FZN

Altitude (pés)	Cósmico (cps)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)	Uup (cps)
1131,5	232,2	230,9	19,2	9,3	9,5	1,9
1606,9	280,5	264,5	21,4	10,7	11,1	2,3
2225,2	366,7	320,8	24,3	13,2	14,3	2,7
2552,1	425,6	363,1	26,2	15,4	16,4	3,0
3197,7	560,3	456,6	31,6	19,4	21,4	4,1
3834,4	759,3	571,3	37,1	24,5	29,2	5,0

Coefficiente	C. Total	K	U	Th	U up
<i>a</i> (cps)	83,078	11,715	2,6304	0,6691	0,5121
<i>b</i>	0,6511	0,0341	0,0292	0,0373	0,0060

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

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 (Anexo II).

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 VHS.

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 Carlos Eduardo Novotny João Marcos de Miranda Naerton Luiz Rorato Serafim Barreiros
Operadores:	Almir de Lima Almir Luiz de Moura Carlos Alberto Rodrigues da Silva Nilton Cesar Rodrigues Marques
Geofísicos/Chefes de Equipe:	Julio César Oliveira Leonardo Nascimento Marcelo Souza
Mecânicos:	Antônio Nascimento Carlos Roberto Volpe Edmilson Alves Eliziário Ozias Luis Carlos Costa

A coordenação dos trabalhos de campo esteve sob responsabilidade de:

Albary Telles – 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 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 9, 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 23.452 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 PT-FZN correspondeu a 0,4 segundos e da aeronave PT-WOT a 0,2 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 as linhas de vôo nos pontos de cruzamento. Tal procedimento é conduzido pelo comando XLEVEL GX. Estes valores são armazenados no banco de dados e utilizados no cálculo das correções a serem aplicadas às linhas de vôo. Os cruzamentos onde o gradiente magnético excedeu a 0,5 nT/fiducial (0,008 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 decorrugado, que resultará do somatório dos *grids*

produzidos em etapas distintas. Este último, subtraído de um *grid* normal irá, por sua vez, expressar o erro de nivelamento a ser subtraído aos dados pré-nivelados conforme o procedimento inicial acima.

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 (800 m), referidos ao ano de 2005 e atualizados para a data de 08/05/2005 (2005,35).

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 2.3.6) foram aqueles definidos pelo vôo cósmico sobre o mar, em área distante da costa do Rio de Janeiro, cujos gráficos estão indicados nos Anexo I.

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 Anexo II.

CANAL	COEFICIENTE	PT-FZN	PT-WOT
Contagem Total	a_{tc}	15,586	13,917
Potássio	a_k	0,7949	0,7901
Urânio	a_u	0,1947	0,151
Tório	a_t	0,0941	0,233

Tabela 18 - Coeficientes de Calibração do Radônio

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

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

$$\mathbf{u}_g = \mathbf{a}_1 \mathbf{U}_g + \mathbf{a}_2 \mathbf{T}_g, \text{ onde:}$$

\mathbf{u}_g - contribuição do solo na janela do urânio *up*;

\mathbf{U}_g - contribuição do solo na janela do urânio *down*;

\mathbf{T}_g - contribuição do solo na janela do tório;

\mathbf{a}_1 e \mathbf{a}_2 - constantes de calibração requeridas.

A partir de uma série de valores de \mathbf{u}_g , \mathbf{U}_g e \mathbf{T}_g os fatores de calibração \mathbf{a}_1 e \mathbf{a}_2 podem ser determinados pelo método dos mínimos quadrados. Isso pode ser feito resolvendo as duas equações simultâneas abaixo:

$$\mathbf{a}_1 \sum (\mathbf{U}_g)^2 + \mathbf{a}_2 \sum \mathbf{U}_g \mathbf{T}_g = \sum \mathbf{u}_g \mathbf{U}_g$$

$$\mathbf{a}_1 \sum \mathbf{U}_g \mathbf{T}_g + \mathbf{a}_2 \sum (\mathbf{T}_g)^2 = \sum \mathbf{u}_g \mathbf{T}_g$$

Esse processo foi efetuado automaticamente utilizando todos os dados do levantamento.

O valores obtidos para \mathbf{a}_1 e \mathbf{a}_2 no levantamento foram respectivamente 0,034 e 0,011 para aeronave PT-WOT e 0,053 e 0,017 para a aeronave PT-FZN.

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 2.3.6. Maior detalhamento deste teste está presente no Anexo I.

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):

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

N_H é a radiação à distância H da fonte,

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

μ é o coeficiente de atenuação atmosférica,

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

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

que é a equação de uma reta de coeficiente angular $-\mu$ e coeficiente linear $\ln(N_0)$. Na determinação dos coeficientes de atenuação atmosférica (μ) para cada um dos canais radiométricos foram utilizados os valores apresentados na Tabela 19 obtidos durante os testes realizados em Maricá (RJ). Os gráficos apresentando a correlação logarítmica entre as contagens e a altura de vôo encontram-se no Anexo I.

Canal Radiométrico	μ em m^{-1}	
	PT-FZN	PT-WOT
Contagem Total	-0,0064	-0,0066
Potássio	-0,0078	-0,0084
Urânio	-0,0085	-0,0086
Tório	-0,0061	-0,0064

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	
	PT-FZN	PT-WOT
K	78,76 cps / %K	78,05 cps / %K
U	8,89 cps / ppm eU	13,05 cps / ppm eU
Th	4,94 cps/ppm eTh	5,10 cps/ppm eTh

Tabela 20 - Constantes de Sensibilidade

Para calcular a “taxa de exposição”(Exposure Rate) do canal de contagem total (em $\mu\text{R/h}$) 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 **14,03 $\mu\text{R/h}$** para a aeronave PT-FZN e **13,10 $\mu\text{R/h}$** para a aeronave PT-WOT.

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 no Anexo I.

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 convenionada 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 (%)	0,048
eU (ppm)	0,057
eTh (ppm)	0,690

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 DVD-ROM, em arquivos ASCII, nos formatos XYZ e GDB da GEOSOFT, 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 mapas, arquivos digitais em malha quadrada (*grids*) e arquivos de plotagem dos mapas apresentados, bem como o presente relatório em formato PDF (*Adobe Acrobat*) foram gravados em DVD-ROM, descrito no Anexo VI 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 Levantamento Aerogeofísico Faixa Brasília Sul esteve a cargo do geólogo Jorge Dagoberto Hildenbrand.

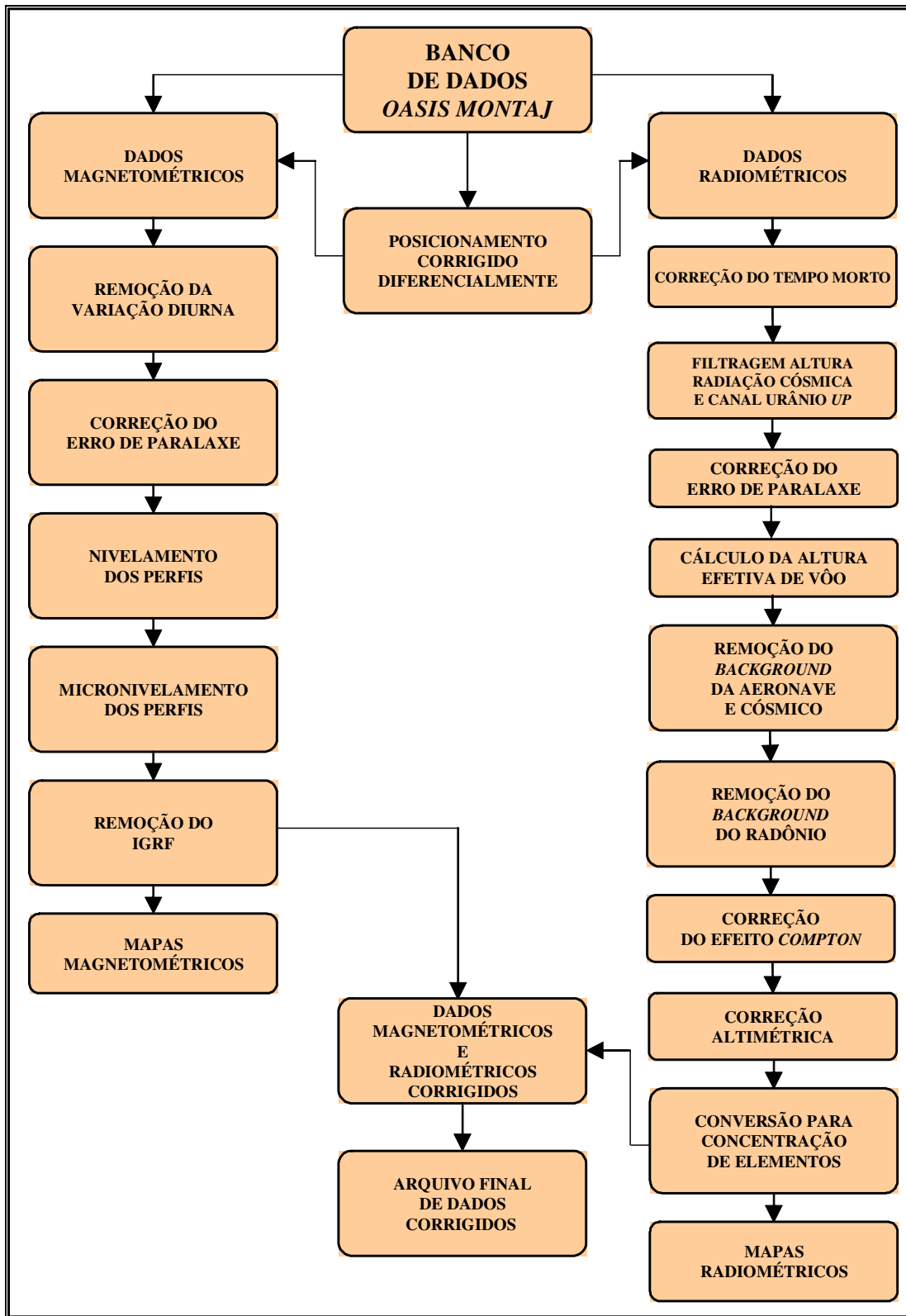


Figura 9 - Fluxograma do Processamento de Dados

4. PRODUTOS FINAIS

Os produtos finais relativos a Faixa Brasília Sul 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 DVD-ROM, no formato GEOSOFT. O Anexo VI 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. As informações planimétricas foram obtidas dos arquivos digitais das folhas 1:250.000 do Sistema de Informações Geográficas do Estado de Goiás (SIG-Goiás) sendo utilizadas as informações de estradas, perímetro urbano, linhas de transmissão, hidrografia e municípios. 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 10 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	0,1 e 0,5 nT/m
Sinal Analítico	0,1 e 1,0 nT/m
Contagem Total	1; 5 e 10 μ R/h
Potássio	0,20 e 1,00 %
Urânio	0,5 e 2,0 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

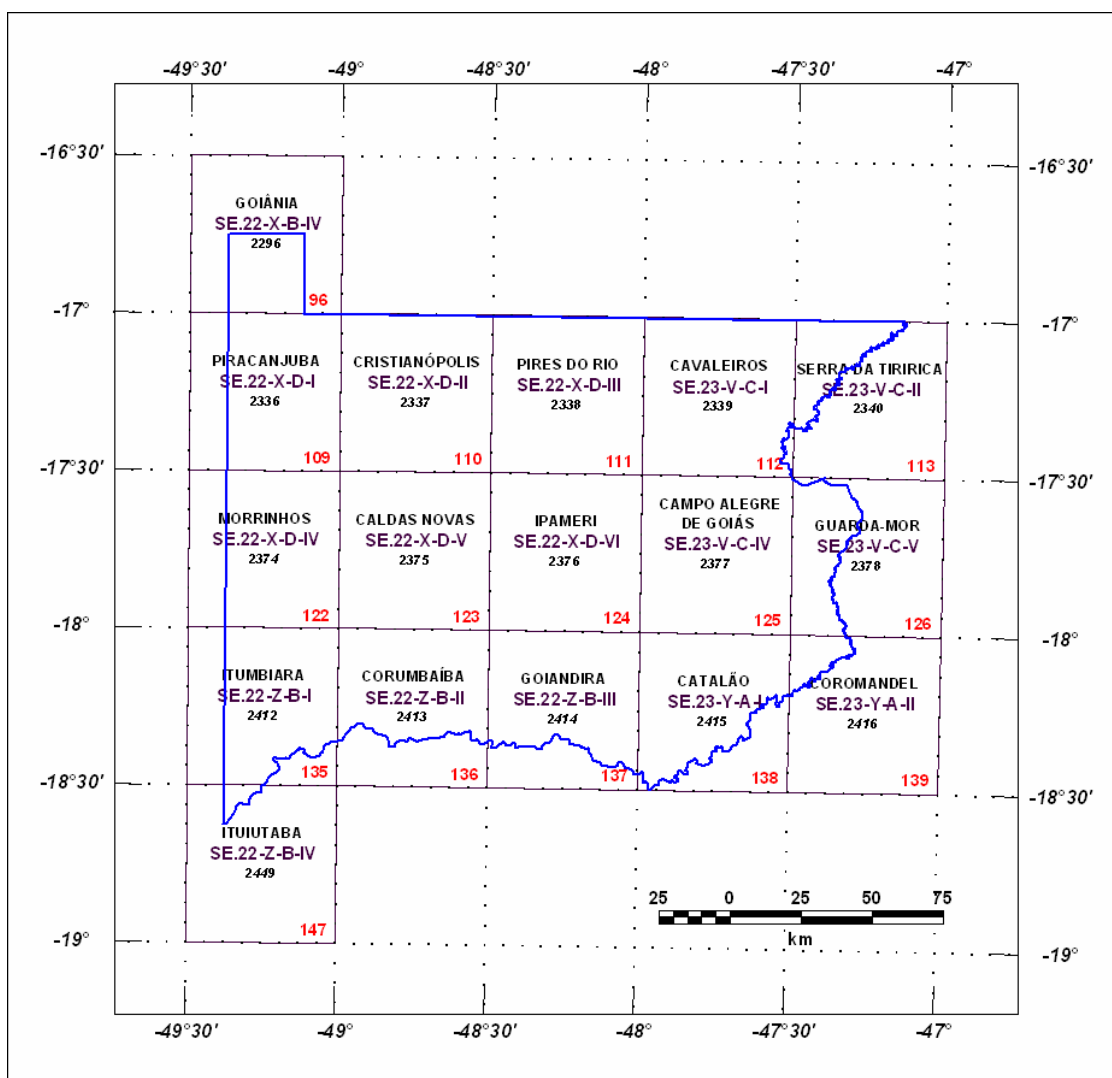


Figura 10 – Articulação das Folhas na Escala 1:100.000

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 45° 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 anteriormente no 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 Tabelas 24 e 25. Os exemplos abaixo explicam como identificar um arquivo de mapa ou um arquivo de impressão:

- Mag_96.map – Arquivo de Mapa da Intensidade do Campo Total, folha 96 do Estado de Goiás, na escala 1:100.000.
- UK_109.prn – Arquivo de Impressão da Razão Urânio/Potássio, folha 109 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
96	2296	Goiânia	SE.22-X-B-IV
109	2336	Piracanjuba	SE.22-X-D-I
110	2337	Cristianópolis	SE.22-X-D-II
111	2338	Pires do Rio	SE.22-X-D-III
112	2339	Cavaleiros	SE.23-V-C-I
113	2340	Serra da Tiririca	SE.23-V-C-II
122	2374	Morrinhos	SE.22-X-D-IV
123	2375	Caldas Novas	SE.22-X-D-V
124	2376	Ipameri	SE.22-X-D-VI
125	2377	Campo Alegre de Goiás	SE.23-V-C-IV
126	2378	Guarda-Mor	SE.23-V-C-V
135	2412	Itumbiara	SE.22-Z-B-I
136	2413	Corumbáiba	SE.22-Z-B-II
137	2414	Goiandira	SE.22-Z-B-III
138	2415	Catalão	SE.23-Y-A-I
139	2416	Coromandel	SE.23-Y-A-II
147	2449	Ituiutaba	SE.22-Z-B-IV

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 durante o levantamento dos dados, e dos procedimentos utilizados no processamento dos dados correspondentes, até a elaboração dos mapas finais.

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 4 DVD-ROMs. A descrição do conteúdo das informações gravadas nos DVD-ROMs está sendo apresentada no Anexo VI, juntamente com a descrição detalhada do formato dos arquivos XYZ e GDB.

Os dados dos bancos de dados magnetométrico e gamaespectrométrico da *GEOSOFT* (GDB) são apresentados, respectivamente, nas Tabelas presentes no Anexo VI.

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 Nº 637-SC-6/FA-61, do EMFA, de 05.03.1998.

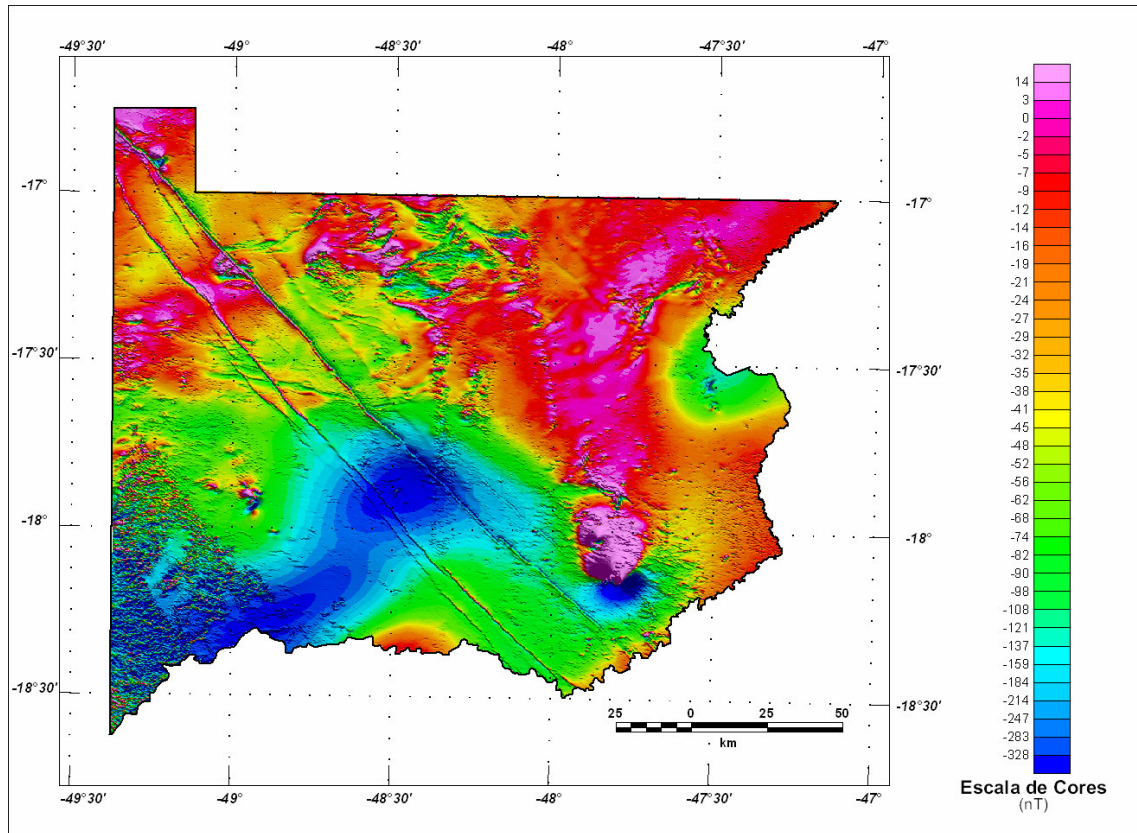


Figura 11 – Mapa Pseudo-Iuminado do Campo Magnético Total (reduzido do IGRF)
 (Azimute da Fonte Luminosa: 45°; Inclinação: 45°)

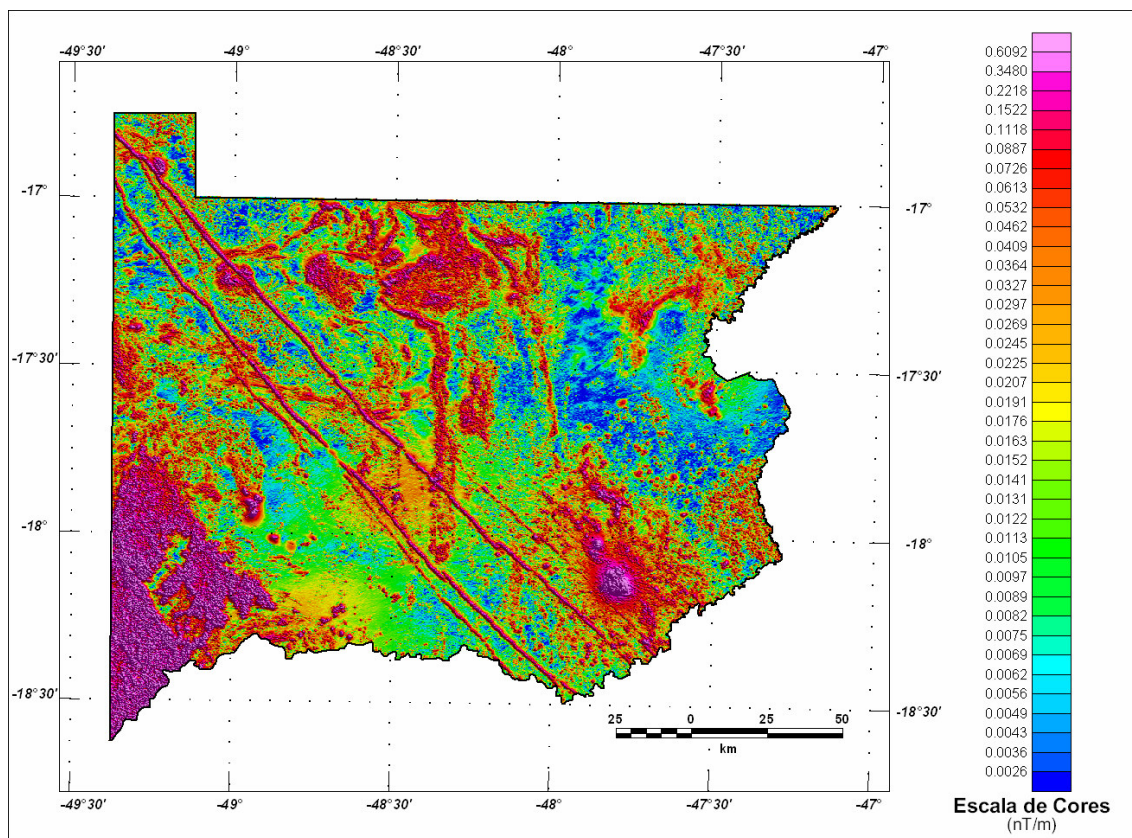


Figura 12 – Mapa do Sinal Analítico do Campo Magnético Total (reduzido do IGRF)
 (Azimute da Fonte Luminosa: 45°; Inclinação: 45°)

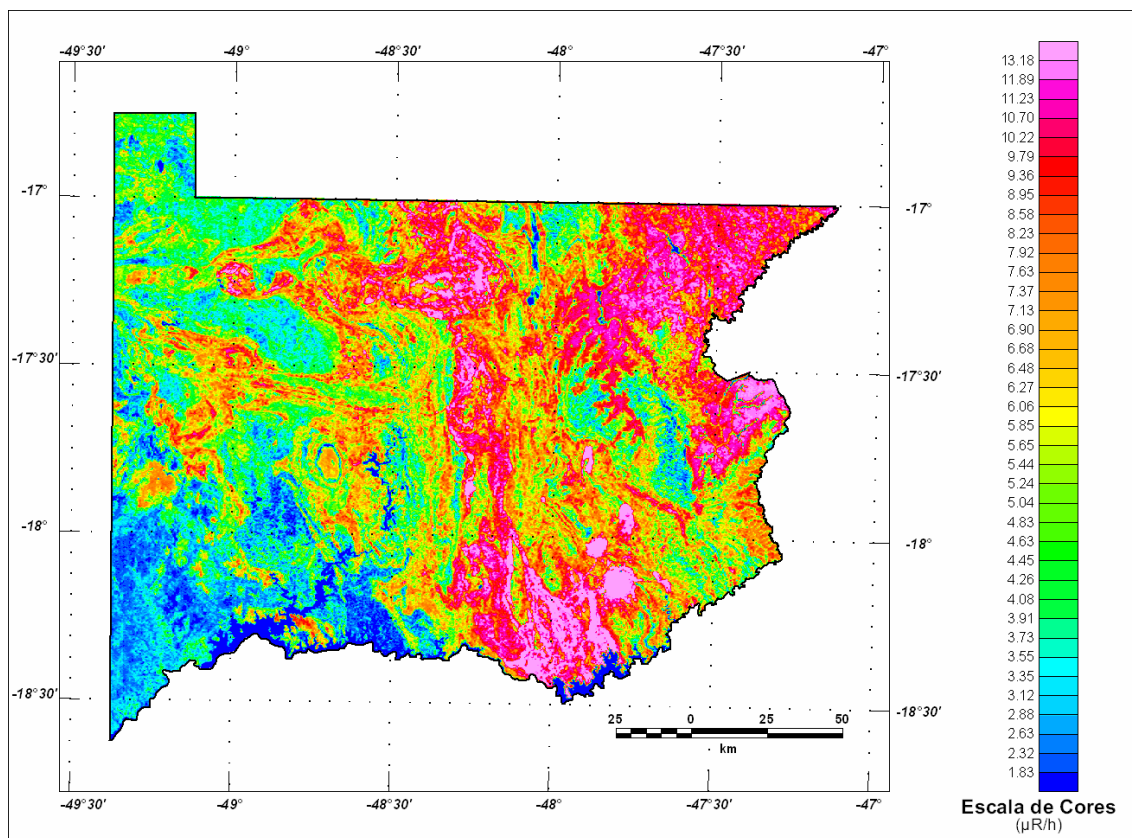


Figura 13 – Mapa Radiométrico da Taxa de Exposição do Canal de Contagem Total

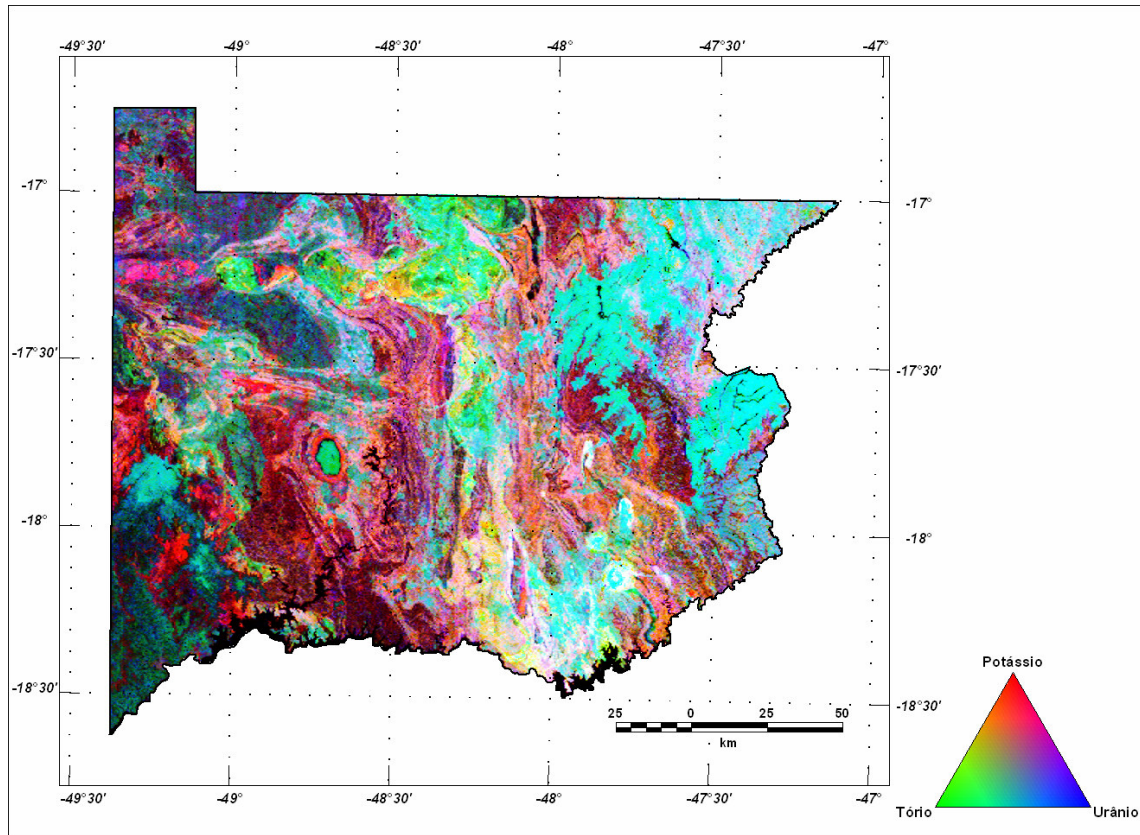


Figura 14 – Mapa Radiométrico Ternário (K-U-Th)

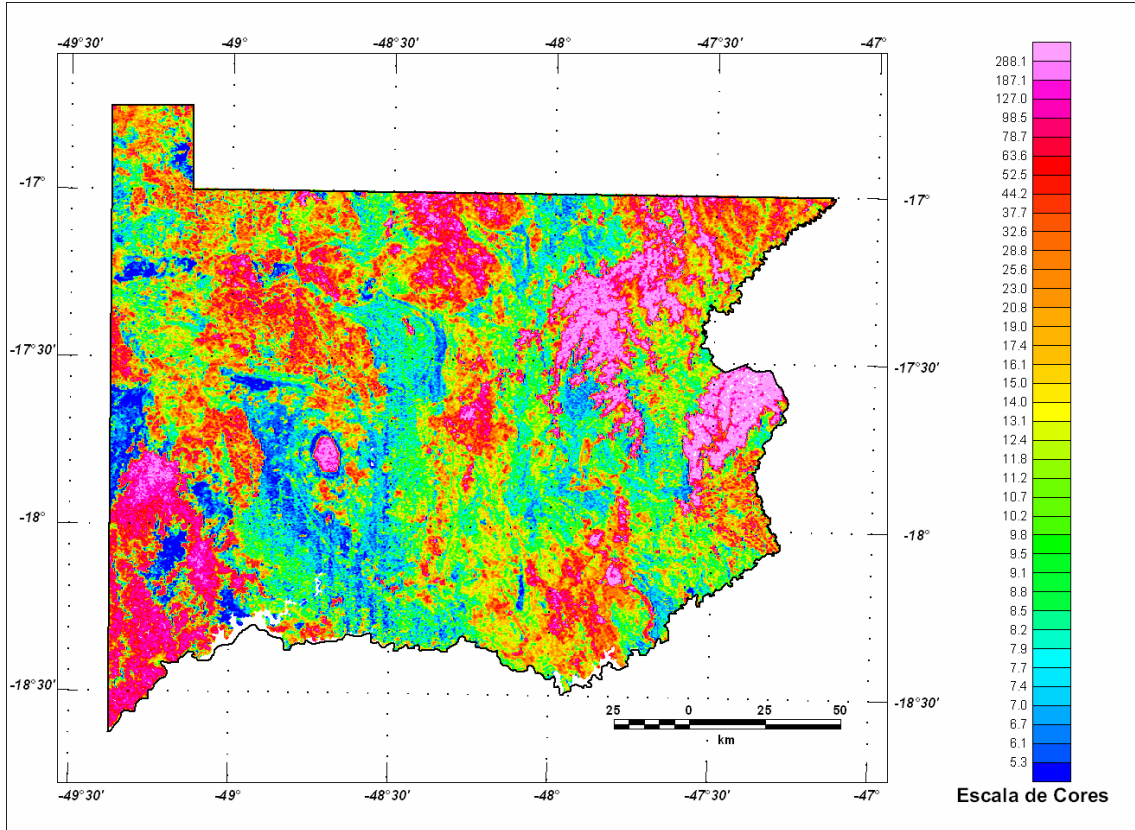


Figura 15 – Mapa Radiométrico da Razão Tório / Potássio

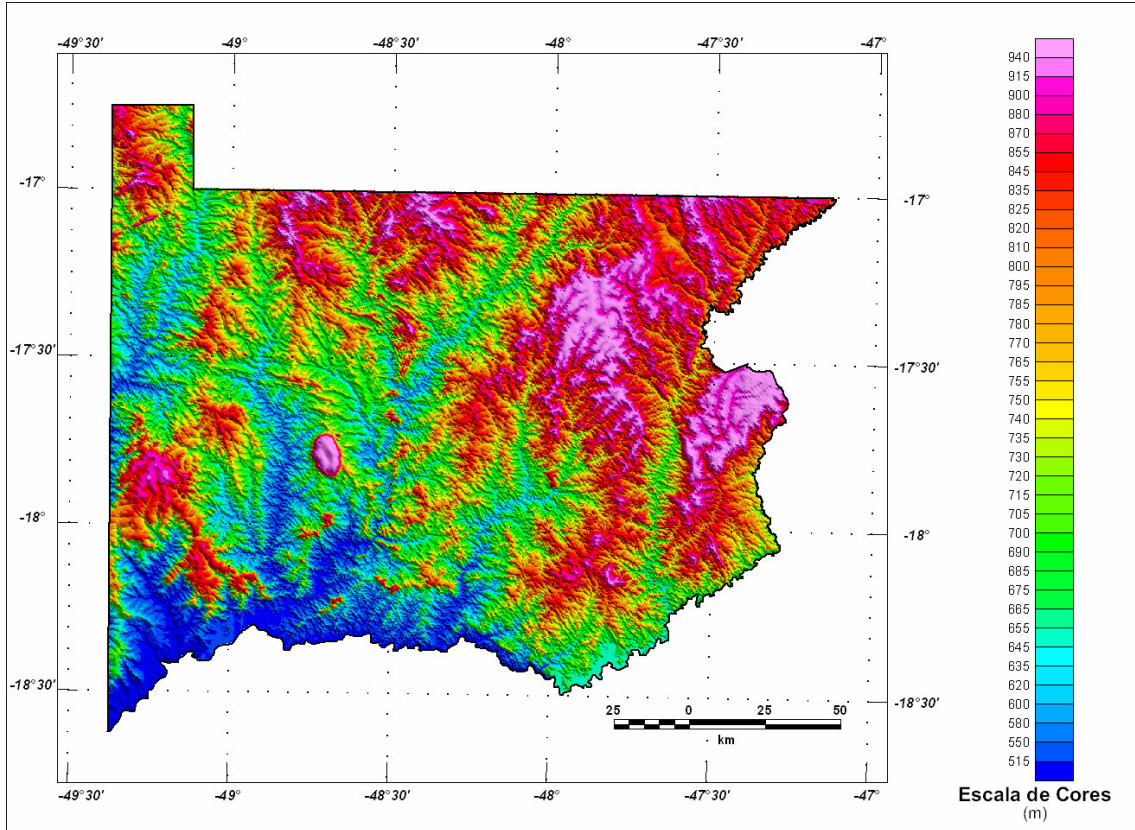


Figura 16 – Mapa do Modelo Digital do Terreno
 (Azimute da Fonte Luminosa: 45°; Inclinação: 45°)

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 DOS PROCESSOS DE CALIBRAÇÃO DOS
GAMAESPECTRÔMETROS**

**Relatório de Calibração da Aeronave
PT-FZN
Dezembro/2004**

Gamaespectrômetro: EXPLORANIUM GR-820, S/N 8208

Caixa #1: GPX-1024/256, S/N 2606

Caixa #2: GPX-1024/256, S/N 2625

Caixa #3: GPX-1024, S/N 2525

1. Background Cósmico e da Aeronave (Vôo Offshore)

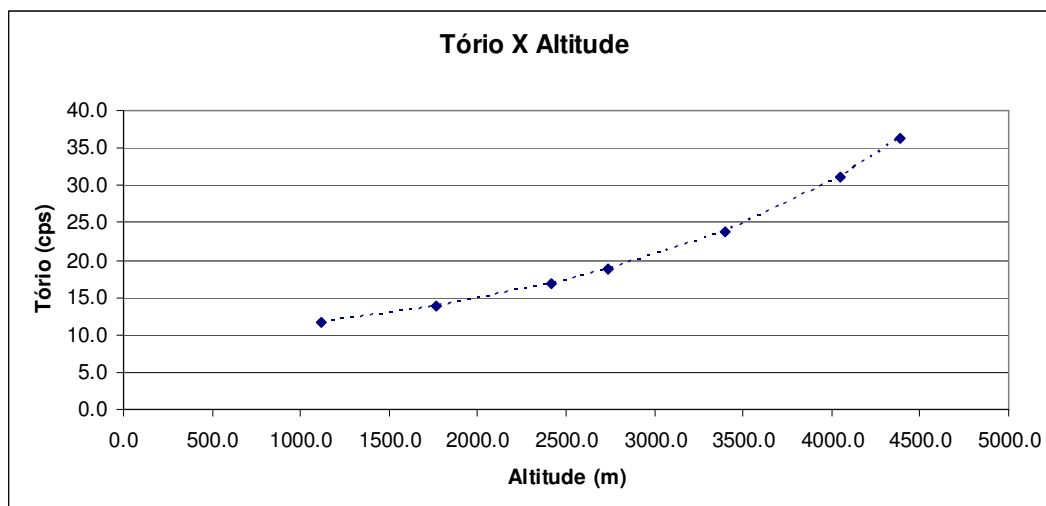
Aeronave: PT-FZN

Data: 18-12-04

Local: Rio de Janeiro e Maricá, RJ

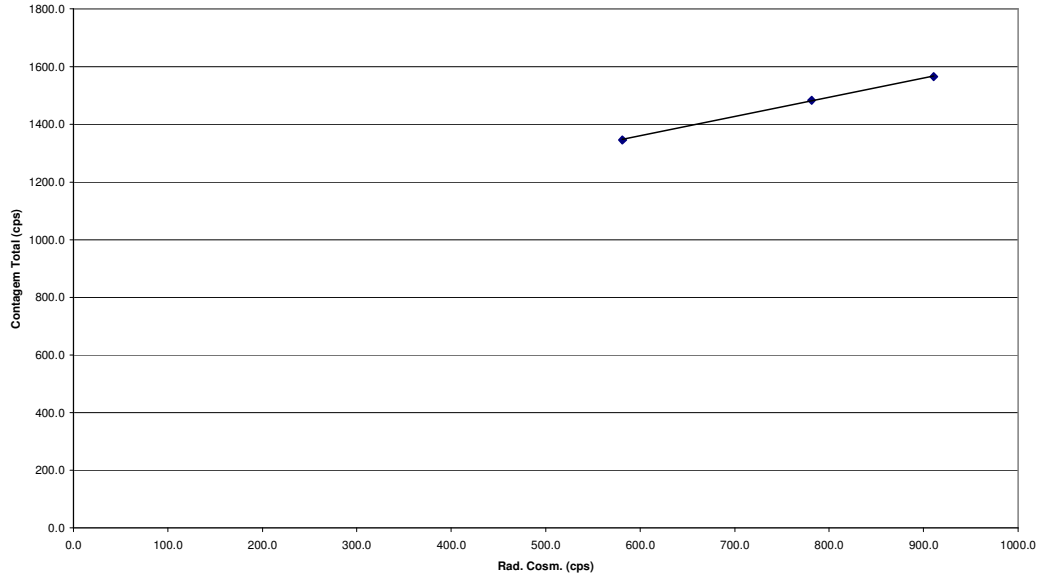
Médias dos canais corrigidos do Live Time:

Linha	#pts	Cos (cps)	Cont. Tot (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)	UPU (cps)	RADAR (m)	GPSHT (m)
3500	1141	220.3	1142.0	27.5	12.2	11.6	3.6	*	1117.4
5000	852	285.7	1182.3	29.8	13.7	13.8	4.1	*	1765.4
7000	966	376.5	1249.8	33.1	16.7	16.8	4.9	*	2414.3
8000	941	433.5	1275.5	34.7	17.7	18.9	5.1	*	2738.6
10000	941	581.3	1346.0	38.5	19.9	23.9	5.7	*	3393.7
12000	903	781.5	1483.0	45.3	25.7	31.1	7.4	*	4047.8
13000	890	910.8	1565.7	48.5	28.6	36.3	8.1	*	4389.7



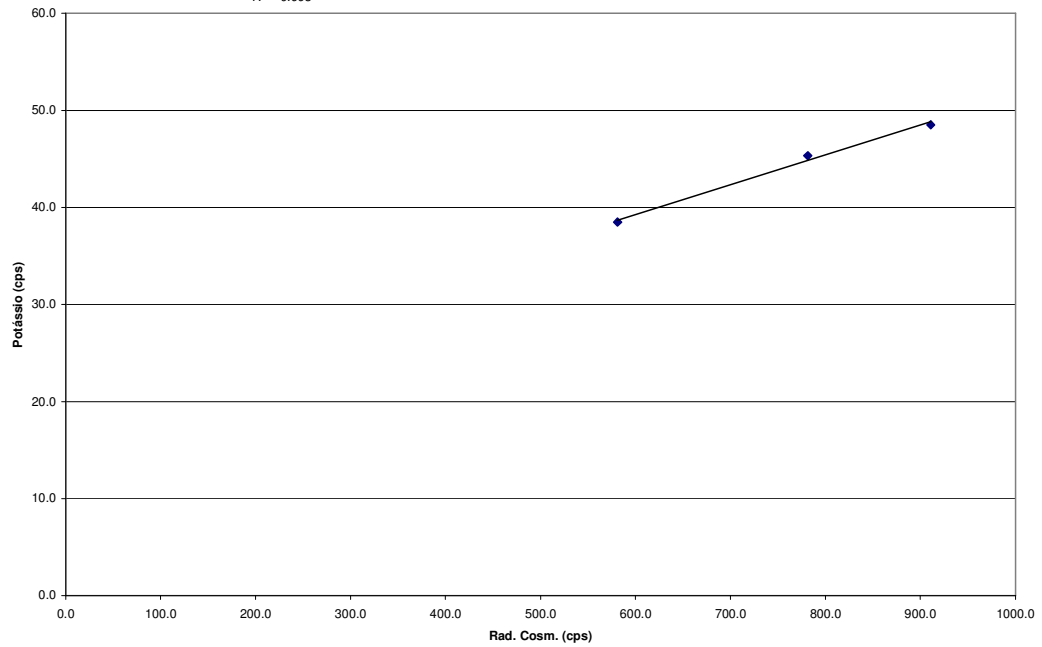
$$y = 0.668x + 958.61$$
$$R^2 = 0.9997$$

Contagem Total X C3smico



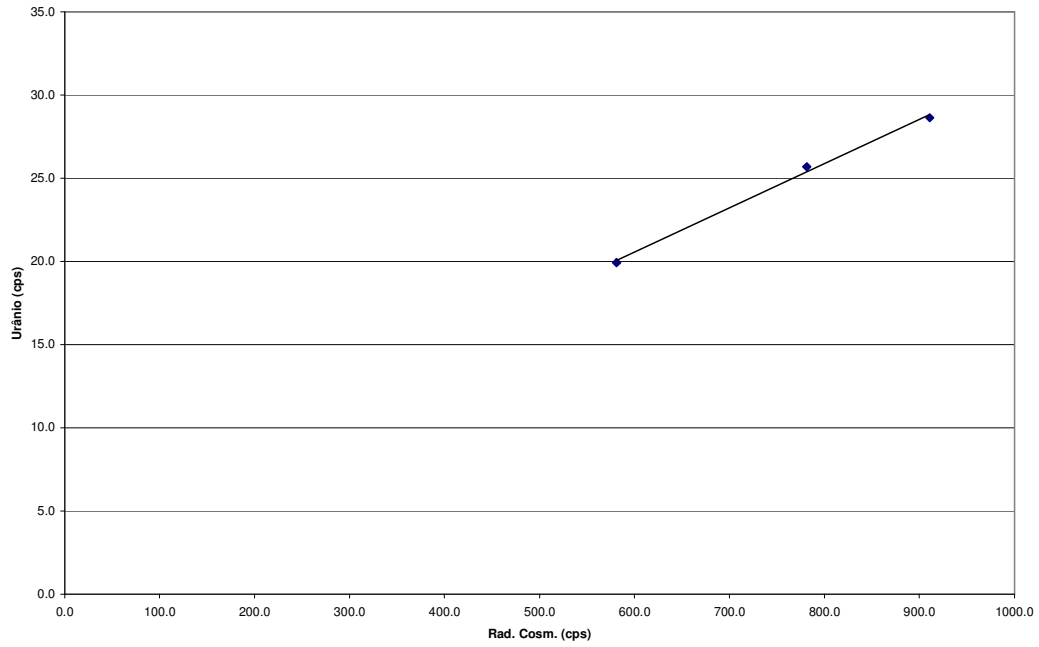
$$y = 0.0308x + 20.79$$
$$R^2 = 0.993$$

Pot3ssio X C3smico



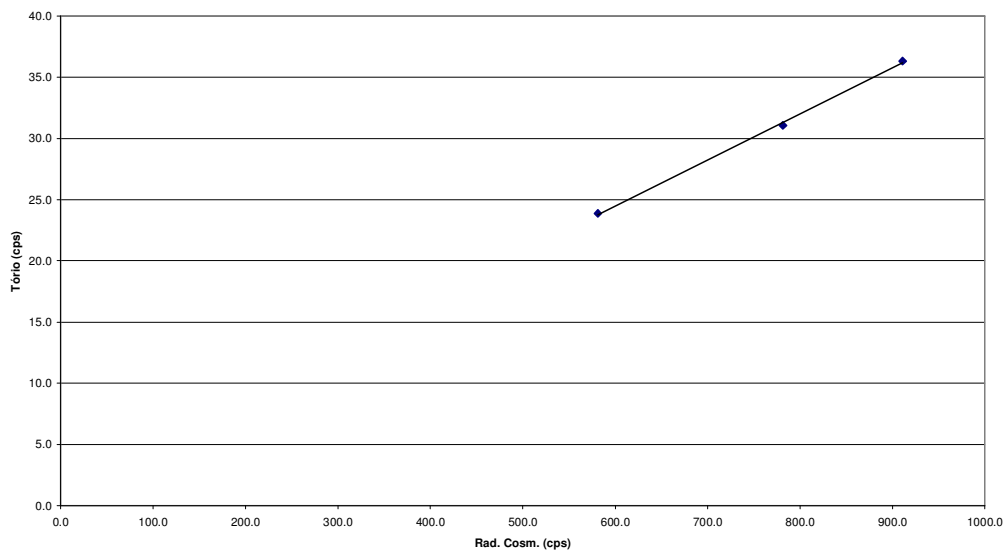
$$y = 0.0266x + 4.5692$$
$$R^2 = 0.9963$$

Urânio X C3smico



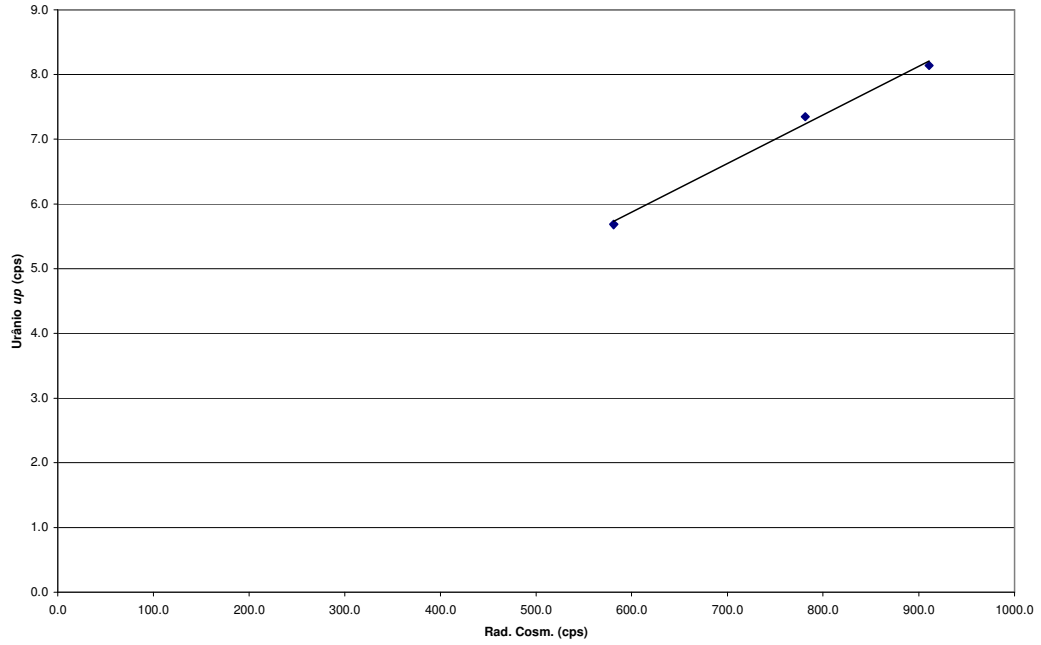
$$y = 0.0377x + 1.8858$$
$$R^2 = 0.9989$$

T3rio X C3smico



$y = 0.0075x + 1.3533$
 $R^2 = 0.9936$

Urânio "upward" X C3smico



2. Espalhamento Compton (Calibration Pads)

Aeronave: PT-FZN

Data: 16/12/2004

Local: Rio de Janeiro, RJ

Saída do programa Padwin (EXPLORANIUM):

```
"""" 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, 16/12/2004 - Caixa 1+2+3 - PT-FZN

WINDOW COUNTS:

                TIME (M)    K COUNTS    U COUNTS    TH COUNTS
B Pad      600.0    210372.    48520.    92235.
K Pad      600.0    317622.    49114.    93029.
U Pad      600.0    259944.    113739.    97888.
T Pad      600.0    250407.    75693.    184374.
1

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

    2.473E+01 (3.499E-01)    1.614E+00 (3.961E-02)    4.879E-01 (1.210E-02)
    3.855E-01 (7.345E-02)    2.087E+00 (4.227E-02)    3.078E-01 (6.616E-03)
    4.339E-01 (1.022E-01)    1.569E-01 (1.483E-02)    1.146E+00 (1.916E-02)

INVERSE A-MATRIX:

    4.108E-02 (5.887E-04)    -3.108E-02 (6.102E-04)    -9.140E-03 (3.463E-04)
   -5.404E-03 (1.541E-03)    4.931E-01 (9.920E-03)    -1.301E-01 (3.394E-03)
   -1.481E-02 (3.675E-03)    -5.572E-02 (5.601E-03)    8.938E-01 (1.482E-02)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

    K SENSITIVITY (A11) = 2.473E+01 (3.499E-01) COUNTS/ M PER PCT K
    U SENSITIVITY (A22) = 2.087E+00 (4.227E-02) COUNTS/ M PER PPM EU
    TH SENSITIVITY (A33) = 1.146E+00 (1.916E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

    K SENSITIVITY (A11) = 2.894E+01 (4.094E-01) COUNTS/ M PER PCT K
    U SENSITIVITY (A22) = 2.442E+00 (4.945E-02) COUNTS/ M PER PPM EU
```

TH SENSITIVITY (A33) = 1.364E+00 (2.280E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): **0.2685 (.0042)**

TH INTO K (BETA = A13/A33): **0.4257 (.0085)**

U INTO K (GAMMA = A12/A22): **0.7732 (.0127)**

U INTO TH (A = A32/A22): **0.0752 (.0070)**

K INTO TH (B = A31/A11): **0.0175 (.0041)**

K INTO U (G = A21/A11): **0.0156 (.0030)**

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 3.131E+02 (1.100E+00) COUNTS/M

U WINDOW : 7.760E+01 (4.687E-01) COUNTS/M

TH WINDOW : 1.504E+02 (6.497E-01) COUNTS/M

NUMBERS IN PARENTHESES ARE ESTIMATED STANDARD DEVIATIONS

3. Atenuação Atmosférica (DCR – Pista de Calibração Dinâmica)

Aeronave PT-FZN

Data 18/12/2004

Local: DCR – Maricá, RJ

Médias Aéreo Corrigidas do Tempo Morto:

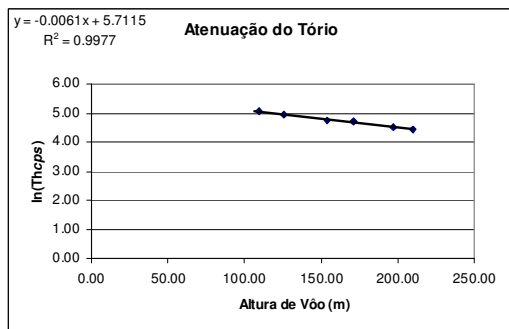
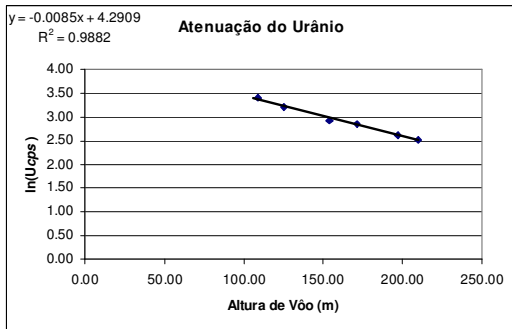
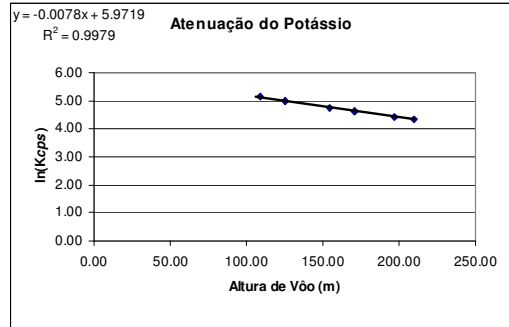
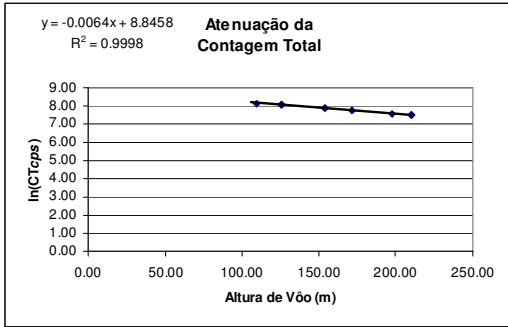
Voo	Linha	#pts	Cosm	CT	K	U	Th	upU	Radar	HSTP	
3	330	48	155.23	4635.02	305.92	90.26	164.57	12.09	99.52	93.60	DCR
3	331	51	157.59	4683.90	311.79	94.36	173.43	13.11	99.49	92.59	
3	331	50	158.62	4653.45	305.22	94.02	166.08	12.30	98.89	95.30	
3	400	48	160.48	4285.06	271.67	85.45	149.72	10.71	120.96	110.23	
3	500	48	158.08	3768.28	225.78	73.34	127.29	9.15	144.77	134.89	
3	600	47	161.17	3516.71	204.30	70.56	119.22	9.90	153.55	149.89	
3	700	51	159.69	3005.58	165.73	58.50	94.60	8.64	168.02	181.07	
3	800	51	162.33	3164.69	177.14	60.99	101.32	8.21	190.66	170.10	

Médias BG corrigidas do Tempo Morto:

Voo	Linha	#pts	Cosm	CT	K	U	Th	upU	Radar	HSTP	
3	330	148	152.92	1191.07	33.63	14.48	10.27	4.33	104.23	91.19	BG
3	331	164	154.37	1185.63	33.17	15.53	10.50	4.40	104.67	91.43	
3	331	123	154.78	1189.82	34.31	14.69	9.22	5.20	106.20	92.72	
3	400	141	155.44	1198.64	34.13	15.57	10.07	4.52	126.39	110.76	
3	500	119	156.26	1190.54	33.18	15.66	10.01	4.05	160.16	139.51	
3	600	150	158.14	1201.67	31.51	15.95	10.35	4.39	182.21	159.10	
3	700	160	160.89	1197.76	31.33	15.75	9.98	4.32	211.13	183.19	
3	800	218	164.52	1201.42	31.73	15.41	10.73	4.15	250.42	214.74	

Médias Aéreo Corrigidas do Tempo Morto, BG e Espalhamento Compton:

Voo	Linha	#pts	Cosm	CT-BG	K-BG Corr	U-BG Corr	Th-BG	Uup	Radar	HSTP	ln(CT)	ln(K)	ln(U)	ln(Th)	
3	330	48	155.23	3443.95	174.42	27.32	154.30	12.09	106.92	93.60					DCR
3	331	51	157.59	3498.27	176.31	27.73	162.93	13.11	106.04	92.59					
3	331	50	158.62	3463.63	169.39	29.94	156.86	12.30	109.16	95.30	8.15	5.13	3.40	5.06	
3	400	48	160.48	3086.42	147.06	24.92	139.65	10.71	125.62	110.23	8.03	4.99	3.22	4.94	
3	500	48	158.08	2577.74	116.43	18.43	117.27	9.15	154.15	134.89	7.85	4.76	2.91	4.76	
3	600	47	161.17	2315.04	100.65	17.45	108.87	9.90	171.23	149.89	7.75	4.61	2.86	4.69	
3	700	51	159.69	1807.82	77.18	12.51	84.63	8.64	209.71	181.07	7.50	4.35	2.53	4.44	
3	800	51	162.33	1963.27	84.62	13.69	90.59	8.21	197.14	170.10	7.58	4.44	2.62	4.51	



4. Sensibilidade (DCR – Pista de Calibração Dinâmica)

Aeronave PT-FZN

Data: 18/12/2004

Local: DCR - Maricá, RJ

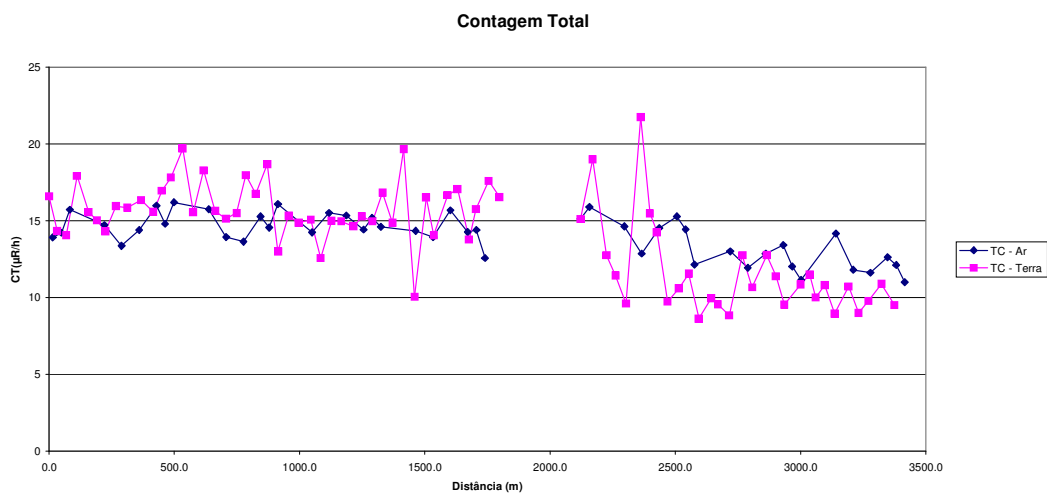
Cálculo das Constantes:

Canal	Média Terra (concentração)	Média Ar (cps)				Sensibilidade			
		3 linhas	330	331	332	3 linhas	330	331	332
K	2.12	167.01	168.85	166.98	165.32	78.78	79.65	78.76	77.98
U	2.81	26.11	24.73	24.97	28.55	9.29	8.80	8.89	10.16
Th	31.38	150.38	145.570	155.07	150.08	4.79	4.64	4.94	4.78

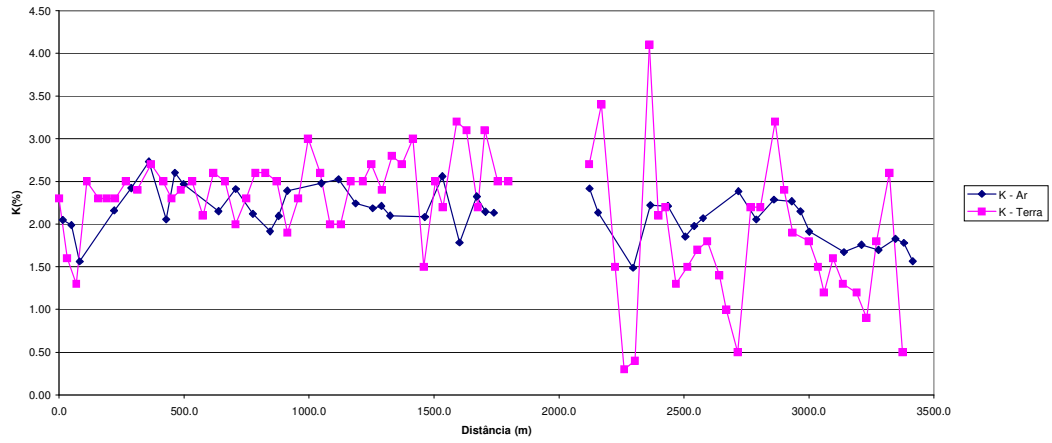
Média TC: terra 14.03 ($\mu\text{R/h}$)

Sensibilidade	Linha 331
K (%)	78.76
U (ppm)	8.89
Th (ppm)	4.94

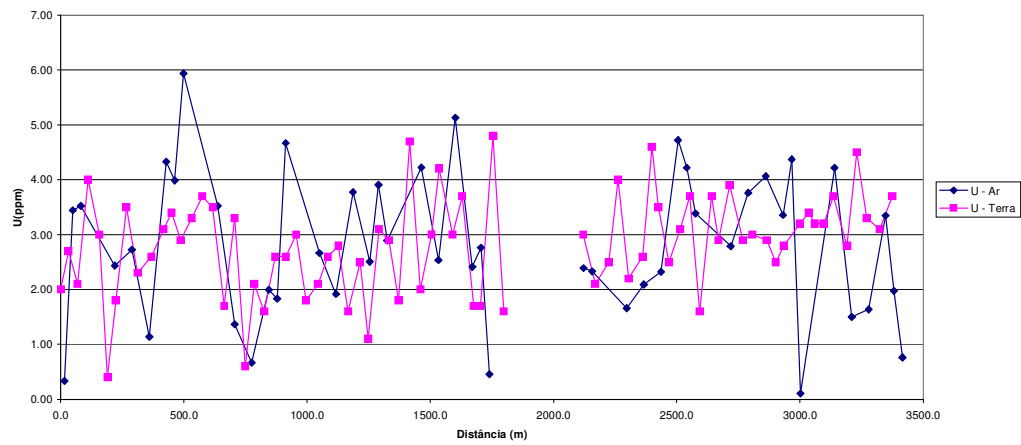
Comparativo Pós-Cálculo:



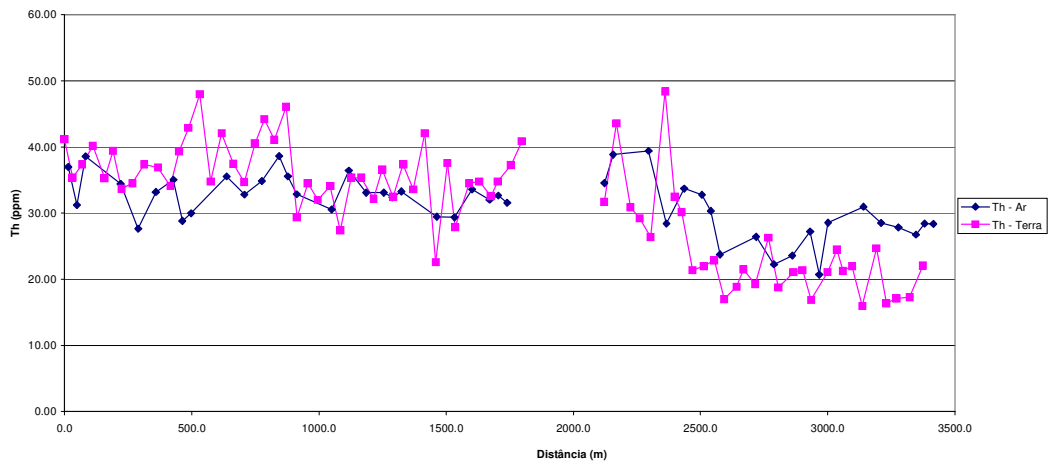
Potássio

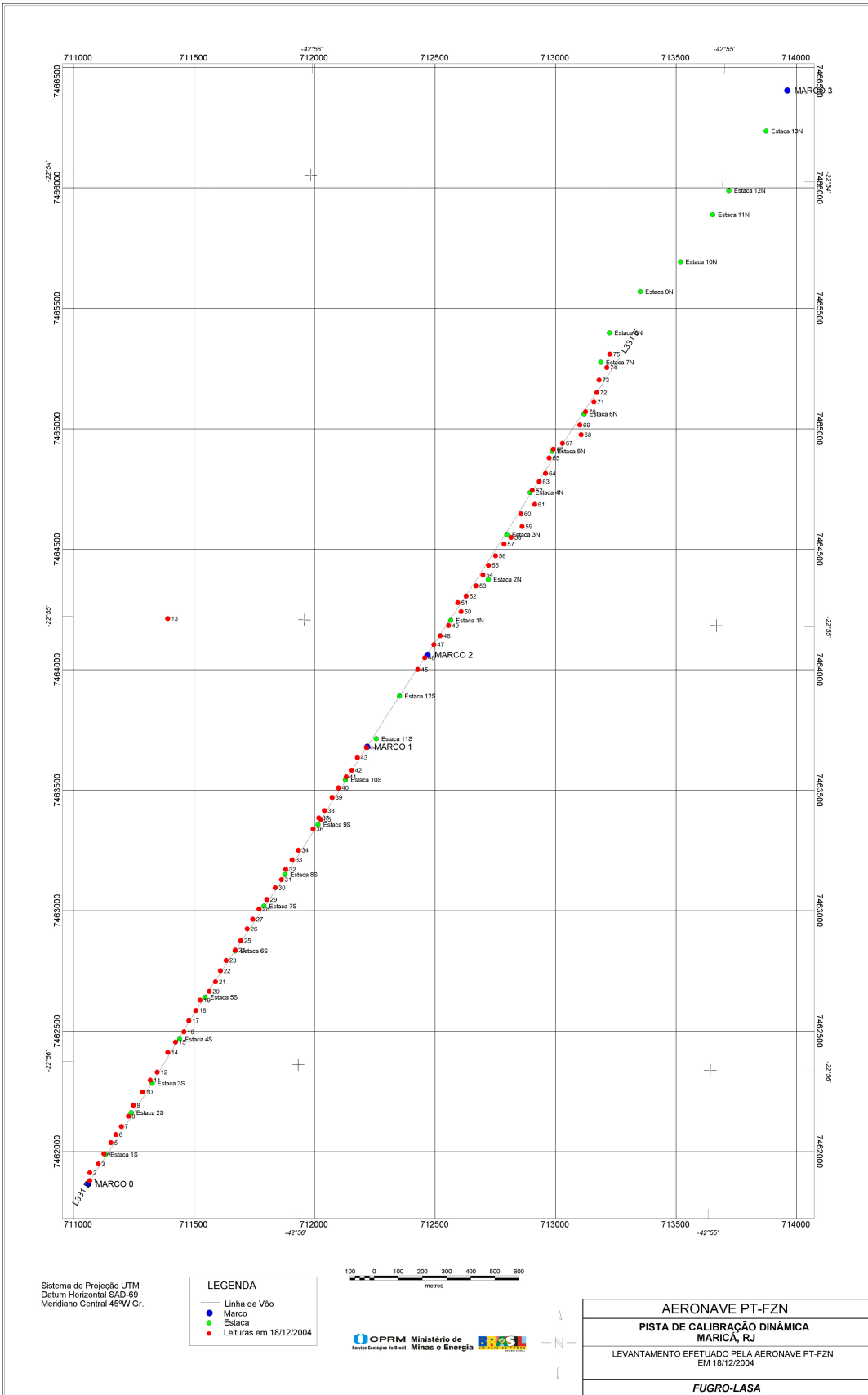


Urânio



Tório

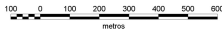




Sistema de Projeção UTM
Datum Horizontal SAD-69
Meridiano Central 45°W Gr.

LEGENDA

- Linha de Voo
- Marco
- Estaca
- Leituras em 18/12/2004



AERONAVE PT-FZN
PISTA DE CALIBRAÇÃO DINÂMICA MARICÁ, RJ
LEVANTAMENTO EFETUADO PELA AERONAVE PT-FZN EM 18/12/2004
FUGRO-LASA

TABELA DE CALIBRAÇÃO

CONSTANTES RADIOMÉTRICAS	IAEA (referência)	IAEA (referência)	GEOSOFT (default)	PT-FZN
Background da Aeronave		Típicos		30-Dez-2004
TC		113.00	90.00	958.6
K		14.00	12.00	20.8
U		4.30	2.20	4.6
Th		2.30	1.50	1.8
Uup		0.33	0.60	1.4
Espalhamento da Radiação Cósmica		Típicos		
TC		0.8100	0.6000	0.6680
K		0.0500	0.0320	0.0308
U		0.0410	0.0260	0.0266
Th		0.0550	0.0300	0.0377
Uup		0.0084	0.0080	0.0075
Coeficientes de "Skysshine"		Típicos		Dados do projeto
a1		0.0339	0.0360	0,053
a2		0.0162	0.0220	0,017
Coeficientes do Radônio	Exemplo	Típicos		Dados do projeto
aTC	15.7	16.0000	12.0000	15,586
aK	0.88	0.8670	0.8000	0,7949
aU	0.17	0.2090	0.2500	0,1947
aTh	0.086	0.1190	0.1000	0,0941
bTC	0.3	0.00	0.00	0.00
bK	0.02	0.00	0.00	0.00
bU	0.00	0.00	0.00	0.00
bTh	0.03	0.00	0.00	0.00
Coeficientes de Espalhamento Compton	"Poor System"	"Good System"		16-Dez-2004
Alpha	0.3800	0.2500	0.2400	0.2685
Beta	0.4300	0.4000	0.3700	0.4257
Gamma	0.9200	0.8100	0.7000	0.7732
a	0.0900	0.0600	0.0500	0.0752
b	0.0100	0.0000	0.0000	0.0175
g	0.0600	0.0030	0.0000	0.0156
Coeficientes de Atenuação	Exemplo	Típicos		18-Dez-2004
TC	-0.0078	-0.0067	-0.0070	-0.0064
K	-0.0095	-0.0082	-0.0088	-0.0078
U	-0.0083	-0.0084	-0.0082	-0.0085
Th	-0.0078	-0.0066	-0.0070	-0.0061
Constantes de Sensibilidade		Típico		18-Dez-2004
K		60.00	75.00	78.76
U		5.80	7.50	8.89
Th		4.00	4.50	4.94

**Relatório de Calibração da Aeronave
PT-WOT
Dezembro/2004**

Gamaespectrômetro: EXPLORANIUM GR-820, S/N 8257

Caixa #1: GPX-1024/256, S/N 2661

Caixa #2: GPX-1024/256, S/N 2662

Caixa #3: GPX-1024, S/N 2365

5. Background Cósmico e da Aeronave (Vôo Offshore)

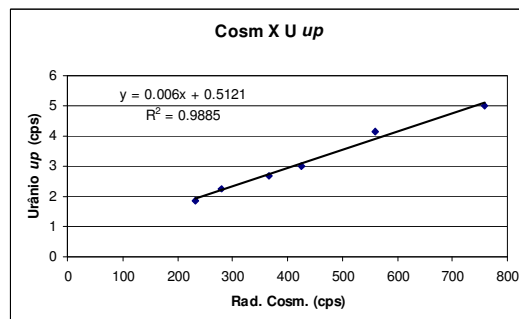
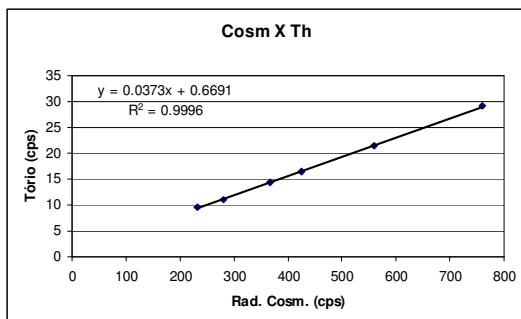
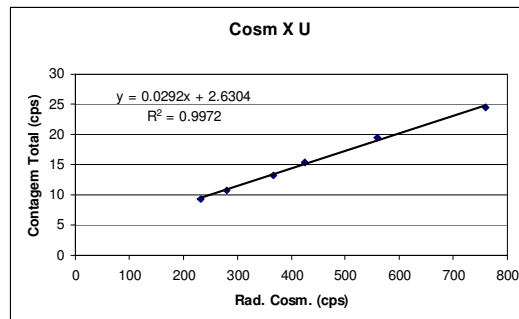
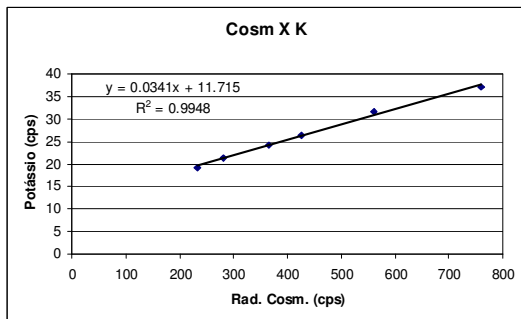
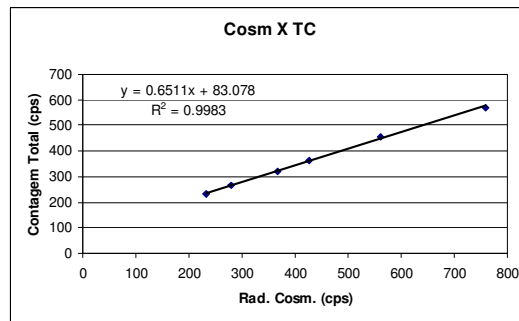
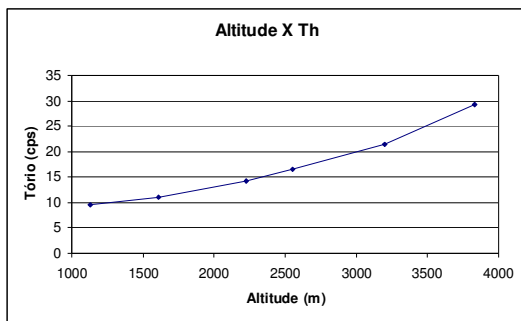
Aeronave: PT-WOT

Data: 01-12-04

Local: Rio de Janeiro e Maricá, RJ

Médias dos canais corrigidos do Live Time:

Linha	#amostras	Cos (cps)	TC (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)	UPU (cps)	BARO (m)	GPSHT (m)
3500	794	232.170	230.911	19.180	9.286	9.516	1.870	867.6	1131.5
5000	902	280.498	264.513	21.403	10.710	11.118	2.263	1238.0	1606.9
7000	888	366.651	320.803	24.302	13.180	14.318	2.691	1722.0	2225.2
8000	907	425.555	363.095	26.248	15.401	16.447	2.985	1971.6	2552.1
10000	899	560.258	456.597	31.648	19.436	21.375	4.132	2453.1	3197.7
12000	960	759.315	571.310	37.106	24.499	29.178	5.000	2957.3	3834.4



6. Espalhamento Compton (Calibration Pads)

Aeronave: PT-WOT

Data: 29/11/2004

Local: Rio de Janeiro, RJ

Saída do programa Padwin (EXPLORANIUM):

```
"""" 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

Aeronave PT-WOT Caixa A+B+C - 29/11/2007
WINDOW COUNTS:

                TIME (M)   K COUNTS   U COUNTS   TH COUNTS
B Pad   600.0   664146.   149990.   298142.
K Pad   600.0  1035590.   150665.   296388.
U Pad   600.0   821690.   377001.   312860.
T Pad   600.0   789289.   236427.   609295.
1

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

    8.558E+01 (1.105E+00)   5.138E+00 (1.128E-01)   1.528E+00 (3.177E-02)
    1.003E+00 (1.344E-01)   7.266E+00 (1.420E-01)   9.696E-01 (1.757E-02)
    4.403E-01 (1.942E-01)   3.880E-01 (2.921E-02)   3.872E+00 (6.202E-02)

INVERSE A-MATRIX:

    1.179E-02 (1.526E-04)   -8.202E-03 (1.301E-04)   -2.600E-03 (6.839E-05)
   -1.469E-03 (2.275E-04)    1.405E-01 (2.733E-03)   -3.461E-02 (8.055E-04)
   -1.194E-03 (5.910E-04)   -1.315E-02 (9.397E-04)    2.620E-01 (4.186E-03)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

    K SENSITIVITY (A11) = 8.558E+01 (1.105E+00) COUNTS/ M PER PCT K
    U SENSITIVITY (A22) = 7.266E+00 (1.420E-01) COUNTS/ M PER PPM EU
    TH SENSITIVITY (A33) = 3.872E+00 (6.202E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

    K SENSITIVITY (A11) = 1.001E+02 (1.292E+00) COUNTS/ M PER PCT K
    U SENSITIVITY (A22) = 8.501E+00 (1.661E-01) COUNTS/ M PER PPM EU
```

TH SENSITIVITY (A33) = 4.608E+00 (7.380E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): .2504 (.0024)

TH INTO K (BETA = A13/A33): .3946 (.0055)

U INTO K (GAMMA = A12/A22): .7072 (.0077)

U INTO TH (A = A32/A22): .0534 (.0039)

K INTO TH (B = A31/A11): .0051 (.0023)

K INTO U (G = A21/A11): .0117 (.0016)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 9.778E+02 (2.518E+00) COUNTS/M

U WINDOW : 2.393E+02 (8.724E-01) COUNTS/M

TH WINDOW : 4.872E+02 (1.244E+00) COUNTS/M

NUMBERS IN PARENTHESES ARE ESTIMATED STANDARD DEVIATIONS

7. Atenuação Atmosférica (DCR – Pista de Calibração Dinâmica)

Aeronave PT-WOT

Data 02/12/2004

Local: DCR – Maricá, RJ

Médias Aéreo Corrigidas do Tempo Morto:

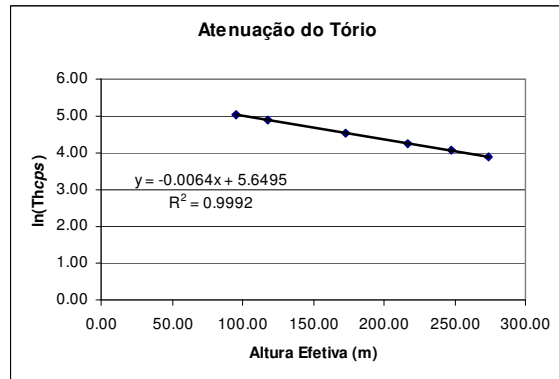
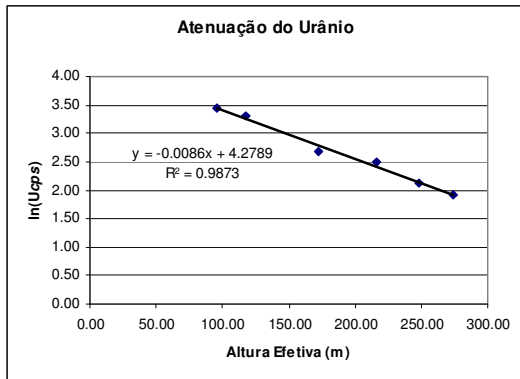
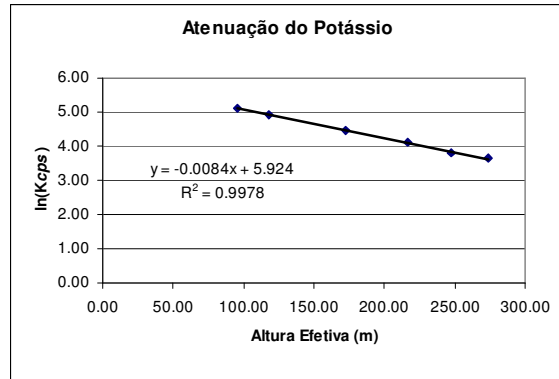
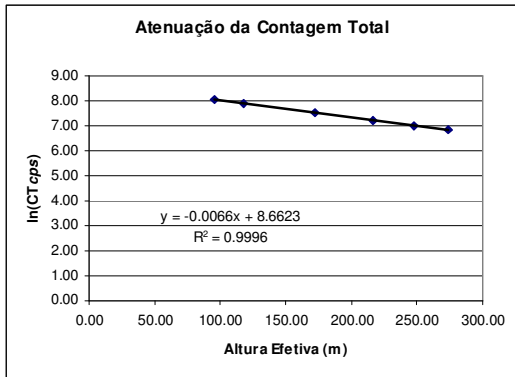
Voo	Linha	#pts	Cosm	CT	K	U	Th	upU	Radar	HSTP	
1	330.0	48	97.494	3225.373	284.653	81.831	161.132	5.940	110.09	98.40	DCR
1	331.0	50	96.505	3284.646	284.381	82.510	164.296	6.765	107.63	96.18	
1	332.0	50	97.237	3280.444	283.514	83.910	162.697	6.317	107.17	95.74	
1	400.0	50	95.123	2832.417	241.718	73.950	138.836	5.763	131.98	117.82	
1	501.0	51	98.271	1997.588	164.045	52.057	99.873	4.402	194.50	172.63	
1	600.0	51	97.619	1545.073	125.764	43.581	76.903	3.230	244.89	216.78	
1	700.0	51	99.623	1292.166	101.159	36.322	65.547	2.610	280.60	247.73	
1	800.0	53	98.918	1124.966	89.589	31.632	56.673	2.890	311.11	274.03	

Médias BG corrigidas do Tempo Morto:

Voo	Linha	#pts	Cosm	CT	K	U	Th	upU	Radar	HSTP	
1	330.1	62	158.274	189.292	20.015	6.080	6.453	1.178	104.39	93.36	BG
1	331.1	69	160.551	190.399	18.826	6.823	7.116	1.092	105.91	94.66	
1	332.1	69	160.159	186.264	19.027	5.779	6.256	0.952	102.92	91.99	
1	401.0	66	159.848	186.552	19.117	5.823	6.937	1.221	129.98	116.02	
1	502.0	73	163.274	183.956	18.954	6.220	6.393	1.351	191.10	169.71	
1	601.0	69	167.029	180.341	17.613	6.462	6.999	1.215	247.12	218.64	
1	701.0	66	167.955	175.968	16.864	6.066	6.695	1.382	270.51	239.02	
1	801.0	70	167.586	175.716	16.741	5.881	7.472	1.285	312.96	275.71	

Médias Aéreo Corrigidas do Tempo Morto, BG e Espalhamento Compton:

Voo	Linha	#pts	Cosm	CT-BG	K-BG Corr	U-BG Corr	Th-BG	Uup	Radar	HSTP	ln (CT)	ln (K)	ln (U)	ln (Th)	
1	330.0	49	97	3036.081	170.832	29.612	154.679	5.940	110.09	98.40					DCR
1	331.0	50	97	3094.247	171.361	28.967	157.180	6.765	107.63	96.18					
1	332.0	50	97	3094.180	168.599	31.660	156.441	6.317	107.17	95.74	8.04	5.13	3.46	5.05	
1	400.0	50	95	2645.865	138.805	27.525	131.899	5.763	131.98	117.82	7.88	4.93	3.32	4.88	
1	501.0	51	98	1813.632	85.720	14.528	93.480	4.402	194.50	172.63	7.50	4.45	2.68	4.54	
1	600.0	51	98	1364.732	60.275	12.194	69.904	3.230	244.89	216.78	7.22	4.10	2.50	4.25	
1	700.0	51	100	1116.198	44.251	8.394	58.852	2.610	280.60	247.73	7.02	3.79	2.13	4.08	
1	800.0	53	99	949.250	38.570	6.868	49.201	2.890	311.11	274.03	6.86	3.65	1.93	3.90	



8. Sensibilidade (DCR – Pista de Calibração Dinâmica)

Aeronave PT-WOT

Data: 02/12/2004

Local: DCR - Maricá, RJ

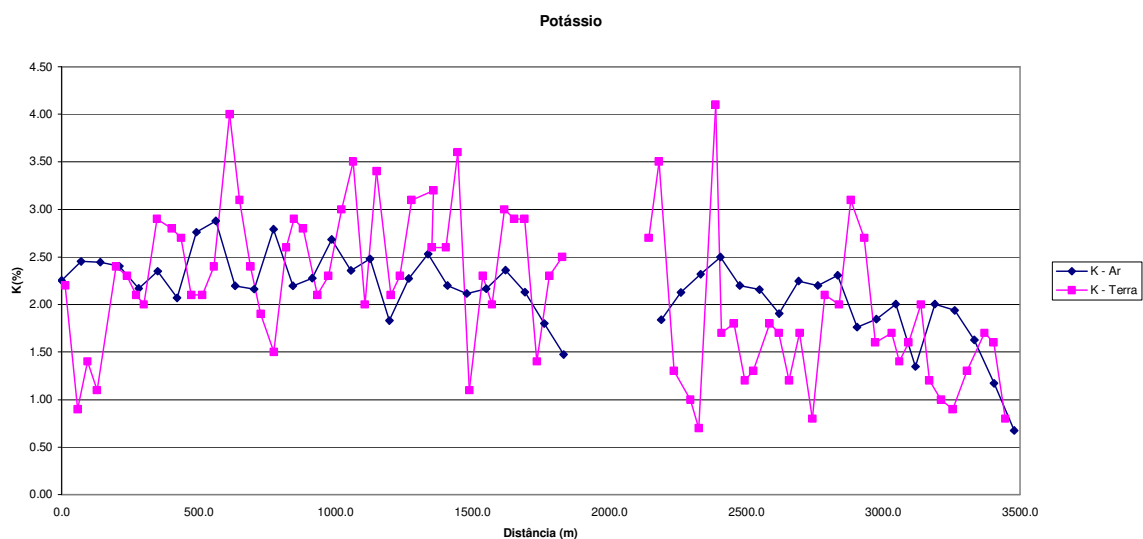
Cálculo das Constantes:

Canal	Média Terra (concentração)	Média Ar (cps)	Sensibilidade a 100m
		Linha 331	Linha 331
K	2.13	166.24	78.05
U	2.17	28.32	13.05
Th	29.53	150.50	5.10

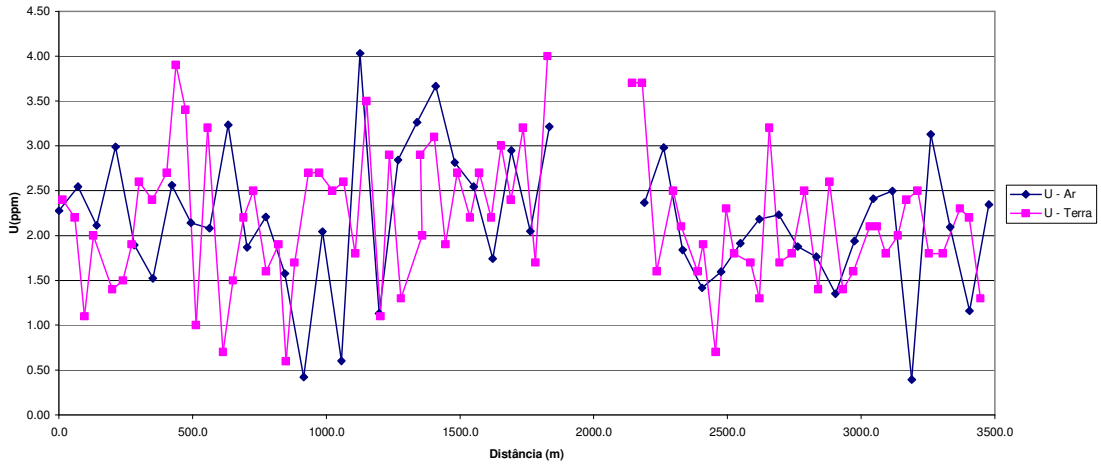
Contagem Total em $\mu\text{R/h}$: 13.10

Sensibilidade a 100m	Linha 330.2
K (%)	78.05
U (ppm)	13.05
Th (ppm)	5.10

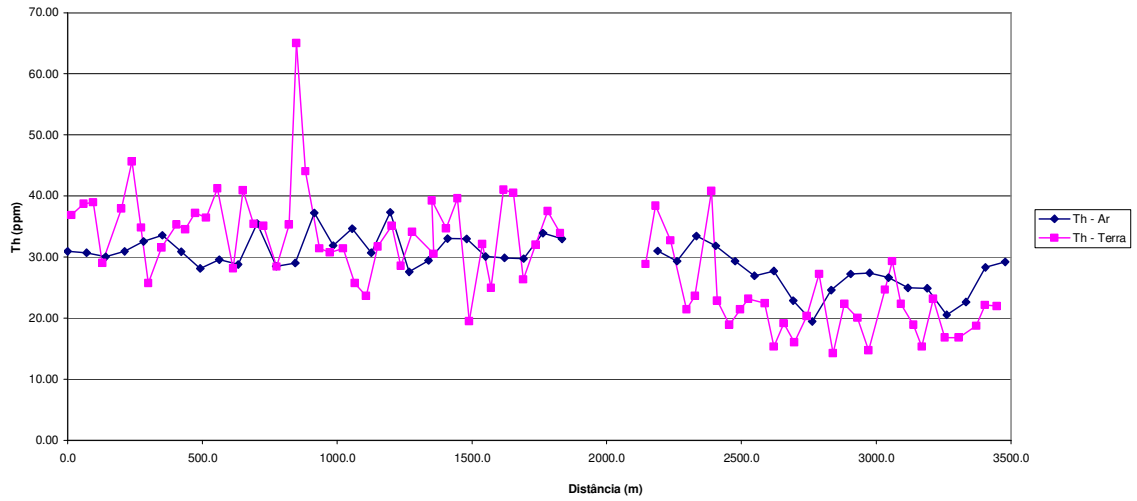
Comparativo Pós-Cálculo:

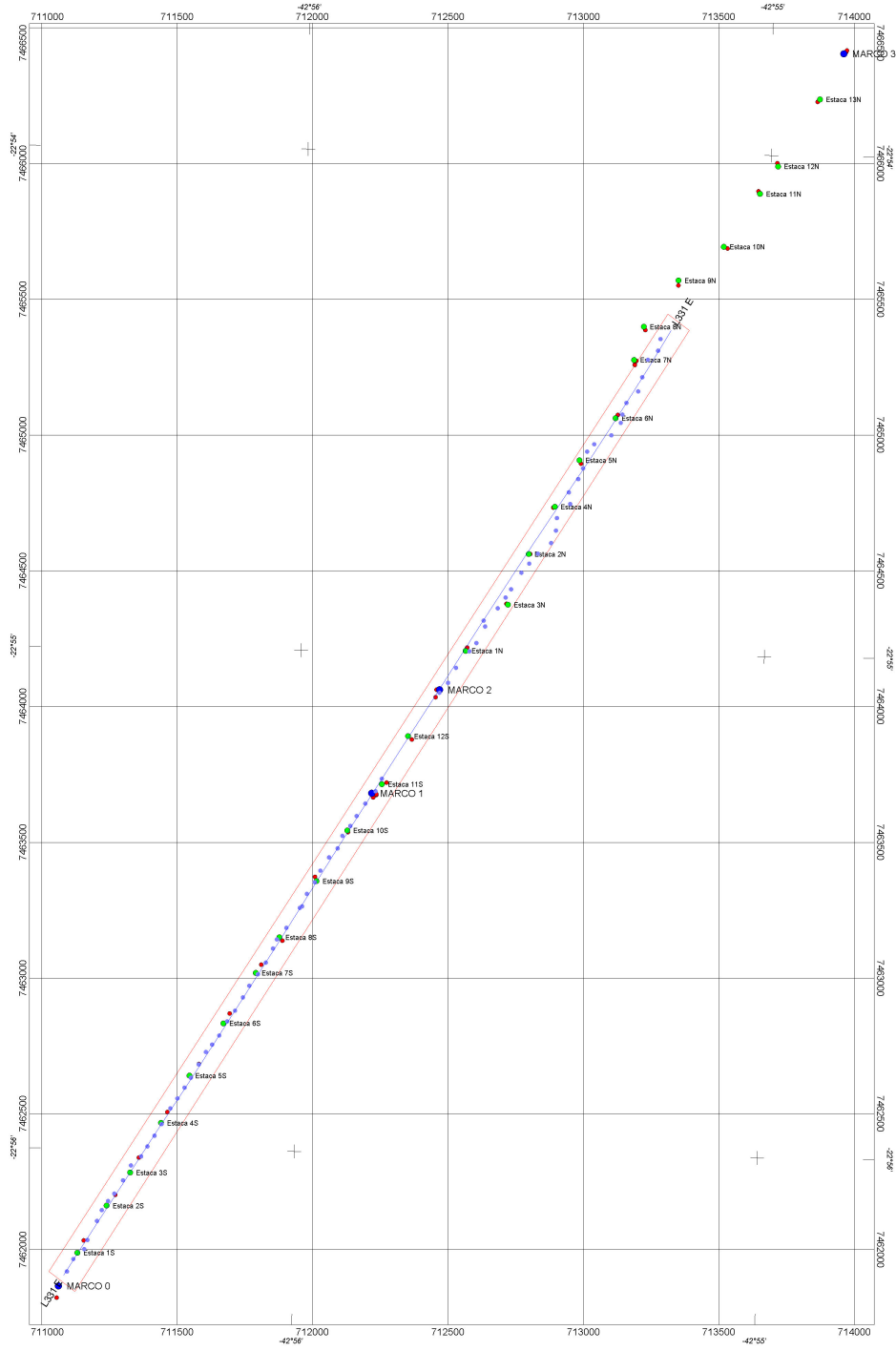


Urânio



Tório





Sistema de Projeção UTM
Datum Horizontal SAD-68
Meridiano Central 45°W Gr.

- LEGENDA**
- Linha de Voo
 - Marco
 - Estaca
 - Estação
 - Leituras em 02/12/2004



AERONAVE PT-WOT
PISTA DE CALIBRAÇÃO DINÂMICA MARICÁ, RJ
LEVANTAMENTO EFETUADO PELA AERONAVE PT-WOT EM 02/12/2004 ESCALA 1:10.000
FUGRO Airborne Surveys

TABELA DE CALIBRAÇÃO

CONSTANTES RADIOMÉTRICAS	IAEA	IAEA	GEOSOFT	PT-WOT
	(referência)	(referência)	(default)	
Background da Aeronave		Típicos		12-Dez-2004
TC		113.00	90.00	83.078
K		14.00	12.00	11.715
U		4.30	2.20	2.6304
Th		2.30	1.50	0.6691
Uup		0.33	0.60	0.5121
Espalhamento da Radiação Cósmica		Típicos		
TC		0.8100	0.6000	0.6511
K		0.0500	0.0320	0.0341
U		0.0410	0.0260	0.0292
Th		0.0550	0.0300	0.0373
Uup		0.0084	0.0080	0.0060
Coefficientes de "Skyshine"		Típicos		Dados do projeto
a1		0.0339	0.0360	0,034
a2		0.0162	0.0220	0,011
Coefficientes do Radônio	Exemplo	Típicos		Dados do projeto
aTC	15.7	16.0000	12.0000	13,917
aK	0.88	0.8670	0.8000	0,7901
aU	0.17	0.2090	0.2500	0,151
aTh	0.086	0.1190	0.1000	0,233
bTC	0.3	0.00	0.00	0.00
bK	0.02	0.00	0.00	0.00
bU	0.00	0.00	0.00	0.00
bTh	0.03	0.00	0.00	0.00
Coefficientes de Espalhamento Compton	"Poor System"	"Good System"		29-Nov-2004
Alpha	0.3800	0.2500	0.2400	0.2504
Beta	0.4300	0.4000	0.3700	0.3946
Gamma	0.9200	0.8100	0.7000	0.7072
a	0.0900	0.0600	0.0500	0.0534
b	0.0100	0.0000	0.0000	0.0051
g	0.0600	0.0030	0.0000	0.0117
Coefficientes de Atenuação	Exemplo	Típicos		02-Dez-2004
TC	-0.0078	-0.0067	-0.0070	-0.0066
K	-0.0095	-0.0082	-0.0088	-0.0084
U	-0.0083	-0.0084	-0.0082	-0.0086
Th	-0.0078	-0.0066	-0.0070	-0.0064
Constantes de Sensibilidade		Típico		02-Dez-2004
K		60.00	75.00	78.05
U		5.80	7.50	13.05
Th		4.00	4.50	5.10

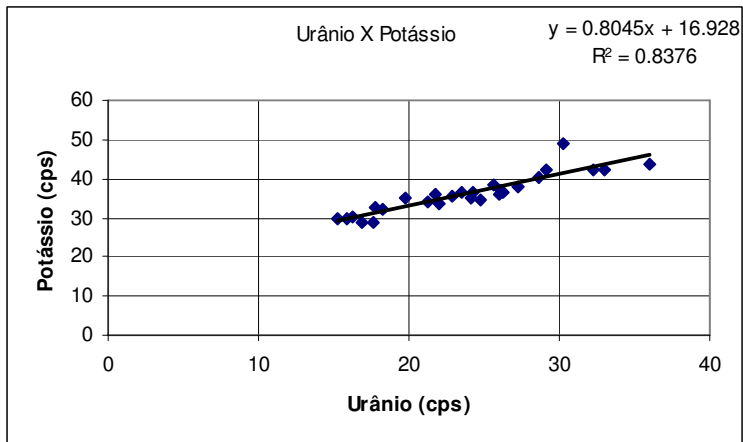
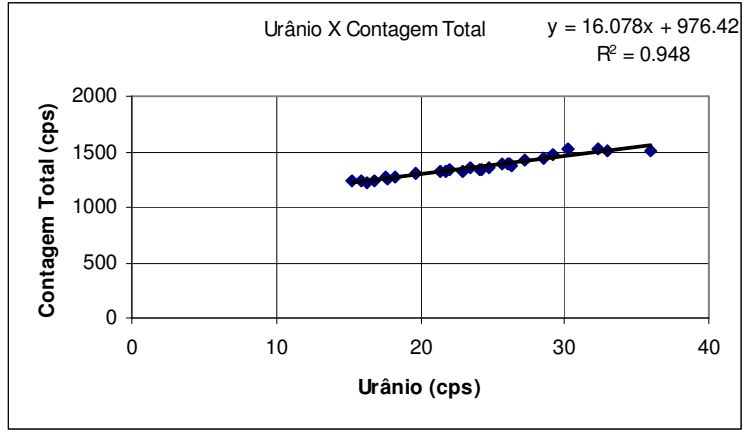
**RESUMO DO PROCESSO DE CALIBRAÇÃO DOS
GAMAESPECTRÔMETROS**

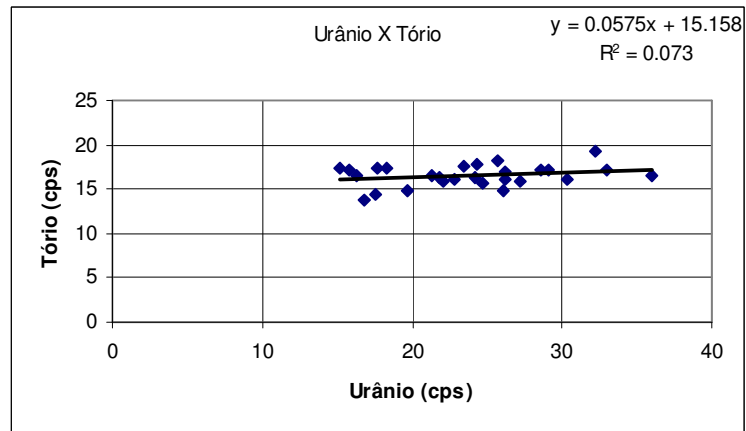
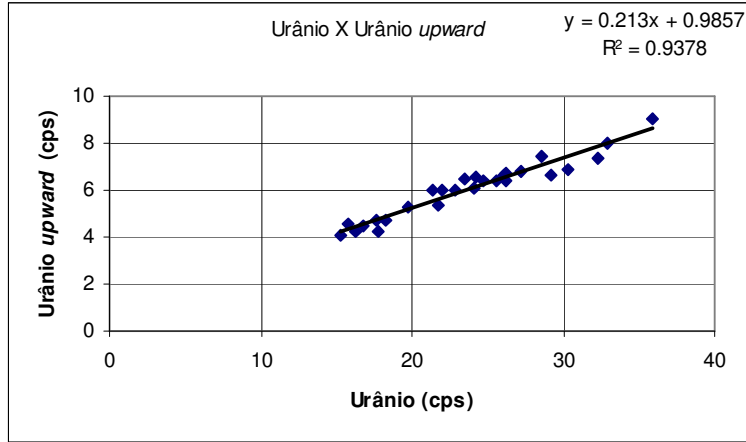
ANEXO II

**DETERMINAÇÃO DAS CONSTANTES DE CALIBRAÇÃO DO
RADÔNIO**

Vôo	Urânio	Tório	Urânio <i>up</i>	Potássio	Contagem Total	Cósmico
204	19.737	14.932	5.268	34.851	1299.408	310
204	35.943	16.424	9.049	43.672	1508.030	310
205	28.586	17.082	7.439	40.265	1439.992	314
206	21.762	16.278	5.359	36.025	1329.803	262
211	29.267	-	-	-	-	-
211	30.289	16.145	6.867	48.946	1530.052	238
214	26.025	14.920	6.652	36.042	1384.334	280
214	32.258	19.189	7.360	42.313	1523.748	280
215	32.953	17.247	8.013	42.152	1500.734	284
215	22.038	15.819	5.984	33.456	1332.963	280
216	17.591	14.373	4.705	29.032	1262.886	278
216	24.728	15.591	6.438	34.548	1363.171	279
220	16.822	13.758	4.519	28.982	1232.180	274
220	27.246	15.818	6.782	37.853	1426.229	275
224	31.647	-	-	-	-	-
224	29.148	17.170	6.607	42.226	1467.947	248
225	15.221	17.393	4.098	29.942	1243.663	255
225	26.160	16.873	6.432	36.767	1395.475	258
230	16.282	16.563	4.251	30.226	1226.628	274
230	26.266	16.178	6.722	36.569	1376.719	276
231	21.309	16.498	5.986	33.903	1318.830	277
232	15.835	17.207	4.558	29.577	1244.123	274
232	22.880	16.142	5.968	35.600	1318.385	274
234	17.716	17.386	4.264	32.453	1258.586	275
234	24.267	17.845	6.522	36.486	1344.189	312
236	23.457	17.509	6.457	36.290	1352.174	274
237	18.256	17.329	4.706	31.997	1273.959	268
237	24.153	16.284	6.106	35.238	1346.510	274
238	25.647	18.276	6.369	38.595	1393.781	273

Aeronave PT-FZN





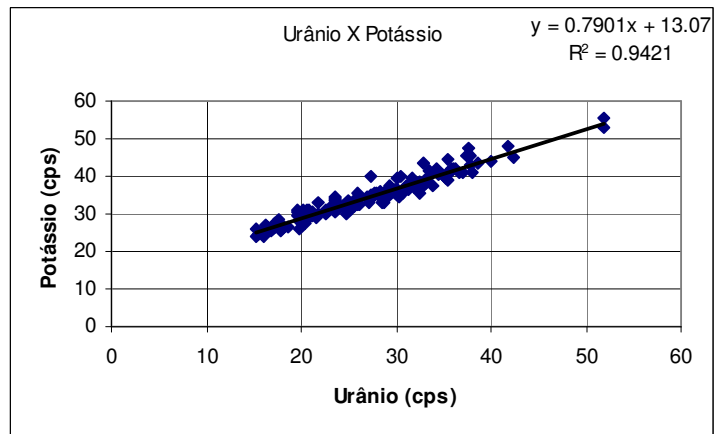
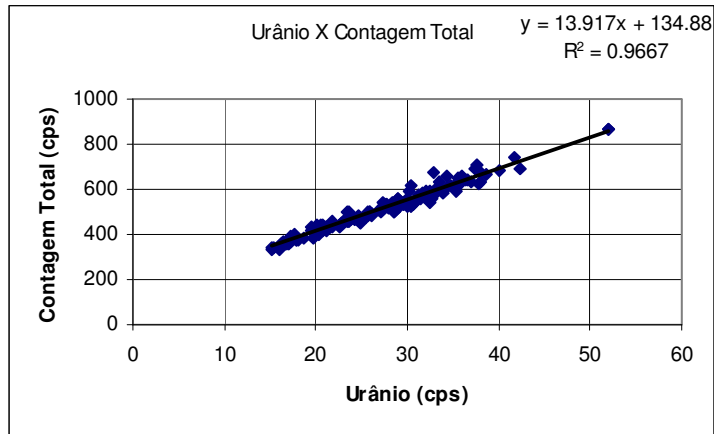
Vão	Urânio	Tório	Urânio <i>up</i>	Potássio	Contagem Total	Cósmico
6	20.15	15.61	3.25	30.91	434.34	238.24
6	27.97	15.30	4.66	35.44	519.78	236.59
7	26.01	14.40	4.39	32.70	483.66	246.87
8	16.32	13.46	2.88	26.03	359.54	250.80
8	23.55	13.52	4.40	30.55	460.55	243.88
9	16.98	13.39	2.90	26.57	371.63	246.75
9	35.41	14.59	5.52	38.89	588.18	234.20
10	27.52	15.74	4.77	34.26	521.09	243.05
11	17.52	14.31	2.92	27.69	383.72	238.98
11	30.69	14.45	5.22	35.48	537.13	256.46
12	18.70	14.13	3.33	26.71	383.94	257.63
12	30.32	14.03	5.20	34.60	520.86	250.16
13	24.69	14.58	4.17	32.64	480.67	255.21
14	21.65	13.76	3.61	29.23	437.14	251.03
14	32.68	13.65	5.58	36.98	560.59	256.60
15	25.63	14.62	4.52	32.03	481.62	259.96
16	16.49	13.58	2.80	26.75	366.35	246.96
16	28.65	14.60	4.45	32.91	496.87	256.98
17	16.10	13.85	2.52	23.80	337.36	263.10
17	31.80	14.18	5.70	37.35	573.56	257.47
18	22.66	14.11	3.47	30.11	436.59	258.25
19	17.17	13.87	2.78	26.38	369.78	250.33
19	24.31	15.05	3.97	32.21	463.04	250.83
20	16.82	13.62	2.84	25.61	365.66	254.95
20	32.44	15.26	5.64	35.49	541.26	251.97
21	24.78	13.30	4.05	30.24	454.09	260.80
22	15.42	13.45	2.74	24.67	345.54	259.59
22	28.99	15.31	4.90	35.56	527.77	252.72
23	27.03	15.77	4.70	33.03	509.09	251.63
24	15.23	13.22	2.48	23.96	329.49	256.85
24	30.01	15.02	4.90	34.78	521.59	254.07
25	22.73	15.12	4.21	30.72	448.12	255.54
26	17.02	12.70	2.90	25.96	356.13	248.34
26	35.13	17.50	5.93	39.88	619.18	245.00
27	25.72	15.33	4.32	32.30	496.88	254.70
28	21.82	14.08	3.79	29.94	436.12	249.13
28	33.91	13.84	5.88	37.59	581.62	249.73
29	19.99	15.79	3.23	29.02	419.33	254.63
29	29.50	15.19	5.28	35.77	537.13	253.78
30	29.08	14.76	4.98	34.56	526.57	251.42
31	19.53	17.58	3.24	30.80	436.90	259.95
31	34.39	15.38	5.68	40.63	604.39	244.42
33	17.94	13.77	3.14	26.12	376.53	250.79
33	29.75	15.38	4.70	36.39	542.13	252.07
34	26.00	14.37	4.51	32.69	489.79	244.19
35	19.53	13.22	3.29	30.42	413.14	236.67
35	35.96	14.81	5.84	42.24	640.64	241.23
36	29.40	14.32	4.99	37.33	541.45	244.88

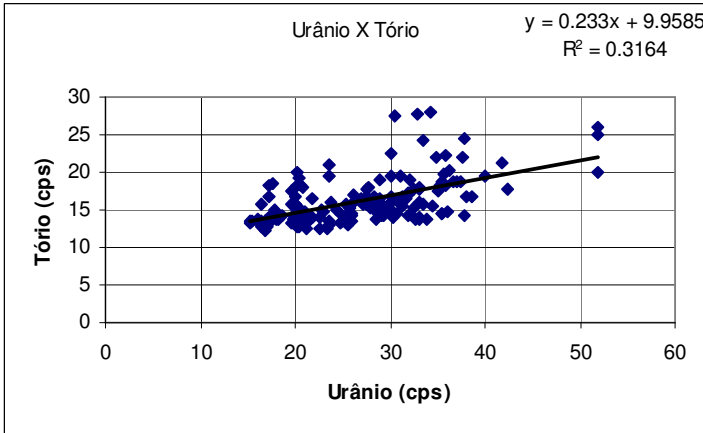
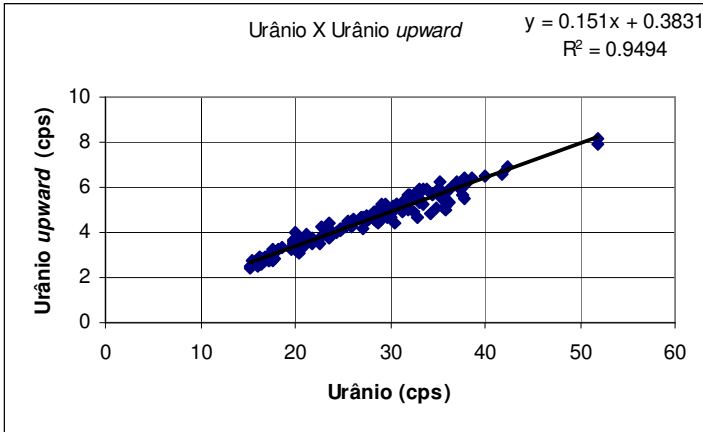
Vão	Urânio	Tório	Urânio <i>up</i>	Potássio	Contagem Total	Cósmico
37	25.50	13.09	4.38	33.39	478.62	250.09
37	35.39	14.45	5.64	41.07	610.06	241.99
38	29.15	14.20	5.21	35.96	537.82	246.95
39	23.34	12.44	3.97	32.45	457.37	248.20
39	33.11	14.05	5.33	38.51	580.06	243.39
40	25.93	13.57	4.42	34.17	496.04	246.13
41	19.88	13.16	3.68	30.12	415.74	250.17
41	24.96	13.50	4.20	33.43	474.40	248.58
42	23.53	12.93	3.78	33.46	464.90	245.34
42	37.81	14.37	6.39	42.85	629.07	245.41
43	21.10	12.57	3.64	29.68	416.06	248.73
43	33.13	13.67	5.42	38.82	585.27	244.87
44	16.68	12.70	2.81	25.61	357.03	256.92
44	28.88	14.67	4.46	35.17	531.54	245.96
45	16.36	12.83	2.59	26.38	363.93	244.10
45	28.28	16.77	4.57	35.95	542.10	246.46
46	22.66	12.61	3.75	31.11	444.46	247.34
46	38.59	16.80	6.38	43.58	665.13	245.95
47	29.90	15.67	5.00	36.27	544.73	249.53
48	20.19	12.73	3.74	28.65	408.88	257.33
48	31.69	16.38	5.13	39.37	579.56	246.41
49	27.68	17.95	4.60	35.58	533.82	247.77
50	19.90	13.76	3.50	27.77	406.99	245.62
50	33.07	16.02	5.82	38.05	583.50	260.13
51	27.31	16.41	4.55	35.05	515.50	257.66
52	16.89	12.33	2.90	25.77	359.35	249.26
52	28.48	13.83	4.54	32.98	496.76	254.22
53	28.30	15.85	4.88	34.44	530.44	259.12
54	20.09	13.80	3.96	29.15	418.56	248.82
54	31.25	15.51	5.35	37.00	558.73	257.41
55	27.54	17.72	4.49	34.95	534.21	268.22
56	20.99	14.66	3.56	30.05	425.32	250.16
56	35.85	18.22	5.73	41.37	626.57	260.49
57	28.85	15.91	4.84	36.04	535.98	274.42
58	20.83	13.62	3.63	28.89	430.03	248.96
58	40.08	19.50	6.48	43.89	680.81	257.43
59	32.41	17.80	4.94	38.26	594.67	264.14
60	16.23	13.24	2.61	27.15	357.21	246.44
60	30.01	16.71	4.94	36.62	540.02	269.32
61	33.13	18.09	5.89	38.34	601.54	274.23
62	19.68	15.72	3.37	29.38	419.91	249.28
62	31.94	17.08	5.40	36.97	563.12	271.82
63	30.02	19.58	4.86	36.46	561.45	272.63
64	20.24	14.00	3.54	28.59	416.68	246.48
64	32.13	18.96	5.67	38.67	595.29	269.48
65	15.23	13.56	2.40	26.09	345.08	255.23
65	31.16	19.59	5.05	37.75	577.29	266.59
66	28.90	18.92	4.65	36.09	554.99	264.22
67	18.12	13.68	3.29	26.56	375.47	252.90

Vão	Urânio	Tório	Urânio <i>up</i>	Potássio	Contagem Total	Cósmico
67	36.66	18.68	6.05	41.08	644.01	262.67
68	25.33	15.78	4.23	31.64	475.79	270.91
69	20.75	13.93	3.40	29.11	415.60	245.55
69	23.86	16.03	4.09	31.89	466.04	267.24
70	17.64	13.84	3.22	26.88	381.81	255.75
70	31.35	16.67	4.91	36.34	559.44	265.07
71	20.34	12.73	3.06	27.70	398.50	251.25
71	36.99	18.71	6.24	41.09	629.23	268.19
73	23.48	19.52	3.91	34.18	503.78	257.65
73	38.02	16.72	6.13	41.17	633.02	263.77
74	21.02	13.96	3.56	30.23	431.65	252.07
74	42.28	17.68	6.93	45.16	691.57	260.21
75	28.90	16.47	5.11	36.10	556.64	265.82
76	21.16	14.55	3.91	30.33	434.67	372.33
76	35.34	18.24	6.25	39.55	617.55	176.17
77	27.46	16.67	4.65	34.59	521.65	265.29
78	20.07	15.63	3.30	30.14	428.94	252.73
78	30.70	16.36	5.24	35.85	535.64	266.57
80	27.25	16.10	4.62	40.05	541.67	245.23
80	51.97	25.94	-	-	-	225.13
81	37.65	22.05	5.66	47.53	710.31	247.35
82	37.44	18.69	5.90	45.40	689.33	250.38
82	51.98	19.88	8.19	55.64	870.18	250.71
84	35.86	-	4.96	-	-	233.66
84	35.49	18.69	5.84	44.54	653.70	253.30
85	21.73	16.58	3.48	33.05	458.97	249.79
85	25.97	15.69	4.23	35.73	497.29	249.26
86	20.03	16.81	3.31	30.00	424.54	249.37
86	31.97	17.33	5.04	37.89	575.53	253.33
87	33.54	15.79	5.92	39.86	607.31	247.85
88	32.78	27.66	4.66	43.57	677.70	240.60
88	41.72	21.15	6.58	47.86	738.01	246.11
89	33.10	17.74	5.50	38.77	597.25	247.09
90	17.16	18.23	2.72	27.61	389.45	249.98
90	19.78	14.17	3.59	26.08	386.45	247.04
92	20.77	17.97	3.33	30.92	441.90	247.93
92	26.16	17.10	4.57	32.68	495.69	246.72
93	17.61	18.46	2.72	28.34	397.35	248.76
93	27.17	16.32	4.14	33.93	496.39	247.31
96	23.02	14.82	3.91	30.98	454.78	248.81
96	26.97	16.48	4.64	34.42	505.01	249.67
97	17.29	16.76	2.96	26.60	382.96	253.81
97	36.32	20.28	5.35	41.92	644.31	247.19
98	30.15	22.48	4.65	39.36	593.08	242.37
99	16.43	15.78	2.80	25.34	359.58	254.74
99	34.77	22.00	5.11	40.66	616.31	247.24
100	23.60	21.01	3.81	34.48	503.05	239.69
101	17.81	15.00	2.81	25.30	374.88	245.55
101	35.61	19.68	5.62	41.24	634.49	235.24

Vôo	Urânio	Tório	Urânio <i>up</i>	Potássio	Contagem Total	Cósmico
102	20.56	18.33	3.32	31.04	444.35	247.75
102	35.87	22.31	5.16	42.08	655.62	239.90
103	34.33	27.97	4.84	42.24	662.18	244.92
104	20.10	20.06	3.18	30.07	442.33	244.87
104	33.52	24.20	5.23	41.64	636.38	246.42
105	30.44	27.51	4.43	40.04	619.60	246.19
106	20.41	19.25	3.54	29.34	434.43	249.82
106	51.93	25.12	7.88	53.12	864.16	240.67
107	20.10	18.24	3.55	29.30	427.85	253.06
107	37.91	24.60	5.46	45.40	686.46	238.67

Aeronave PT-WOT



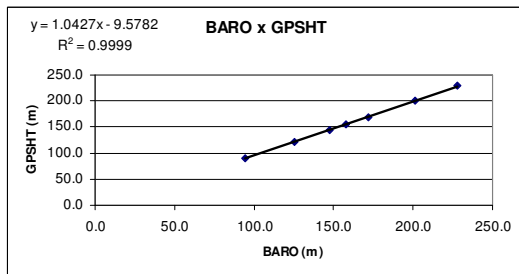
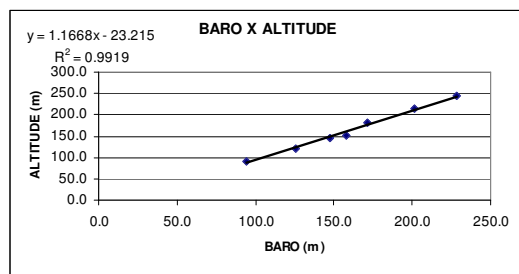
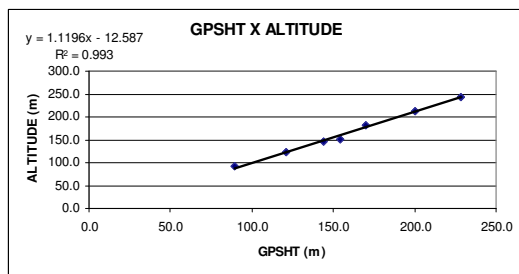
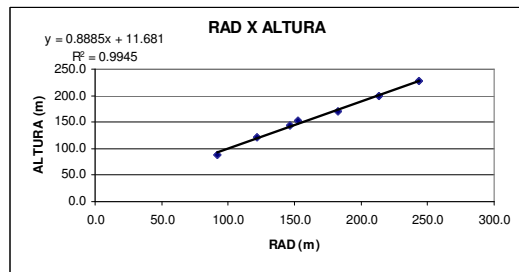
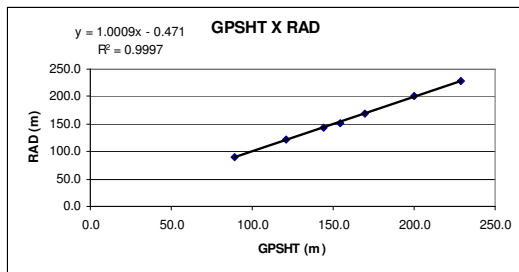


RESUMO DO PROCESSO DE CALIBRAÇÃO DOS ALTÍMETROS

ANEXO III

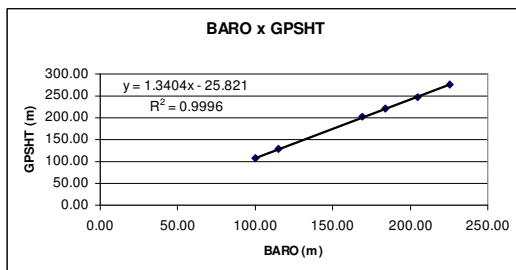
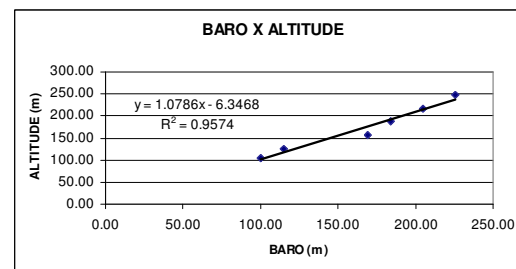
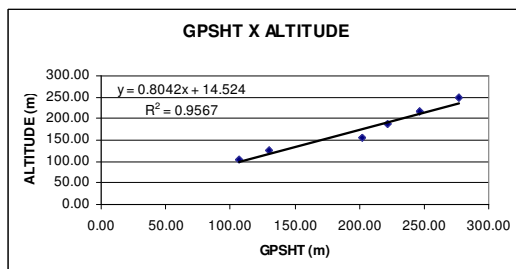
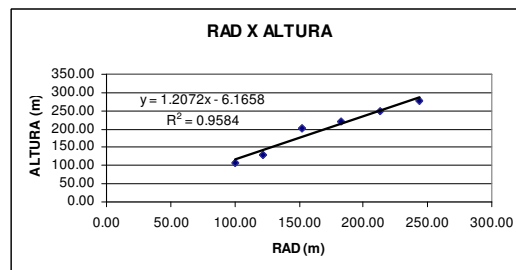
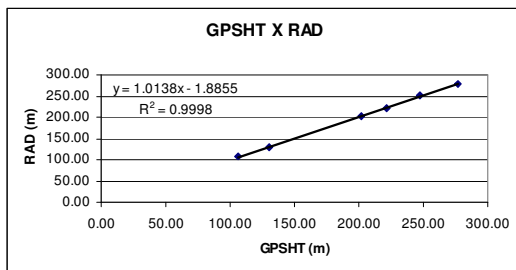
Base	Marica-RJ
Aeronave	PT-FZN
Data	15/05/2005
Nº Vôo	1

LINHA	ALTURA (m)	ALTITUDE (m)	GPSHT (m)	RAD (m)	BARO (m)
300	91.44	91.44	89.30	88.93	94.55
400	121.92	121.92	121.30	121.94	125.64
480	146.30	146.30	144.20	143.64	147.31
500	152.40	152.40	154.30	152.39	157.83
600	182.88	182.88	169.80	169.78	171.72
700	213.36	213.36	200.20	200.12	201.47
800	243.84	243.84	228.70	228.68	228.17



Base	Marica-RJ
Aeronave	PT-WOT
Data	29/03/2005
nº Voo	1

LINHA	ALTURA (m)	ALTITUDE (m)	GPSHT (m)	RAD (m)	BARO (m)
330	100.58	104.55	106.60	106.98	99.94
400	121.92	125.88	130.10	129.30	115.15
500	152.40	156.36	201.70	201.84	169.50
600	182.88	186.84	221.40	222.08	183.76
700	213.36	217.32	246.90	250.09	204.64
800	243.84	247.80	276.60	277.98	225.34



RESUMO DOS PROCESSOS DE COMPENSAÇÃO MAGNÉTICA

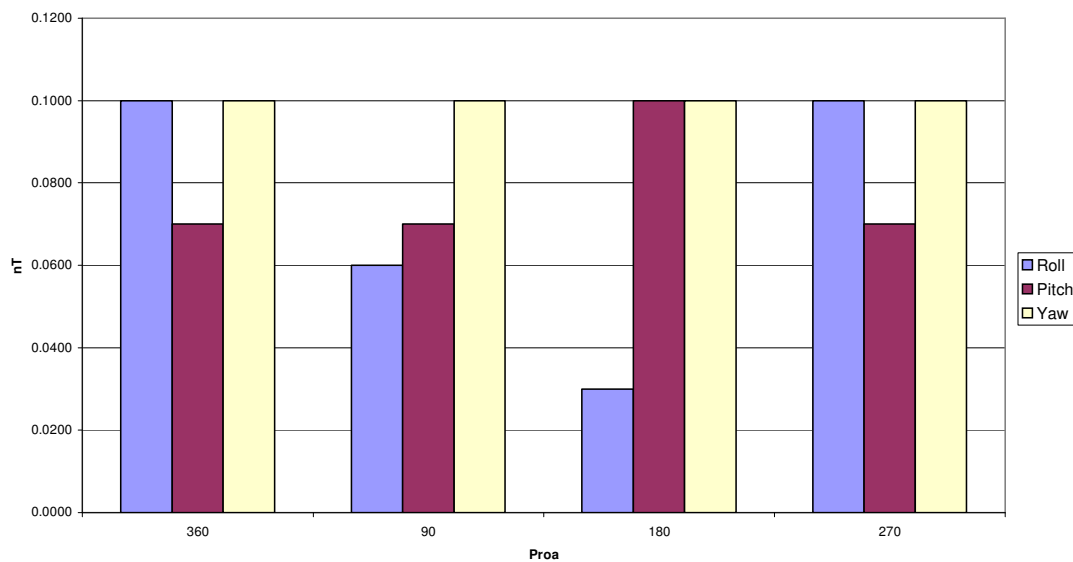
ANEXO IV

Figure of Merit (FOM)

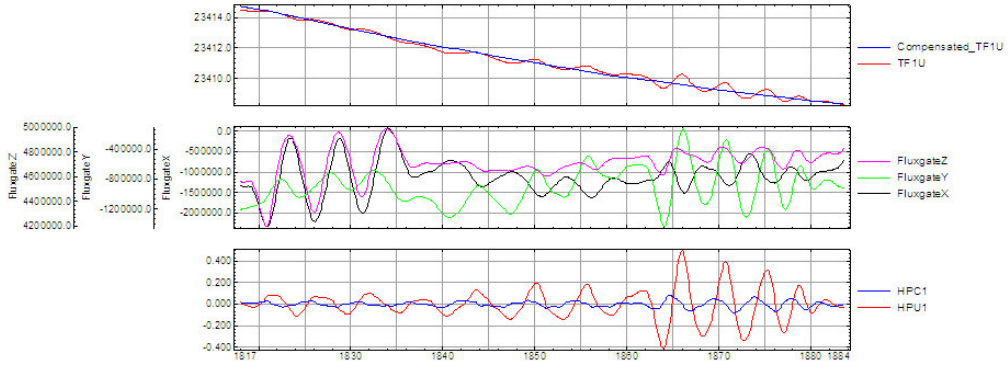
Job Number	2417.7
Base	Goiânia - GO
Aircraft	PT-FZN
Date	18/mai/05
Calibration Ft.	203

SENSOR STINGER					
Line Number	Direction	ROLL (nT)	PITCH (nT)	YAW (nT)	FOM
361	360	0.1000	0.0700	0.1000	0.270
91	90	0.0600	0.0700	0.1000	0.230
181	180	0.0300	0.1000	0.1000	0.230
271	270	0.1000	0.0700	0.1000	0.270
TOTAL					1.000

FOM Single Sensor



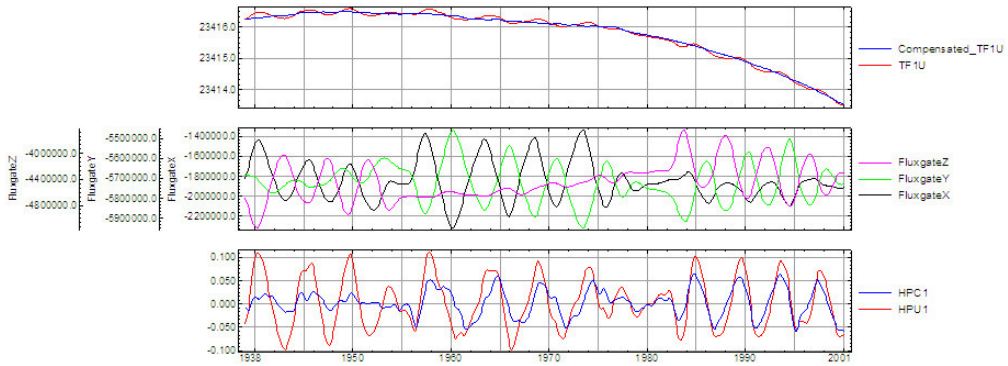
FOM - SENSOR 1 - PROA 90 (E)



database: C:\job_2417.5\Casid\FOM_FZN.gdb line.group: S91

2005/05/19

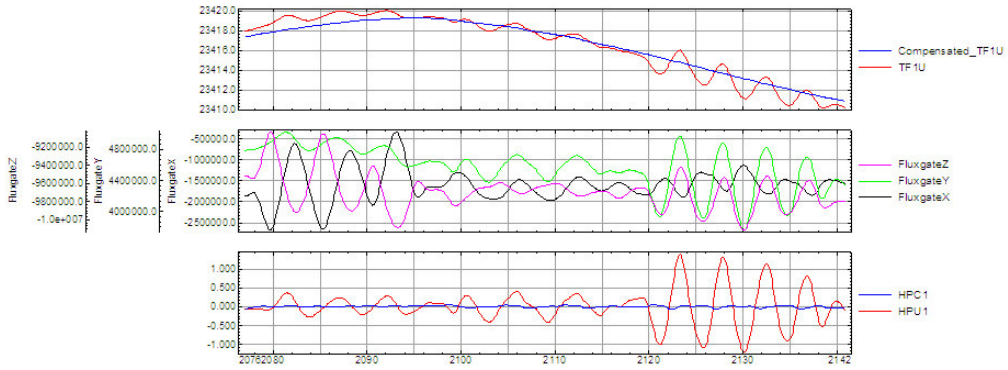
FOM - SENSOR 1 - PROA 180 (S)



database: C:\job_2417.5\Casid\FOM_FZN.gdb line.group: S181

2005/05/19

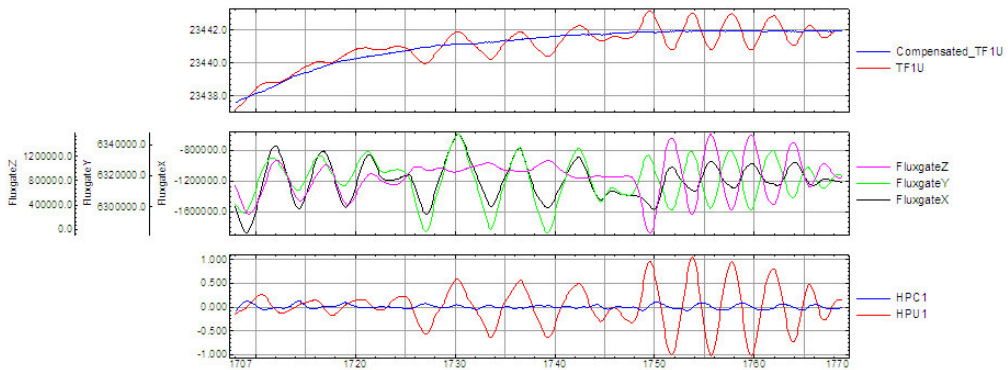
FOM - SENSOR 1 - PROA 270 (W)



database: C:\Job_2417.5\Oasis\FOM_FZN\gdb line:group: S3271

2005/05/19

FOM - SENSOR 1 - PROA 360 (N)



database: C:\Job_2417.5\Oasis\FOM_FZN\gdb line:group: S361

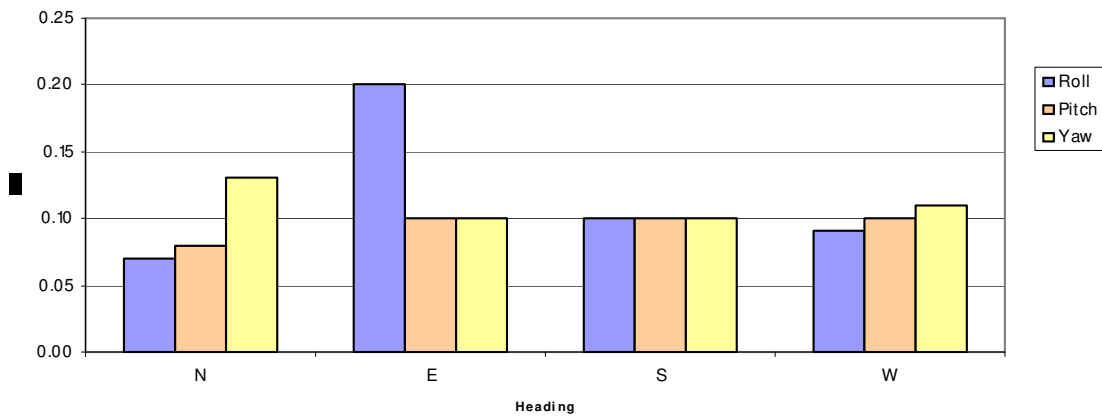
2005/05/19

Figure of Merit (FOM)

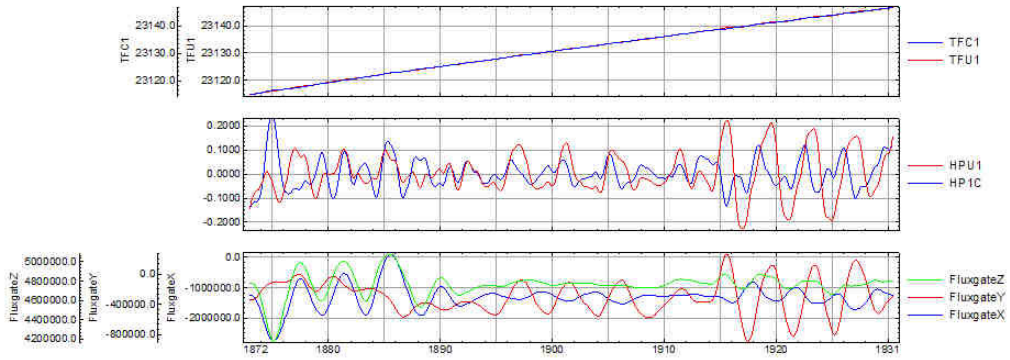
Job Number	2417.7
Base	Catalão - GO
Aircraft	PT-FZN
Date	06/06/05
Calibration Ft.	229

SENSOR STINGER					
Line Number	Direction	ROLL (nT)	PITCH (nT)	YAW (nT)	FOM
360	360	0.07	0.08	0.13	0.28
90	90	0.20	0.10	0.10	0.40
180	180	0.10	0.10	0.10	0.30
270	270	0.09	0.10	0.11	0.30
TOTAL					1.28

FOM - Sensor 1



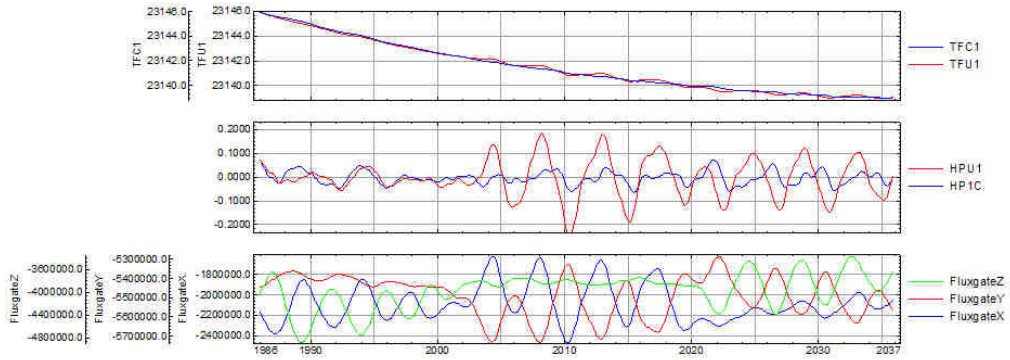
FOM 091 E -V229



database: C:\Job_2417.7\Fom 060605\FOM229.gdb linegroup: L91

2005/06/06

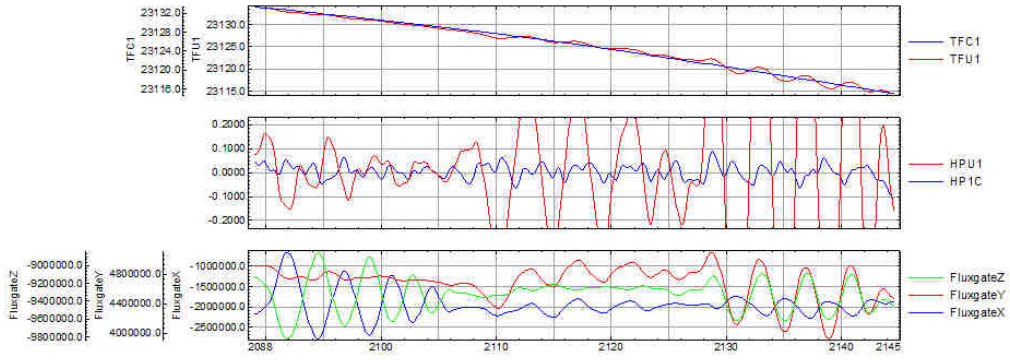
FOM 181 S -V229



database: C:\Job_2417.7\Fom 060605\FOM229.gdb linegroup: L181

2005/06/06

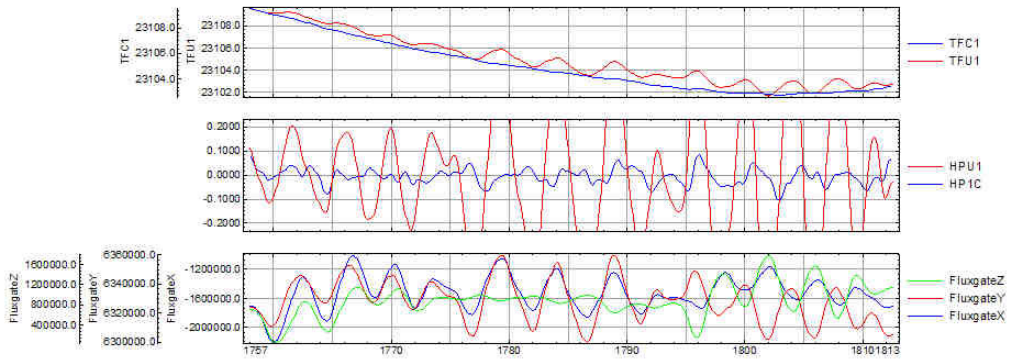
FOM 271 W -V229



database: C:\Job_2417.7\Fom 060605\FOM229.gdb line/group: L271

2005/06/06

FOM 361 N -V229



database: C:\Job_2417.7\Fom 060605\FOM229.gdb line/group: L361

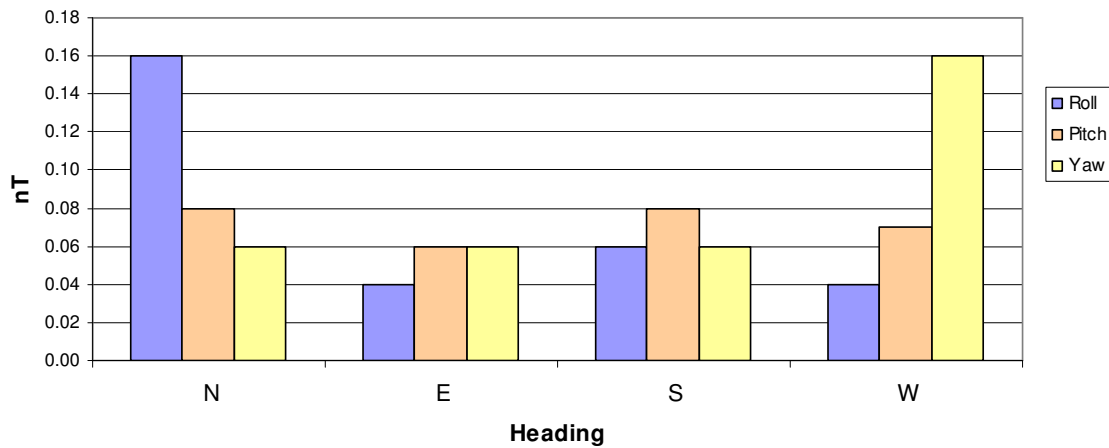
2005/06/06

Figure of Merit (FOM)

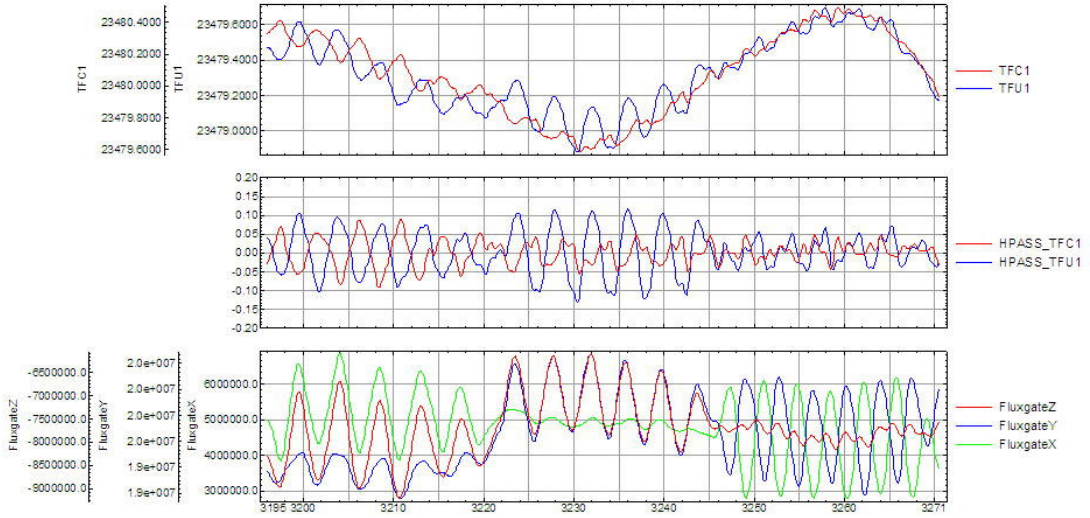
Job Number	2417.5
Base	Goiás - GO
Aircraft	PT-WOT
Date	04/04/05
Calibration Flt.	6

SENSOR STINGER					
Line Number	Direction	ROLL (nT)	PITCH (nT)	YAW (nT)	FOM
360	360	0.16	0.08	0.06	0.30
90	90	0.04	0.06	0.06	0.16
180	180	0.06	0.08	0.06	0.20
270	270	0.04	0.07	0.16	0.27
TOTAL					0.93

FOM - Sensor 1



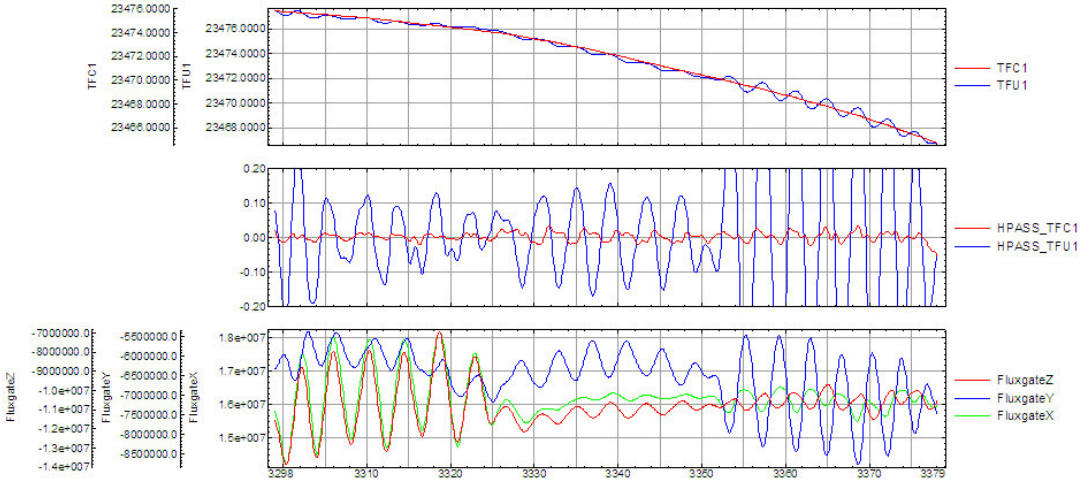
VỎ 006 FOM N 04/04/05



database: fcm 006.gdb line/group: L361

2005/04/04

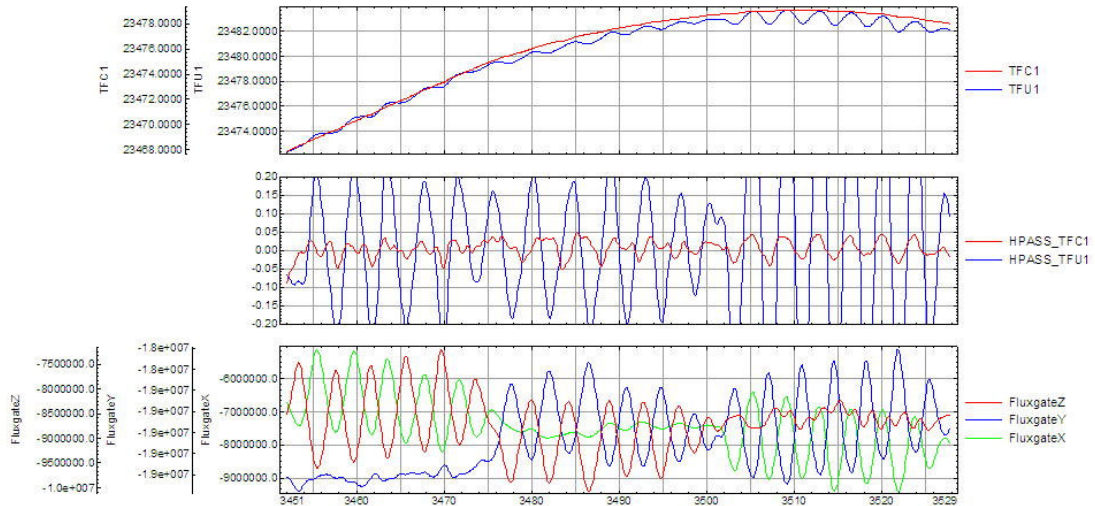
VỎ 006 FOM E 04/04/05



database: fcm 006.gdb line/group: L91

2005/04/04

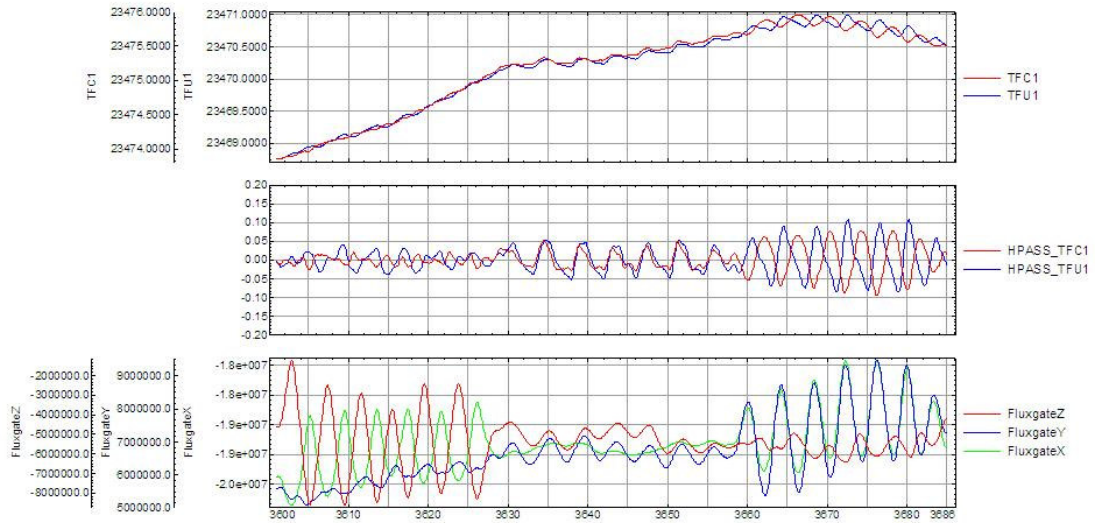
VỎ 006 FOM S 04/04/05



database: \fom 006.gdb line/group: L181

2005/04/04

VỎ 006 FOM W 04/04/05



database: \fom 006.gdb line/group: L271

2005/04/04

ANEXO V

QUADROS SINÓPTICOS DAS OPERAÇÕES DE CAMPO

ANEXO VI
CONTEÚDO DOS DVD-ROMs

Este arquivo apresenta a relação do conteúdo dos arquivos digitais que compõem o acervo digital do Levantamento Aerogeofísico do Estado de Goiás – 2ª Etapa – Faixa Brasília Sul.

4 DVD-ROMs compõem 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)

DVD 1	Bancos de Dados Geosoft (GDB), Grids, Arquivo ASCII XYZ Gamaespectrometria e Relatório Final
DVD 2	Arquivos de Mapas formato <i>Geosoft</i> (Gamaespectrometria e Modelo Digital do Terreno)
DVD 3	Arquivos de Mapas formato <i>Geosoft</i> (Magnetometria) e Arquivos de Plotagem HPGL (Todos os temas)
DVD 4	Arquivo ASCII XYZ Magnetometria

Nomenclatura dos Arquivos de Mapas:

Nº da Folha no Estado de Goiás	Código Milionésimo (MI)	Nomenclatura da Folha	Corte Cartográfico	Escala
*_096.MAP	2296	Goiânia	SE.22-X-B-IV	1:100.000
*_109.MAP	2336	Piracanjuba	SE.22-X-D-I	1:100.000
*_110.MAP	2337	Cristianópolis	SE.22-X-D-II	1:100.000
*_111.MAP	2338	Pires do Rio	SE.22-X-D-III	1:100.000
*_112.MAP	2339	Cavaleiros	SE.23-V-C-I	1:100.000
*_113.MAP	2340	Serra da Tiririca	SE.23-V-C-II	1:100.000
*_122.MAP	2374	Morrinhos	SE.22-X-D-IV	1:100.000
*_123.MAP	2375	Caldas Novas	SE.22-X-D-V	1:100.000
*_124.MAP	2376	Ipameri	SE.22-X-D-VI	1:100.000
*_125.MAP	2377	Campo Alegre de Goiás	SE.23-V-C-IV	1:100.000
*_126.MAP	2378	Guarda-Mor	SE.23-V-C-V	1:100.000
*_135.MAP	2412	Itumbiara	SE.22-Z-B-I	1:100.000
*_136.MAP	2413	Corumbáiba	SE.22-Z-B-II	1:100.000
*_137.MAP	2414	Goiandira	SE.22-Z-B-III	1:100.000
*_138.MAP	2415	Catalão	SE.23-Y-A-I	1:100.000
*_139.MAP	2416	Coromandel	SE.23-Y-A-II	1:100.000
*_147.MAP	2449	Ituiutaba	SE.22-Z-B-IV	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_109.MAP – *Geosoft* MAP da Folha SE.22-X-D-I 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

Nomenclatura dos Arquivos de Plotagem (HPGL):

Nº da Folha no Estado de Goiás	Código Milionésimo (MI)	Nomenclatura da Folha	Corte Cartográfico	Escala
*_096.PRN	2296	Goiânia	SE.22-X-B-IV	1:100.000
*_109.PRN	2336	Piracanjuba	SE.22-X-D-I	1:100.000
*_110.PRN	2337	Cristianópolis	SE.22-X-D-II	1:100.000
*_111.PRN	2338	Pires do Rio	SE.22-X-D-III	1:100.000
*_112.PRN	2339	Cavaleiros	SE.23-V-C-I	1:100.000
*_113.PRN	2340	Serra da Tiririca	SE.23-V-C-II	1:100.000
*_122.PRN	2374	Morrinhos	SE.22-X-D-IV	1:100.000
*_123.PRN	2375	Caldas Novas	SE.22-X-D-V	1:100.000
*_124.PRN	2376	Ipameri	SE.22-X-D-VI	1:100.000
*_125.PRN	2377	Campo Alegre de Goiás	SE.23-V-C-IV	1:100.000
*_126.PRN	2378	Guarda-Mor	SE.23-V-C-V	1:100.000
*_135.PRN	2412	Itumbiara	SE.22-Z-B-I	1:100.000
*_136.PRN	2413	Corumbáiba	SE.22-Z-B-II	1:100.000
*_137.PRN	2414	Goiandira	SE.22-Z-B-III	1:100.000
*_138.PRN	2415	Catalão	SE.23-Y-A-I	1:100.000
*_139.PRN	2416	Coromandel	SE.23-Y-A-II	1:100.000
*_147.PRN	2449	Ituiutaba	SE.22-Z-B-IV	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

FPTH = 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_135.PRN – Arquivo de plotagem HPGL da Folha SE.22-Z-B-I Escala 1:100.000 da Taxa de Exposição da Contagem 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
Grids Integrados 1ª Etapa + 2ª Etapa		
Mag.grd	Campo Magnético Total (Reduzido IGRF)	nT
Mag_s.grd	Campo Magnético Total (Reduzido IGRF) (<i>shadow</i>)	-
1dv.grd	1ª Derivada Vertical do Campo Magnético Total	nT/m
1dv_s.grd	1ª Derivada Vertical do Campo Magnético Total (<i>shadow</i>)	-
Sign.grd	Sinal Analítico do Campo Magnético Total	nT/m
Sign_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>)	-
Grids Delimitados com o Perímetro da Área Faixa Brasília-Sul		
Mag500.grd	Campo Magnético Total (Reduzido IGRF)	nT
Mag500_s.grd	Campo Magnético Total (Reduzido IGRF) (<i>shadow</i>)	-
1dv500.grd	1ª Derivada Vertical do Campo Magnético Total	nT/m
1dv500_s.grd	1ª Derivada Vertical do Campo Magnético Total (<i>shadow</i>)	-
Sign500.grd	Sinal Analítico do Campo Magnético Total	nT/m
Sign500_s.grd	Sinal Analítico do Campo Magnético Total (<i>shadow</i>)	-
TC_500.grd	Taxa de Exposição da Contagem Total	µR/h
K_Perc500.grd	Concentração de Potássio	%
U_ppm500.grd	Concentração de Urânio	ppm
Th_ppm500.grd	Concentração de Tório	ppm
THK_500.grd	Razão Tório/Potássio	-
UK_500.grd	Razão Urânio/Potássio	-
UTH_500.grd	Razão Urânio/Tório	-
DTM_500.grd	Modelo Digital do Terreno	m
DTM_500_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	Varição Diurna do Campo Magnético	nT
MAGRAW	Campo Magnético Bruto	nT
MAGCOM	Campo Magnético Compensado	nT
MAGCOR	Campo Magnético Corrigido “Lag” e Varição 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	Upward Urânio	cps
COSMIC	Radiação Cósmica	cps
LIVETIME	Livetime	ms
TEMP	Temperatura	Graus Celsius

CAMPO	DESCRIÇÃO	UNIDADE
TCCORR	Contagem Total Corrigida	cps
KCORR	Potássio Corrigido	cps
UCORR	Urânio Corrigido	cps
THCORR	Tório Corrigido	cps
TCEXP	Taxa de Exposição da Contagem Total	μ R/h
KPERC	Concentração de Potássio	%
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.