



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

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

CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL (PGB)

PROJETO AEROGEOFÍSICO

RIO FORMOSO

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

VOLUME I

TEXTO TÉCNICO

2014

LASA PROSPECÇÕES S.A.

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Edison Lobão

Ministro

Márcio Pereira Zimmermann

Secretário Executivo

Cláudio Scliar

Secretário de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

CPRM - Serviço Geológico do Brasil

Manoel Barretto da Rocha Neto

Diretor-Presidente

Roberto Ventura Santos

Diretor de Geologia e Recursos Minerais – DGM

Antonio Carlos Bacelar Nunes

Diretor de Relações Institucionais e Desenvolvimento – DRI

Thales de Queiros Sampaio

Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial – DHT

Eduardo Santa Helena da Silva

Diretor de Administração e Finanças – DAF

Reginaldo Alves dos Santos

Departamento de Geologia – DEGEO

Maria Laura Vereza de Azevedo

Divisão de Geofísica – DIGEOF

Ludwig Zellner

Assistente – DGM

João Batista Freitas de Andrade

Coordenador – DIGEOF

SUPERINTENDÊNCIA DE GOIÂNIA

Luiz Fernando Magalhães

Superintendente

Gilmar José Rizzoto

Gerência de Geologia e Recursos Minerais

SUPERINTENDÊNCIA DE BELÉM

Manfredo Ximenes Fonte

Superintendente

Lúcia Travassos da Rosa Costa

Gerência de Geologia e Recursos Minerais

FISCALIZAÇÃO DA AQUISIÇÃO DE DADOS

Ludwig Zellner

Iago Sousa Lima Costa

REVISÃO E COMPATIBILIZAÇÃO GERAL DOS RESULTADOS OBTIDOS

Alexandre Lisboa Lago

APRESENTAÇÃO

O conhecimento geológico/geofísico do território brasileiro é instrumento indispensável para o planejamento e a implementação das políticas públicas voltadas para o desenvolvimento sustentável dos recursos minerais, petrolíferos e hídricos subterrâneos do país e, simultaneamente, fonte do imprescindível conhecimento do meio físico para execução de estudos de zoneamento ecológico-econômico e de gestão ambiental do território nacional.

Este produto é mais uma ação do **Programa Geologia do Brasil – PGB**, que vem desenvolvendo trabalhos em todas as regiões geográficas do país e cujo objetivo é proporcionar o incremento do conhecimento geológico e hidrogeológico do território brasileiro, como parte do **Programa de Aceleração do Crescimento – PAC**.

É com esta premissa que a Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral do Ministério de Minas e Energia, através da Divisão de Geofísica – DIGEOF do Serviço Geológico do Brasil – CPRM, tem a grata satisfação de disponibilizar à comunidade técnico-científica, aos empresários do setor mineral e à sociedade em geral o **Projeto Aerogeofísico Rio Formoso**.

O desenvolvimento deste produto abrangeu uma área de 18.900 km² compreendendo a parte sudoeste do Estado de Tocantins e parte noroeste do Estado de Goiás. Os trabalhos nesta área foram realizados através do recobrimento de 41.222 km de perfis de alta resolução e foram realizados com os métodos magnetométrico e gamaespectrométrico, com linhas de voo e controle espaçadas de 500 m e 10.000 m, respectivamente, orientadas nas direções N-S e E-W

ROBERTO VENTURA SANTOS
Diretor de Geologia e Recursos Minerais

RESUMO

O Governo Federal, através do Plano Plurianual 2004/2007 (PPA 2004-2007), definiu as políticas públicas setoriais dos seus diversos Ministérios por meio dos Programas e respectivas Ações, que foram mantidos e ampliados nos Planos Plurianuais 2008-2011 e 2012-2015.

No âmbito do Ministério de Minas e Energia e sua Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral (SGM/MME), compete a CPRM – Serviço Geológico do Brasil o planejamento e a execução do *Programa Geologia do Brasil (PGB)*, tendo como uma de suas Ações a de Levantamentos Geofísicos.

Dentro do Programa de Aceleração do Crescimento – PAC 2012, a CPRM – Serviço Geológico do Brasil, em 18 de Dezembro de 2013, celebrou com a Lasa Prospecções S/A o contrato nº 063/PR/13 para executar o serviço de aquisição e processamento de dados aeromagnetométricos e aerogamaespectrométricos do *Projeto Aerogeofísico Rio Formoso*, qual localiza-se na região centro-oeste do Brasil, compreendendo a parte sudoeste do Estado de Tocantins e parte noroeste do Estado de Goiás.

Para a etapa de aquisição de dados foram utilizadas 2 (duas) aeronaves, os Cessna Caravan C-208B, prefixos PR-FAK e PT-MEP as quais realizaram o projeto no período de 13/01/2014 a 28/03/2014, totalizando 41.222 km de perfis.

Como base de operações para a etapa de aquisição de dados foi utilizada a cidade de Gurupi (TO). Foram usados magnetômetros de bombeamento ótico de vapor de cézio e gamaespectrômetros de 256 canais espectrais, bem como o sistema de navegação GPS com receptores de 12 canais com correção diferencial “*realtime*”.

Para o recobrimento do projeto foram utilizadas cerca de 155,4 h de voo, que resultaram no levantamento efetivo de 41.222 km de perfis aprovados pela Fiscalização da CPRM - Serviço Geológico do Brasil em uma área de cerca de 18.900 km². O processamento de dados e a elaboração do Relatório Final foram realizados entre os meses de junho e julho de 2014.

Os produtos finais do Projeto Aerogeofísico Rio Formoso estão sendo apresentados sob a forma de Relatório Final (4 exemplares), que consiste em texto técnico (Volume I) e Anexos (Volumes II a XV), os quais incluem os seguintes temas apresentados sob a forma de mapas coloridos nas escalas 1:100.000 e 1:250.000, segundo o corte cartográfico ao milionésimo e na escala 1:500.000 em folha única:

- ❑ Escalas 1:100.000 e 1:250.000: Mapas de Contorno do Campo Magnético Total Reduzido do IGRF (Campo Total, Primeira Derivada Vertical e Sinal Analítico) e de Contorno Radiométrico em Concentração de Elementos (Contagem Total, Potássio, Urânio e Tório).
- ❑ Escala 1:500.000 (Folha Única): Mapas de Pseudo-Iluminação do Campo Magnético Total Reduzido do IGRF (Campo Total, Primeira Derivada Vertical e Sinal Analítico) e Radiométrico em Concentração de Elementos (Contagem Total, Potássio, Urânio, Tório, Razões eU/eTh, eU/K, eTh/K e Distribuição Ternária de Potássio, Urânio e Tório) e Mapa de Pseudo-Iluminação do Modelo Digital do Terreno.

Complementando os produtos finais, estão sendo também entregues 04 (quatro) coleções de 8 Mapas Digitais de Traço de Linhas de Voo (escala 1:100.000), mapas das razões eU/eTh, eU/K e eTh/K, nas escalas 1:100.000 e 1:250.000, bem como os arquivos digitais referentes aos metadados, os arquivos XYZ (perfis) e em malhas (*grids*), estes últimos no tamanho de 125 x 125m, ambos no formato *GEOSOFT*, como também os arquivos digitais de todos os mapas do projeto nas citadas escalas e o arquivo do texto, figuras e tabelas do Volume I do Relatório Final do Projeto em formato PDF, todos os arquivos estão gravados em DVD-ROM.

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

**PROJETO AEROGEOFÍSICO
RIO FORMOSO**

ÍNDICE DOS VOLUMES

VOLUME I	TEXTO TÉCNICO E ANEXOS
VOLUME II	ANEXOS – ESCALA: 1:100.000 <ul style="list-style-type: none">• MAPA DE CONTOURNO DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF) (Folhas 1 a 8)
VOLUME III	ANEXOS – ESCALA: 1:100.000 <ul style="list-style-type: none">• MAPA DE CONTOURNO DA 1ª DERIVADA VERTICAL DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF) (Folhas 1 a 8)
VOLUME IV	ANEXOS – ESCALA: 1:100.000 <ul style="list-style-type: none">• MAPA DE CONTOURNO DO SINAL ANALÍTICO DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF) (Folhas 1 a 8)
VOLUME V	ANEXOS – ESCALA: 1:100.000 <ul style="list-style-type: none">• MAPA DE CONTOURNO RADIOMÉTRICO DA TAXA DE EXPOSIÇÃO DO CANAL DE CONTAGEM TOTAL (Folhas 1 a 8)
VOLUME VI	ANEXOS – ESCALA: 1:100.000 <ul style="list-style-type: none">• MAPA DE CONTOURNO RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DE POTÁSSIO (Folhas 1 a 8)
VOLUME VII	ANEXOS – ESCALA: 1:100.000 <ul style="list-style-type: none">• MAPA DE CONTOURNO RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DE URÂNIO (Folhas 1 a 8)
VOLUME VIII	ANEXOS – ESCALA: 1:100.000 <ul style="list-style-type: none">• MAPA DE CONTOURNO RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DE TÓRIO (Folhas 1 a 8)
VOLUME IX	ANEXOS – ESCALA: 1:100.000 <ul style="list-style-type: none">• MAPA RADIOMÉTRICO DA RAZÃO URÂNIO/TÓRIO (Folhas 1 a 8)
VOLUME X	ANEXOS – ESCALA: 1:100.000 <ul style="list-style-type: none">• MAPA RADIOMÉTRICO DA RAZÃO URÂNIO/POTÁSSIO (Folhas 1 a 8)
VOLUME XI	ANEXOS – ESCALA: 1:100.000 <ul style="list-style-type: none">• MAPA RADIOMÉTRICO DA RAZÃO TÓRIO/POTÁSSIO (Folhas 1 a 8)

- VOLUME XII** **ANEXOS – ESCALA: 1:250.000 (Folhas I a IV)**
- MAPA DE CONTORNO DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF)
 - MAPA DE CONTORNO DA 1ª DERIVADA VERTICAL DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF)
 - MAPA DE CONTORNO DO SINAL ANALÍTICO DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF)
- VOLUME XIII** **ANEXOS – ESCALA: 1:250.000 (Folhas I a IV)**
- MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA TAXA DE EXPOSIÇÃO DO CANAL DE CONTAGEM TOTAL
 - MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DE POTÁSSIO
 - MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DE URÂNIO
 - MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DE TÓRIO
- VOLUME XIV** **ANEXOS – ESCALA: 1:250.000 (Folhas I a IV)**
- MAPA RADIOMÉTRICO DA RAZÃO URÂNIO/TÓRIO
 - MAPA RADIOMÉTRICO DA RAZÃO URÂNIO/POTÁSSIO
 - MAPA RADIOMÉTRICO DA RAZÃO TÓRIO/POTÁSSIO
- VOLUME XV** **ANEXOS – ESCALA: 1:500.000 (Folha Única)**
- MAPA PSEUDOILUMINADO DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF)
 - MAPA PSEUDOILUMINADO DA 1ª DERIVADA VERTICAL DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF)
 - MAPA PSEUDOILUMINADO DO SINAL ANALÍTICO DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF)
 - MAPA RADIOMÉTRICO DA TAXA DE EXPOSIÇÃO DO CANAL DE CONTAGEM TOTAL
 - MAPA RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DE POTÁSSIO
 - MAPA RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DE URÂNIO
 - MAPA RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DE TÓRIO
 - MAPA RADIOMÉTRICO DA RAZÃO URÂNIO/TÓRIO
 - MAPA RADIOMÉTRICO DA RAZÃO URÂNIO/POTÁSSIO
 - MAPA RADIOMÉTRICO DA RAZÃO TÓRIO/POTÁSSIO
 - MAPA RADIOMÉTRICO DA DISTRIBUIÇÃO TERNÁRIA DE POTÁSSIO, URÂNIO E TÓRIO
 - MAPA PSEUDOILUMINADO DO MODELO DIGITAL DO TERRENO

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

PROJETO AEROGEOFÍSICO

RIO FORMOSO

VOLUME I - TEXTO TÉCNICO

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. AQUISIÇÃO DE DADOS	5
2.1 Características do Levantamento	5
2.2 Equipamentos Utilizados	5
2.2.1 Aeronaves	6
2.2.2 Aeromagnetômetros	6
2.2.3 Aerogamaespectrômetros	6
2.2.4 Sistema de Vídeo	7
2.2.5 Altímetros (Radar Altímetro e Barômetro)	7
2.2.6 Sistema de Navegação e Posicionamento	8
2.2.7 Sistema de Aquisição	8
2.2.8 Magnetômetro Terrestre	9
2.3 Planejamento e Mobilização	9
2.3.1 Elaboração do Plano de Voo	10
2.3.2 Estatística das Operações	11
2.3.3 Mapa do Projeto de Voo	13
2.3.4 Testes dos Equipamentos	13
2.3.5 Cálculo da Resolução dos Cristais Detectores (<i>downward</i> e <i>upward</i>)	23
2.3.6 Calibração dos Detectores <i>Downward Looking</i>	24
2.3.7 Calibração dos Detectores <i>Upward Looking</i>	26
2.4 Compilação de Dados	26
2.5 Equipe Técnica na Base de Operações	27
3. PROCESSAMENTO DE DADOS	28
3.1 Fluxo de Processamento	28
3.1.1 Preparação do Banco de Dados do Levantamento	28
3.1.2 Processamento dos Dados Magnetométricos	28
3.1.2.1 Correção do Erro de Paralaxe	28
3.1.2.2 Remoção da Variação Magnética Diurna	29

3.1.2.3	Nivelamento dos Perfis -----	29
3.1.2.4	Micronivelamento dos Perfis -----	30
3.1.2.5	Remoção do IGRF -----	30
3.1.3	Processamento dos Dados Gamaespectrométricos -----	31
3.1.3.1	Correção do Tempo Morto -----	31
3.1.3.2	Aplicação de Filtragem -----	31
3.1.3.3	Correção do Erro de Paralaxe -----	31
3.1.3.4	Cálculo da Altura Efetiva (h_e) de Voo -----	31
3.1.3.5	Remoção do <i>Background</i> da Aeronave e Cósmico -----	32
3.1.3.6	Remoção do <i>Background</i> do Radônio -----	32
3.1.3.7	Estimativa dos Coeficientes <i>Skyshine</i> (a_1 e a_2) -----	33
3.1.3.8	Correção do Efeito <i>Compton</i> -----	34
3.1.3.9	Correção Altimétrica (Coeficiente de Atenuação Atmosférica) -----	34
3.1.3.10	Conversão para Concentração de Elementos -----	35
3.1.3.11	Determinação das Razões eU/eTh, eU/K e eTh/K -----	36
3.2	Interpolação e Contorno -----	37
3.3	Arquivo Final de Dados -----	37
3.4	Equipe Envolvida no Processamento dos Dados -----	38
4.	CRONOGRAMA GERAL DAS OPERAÇÕES -----	40
5.	PRODUTOS FINAIS -----	41
5.1	Mapas de Contorno do Campo Magnético Total e do Sinal Analítico do Campo Magnético Total (reduzidos do IGRF) -----	45
5.2	Mapas Radiométricos dos Canais de Potássio, Urânio, Tório e Contagem Total -----	47
5.3	Mapa Radiométrico Ternário -----	48
5.4	Mapas das Razões Radiométricas eU/eth, eU/K e eTh/K -----	49
5.5	Mapa Pseudoiluminado do Modelo Digital do Terreno -----	50
5.6	Mapa de Traço de Linhas de Voo -----	51
5.7	Relatório Final -----	51
5.8	Arquivos Digitais Finais -----	51
5.9	Arquivos de Poligonais -----	54
5.10	Produtos Originais -----	55
6.	PARTICIPAÇÃO DA CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL -----	56
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS -----	57

ANEXOS

ANEXO I - RESUMO DO PROCESSO DE CALIBRAÇÃO DO GAMAESPECTRÔMETRO

ANEXO I-a – Resultado dos Testes da Resolução dos Cristais Detectores (*Downward e Upward*)

ANEXO I-b - Resultado do Teste dos Coeficientes de Espalhamento *COMPTON*

ANEXO I-c – Determinação dos *Backgrounds* da Aeronave e Cósmico

ANEXO I-d – Determinação das Constantes de Calibração do Radônio

ANEXO I-e – Calibração Dinâmica – Resultado dos Testes

ANEXO I-f – Atenuação Atmosférica – Resultados dos Teste

ANEXO II – TESTES CONTRATUAIS

Anexo II-a – Teste de Altímetros

Anexo II-b – Compensação Magnética

Anexo II-c – Teste de Paralaxe

ANEXO III – CONTEÚDO DOS DVD-ROMs

ANEXO IV – FORMATO DE GRAVAÇÃO DOS DADOS DO PROJETO

ANEXO V – LISTAGEM DAS LINHAS APROVADAS E UTILIZADAS NO PROCESSAMENTO

ÍNDICE DAS FIGURAS

Figura 1 – Localização do Projeto Aerogeofísico Rio Formoso.....	1
Figura 2 – Vértices do Projeto e Área de Atuação de cada Aeronave.	2
Figura 3 – Aeronave Cessna C-208B Caravan – PR-FAK.	3
Figura 4 – Aeronave Cessna C-208B Caravan – PT-MEP.	3
Figura 5 – Mapa das Linhas de Voo.	10
Figura 6 – Gráfico da Estatística das Operações – PR-FAK.....	12
Figura 7 – Gráfico da Estatística das Operações – PT-MEP.....	12
Figura 8 – Movimentos de Roll, Pitch e Yaw.....	14
Figura 9 – Parâmetros Utilizados no Oasis para Determinação das Razões.	37
Figura 10 – Fluxograma do Processamento de Dados.	39
Figura 11 – Cronograma Geral das Operações.	40
Figura 12 – Articulação das Folhas na Escala 1:100.000.....	42
Figura 13 – Articulação das Folhas na Escala 1:250.000.....	43
Figura 14 – Mapa PseudoIluminado do Campo Magnético Total.....	45
Figura 15 – Mapa do Sinal Analítico do Campo Magnético Total.....	46
Figura 16 – Mapa Radiométrico da Taxa de Exposição do Canal de Contagem Total.	47
Figura 17 – Mapa Radiométrico Ternário (K-U-Th) – (CMY Invertido).....	48
Figura 18 – Mapa Radiométrico da Razão Tório/Potássio.	49
Figura 19 – Mapa PseudoIluminado do Modelo Digital do Terreno.	50

ÍNDICE DAS TABELAS

Tabela 1 – Coordenadas da Área – Rio Formoso (WGS84).....	3
Tabela 2 – Equipamentos Utilizados.	5
Tabela 3 – Amostragem - Magnetometria.	6
Tabela 4 – Faixas Energéticas e os Canais Correspondentes.....	7
Tabela 5 – Amostragem - Gamaespectrometria.....	7
Tabela 6 – Radar Altímetro e Barômetros Empregados.	7
Tabela 7 – Variáveis do Sistema de Aquisição.	8
Tabela 8 – Operações por Aeronave.	11
Tabela 9 – Estatística das Operações.	11
Tabela 10 – Divisão das Linhas por Aeronave.	13
Tabela 11 – Testes de Manobras – Aeronave PT-MEP.	15
Tabela 12 – Testes de Manobras – Aeronave PR-FAK.	15
Tabela 13 – Testes Diários com Amostras Radioativas no Solo – Aeronave PR-FAK.....	16
Tabela 14 – Testes Diários com Amostras Radioativas no Solo – Aeronave PT-MEP.....	17
Tabela 15 – Testes Diários de Repetibilidades Radioativas – PR-FAK.	19
Tabela 16 – Testes Diários de Repetibilidades Radioativas – PT-MEP.	20
Tabela 17 – Concentração dos Tanques de Calibração Transportáveis.	24
Tabela 18 – Coeficientes de Espalhamento <i>Compton</i>	24
Tabela 19 – <i>Backgrounds</i> das Aeronaves e <i>Cosmic Stripping Ratios</i>	25
Tabela 20 – Valores da Correção de Paralaxe Aplicados.	29
Tabela 21 – Constantes de Calibração do Radônio.....	33
Tabela 22 – Coeficientes <i>Skyshine</i>	34
Tabela 23 – Coeficientes de Atenuação Atmosférica.	35
Tabela 24 – Coeficientes de Sensibilidade.....	36
Tabela 25 – Valores Mínimos para Cálculo das Razões Radiométricas.	36
Tabela 26 – Características da Apresentação dos Mapas Aerogeofísicos.....	44
Tabela 27 – Características dos Intervalos de Contorno dos Mapas Aerogeofísicos.....	44
Tabela 28 – Banco de Dados <i>Geosoft</i> (GDB) – Magnetometria.....	52
Tabela 29 – Banco de Dados <i>Geosoft</i> (GDB) – Gamaespectrometria.	53
Tabela 30 – Banco de Dados <i>Geosoft</i> (GDB) – Gamaespectrometria 256 Canais.	54
Tabela 31 – Arquivo de Cruzamentos XYZ – Magnetometria.	54
Tabela 32 – Folhas Cartográficas.....	55

1. INTRODUÇÃO

A área do Projeto Aerogeofísico Rio Formoso, abrangeu parte da porção sudoeste do Estado de Tocantins e parte noroeste do Estado de Goiás, conforme mostra a Figura 1.



Figura 1 – Localização do Projeto Aerogeofísico Rio Formoso.

O levantamento aerogeofísico constou do recobrimento de 41.222 km de perfis aeromagnetométricos e aerogamaespectrométricos de alta resolução, com linhas de medida e controle espaçadas de 500 m e 10 km, respectivamente, orientadas nas direções N-S e E-W. A Figura 2 e a Tabela 1 apresenta as coordenadas geográficas que definem o polígono que envolve a área pesquisada. A altura de voo foi fixada em 100 m sobre o terreno.

Duas equipes participaram do levantamento, utilizando as seguintes aeronaves: Cessna Caravan C-208B, prefixo PR-FAK e PT-MEP. Cada aeronave foi responsável por determinada área de prospecção, como mostra a Figura 2.

O quadro abaixo mostra a época de atuação de cada aeronave envolvida, na área do projeto, bem como a quilometragem produzida por cada uma delas.

AERONAVE/ EQUIPE	INÍCIO	FINAL	LINHAS DE VOO (km)	LINHAS DE CONTROLE (km)	TOTAL (km)
PR-FAK	15/Jan/14	08/Fev/14	13.447,69	-	13.447,69
PT-MEP	13/Jan/14	28/Mar/14	25.747,66	2.026,65	27.774,31
TOTAL					41.222,00

As equipes utilizaram como base de operações a cidade de Gurupi, no estado do Tocantins.

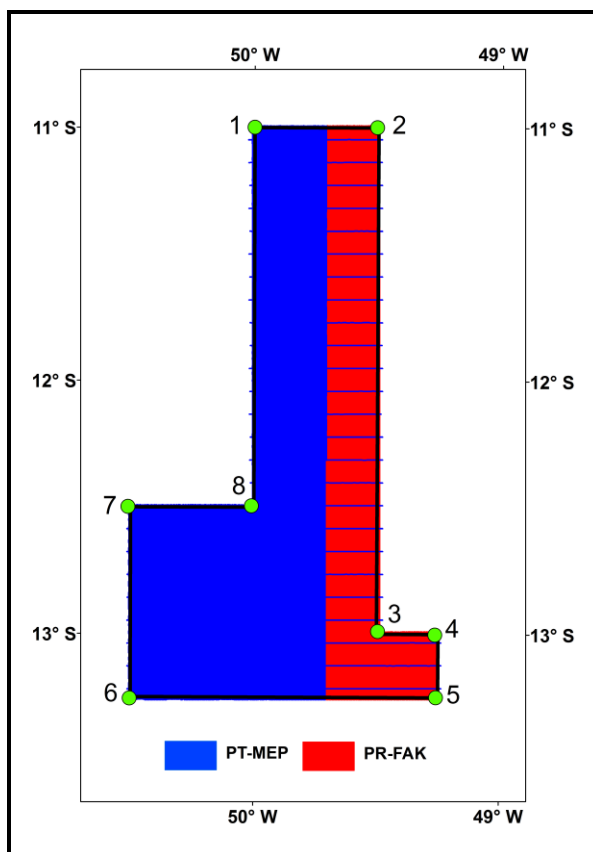


Figura 2 – Vértices do Projeto e Área de Atuação de cada Aeronave.

Tabela 1 – Coordenadas da Área – Rio Formoso (WGS84).

Vértice	Este	Norte	Longitude	Latitude
	(UTM Zona 22 Sul)			
1	609249,00	8783839,00	-50° 00' 00.00"	-11° 00' 00.00"
2	663883,00	8783611,00	-49° 30' 00.00"	-11° 00' 00.00"
3	662679,00	8562385,00	-49° 30' 00.00"	-13° 00' 00.00"
4	689799,00	8562212,00	-49° 15' 00.00"	-13° 00' 00.00"
5	689607,00	8534554,00	49° 15' 00.00"	-13° 15' 00.00"
6	554167,00	8535163,00	-50° 30' 00.00"	-13° 15' 00.00"
7	554328,00	8618105,00	-50° 30' 00.00"	-12° 30' 00.00"
8	608659,00	8617951,00	-50° 00' 00.00"	-12° 30' 00.00"

Foram utilizadas as seguintes aeronaves para a execução destes projetos: Cessna Caravan C208-B, prefixos PR-FAK (Figura 3) e PT-MEP (Figura 4).



Figura 3 – Aeronave Cessna C-208B Caravan – PR-FAK.



Figura 4 – Aeronave Cessna C-208B Caravan – PT-MEP.

A metodologia para a aquisição dos dados seguiu a sistemática descrita a seguir.

Ao longo dos perfis foram realizadas dez leituras do aeromagnetômetro para todas as aeronaves. Todas as leituras dos gamaespectrômetros corresponderam a uma amostragem por segundo e posicionadas com sistema de observação de satélite GPS, de precisão melhor do que 5 m. Estações fixas para controle da variação diurna do campo magnético terrestre foram instaladas na base de operações utilizada durante o levantamento na cidade de Gurupi, no estado do Tocantins.

As calibrações dos sistemas detectores aerogamaespectrométricos foram realizadas em duas etapas: a primeira, estática, com emprego de fontes padronizadas (tanques de calibração transportáveis ou *transportable calibration pads* para o *background*, potássio, urânio e tório), foi conduzida no aeroporto de Jacarepaguá, Rio de Janeiro (RJ). 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 Prospecções S.A., no Rio de Janeiro, e envolveu a aplicação das rotinas do sistema Oasis Montaj, versão 8.2 (GEOSOFT, 2005), utilizado para a compilação das informações coletadas e apresentação dos resultados na forma de mapas nas escalas 1:100.000, 1:250.000 e 1:500.000, arquivos de banco de dados e *grids*.

2. AQUISIÇÃO DE DADOS

2.1 CARACTERÍSTICAS DO LEVANTAMENTO

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

- Direção das linhas de voo: N-S
- Espaçamento entre as linhas de voo: 500 m
- Direção das linhas de controle: E-W
- Espaçamento entre as linhas de controle: 10 km
- Intervalo entre medições geofísicas consecutivas: 0,1 s (magnetômetro) e 1,0 s (espectrômetro).
- Altura média de voo: 100 m
- Velocidade aproximada de voo e espaçamento entre amostras (1s):
 - PR-FAK: 268 km/h 74,5 m
 - PT-MEP: 263 km/h 73,2 m

2.2 EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

A Tabela 2, a seguir, apresenta os equipamentos utilizados pelas aeronaves durante a execução do Projeto Aerogeofísico Rio Formoso.

Tabela 2 – Equipamentos Utilizados.

Prefixo da Aeronave	PT-MEP	PR-FAK
Fabricante da Aeronave	Cessna	
Modelo da Aeronave	Caravan 208B	
Aeromagnetômetro	Scintrex CS-3	
Gamaespectrômetro	Exploranium GR-820	
Volume dos Cristais Detectores de Iodeto de Sódio	2.560 pol ³ down e 512 pol ³ up	
Sistema de Navegação	Trimble AgGPS 132 DGPS “Realtime”	
Sistema de Aquisição GPS	Trimble AgGPS 132 DGPS “Realtime”	
Câmera de Vídeo	Panasonic WV-484	
Radar Altímetro	Collins ALT-50	King 405
Altímetro Barométrico	Fugro/Enviro	
Magnetômetro Terrestre	GEM Systems GSM-19	
Sistema de Aquisição	FASDAS	

2.2.1 Aeronaves

O levantamento foi efetuado por duas aeronaves Cessna modelo CARAVAN C-208B prefixos: PR-FAK e PT-MEP.

O Cessna, modelo 208 –Caravan é uma aeronave turbo-hélice, monomotor, de asa alta e trem de pouso fixo, equipada com turbina Pratt & Whitney, PT6A-114, de 675 SHP. Opera a uma velocidade média de 270 km/h e possui autonomia de 6:30 h.

2.2.2 Aeromagnetômetros

Sistema aeromagnético acoplado a um sensor de vapor de césio montado na cauda (tipo *stinger*) das aeronaves. O sinal é recebido através de um pré-amplificador, localizado na base do cone de cauda das aeronaves, e enviado ao sistema compensador e integrado aos outros dados pelo sistema de aquisição:

Sensor:	Scintrex CS-3
Resolução:	0,001 nT
Faixa:	20.000 – 95.000 nT
Montagem:	<i>Stinger</i>

As leituras do magnetômetro são realizadas a cada 0,1 segundo o que equivale as seguintes amostragem lineares por aeronave (Tabela 3):

Tabela 3 – Amostragem - Magnetometria.

Aeronave	Amostragem a cada
PR-FAK	7,4 m
PT-MEP	7,3 m

2.2.3 Aerogamaespectrômetros

Foram utilizados gamaespectrômetros Exploranium GR-820. Os gamaespectrômetros, possuem 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 dos gamaespectrômetros e as respectivas faixas de energia é mostrada na Tabela 4, a seguir:

Tabela 4 – Faixas Energéticas e os Canais Correspondentes.

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	-

As leituras dos gamaespectrômetros são realizadas a cada segundo, representando medições a intervalos de amostragem de acordo com a Tabela 5.

Tabela 5 – Amostragem - Gamaespectrometria.

Aeronave	Amostragem a cada
PR-FAK	74 m
PT-MEP	73 m

2.2.4 Sistema de Vídeo

As aeronaves utilizam-se de sistemas de vídeo constituídos por câmeras de alta definição acopladas aos gravadores. Monitores de vídeo de 2,4” estão disponíveis nas cabines para visualização em tempo real. As câmeras são instaladas em janelas especialmente projetadas no piso de cada aeronave para permitir completa visibilidade do terreno, através de lentes de grande angular. O sistema de aquisição de dados (FASDAS) possibilita a gravação do número do voo, número da linha e valores das fiduciais nas imagens de vídeo coletadas.

2.2.5 Altímetros (Radar Altímetro e Barômetro)

A altura de voo das aeronaves foi monitorada através dos altímetros de radar e dos barômetros de precisão incluídos no sistema aerogeofísico. Todos os equipamentos apresentam precisão de 5 pés e alcance de 2.500 pés. Os barômetros são transdutores de pressão que registram a altitude de voo em relação ao nível do mar. Os barômetros utilizados apresentam precisão e alcance equivalentes aos dos radares altímetros. A Tabela 6 a seguir apresenta os equipamentos utilizados por cada aeronave.

Tabela 6 – Radar Altímetro e Barômetros Empregados.

Aeronave	Radar Altímetro	Barômetro
PR-FAK	King 405	Fugro/Enviro
PT-MEP	Collins ALT-50	

2.2.6 Sistema de Navegação e Posicionamento

A navegação das aeronaves foi efetuada por sistemas GPS de 12 canais, com correção em tempo real (“*Realtime*”).

As informações de posicionamento são processadas pelos respectivos sistemas de aquisição de dados e enviadas aos computadores de navegação, ficando disponíveis aos pilotos através de indicadores analógicos e das telas dos computadores.

As coordenadas GPS (latitude/longitude) são armazenadas nos sistemas de aquisição de dados de cada aeronave e transferidas ao escritório de campo.

Todas as aeronaves estão equipadas com sistema de correção em tempo real (DGPS *real time*), cujas coordenadas são transferidas ao escritório de campo já corrigidas diferencialmente.

2.2.7 Sistema de Aquisição

O computador dos sistemas de aquisição de dados é a principal unidade dos sistemas instalados a bordo das aeronaves. Todos os dados adquiridos são gerenciados e armazenados em disco rígido para posterior transferência para os computadores de processamento, bem como o *backup* dos dados.

O formato de gravação dos dados a bordo da aeronave comporta as seguintes informações (Tabela 7):

Tabela 7 – Variáveis do Sistema de Aquisição.

Taxa de Amostragem (Hz)	Parâmetro	Unidade
1	Fiducial	-
1	Número da Linha	-
10	Campo magnético compensado	nT
10	Campo magnético bruto	nT
10	Componente X <i>fluxgate</i>	mV
10	Componente Y <i>fluxgate</i>	mV
10	Componente Z <i>fluxgate</i>	mV
1	Radar altímetro	μV
1	Temperatura	μV
1	Barômetro	μV
1	Temperatura	°C
1	Altura de voo	ft
1	Altitude barométrica	ft
1	Horário UTC (GPS)	s
1	Latitude (GPS)	Graus decimais
1	Longitude (GPS)	Graus decimais
1	Qualidade da correção GPS	-
1	Número de satélites	-
1	<i>Horizontal Dilution of Precision</i>	-

Taxa de Amostragem (Hz)	Parâmetro	Unidade
1	Altitude (GPS)	m
1	Código de erro do gamaespectrômetro	-
1	Número de detectores <i>Down</i>	-
1	Número de detectores <i>Up</i>	-
1	<i>Sample Time</i>	ms
1	<i>Live Time</i>	ms
1	Radiação cósmica	cps
1	Resolução do sistema	-
1	Contagem Total	cps
1	Potássio	cps
1	Urânio	cps
1	Tório	cps
1	Urânio <i>Up</i>	cps
1	256 canais <i>Down</i>	cps
1	256 canais <i>Up</i>	cps

2.2.8 Magnetômetro Terrestre

Para controle diário das variações do campo magnético terrestre foram utilizados magnetômetros portáteis GEM, modelo GSM-19 de resolução de 0,1 nT e envoltória de ruídos em nível equivalente. As leituras do campo magnético total foram realizadas a intervalos de 1 segundo e armazenadas na memória do próprio equipamento.

O magnetômetro foi instalado no aeroporto de Gurupi (TO) em local de gradiente magnético suave, livre de objetos móveis e de interferência cultural.

Ao término de cada jornada de produção, os arquivos contendo os dados da variação diurna foram transferidos para os computadores instalados nas bases de campo para uso no pré-processamento.

2.3 PLANEJAMENTO E MOBILIZAÇÃO

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

- Seleção da base de operações, instalada na cidade de Gurupi, no estado do Tocantins;
- Obtenção da autorização do aerolevante junto ao Ministério da Defesa;
- Preparação do plano de voo 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 nº 261/2013/MD (Projeto Rio Formoso) de 08/01/2014.

2.3.1 Elaboração do Plano de Voo

Para a cobertura completa da área relativa ao Projeto Aerogeofísico Rio Formoso, foram programadas 275 linhas de voo (39.163,09 km) e 25 linhas de controle (2.002,57 km), totalizando 41.165,66 km de perfis geofísicos planejados. A Figura 5 apresenta o arranjo das linhas distribuídas sobre a poligonal envoltória da área.

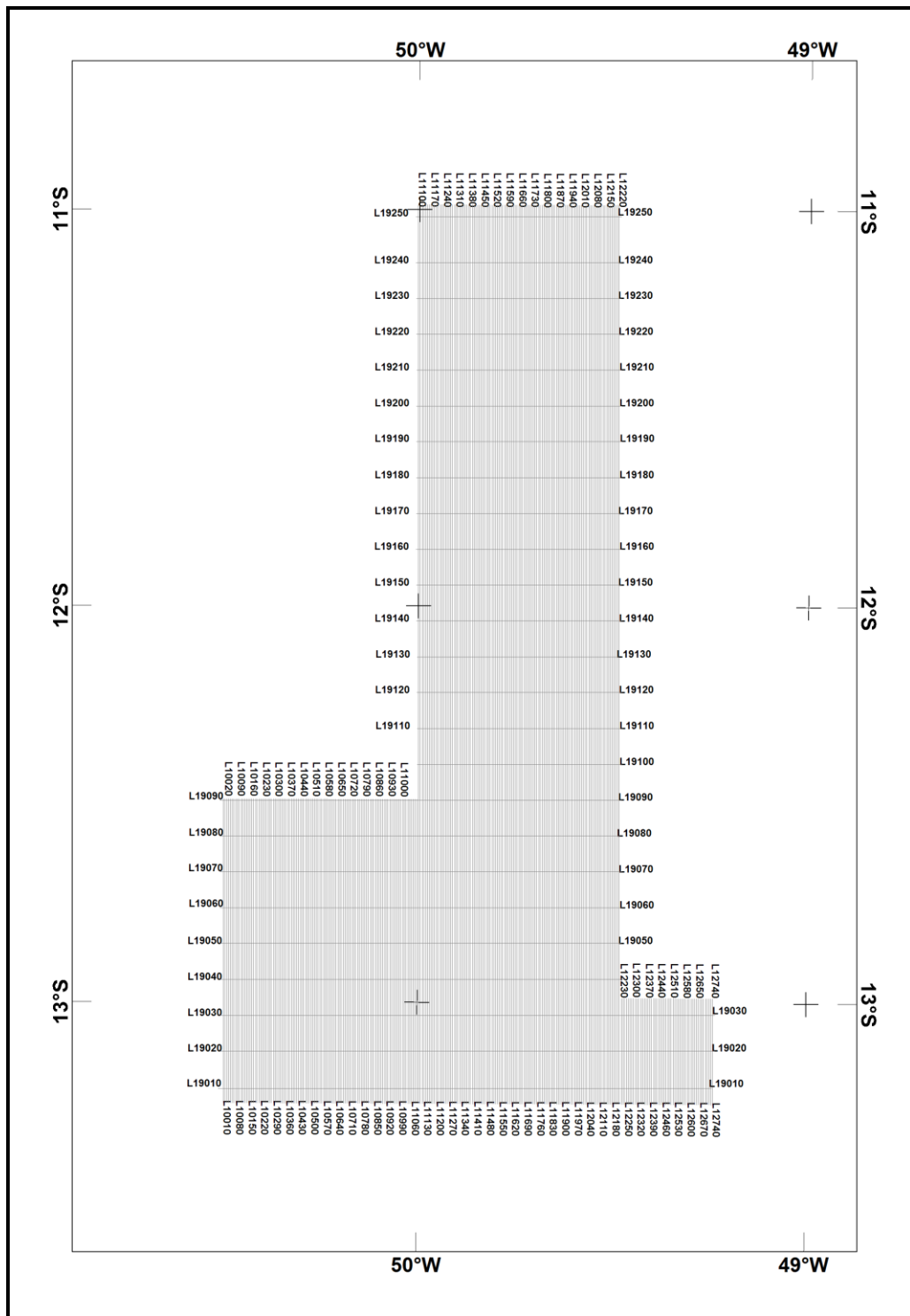


Figura 5 – Mapa das Linhas de Voo.

2.3.2 Estatística das Operações

O Projeto Aerogeofísico Rio Formoso foi executado entre 13/01/2014 e 28/03/2014, totalizando 75 dias corridos. Foram gastas cerca de 155,4 horas de voo produtivo para a aquisição dos dados e testes. A aeronave PR-FAK foi a responsável pela aquisição dos dados de linhas de controle. A Tabela 8 e a Tabela 9 e os gráficos da Figura 6 e da Figura 7 a seguir, mostram as estatísticas obtidas durante a fase de aquisição dos dados.

Tabela 8 – Operações por Aeronave.

AERONAVE	INÍCIO	FINAL	Nº de Horas Produtivas	LINHAS DE VOO (km)	LINHAS DE CONTROLE (km)	TOTAL (km)
PR-FAK	15-Jan-14	08-Fev-14	127,68	13.447,69	-	13.447,69
PT-MEP	13-Jan-14	28-Mar-14	163,49	25.747,66	2.026,65	27.774,31
TOTAL			291,17	39.195,35	2.026,65	41.222,00

Tabela 9 – Estatística das Operações.

Item	Indicadores do Levantamento	AERONAVES			
		PR-FAK		PT-MEP	
		Nº Dias	%	Nº Dias	%
1	Produção	14	52%	27	36%
2	Meteorologia	6	22%	22	29%
3	Manutenção de Aeronave	0	0%	2	3%
4	Tempestade Magnética	1	4%	2	3%
5	Falha de Equipamento	1	4%	4	5%
6	Testes Contratuais	2	7%	3	4%
7	Outros	3	11%	15	20%
	Total*	27	100%	75	100%

* Número de dias despendidos pelas aeronaves.

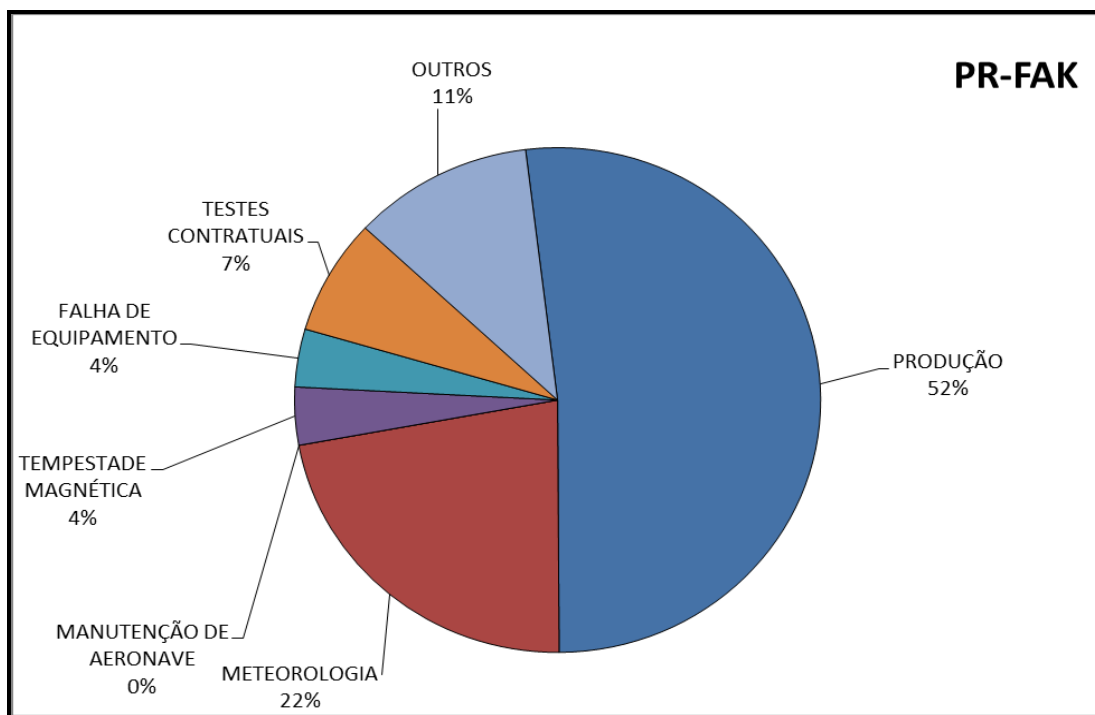


Figura 6 – Gráfico da Estatística das Operações – PR-FAK.

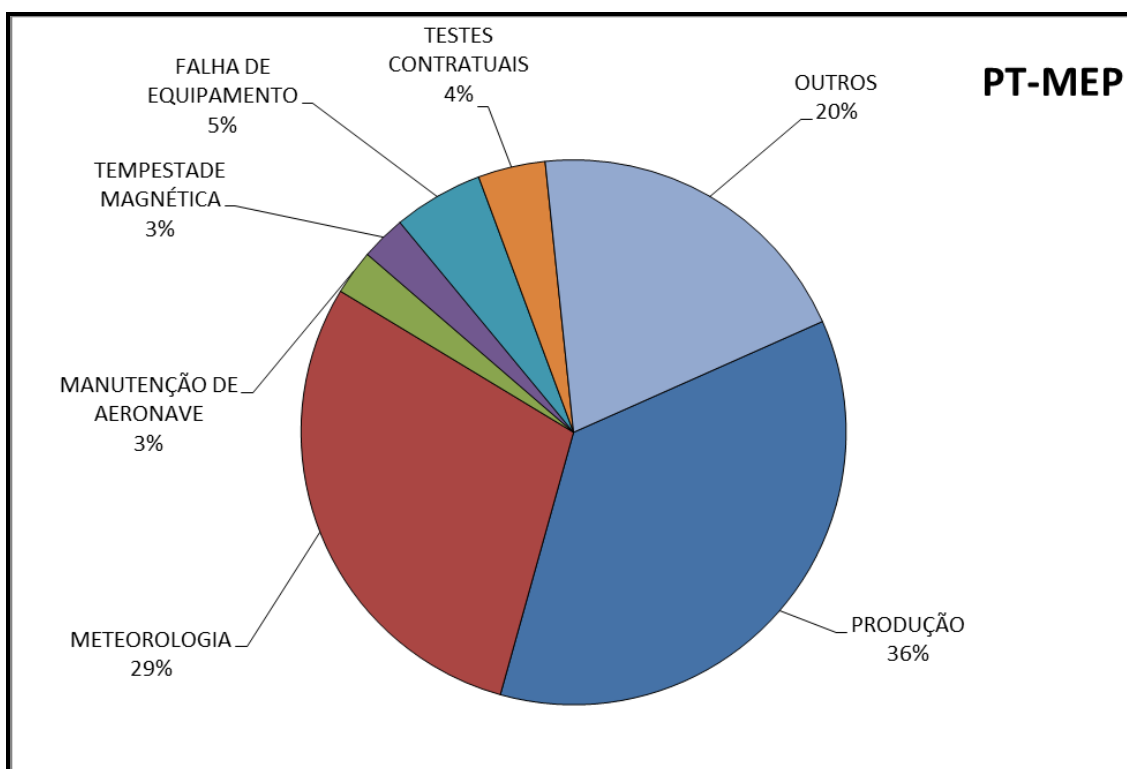


Figura 7 – Gráfico da Estatística das Operações – PT-MEP.

2.3.3 Mapa do Projeto de Voo

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

As coordenadas dos limites da área, assim como dos extremos dos perfis, foram projetados no sistema WGS-84.

Cada aeronave operou em determinada área do projeto, ficando dividido como mostra a Tabela 10 a seguir.

Tabela 10 – Divisão das Linhas por Aeronave.

PREFIXO DA AERONAVE	LINHAS DE VOO
PR-FAK	11751 a 12740 (L)
PT-MEP	10010 a 11752 (L) 19010 a 19250 (T)

2.3.4 Testes dos Equipamentos

a) Teste Altimétrico

Teste conduzido antes do início das operações para calibração do radar altímetro a bordo de cada aeronave. Neste teste cada aeronave realiza passagens consecutivas sobre uma base de altitude conhecida, altitude 100 m voando em alturas entre 300 e 800 pés, tendo como referência as leituras fornecidas pelo barômetro nas passagens sobre a pista. Antes da decolagem o piloto ajusta a indicação da pressão barométrica na cabine da aeronave para aferição do barômetro. Os resultados dos testes encontram-se no Anexo II-a.

b) Compensação Magnética Dinâmica

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

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

Os efeitos produzidos em cada uma das direções de voo são medidos pelos magnetômetros *fluxgate*, instalados no *stinger* de cada aeronave e usados para medir o acoplamento dos três eixos com o *background* do campo magnético na região. Os sensores *fluxgate* são muito sensíveis às mudanças de atitude sendo usados para monitorar acuradamente os efeitos decorrentes de tais mudanças. A

resposta de frequência e amostragem do módulo utilizado para medir os sinais do *fluxgate* é equivalente ao do módulo de processamento do sensor de vapor de césio do magnetômetro da aeronave, havendo, portanto, perfeita sincronia dos eventos nos dois sistemas.

As séries de movimentos, envolvendo as manobras do tipo *Roll*, *Pitch* e *Yaw* (Figura 8) são conduzidas para cada uma das direções de voo 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.

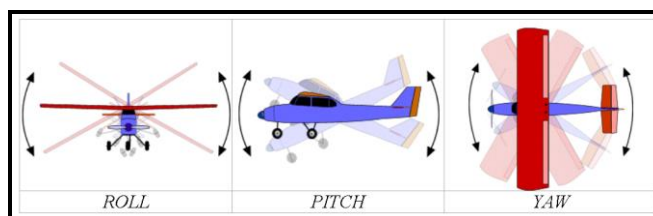


Figura 8 – Movimentos de Roll, Pitch e Yaw.

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

c) Determinação dos Coeficientes de Compensação Magnética

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

Para avaliação da qualidade da compensação magnética da aeronave foram realizados os testes do tipo Manobras, antes do início das operações e após cada manutenção efetuada na parte elétrica das aeronaves. O desempenho do sistema aeromagnético, determinado pela soma das amplitudes pico a pico dos doze registros, não poderá exceder a 2 nT após a correção da variação diurna. Os resultados obtidos estão resumidos na Tabela 11 e Tabela 12 a seguir, e os resultados completos podem ser consultados no Anexo II-b.

Tabela 11 – Testes de Manobras – Aeronave PT-MEP.

DATA	AZIMUTE	ROLL(nT)	PITCH (nT)	YAW (nT)	TOTAL (nT)
11/01/2014	90°	0,10	0,10	0,08	0,28
	180°	0,10	0,09	0,06	0,25
	270°	0,14	0,06	0,05	0,25
	360°	0,05	0,09	0,06	0,20
Somatório					0,98
09/02/2014	90°	0,03	0,03	0,10	0,16
	180°	0,05	0,04	0,09	0,18
	270°	0,03	0,05	0,10	0,18
	360°	0,04	0,04	0,11	0,19
Somatório					0,71
25/03/2014	90°	0,02	0,02	0,03	0,07
	180°	0,05	0,05	0,05	0,15
	270°	0,02	0,01	0,03	0,06
	360°	0,04	0,03	0,05	0,12
Somatório					0,40

Tabela 12 – Testes de Manobras – Aeronave PR-FAK.

DATA	AZIMUTE	ROLL(nT)	PITCH (nT)	YAW (nT)	TOTAL (nT)
15/01/2014	90°	0,03	0,03	0,03	0,09
	180°	0,04	0,03	0,05	0,12
	270°	0,03	0,03	0,03	0,09
	360°	0,05	0,05	0,05	0,15
Somatório					0,45

d) Teste de Paralaxe

O processamento dos dados brutos do magnetômetro de césio pelo sistema de aquisição da aeronave introduz um retardamento de tempo nos dados magnéticos compensados. Uma linha especial de calibração é executada para gravar as informações necessárias para quantificar este intervalo de tempo para que os dados possam ser re-sincronizados.

O processo de calibração consiste em voar uma mesma linha em sentidos opostos cobrindo, idealmente, uma série de anomalias magnéticas bem características e distintas. Em consequência, o fator de defasagem é determinado pela análise da separação espacial. A componente que normalmente influencia no comportamento do erro paralaxe, é a posição da antena do receptor GPS.

Quando o erro paralaxe é introduzido pelo sistema de aquisição de dados, uma vez que alguns instrumentos necessitam de um tempo para armazenar os sinais na forma digital, ocorre então atrasos entre o tempo da amostragem e o tempo da gravação propriamente dito, resultando num valor do paralaxe com sinal

oposto ao produzido pela diferença de posição entre a antena GPS e o sensor magnetométrico.

Os dados magnetométricos desta linha voada em sentidos inversos são representados em formas de perfis empilhados. O eixo horizontal dos perfis plotados refere-se às coordenadas geográficas mostrando, assim, a correlação das anomalias corrigidas independentemente do sentido voado. A calibração resultou em um fator de defasagem de 0,30 segundos para todas as aeronaves (PR-FAK e PT-MEP). Os testes são apresentados no Anexo II-c.

e) 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 voos operacionais. As amostras são colocadas sobre o mesmo local, próximo aos cristais detectores, com a aeronave estacionada no mesmo local. A Tabela 13 e a Tabela 14 apresentam os resultados desses testes, para as aeronaves de prefixos PR-FAK e PT-MEP, respectivamente.

Tabela 13 – Testes Diários com Amostras Radioativas no Solo – Aeronave PR-FAK.

Base: Gurupi (TO)		Aeronave: PR-FAK		
15/jan/14	INÍCIO	304	404,40	236,50
	FIM		405,20	249,90
16/jan/14	INÍCIO	305 / 306	401,20	243,20
	FIM		402,20	246,70
18/jan/14	INÍCIO	307	402,70	243,20
	FIM		-	-
19/jan/14	INÍCIO	308	403,30	243,50
	FIM		401,00	242,60
21/jan/14	INÍCIO	309	398,10	238,70
	FIM		-	-
23/jan/14	INÍCIO	310	411,60	247,40
	FIM		405,20	302,00
24/jan/14	INÍCIO	311	396,80	239,60
	FIM		398,20	274,40
25/jan/14	INÍCIO	312	392,70	238,70
	FIM		404,00	271,40
27/jan/14	INÍCIO	313 / 314	396,60	244,00
	FIM		401,50	255,50
29/jan/14	INÍCIO	315 / 316	401,50	243,10
	FIM		402,50	271,40
30/jan/14	INÍCIO	317	399,40	248,50
	FIM		399,70	243,20
01/fev/14	INÍCIO	318 / 319	394,80	251,90
	FIM		402,00	268,30

Base: Gurupi (TO)		Aeronave: PR-FAK		
02/fev/14	INÍCIO	320 / 321	402,60	243,00
	FIM		400,40	277,20
02/mar/14	INÍCIO	322 / 323	397,00	240,20
	FIM		403,40	273,10
04/fev/14	INÍCIO	324	403,30	242,30
	FIM		407,00	285,80
06/fev/14	INÍCIO	325	403,90	240,40
	FIM		412,00	280,50
07/fev/14	INÍCIO	326	402,60	245,30
	FIM		401,50	274,00
08/fev/14	INÍCIO	327	398,40	241,80
	FIM		-	-

Tabela 14 – Testes Diários com Amostras Radioativas no Solo – Aeronave PT-MEP

Base: Gurupi (TO)		Aeronave: PT-MEP		
DATA	HORÁRIO	VOO	TÓRIO	URÂNIO
13/jan/14	INÍCIO	004	388,00	274,80
	FIM		362,90	275,70
14/jan/14	INÍCIO	005	361,40	266,00
	FIM		-	-
15/jan/14	INÍCIO	006 / 007	364,80	258,90
	FIM		356,70	264,40
16/jan/14	INÍCIO	008 / 009	353,30	259,40
	FIM		368,20	273,00
18/jan/14	INÍCIO	010	366,50	269,10
	FIM		-	-
19/jan/14	INÍCIO	011	372,90	269,10
	FIM		386,60	290,30
21/jan/14	INÍCIO	012	378,20	264,90
	FIM		-	-
23/jan/14	INÍCIO	013	367,80	270,40
	FIM		-	-
25/jan/14	INÍCIO	015	373,30	273,80
	FIM		379,00	278,10
27/jan/14	INÍCIO	017 / 018	380,60	275,90
	FIM		369,80	276,70
29/jan/14	INÍCIO	019 / 020	370,10	266,10
	FIM		371,40	283,70
30/jan/14	INÍCIO	022 / 023	360,40	271,00
	FIM		384,70	277,40
01/fev/14	INÍCIO	025 / 026	388,80	284,10
	FIM		375,00	275,90

Base: Gurupi (TO)		Aeronave: PT-MEP		
DATA	HORÁRIO	VOO	TÓRIO	URÂNIO
02/fev/14	INÍCIO	027	373,00	271,90
	FIM		363,10	283,40
09/fev/14	INÍCIO	035	366,20	265,30
	FIM		-	-
10/fev/14	INÍCIO	036 / 037	355,00	261,90
	FIM		375,20	282,80
13/fev/14	INÍCIO	039 / 040	365,00	269,10
	FIM		366,80	269,50
14/fev/14	INÍCIO	041	363,90	266,30
	FIM		365,70	261,90
21/fev/14	INÍCIO	043	355,70	256,20
	FIM		363,70	269,70
23/fev/14	INÍCIO	044	361,40	263,50
	FIM		355,40	256,50
24/fev/14	INÍCIO	045	362,30	254,60
	FIM		363,20	272,20
25/fev/14	INÍCIO	046	357,30	244,10
	FIM		360,40	262,10
26/fev/14	INÍCIO	047	357,90	253,80
	FIM		361,50	270,50
02/mar/14	INÍCIO	052	380,30	255,00
	FIM		374,80	269,20
03/mar/14	INÍCIO	053	374,50	254,90
	FIM		368,10	272,90
05/mar/14	INÍCIO	054	371,00	256,90
	FIM		366,80	263,90
06/mar/14	INÍCIO	055	362,60	259,40
	FIM		-	-
08/mar/14	INÍCIO	056 / 057	375,00	259,20
	FIM		362,50	264,80
10/mar/14	INÍCIO	059 / 060	374,20	258,60
	FIM		365,30	259,80
11/mar/14	INÍCIO	061	362,50	249,90
	FIM		369,90	259,70
12/mar/14	INÍCIO	062	368,40	260,00
	FIM		364,40	260,60
14/mar/14	INÍCIO	064	371,90	259,50
	FIM		374,60	261,70
25/mar/14	INÍCIO	070	357,50	254,70
	FIM		371,50	268,30
27/mar/14	INÍCIO	071	370,70	257,10
	FIM		377,20	267,80

Base: Gurupi (TO)		Aeronave: PT-MEP		
DATA	HORÁRIO	VOO	TÓRIO	URÂNIO
28/mar/14	INÍCIO	072 / 074	375,80	258,40
	FIM		369,80	266,10

d) 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 voo, com extensão mínima de 5 km, ao longo da pista de pouso do aeroporto utilizado para as operações, na altura do levantamento (100 m).

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

Os valores médios em cps, obtidos em cada canal radiométrico, estão relacionados na Tabela 15 e Tabela 16 a seguir, para as aeronaves de prefixos PR-FAK e PT-MEP, respectivamente.

Tabela 15 – Testes Diários de Repetibilidades Radioativas – PR-FAK.

TESTE DE REPETIBILIDADE RADIOATIVA (LOW LEVEL = 100m)				
Base: Gurupi (TO)		Aeronave: PR-FAK		
DATA	HORÁRIO	VOO	TÓRIO	URÂNIO
15/jan/14	INÍCIO	304	128,40	87,60
	FIM		125,90	102,70
16/jan/14	INÍCIO	305	124,20	94,00
	FIM		121,30	115,20
16/jan/14	INÍCIO	306	-	-
	FIM		129,00	99,10
18/jan/14	INÍCIO	307	128,90	94,60
	FIM		129,20	123,50
19/jan/14	INÍCIO	308	128,10	95,30
	FIM		131,80	172,90
21/jan/14	INÍCIO	309	126,60	87,40
	FIM		-	-
23/jan/14	INÍCIO	310	124,20	98,20
	FIM		130,80	170,20
24/jan/14	INÍCIO	311	123,90	106,60
	FIM		129,70	129,70
25/jan/14	INÍCIO	312	122,70	88,80
	FIM		129,40	126,80
27/jan/14	INÍCIO	313	124,10	92,10
	FIM		124,90	122,80

TESTE DE REPETIBILIDADE RADIOATIVA (LOW LEVEL = 100m)				
Base: Gurupi (TO)		Aeronave: PR-FAK		
DATA	HORÁRIO	VOO	TÓRIO	URÂNIO
27/jan/14	INÍCIO	314	-	-
	FIM		116,60	100,70
29/jan/14	INÍCIO	315	121,30	89,20
	FIM		133,60	126,50
29/jan/14	INÍCIO	316	-	-
	FIM		129,20	132,40
30/jan/14	INÍCIO	317	134,90	105,40
	FIM		130,90	147,20
01/fev/14	INÍCIO	318	129,20	105,50
	FIM		123,30	121,50
01/fev/14	INÍCIO	319	-	-
	FIM		123,20	116,50
02/fev/14	INÍCIO	320	134,90	98,30
	FIM		138,00	157,10
02/fev/14	INÍCIO	321	-	-
	FIM		130,80	137,80
02/fev/14	INÍCIO	322	133,70	102,80
	FIM		142,50	167,50
03/fev/14	INÍCIO	323	-	-
	FIM		134,00	133,60
04/fev/14	INÍCIO	324	138,60	103,60
	FIM		143,80	158,60
06/fev/14	INÍCIO	325	132,10	94,70
	FIM		133,00	139,00
07/fev/14	INÍCIO	326	134,30	96,20
	FIM		131,50	137,40
08/fev/14	INÍCIO	327	135,70	105,10
	FIM		-	-

Tabela 16 – Testes Diários de Repetibilidades Radioativas – PT-MEP.

TESTE DE REPETIBILIDADE RADIOATIVA (LOW LEVEL = 100m)				
Base: Gurupi (TO)		Aeronave: PT-MEP		
DATA	HORÁRIO	VOO	TÓRIO	URÂNIO
13/jan/14	INÍCIO	4	125,50	95,10
	FIM		-	-
14/jan/14	INÍCIO	5	125,30	96,60
	FIM		128,20	111,00
15/jan/14	INÍCIO	6	124,70	84,90
	FIM		124,60	100,50

TESTE DE REPETIBILIDADE RADIOATIVA (LOW LEVEL = 100m)				
Base: Gurupi (TO)		Aeronave: PT-MEP		
DATA	HORÁRIO	VOO	TÓRIO	URÂNIO
15/jan/14	INÍCIO	7	-	-
	FIM		128,00	99,90
16/jan/14	INÍCIO	8	122,60	92,00
	FIM		128,80	110,50
16/jan/14	INÍCIO	9	-	-
	FIM		126,60	99,70
18/jan/14	INÍCIO	10	126,60	94,20
	FIM		127,30	117,50
19/jan/14	INÍCIO	11	124,90	92,30
	FIM		130,80	119,20
21/jan/14	INÍCIO	12	121,90	87,20
	FIM		-	-
23/jan/14	INÍCIO	13	123,00	93,70
	FIM		-	-
25/jan/14	INÍCIO	15	122,70	87,40
	FIM		127,10	98,10
27/jan/14	INÍCIO	17	121,50	93,40
	FIM		123,80	109,10
27/jan/14	INÍCIO	18	-	-
	FIM		124,60	97,40
29/jan/14	INÍCIO	19	117,10	85,10
	FIM		121,90	101,70
29/jan/14	INÍCIO	20	-	-
	FIM		121,90	105,30
30/jan/14	INÍCIO	22	110,20	88,10
	FIM		116,40	102,50
30/jan/14	INÍCIO	23	-	-
	FIM		131,50	99,70
01/fev/14	INÍCIO	25	109,70	93,80
	FIM		121,10	105,30
01/fev/14	INÍCIO	26	-	-
	FIM		125,30	96,60
02/fev/14	INÍCIO	27	130,70	98,60
	FIM		127,50	118,70
09/fev/14	INÍCIO	35	121,10	86,10
	FIM		-	-
10/fev/14	INÍCIO	36	128,50	93,30
	FIM		121,30	111,50
10/fev/14	INÍCIO	37	-	-
	FIM		127,10	104,70

TESTE DE REPETIBILIDADE RADIOATIVA (LOW LEVEL = 100m)				
Base: Gurupi (TO)		Aeronave: PT-MEP		
DATA	HORÁRIO	VOO	TÓRIO	URÂNIO
13/fev/14	INÍCIO	39	-	-
	FIM		122,40	93,90
13/fev/14	INÍCIO	40	-	-
	FIM		122,40	93,90
14/fev/14	INÍCIO	41	125,50	92,50
	FIM		119,00	109,20
21/fev/14	INÍCIO	43	123,20	84,80
	FIM		127,30	102,00
23/fev/14	INÍCIO	44	123,30	89,80
	FIM		128,10	106,10
24/fev/14	INÍCIO	45	119,40	89,30
	FIM		128,40	113,80
25/fev/14	INÍCIO	46	122,00	83,7
	FIM		121,70	102,3
26/fev/14	INÍCIO	47	126,30	92,30
	FIM		126,50	113,10
02/mar/14	INÍCIO	52	118,80	84,10
	FIM		125,00	101,00
03/mar/14	INÍCIO	53	123,60	90,50
	FIM		123,00	104,70
05/mar/14	INÍCIO	54	120,70	86,60
	FIM		119,40	96,60
06/mar/14	INÍCIO	55	128,30	92,50
	FIM		-	-
08/mar/14	INÍCIO	56	123,50	87,90
	FIM		125,80	106,70
08/mar/14	INÍCIO	57	-	-
	FIM		125,00	101,70
10/mar/14	INÍCIO	59	125,00	91,40
	FIM		127,50	106,50
10/mar/14	INÍCIO	60	-	-
	FIM		124,80	99,20
11/mar/14	INÍCIO	61	126,00	88,50
	FIM		127,40	97,60
12/mar/14	INÍCIO	62	115,80	90,10
	FIM		124,00	101,00
14/mar/14	INÍCIO	64	139,40	102,60
	FIM		131,20	109,90
25/mar/14	INÍCIO	70	134,60	95,80
	FIM		128,20	106,60

TESTE DE REPETIBILIDADE RADIOATIVA (LOW LEVEL = 100m)				
Base: Gurupi (TO)		Aeronave: PT-MEP		
DATA	HORÁRIO	VOO	TÓRIO	URÂNIO
27/mar/14	INÍCIO	71	118,50	84,00
	FIM		126,00	99,10
28/mar/14	INÍCIO	72	125,10	93,30
	FIM		117,80	97,90

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

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

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

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

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

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

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

A resolução calculada a partir do tório deve ser menor que 7% e a resolução a partir do céσιο deve ser menor que 12%. O monitoramento da resolução do cristal e do tubo fotomultiplicador é o melhor procedimento para se manter o controle de qualidade e detectar qualquer tipo de deterioração do sistema gamaespectrométrico. Os valores de resolução obtidos para os pacotes de cristais detectores *downward looking* ficaram abaixo de 7% e para os cristais detectores *upward looking* ficaram abaixo de 12%, sendo, portanto estes testes aprovados. Os resultados dos testes de resolução encontram-se no Anexo I-a.

2.3.6 Calibração dos Detectores *Downward Looking*

Foram realizados testes gamaespectrométricos específicos objetivando a calibração dos sistemas detectores de cada aeronave. Essas calibrações obedeceram a duas etapas distintas:

- Calibração estática - Realizada no Aeroporto de Jacarepaguá (RJ). Após a determinação e aprovação dos cálculos da resolução dos cristais detectores *down* e *up* são realizados os testes que visam à determinação dos coeficientes de espalhamento *Compton* do sistema detector. Para tal, 4 (quatro) 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 *background* são empregados. As concentrações dos tanques de calibração transportáveis utilizados, de propriedade da LASA Prospecções S.A., estão indicadas na Tabela 17:

Tabela 17 – Concentração dos Tanques de Calibração Transportáveis.

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

Para a determinação dos coeficientes de espalhamento *Compton*, a aeronave foi estacionada sobre os tanques de calibração transportáveis que foram sequencialmente posicionados sob cada pacote detector, aí permanecendo por 10 minutos para acumulação de dados na seguinte ordem: *background*, Th, U, K e *background*. Os dados acumulados foram processados pelo programa PADWIN, fornecido pelo fabricante dos tanques calibradores (EXPLORANIUM), resultando nos valores dos coeficientes *Compton* para cada pacote de detectores e para o total de pacotes. Os valores encontrados para os coeficientes de espalhamento *Compton* estão resumidos na Tabela 18. O Anexo I-b, no final deste relatório, apresenta os resultados dessas calibrações.

Tabela 18 – Coeficientes de Espalhamento *Compton*.

AERONAVE	DATA	α	β	γ	a	b	g
PR-FAK	18-Jan-13	0,2477	0,4156	0,7375	0,0584	0,0068	0,0117
PT-MEP	01-Nov-13	0,2497	0,4185	0,7503	0,0534	0,0101	0,0054

- Calibração dinâmica - Realizada com vistas à determinação dos *backgrounds* da aeronave e cósmico (*cosmic flight*), e identificação dos coeficientes de sensibilidade do detector, com o levantamento de um perfil situado em zona radiometricamente conhecida (*Dynamic Calibration Range - DCR*) na altura

nominal do levantamento (100 m), bem como a várias alturas com vistas à correção altimétrica. Os referidos testes são comentados a seguir:

a) Voo 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 voo cósmico envolveu o recobrimento de perfis sobre o mar, em área distante da costa cerca de 20 km, voando nas altitudes de 5000, 7000, 8000, 10000, 12000 e 13000 pés, com duração de 15 minutos cada.

A Tabela 19, a seguir, resume os resultados obtidos pelas aeronaves nos voos cósmicos. A apresentação dos resultados na forma de tabelas e gráficos encontra-se no Anexo I-c, no final deste relatório.

Tabela 19 – *Backgrounds* das Aeronaves e *Cosmic Stripping Ratios*.

CANAL	COEFICIENTE	PR-FAK	PT-MEP
		19/Jan/13	03/Nov/13
Contagem Total	a (cps)	148,9296	74,1031
	b	0,6029	0,7363
Potássio	a (cps)	18,3458	18,2602
	b	0,0308	0,0372
Urânio	a (cps)	7,0146	1,6850
	b	0,0256	0,0319
Tório	a (cps)	0,1204	0,0000
	b	0,0372	0,0380
Urânio <i>upward</i>	a (cps)	1,4999	0,4147
	b	0,0045	0,0067

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

Este teste envolve uma série de passagens consecutivas sobre a pista de calibração dinâmica definida pela CPRM em Maricá (RJ), com passagens sucessivas nas alturas de 330, 400, 500, 600, 700 e 800 pés e duas passagens adicionais a 330 pés, correspondente à altura padrão do levantamento (100 m). Na seqüência dos perfis também são realizadas passagens sobre o Oceano Atlântico na mesma altura de voo 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 (ao longo da linha de calibração, com emprego de gamaespectrômetro portátil), com as leituras registradas pelo sistema detector da aeronave na altura de 100 m (cerca de 330 pés), permitindo a conversão das contagens obtidas a bordo (em cps) para concentrações de potássio, urânio, tório e contagem total no solo. A sensibilidade do sistema gamaespectrométrico é definida como a razão entre a média dos valores aéreos, medidos na altura nominal do levantamento (100 m), em cps, para os canais de contagem total, K, U e Th, e a média dos valores das estações terrestres (em concentração) para os canais de contagem total, K, eU e eTh (Anexo I-e).

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

2.3.7 Calibração dos Detectores *Upward Looking*

A calibração dos detectores aerogamaespectrométricos voltados para cima tem por finalidade estabelecer a relação entre as contagens observadas nos canais de contagem total, potássio, urânio e tório, medidas nos detectores normais da aeronave, com aquelas registradas pelo detector *upward*, resultantes da presença de radônio disperso no ar. Tal relação se expressa por um conjunto de coeficientes obtidos a partir de dados de voos realizados sobre a água, ou a altura elevada, onde não exista qualquer influência de radiações provenientes do solo. Para tanto, foram utilizados os dados dos testes *high level*, ou *background*, onde são registrados perfis diários na altura de 2.500 pés (Anexo I-d).

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

2.4 COMPILAÇÃO DE DADOS

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

- a) Transferência das leituras do magnetômetro terrestre para o computador de campo para processamento da variação diurna de acordo com o gradiente fixado no contrato, qual seja: 15 nT / 5 min;
- b) Leitura dos arquivos dos voos 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 voo, envoltória de ruídos e desvios de navegação, estabelecidos respectivamente, em: 15 m para mais ou para menos, 0,2 nT e 50 m em relação à linha teórica;
- c) Geração das plotagens dos traços das linhas de voo e de controle, corrigidos diferencialmente, em superposição ao plano de voo para identificação dos possíveis trechos desviados em mais de 20% do espaçamento teórico (100 m) por mais de 1000 m.

2.5 EQUIPE TÉCNICA NA BASE DE OPERAÇÕES

Participaram da equipe na fase de aquisição de dados os seguintes técnicos:

Maria Filipa Perez da Gama	Gerente de Operações
Leonardo de Souza do Nascimento	Supervisor
Jonne Vidal	Coordenadores
Julio Cesar Gomes de Oliveira	
Thaís Coelho Brêda	
Edson Rangel de Lima	Engenheiro Eletrônico
Carlos Alberto Rodrigues da Silva	Operadores
José Raimundo Gomes Borges	
Amauri Moreira dos Santos	Pilotos
Antônio da Silva Cavalcante	
Antônio da Silva Cavalcante Júnior	
Antônio Pedro Corte	
Gerson Moreira Gil	
José Antônio de Oliveira Nascimento	Mecânicos
José Cloves Xavier Ferreira	
Severino José Leal Filho	

3. PROCESSAMENTO DE DADOS

3.1 FLUXO DE PROCESSAMENTO

No processamento de dados do Projeto Aerogeofísico Rio Formoso foi empregado o *software* OASIS MONTAJ versão 8.2 do sistema *GEOSOFT*, além das rotinas de pré-processamento proprietárias, que permitem a exportação do dado binário coletado em voo para os formatos GDB e ASCII XYZ *GEOSOFT*. A Figura 10 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 diretamente para bancos de dados no formato de GDB's compatíveis com o OASIS MONTAJ, onde estão agrupadas informações de posicionamento corrigidas e todos os demais canais de informação registrados a bordo da aeronave, quais sejam: intensidade total do campo magnético, valores dos canais radiométricos, altura e altitude de voo, temperatura, etc.

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

3.1.2 Processamento dos Dados Magnetométricos

3.1.2.1 Correção do Erro de Paralaxe

O processamento dos dados brutos do magnetômetro de Césio pelo sistema de aquisição da aeronave introduz um retardamento de tempo nos dados magnetométricos compensados, bem como a posição da antena receptora do GPS em relação à posição do sensor magnetométrico, causam uma defasagem entre o valor de posicionamento (X e Y) e o valor do campo que está sendo amostrado num mesmo intervalo de tempo, sendo assim, uma correção denominada Correção Paralaxe ou Correção de *Lag* deve ser aplicada. Uma linha especial de calibração foi voada para gravar as informações necessárias para quantificar este intervalo de tempo para que os dados pudessem ser re-sincronizados.

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 uma linha voada em sentidos opostos sobre uma mesma feição magnética anômala reconhecida no terreno. A correção a ser aplicada corresponde ao valor deslocado do tempo de amostragem, de modo a que as duas feições se tornem coincidentes.

A equação utilizada é a seguinte:

$$F_{c(t_0)} = F_{c(t_0 \pm I_p)}, \text{ onde:}$$

F_c = Valor do Campo Magnético Total corrigido do erro paralaxe,

t₀ = Tempo da Amostragem,

I_p = Valor do Intervalo de Tempo a ser deslocado no banco de dados.

Deve-se observar que não se adiciona nenhum valor ao Campo Magnético e sim desloca-se os valores em relação ao tempo em que foram amostrados os pontos, ou seja, o valor do Campo Magnético após a correção Paralaxe sofre apenas um reposicionamento temporal dentro do banco de dados.

A correção aplicada a todas as amostras coletadas pelas aeronaves estão especificados na Tabela 20 abaixo. Estas diferenças significativas são devidas às diferenças encontradas nos sistemas de aquisição. Os resultados dos testes para determinação encontram-se no Anexo II-c, no final deste relatório.

Tabela 20 – Valores da Correção de Paralaxe Aplicados.

Aeronave	Correção Paralaxe Aplicada (s)
PR-FAK	0,30
PT-MEP	

3.1.2.2 Remoção da Variação Magnética Diurna

Os valores obtidos pelo magnetômetro monitor foram inicialmente subtraídos das leituras do campo magnético realizadas a bordo da aeronave, tendo como variável comum a hora de amostragem, fixada com precisão de décimos de segundo. As diferenças encontradas, positivas ou negativas, foram, então, somadas algebricamente ao nível base, definido em 24123 nT para toda a área. Os valores resultantes correspondem à intensidade total do campo magnético corrigido da variação diurna.

3.1.2.3 Nivelamento dos Perfis

A aplicação do nivelamento através do *software* OASIS MONTAJ versão 8.2 do sistema *GEOSOF*T consiste, basicamente, no ajuste das linhas de controle com base na média das diferenças (ou diferença de 1ª ordem) com as linhas de voo. 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 voo 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 voo a valores mínimos. Este procedimento assume que

existem cruzamentos suficientes para modelar adequadamente as diferenças de nível entre as linhas de controle;

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

Nesta fase é criada uma Tabela de Interseções que contém as diferenças entre as linhas de controle niveladas e a linhas de voo nos pontos de cruzamento. Tal procedimento é conduzido pelo procedimento XLEVEL GX. Estes valores são armazenados no banco de dados e utilizados no cálculo das correções a serem aplicadas às linhas de voo. Os cruzamentos onde o gradiente magnético excedeu a 2 nT/fiducial (0,025 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 MONTAJ permitiu ainda o exame visual da Tabela de Interseções, possibilitando sua edição manual quando necessário. Por exemplo, a linha nivelada pode ser comparada à sua versão obtida em diferentes estágios do processo.

3.1.2.4 Micronivelamento dos Perfis

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

Esta superfície foi definida com base no valor do IGRF, tendo sido considerada a altitude de 300 m, referida ao ano de 2010 e atualizada para a data de 19/02/2014 (2014,138).

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 (campo magnético total reduzido do IGRF).

3.1.3 Processamento dos Dados Gamaespectrométricos

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

Não foram encontrados erro de paralaxe nos dados radiométricos coletados pelas aeronaves PR-FAK e PT-MEP.

3.1.3.4 Cálculo da Altura Efetiva (h_e) de Voo

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

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

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

T - temperatura do ar medida em °C,

P - pressão atmosférica em milibar.

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

3.1.3.5 Remoção do *Background* da Aeronave e Cósmico

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

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

$N = a + bC$, onde:

N - somatório das duas contribuições (em cps),

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

C - canal de radiação cósmica,

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

Os coeficientes aplicados aos dados (Tabela 19 – *Backgrounds* das Aeronaves e *Cosmic Stripping Ratios.*, item 2.3.6) foram aqueles definidos pelo voo cósmico sobre o mar, em área distante da costa, cujos gráficos estão indicados no Anexo I-c.

3.1.3.6 Remoção do *Background* do Radônio

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

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

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

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

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

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

$a_1, a_2, a_u, a_t, b_u, b_t$ - coeficientes de proporcionalidade, sendo que b_u e b_t são zerados e a_1 e a_2 os coeficientes *skyshine*.

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

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

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

- $u_r = a_uU_r + b_u,$
- $K_r = a_kU_r + b_k,$
- $Th_r = a_tU_r + b_t,$

- $TC_r = a_{tc}U_r + b_{tc}$, onde:

u_r é a componente do radônio no urânio *up*, U_r , K_r , Th_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 21) foram utilizados os valores calculados a partir dos testes de *high level*. Os gráficos correspondentes a estes cálculos encontram-se no Anexo I-d.

Tabela 21 – Constantes de Calibração do Radônio.

CANAL	COEFICIENTE	PR-FAK	PT-MEP
Contagem Total	a_{tc}	12,3160	12,5530
Potássio	a_k	0,7021	0,7119
Urânio <i>up</i>	a_u	0,1729	0,1719
Tório	a_t	0,0635	0,0510

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

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

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

- u_g - contribuição do solo na janela do urânio *up*;
- U_g - contribuição do solo na janela do urânio *down*;
- T_g - contribuição do solo na janela do tório *down*;
- a_1 e a_2 - constantes de calibração requeridas.

A partir de uma série de valores de u_g , U_g e T_g os fatores de calibração a_1 e a_2 podem ser determinados pelo método dos mínimos quadrados. Isso pode ser feito resolvendo as duas equações simultâneas abaixo:

$$a_1 \sum (U_g)^2 + a_2 \sum U_g T_g = \sum u_g U_g$$

$$a_1 \sum U_g T_g + a_2 \sum (T_g)^2 = \sum u_g T_g$$

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

Os valores obtidos no levantamento em pauta estão demonstrados na Tabela 22 a seguir.

Tabela 22 – Coeficientes *Skyshine*.

COEFICIENTE	PR-FAK	PT-MEP
a₁	0,025	0,024
a₂	0,014	0,014

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 18, apresentada no item 2.3.6. Maior detalhamento deste teste está presente no Anexo I-b.

3.1.3.9 Correção Altimétrica (Coeficiente de Atenuação Atmosférica)

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

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

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

N_H é a radiação à distância H da fonte,

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

μ é o coeficiente de atenuação atmosférica,

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

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

que é a equação de uma reta de coeficiente angular $-\mu$ e coeficiente linear $\text{Ln}(N_0)$. Na determinação dos coeficientes de atenuação atmosférica (μ) para cada um dos canais radiométricos foram utilizados os valores apresentados na Tabela 23 obtidos durante os testes realizados em Maricá (RJ). Os gráficos apresentando a correlação logarítmica entre as contagens e a altura de voo encontram-se no Anexo I-f.

Tabela 23 – Coeficientes de Atenuação Atmosférica.

Canal Radiométrico	PR-FAK (24/01/13)	PT-MEP (04/11/13)
Contagem Total	-0,0071	-0,0070
Potássio	-0,0091	-0,0086
Urânio	-0,0082	-0,0074
Tório	-0,0070	-0,0071

Durante a execução do levantamento determinados trechos de linhas de voo tiveram que ser sobrevoados com altura de voo superior a cláusula contratual de 100 m devido às condições topográficas da região e a própria segurança da aeronave. Os pontos onde a altura de voo excedeu a 300 m foram considerados com altura de voo igual a 300 m, (IAEA – *Technical Report N°323 - Vienna, 1991*).

3.1.3.10 Conversão para Concentração de Elementos

As sensibilidades dos detectores das aeronaves para as janelas do potássio, urânio e tório foram determinadas com base nas razões entre as medições efetuadas a bordo (N) e em terra (C), nos testes conduzidos na pista de calibração dinâmica, com a aplicação da expressão:

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

S corresponde à sensibilidade para cada janela,

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

A Tabela 24 a seguir corresponde à sensibilidade dos detectores, tomando por base a altura de voo de 100 m sobre o terreno.

Tabela 24 – Coeficientes de Sensibilidade.

Canal Radiométrico	PR-FAK (25/02/14)	PT-MEP (04/11/13)
Contagem Total (cps / μ R/h CT)	227,11	246,75
Potássio (cps / % K)	60,55	72,69
Urânio (cps / ppm eU)	12,18	13,46
Tório (cps / ppm eTh)	5,43	5,56

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

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

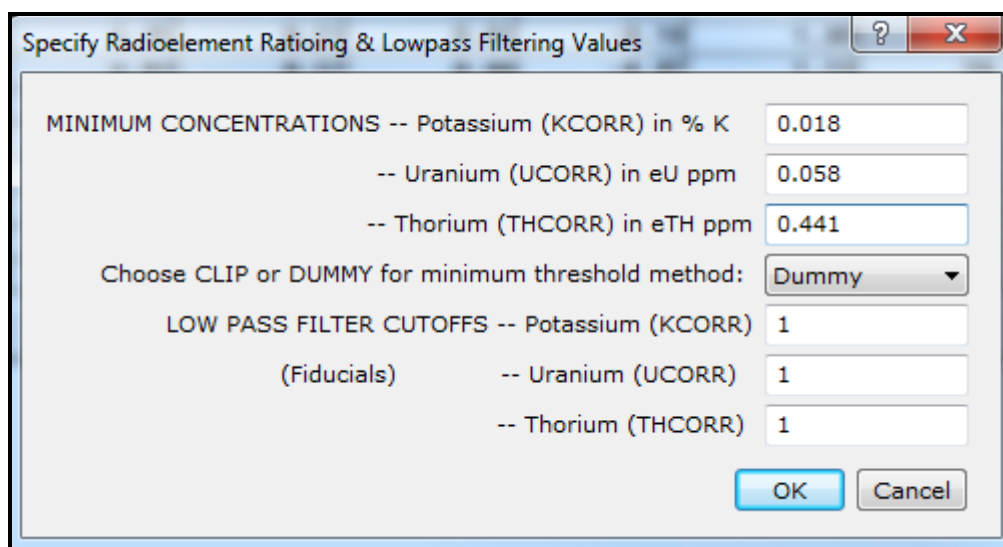
K, **eU** e **eTh** correspondem às concentrações aparentes destes elementos definidas em terra, quando do levantamento da pista de calibração dinâmica. Os valores da concentração determinados para o canal de contagem total na pista de calibração foram 13,19 μ R/h (PR-FAK) e 12,87 μ R/h (PT-MEP). Os gráficos comparativos dos perfis após a conversão da amostragem para concentração aparente, acompanham o texto descritivo do procedimento de calibração apresentado no Anexo I-e.

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

As razões foram calculadas a partir dos valores radiométricos corrigidos, conforme descrito no item 3.1.3 deste capítulo. Para eliminação de indeterminações, ou incorreções devidas a valores anormalmente baixos, foi convencionada a fixação dos valores mínimos de K, U e Th em 5% da média destes canais na área de levantamento e aplicado também um filtro passa-baixa de 1 amostra. A Tabela 25, a seguir, resume os valores utilizados, bem como a Figura 9:

Tabela 25 – Valores Mínimos para Cálculo das Razões Radiométricas.

Canal Radiométrico	VALOR MÍNIMO
K (%)	0,018
eU (ppm)	0,058
eTh (ppm)	0,441



MINIMUM CONCENTRATIONS		Value
-- Potassium (KCORR) in % K		0.018
-- Uranium (UCORR) in eU ppm		0.058
-- Thorium (THCORR) in eTH ppm		0.441
Choose CLIP or DUMMY for minimum threshold method:		Dummy
LOW PASS FILTER CUTOFFS		Value
-- Potassium (KCORR)		1
(Fiducials) -- Uranium (UCORR)		1
-- Thorium (THCORR)		1

Figura 9 – Parâmetros Utilizados no Oasis para Determinação das Razões.

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 125 m x 125 m, o que equivale a um quarto do espaçamento entre as linhas de voo.

3.3 ARQUIVO FINAL DE DADOS

Os dados finais dos perfis do levantamento foram gravados em DVD-ROM, em arquivos ASCII, no formato XYZ e em banco de dados no formato GDB (*GEOSOFT*), contendo as seguintes informações:

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

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

3.4 EQUIPE ENVOLVIDA NO PROCESSAMENTO DOS DADOS

Participaram dos trabalhos de processamento os seguintes técnicos:

César Marinho Costa - Gerente de Processamento de Dados

Luiz Paulo Pousa de Moura - Geofísico Sênior

A direção geral das operações no Projeto Aerogeofísico Rio Formoso esteve a cargo do Engenheiro Albary de Castro Telles.

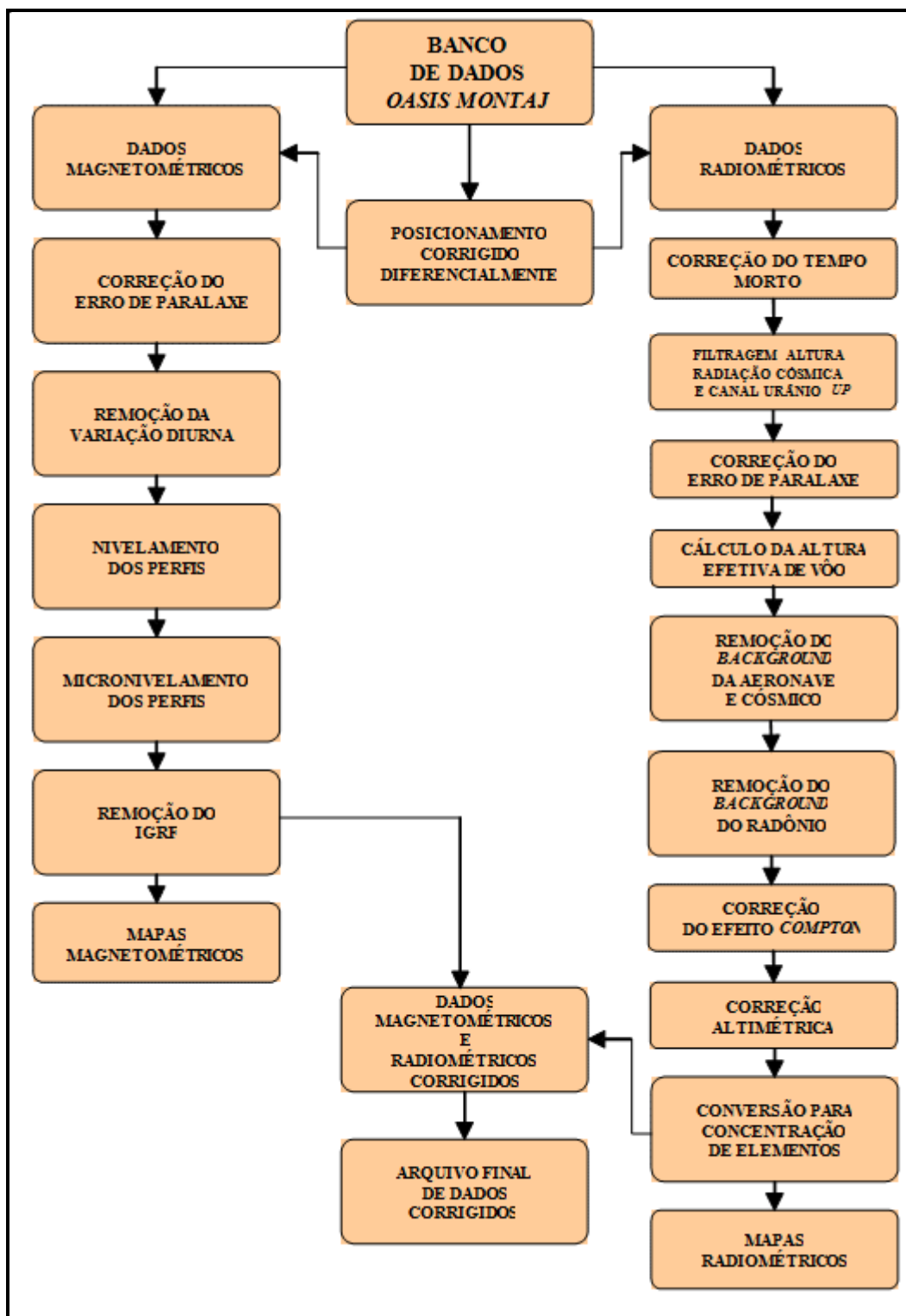


Figura 10 – Fluxograma do Processamento de Dados.

4. CRONOGRAMA GERAL DAS OPERAÇÕES

O levantamento do Projeto Aerogeofísico Rio Formoso foi executado no período de 13 de janeiro de 2014 a 28 de março de 2014. O processamento dos dados e elaboração do Relatório Final tiveram início após o término da fase de aquisição e foram concluídos em Julho de 2014.

Todas as aeronaves tiveram suas calibrações atualizadas, e quando necessário, foram executados os processos de *Dynamic Calibration Range* durante o transcorrer do projeto. A Figura 11 fornece o quadro comparativo entre o cronograma previsto e o realizado durante a execução do projeto.

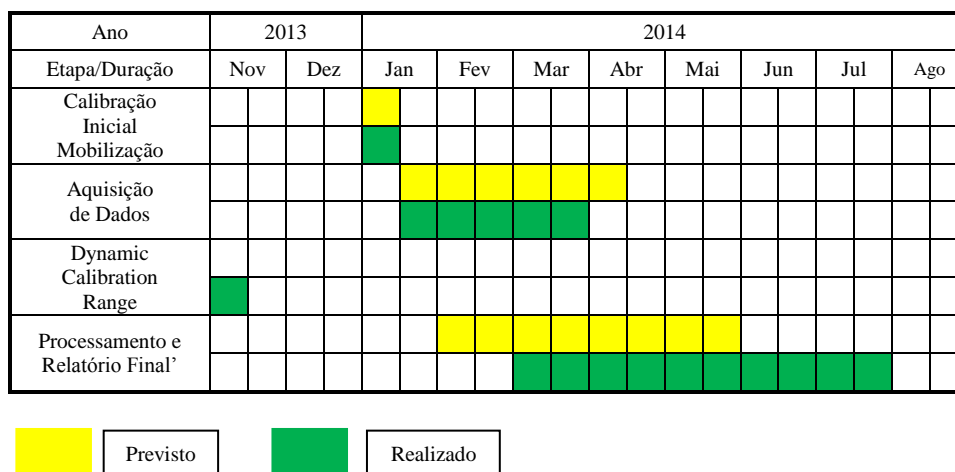


Figura 11 – Cronograma Geral das Operações.

5. PRODUTOS FINAIS

Os produtos finais relativos ao Projeto Aerogeofísico Rio Formoso estão sendo apresentados, na forma de mapas, nas escalas 1:100.000, 1:250.000 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*.

Os mapas foram elaborados de acordo com as especificações do Manual Técnico do DNPM (1985). As informações geofísicas estão superpostas à rede de projeção UTM, traçada com retículas de 8 cm (8 km em 1:100.000, 20 km em 1:250.000 e 40 km em 1:500.000), à rede geográfica, indicada por cruzetas dispostas a cada 10, 15 e 30 minutos, respectivamente, para as escalas 1:100.000, 1:250.000 e 1:500.000, e às informações planimétricas, obtidas dos arquivos digitais das folhas ao milionésimo SC.22 e SD.22 disponível no *site* do IBGE (www.ibge.gov.br). Na escala de 1:500.000 os mapas foram elaborados de forma a englobar toda a área do Projeto em uma folha única..

Os produtos finais com informações cartesianas que compõe o Projeto Aerogeofísico Rio Formoso (Banco de Dados, Mapas e Grids) encontram-se referenciados ao Datum WGS-84 com as coordenadas métricas projetadas em UTM zona 22S (Meridiano Central 51° W).

A Figura 12 e a Figura 13 ilustram a articulação das folhas relativas aos mapas apresentados nas escalas 1:100.000 e 1:250.000, respectivamente.

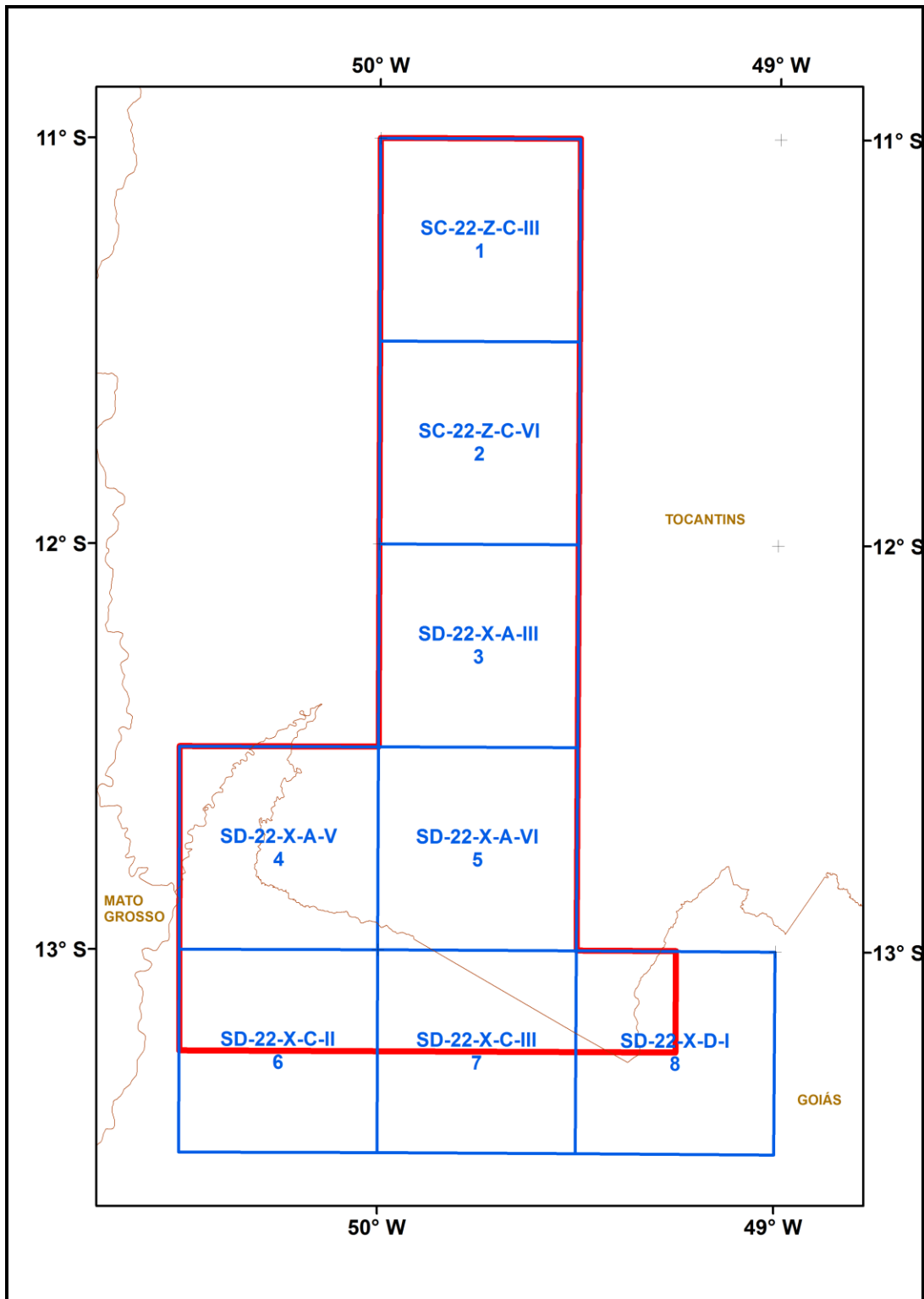


Figura 12 – Articulação das Folhas na Escala 1:100.000.

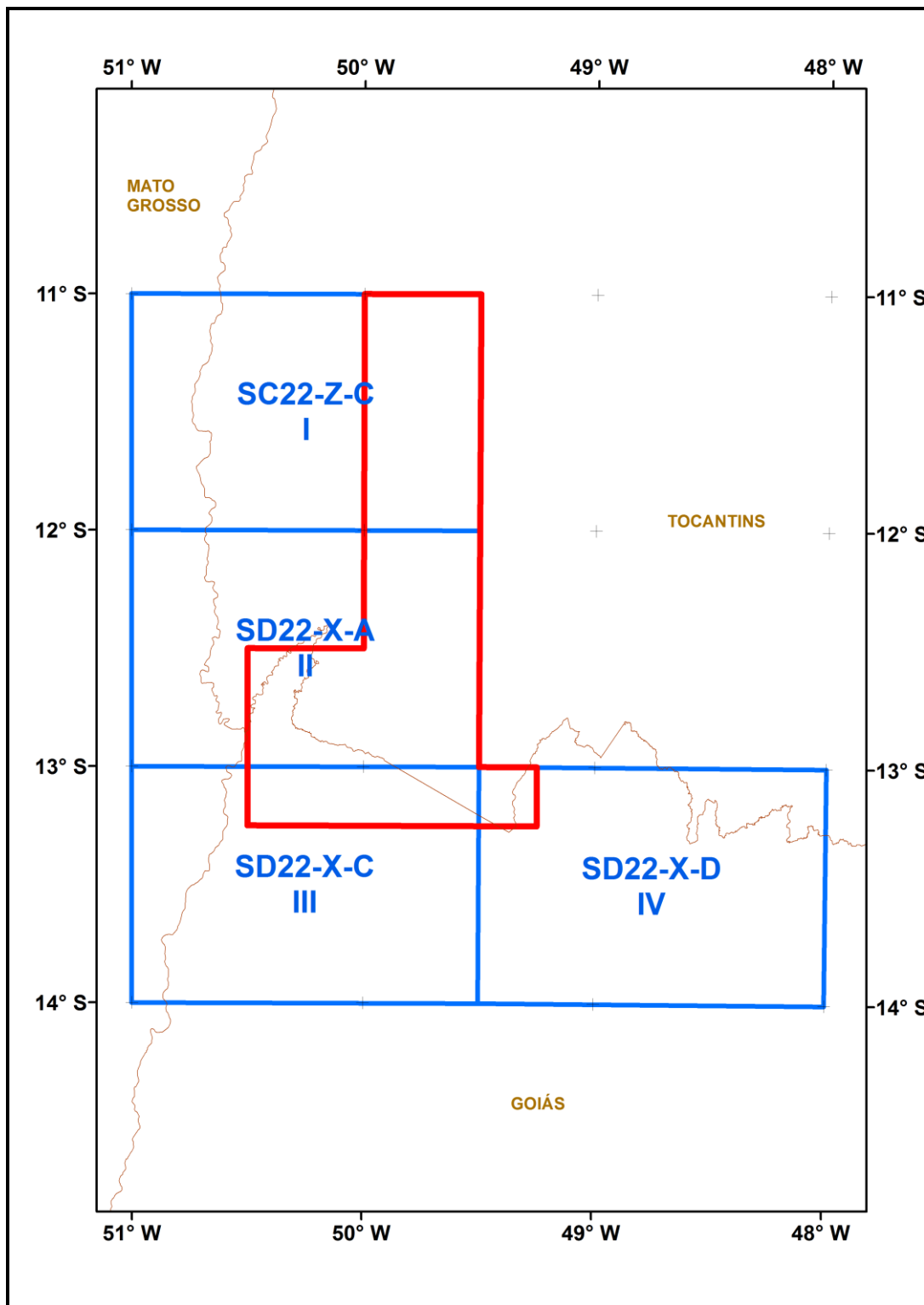


Figura 13 – Articulação das Folhas na Escala 1:250.000.

A Tabela 26 apresenta os diversos tipos de mapas apresentados e suas características:

Tabela 26 – Características da Apresentação dos Mapas Aerogeofísicos.

TEMA	PADRÃO (1:100.000)	PADRÃO (1:250.000)	FOLHA ÚNICA (1:500.000)
Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF)	Contorno, imagem e planimetria	Contorno, imagem e planimetria	Imagem sombreada (pseudo-iluminação) e planimetria
1ª Derivada Vertical do Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF)	Contorno, imagem e planimetria	Contorno, imagem e planimetria	Imagem sombreada (pseudo-iluminação) e planimetria
Sinal Analítico do Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF)	Contorno, imagem e planimetria	Contorno, imagem e planimetria	Imagem sombreada (pseudo-iluminação) e planimetria
Radiométrico de Contagem Total	Contorno, imagem e planimetria	Contorno, imagem e planimetria	Imagem e planimetria
Radiométrico de Potássio	Contorno, imagem e planimetria	Contorno, imagem e planimetria	Imagem e planimetria
Radiométrico de Urânio	Contorno, imagem e planimetria	Contorno, imagem e planimetria	Imagem e planimetria
Radiométrico de Tório	Contorno, imagem e planimetria	Contorno, imagem e planimetria	Imagem e planimetria
Razão Radiométrica eU/eTh	Imagem e planimetria	Imagem e planimetria	Imagem e planimetria
Razão Radiométrica eU/K	Imagem e planimetria	Imagem e planimetria	Imagem e planimetria
Razão Radiométrica eTh/K	Imagem e planimetria	Imagem e planimetria	Imagem e planimetria
Radiométrico Ternário	-	-	Imagem e planimetria
Modelo Digital do Terreno	-	-	Imagem sombreada (pseudo-iluminação) e planimetria
Traço de Linhas de Voo (Digital)	Traço de linhas de voo e planimetria	-	-

As especificações dos intervalos de contorno utilizados constam da Tabela 27 a seguir:

Tabela 27 – Características dos Intervalos de Contorno dos Mapas Aerogeofísicos.

TEMA	PADRÃO (1:100.000)	PADRÃO (1:250.000)
Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF)	20 e 100 nT	20 e 100 nT
1ª Derivada Vertical do Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF)	0,02 e 0,10 nT/m	0,02 e 0,10 nT/m
Sinal Analítico do Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF)	0,02 e 0,10 nT/m	0,02 e 0,10 nT/m
Radiométrico de Contagem Total	1 e 5 µR/h	1 e 5 µR/h
Radiométrico de Potássio	0,5 e 2,5 %	0,5 e 2,5 %
Radiométrico de Urânio	1 e 5 ppm	1 e 5 ppm
Radiométrico de Tório	2 e 10 ppm	2 e 10 ppm

5.1 MAPAS DE CONTORNO DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL E DO SINAL ANALÍTICO DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDOS DO IGRF)

Os mapas magnetométricos, nas escalas 1:100.000 e 1:250.000, foram elaborados na forma de imagem colorida, com traços de contorno superpostos.

Na escala 1:500.000, os mapas magnetométricos foram elaborados sob forma de pseudoiluminação projetada perpendicularmente às estruturas principais definidas pela magnetometria. Foram adotados os ângulos de 45° para declinação e de 45° para inclinação da fonte de iluminação aplicada.

A título de ilustração, as imagens magnetométricas do Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF) e do Sinal Analítico estão sendo apresentados na Figura 14 e na Figura 15 respectivamente, com escala reduzida para tamanho A-4.

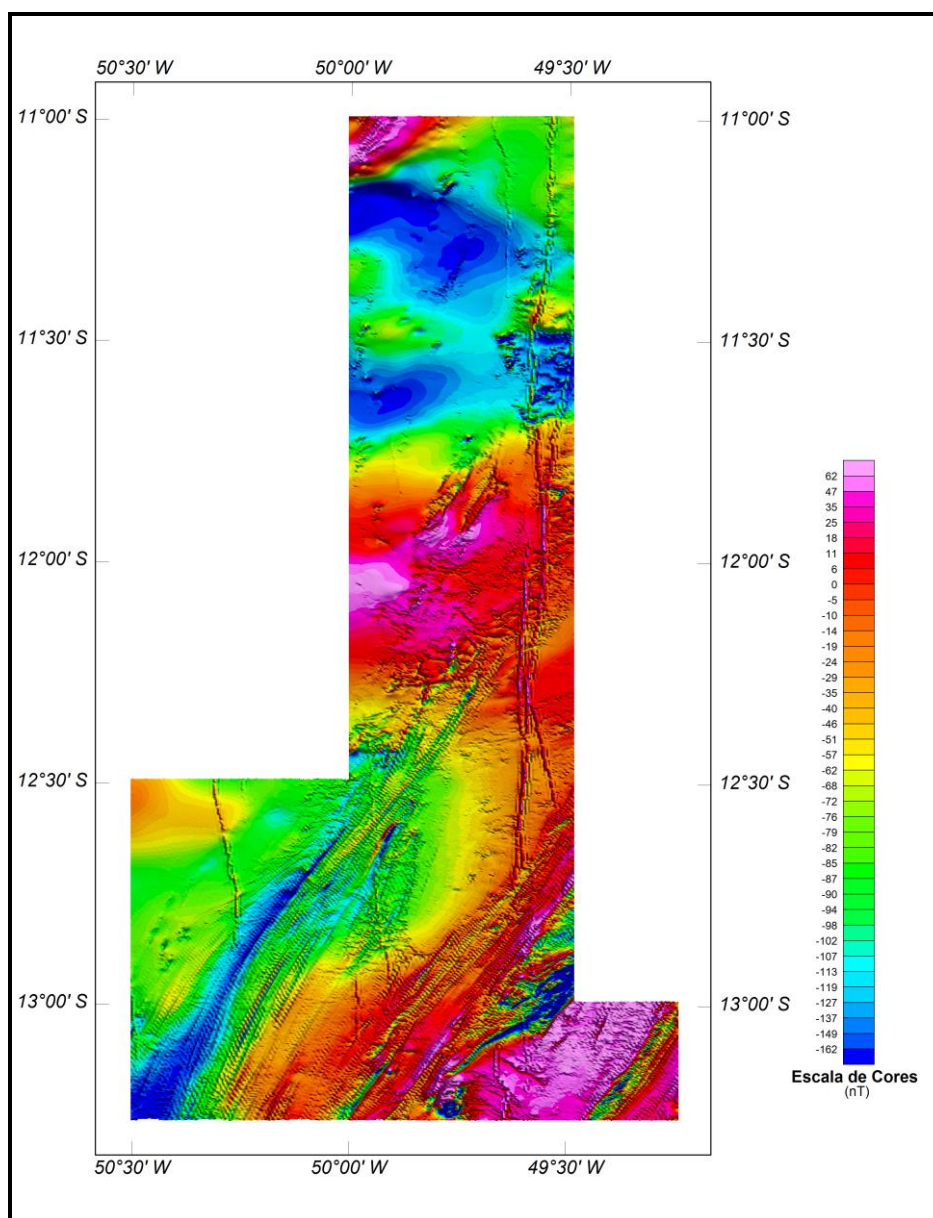


Figura 14 – Mapa Pseudoluminado do Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF - Azimute da Fonte Luminosa: 45°; Inclinação: 45°)

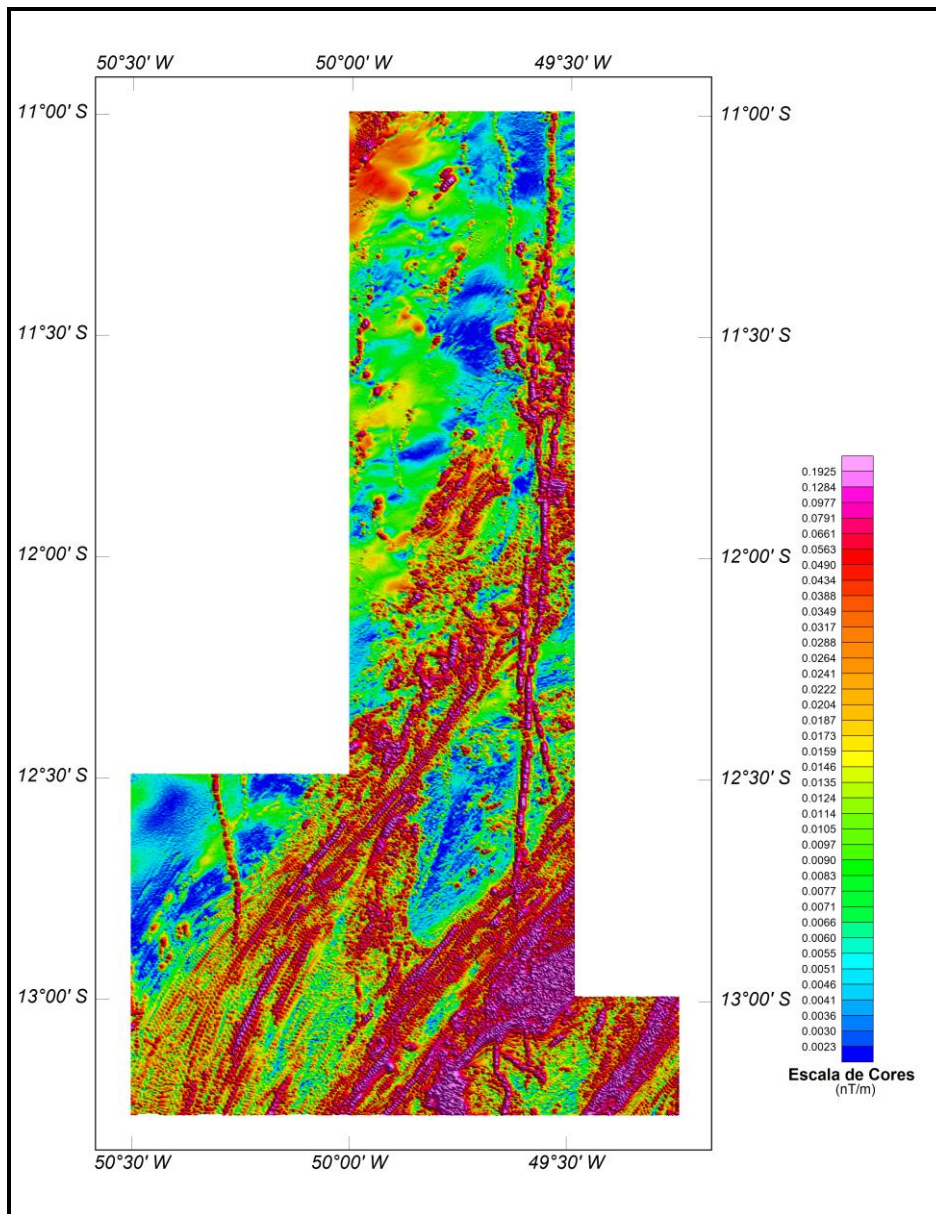


Figura 15 – Mapa do Sinal Analítico do Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF - Azimute da Fonte Luminosa: 45°; Inclinação: 45°)

5.2 MAPAS RADIOMÉTRICOS DOS CANAIS DE POTÁSSIO, URÂNIO, TÓRIO E CONTAGEM TOTAL

Os mapas radiométricos foram elaborados a partir das concentrações aparentes dos canais radiométricos de potássio, urânio, tório e contagem total. Nos mapas de escalas 1:100.000 e 1:250.000 a imagem se superpõe à planimetria básica e às curvas de contorno. Na escala 1:500.000 as curvas de contorno não são apresentadas.

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

O mapa do canal radiométrico de Contagem Total, foi elaborado em escala reduzida para tamanho A-4, sendo apresentado na Figura 16.

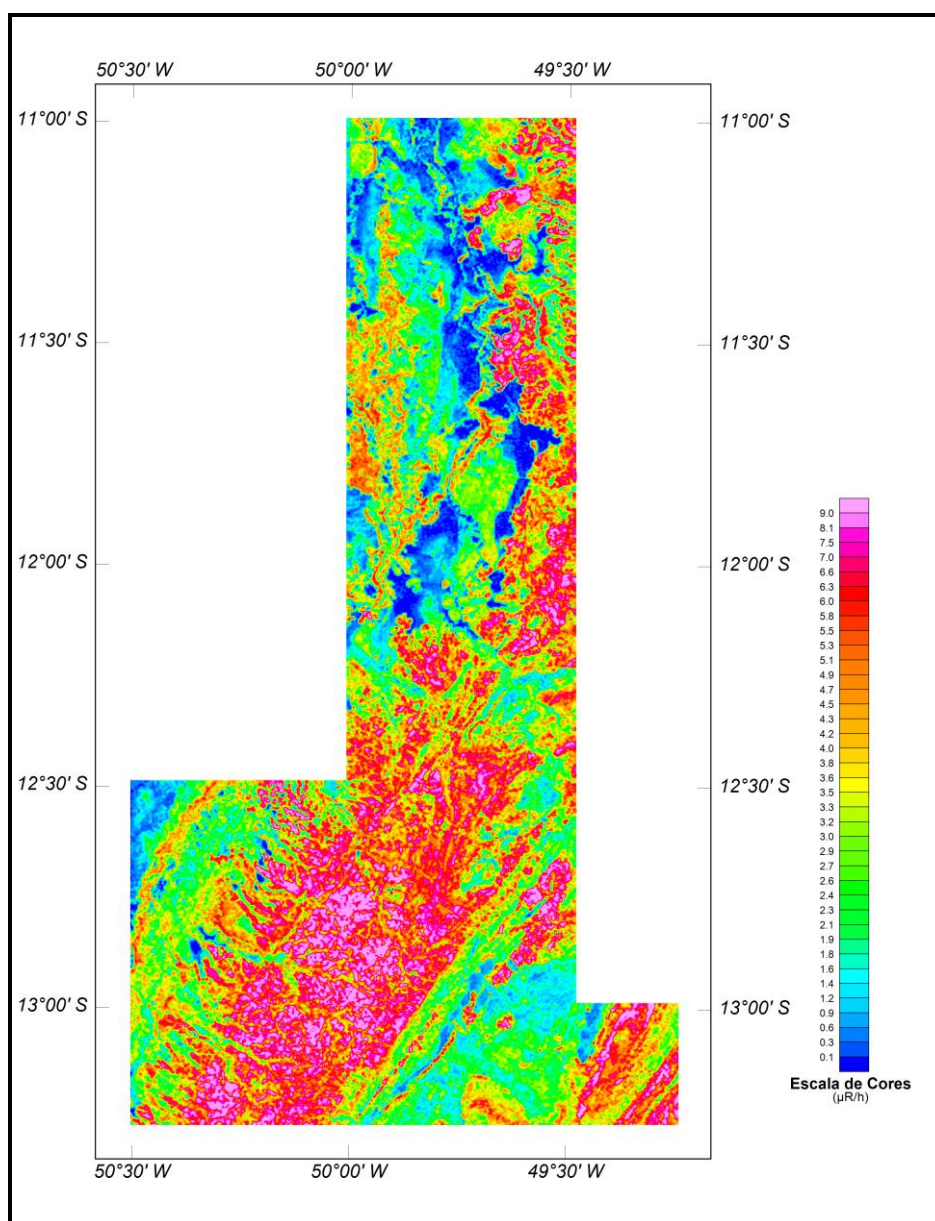


Figura 16 – Mapa Radiométrico da Taxa de Exposição do Canal de Contagem Total.

5.3 MAPA RADIOMÉTRICO TERNÁRIO

Mapa elaborado apenas na escala 1:500.000 (folha única), expressa a razão entre os três canais radiométricos (K, U e 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). A cor branca representa a presença dos três elementos (K, U e Th) e a cor preta ausência dos três citados elementos.

O mapa radiométrico ternário, elaborado em escala reduzida para tamanho A-4, está sendo apresentado na Figura 17.

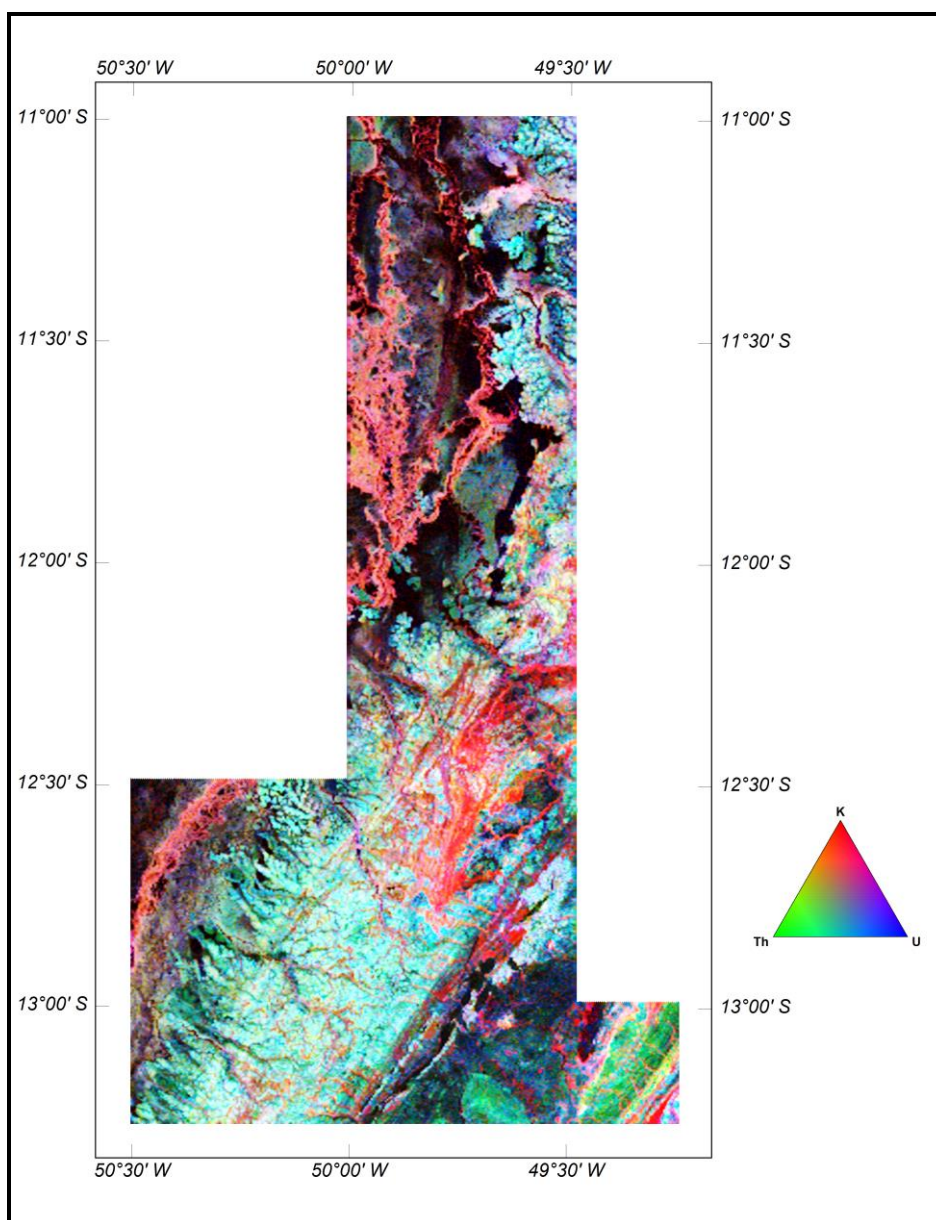


Figura 17 – Mapa Radiométrico Ternário (K-U-Th) – (CMY Invertido).

5.4 MAPAS DAS RAZÕES RADIOMÉTRICAS eU/eTh, eU/K E eTh/K

Os mapas das razões foram elaborados a partir das razões das concentrações dos canais radiométricos de potássio, urânio e tório. Nos mapas de escalas 1:100.000, 1:250.000 e 1:500.000 a imagem se superpõe à planimetria básica.

O mapa radiométrico da razão Tório/Potássio foi elaborado em escala reduzida para tamanho A-4, estão sendo apresentados na Figura 18.

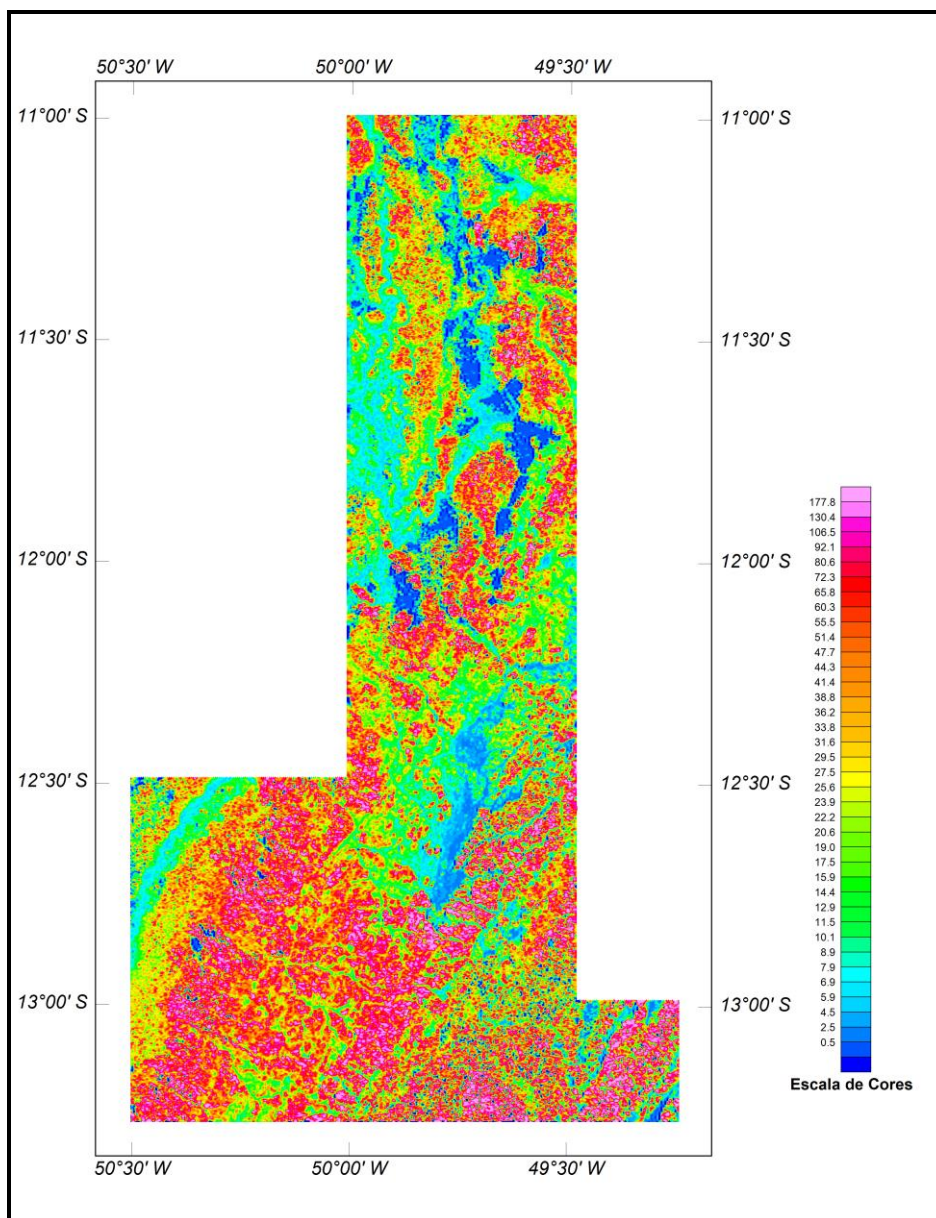


Figura 18 – Mapa Radiométrico da Razão Tório/Potássio.

5.5 MAPA PSEUDOILUMINADO DO MODELO DIGITAL DO TERRENO

Este mapa, obtido através da subtração dos canais de Altura GPS e Radar Altimetro, está sendo apresentado na escala de 1:500.000 em cores e pseudo-iluminado, com inclinação da fonte de luz de 45° e direção da mesma em 45°, com a planimetria superposta.

O mapa pseudo-iluminado do modelo digital do terreno, também elaborado em escala reduzida para tamanho A-4, está apresentado na Figura 19.

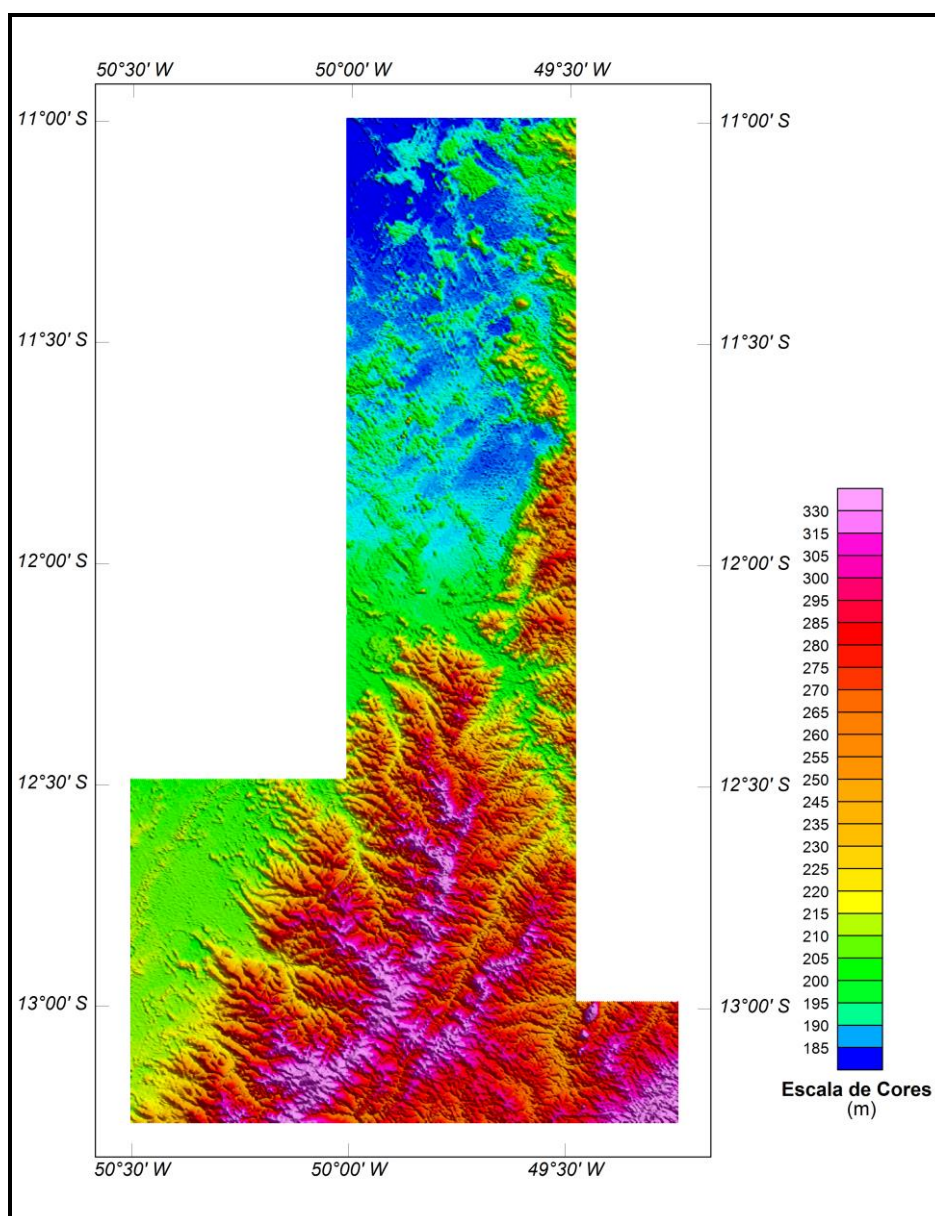


Figura 19 – Mapa Pseudoiluminado do Modelo Digital do Terreno.
(Azimute da Fonte Luminosa: 45°; Inclinação: 45°)

5.6 MAPA DE TRAÇO DE LINHAS DE VOO

Estes mapas apresentam o caminho percorrido ao longo das linhas levantadas. A numeração das linhas é apresentada nas extremidades de cada linha e “ticks” a cada 10 fiduciais, sendo numerados a cada 100 fiduciais. Os mapas de traço de linhas de voo são apresentados somente em escala 1:100.000 na forma digital, não sendo portanto apresentados impressos, não obstante os arquivos de plotagem acompanhem os produtos finais.

5.7 RELATÓRIO FINAL

O relatório final está sendo apresentado em 15 volumes (Volume I - Texto Técnico e demais como Anexos), em 4 (quatro) vias, contendo a descrição das operações conduzidas no Projeto Aerogeofísico Rio Formoso e dos procedimentos utilizados no levantamento e no processamento dos dados correspondentes, até a elaboração dos mapas finais, conforme descrito anteriormente.

O texto deste relatório foi elaborado por Cesar Marinho Costa. A revisão e edição final estiveram a cargo de Luiz Paulo Pousa de Moura e do geólogo Alexandre Lisboa Lago da CPRM – Serviço Geológico do Brasil.

5.8 ARQUIVOS DIGITAIS FINAIS

Os dados obtidos no processamento de dados estão sendo apresentados em 2 (dois) DVD-ROMs em 4 (quatro) cópias. A descrição do conteúdo das informações gravadas nos DVD-ROMs está sendo apresentada no Anexo IV. A descrição detalhada do formato dos arquivos XYZ e do padrão da CPRM (cruzamentos) é apresentada no Anexo V.

Os dados digitais dos bancos de dados magnetométrico e gamaespectrométrico da *GEOSOFT* (GDB) são apresentados, respectivamente, na Tabela 28, Tabela 29, Tabela 30 e Tabela 31.

Os arquivos de malha (*grids*), os bancos de dados, bem como os arquivos XYZ e cruzamentos estão sendo apresentados com as coordenadas métricas referenciada a zona UTM 22S (meridiano central 51° W Gr). Maiores informações estão expostas no arquivo *Leiname.PDF* presente em cada mídia DVD, bem como no Anexo IV.

Os mapas foram gravados no formato de arquivos de plotagem do tipo HPGL (*Hewlett Packard Graphics Language*), *GEOSOFT* MAP e PDF Adobe Acrobat.

Os *grids* também são apresentados no formato *GEOSOFT*, interpolados em malha quadrada de 125 x 125 m. O método de interpolação utilizado para elaboração dos *grids* da magnetometria foi o *spline* bidirecional (*Bigrid*) e para os dados de gamaespectrometria e modelo digital do terreno, a mínima curvatura (*Rangrid*).

Todos os *grids* relacionados no Anexo III foram convertidos para o formato *GeoTiff*, com resolução de 900 dpi (*dots per inch*), seguindo a nomenclatura especificada no projeto (código do projeto *_Tipo_.tif*) bem como sua respectiva escala de cores (código do projeto *_Tipo_Escala_de_Cores.tif*).

A listagem fornecida no Anexo VI apresenta a numeração das linhas de voo bem como das linhas de controle que foram aprovadas e utilizadas no processamento. As linhas estão organizadas por ordem crescente de numeração.

O arquivo Metadados, bem como todos os arquivos especificados no contrato, estão sendo apresentados em meio digital (a relação dos DVD-ROMs e do CD-ROM está no Anexo IV).

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

Tabela 28 – Banco de Dados *Geosoft* (GDB) – Magnetometria.

Campo	Descrição	Unidade
X	Coordenada UTM Leste WGS 84 Zona 22 S	m
Y	Coordenada UTM Norte WGS 84 Zona 22 S	m
FIDUCIAL	Fiducial	-
GPSALT	Altitude GPS	m
BARO	Altitude Barométrica	m
ALTURA	Altura de Voo (Radar Altímetro)	m
MDT	Modelo Digital do Terreno	m
MAGBASE	Campo Magnético da Base Fixa	nT
MAGBRU	Campo Magnético não Compensado	nT
MAGCOM	Campo Magnético Compensado	nT
MAGCOR	Campo Magnético Corrigido da Variação Diurna	nT
MAGDRAPE	Campo Magnético Corrigido Drape	nT
MAGNIV	Campo Magnético Total Nivelado	nT
MAGMIC	Campo Magnético Total Micronivelado	nT
MAGIGRF	Campo Magnético Total Reduzido do IGRF	nT
IGRF	Campo Magnético de Referência (fonte NOAA)	nT
LONGITUDE	Longitude (WGS84)	Graus
LATITUDE	Latitude (WGS84)	Graus
DATA	Data	ano/mês/dia
HORA	Hora	hh:mm:ss.s

Tabela 29 – Banco de Dados *Geosoft* (GDB) – Gamaespectrometria.

Campo	Descrição	Unidade
X	Coordenada UTM Leste WGS 84 Zona 22 S	m
Y	Coordenada UTM Norte WGS 84 Zona 22 S	m
FIDUCIAL	Fiducial	-
GPSALT	Altitude GPS	m
BARO	Altitude Barométrica	m
ALTURA	Altura do Voo (Radar Altimetro)	m
MDT	Modelo Digital do Terreno	m
CTB	Contagem Total Bruto	cps
KB	Potássio Bruto	cps
UB	Urânio Bruto	cps
THB	Tório Bruto	cps
UUP	Urânio <i>UP</i>	cps
LIVE_TIME	Tempo de Amostragem	ms
COSMICO	Radiação Cósmica	cps
TEMP	Temperatura	graus
CTCOR	Contagem Total Corrigido	cps
KCOR	Potássio Corrigido	cps
UCOR	Urânio Corrigido	cps
THCOR	Tório Corrigido	cps
CTEXP	Taxa de Exposição da Contagem Total	μR/h
KPERC	Potássio em porcentagem	%
eU	Urânio em ppm	ppm
eTH	Tório em ppm	ppm
THKRAZAO	Razão entre Tório e Potássio	-
UKRAZAO	Razão entre Urânio e Potássio	-
UTHRAZAO	Razão entre Urânio e Tório	-
LONGITUDE	Longitude	graus
LATITUDE	Latitude	graus
DATA	Data	ano/mês/dia
HORA	Hora	hh:mm:ss

Tabela 30 – Banco de Dados *Geosoft* (GDB) – Gamaespectrometria 256 Canais.

Campo	Descrição	Unidade
X	Coordenada UTM Leste WGS 84 Zona 22 S	m
Y	Coordenada UTM Norte WGS 84 Zona 22 S	m
FIDUCIAL	Fiducial	-
SpectraD	Vetor Espectro 256 Canais Detector <i>Downward</i>	cps
SpectraU	Vetor Espectro 256 Canais Detector <i>Upward</i>	cps

Tabela 31 – Arquivo de Cruzamentos XYZ – Magnetometria.

Campo	Descrição	Unidade
X	Coordenada UTM Leste WGS 84 Zona 22 S	m
Y	Coordenada UTM Norte WGS 84 Zona 22 S	m
FIDUCIAL	Fiducial	-
GPSALT	Altitude GPS	m
ALTURA	Altura do Voo (Radar Altimetro)	m
MAGCOR	Campo Magnético Corrigido da Variação Diurna	nT
MAGNIV	Campo Magnético Total Nivelado	nT
RESIDUO	Diferença Aplicada no Cruzamento para	nT
VOO	Número do Voo	-

5.9 ARQUIVOS DE POLIGONAIS

Estão sendo entregues também, no formato *Geosoft PLY*, os arquivos correspondentes ao corte das folhas 1:100.000 e 1:250.000. Esses arquivos contemplam os pares cartesianos (X e Y) que definem o polígono relativo ao corte padrão das folhas IBGE. A sintaxe dos arquivos compreende sua codificação, seguida da extensão “ply”. A Tabela 32 apresenta a relação destes arquivos.

Tabela 32 – Folhas Cartográficas.

Arquivo	Conteúdo
SC22ZC3.PLY	Polígono referente a folha SC.22-Z-C-III
SC22ZC6.PLY	Polígono referente a folha SC.22-Z-C-VI
SD22XA3.PLY	Polígono referente a folha SD.22-X-A-III
SD22XA5.PLY	Polígono referente a folha SD.22-X-A-V
SD22XA6.PLY	Polígono referente a folha SD.22-X-A-VI
SD22XC2.PLY	Polígono referente a folha SD.22-X-C-II
SD22XC3.PLY	Polígono referente a folha SD.22-X-C-III
SD22XD1.PLY	Polígono referente a folha SD.22-X-D-I
SC22ZC.PLY	Polígono referente a folha SC.22-Z-C
SD22XA.PLY	Polígono referente a folha SD.22-X-A
SD22XC.PLY	Polígono referente a folha SD.22-X-C
SD22XD.PLY	Polígono referente a folha SD.22-X-D

5.10 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 Prospecções S/A, conforme determina a Portaria N° 637-SC-6/FA-61, do EMFA, de 05/03/1998.

6. PARTICIPAÇÃO DA CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL

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

Ludwig Zellner	Assistente Especializado	DIGEOF/ERJ
Iago Sousa Lima Costa	Geofísico	DIGEOF/ERJ

A revisão e compatibilização geral dos resultados obtidos apresentados no Relatório Final foi executada pelo geólogo Alexandre Lisboa Lago, com supervisão da gerente do contrato, a geóloga Maria Laura Vereza de Azevedo.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DNPM – 1985: Manual Técnico de Geologia, Departamento Nacional de Produção Mineral, Brasília, Brasil, 354 p.

GEOSOFT - 2005 – Montaj Geophysics Levelling System: Tutorial and User Guide, www.geosoft.com, Toronto, Canada.

GRASTY, R, L, & MINTY, B, R, S, - 1995 - A guide to the technical specifications for airborne gamma-ray surveys, AGSO, Australia.

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.

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

ANEXO I-a – Resultado dos Testes da Resolução dos Cristais Detectores (*Downward e Upward*)

Aeronave: PR-FAK
Data da Calibração: 18/01/13

Resolução dos Cristais



Foto tirada no dia 18/01/2013 no hangar em Jacarepaguá mostrando a resolução dos cristais do sistema Exploranium GR820 da aeronave PR-FAK

Spectrometer Calibration Sheet

Flight 0001 Job PAD CAL Date 18-01-2013
 Base Jacarepagua Client CPRM Area _____
 Aircraft PR-FAK Pilot Osman Operator J Pereira

	GR-820	BOX A	BOX B	BOX C	ROI	ELEMENT	CHANNEL	STAB
S/N	8257	2661	2662	0660	1	TOTAL COUNT	34-233	—
CAL					2	POTASSIUM	115-131	122
ADC					3	URANIUM	139-155	147
					4	THORIUM	202-233	218
					8	URANIUM UP	139-155	—

AMPLIFIER A			AMPLIFIER B			AMPLIFIER C		
XTAL	FWHM	GAIN	XTAL	FWHM	GAIN	XTAL	FWHM	GAIN
A1	5.4	128	B1	5.2	125	D1 UP	9.3	135
A2	4.6	130	B2	6.0	126	D2 UP	8.5	132
A3	5.0	135	B3	4.8	120	C3 Dn	5.2	136
A4	5.4	136	B4	4.4	141	C4 Dn	6.2	140

TOTAL	DOWN	UP
CANAL	218.0	54.9
FWHM	5.1	9.3

REFERENCE - Th < 7%	REFERENCE - Cs < 12%
CRYSTALS A & B	CRYSTALS D1 & D2 (Up)
CRYSTALS D3 & D4 (Down)	

SAMPLE TEST spec 00011.ms				INITIAL	
LINE	SAMPLE	START FID	START TIME	END FID	END TIME
11	TH	305	10:50	425	10:52
12	U	630	10:55	750	10:57
13	BG	1040	11:02	160	11:04

SAMPLE TEST spec 00012.ms				FINAL	
LINE	SAMPLE	START FID	START TIME	END FID	END TIME
21	TH	25600	18:20	25720	18:22
22	U	25870	18:25	25990	18:27
23	BG	26100	18:29	26220	18:31

Aeronave: PT-MEP
Data da Calibração: 01/11/13



Foto tirada no dia 01/11/2013 no hangar em Jacarepaguá mostrando a resolução dos cristais do sistema Exploranium GR820 da aeronave PT-MEP

Spectrometer Calibration Sheet

Flight PAD CAL Job _____ Date 01/11/2013
 Base RJ Client codemig Area _____
 Aircraft PT-MEP Pilot _____ Operator Almir / Alex

	GR-820	BOX A	BOX B	BOX D	ROI	ELEMENT	CHANNEL	STAB
S/N	8291	2661	2662	0661	1	TOTAL COUNT	34-233	---
CAL					2	POTASSIUM	115-131	122
ADC					3	URANIUM	139-155	147
					4	THORIUM	202-233	218
					8	URANIUM UP	139-155	---

AMPLIFIER A			AMPLIFIER B			AMPLIFIER D		
XTAL	FWHM	GAIN	XTAL	FWHM	GAIN	XTAL	FWHM	GAIN
A1	5,5	137	B1	5,4	130	D1 UP	10.3	119
A2	5,7	126	B2	5,3	131	D2 UP	10.7	138
A3	4,8	131	B3	5,4	120	D3 Dn	5.0	120
A4	5,2	120	B4	5,3	142	D4 Dn	5.4	121

TOTAL	DOWN	UP
CANAL	218,2	55,0
FWHM	5,2	10,8

REFERENCE - Th < 7%	REFERENCE - Cs < 12%
CRYSTALS A & B	CRYSTALS D1 & D2 (Up)
CRYSTALS D3 & D4 (Down)	

Spec 000010.ms

SAMPLE TEST			INITIAL		
LINE	SAMPLE	START FID	START TIME	END FID	END TIME
11	TH	2880	10:35	3000	10:37
12	U	3064	10:38	3184	10:40
13	BG	3273	10:42	3393	10:44

Spec 2110000011.ms

SAMPLE TEST			FINAL		
LINE	SAMPLE	START FID	START TIME	END FID	END TIME
21	TH	26903	17:15	27023	17:17
22	U	27160	17:20	27280	17:22
23	BG	27370	17:23	27490	17:25

ANEXO I-b - Resultado do Teste dos Coeficientes de Espalhamento *COMPTON*

Aeronave: PR-FAK
 Data da Calibração: 18/01/13

**Resumo das Contagens de Cada Elemento Sobre os Tanques de Calibração
 Transportáveis**

Aeronave PR-FAK

Planilha contendo o Resumo das Contagens de Cada Elemento Aeronave CESSNA 208B - Grand Caravan – PR-FAK Obs.: Os valores abaixo foram corrigidos do <i>live time</i>					
Pacote de cristais A (1.024 pol³)			Elementos (cps)		
Num. Linha	Tanque	Tempo (s)	K (média)	U (média)	Th (média)
BG1	<i>Background</i>	1	346,852	71,353	145,710
TH1	Tório	1	390,050	100,199	252,557
U1	Urânio	1	402,589	147,687	151,504
K1	Potássio	1	474,789	71,301	145,141
Pacote de cristais B (1.024 pol³)			Elementos (cps)		
Num. Linha	Tanque	Tempo (s)	K (média)	U (média)	Th (média)
BG2	<i>Background</i>	1	318,382	56,197	110,835
TH2	Tório	1	376,807	91,744	250,077
U2	Urânio	1	390,499	156,621	116,786
K2	Potássio	1	485,363	56,469	110,539
Pacote de cristais D (512 pol³)			Elementos (cps)		
Num. Linha	Tanque	Tempo (s)	K (média)	U (média)	Th (média)
BG3	<i>Background</i>	1	182,453	33,813	58,465
TH3	Tório	1	214,342	55,956	127,452
U3	Urânio	1	218,723	83,603	62,565
K3	Potássio	1	260,410	34,296	58,157

Planilha contendo o Resumo das Contagens de Cada Elemento				
Aeronave CESSNA 208B - Grand Caravan – PR-FAK				
Obs.: Os valores abaixo foram corrigidos do <i>live time</i>				
Pacote de cristais A (1.024 pol³)		Elementos (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th
<i>Background</i>	600	208111	42812	87426
Tório	600	234030	60119	151534
Urânio	600	241553	88612	90902
Potássio	600	284873	42781	87085
Pacote de cristais B (1.024 pol³)		Elementos (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th
<i>Background</i>	600	191029	33718	66501
Tório	600	226084	55046	150046
Urânio	600	234299	93973	70072
Potássio	600	291218	33881	66323
Pacotes de cristais D (512 pol³)		Elementos (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th
<i>Background</i>	600	109472	20288	35079
Tório	600	128605	33574	76471
Urânio	600	131234	50162	37539
Potássio	600	156246	20578	34894
Pacotes de cristais A, B e D (2.560 pol³)		Elementos (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th
<i>Background</i>	600	508612	96818	189005
Tório	600	588719	148739	378052
Urânio	600	607087	232747	198513
Potássio	600	732337	97240	188302

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

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

PROGRAM PADWIN

Concentrations of Transportable Pads

NUMBER OF PADS = 4

PAD CONCENTRATIONS:

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

GEOMETRIC CORRECTION FACTORS:

POTASSIUM	URANIUM	THORIUM
1.17	1.17	1.19

Aeronave PR-FAK Caixa A - 18/01/2013

WINDOW COUNTS:

	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS
B Pad	600.0	208111.	42812.	87426.
K Pad	600.0	284873.	42781.	87085.
U Pad	600.0	241553.	88612.	90902.
T Pad	600.0	234030.	60119.	151534.

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

1.769E+01 (2.729E-01)	1.090E+00 (3.106E-02)	3.160E-01 (1.004E-02)
1.638E-01 (6.818E-02)	1.466E+00 (3.057E-02)	1.940E-01 (5.065E-03)
9.660E-02 (9.783E-02)	9.418E-02 (1.394E-02)	7.976E-01 (1.392E-02)

INVERSE A-MATRIX:

5.699E-02 (8.953E-04)	-4.158E-02 (9.982E-04)	-1.247E-02 (6.093E-04)
-5.542E-03 (2.825E-03)	6.971E-01 (1.439E-02)	-1.673E-01 (4.985E-03)
-6.248E-03 (7.039E-03)	-7.728E-02 (1.063E-02)	1.275E+00 (2.187E-02)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 1.769E+01 (2.729E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 1.466E+00 (3.057E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 7.976E-01 (1.392E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 2.070E+01 (3.193E-01) COUNTS/ M PER PCT K
U SENSITIVITY (A22) = 1.715E+00 (3.576E-02) COUNTS/ M PER PPM EU
TH SENSITIVITY (A33) = 9.491E-01 (1.656E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): .2432 (.0054)
TH INTO K (BETA = A13/A33): .3963 (.0113)
U INTO K (GAMMA = A12/A22): .7437 (.0167)
U INTO TH (A = A32/A22): .0642 (.0094)
K INTO TH (B = A31/A11): .0055 (.0055)
K INTO U (G = A21/A11): .0093 (.0039)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 3.201E+02 (1.027E+00) COUNTS/M
U WINDOW : 6.926E+01 (4.358E-01) COUNTS/M
TH WINDOW : 1.437E+02 (6.240E-01) COUNTS/M

NUMBERS IN PARENTHESES ARE ESTIMATED STANDARD DEVIATIONS

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

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

PROGRAM PADWIN

Concentrations of Transportable Pads

NUMBER OF PADS = 4

PAD CONCENTRATIONS:

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

GEOMETRIC CORRECTION FACTORS:

POTASSIUM	URANIUM	THORIUM
1.17	1.17	1.19

Aeronave PR-FAK Caixa B - 18/01/2013

WINDOW COUNTS:

	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS
B Pad	600.0	191029.	33718.	66501.
K Pad	600.0	291218.	33881.	66323.
U Pad	600.0	234299.	93973.	70072.
T Pad	600.0	226084.	55046.	150046.

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

2.309E+01 (3.284E-01)	1.410E+00 (3.577E-02)	4.280E-01 (1.113E-02)
2.584E-01 (6.120E-02)	1.929E+00 (3.892E-02)	2.372E-01 (5.354E-03)
1.841E-01 (8.674E-02)	9.203E-02 (1.250E-02)	1.040E+00 (1.733E-02)

INVERSE A-MATRIX:

4.375E-02 (6.283E-04)	-3.147E-02 (6.391E-04)	-1.083E-02 (3.767E-04)
-4.961E-03 (1.452E-03)	5.277E-01 (1.057E-02)	-1.183E-01 (3.206E-03)
-7.305E-03 (3.645E-03)	-4.113E-02 (5.546E-03)	9.741E-01 (1.609E-02)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 2.309E+01 (3.284E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 1.929E+00 (3.892E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 1.040E+00 (1.733E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 2.701E+01 (3.843E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 2.257E+00 (4.553E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 1.237E+00 (2.063E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): .2281 (.0039)

TH INTO K (BETA = A13/A33): .4115 (.0088)

U INTO K (GAMMA = A12/A22): .7312 (.0128)

U INTO TH (A = A32/A22): .0477 (.0064)

K INTO TH (B = A31/A11): .0080 (.0038)

K INTO U (G = A21/A11): .0112 (.0026)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 2.835E+02 (1.043E+00) COUNTS/M

U WINDOW : 5.343E+01 (3.921E-01) COUNTS/M

TH WINDOW : 1.081E+02 (5.536E-01) COUNTS/M

NUMBERS IN PARENTHESES ARE ESTIMATED STANDARD DEVIATIONS

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

"""" 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 PR-FAK Caixa D 18/01/2013

WINDOW COUNTS:

	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS
B Pad	600.0	109472.	20288.	35079.
K Pad	600.0	156246.	20578.	34894.
U Pad	600.0	131234.	50162.	37539.
T Pad	600.0	128605.	33574.	76471.

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

1.079E+01 (1.792E-01)	7.079E-01 (2.137E-02)	2.336E-01 (7.277E-03)
1.828E-01 (4.713E-02)	9.557E-01 (2.030E-02)	1.514E-01 (3.765E-03)
7.100E-02 (6.198E-02)	6.775E-02 (8.922E-03)	5.149E-01 (9.088E-03)

INVERSE A-MATRIX:

9.397E-02 (1.592E-03)	-6.800E-02 (1.793E-03)	-2.263E-02 (1.136E-03)
-1.626E-02 (5.016E-03)	1.080E+00 (2.279E-02)	-3.104E-01 (9.116E-03)
-1.082E-02 (1.140E-02)	-1.328E-01 (1.643E-02)	1.986E+00 (3.456E-02)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 1.079E+01 (1.792E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 9.557E-01 (2.030E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 5.149E-01 (9.088E-03) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 1.263E+01 (2.096E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 1.118E+00 (2.376E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 6.127E-01 (1.081E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): .2942 (.0061)

TH INTO K (BETA = A13/A33): .4536 (.0127)

U INTO K (GAMMA = A12/A22): .7407 (.0184)

U INTO TH (A = A32/A22): .0709 (.0092)

K INTO TH (B = A31/A11): .0066 (.0057)

K INTO U (G = A21/A11): .0169 (.0044)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 1.660E+02 (7.305E-01) COUNTS/M

U WINDOW : 3.229E+01 (2.999E-01) COUNTS/M

TH WINDOW : 5.714E+01 (3.955E-01) COUNTS/M

NUMBERS IN PARENTHESES ARE ESTIMATED STANDARD DEVIATIONS

Cópia do arquivo de saída do programa PADWIN com o resultado do Teste sobre o Tanque de Calibração N/S 94 e referente aos pacotes de cristais A+B+D:

"" 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 PR-FAK Caixa A+B+D - 18/01/2013

WINDOW COUNTS:

	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS
B Pad	600.0	508612.	96818.	189006.
K Pad	600.0	732337.	97240.	188302.
U Pad	600.0	607086.	232747.	198513.
T Pad	600.0	588719.	148739.	378051.

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

5.157E+01 (6.901E-01)	3.209E+00 (7.403E-02)	9.775E-01 (2.190E-02)
6.050E-01 (1.053E-01)	4.351E+00 (8.588E-02)	5.826E-01 (1.129E-02)
3.517E-01 (1.495E-01)	2.540E-01 (2.203E-02)	2.352E+00 (3.814E-02)

INVERSE A-MATRIX:

1.959E-02 (2.637E-04)	-1.418E-02 (2.461E-04)	-4.630E-03 (1.356E-04)
-2.366E-03 (4.985E-04)	2.349E-01 (4.611E-03)	-5.721E-02 (1.389E-03)
-2.673E-03 (1.247E-03)	-2.324E-02 (1.936E-03)	4.320E-01 (6.971E-03)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 5.157E+01 (6.901E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 4.351E+00 (8.588E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 2.352E+00 (3.814E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 6.033E+01 (8.074E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 5.090E+00 (1.005E-01) COUNTS/ M PER PPM EU
 TH SENSITIVITY (A33) = 2.799E+00 (4.539E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): .2477 (.0030)

TH INTO K (BETA = A13/A33): .4156 (.0068)

U INTO K (GAMMA = A12/A22): .7375 (.0098)

U INTO TH (A = A32/A22): .0584 (.0049)

K INTO TH (B = A31/A11): .0068 (.0029)

K INTO U (G = A21/A11): .0117 (.0020)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 7.697E+02 (1.863E+00) COUNTS/M

U WINDOW : 1.550E+02 (6.777E-01) COUNTS/M

TH WINDOW : 3.090E+02 (9.557E-01) COUNTS/M

NUMBERS IN PARENTHESES ARE ESTIMATED STANDARD DEVIATIONS

Coeficientes de Espalhamento *Compton*

RESULTADO	
Coeficiente	Valor Obtido em 18/01/2013
α	0,2477 ± 0,0030
β	0,4156 ± 0,0068
γ	0,7375 ± 0,0098
a	0,0584 ± 0,0049
b	0,0068 ± 0,0029
g	0,0117 ± 0,0020

Aeronave: PT-MEP

Data da Calibração: 01/11/13

Resumo das Contagens de Cada Elemento Sobre os Tanques de Calibração Transportáveis

Aeronave PT-MEP

Pacote de Cristais A (1.024 pol ³)			ELEMENTOS (cps)		
Num. Linha	Tanque	Tempo (s)	K (média)	U (média)	Th (média)
BG1	<i>Background</i>	1	348,808	73,602	151,648
TH1	Tório	1	397,961	104,370	265,419
U1	Urânio	1	410,016	153,476	157,189
K1	Potássio	1	482,431	72,514	151,834

Pacote de Cristais B (1.024 pol ³)			ELEMENTOS (cps)		
Num, Linha	Tanque	Tempo (s)	K (média)	U (média)	Th (media)
BG2	<i>Background</i>	1	336,427	63,648	129,940
TH2	Tório	1	389,982	98,026	261,602
U2	Urânio	1	402,128	156,328	135,051
K2	Potássio	1	493,941	62,907	130,279

Pacote de Cristais D (512 pol ³)			ELEMENTOS (cps)		
Num, Linha	Tanque	Tempo (s)	K (média)	U (média)	Th (media)
BG3	<i>Background</i>	1	196,465	38,305	69,238
TH3	Tório	1	232,180	62,768	148,168
U3	Urânio	1	238,004	94,295	73,486
K3	Potássio	1	285,616	38,423	68,769

Pacote de Cristais A (1.024 pol ³)		ELEMENTOS (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th
<i>Background</i>	600	209285	44161	90989
Tório	600	238777	62622	159251
Urânio	600	246010	92086	94313
Potássio	600	289459	43508	91100

Pacote de Cristais B (1.024 pol ³)		ELEMENTOS (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th
<i>Background</i>	600	201856	38189	77964
Tório	600	233989	58816	156961
Urânio	600	241277	93797	81031
Potássio	600	296365	37744	78167

Pacote de Cristais D (512 pol ³)		ELEMENTOS (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th
<i>Background</i>	600	117879	22983	41543
Tório	600	139308	37661	88901
Urânio	600	142802	56577	44092
Potássio	600	171370	23054	41261

Pacotes de Cristais A+B+D (2.560 pol ³)		ELEMENTOS (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th
<i>Background</i>	600	529019	105332	210495
Tório	600	612074	159098	405113
Urânio	600	630089	242459	219436
Potássio	600	757193	104306	210529

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

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

PROGRAM PADWIN

Concentrations of Transportable Pads

NUMBER OF PADS = 4

PAD CONCENTRATIONS:

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

GEOMETRIC CORRECTION FACTORS:

POTASSIUM	URANIUM	THORIUM
1.17	1.17	1.19

Aeronave PT-MEP Caixa A - 01/11/2013

WINDOW COUNTS:

	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS
B Pad	600.0	209285.	44161.	90989.
K Pad	600.0	289459.	43508.	91100.
U Pad	600.0	246010.	92086.	94313.
T Pad	600.0	238777.	62622.	159251.

1

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

1.849E+01 (2.815E-01)	1.196E+00 (3.265E-02)	3.594E-01 (1.048E-02)
3.062E-02 (6.903E-02)	1.534E+00 (3.186E-02)	2.073E-01 (5.256E-03)
2.101E-01 (1.001E-01)	8.832E-02 (1.422E-02)	8.495E-01 (1.472E-02)

INVERSE A-MATRIX:

5.431E-02 (8.432E-04)	-4.160E-02 (9.427E-04)	-1.283E-02 (5.613E-04)
7.411E-04 (2.605E-03)	6.608E-01 (1.357E-02)	-1.615E-01 (4.677E-03)
-1.351E-02 (6.466E-03)	-5.841E-02 (9.635E-03)	1.197E+00 (2.040E-02)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 1.849E+01 (2.815E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 1.534E+00 (3.186E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 8.495E-01 (1.472E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 2.163E+01 (3.294E-01) COUNTS/ M PER PCT K
U SENSITIVITY (A22) = 1.794E+00 (3.727E-02) COUNTS/ M PER PPM EU
TH SENSITIVITY (A33) = 1.011E+00 (1.751E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): .2440 (.0052)
TH INTO K (BETA = A13/A33): .4231 (.0108)
U INTO K (GAMMA = A12/A22): .7797 (.0162)
U INTO TH (A = A32/A22): .0576 (.0092)
K INTO TH (B = A31/A11): .0114 (.0054)
K INTO U (G = A21/A11): .0017 (.0037)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 3.208E+02 (1.037E+00) COUNTS/M
U WINDOW : 7.160E+01 (4.428E-01) COUNTS/M
TH WINDOW : 1.493E+02 (6.374E-01) COUNTS/M

NUMBERS IN PARENTHESES ARE ESTIMATED STANDARD DEVIATIONS

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

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

PROGRAM PADWIN

Concentrations of Transportable Pads

NUMBER OF PADS = 4

PAD CONCENTRATIONS:

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

GEOMETRIC CORRECTION FACTORS:

POTASSIUM	URANIUM	THORIUM
1.17	1.17	1.19

Aeronave PT-MEP Caixa B - 01/11/2013

WINDOW COUNTS:

	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS
B Pad	600.0	201856.	38189.	77964.
K Pad	600.0	296365.	37744.	78167.
U Pad	600.0	241277.	93797.	81031.
T Pad	600.0	233989.	58816.	156961.

1

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

2.177E+01 (3.156E-01)	1.286E+00 (3.408E-02)	3.927E-01 (1.086E-02)
1.049E-01 (6.455E-02)	1.780E+00 (3.624E-02)	2.306E-01 (5.382E-03)
2.580E-01 (9.342E-02)	7.719E-02 (1.331E-02)	9.834E-01 (1.658E-02)

INVERSE A-MATRIX:

4.621E-02 (6.775E-04)	-3.292E-02 (7.089E-04)	-1.073E-02 (4.177E-04)
-1.165E-03 (1.765E-03)	5.685E-01 (1.147E-02)	-1.328E-01 (3.649E-03)
-1.203E-02 (4.403E-03)	-3.598E-02 (6.723E-03)	1.030E+00 (1.718E-02)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 2.177E+01 (3.156E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 1.780E+00 (3.624E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 9.834E-01 (1.658E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 2.548E+01 (3.693E-01) COUNTS/ M PER PCT K
U SENSITIVITY (A22) = 2.082E+00 (4.240E-02) COUNTS/ M PER PPM EU
TH SENSITIVITY (A33) = 1.170E+00 (1.973E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): .2345 (.0043)
TH INTO K (BETA = A13/A33): .3993 (.0094)
U INTO K (GAMMA = A12/A22): .7225 (.0140)
U INTO TH (A = A32/A22): .0434 (.0074)
K INTO TH (B = A31/A11): .0118 (.0043)
K INTO U (G = A21/A11): .0048 (.0030)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 3.036E+02 (1.051E+00) COUNTS/M
U WINDOW : 6.125E+01 (4.147E-01) COUNTS/M
TH WINDOW : 1.273E+02 (5.951E-01) COUNTS/M

NUMBERS IN PARENTHESES ARE ESTIMATED STANDARD DEVIATIONS

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

"" 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-MEP Caixa D - 01/11/2013

WINDOW COUNTS:

	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS
B Pad	600.0	117879.	22983.	41543.
K Pad	600.0	171370.	23054.	41261.
U Pad	600.0	142802.	56577.	44092.
T Pad	600.0	139308.	37661.	88901.

1

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

1.234E+01 (1.972E-01)	8.108E-01 (2.329E-02)	2.614E-01 (7.766E-03)
1.467E-01 (5.005E-02)	1.075E+00 (2.262E-02)	1.670E-01 (4.064E-03)
6.444E-02 (6.752E-02)	6.896E-02 (9.696E-03)	5.892E-01 (1.028E-02)

INVERSE A-MATRIX:

8.186E-02 (1.334E-03)	-6.053E-02 (1.490E-03)	-1.917E-02 (9.129E-04)
-9.963E-03 (4.114E-03)	9.551E-01 (1.993E-02)	-2.663E-01 (7.642E-03)
-7.787E-03 (9.459E-03)	-1.052E-01 (1.376E-02)	1.731E+00 (2.979E-02)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 1.234E+01 (1.972E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 1.075E+00 (2.262E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 5.892E-01 (1.028E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 1.444E+01 (2.307E-01) COUNTS/ M PER PCT K
U SENSITIVITY (A22) = 1.257E+00 (2.646E-02) COUNTS/ M PER PPM EU
TH SENSITIVITY (A33) = 7.011E-01 (1.224E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): .2834 (.0057)
TH INTO K (BETA = A13/A33): .4437 (.0117)
U INTO K (GAMMA = A12/A22): .7544 (.0173)
U INTO TH (A = A32/A22): .0642 (.0089)
K INTO TH (B = A31/A11): .0052 (.0055)
K INTO U (G = A21/A11): .0119 (.0041)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 1.777E+02 (7.665E-01) COUNTS/M
U WINDOW : 3.668E+01 (3.195E-01) COUNTS/M
TH WINDOW : 6.775E+01 (4.310E-01) COUNTS/M

NUMBERS IN PARENTHESES ARE ESTIMATED STANDARD DEVIATIONS

Cópia do arquivo de saída do programa PADWIN com o resultado do Teste sobre o Tanque de Calibração N/S 94 e referente aos pacotes de cristais A+B+D:

"" 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-MEP Caixa A+B+D - 01/11/2013

WINDOW COUNTS:

	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS
B Pad	600.0	529020.	105333.	210496.
K Pad	600.0	757194.	104306.	210528.
U Pad	600.0	630089.	242460.	219436.
T Pad	600.0	612074.	159099.	405113.

1

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

5.260E+01 (7.037E-01)	3.292E+00 (7.582E-02)	1.014E+00 (2.252E-02)
2.822E-01 (1.090E-01)	4.388E+00 (8.670E-02)	6.049E-01 (1.171E-02)
5.325E-01 (1.576E-01)	2.345E-01 (2.301E-02)	2.422E+00 (3.930E-02)

INVERSE A-MATRIX:

1.913E-02 (2.576E-04)	-1.412E-02 (2.437E-04)	-4.481E-03 (1.318E-04)
-6.594E-04 (5.021E-04)	2.315E-01 (4.543E-03)	-5.753E-02 (1.389E-03)
-4.143E-03 (1.251E-03)	-1.930E-02 (1.930E-03)	4.194E-01 (6.772E-03)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 5.260E+01 (7.037E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 4.388E+00 (8.670E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 2.422E+00 (3.930E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 6.154E+01 (8.234E-01) COUNTS/ M PER PCT K
 U SENSITIVITY (A22) = 5.134E+00 (1.014E-01) COUNTS/ M PER PPM EU
 TH SENSITIVITY (A33) = 2.882E+00 (4.677E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): .2497 (.0030)

TH INTO K (BETA = A13/A33): .4185 (.0068)

U INTO K (GAMMA = A12/A22): .7503 (.0100)

U INTO TH (A = A32/A22): .0534 (.0051)

K INTO TH (B = A31/A11): .0101 (.0030)

K INTO U (G = A21/A11): .0054 (.0021)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 8.021E+02 (1.900E+00) COUNTS/M
 U WINDOW : 1.695E+02 (7.049E-01) COUNTS/M
 TH WINDOW : 3.444E+02 (1.006E+00) COUNTS/M

NUMBERS IN PARENTHESES ARE ESTIMATED STANDARD DEVIATIONS

Coeficientes de Espalhamento *Compton*

RESULTADO	
Coeficiente	Valor Obtido em 01/11/2013
α	0,2497 ± 0,0030
β	0,4185 ± 0,0068
γ	0,7503 ± 0,0100
a	0,0534 ± 0,0051
b	0,0101 ± 0,0030
g	0,0054 ± 0,0021

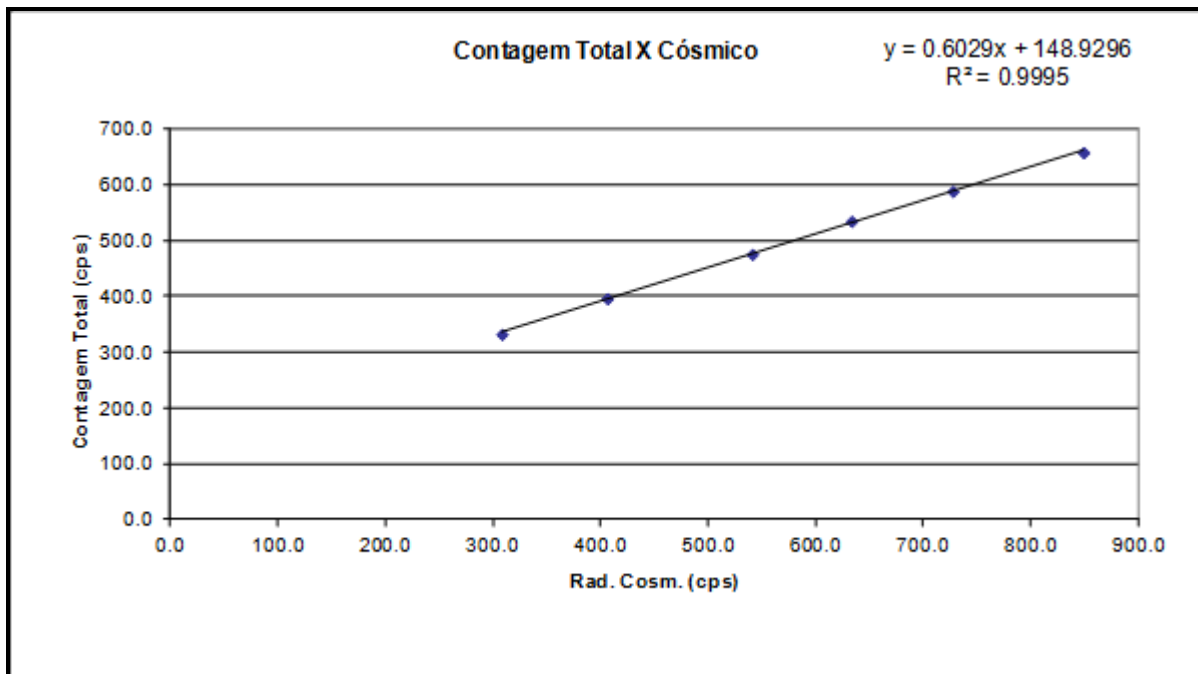
ANEXO I-c – Determinação dos *Backgrounds* da Aeronave e Cósmico

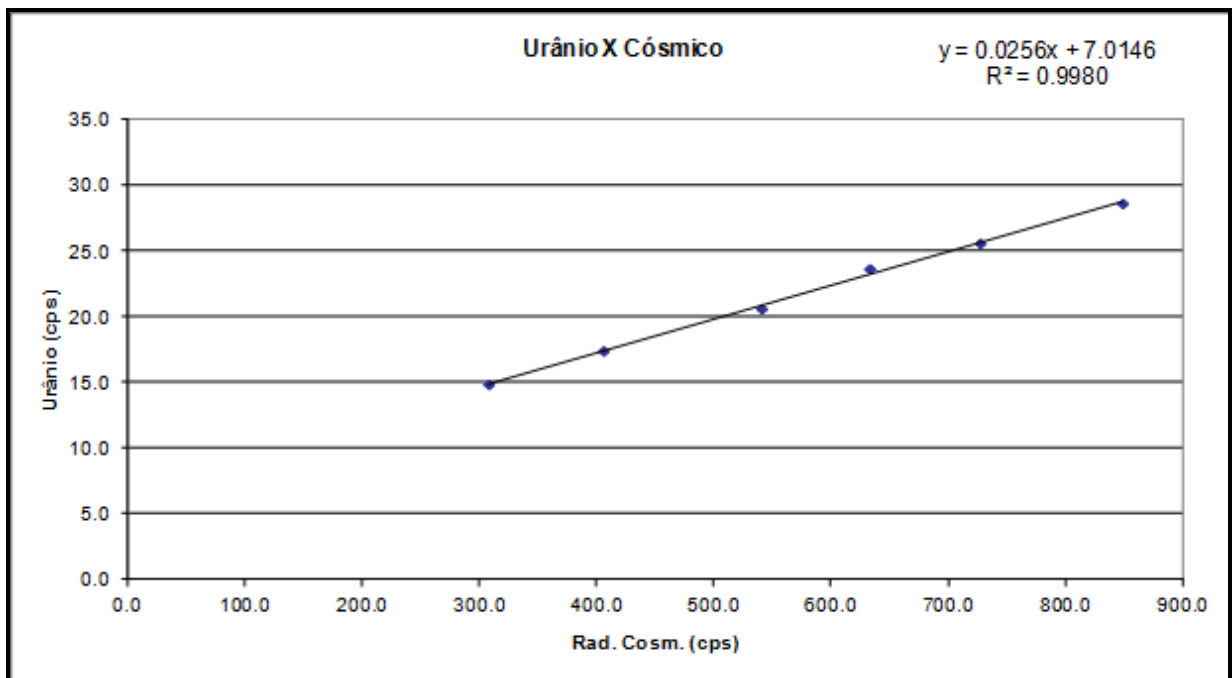
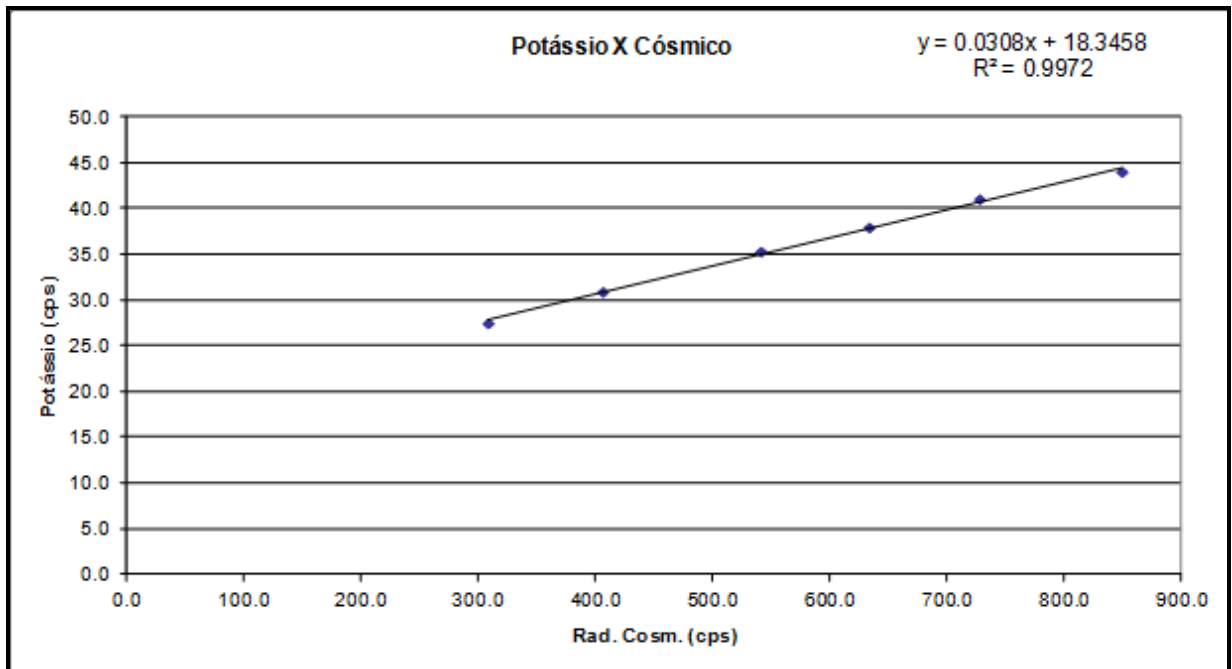
Aeronave: PR-FAK
Data da Calibração: 19/01/13

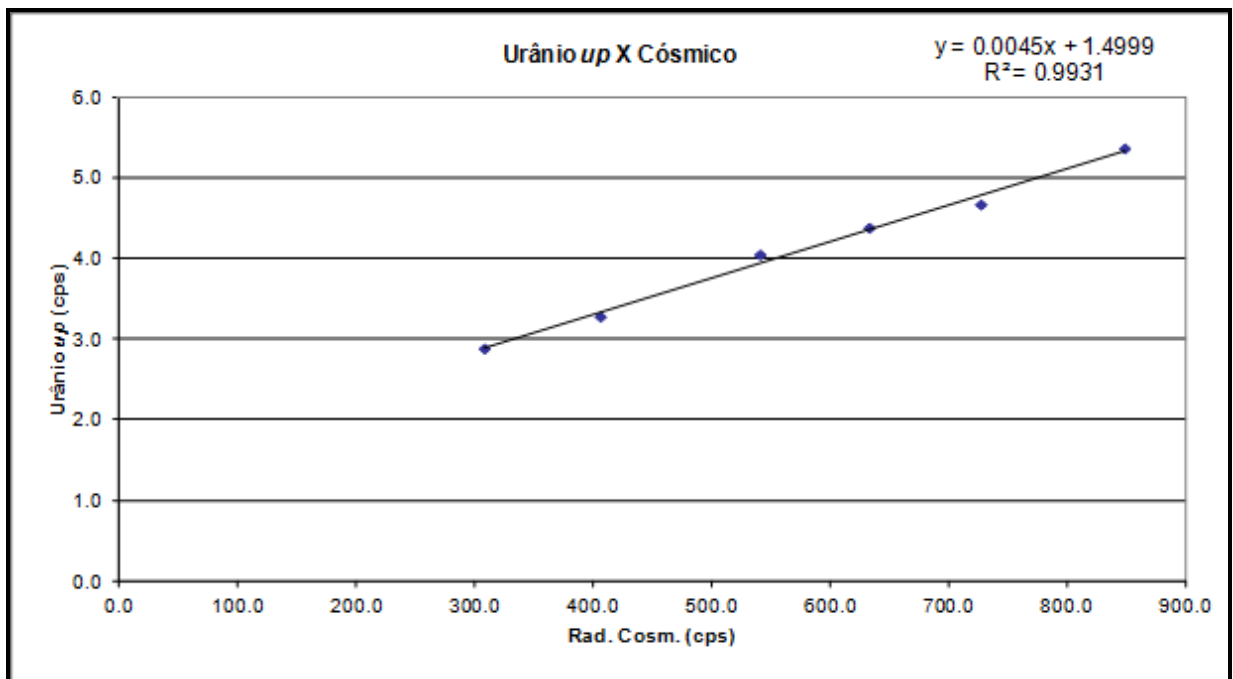
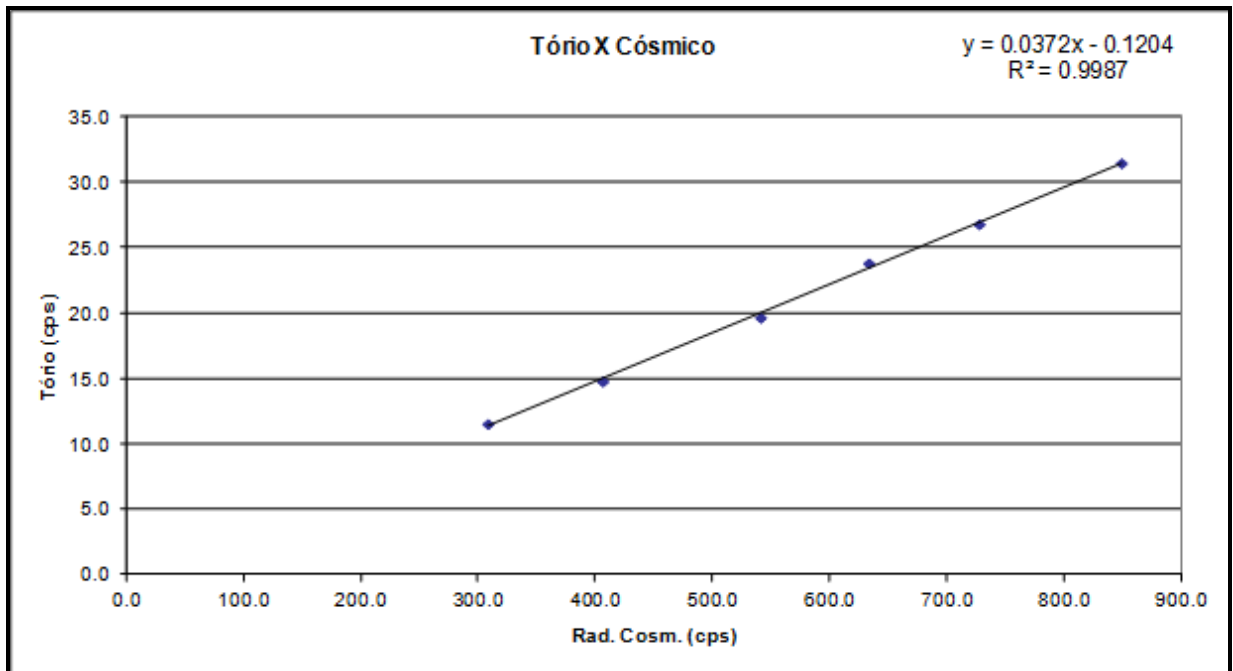
RESULTADO DO VOO CÓSMICO
(Vol. Pacote de Cristais: 2.560 pol³)

Rio de Janeiro, 19 de Janeiro de 2013

Altitude (m)	Cósmico (cps)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)	Uup (cps)
1676,40	308,403	331,668	27,482	14,891	11,549	2,889
2286,00	406,274	395,803	30,920	17,442	14,801	3,284
2895,60	541,123	475,144	35,306	20,645	19,672	4,052
3200,00	633,390	534,462	37,948	23,685	23,820	4,386
3505,20	727,565	588,122	41,036	25,634	26,804	4,675
3810,00	849,027	657,771	44,015	28,659	31,474	5,370







RESULTADO		
<i>CANAL</i>	<i>Background Aeronave</i>	<i>Stripping Cósmico</i>
CT	148,9296	0,6029
K	18,3458	0,0308
U	7,0146	0,0256
Th	0,1204	0,0372
Uup	1,4999	0,0045

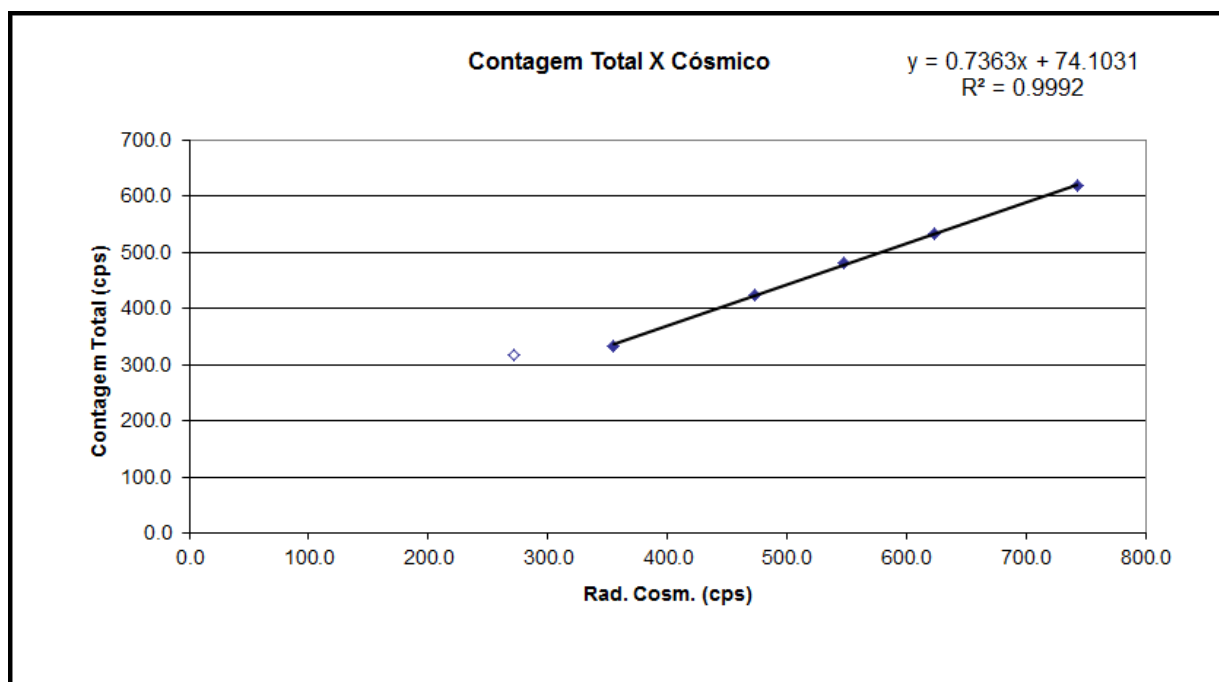
Aeronave: PT-MEP
Data da Calibração: 03/11/13

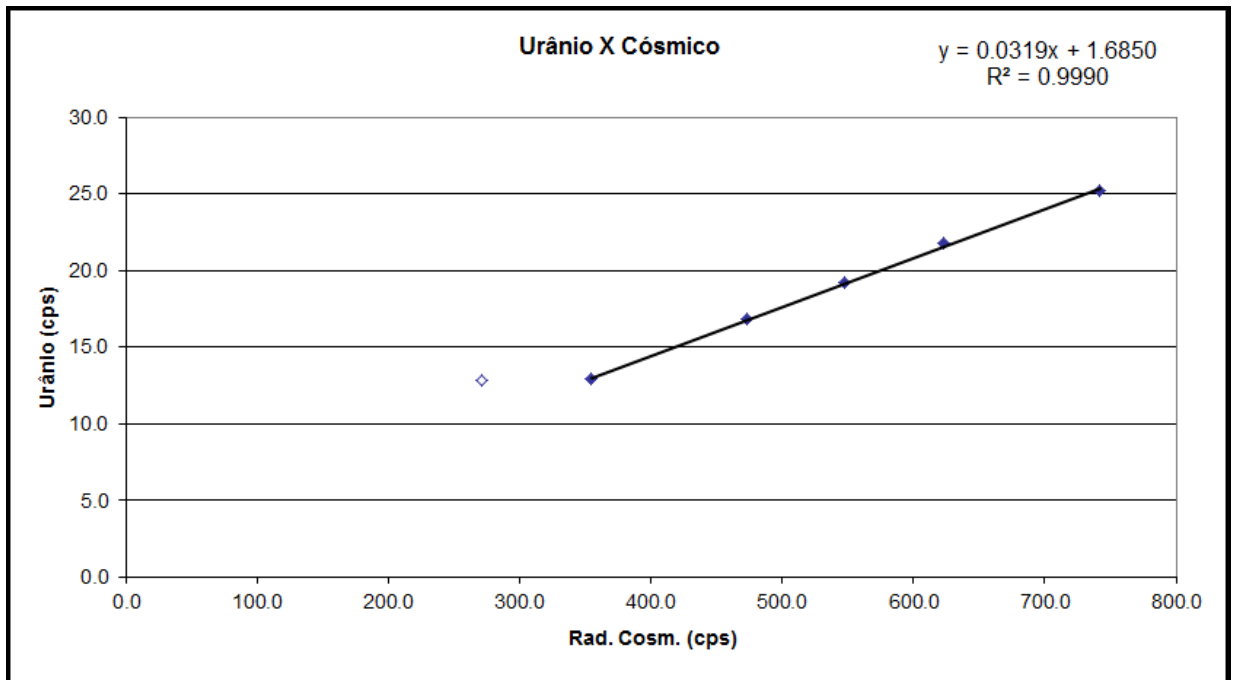
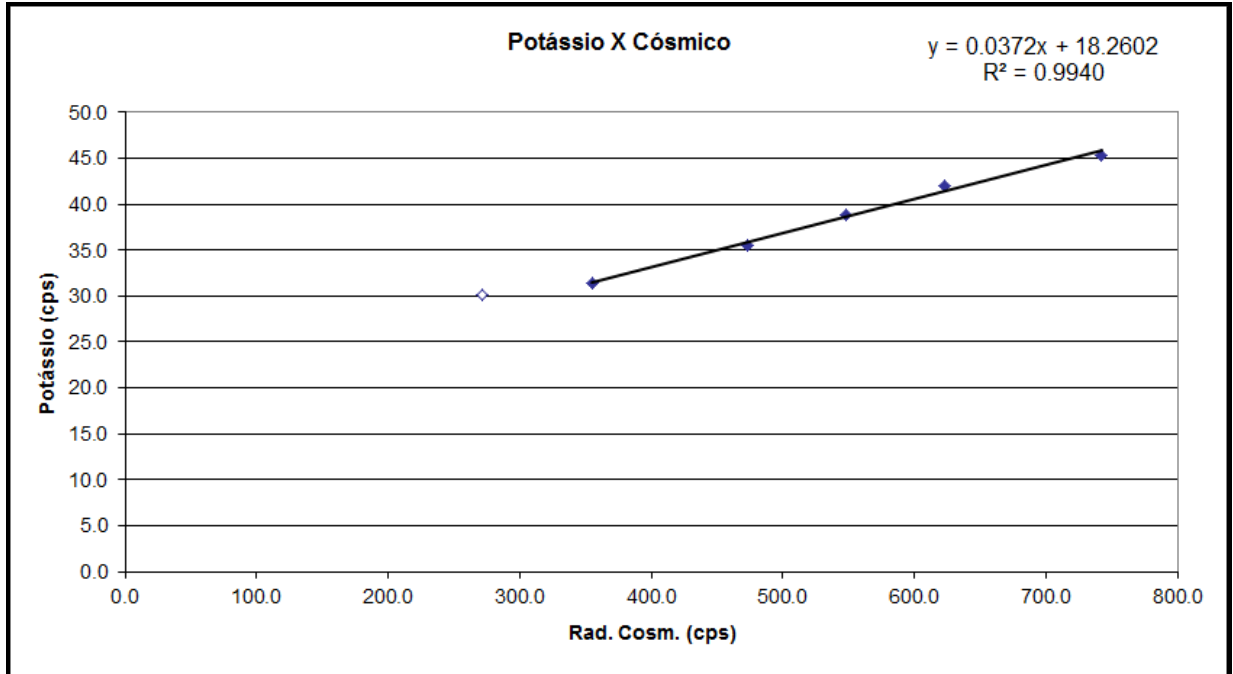
RESULTADO DO VOO CÓSMICO
(Vol, Pacote de Cristais: 2,560 pol³)

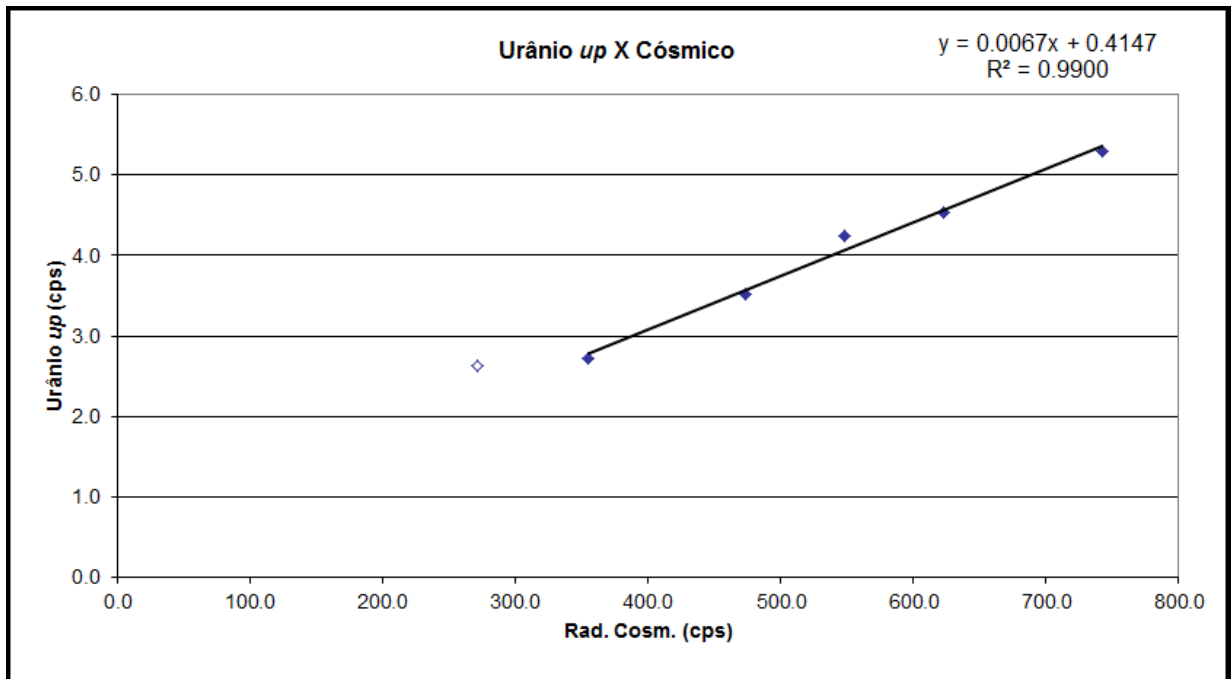
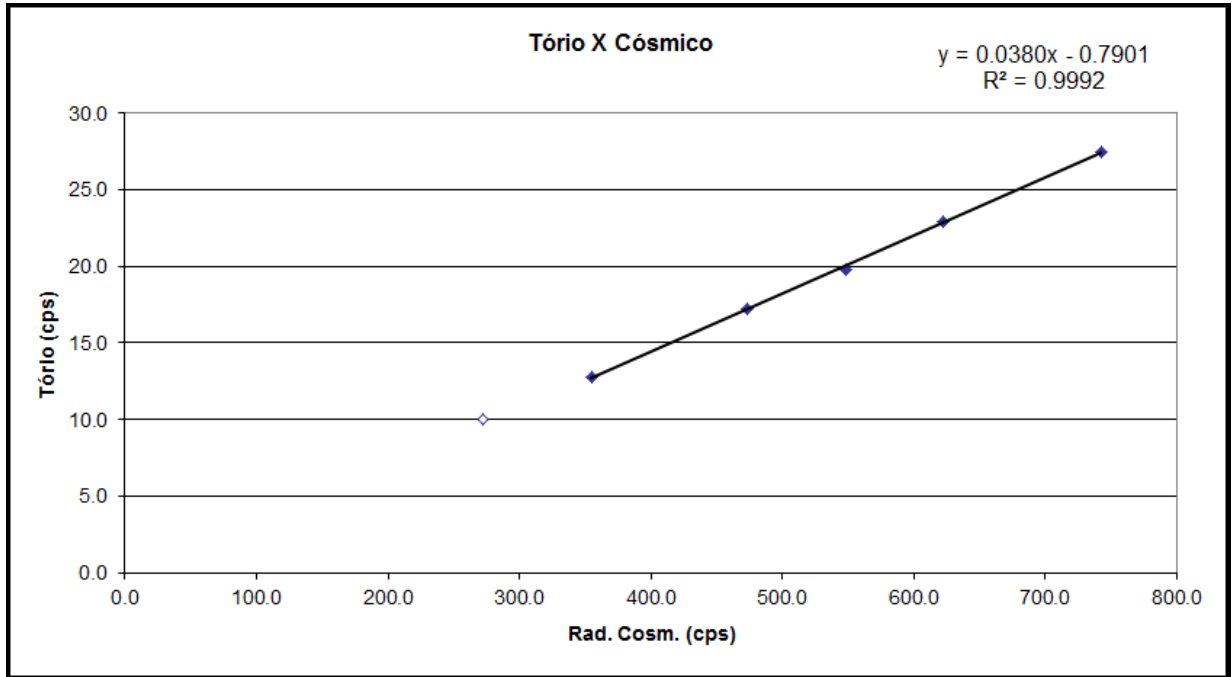
Rio de Janeiro, 03 de novembro de 2013

Altitude (m)	Cósmico (cps)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)	Uup (cps)
1606,9	271,836	316,244	30,094	12,864	9,978	2,630
2240,9	355,006	332,351	31,331	12,893	12,801	2,724
2894,3	473,068	423,726	35,590	16,792	17,221	3,525
3216,1	547,902	481,480	38,837	19,205	19,748	4,235
3507,9	622,812	533,357	42,029	21,747	22,947	4,529
3894,1	742,259	617,733	45,388	25,169	27,504	5,298

Obs: Canais corrigidos do Live Time







RESULTADO		
<i>CANAL</i>	<i>Background Aeronave</i>	<i>Stripping Cósmico</i>
CT	74,1031	0,7363
K	18,2602	0,0372
U	1,685	0,0319
Th	-0,7901*	0,0380
Uup	0,4147	0,0067

* Valor considerado como zero para efeitos de processamento

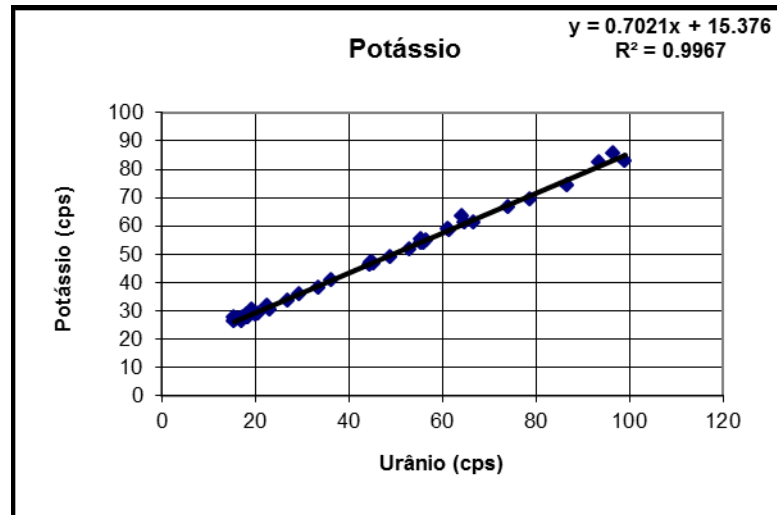
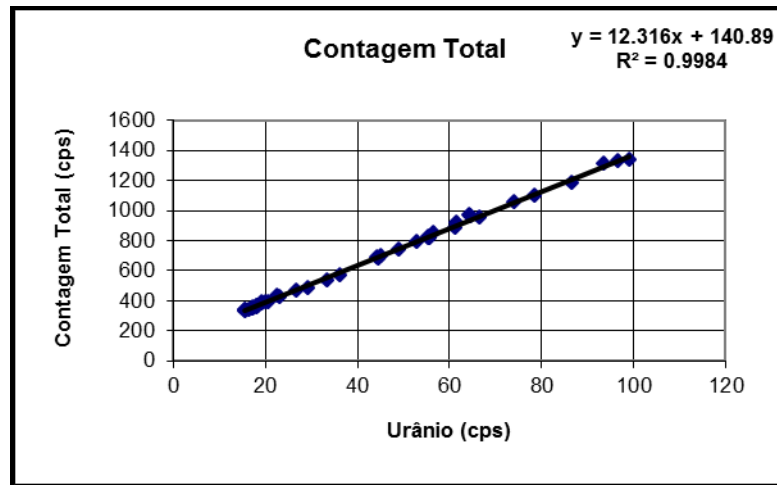
ANEXO I-d – Determinação das Constantes de Calibração do Radônio

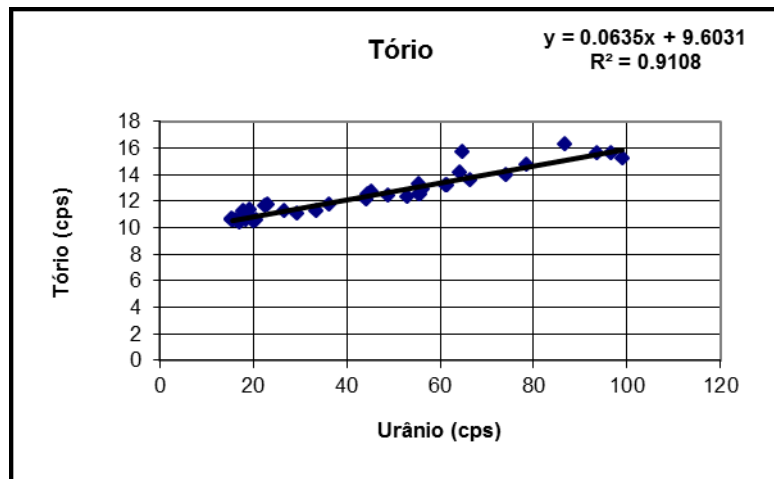
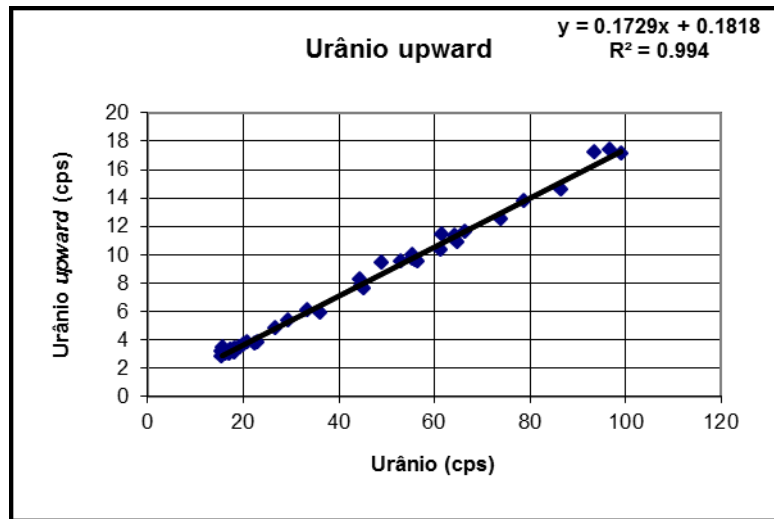
Aeronave: PR-FAK

Médias por Voo (cps)

Voo	Urânio	Tório	Urânio Upward	Potássio	Contagem Total	Cósmico
304	16,30	10,60	3,00	27,20	340,90	263
	29,30	11,10	5,40	35,90	487,70	263
305	18,50	10,60	3,40	27,80	360,70	259
	44,30	12,10	8,30	46,40	692,60	262
306	-	-	-	-	-	-
	26,80	11,30	4,80	33,80	462,90	259
307	18,00	10,70	3,30	27,90	358,80	264
	55,40	13,30	10,00	53,90	818,60	259
308	17,00	10,60	3,00	26,30	344,50	260
	99,00	15,20	17,10	82,80	1334,20	264
309	17,20	10,40	3,30	27,70	354,70	266
	44,60	12,50	7,80	47,30	684,30	266
310	20,70	10,60	3,80	28,90	390,70	256
	96,60	15,60	17,40	85,90	1332,90	262
311	33,40	11,30	6,10	38,00	535,20	261
	55,50	12,50	9,70	55,50	828,90	263
312	15,50	10,70	2,80	27,60	335,50	260
	55,80	12,50	9,60	54,00	813,60	261
313	15,50	10,60	3,20	26,30	331,60	257
	48,90	12,40	9,40	49,10	744,00	260
314	-	-	-	-	-	-
	36,20	11,80	5,90	40,70	572,40	260
315	15,70	10,60	3,50	26,70	340,60	266
	45,20	12,70	7,60	46,70	698,50	262
316	-	-	-	-	-	-
	56,40	12,90	9,50	55,00	853,50	258
317	20,00	10,50	3,60	28,70	388,70	256
	78,60	14,80	13,80	69,60	1098,70	260
318	17,40	10,50	3,30	27,30	347,90	258
	52,90	12,30	9,50	51,80	789,90	262
319	-	-	-	-	-	-
	61,50	13,20	11,40	58,30	917,60	262
320	18,20	10,90	3,40	28,20	366,70	259
	86,60	16,30	14,60	74,40	1180,20	299
321	-	-	-	-	-	-
	64,70	15,70	10,90	61,20	961,00	299
322	18,00	11,30	3,10	28,40	362,50	260
	93,60	15,60	17,20	82,50	1316,00	259
323	-	-	-	-	-	-
	64,20	14,20	11,30	63,50	970,50	259
324	23,00	11,80	3,80	30,50	427,40	260
	74,00	14,00	12,50	66,70	1057,70	262

Voo	Urânio	Tório	Urânio Upward	Potássio	Contagem Total	Cósmico
325	19,30	11,40	3,50	29,30	382,20	260
	66,50	13,60	11,60	61,00	950,70	260
326	22,50	11,70	3,70	32,00	429,10	258
	61,20	13,20	10,30	58,90	889,20	262
327	19,10	10,90	3,50	30,50	392,10	263
	-	-	-	-	-	-



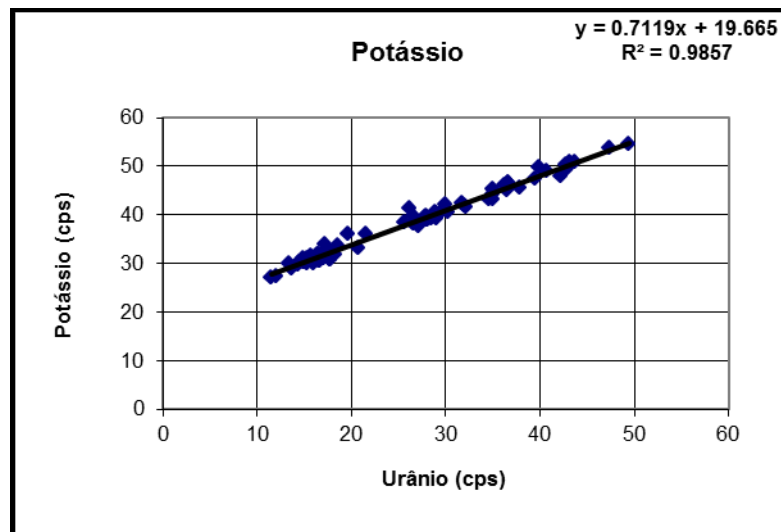
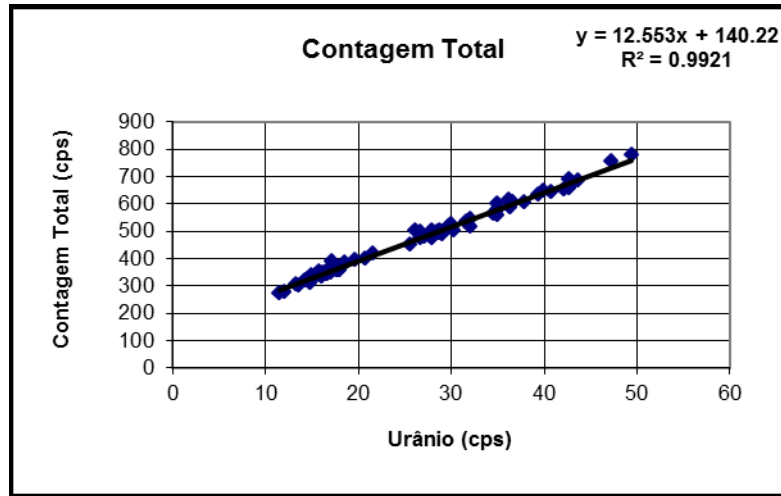


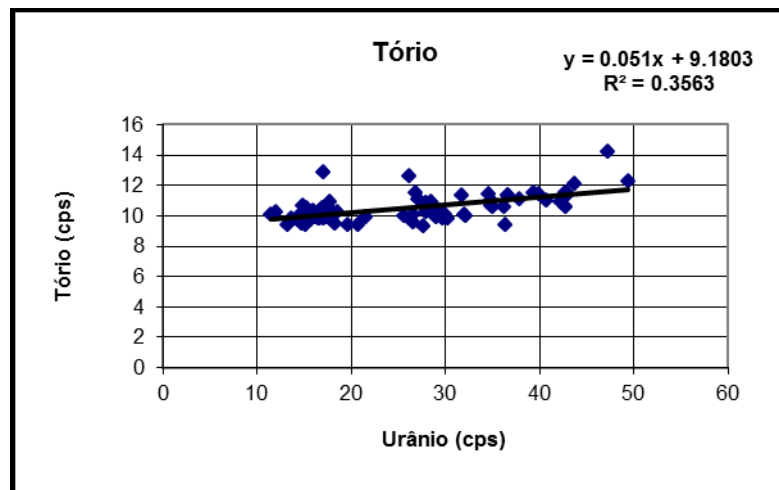
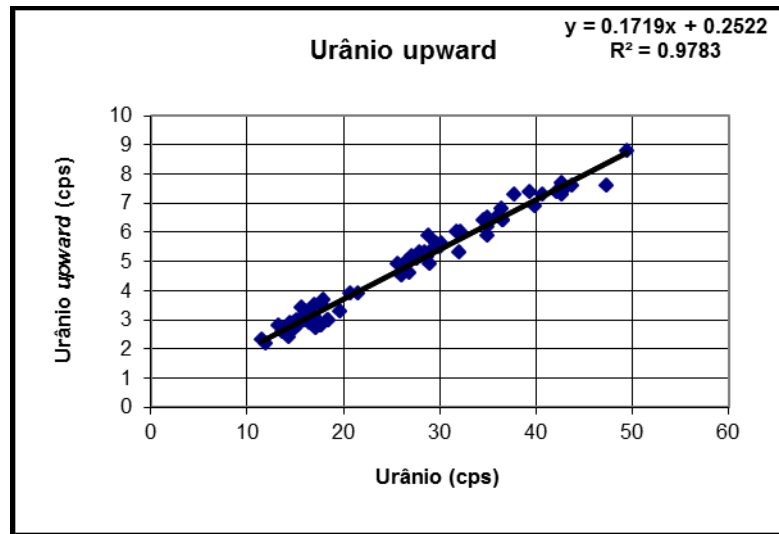
CANAL	COEFICIENTE	VALOR OBTIDO
Contagem Total	a_{tc}	12,316
Potássio	a_k	0,7021
Urânio <i>upward</i>	a_u	0,1729
Tório	a_t	0,635

Aeronave: PT-MEP
Médias por Voo (cps)

Voo	Urânio	Tório	Urânio Upward	Potássio	Contagem Total	Cósmico
4	18,30	9,50	3,00	32,00	371,60	244
	-	-	-	-	-	-
5	17,30	9,90	2,90	32,50	356,30	242
	40,70	11,00	7,30	49,10	642,80	244
6	12,00	10,20	2,20	27,30	279,70	242
	27,90	10,80	5,30	38,90	474,90	245
7	-	-	-	-	-	-
	26,90	11,50	4,60	38,60	481,90	243
8	15,80	10,20	3,10	30,50	343,10	243
	34,60	11,40	6,40	43,30	562,20	244
9	-	-	-	-	-	-
	28,50	10,90	5,30	39,40	497,00	245
10	16,50	9,90	3,10	30,60	343,60	244
	42,20	10,90	7,40	48,10	650,80	242
11	16,60	10,00	3,00	30,60	345,40	246
	43,70	12,10	7,60	50,90	687,90	281
12	15,00	10,20	2,90	30,50	328,80	243
	28,70	10,70	5,20	39,90	491,30	249
12	15,00	10,20	2,90	30,50	328,80	243
	28,70	10,70	5,20	39,90	491,30	249
13	17,00	9,80	3,50	32,10	347,10	244
	39,90	11,40	6,90	49,80	649,80	248
15	15,00	10,20	2,70	30,30	325,20	242
	28,00	10,20	5,20	39,00	481,80	249
17	16,00	10,30	3,00	29,90	333,60	249
	37,80	11,10	7,30	45,70	606,80	244
19	17,00	10,10	3,10	31,80	351,70	244
	34,90	11,00	5,90	43,30	560,30	246
20	-	-	-	-	-	-
	27,10	11,10	5,20	37,80	478,90	246
22	17,90	10,20	3,70	31,90	358,10	242
	36,20	10,60	6,60	46,10	614,30	214
23	-	-	-	-	-	-
	21,50	9,90	3,90	36,10	418,40	215
25	15,10	10,00	3,00	30,20	332,80	245
	42,70	11,50	7,70	50,30	692,80	219
26	-	-	-	-	-	-
	26,10	12,60	4,50	41,40	503,20	217
27	17,80	10,90	3,50	32,30	364,80	247
	49,40	12,30	8,80	54,50	779,40	226
35	17,70	10,40	2,80	30,80	358,00	222
	36,60	11,30	6,40	46,70	604,70	215
35	17,70	10,40	2,80	30,80	358,00	222
	36,60	11,30	6,40	46,70	604,70	215

Voo	Urânio	Tório	Urânio	Potássio	Contagem	Cósmico
36	17,10	12,90	2,70	34,00	390,20	205
	47,30	14,20	7,60	53,90	756,00	197
37	-	-	-	-	-	-
	30,00	10,10	5,50	42,20	524,70	215
39	15,20	9,40	2,80	31,10	327,10	214
	42,70	10,60	7,30	49,20	658,60	219
40	-	-	-	-	-	-
	20,70	9,40	3,90	33,10	400,80	215
41	14,90	10,70	2,70	31,00	337,80	216
	43,10	11,40	7,50	50,80	678,50	219
43	14,50	10,00	2,90	30,30	326,50	247
	29,00	10,50	5,30	40,40	500,30	243
44	13,60	9,80	2,60	29,10	303,30	245
	31,70	11,30	6,00	42,50	536,50	244
45	14,80	9,50	2,90	30,40	310,20	247
	39,40	11,50	7,40	47,60	633,30	246
46	11,50	10,10	2,30	27,10	273,60	242
	30,20	9,80	5,60	40,70	504,00	245
47	16,40	9,90	2,90	31,80	345,90	243
	42,80	11,50	7,60	49,60	666,00	246
52	13,30	9,40	2,80	29,90	307,60	245
	25,60	10,00	4,90	38,40	453,30	243
53	16,50	9,90	3,20	31,80	342,90	242
	28,80	10,20	5,90	40,60	501,90	243
54	14,30	9,70	2,40	29,70	318,90	212
	27,90	10,80	5,20	39,80	502,40	213
55	16,10	9,90	3,30	31,20	347,50	213
	-	-	-	-	-	-
56	17,00	10,10	3,00	31,00	356,00	216
	36,40	9,40	6,80	45,10	586,30	219
57	-	-	-	-	-	-
	27,70	9,30	5,10	39,50	482,90	216
59	16,50	9,80	3,10	32,00	347,90	215
	32,10	10,00	6,00	41,60	518,70	215
60	-	-	-	-	-	-
	26,60	10,10	5,00	38,30	472,90	218
61	15,30	10,50	2,90	30,10	339,40	211
	29,00	9,90	4,90	39,40	489,30	217
62	16,90	10,50	3,00	31,20	362,80	216
	29,70	9,80	5,60	40,80	514,80	216
64	18,50	10,20	3,00	33,60	387,60	216
	35,00	10,60	6,50	45,40	601,30	216
70	19,60	9,40	3,30	36,10	393,20	220
	34,90	10,70	6,20	44,40	578,70	221
71	15,70	9,70	3,40	31,60	351,20	215
	26,60	9,60	4,90	39,80	496,10	221
72/74	16,60	9,80	3,10	31,20	342,20	216
	32,00	10,10	5,30	42,00	544,00	218





CANAL	COEFICIENTE	VALOR OBTIDO
Contagem Total	a_{tc}	12,553
Potássio	a_k	0,7119
Urânio <i>upward</i>	a_u	0,1719
Tório	a_t	0,0510

ANEXO I-e – Calibração Dinâmica – Resultados dos Testes

**CÁLCULO DAS TAXAS DE CONCENTRAÇÃO DOS RADIOELEMENTOS
POTÁSSIO, URÂNIO E TÓRIO**

SUMÁRIO

- 1 - Considerações Gerais
- 2 - Levantamento Terrestre
- 3 - Levantamento Aéreo
- 4 - Conversão para Concentração de Elementos

Índice das Figuras, Quadros, Tabela e Mapa

Figura 1 - Gamaespectrômetro Portátil GR-320

Figura 2 - Coleta de Dados Terrestres na Pista de Calibração Dinâmica

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

Quadro 2 - Resultado Estatístico do Levantamento Terrestre na Lagoa de Maricá

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

Quadro 4 - Resultado Estatístico do Levantamento Terrestre na Pista de Calibração após a
Correção do Background

Quadro 5 - Coeficientes de Sensibilidade

Tabela 1 - Listagem dos Valores das Leituras do Levantamento Terrestre

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

1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

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

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

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

2. LEVANTAMENTO TERRESTRE

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

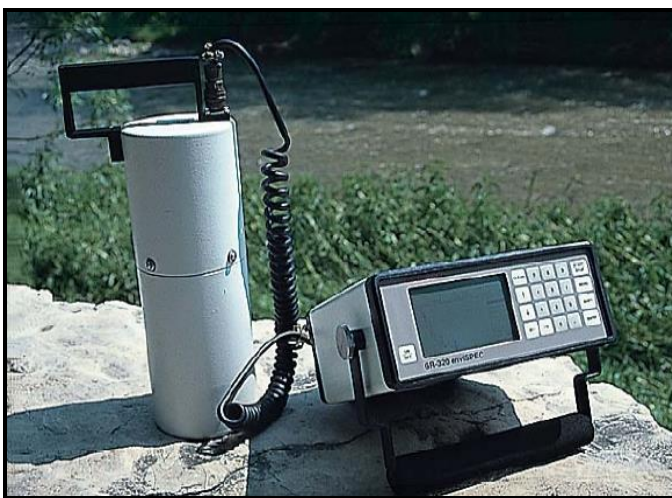


Figura 1 – Gamaespectrômetro Portátil EXPLORANIUM GR-320.

Cerca de 70 estações são registradas ao longo da linha de calibração. Para efeito da remoção do background atmosférico da região, são feitas medidas sobre a água, utilizando para isto a Lagoa de Maricá, nas proximidades da linha de calibração. A Figura 3 ilustra a coleta de dados terrestres. Os Quadros 1 e 2 resumem os resultados obtidos no levantamento terrestre.



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

Os resultados apresentados a seguir, referem-se as seguintes aeronaves que participaram do Projeto Aerogeofísico Rio Formoso.

Aeronave	Data da Calibração
PR-FAK	24/01/2013
PT-MEP	04/11/2013

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

Aeronave	ESTATÍSTICA	CT(*) (μ R/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)	CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
PR-FAK	Nº de Amostras: 65								
	MÉDIA	13,23	2,18	2,57	28,83	3609,69	657,12	177,18	251,38
	DESVIO PADRÃO	3,08	0,67	0,80	8,29	866,87	168,70	59,34	72,73
	ERRO NA MÉDIA(1)	0,38	0,08	0,10	1,03	107,52	20,92	7,36	9,02
	INCERTEZA (%) (2)	0,03	0,04	0,04	0,04				
PT-MEP	Nº de Amostras: 65								
	MÉDIA	13,25	2,33	2,26	28,80	3714,68	687,14	183,15	255,17
	DESVIO PADRÃO	2,49	0,51	0,81	7,46	654,19	124,86	40,30	64,75
	ERRO NA MÉDIA(1)	0,31	0,06	0,10	0,93	81,14	15,49	5,00	8,03
	INCERTEZA (%) (2)	0,02	0,03	0,04	0,03				

- (*) Valor obtido através da expressão:

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

$$E = \text{Taxa de Exposição } (\mu\text{R/h})$$
- (1) Erro na média = Desvio Padrão / (Número de Estações)^{1/2}
- (2) Incerteza = Erro na Média/ Média
- cpm = contagem por minuto

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

Aeronave	ESTATÍSTICA	CT(*) (μ R/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)	CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
PR-FAK	Nº de Amostras: 8								
	MÉDIA	0,04	-0,06*	-0,34*	0,60	133,25	-9,25*	0,13	0,60
	DESVIO PADRÃO	0,11	0,07	0,20	0,56	16,47	3,20	2,64	0,56
	ERRO NA MÉDIA(1)	0,04	0,03	0,07	0,20	5,82	1,13	0,93	0,20
	INCERTEZA (%) (2)	0,97	0,00	0,00	0,33				
PT-MEP	Nº de Amostras: 8								
	MÉDIA	0,38	0,09	-0,26*	0,84	124,25	-15,00*	-0,88*	7,00
	DESVIO PADRÃO	0,13	0,04	0,18	0,23	11,60	3,74	2,59	1,93
	ERRO NA MÉDIA(1)	0,05	0,01	0,07	0,08	4,10	1,32	0,91	0,68
	INCERTEZA (%) (2)	0,12	0,14	-0,25*	0,10				

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

3. LEVANTAMENTO AÉREO

Foram utilizados nas aeronaves gamaespectrômetro (vide item 2.2.3), com cristais detectores de NaI com 2.560 pol3 down e 512 pol3 up. Foram realizadas 8 passagens sobre a pista de calibração e mar, nas seguintes altitudes: 330, 400, 500, 600, 700 e 800 pés. A razão pela qual foram voadas linhas em várias altitudes foi o aproveitamento dos dados para calcular também os coeficientes de atenuação atmosférica (attenuation coefficients), os quais são utilizados para a correção altimétrica dos dados radiométricos.

4. CONVERSÃO PARA CONCENTRAÇÃO DE ELEMENTOS

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

$S = N / C$, onde:

S corresponde à sensibilidade para cada janela,

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

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

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

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

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

E é o símbolo para Exposure rate, K%, eU e eTh correspondem às concentrações médias destes elementos determinadas em terra na pista de calibração dinâmica, após a redução do background medido na lagoa de Maricá.

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

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

AERONAVE	ESTATÍSTICA *	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
PR-FAK	MÉDIA	2966,07	136,86	29,99	148,63
	DESVIO PADRÃO	288,69	41,10	10,30	23,41
	ERRO NA MÉDIA	18,95	2,70	0,68	1,54
	INCERTEZA (%)	0,01	0,02	0,02	0,01
PT-MEP	MÉDIA	3175,66	162,82	30,42	155,35
	DESVIO PADRÃO	277,32	35,61	11,28	20,65
	ERRO NA MÉDIA	21,79	2,80	0,89	1,62
	INCERTEZA (%)	0,01	0,02	0,03	0,01

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

Quadro 4 – Resultado Estatístico do Levantamento Terrestre na Pista de Calibração após a Correção do *Background*.

Aeronave	ESTATÍSTICA	CT (μ R/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)	CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
PR-FAK	MÉDIA	13,19	2,18	2,57	28,23	3476,44	657,12	177,05	250,78
	DESVIO PADRÃO	3,08	0,67	0,89	8,23	866,87	168,70	59,34	72,73
	ERRO NA MÉDIA	0,38	0,08	0,11	1,02	107,52	20,92	7,36	9,02
	INCERTEZA (%)	0,03	0,04	0,04	0,04				
PT-MEP	MÉDIA	12,87	2,24	2,26	27,96	3590,43	687,14	183,15	248,17
	DESVIO PADRÃO	2,49	0,51	0,80	7,36	654,19	124,86	40,30	64,75
	ERRO NA MÉDIA	0,31	0,06	0,10	0,91	81,14	15,49	5,00	8,03
	INCERTEZA (%)	0,02	0,03	0,04	0,03				

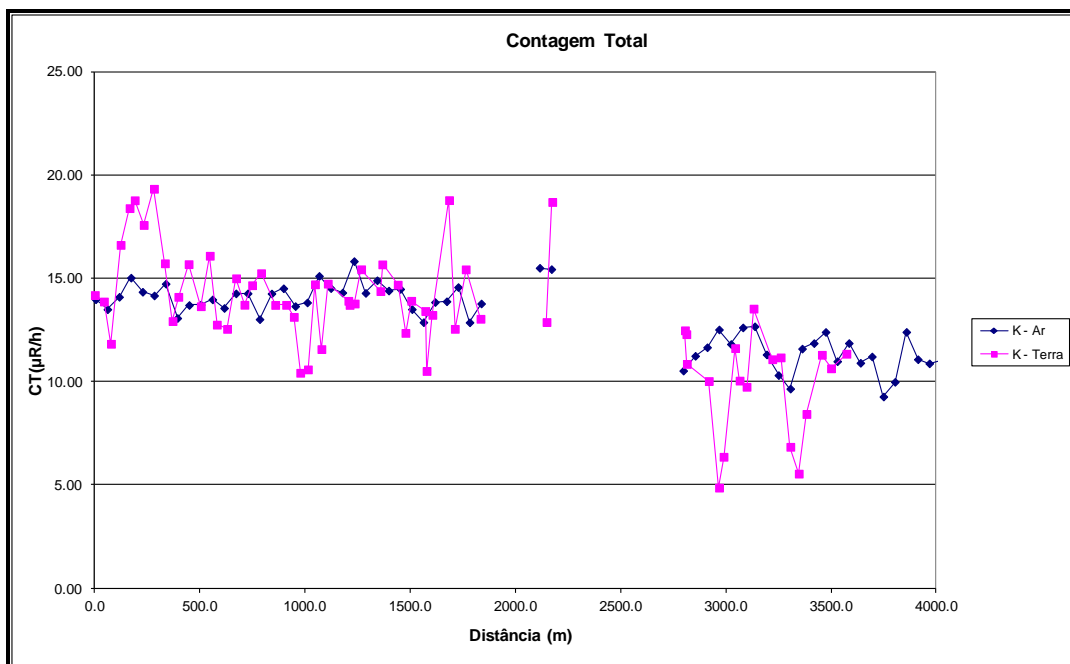
cpm = contagens por minuto

Quadro 5 – Coeficientes de Sensibilidade.

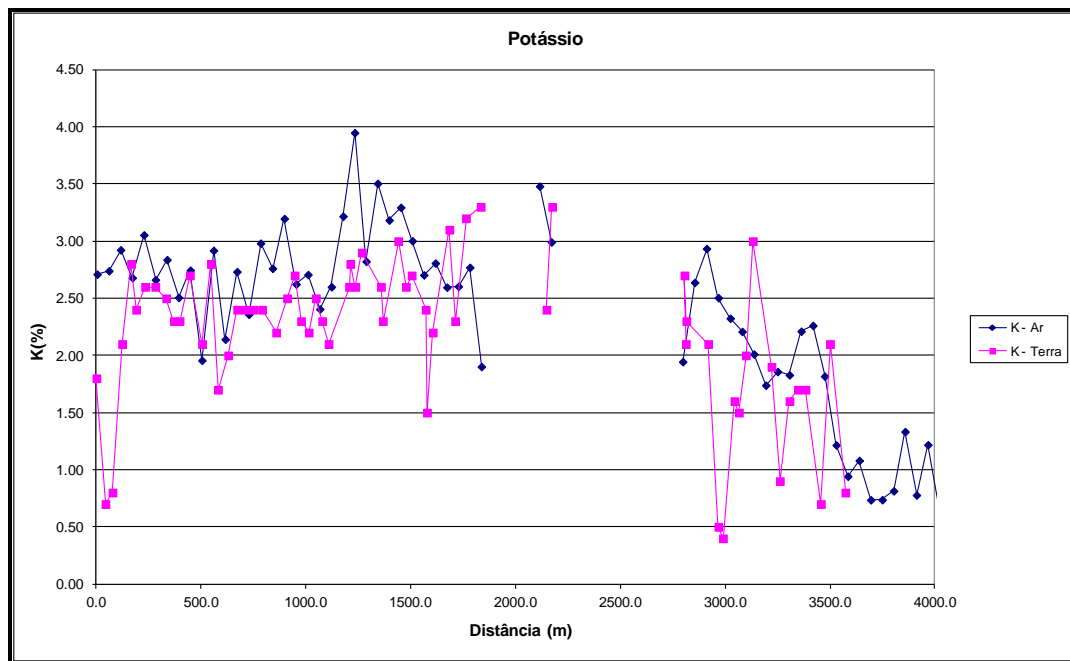
AERONAVE	SENSIBILIDADE (S)			
	CT (cps / μ R/h)	K (cps / %)	U (cps / ppm)	Th (cps / ppm)
PR-FAK	227,11	60,55	12,18	5,43
PT-MEP	246,75	72,69	13,46	5,56

As Figuras a seguir apresentam os perfis comparativos dos levantamentos aéreo e terrestre para cada aeronave envolvida:

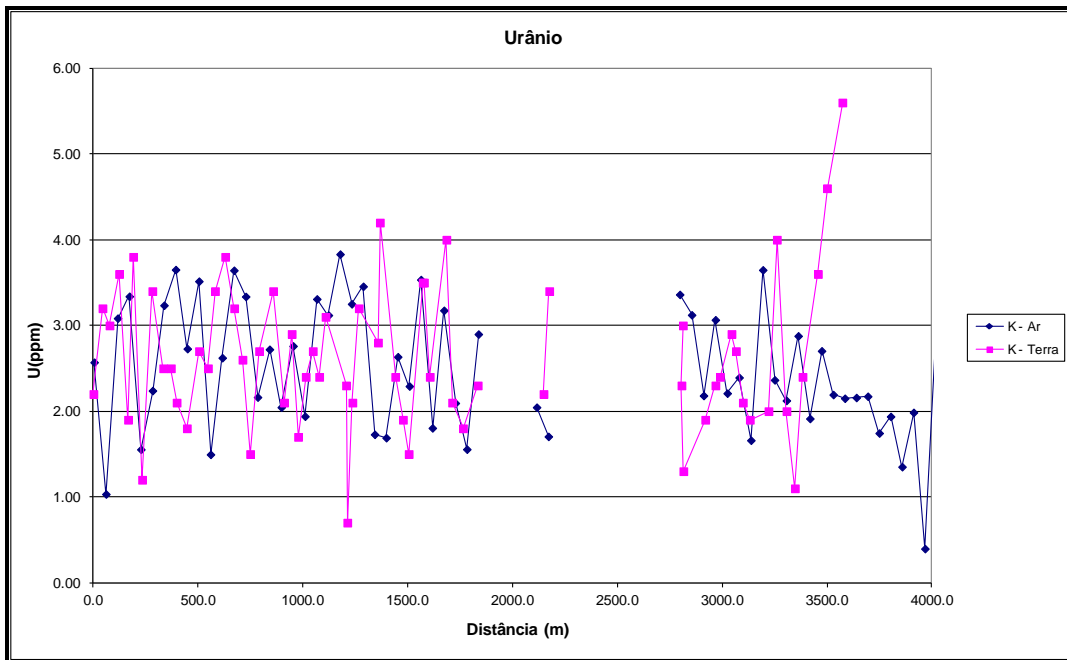
Aeronave: PR-FAK



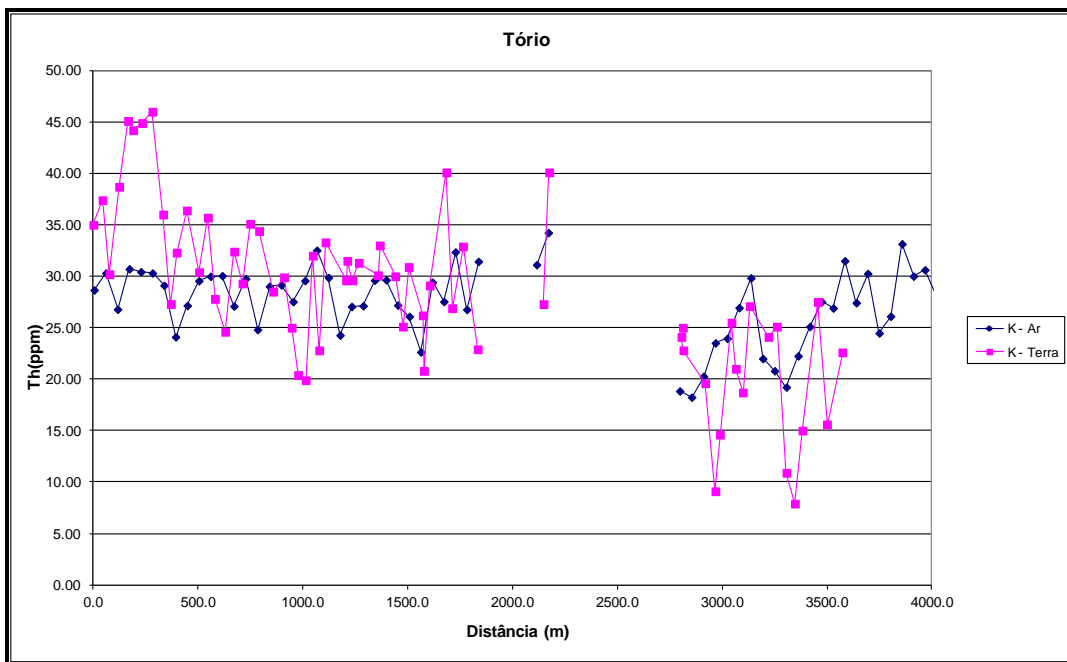
Calibração dinâmica – Perfil comparativo – Contagem Total.



Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Potássio.



Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Urânio.



Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Tório.

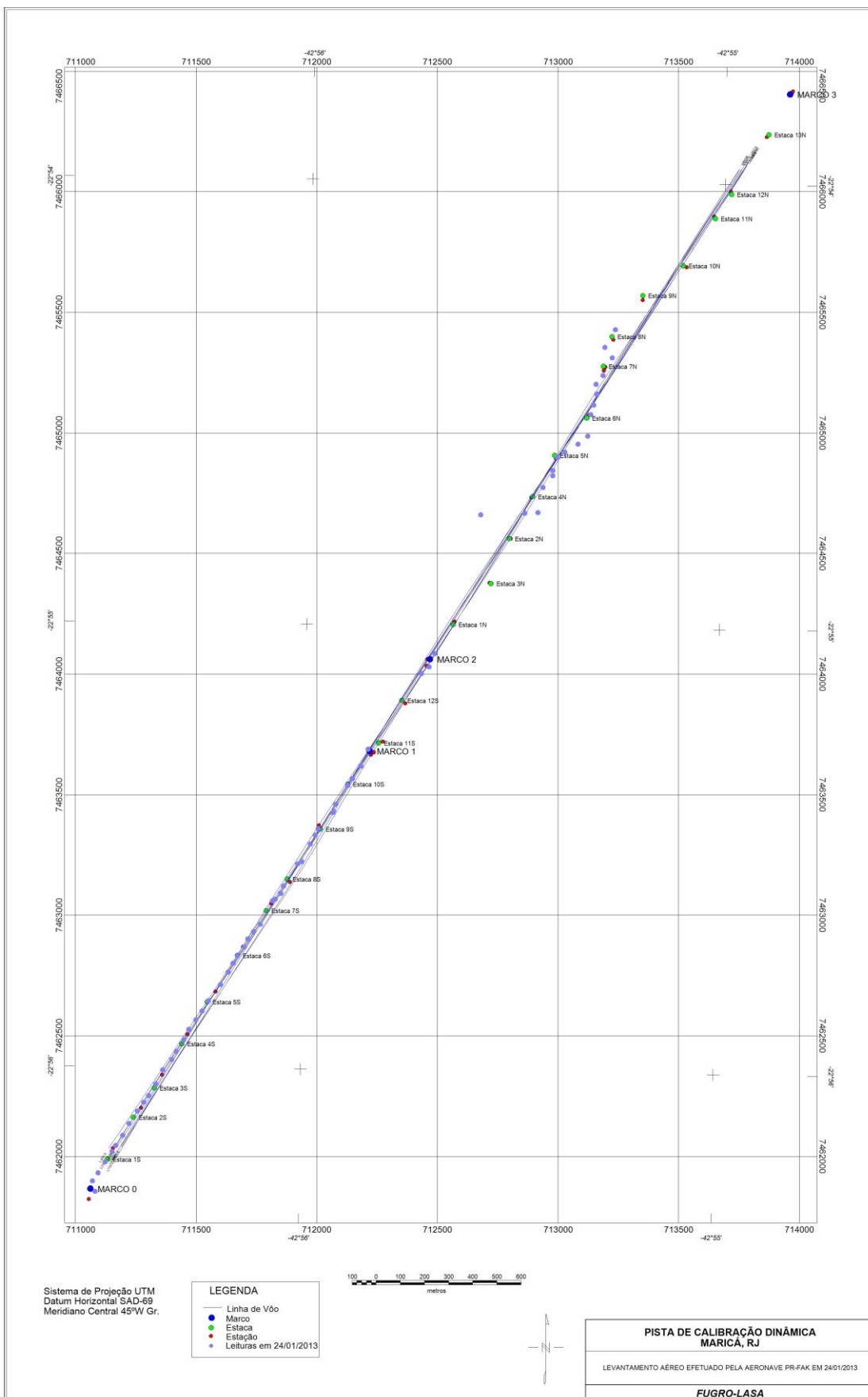
**LISTAGEM DAS LEITURAS DO LEVANTAMENTO TERRESTRE
 PISTA DE CALIBRAÇÃO DINÂMICA – 22/01/2013
 DADOS BRUTOS**

Estação	Estaca	UTM Leste (m)	UTM Norte (m)	CT (µR/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)	CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
1	Marco 0	711037,07	7461810,62	14,4	1,8	2,2	35,6	3975	628	215	314
2		711026,28	7461853,85	14,0	0,7	3,2	38,0	3608	425	246	335
3		711049,54	7461887,37	12,0	0,8	3,0	30,8	3272	404	206	272
4		711078,68	7461933,12	16,8	2,1	3,6	39,3	4477	733	260	346
5	Estaca 1S	711107,78	7461975,79	18,6	2,8	1,9	45,7	4938	808	258	401
6		711122,37	7462000,20	19,0	2,4	3,8	44,8	5054	819	290	395
7		711151,47	7462042,87	17,8	2,6	1,2	45,5	4811	825	244	399
8		711177,80	7462091,73	19,5	2,6	3,4	46,6	5288	873	291	410
9	Estaca 2S	711212,73	7462143,55	15,9	2,5	2,5	36,6	4373	780	225	322
10		711238,89	7462180,11	13,1	2,3	2,5	27,9	3611	692	183	246
11		711259,22	7462207,51	14,3	2,3	2,1	32,9	3956	709	199	290
12		711288,41	7462256,34	15,9	2,7	1,8	37,0	4371	801	214	325
13	Estaca 3S	711317,72	7462314,39	13,8	2,1	2,7	31,0	3738	667	203	274
14		711355,37	7462356,94	16,3	2,8	2,5	36,3	4448	847	224	319
15		711372,94	7462390,54	12,9	1,7	3,4	28,4	3574	582	202	251
16		711404,97	7462439,32	12,7	2,0	3,8	25,2	3472	630	194	224
17	Estaca 4S	711425,52	7462482,11	15,2	2,4	3,2	33,0	4314	755	221	291
18		711454,58	7462521,70	13,9	2,4	2,6	29,9	3909	715	195	264
19		711480,74	7462558,26	14,8	2,4	1,5	35,7	4066	724	203	314
20		711506,99	7462600,97	15,4	2,4	2,7	35,0	4134	750	221	308
21	Estaca 5S	711556,38	7462667,97	13,9	2,2	3,4	29,1	3835	679	206	257
22		711588,46	7462719,83	13,9	2,5	2,1	30,5	3816	742	189	268
23		711608,92	7462756,46	13,3	2,7	2,9	25,6	3624	767	181	227
24		711626,45	7462786,99	10,6	2,3	1,7	21,0	2984	630	134	185
25	Estaca 6S	711655,46	7462823,50	10,8	2,2	2,4	20,5	3023	618	145	188
26		711670,18	7462857,14	14,9	2,5	2,7	32,6	3887	760	209	287
27		711693,41	7462887,59	11,7	2,3	2,4	23,4	3365	656	159	207
28		711722,34	7462917,95	14,9	2,1	3,1	33,9	3263	635	171	203
29	Estaca 7S	711772,16	7463015,71	14,1	2,6	2,3	30,2	3876	749	190	266
30		711783,65	7463021,71	13,9	2,8	0,7	32,1	3894	788	169	281
31		711806,79	7463046,00	14,0	2,6	2,1	30,2	3774	744	186	266
32		711818,62	7463076,60	15,6	2,9	3,2	31,9	4274	856	217	282
33	Estaca 8S	711876,91	7463168,09	14,6	2,6	2,8	30,7	3977	767	202	271
34		711894,14	7463177,08	15,8	2,3	4,2	33,6	4151	754	243	297
35		711929,37	7463250,43	14,9	3,0	2,4	30,6	4220	844	195	270
36		711949,83	7463287,07	12,5	2,6	1,9	25,7	3549	716	162	227
37	Estaca 9S	711961,62	7463314,59	14,1	2,7	1,5	31,5	4020	775	181	276
38		712022,41	7463381,43	13,6	2,4	3,5	26,8	3755	723	198	237
39		712025,35	7463387,55	10,7	1,5	3,5	21,4	2896	492	171	189
40		712034,29	7463415,11	13,4	2,2	2,4	29,7	3867	674	191	262
41	Estaca 10S	712083,86	7463494,42	19,0	3,1	4,0	40,7	5258	952	274	359
42		712104,19	7463521,82	12,7	2,3	2,1	27,5	3524	683	173	242
43		712139,12	7463573,64	15,6	3,2	1,8	33,5	3579	324	143	198
44	Marco 1	712168,62	7463644,00	13,2	3,3	2,3	23,5	3886	869	159	208

Estação	Estaca	UTM Leste (m)	UTM Norte (m)	CT (μR/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)	CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
45		712389,65	7463957,81	13,1	2,4	2,2	27,9	3658	703	2,2	245
46	Estaca 13S	712421,39	7463985,06	18,9	3,3	3,4	40,7	5165	991	3,4	359
47		712444,97	7464040,11	14,7	1,8	4,0	32,6	3805	634	4,0	288
48											
49											
50	Estaca 3N										
51		712818,02	7464622,56	10,9	2,1	3,0	20,0	3032	616	154	178
52		712635,50	7464615,90	12,7	2,7	2,3	24,7	3559	746	163	217
53	Estaca 4N	712872,21	7464624,87	11,0	2,3	1,3	23,4	3153	646	139	206
54		712893,64	7464729,19	10,2	2,1	1,9	20,2	3015	589	135	178
55		712934,23	7464777,85	5,0	0,5	2,3	9,7	147	194	91	87
56		712934,53	7464799,38	6,5	0,4	2,4	15,2	1804	205	119	135
57	Estaca 5N	712952,41	7464854,51	11,8	1,6	2,9	26,1	3213	539	182	230
58		712984,07	7464875,61	10,2	1,5	2,7	21,6	2764	477	157	191
59		713038,69	7464908,68	9,9	2,0	2,1	19,3	3025	571	134	171
60		713079,07	7464941,96	13,7	3,0	1,9	27,7	3963	810	170	244
61	Estaca 6N	713091,73	7465031,01	11,3	1,9	2,0	24,7	3024	573	158	218
62		713103,69	7465070,84	11,3	0,9	4,0	25,7	2830	408	201	228
63		713115,74	7465116,83	7,0	1,6	2,0	11,5	2076	438	94	102
64		713113,46	7465156,86	5,7	1,7	1,1	8,5	1853	435	63	75
65	Estaca 7N	713142,48	7465193,38	8,6	1,7	2,4	15,6	2561	488	121	138
66		713180,57	7465266,69	11,9	0,7	4,3	28,1	3113	383	218	249
67		713149,83	7465310,20	9,2	2,1	2,2	16,2	2768	575	120	144
68		713193,62	7465383,43	9,0	0,8	1,7	23,2	2416	328	146	204
69											
1	*	722781,06	7461376,92	0,1	-0,1	-0,3	1,4	162	-12	0	1,4
2	*	722781,06	7461376,92	0,0	-0,1	0,2	0,2	112	-14	5	0,2
3	*	722781,06	7461376,92	0,0	0,0	-0,2	0,4	131	-7	-1	0,4
4	*	722781,06	7461376,92	0,0	0,0	-0,1	0,2	133	-4	-1	0,2
5	*	722781,06	7461376,92	0,0	0,0	-0,2	0,3	124	-7	-2	0,3
6	*	722781,06	7461376,92	0,0	0,0	-0,2	0,4	116	-11	-3	0,4
7	*	722781,06	7461376,92	0,0	-0,1	-0,4	1,6	145	-9	0	1,6
8	*	722781,06	7461376,92	0,3	0,1	0,1	0,3	143	-10	3	0,3

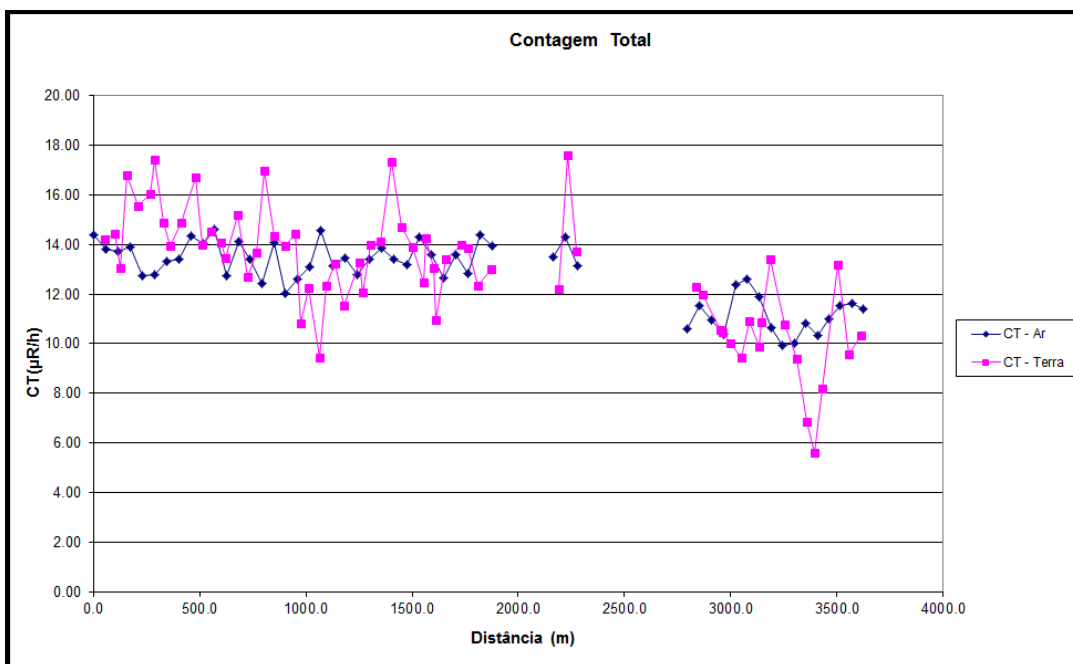
*Background na Lagoa de Maricá

cpm= Contagem por minuto;
ppm = parte por milhão.

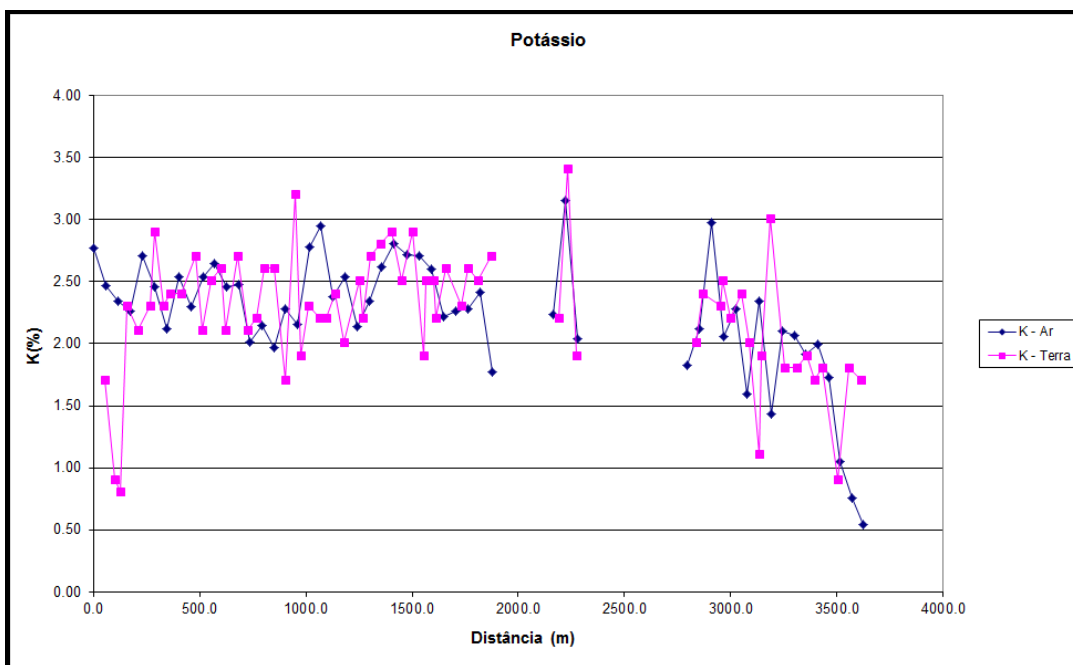


Localização das Estações Terrestres Sobre a Pista de Calibração Dinâmica.

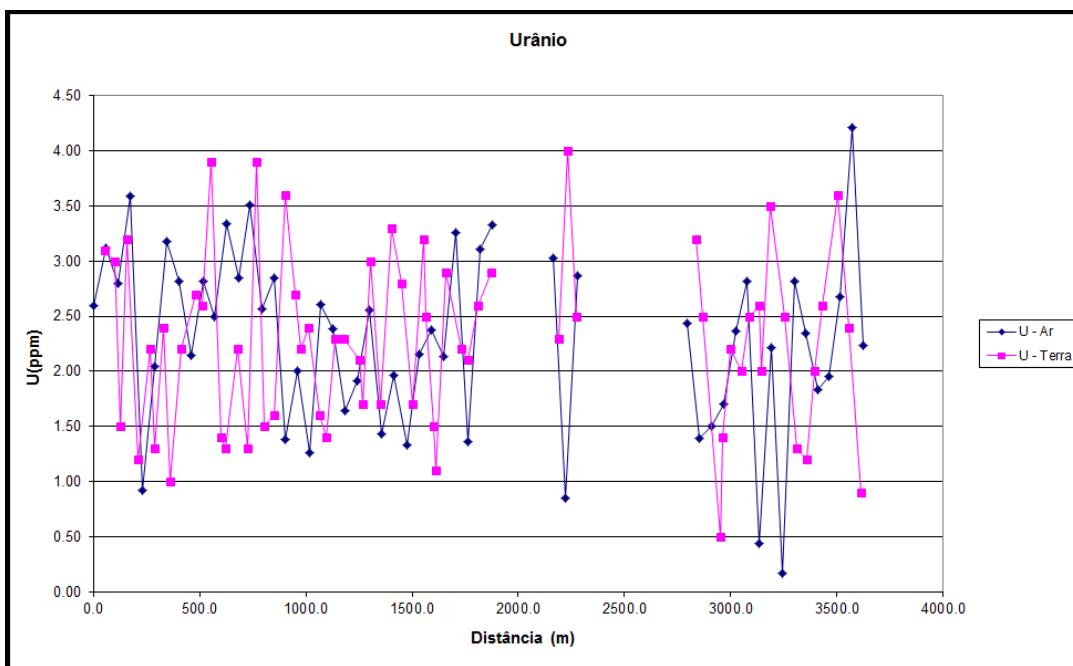
Aeronave: PT-MEP



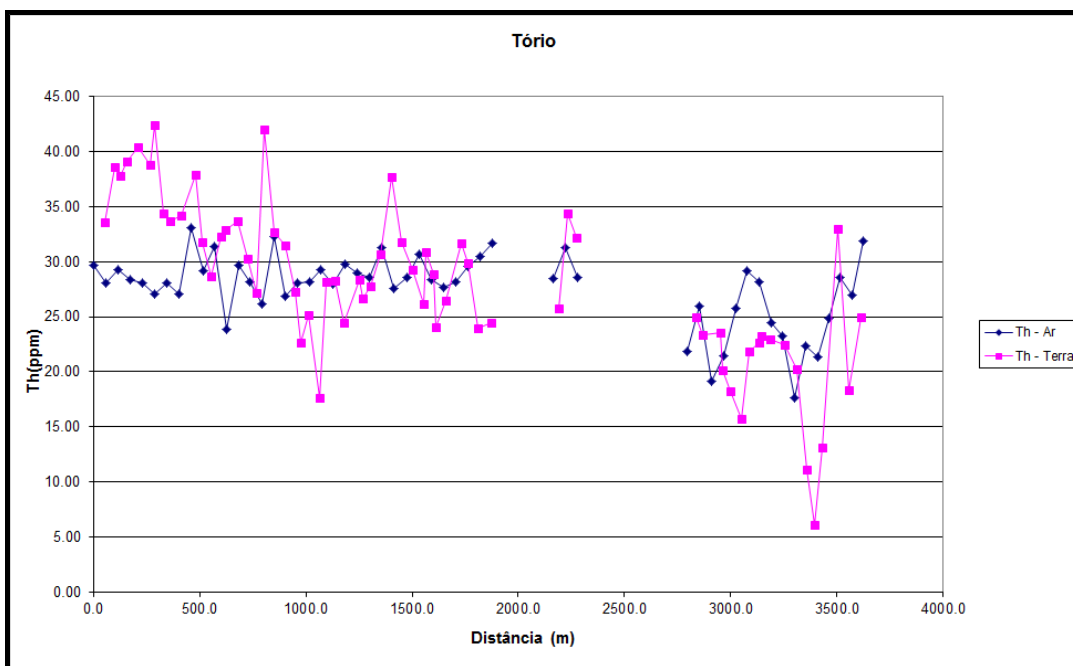
Calibração dinâmica – Perfil comparativo – Contagem Total.



Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Potássio.



Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Urânio.



Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Tório.

**LISTAGEM DAS LEITURAS DO LEVANTAMENTO TERRESTRE
 PISTA DE CALIBRAÇÃO DINÂMICA – 17/10/2010
 DADOS BRUTOS**

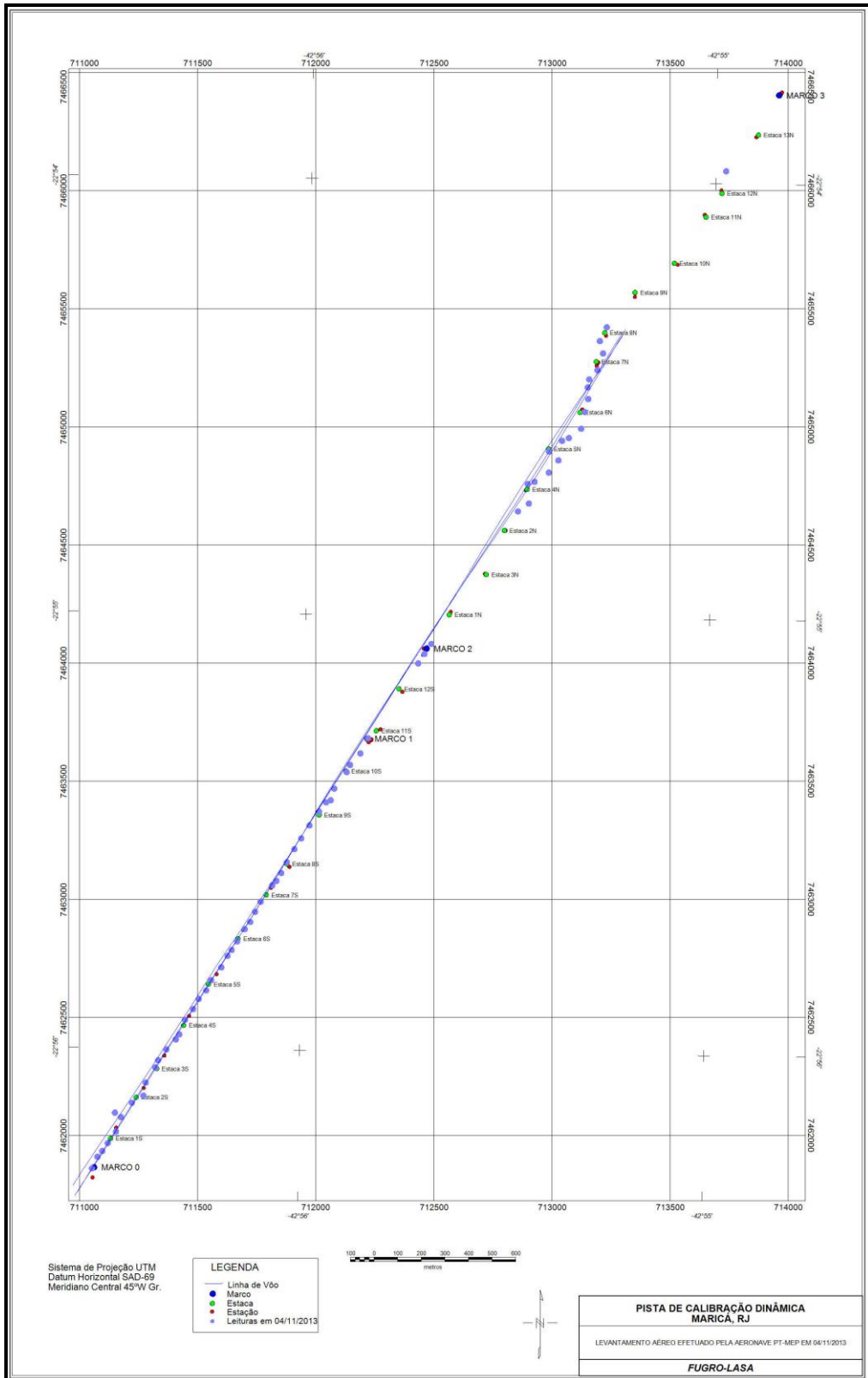
Estação	Estaca	UTM Leste (m)	UTM Norte (m)	CT (μR/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)	CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
1	Marco 0	711008,7	7461817,2	14,6	1,8	3,1	34,4	4005	627	227	304
2		711032,2	7461866,1	14,8	1,0	3,0	39,5	3924	490	248	348
3		711052,4	7461890,4	13,4	0,9	1,5	38,6	3567	439	217	339
4		711075,7	7461923,9	17,2	2,4	3,2	40,0	4683	791	255	352
5	Estaca 1S	711110,6	7461972,7	15,9	2,2	1,2	41,3	4565	720	224	362
6		711131,4	7462033,9	16,4	2,4	2,2	39,7	4552	772	234	349
7		711106,0	7462052,7	17,8	3,0	1,3	43,3	4913	409	235	380
8		711177,8	7462094,8	15,3	2,4	2,4	35,2	4152	746	216	310
9	Estaca 2S	711226,7	7462124,9	14,3	2,5	1,0	34,5	4119	738	187	303
10		711236,0	7462180,2	15,2	2,5	2,2	35,0	4289	758	211	300
11		711276,8	7462244,2	17,1	2,8	2,7	38,7	4518	850	240	341
12		711288,7	7462274,8	14,4	2,2	2,6	32,6	3989	688	209	287
13	Estaca 3S	711323,5	7462320,5	14,9	2,6	3,9	29,5	4189	791	217	261
14		711364,0	7462363,0	14,5	2,7	1,4	33,1	4187	784	196	291
15		711378,6	7462384,3	13,8	2,2	1,3	33,7	3880	668	184	296
16		711402,2	7462445,5	15,6	2,8	2,2	34,5	4380	826	209	304
17	Estaca 4S	711437,1	7462491,2	13,1	2,2	1,3	31,1	3688	667	177	274
18		711460,5	7462533,9	14,0	2,3	3,9	28,0	3814	722	211	248
19		711492,3	7462570,4	17,4	2,7	1,5	42,9	4827	838	238	376
20		711512,9	7462613,2	14,7	2,7	1,6	33,5	4111	776	194	295
21	Estaca 5S	711556,4	7462668,0	14,3	1,8	3,6	32,3	3875	635	226	285
22		711582,7	7462716,8	14,8	3,3	2,7	28,1	4245	910	188	248
23		711600,2	7462741,2	11,2	2,0	2,2	23,5	3136	584	157	207
24		711623,5	7462777,8	12,6	2,4	2,4	26,0	3468	697	171	229
25	Estaca 6S	711655,6	7462829,7	9,8	2,3	1,6	18,5	2777	606	120	163
26		711678,8	7462860,1	12,7	2,3	1,4	29,0	3485	678	167	255
27		711699,3	7462902,9	13,6	2,5	2,3	29,1	3836	740	185	256
28		711722,7	7462945,6	11,9	2,1	2,3	25,3	3476	636	167	223
29	Estaca 7S	711772,2	7463015,7	13,7	2,6	2,1	29,2	3882	751	182	257
30		711789,5	7463033,9	12,5	2,3	1,7	27,5	3519	672	167	242
31		711809,9	7463067,5	14,4	2,8	3,0	28,6	4125	797	197	253
32		711833,4	7463113,3	14,5	2,9	1,7	31,5	4202	824	186	277
33	Estaca 8S	711865,5	7463168,3	17,7	3,0	3,3	38,5	4795	905	251	340
34		711894,7	7463214,0	15,1	2,6	2,8	32,6	4223	781	211	288
35		711929,6	7463268,9	14,3	3,0	1,7	30,1	4017	822	179	264
36		710237,3	7463317,2	12,8	2,0	3,2	27,0	3573	626	192	238
37	Estaca 9S	711970,3	7463326,8	14,6	2,6	2,5	31,7	4175	769	202	279
38		711999,4	7463366,4	13,4	2,6	1,5	29,7	3751	742	173	261
39		712019,5	7463375,3	11,3	2,3	1,1	24,9	3676	642	141	219
40		712034,4	7463424,3	13,8	2,7	2,9	27,3	3872	783	184	241
41	Estaca 10S	712086,7	7463494,4	14,4	2,4	2,2	32,5	3951	728	199	286
42		712101,4	7463524,9	14,2	2,7	2,1	30,7	4005	776	189	270
43		712144,8	7463573,6	12,7	2,6	2,6	24,8	3487	737	170	219
44	Marco 1	712177,1	7463637,7	13,4	2,8	2,9	25,3	3741	780	178	224
45	Estaca 12S	712389,6	7463954,7	12,6	2,3	2,3	26,6	3475	671	173	235
46	Estaca 13S	712415,8	7463994,4	18,0	3,5	4,0	35,2	5029	1012	248	311
47		712444,9	7464037,0	14,1	2,0	2,5	33,0	3868	653	208	290
48	Estaca 3N	712812,0	7464598,0	10,6	2,1	3,2	18,7	2956	599	151	166
49		712858,1	7464631,2	12,3	2,5	2,5	24,2	3471	705	165	214
50	Estaca 4N	712853,5	7464714,4	10,9	2,4	0,5	24,4	3257	660	129	214
51		712882,2	7464723,2	10,9	2,6	1,4	21,0	3106	689	129	285
52		712942,6	7464762,3	10,4	2,3	2,2	19,1	2973	627	135	169
53		712983,2	7464814,1	9,8	2,5	2,0	16,6	2805	655	119	147
54	Estaca 5N	712943,8	7464851,6	11,3	2,1	2,5	22,7	3192	617	157	201
55		712998,6	7464896,9	10,2	1,2	2,6	23,5	2721	438	164	208
56		713027,3	7464908,8	11,2	2,0	2,0	24,1	3157	596	156	213
57		713079,2	7464948,1	13,8	3,1	3,5	23,8	3868	850	182	211
58	Estaca 6N	713094,4	7465018,7	11,2	1,9	2,5	23,3	3186	581	161	206
59		713109,4	7465073,8	9,8	1,9	1,3	21,1	2797	550	127	186
60		713107,3	7465123,1	7,2	2,0	1,2	11,9	2206	503	82	105

Estação	Estaca	UTM Leste (m)	UTM Norte (m)	CT (μR/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)	CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
61		713113,5	7465156,9	6,0	1,8	2,0	6,9	1830	444	72	62
62	Estaca 7N	713148,2	7465196,4	8,6	1,9	2,6	14,0	2575	534	118	124
63		713172,0	7465266,8	13,6	1,0	3,7	33,8	3473	465	235	298
64		713158,5	7465319,3	9,9	1,9	2,4	19,2	2791	553	140	170
65		713187,8	7465377,4	10,7	1,8	0,9	25,8	3074	541	143	227
1	*	722926,3	7461371,7	0,3	0,1	-0,2	1,0	133	-22	2	9
2	*	722926,3	7461371,7	0,2	0,1	-0,1	0,5	133	-15	0	4
3	*	722926,3	7461371,7	0,1	0,1	-0,6	1,2	136	-15	-5	10
4	*	722926,3	7461371,7	0,3	0,1	-0,1	0,7	135	-11	1	6
5	*	722926,3	7461371,7	-0,1	0,0	-0,4	0,7	116	-11	-3	6
6	*	722926,3	7461371,7	0,3	0,1	-0,1	0,9	121	-12	2	7
7	*	722926,3	7461371,7	0,2	0,1	-0,4	1,0	105	-17	-3	8
8	*	722926,3	7461371,7	0,2	0,1	-0,2	0,7	115	-17	-1	6

*Background na Lagoa de Maricá

cpm= Contagem por minuto;

ppm = parte por milhão,



Localização das Estações Terrestres Sobre a Pista de Calibração Dinâmica.

ANEXO I-f – Atenuação Atmosférica – Resultado dos Testes

1. CÁLCULO DAS CONSTANTES DE ATENUAÇÃO ATMOSFÉRICA

Durante os voos sobre a pista de calibração dinâmica (*dynamic calibration range – DCR*) também são realizados voos em diversas alturas (de 330 a 800 pés com intervalo de 100 pés) sobre a mencionada pista de calibração objetivando a correção altimétrica dos dados radiométricos através da determinação dos coeficientes de atenuação atmosférica (μ) dos radioelementos potássio, urânio e tório, bem como para o canal de contagem total.

A correção altimétrica tem por objetivo referenciar os valores radiométricos à altura nominal do aerolevante (100m), 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 equação (IAEA, 1991):

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

N_H é a radiação à distância H da fonte,

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

μ é o coeficiente de atenuação atmosférica,

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

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

que é a equação de uma reta de coeficiente angular $-\mu$ e coeficiente linear $\ln(N_0)$. Na determinação dos coeficientes de atenuação atmosférica (μ) para cada um dos canais radiométricos são efetuadas regressões lineares dos logaritmos neperianos dos valores radiométricos $\ln(N_H)$ em relação às alturas de voo (de 330, 400, 500, 600, 700 e 800 pés) sobre a “pista de calibração dinâmica” (*dynamic calibration range - DCR*) situada no distrito de Inoã, Município de Maricá (RJ).

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

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

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

Dividindo-se (2) por (1), obtém-se:

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

onde:

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

A seguir são apresentados os resultados dos testes de atenuação atmosférica das aeronaves que participaram do Projeto Aerogeofísico Rio Formoso.

Aeronave: PR-FAK

Data: 24/01/13

MÉDIAS SOBRE A TERRA*				
ALTURA (pés)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
330	3232,211	255,804	86,546	162,879
331	3163,587	252,032	84,687	158,830
332	3176,880	253,889	85,233	159,237
400	2858,263	224,776	75,737	143,088
500	2293,454	175,789	65,212	113,591
600	1990,725	152,351	57,351	98,115
700	1679,680	126,981	49,964	83,172
800	1452,851	111,047	43,846	69,998
MÉDIAS SOBRE A ÁGUA*				
ALTURA (pés)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
330	225,246	24,317	8,633	6,548
331	225,123	24,243	8,649	6,827
332	222,382	23,568	8,556	6,723
400	233,339	23,644	9,335	6,859
500	236,388	23,566	9,933	6,805
600	234,968	23,380	10,124	6,544
700	236,103	23,286	10,150	6,741
800	236,921	23,026	10,184	6,768
MÉDIAS TERRA-ÁGUA*				
ALTURA (pés)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
330	3006,965	231,487	77,913	156,331
331	2938,464	227,789	76,038	152,003
332	2954,498	230,321	76,677	152,514
400	2624,924	201,132	66,402	136,229
500	2057,066	152,223	55,279	106,786
600	1755,757	128,971	47,227	91,571
700	1443,577	103,695	39,814	76,431
800	1215,930	88,021	33,662	63,230
330	3006,965	231,487	77,913	156,331

* Valores corrigidos do Tempo Morto.

A Tabela a seguir apresenta os valores radiométricos nas diferentes altitudes, com as seguintes correções aplicadas:

- Tempo Morto
- *Background*
- Espalhamento *Compton*

Cálculo dos Coeficientes de Atenuação Atmosférica.

LINHA	Altura Efetiva (m)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
330	79,86	3006,965	231,487	77,913	156,331
331	82,29	2938,464	227,789	76,038	152,003
332	83,77	2954,498	230,321	76,677	152,514
400	102,10	2624,924	201,132	66,402	136,229
500	143,96	2057,066	152,223	55,279	106,786
600	156,51	1755,757	128,971	47,227	91,571
700	189,68	1443,577	103,695	39,814	76,431
800	212,24	1215,930	88,021	33,662	63,230

A próxima Tabela apresenta o logaritmo neperiano dos valores da Tabela anterior:

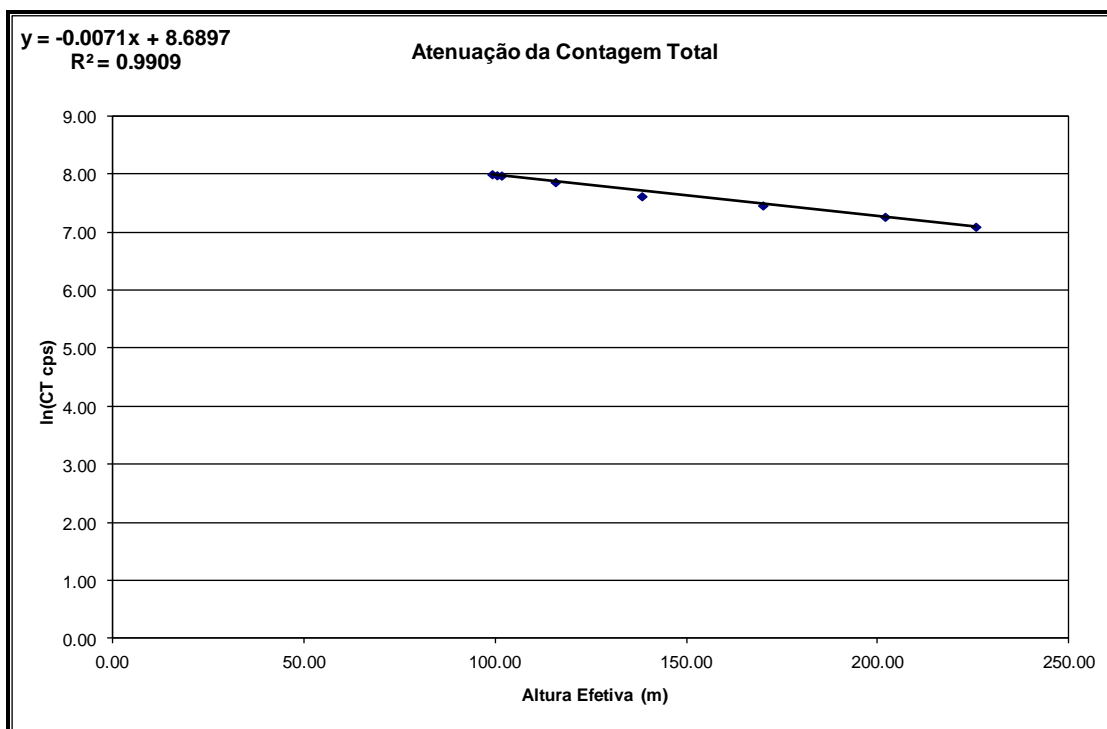
Cálculo dos Coeficientes de Atenuação Atmosférica.

LINHA	Altura Efetiva (m)	ln CT (cps)	ln K (cps)	ln U (cps)	ln Th (cps)
330	79,86	8,009	4,876	3,457	5,052
331	82,29	7,986	4,866	3,430	5,024
332	83,77	7,991	4,881	3,449	5,027
400	102,10	7,873	4,736	3,222	4,914
500	143,96	7,629	4,386	3,075	4,671
600	156,51	7,471	4,196	2,837	4,517
700	189,68	7,275	3,917	2,593	4,336
800	212,24	7,103	3,753	2,402	4,147

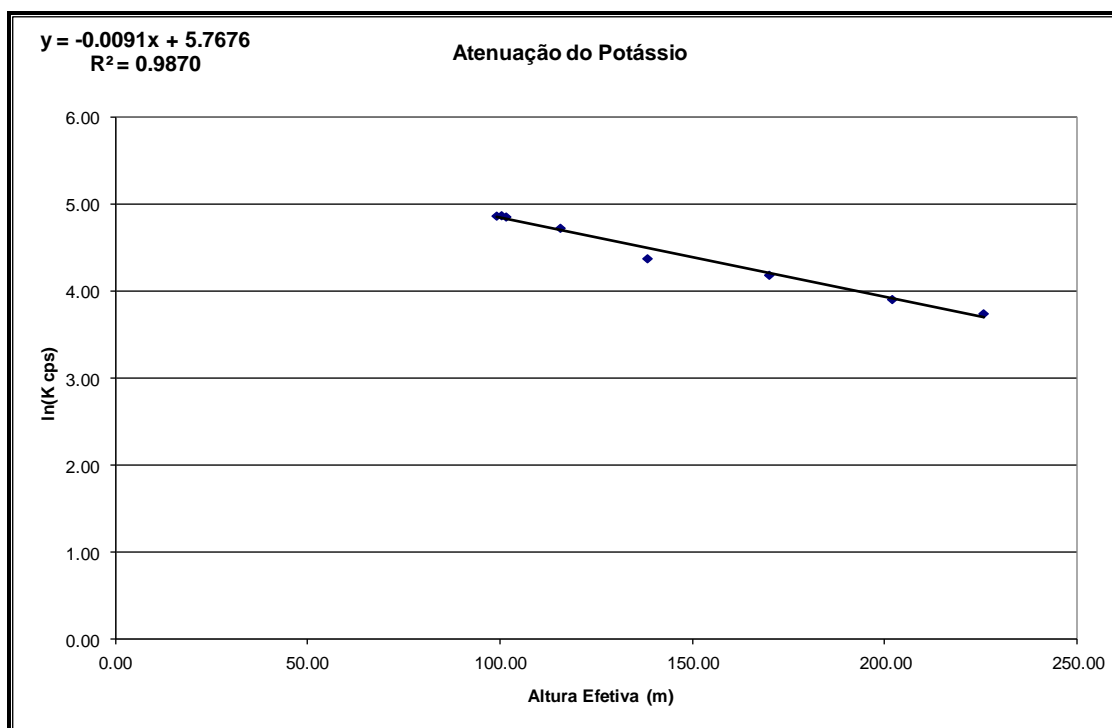
Os valores de μ obtidos são correspondentes aos coeficientes angulares das equações das retas obtidas pelos gráficos das figuras a seguir conforme mostra o próximo quadro.

Coeficientes de Atenuação Atmosférica.

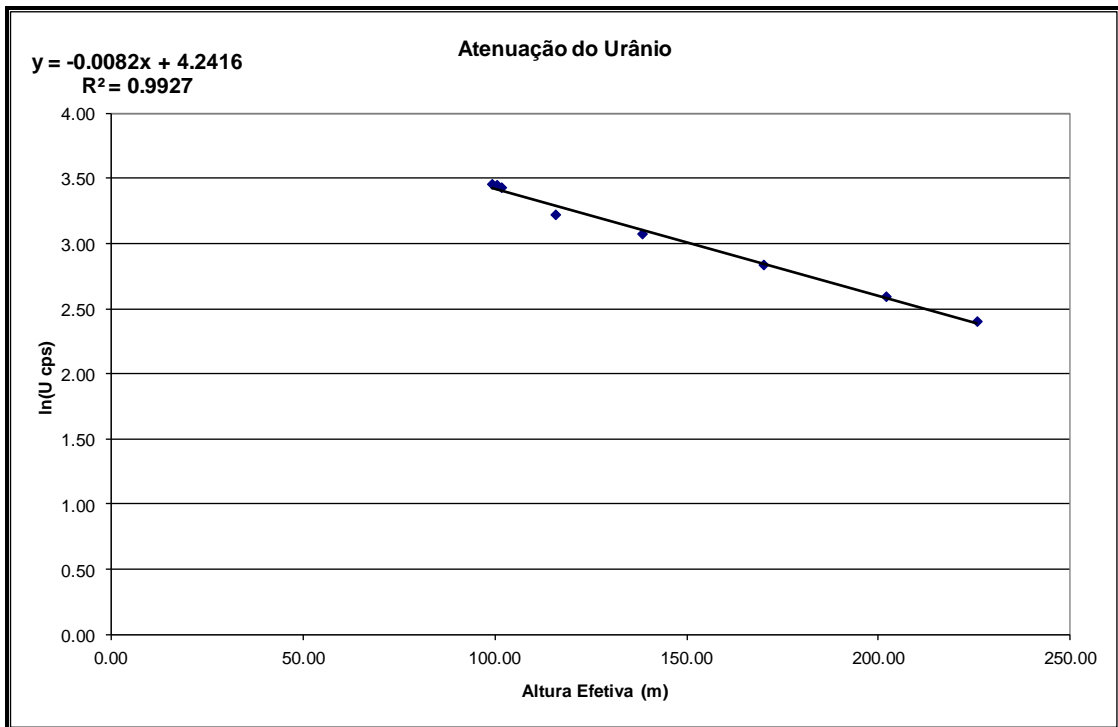
Canal Radiométrico	μ em m^{-1}
Contagem Total	-0,0071
Potássio	-0,0091
Urânio	-0,0082
Tório	-0,0070



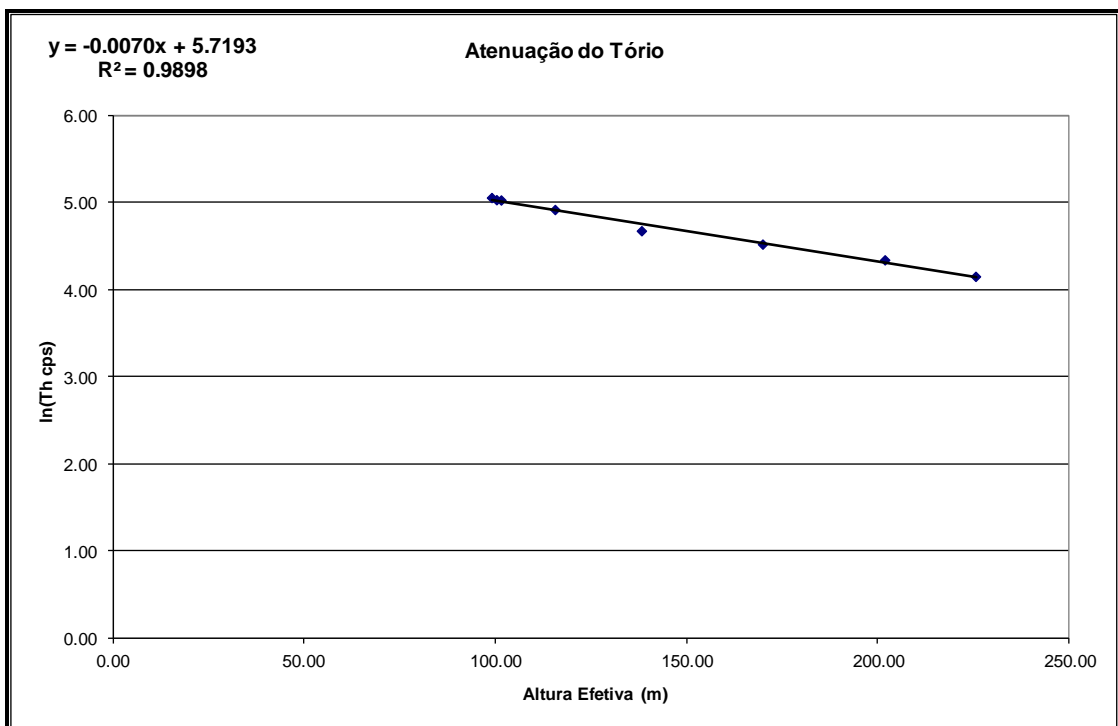
Coefficiente de Atenuação - Contagem Total.



Coefficiente de Atenuação - Potássio.



Coefficiente de Atenuação – Urânio.



Coefficiente de Atenuação – Tório.

Aeronave: PT-MEP

Data da Calibração: 04/11/13

MÉDIAS SOBRE A TERRA*				
ALTURA (pés)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
330	3658,183	311,237	94,162	171,800
331	3689,205	312,756	94,632	176,903
332	3628,133	308,821	93,038	171,459
400	3163,636	263,539	83,612	148,555
500	2777,733	231,115	73,936	128,215
600	2603,997	212,940	71,327	119,267
700	2227,294	182,238	62,185	103,274
800	1883,700	154,664	54,223	84,421
MÉDIAS SOBRE A ÁGUA*				
ALTURA (pés)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
330	273,886	31,505	11,963	6,847
331	275,835	31,104	11,461	6,793
332	267,850	31,201	11,239	6,781
400	273,305	30,191	11,792	6,653
500	279,928	30,339	12,446	6,640
600	283,438	29,912	12,088	6,835
700	278,048	29,852	11,909	7,012
800	281,072	28,935	12,033	6,866
MÉDIAS TERRA-ÁGUA*				
ALTURA (pés)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
330	3384,297	279,732	82,199	164,953
331	3413,370	281,652	83,171	170,110
332	3360,283	277,620	81,799	164,678
400	2890,331	233,348	71,820	141,902
500	2497,805	200,776	61,490	121,575
600	2320,559	183,028	59,239	112,432
700	1949,246	152,386	50,276	96,262
800	1602,628	125,729	42,190	77,555

* Valores corrigidos do Tempo Morto.

A Tabela a seguir apresenta os valores radiométricos nas diferentes altitudes, com as seguintes correções aplicadas:

- *Tempo Morto*
- *Background*
- *Espalhamento Compton*

Cálculo dos Coeficientes de Atenuação Atmosférica.

Linha	Altura Efetiva (m)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
330	90,06	3384,297	173,651	33,759	164,953
331	88,70	3413,370	173,636	33,287	170,110
332	91,29	3360,283	171,864	33,341	164,678
400	111,29	2890,331	140,002	28,658	141,902
500	133,46	2497,805	119,834	23,188	121,575
600	143,98	2320,559	105,721	23,244	112,432
700	168,96	1949,246	85,703	18,266	96,262
800	196,37	1602,628	69,759	15,361	77,555

A próxima Tabela apresenta o logaritmo neperiano dos valores obtidos na Tabela anterior:

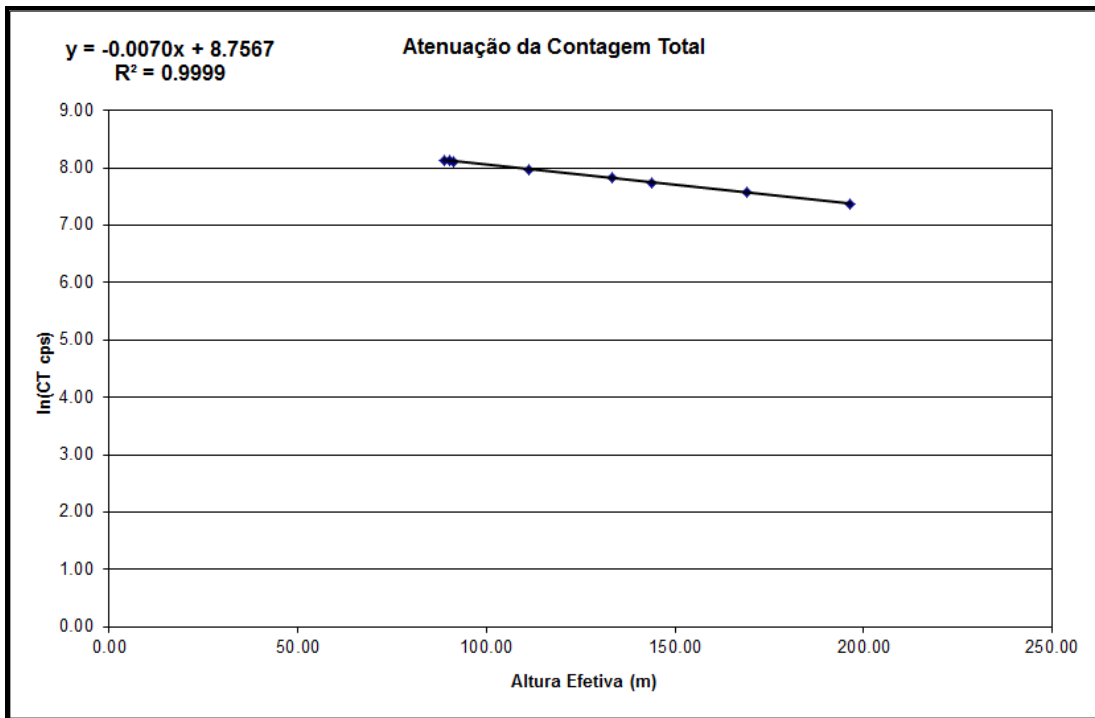
Cálculo dos Coeficientes de Atenuação Atmosférica.

Linha	Altura Efetiva (m)	ln CT (cps)	ln K (cps)	ln U (cps)	ln Th (cps)
330	90,06	8,127	5,157	3,519	5,106
331	88,70	8,135	5,157	3,505	5,136
332	91,29	8,120	5,147	3,507	5,104
400	111,29	7,969	4,942	3,355	4,955
500	133,46	7,823	4,786	3,144	4,801
600	143,98	7,750	4,661	3,146	4,722
700	168,96	7,575	4,451	2,905	4,567
800	196,37	7,379	4,245	2,732	4,351

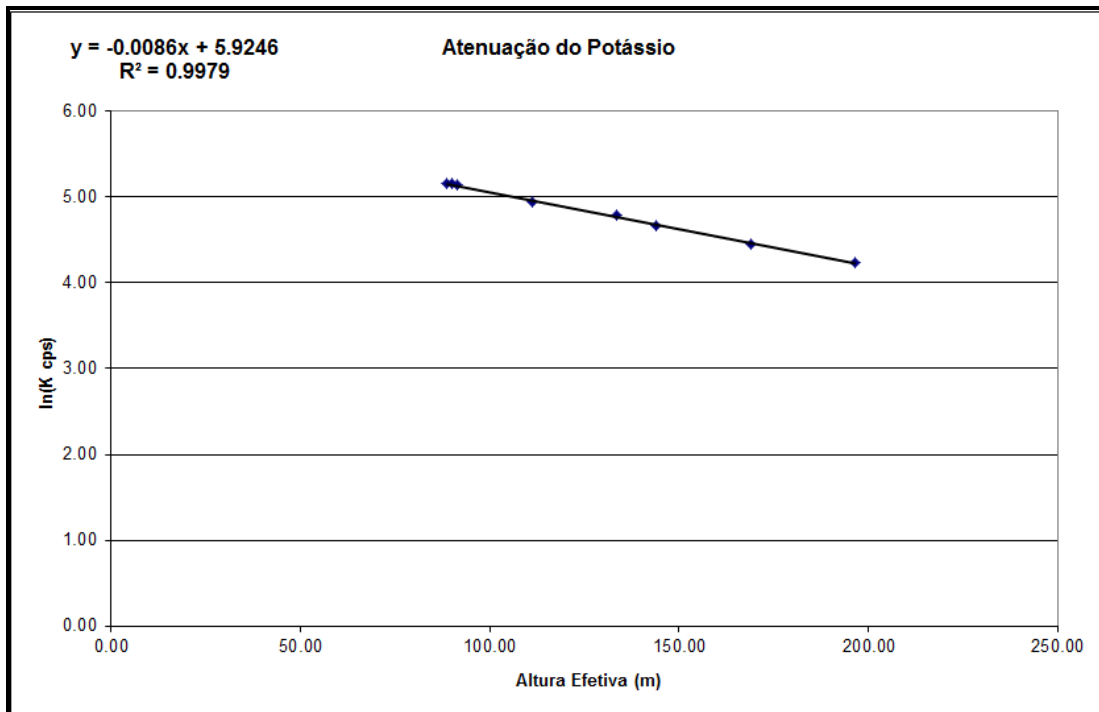
Os valores de μ obtidos são correspondentes aos coeficientes angulares das equações das retas obtidas pelos gráficos das figuras a seguir conforme mostra o próximo quadro.

Coeficientes de Atenuação Atmosférica.

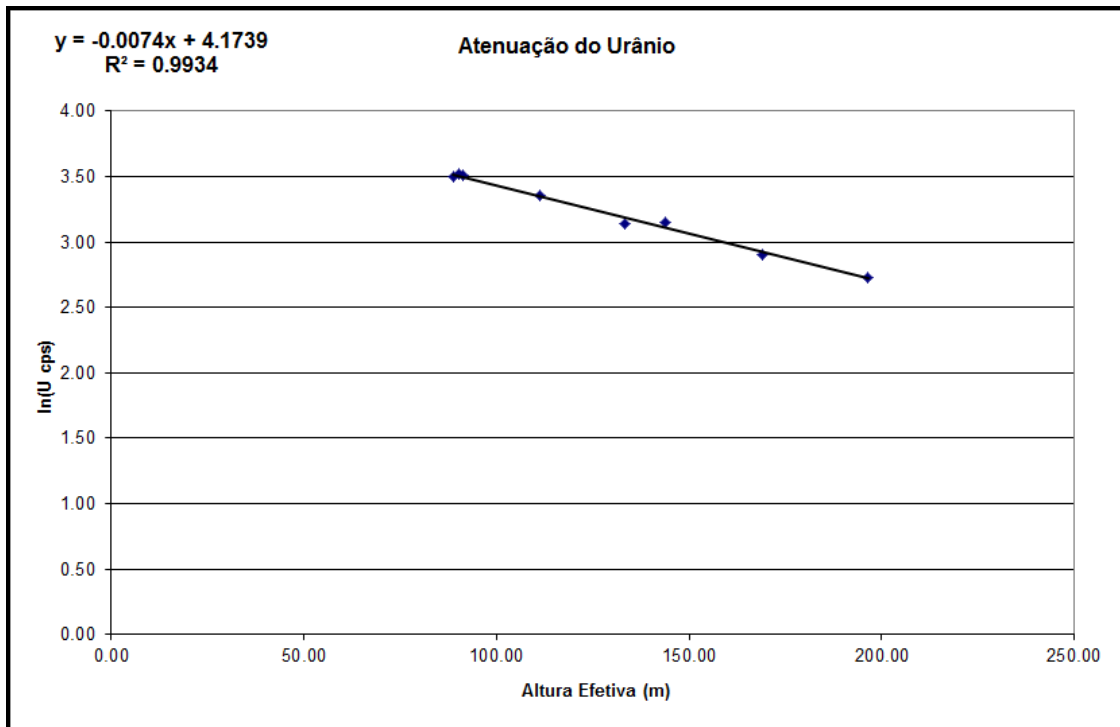
Canal Radiométrico	μ em m^{-1}
Contagem Total	-0.0070
Potássio	-0.0086
Urânio	-0.0074
Tório	-0.0071



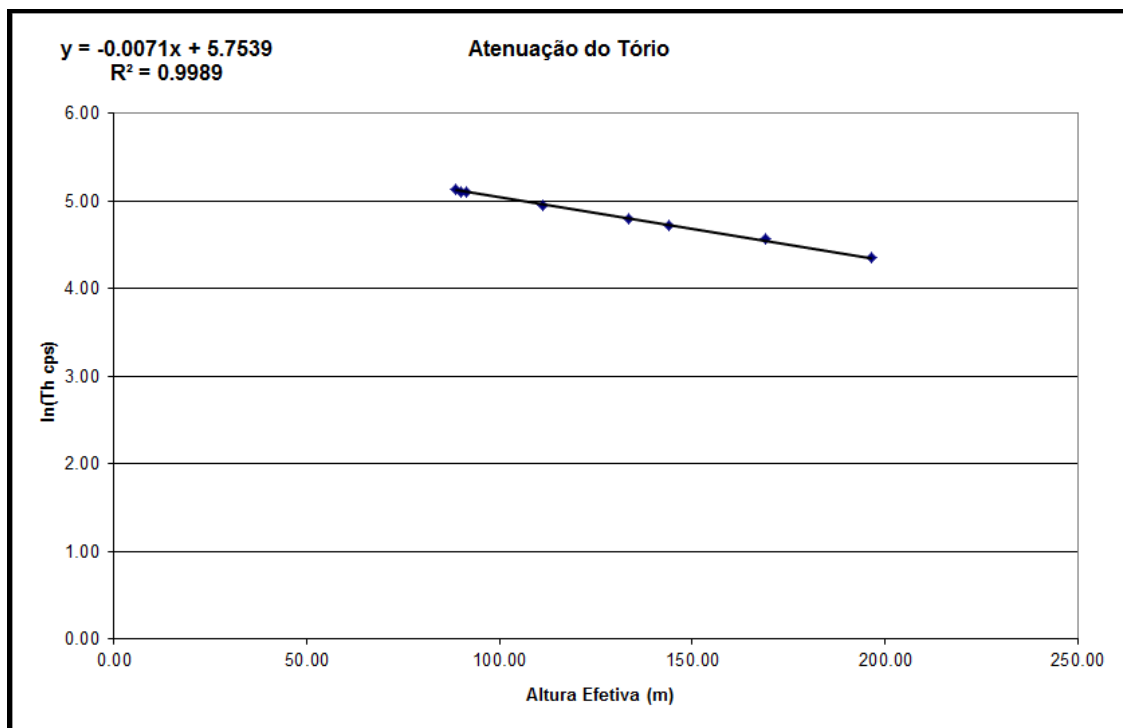
Coeficiente de Atenuação – Contagem Total.



Coeficiente de Atenuação – Potássio.



Coefficiente de Atenuação – Urânio.



Coefficiente de Atenuação – Tório.

ANEXO II – TESTES CONTRATUAIS

Anexo II-a – Teste de Altimetros

Teste de Altimetro – PR-FAK

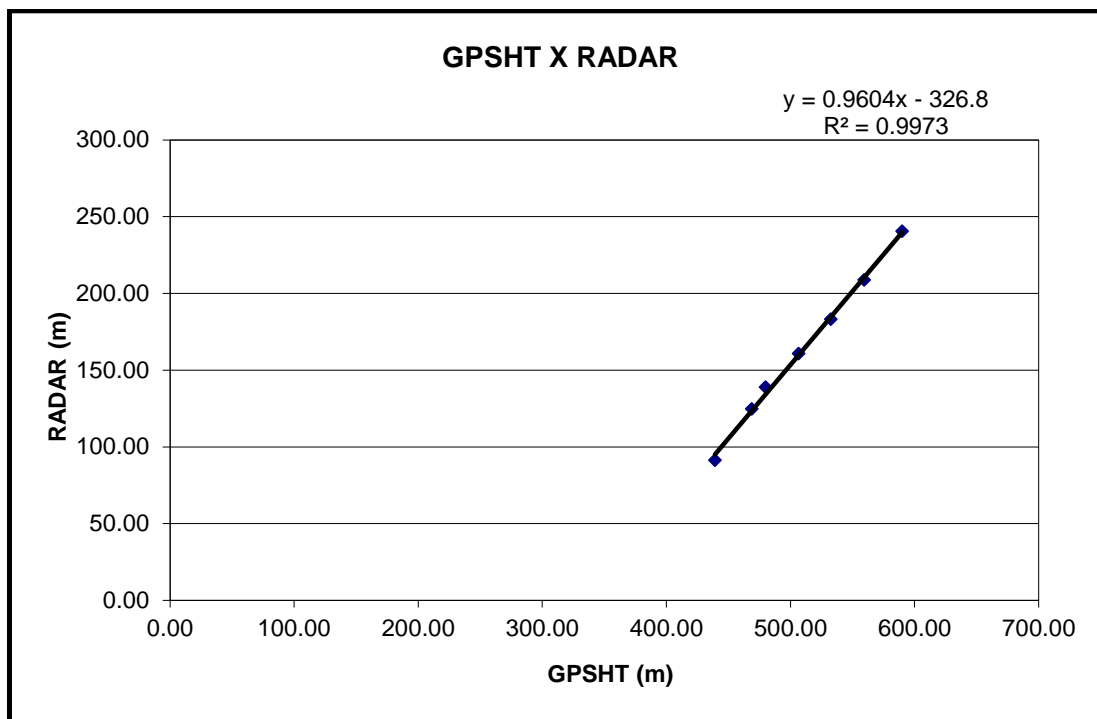
Projeto	213034
Aeronave	PR-FAK
Base	Gurupi - TO
Data	24-jan-14
Voo	311

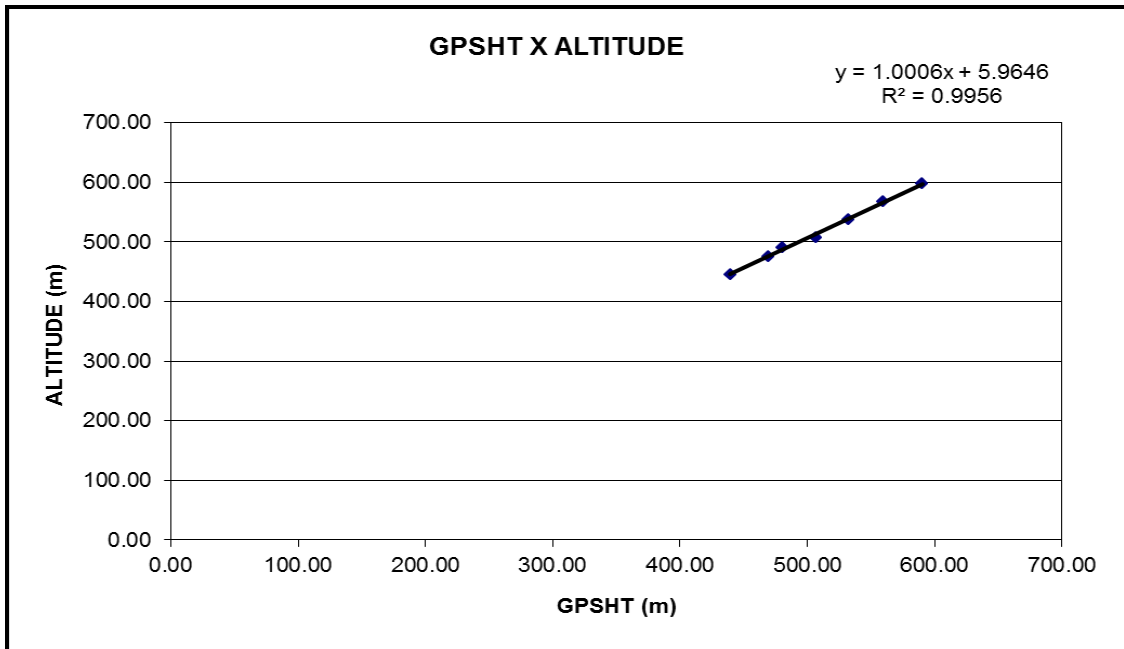
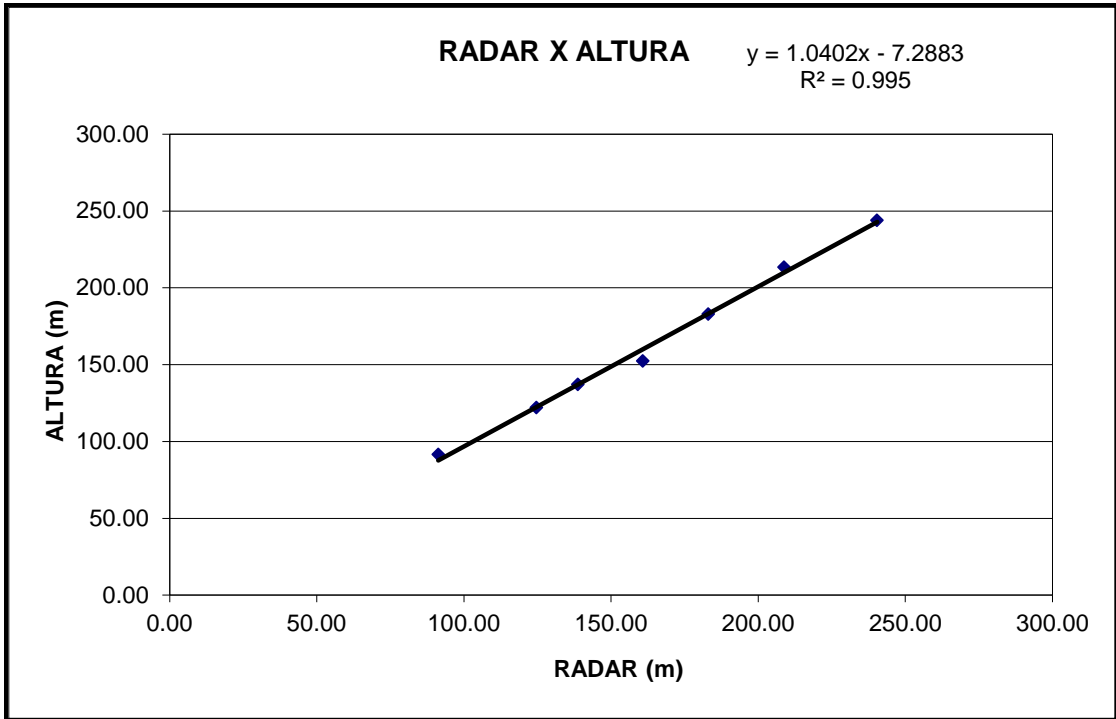
Altitude da Pista: 354 m (medida Rotaer)

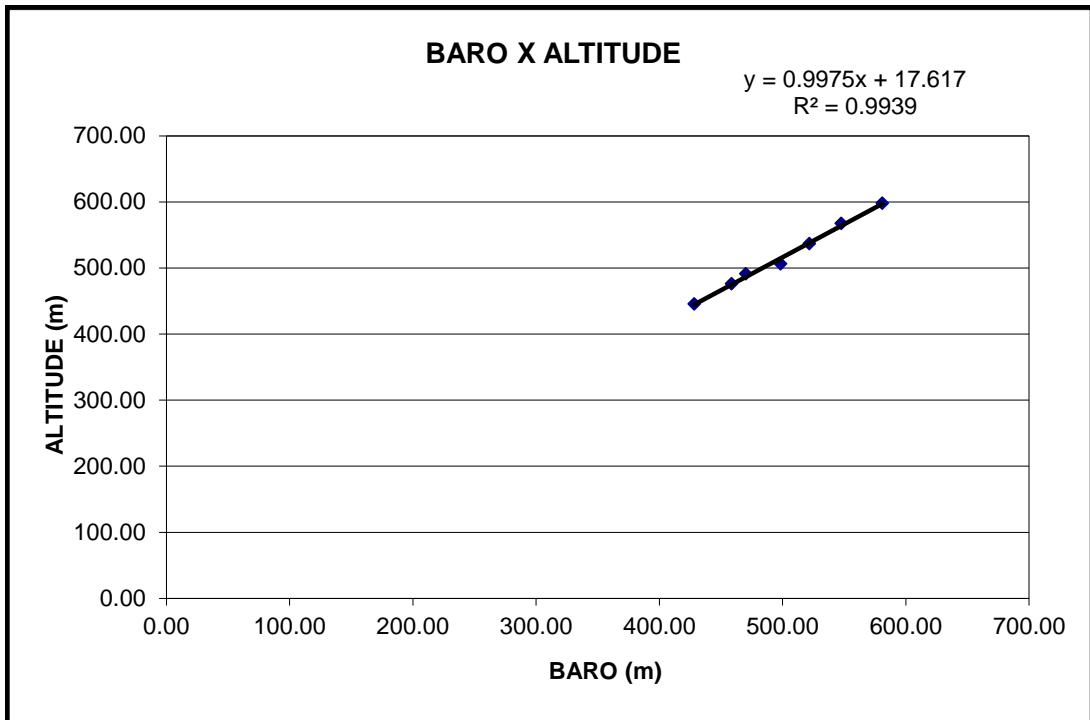
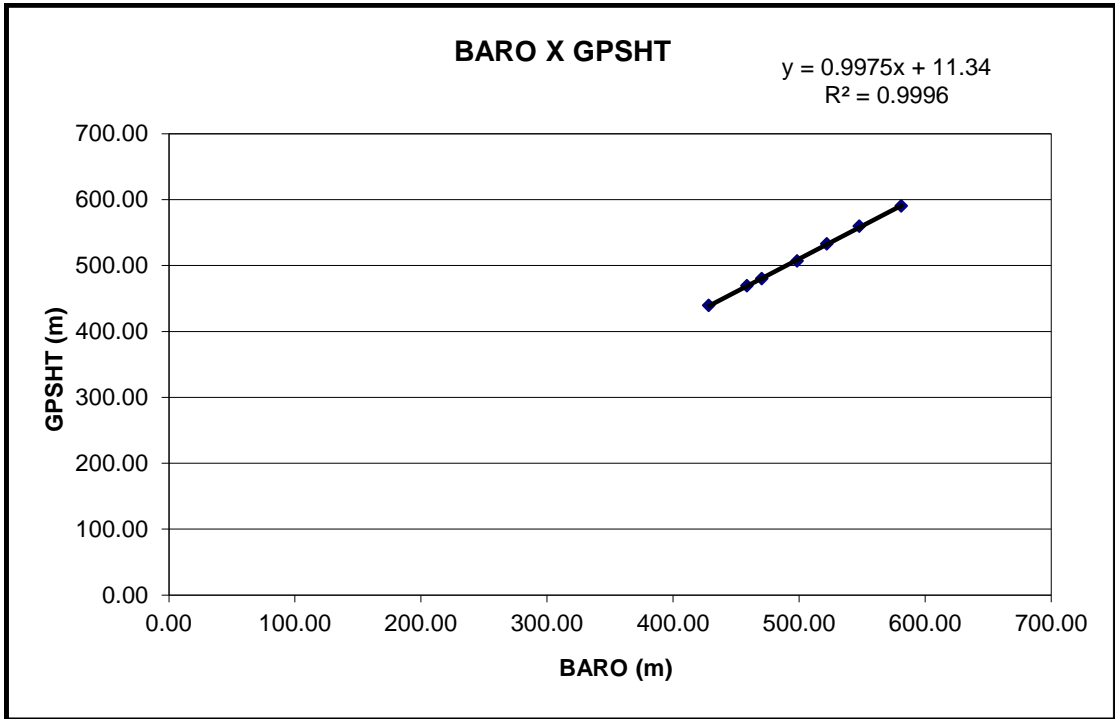
ALTURA = Altura Teórica

ALTITUDE = Altura teórica somada com a altitude da Pista

Linha	ALTURA (m)	ALTITUDE (m)	GPSHT (m)	RADAR (m)	BARO (m)
300	91.44	445.44	439.20	91.30	428.40
400	121.92	475.92	469.00	124.70	458.70
450	137.16	491.16	480.10	138.80	470.30
500	152.40	506.40	506.70	160.80	498.40
600	182.88	536.88	532.60	183.10	521.90
700	213.36	567.36	559.40	208.80	547.80
800	243.84	597.84	590.10	240.40	581.00







Teste de Altimetro – PT-MEP

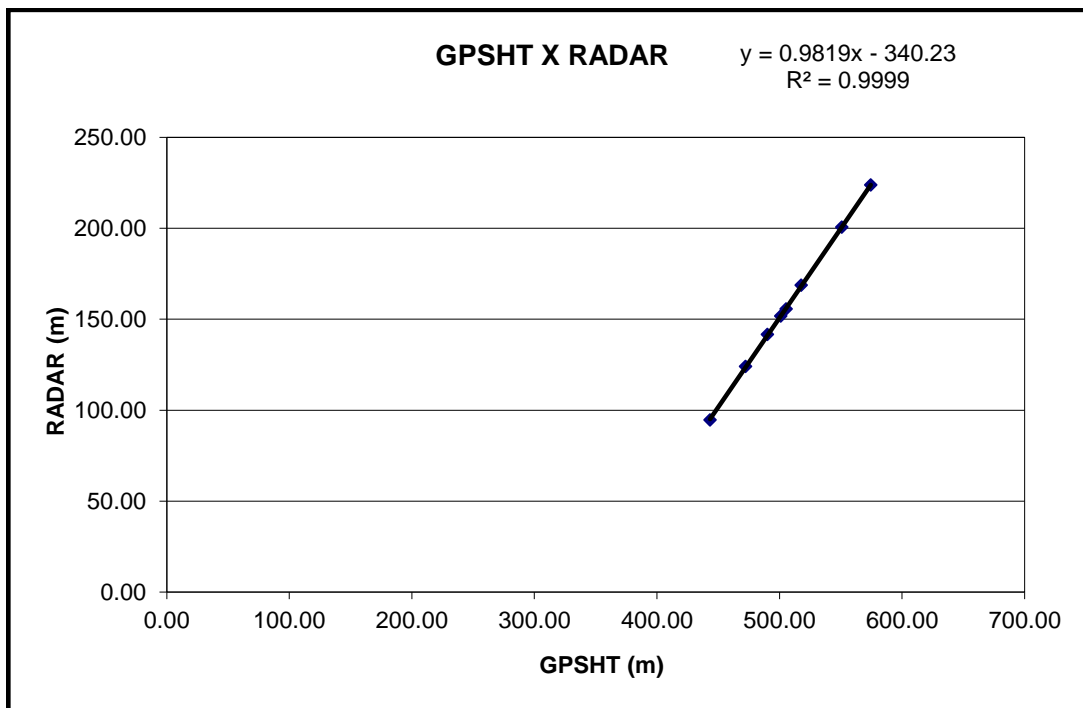
Projeto	213034
Aeronave	PT-MEP
Base	Gurupi - TO
Data	26-jan-14
Voo	939

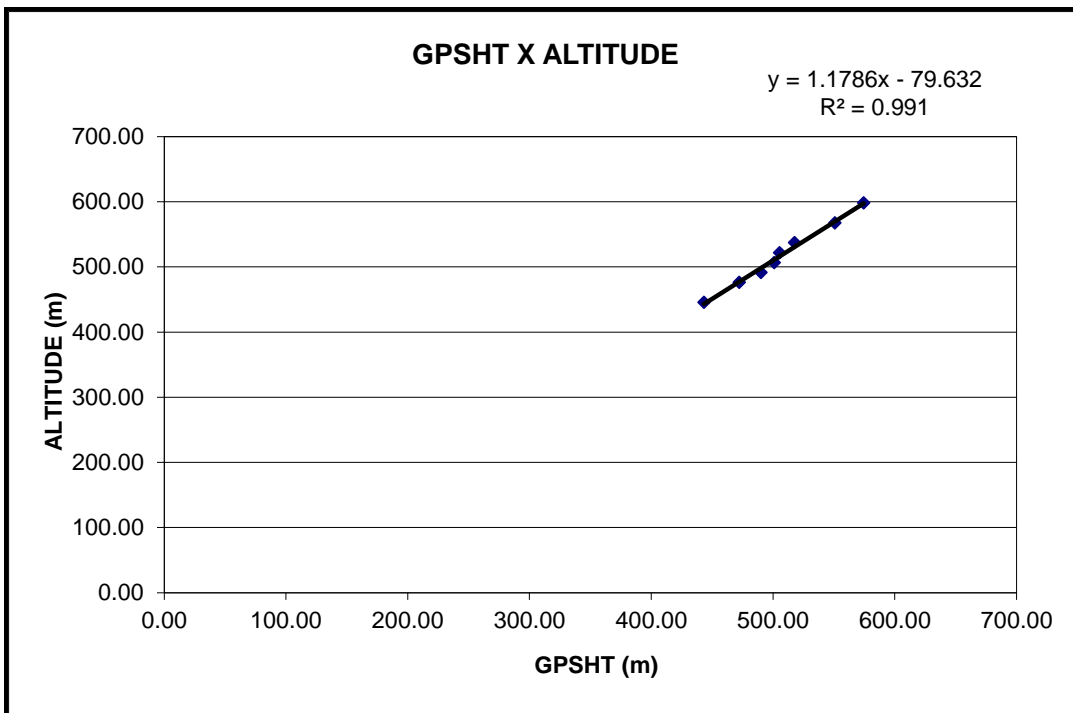
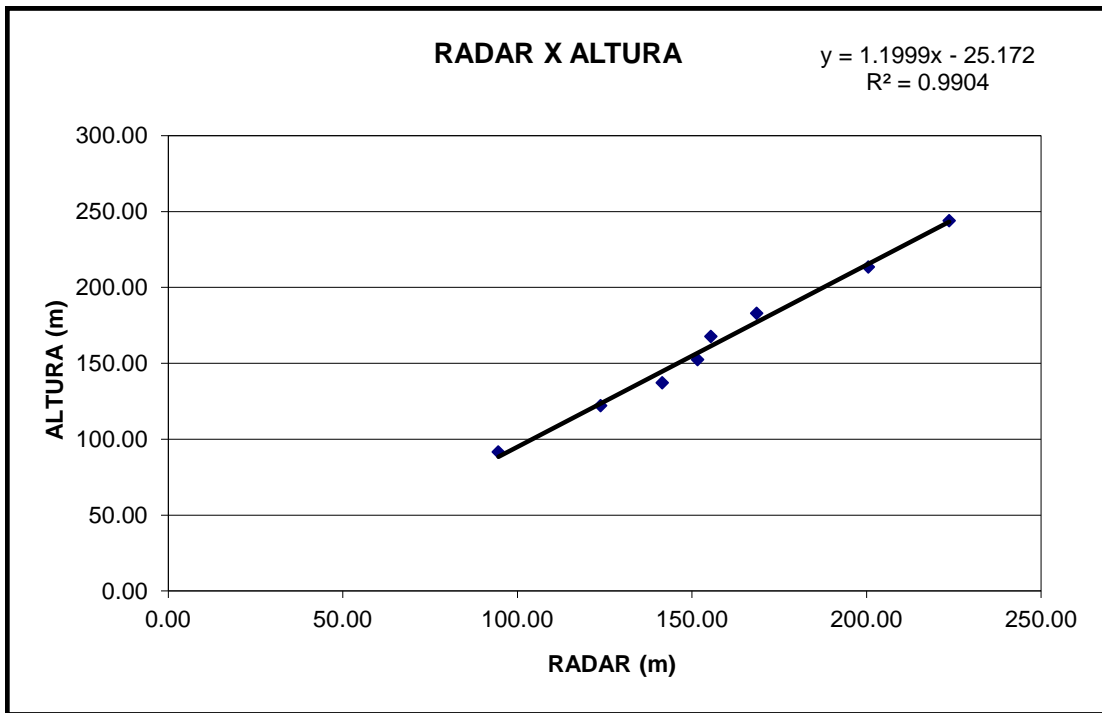
Altitude da Pista: 354 m (medida Rotaer)

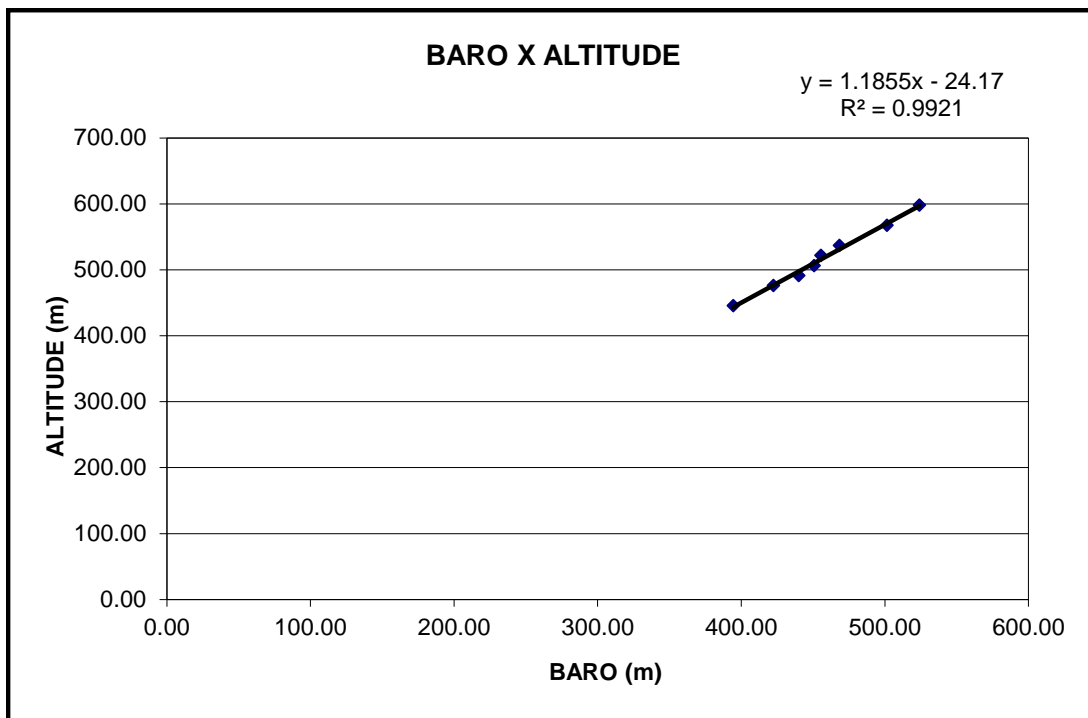
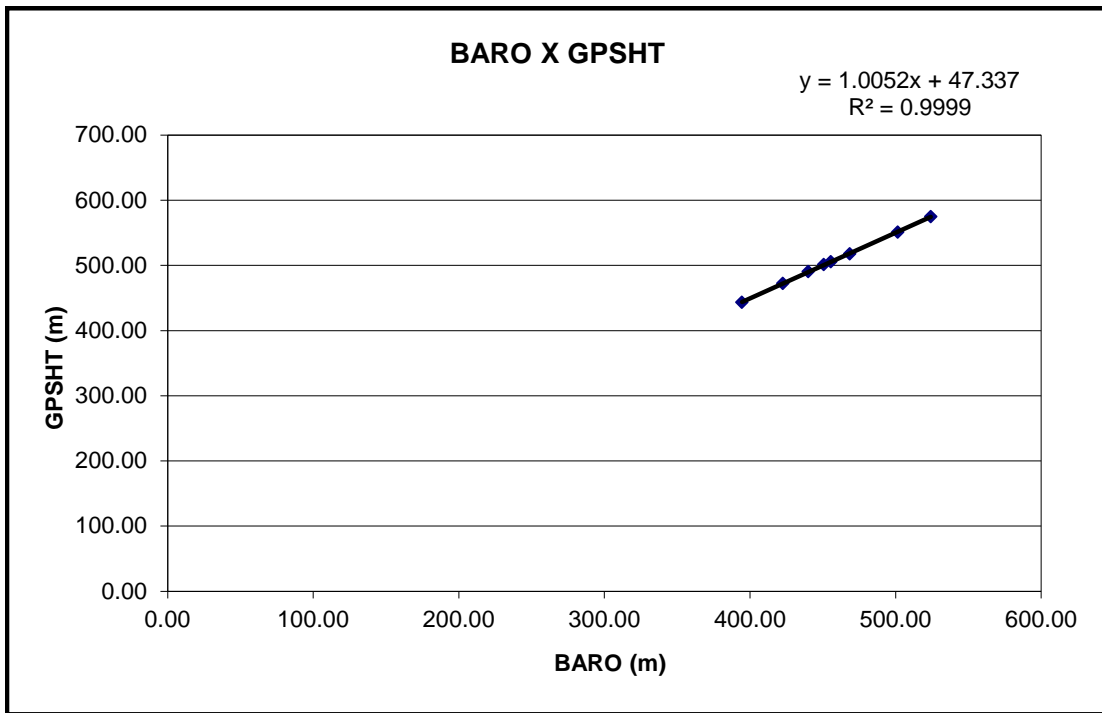
ALTURA = Altura Teórica

ALTITUDE = Altura teórica somada com a altitude da Pista

Linha	ALTURA (m)	ALTITUDE (m)	GPSHT (m)	RADAR (m)	BARO (m)
300	91.44	445.44	443.30	94.60	394.50
400	121.92	475.92	472.30	123.90	422.50
450	137.16	491.16	490.30	141.50	440.10
500	152.40	506.40	501.00	151.70	450.80
550	167.64	521.64	505.40	155.50	455.50
600	182.88	536.88	517.80	168.60	468.50
700	213.36	567.36	550.90	200.60	501.50
800	243.84	597.84	574.50	223.70	524.20







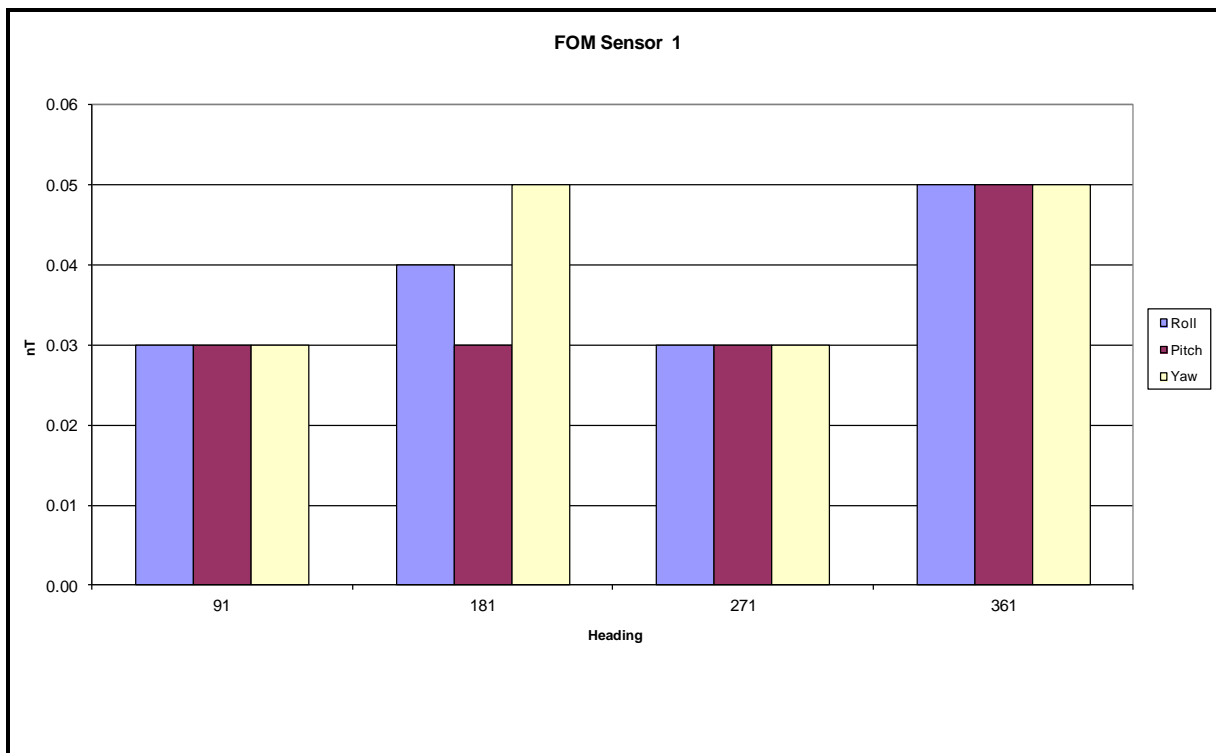
Anexo II-b – Compensação Magnética

Compensação Magnética – PR-FAK

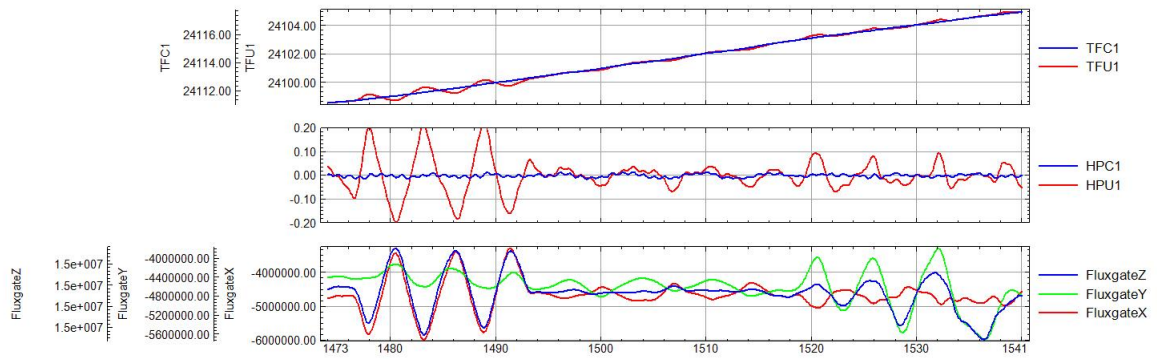
Job Number	213034
Base	Guripi - TO
Aircraft	PR-FAK
Date	15-Jan-14
Calibration Flt.	303

Posição do Sensor: Horizontal - 50°

SENSOR 1					
Line Number	Direction	ROLL	PITCH	YAW	FOM
		(nT)	(nT)	(nT)	
90	91	0.03	0.03	0.03	0.09
180	181	0.04	0.03	0.05	0.12
270	271	0.03	0.03	0.03	0.09
360	361	0.05	0.05	0.05	0.15
TOTAL					0.45



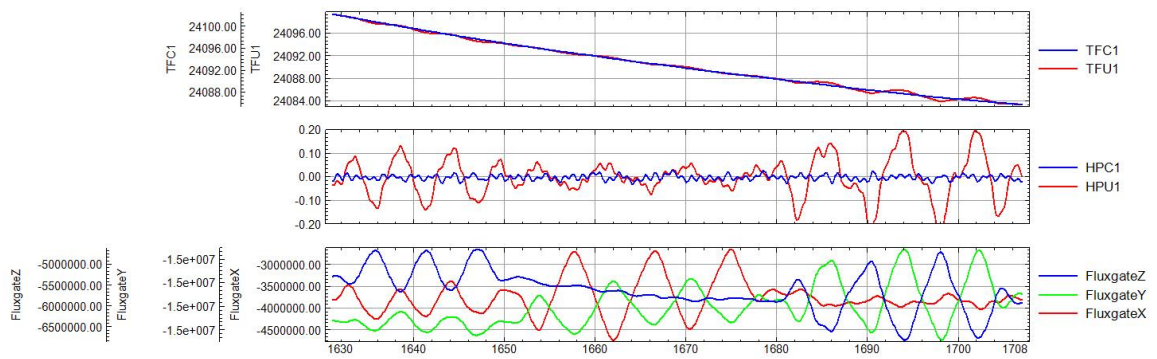
FOM - VOO 303 - Azimute 90°



database: z:\job_213034-fak\GDB\FOM303.gdb line/group: L91

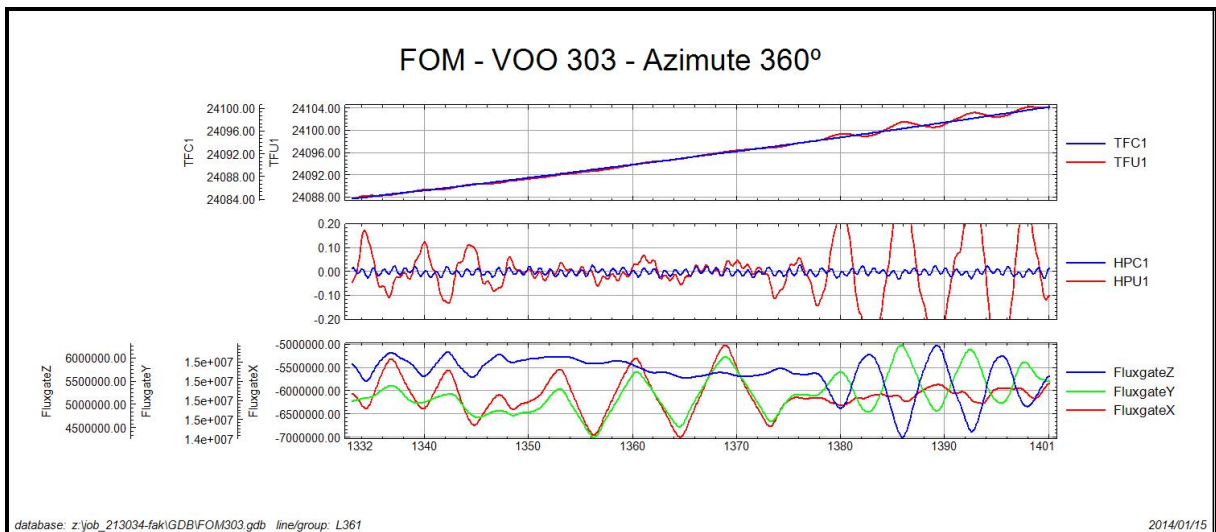
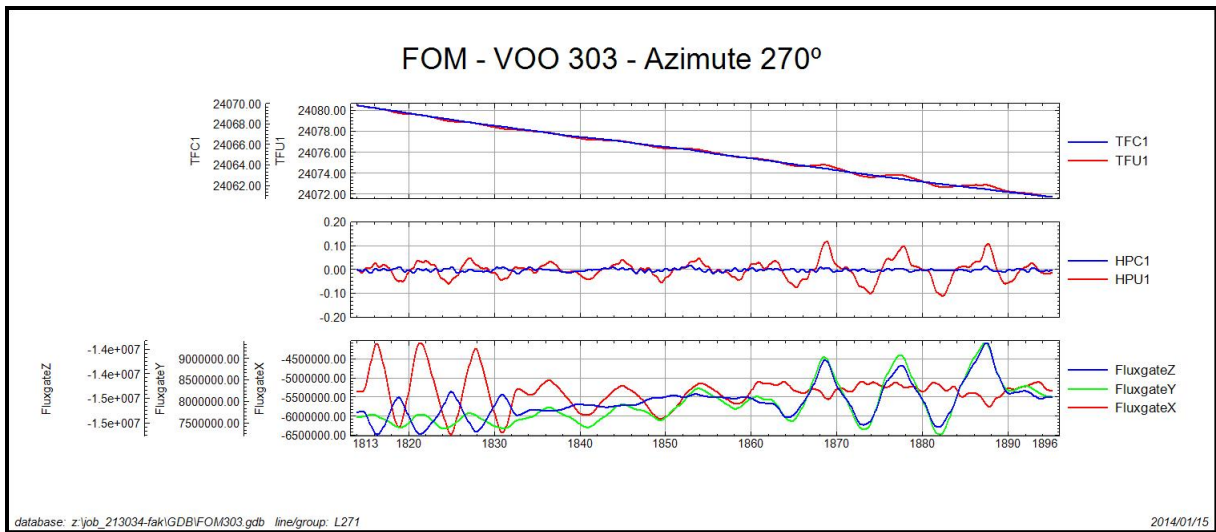
2014/01/15

FOM - VOO 303 - Azimute 180°



database: z:\job_213034-fak\GDB\FOM303.gdb line/group: L181

2014/01/15

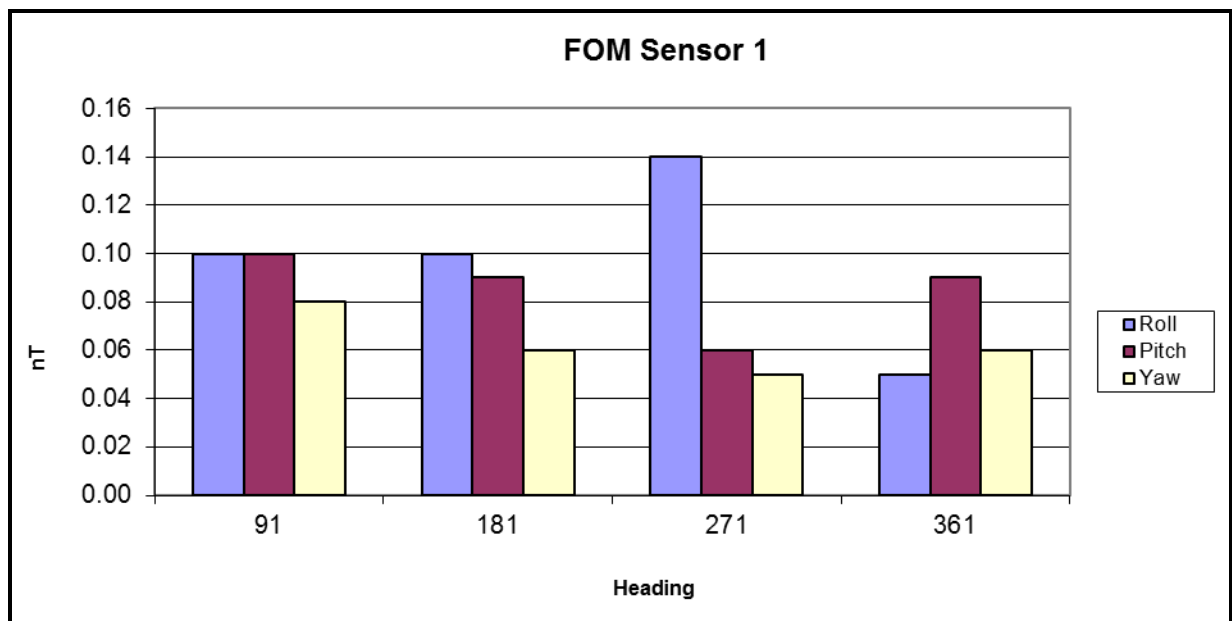


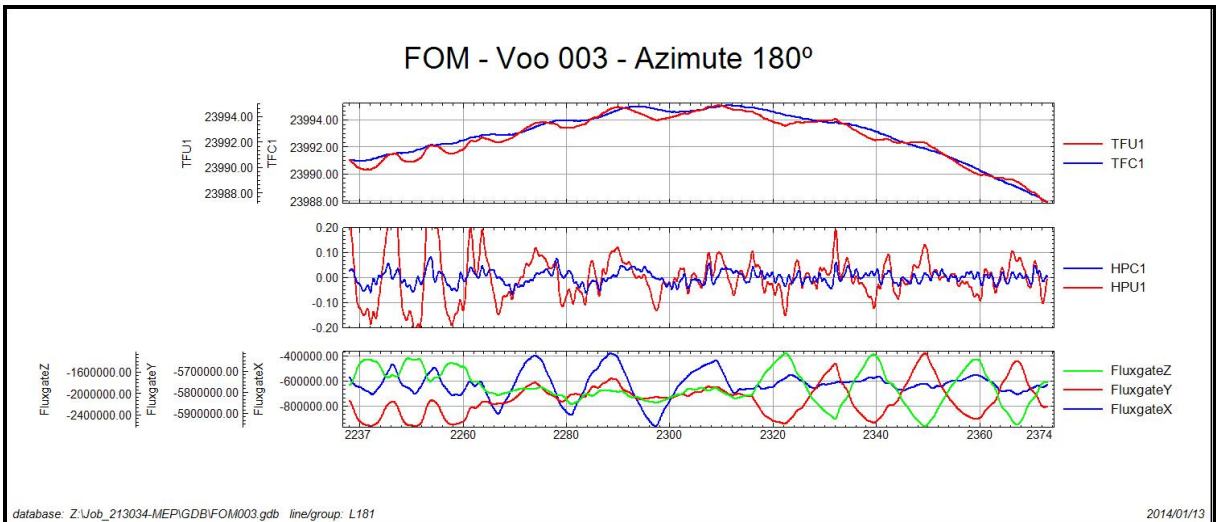
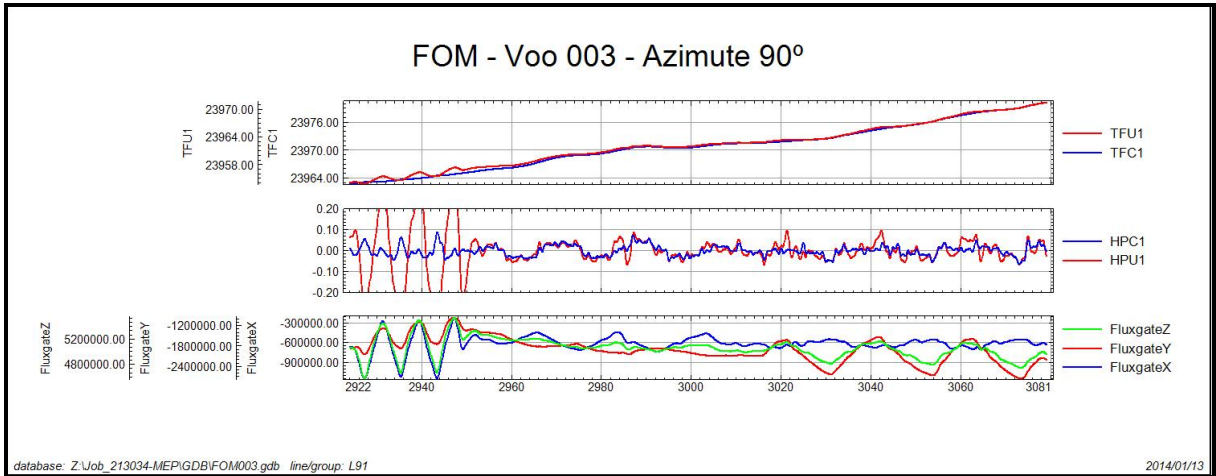
TFU1 – Campo Magnético Total não compensado
TFC1 – Campo Magnético Total compensado
HPU – Filtro passa-alta (2 seg) sobre o Campo Magnético Total não compensado
HPC – Filtro passa-alta (2 seg) sobre o Campo Magnético Total compensado
FluxgateX – Componente X da Fluxgate
FluxgateY – Componente Y da Fluxgate
FluxgateZ – Componente Z da Fluxgate

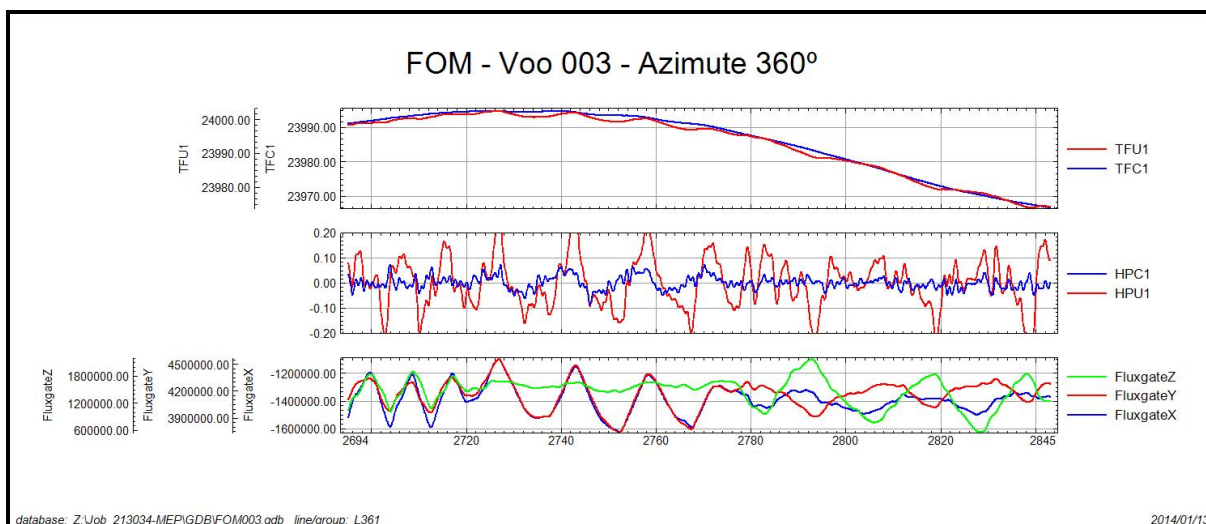
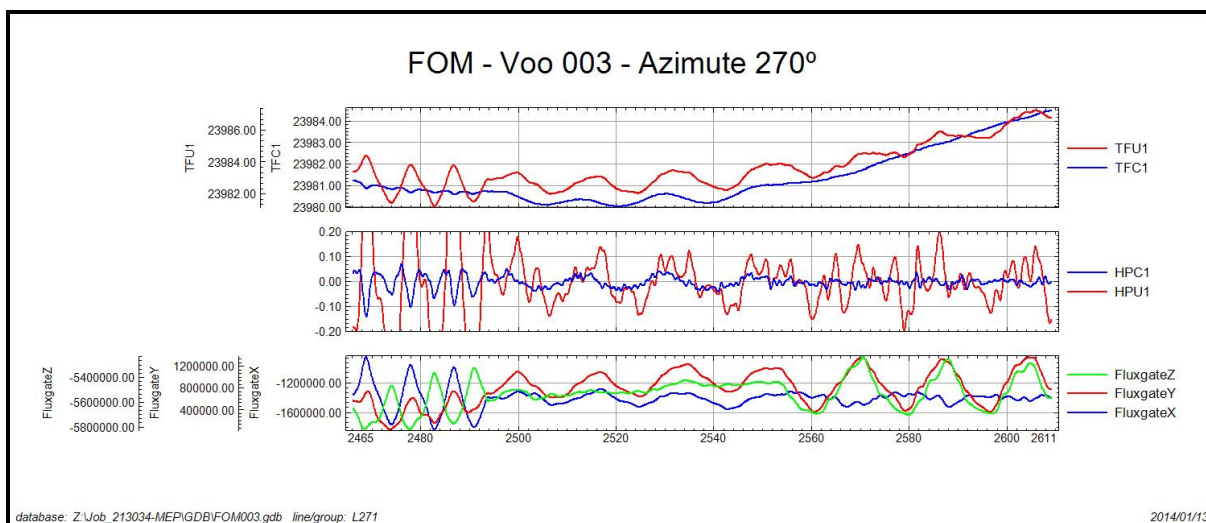
Job Number	213034
Base	Gurupi - TO
Aircraft	PT-MEP
Date	11-Jan-14
Calibration Flt.	3

Posição do Sensor: Horizontal - 60°

SENSOR 1					
Line Number	Direction	ROLL	PITCH	YAW	FOM
		(nT)	(nT)	(nT)	
90	91	0.10	0.10	0.08	0.28
180	181	0.10	0.09	0.06	0.25
270	271	0.14	0.06	0.05	0.25
360	361	0.05	0.09	0.06	0.20
TOTAL					0.98





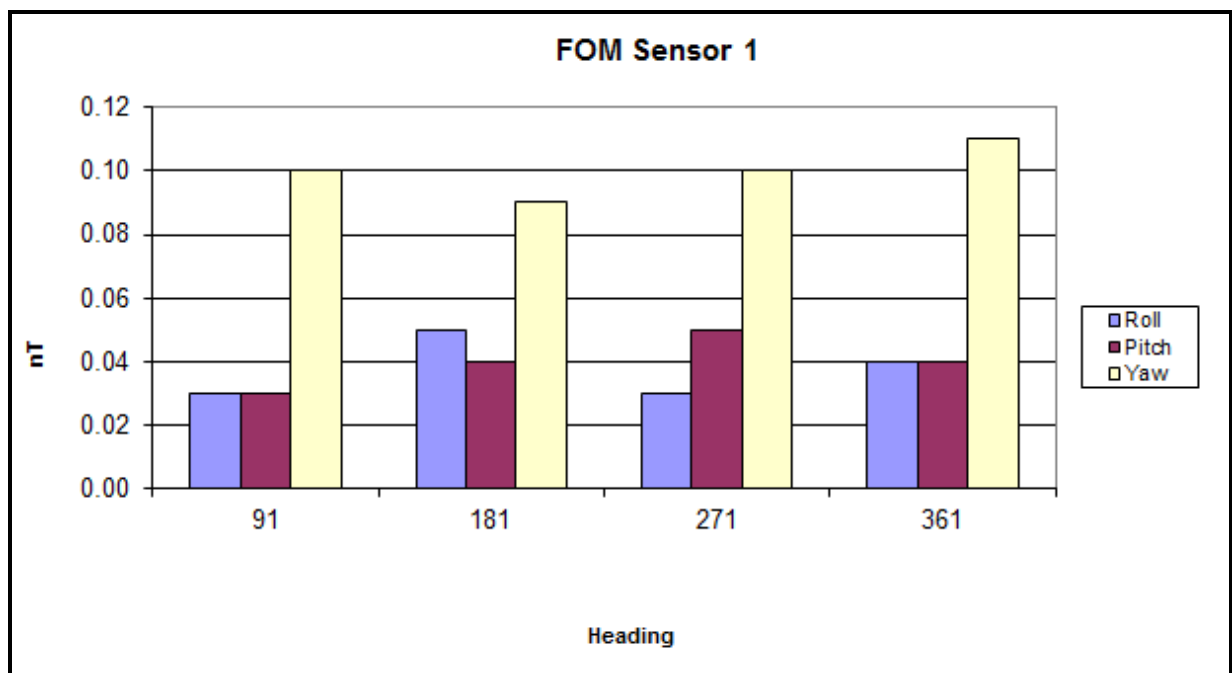


TFU1 – Campo Magnético Total não compensado
TFC1 – Campo Magnético Total compensado
HPU – Filtro passa-alta (2 seg) sobre o Campo Magnético Total não compensado
HPC – Filtro passa-alta (2 seg) sobre o Campo Magnético Total compensado
FluxgateX – Componente X da Fluxgate
FluxgateY – Componente Y da Fluxgate
FluxgateZ – Componente Z da Fluxgate

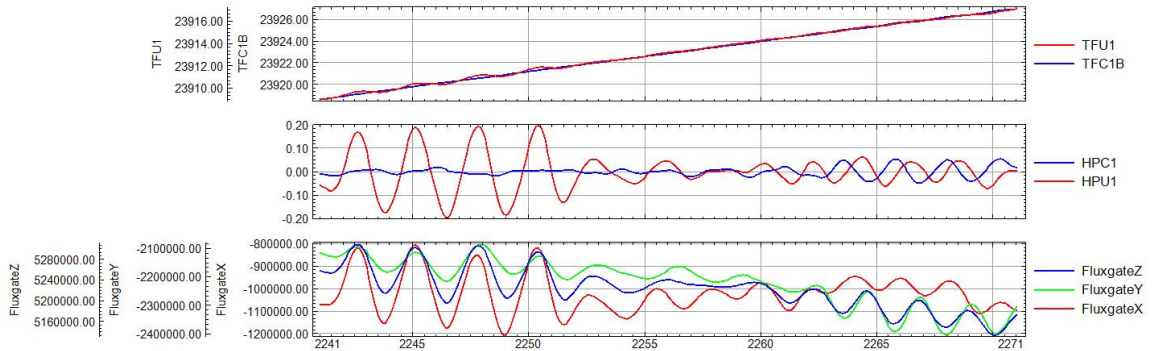
Job Number	213034
Base	Gurupi- TO
Aircraft	PR-MEP
Date	09-Fev-14
Calibration Flt.	33

Posição do Sensor: Horizontal - 35°

SENSOR 1					
Line Number	Direction	ROLL	PITCH	YAW	FOM
		(nT)	(nT)	(nT)	
91	90	0,03	0,03	0,10	0,16
181	180	0,05	0,04	0,09	0,18
271	270	0,03	0,05	0,10	0,18
361	360	0,04	0,04	0,11	0,19
TOTAL					0,71



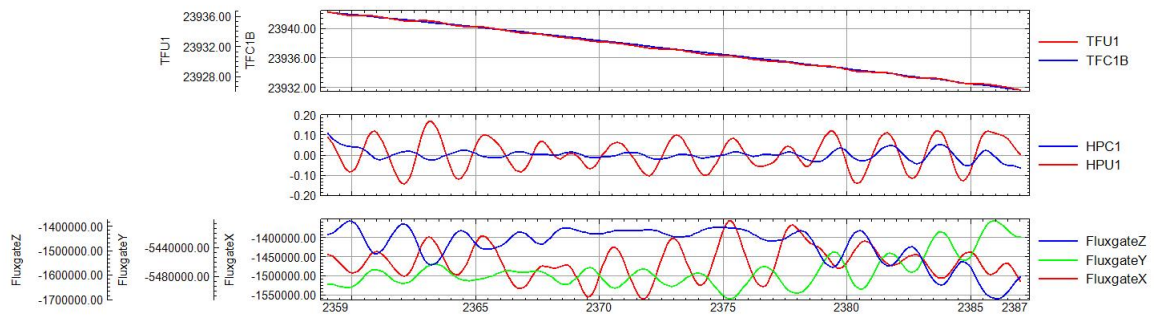
FOM - Voo 033 - Azimute 90°



database: C:\Job_213034-MEP\GDB\FOM033.gdb line/group: L91

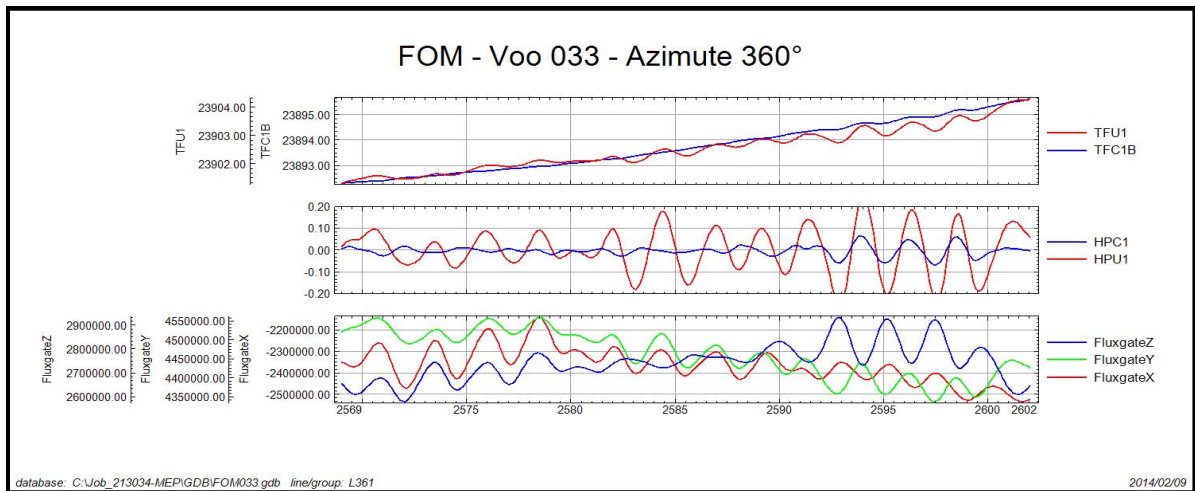
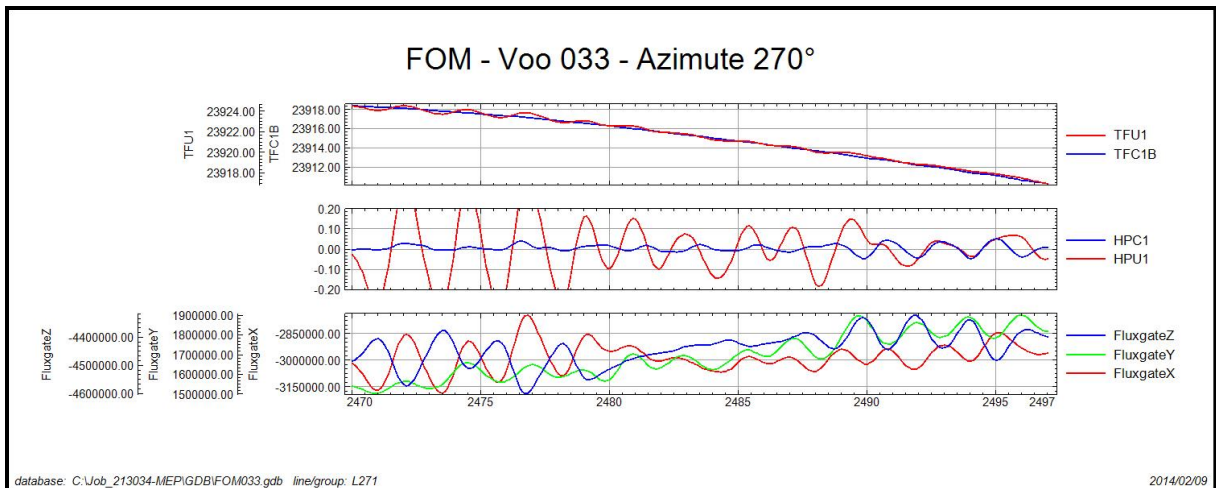
2014/02/09

FOM - Voo 033 - Azimute 180°



database: C:\Job_213034-MEP\GDB\FOM033.gdb line/group: L181

2014/02/09



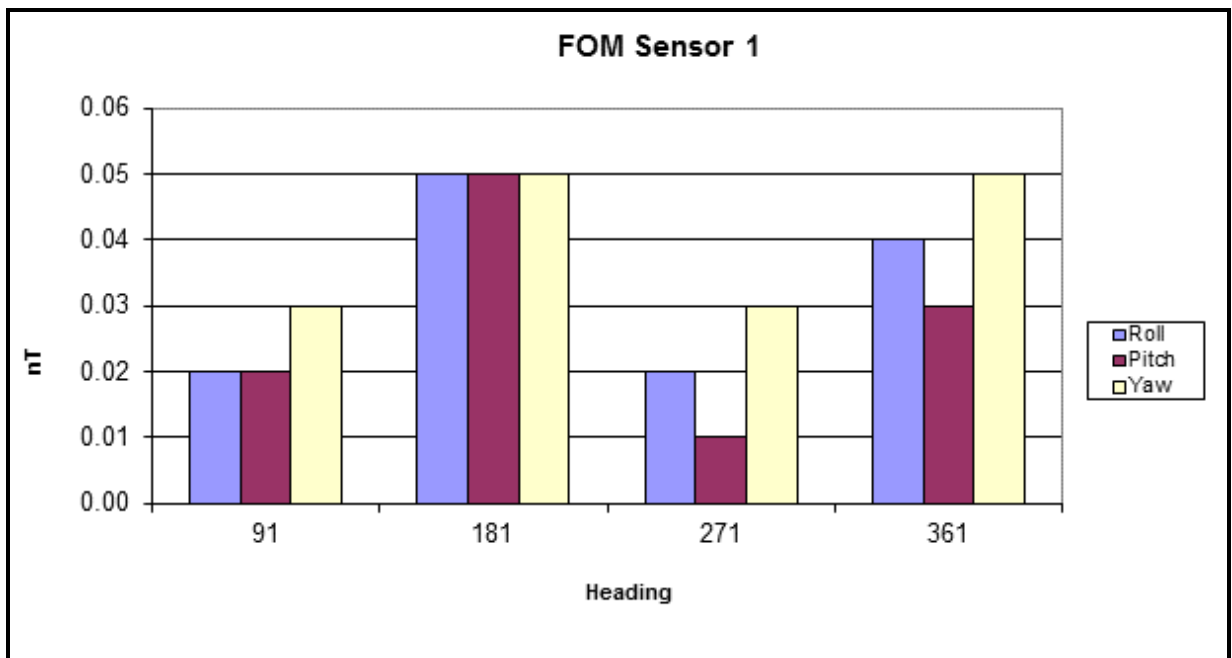
TFU1 – Campo Magnético Total não compensado
TFC1 – Campo Magnético Total compensado
HPU – Filtro passa-alta (2 seg) sobre o Campo Magnético Total não compensado
HPC – Filtro passa-alta (2 seg) sobre o Campo Magnético Total compensado
FluxgateX – Componente X da Fluxgate
FluxgateY – Componente Y da Fluxgate
FluxgateZ – Componente Z da Fluxgate

Compensação Magnética – PT-MEP

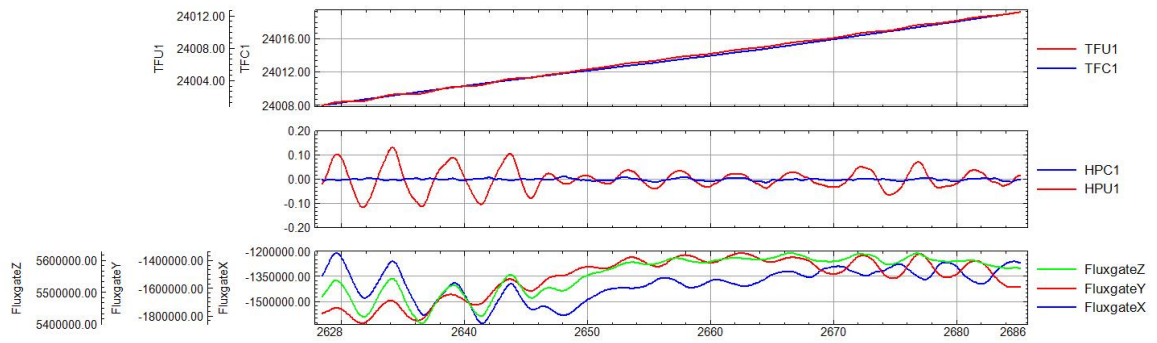
Job Number	213034
Base	Gurupi - TO
Aircraft	PT-MEP
Date	25-Mar-2014
Calibration Flt.	69

Posição do Sensor: Horizontal - 60°

SENSOR 1					
Line Number	Direction	ROLL	PITCH	YAW	FOM
		(nT)	(nT)	(nT)	
91	90	0,02	0,02	0,03	0,07
181	180	0,05	0,05	0,05	0,15
271	270	0,02	0,01	0,03	0,06
361	360	0,04	0,03	0,05	0,12
TOTAL					0,40



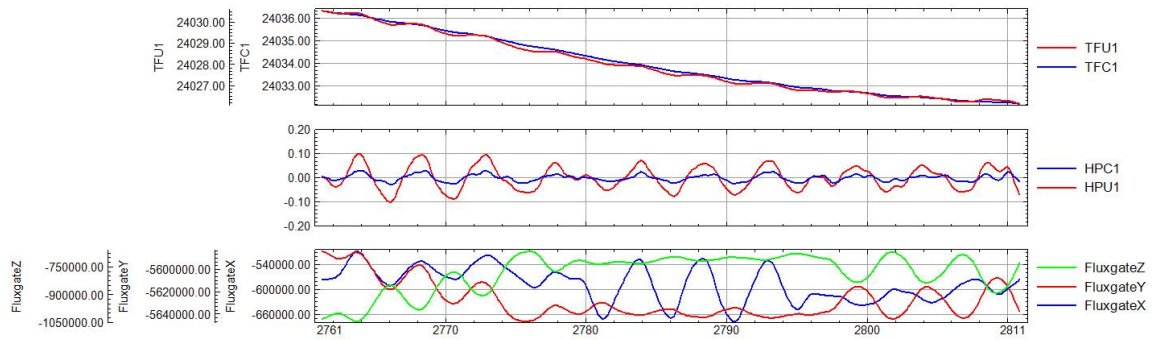
FOM - Voo 069 - Azimute 90°



database: Z:\Job_213034-MEP\GDB\FOM069.gdb line/group: L91

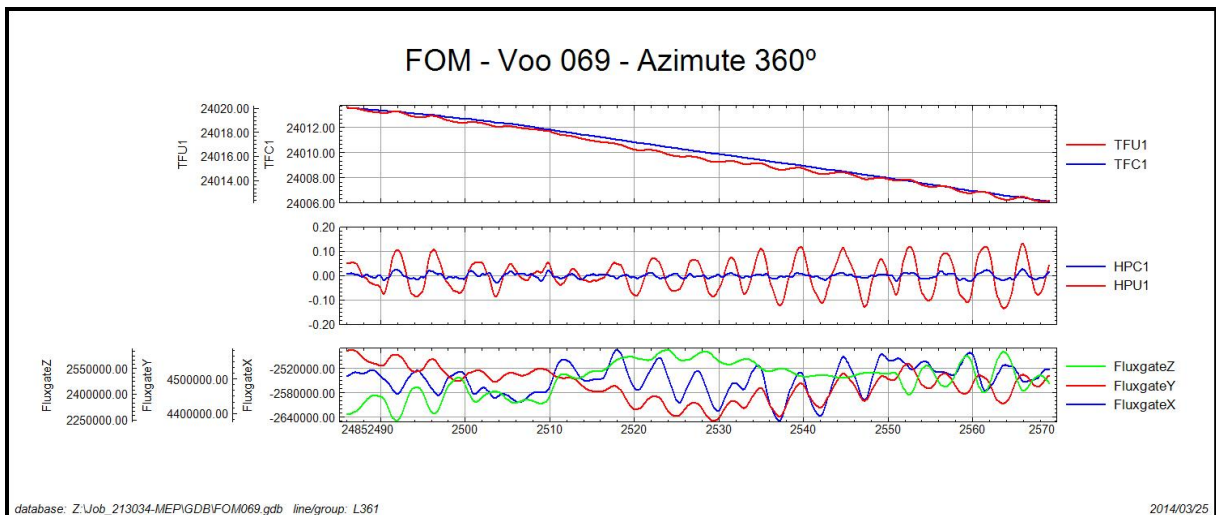
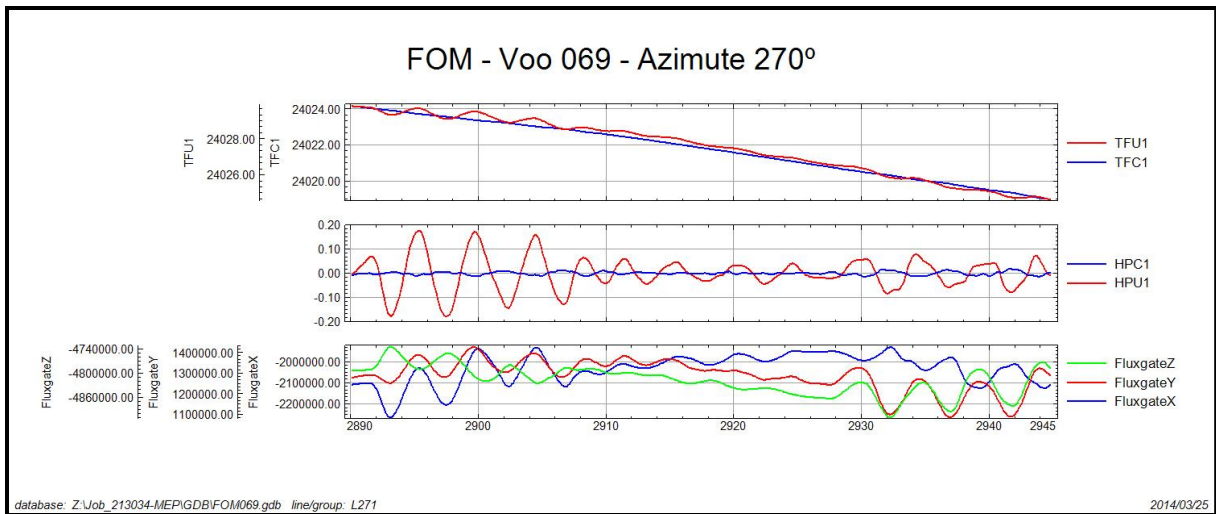
2014/03/25

FOM - Voo 069 - Azimute 180°



database: Z:\Job_213034-MEP\GDB\FOM069.gdb line/group: L181

2014/03/25

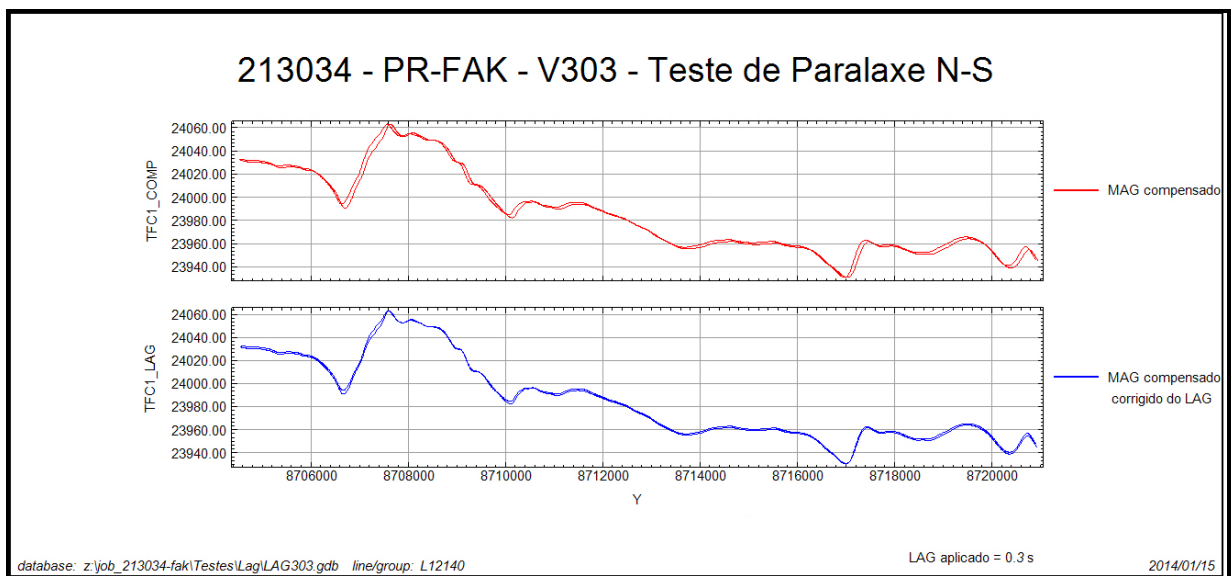


TFU1 – Campo Magnético Total não compensado
TFC1 – Campo Magnético Total compensado
HPU – Filtro passa-alta (2 seg) sobre o Campo Magnético Total não compensado
HPC – Filtro passa-alta (2 seg) sobre o Campo Magnético Total compensado
FluxgateX – Componente X da Fluxgate
FluxgateY – Componente Y da Fluxgate
FluxgateZ – Componente Z da Fluxgate

Anexo II-c – Teste de Paralaxe

Paralaxe – PR-FAK

Projeto	213034
Base	Gurupi - TO
Aeronave	PR-FAK
Data	15- Jan-2014
Voo	303

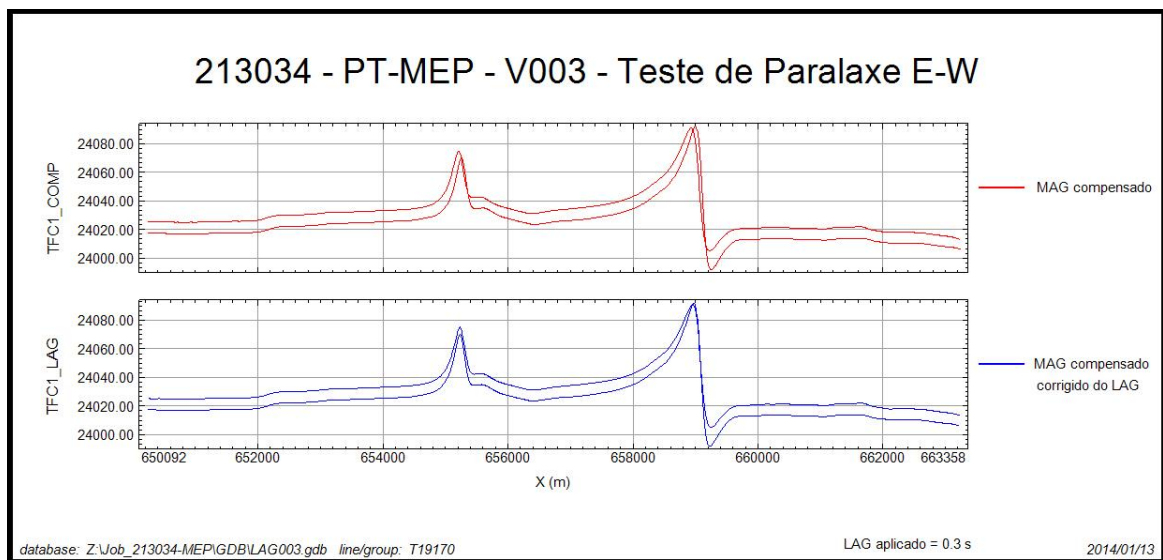


MAG Compensado = Campo Magnético Total Compensado

MAG Compensado corrigido de LAG = Campo Magnético Total Compensado Corrigido Paralaxe (0,30 segundos)

Paralaxe – PT-MEP

Projeto	213034
Base	Gurupi - TO
Aeronave	PT-MEP
Data	11- Jan-2014
Voo	003



MAG Compensado = Campo Magnético Total Compensado

MAG Compensado corrigido de LAG = Campo Magnético Total Compensado Corrigido Paralaxe (0,30 segundos)

ANEXO III – CONTEÚDO DOS DVD-ROMs

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

Um total de 1 CD-ROM e 2 DVD-ROMs compõem a totalidade dos arquivos conforme descrito abaixo:

Mídia	Conteúdo
CD#1	- Relatório Final
DVD#01	- Banco de Dados <i>Geosoft</i> - Gamaespectrometria 256 canais, Gamaespectrometria e Magnetometria (WGS84 - Zona UTM 22S)
	- Arquivos de Plotagem HPGL (Escala 1:100.000, 1:250.000 e 1:500.000)
	- Arquivos PDF (Escala 1:100.000, 1:250.000 e 1:500.000)
	- Metadados do Projeto
	- Articulação das Folhas (Escala 1:100.000 e 1:250.000)
DVD#02	- Grids e GeoTiff (WGS84 - Zona UTM 22S)
	- Arquivos de mapas <i>Geosoft</i> (Escala 1:100.000, 1:250.000 e 1:500.000)
	- Arquivos de Poligonas (PLY) das Folhas nas escalas 1:100.000 e 1:250.000
	- Arquivos XYZ - Magnetometria e Gamaespectrometria e Cruzamentos (WGS84 - Zona UTM 22S)

Estrutura dos Arquivos de Mapas:

- A codificação para os arquivos de mapas é apresentada a seguir, onde o asterisco presente refere-se a codificação das folhas:

1126_*_1DV = 1ª Derivada Vertical do Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF)

1126_*_Mag = Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF)

1126_*_Sinal = Sinal Analítico do Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF)

1126_*_MDT = Modelo Digital do Terreno

1126_*_CT = Contagem Total ($\mu\text{R/h}$)

1126_*_Kperc = Potássio (%)

1126_*_eU = Urânio (ppm)

1126_*_eTh = Tório (ppm)

1126_*_ThKRAZAO = Razão Tório/Potássio

1126_*_UThRAZAO = Razão Urânio/Tório

1126_*_UKRAZAO = Razão Urânio/Potássio

1126_*_TERNÁRIO = Ternário (K-U-Th)

1126_*_PATH = Traços das Linhas de Voo

Exemplos:

1126_SC22ZC3_Mag.map – *Geosoft* MAP da Folha SC.22-Z-C-III Escala 1:100.000 do Campo Magnético Total (Reduzido IGRF)

1126_SC22ZC_Sinal.map – *Geosoft* MAP da Folha SC.22-Z-C Escala 1:250.000 do Sinal Analítico do Campo Magnético Total (Reduzido IGRF)

1126_ThKRAZAO_500.map – *Geosoft* MAP da Folha Única na Escala 1:500.000 da Razão Tório/Potássio

Observações:

- A codificação para os arquivos PRN segue a mesma regra utilizada para os arquivos de Mapas *Geosoft* (*.MAP).
- A sigla HPGL significa: *Hewlett-Packard Graphics Language* ©.
- O prefixo 1124 em todos os arquivos corresponde ao nº do projeto na Base Aero da CPRM.

Arquivos de GRIDS:

Arquivo	Conteúdo	Unidade
1126_Mag.grd	Campo Magnético Total (Reduzido IGRF)	nT
1126_1DV.grd	1ª Derivada Vertical do Campo Magnético Total	nT/m
1126_Sinal.grd	Sinal Analítico do Campo Magnético Total	nT/m
1126_CT.grd	Taxa de Exposição da Contagem Total	µR/h
1126_Kperc.grd	Concentração de Potássio	%
1126_eU.grd	Concentração de Urânio	ppm
1126_eTh.grd	Concentração de Tório	ppm
1126_ThKRAZAO.grd	Razão Tório/Potássio	-
1126_UKRAZAO.grd	Razão Urânio/Potássio	-
1126_ThRAZAO.grd	Razão Urânio/Tório	-
1126_MDT.grd	Modelo Digital do Terreno	m

Arquivos de Banco de Dados GDB:

Arquivo	Conteúdo
1126_GamaLine.gdb	Banco de dados de gamaespectrometria com as linhas de voo
1126_GamaTie.gdb	Banco de dados de gamaespectrometria com as linhas de controle
1126_MagLine.gdb	Banco de dados de magnetometria com as linhas de voo
1126_MagTie.gdb	Banco de dados de magnetometria com as linhas de controle
1126_Gama256.gdb	Banco de dados de gamaespectrometria com os 256 canais <i>up</i> e <i>down</i> .

Arquivos de Banco de Dados XYZ :

Arquivo	Conteúdo
1126_GamaLine.XYZ	Gamaespectrometria Linhas de Voo
1126_GamaTie.XYZ	Gamaespectrometria Linhas de Controle
1126_MagLine.XYZ	Magnetometria Linhas de Voo
1126_MagTie.XYZ	Magnetometria Linhas de Controle

Arquivos de Cruzamentos:

Arquivo	Conteúdo
1126_Cruzamentos.XYZ	Cruzamentos do Nivelamento Magnetométrico

Folhas Cartográficas

Arquivo	Conteúdo
SC22ZC3.PLY	Polígono referente a folha SC.22-Z-C-III
SC22ZC6.PLY	Polígono referente a folha SC.22-Z-C-VI
SD22XA3.PLY	Polígono referente a folha SD.22-X-A-III
SD22XA5.PLY	Polígono referente a folha SD.22-X-A-V
SD22XA6.PLY	Polígono referente a folha SD.22-X-A-VI
SD22XC2.PLY	Polígono referente a folha SD.22-X-C-II
SD22XC3.PLY	Polígono referente a folha SD.22-X-C-III
SD22XD1.PLY	Polígono referente a folha SD.22-X-D-I
SC22ZC.PLY	Polígono referente a folha SD.22-Z-C
SD22XA.PLY	Polígono referente a folha SD.22-X-A
SD22XC.PLY	Polígono referente a folha SD.22-X-C
SD22XD.PLY	Polígono referente a folha SD.22-X-D

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

Todas as coordenadas do projeto (GDB, mapas, XYZ, grids) estão referenciadas ao Datum WGS-84. As coordenadas métricas estão projetadas em UTM Zona 22 Sul.

ANEXO IV – FORMATO DE GRAVAÇÃO DOS DADOS DO PROJETO

PROJETO AEROGEOFÍSICO RIO FORMOSO
FORMATO DIGITAL DOS DADOS MAGNETOMÉTRICOS PARA AS
LINHAS DE CONTROLE

ARQUIVO XYX (FORMATO GEOSOFT) PARA DADOS MAGNÉTICOS (LINHAS DE CONTROLE - TIE)

REGISTRO MESTRE DIAS LINHAS DE VOO	REGISTRO	NUMERO DA LINHA	TIE
	X	5	
	Y	10	
	Z1	25	
	Z2	35	
	Z3	40	
	Z4	50	
	Z5	55	
	Z6	65	
	Z7	75	
	Z8	85	
	Z9	95	
DE DETALHE MAGNETICO	Z10	5	
	Z11	15	
	Z12	25	
	Z13	35	
	Z14	45	
	Z15	55	
	Z16	65	
	Z17	75	
	Z18	85	
		95	

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

Linha	Voo	Fiducial Inicial	Fiducial Final
L10010	5	1597	3104
L10020	5	3277	4763
L10030	5	4918	6432
L10040	5	6606	8075
L10050	6	9970	11538
L10060	6	11680	13170
L10070	7	9714	10318
L10071	9	10263	11181
L10080	7	11481	12955
L10090	8	1579	2564
L10091	9	9551	10092
L10100	12	9353	10119
L10101	12	11796	12436
L10110	12	10247	11654
L10120	13	1520	2945
L10130	13	3097	4494
L10140	13	4603	6022
L10150	13	6153	7554
L10160	13	7658	9074
L10170	13	9203	10614
L10180	13	10751	12165
L10190	13	12306	13722
L10200	13	13819	15237
L10210	13	15366	15892
L10211	14	15940	16811
L10220	14	2237	3629
L10230	14	3772	5159
L10240	14	5336	6725
L10250	14	6846	8221
L10260	14	8364	9754
L10270	14	9874	11232
L10280	14	11372	12765
L10290	14	12886	14252
L10300	14	14388	15803
L10310	15	1585	3051
L10320	15	3183	4569
L10330	15	4701	6176
L10340	15	6314	7695
L10350	15	7821	9283
L10360	15	9414	10804
L10370	15	10938	12384
L10380	15	12512	13885
L10390	15	14012	15441
L10400	15	15564	16944
L10410	16	1671	3158
L10420	16	3311	4682
L10430	16	4821	6311
L10440	16	6459	7819

Linha	Voo	Fiducial Inicial	Fiducial Final
L10450	16	8136	9637
L10460	16	9773	11141
L10470	16	11281	12761
L10480	16	12906	14262
L10490	16	14402	15872
L10500	16	16006	17384
L10510	17	1488	2888
L10520	17	3048	4448
L10530	17	4578	5970
L10540	17	6113	7510
L10550	17	7639	9013
L10560	17	9161	10573
L10570	17	10686	12061
L10580	17	12209	12606
L10581	17	13266	13768
L10582	18	10002	10541
L10590	18	10661	12050
L10600	18	12196	13688
L10610	19	1433	2851
L10620	19	3016	4406
L10630	19	4531	5964
L10640	19	6106	7503
L10650	19	7620	9036
L10660	19	9189	10597
L10670	20	1433	2862
L10680	20	2992	4390
L10690	20	4520	5953
L10700	20	6106	7511
L10710	20	7711	9166
L10720	20	9314	10453
L10721	21	14076	14358
L10730	21	1425	2893
L10740	21	3047	4451
L10750	21	5301	6086
L10751	43	15510	16295
L10760	21	6226	7627
L10770	21	7757	9234
L10780	21	9370	10783
L10790	21	10907	12395
L10800	21	12529	13940
L10810	28	1654	3208
L10820	28	3356	4851
L10830	28	5014	6555
L10840	28	6706	8183
L10850	28	8349	9873
L10860	28	10028	11519
L10870	29	1771	3276
L10880	29	3452	5059

Linha	Voo	Fiducial Inicial	Fiducial Final
L10890	29	5193	6699
L10900	29	6821	8426
L10910	29	8588	10089
L10921	41	2022	3554
L10930	31	3573	5100
L10940	31	5230	6806
L10950	31	6969	8504
L10961	41	3741	5503
L10971	42	4424	6022
L10980	33	2619	4274
L10990	33	4487	6017
L11000	33	6263	7884
L11010	33	8029	9576
L11020	34	1597	3272
L11031	35	804	1436
L11033	42	1444	2485
L11043	41	5654	7199
L11050	39	1703	3301
L11060	39	3468	5107
L11070	39	5277	6893
L11080	39	7054	8686
L11090	39	8851	10459
L11100	39	10588	12301
L11110	40	1837	3417
L11120	40	3674	5359
L11130	40	5559	7143
L11140	40	7302	8981
L11150	40	9160	10704
L11160	40	10832	12430
L11170	40	12590	14166
L11180	41	7361	9107
L11190	41	9286	10839
L11200	41	10983	12718
L11210	41	12856	14360
L11220	42	2703	4183
L11230	43	2391	3858
L11240	43	4035	5867
L11250	43	6052	7500
L11260	43	8030	9878
L11270	43	10017	11481
L11280	43	11641	13417
L11290	43	13565	14994
L11300	44	1307	2820
L11310	44	2976	4672
L11320	44	4822	6322
L11330	44	6463	8109
L11340	45	2101	3623
L11350	45	3870	5632

Linha	Voo	Fiducial Inicial	Fiducial Final
L11360	45	5847	7360
L11370	45	7682	9424
L11380	45	9639	11142
L11390	45	11246	12986
L11400	45	13096	14587
L11410	45	14686	16385
L11420	46	3777	5445
L11430	46	2049	3606
L11440	46	5590	6290
L11441	46	7118	7948
L11450	46	8280	9943
L11460	46	10095	11638
L11470	46	11741	13415
L11480	49	1824	3456
L11490	49	3590	5132
L11500	49	5304	6901
L11510	50	2107	3663
L11520	50	3799	5293
L11530	50	5422	6967
L11540	50	7115	8597
L11550	50	8731	10294
L11560	50	10383	11872
L11570	50	12008	13535
L11580	50	13644	15126
L11590	50	15238	16817
L11600	51	1752	3332
L11610	51	3477	4995
L11620	51	5130	6676
L11630	51	6815	8308
L11640	51	8451	10016
L11650	51	10135	11657
L11660	51	11780	13328
L11670	51	13431	14921
L11680	52	1817	3416
L11690	52	3537	5149
L11700	52	5274	6862
L11710	52	6994	8532
L11720	52	8661	10240
L11730	52	10369	11866
L11740	52	11990	13513
L11750	52	13620	15145
L11760	53	2308	3921
L11770	53	4061	5632
L11780	53	5768	7312
L11790	53	7421	9011
L11800	53	9169	10718
L11810	53	10829	12380
L11820	53	12525	14031

Linha	Voo	Fiducial Inicial	Fiducial Final
L11830	53	14153	15768
L11840	55	2358	3972
L11850	55	4120	5694
L11860	55	5820	7374
L11870	57	3513	5090
L11880	57	5198	5776
L11881	57	6552	7553
L11890	55	7727	9303
L11900	55	9419	9972
L11901	57	2406	3404
L11910	57	7700	9249
L11920	57	9354	10895
L11930	57	11023	12560
L11940	57	12690	14191
L11950	57	14312	15877
L11960	58	2179	3765
L11970	58	3884	5451
L11980	58	5582	7073
L11990	58	7185	8703
L12000	58	8812	10293
L12010	58	10412	11942
L12020	58	12045	13598
L12030	58	13694	15230
L12040	59	2152	3663
L12050	59	3827	5369
L12060	59	5520	7054
L12070	59	7179	8712
L12080	59	8784	10294
L12090	59	10429	11255
L12091	60	2278	3126
L12100	60	3244	4665
L12110	60	4816	6476
L12120	60	6596	8022
L12130	60	8187	9827
L12140	60	9973	11366
L12150	60	11497	13125
L12160	61	2673	3931
L12161	63	4119	4445
L12170	61	4446	6043
L12180	61	6288	7806
L12190	61	7941	9495
L12200	61	9677	10881
L12201	63	5204	5497
L12210	61	11384	12673
L12211	63	5677	5988
L12220	63	2434	3953
L12230	63	7197	8816
L12240	63	9010	10520

Linha	Voo	Fiducial Inicial	Fiducial Final
L12250	63	10713	11712
L12251	64	2265	2845
L12260	64	3024	4544
L12270	64	4971	6568
L12280	65	3154	4266
L12281	65	10975	11423
L12285	368	3050	4296
L12290	65	4952	6043
L12291	65	11905	12345
L12295	368	4480	5726
L12300	65	6207	7317
L12301	66	3554	4013
L12305	368	5957	7218
L12310	65	8017	9138
L12311	66	4499	4946
L12315	368	7380	8608
L12320	65	9368	10905
L12325	369	1961	3204
L12330	65	12539	14089
L12335	369	3360	4626
L12340	68	11750	13203
L12345	369	4803	6042
L12350	68	9958	11565
L12355	369	6196	7458
L12360	68	8331	9800
L12365	369	7641	8866
L12370	68	6517	8155
L12375	369	9008	10263
L12380	68	4842	6325
L12385	369	10438	11676
L12390	67	14427	15931
L12395	369	11800	13048
L12400	67	12684	14283
L12405	71	9576	10835
L12410	67	10999	12493
L12415	71	10987	12303
L12420	67	9225	10842
L12425	72	2100	3485
L12430	67	7498	9008
L12435	72	3613	4839
L12440	67	5744	7353
L12445	72	5095	6486
L12450	67	4018	5536
L12455	72	6604	7800
L12460	67	2257	3878
L12465	72	7973	9118
L12466	72	9915	10181
L12470	66	7260	8775

Linha	Voo	Fiducial Inicial	Fiducial Final
L12475	72	14530	15940
L12480	66	5227	6807
L12485	72	11654	13088
L12490	66	1817	3374
L12495	72	13222	14389
L12502	68	2831	4450
L12505	70	5326	6580
L12510	367	7723	9152
L12515	70	8380	9649
L12520	367	6219	7609
L12525	70	11159	12418
L12530	367	4685	6118
L12535	70	9715	10986
L12540	367	3153	4554
L12546	70	6840	8132
L12550	367	1639	3065
L12555	70	12489	13759
L12560	366	10220	11736
L12565	71	8028	9297
L12570	366	8587	10066
L12575	71	6591	7848
L12580	366	6938	8431
L12585	71	5131	6424
L12590	366	5288	6778
L12595	71	3702	4969
L12600	366	3652	5147
L12607	71	2230	3534
L12610	366	1996	3486
L12615	387	9438	10644
L12620	365	9749	11210
L12625	387	7987	9331
L12630	365	8126	9610
L12635	387	6577	7770
L12640	365	6513	7983
L12645	387	5065	6468
L12650	365	4862	6357
L12655	387	2075	3309
L12660	365	3269	4738
L12665	386	11856	13327
L12670	365	1626	3131
L12675	386	10423	11695
L12680	364	7307	8716
L12685	386	8884	10285
L12690	364	5736	7174
L12695	386	7323	8621
L12700	364	4219	5632
L12705	386	5793	7189
L12710	364	1816	3242

Linha	Voo	Fiducial Inicial	Fiducial Final
L12715	386	4274	5571
L12720	362	12952	14426
L12725	386	2713	4137
L12730	362	11348	12823
L12735	386	1234	2522
L12740	362	9739	11223
L12745	385	9005	10333
L12750	362	8123	9586
L12755	385	7528	8747
L12760	362	6502	7998
L12765	385	6420	7379
L12766	387	3696	4128
L12770	362	4888	6369
L12775	385	4479	5714
L12780	362	3263	4764
L12785	385	2905	4319
L12790	362	1623	2955
L12791	364	3347	3493
L12795	385	1504	2733
L12800	361	3376	4867
L12805	384	11836	13219
L12810	361	1740	3230
L12815	384	10425	11657
L12820	360	9492	11044
L12825	384	8906	10279
L12830	360	7931	9344
L12835	384	7367	8620
L12840	360	6241	7816
L12845	384	5853	7216
L12850	360	4743	6129
L12855	384	4444	5695
L12860	360	3136	4637
L12865	384	2904	4283
L12870	360	1629	3029
L12875	384	1480	2745
L12880	359	5726	7144
L12885	383	8958	10241
L12890	359	4223	5612
L12895	383	7500	8773
L12900	359	2705	4128
L12905	383	5799	7137
L12910	359	1196	2598
L12915	383	4333	5615
L12920	358	12887	14400
L12925	383	2828	4174
L12930	358	11282	12736
L12935	383	1388	2667
L12940	358	9663	11164

Linha	Voo	Fiducial Inicial	Fiducial Final
L12945	382	12429	13762
L12950	358	8037	9505
L12955	382	10998	12273
L12960	358	6402	7889
L12965	382	9437	10759
L12970	358	4776	6239
L12975	382	7991	9275
L12980	358	3145	4630
L12985	382	6363	7678
L12990	358	1527	3020
L12995	382	4917	6211
L13000	357	6222	7678
L13005	382	3426	4752
L13010	357	4599	6088
L13015	382	1907	3255
L13020	357	2954	4454
L13025	381	8450	9679
L13030	357	1321	2823
L13035	381	7024	8324
L13040	356	12138	13542
L13045	381	5666	6896
L13050	356	10617	12017
L13055	381	4062	5390
L13060	356	9103	10503
L13065	381	2653	3924
L13070	356	7590	8991
L13075	381	1176	2513
L13080	356	6090	7492
L13085	380	12494	13766
L13090	356	4582	5987
L13095	380	11038	12356
L13100	356	3081	4483
L13105	380	9613	10902
L13110	356	1530	2969
L13115	380	7937	9257
L13120	355	13934	15491
L13125	380	6503	7802
L13130	355	12190	13783
L13135	380	5027	6355
L13140	355	10498	12058
L13145	380	3601	4890
L13150	355	8736	10341
L13155	380	2083	3446
L13160	355	7079	8626
L13165	379	9070	10289
L13170	355	5339	6960
L13175	379	7628	8931
L13180	355	3653	5216

Linha	Voo	Fiducial Inicial	Fiducial Final
L13185	379	6274	7493
L13190	355	1893	3544
L13195	379	4805	6135
L13200	354	15620	17019
L13205	379	3398	4665
L13210	354	14081	15513
L13215	379	1877	3237
L13220	354	12585	13988
L13225	378	12709	13998
L13230	354	11047	12481
L13235	378	11160	12550
L13240	354	9561	10950
L13245	378	9767	11019
L13250	354	7987	9441
L13255	378	8104	9479
L13260	354	6479	7879
L13265	378	6696	7943
L13270	354	4929	6372
L13275	378	4917	6309
L13280	354	3421	4823
L13285	378	3496	4758
L13290	354	1865	3311
L13295	378	1889	3334
L13300	353	6695	8153
L13305	376	8154	9524
L13310	353	4953	6555
L13315	376	6648	7970
L13320	353	3349	4818
L13325	376	5082	6463
L13330	353	1609	3201
L13335	376	3556	4865
L13340	352	10869	12470
L13345	376	1982	3379
L13350	352	9287	10716
L13355	375	1533	2738
L13360	352	7547	9169
L13365	374	5040	6274
L13370	352	5574	7051
L13375	374	3666	4890
L13380	352	3854	5448
L13385	374	2240	3505
L13390	352	2218	3691
L13395	374	940	2104
L13400	350	7827	9349
L13405	373	11851	13359
L13410	350	6204	7669
L13415	373	10410	11657
L13420	350	4545	6091

Linha	Voo	Fiducial Inicial	Fiducial Final
L13425	373	8882	10280
L13430	350	971	2432
L13435	373	7480	8723
L13440	349	4172	4843
L13441	350	3602	4401
L13445	373	5903	7358
L13450	349	3342	3982
L13451	350	2560	3415
L13455	373	4501	5735
L13460	349	1789	3223
L13465	373	2914	4347
L13470	349	251	1654
L13475	373	1469	2722
L13480	349	8457	9886
L13485	372	8874	10259
L13490	349	6921	8328
L13495	372	7361	8614
L13500	349	5348	6785
L13505	372	5735	7207
L13510	349	1911	3324
L13515	372	4301	5524
L13520	348	14523	15268
L13521	349	4433	5204
L13525	372	2658	4136
L13530	348	13665	14320
L13531	349	3463	4234
L13535	372	1185	2418
L13540	348	11910	13545
L13545	371	2568	3985
L13550	348	10343	11781
L13555	371	1223	2409
L13560	348	8533	10184
L13565	370	7687	8894
L13570	348	6863	8299
L13575	370	6346	7544
L13580	348	5089	6732
L13585	370	4974	6194
L13590	348	1410	2914
L13595	370	3625	4822
L13600	345	11042	11782
L13601	348	4144	4942
L13605	370	2236	3467
L13610	345	10026	10702
L13611	348	3042	3940
L13615	370	870	2073
L13620	345	8295	9898
L13630	345	6656	8148
L13640	345	4932	6528

Linha	Voo	Fiducial Inicial	Fiducial Final
L13650	345	3300	4792
L13660	345	1526	3160
L13670	345	1791	3309
L13680	342	14792	15506
L13681	345	530	1356
L13690	342	13929	14600
L13691	345	3457	4336
L13700	342	12270	13813
L13710	342	10669	12139
L13720	342	8379	9936
L13730	342	6798	8250
L13740	342	5091	6683
L13750	342	1422	2907
L13760	339	13296	14053
L13761	342	4105	4928
L13770	339	12467	13099
L13771	342	3076	3906
L13780	339	10667	12342
L13790	339	9094	10516
L13800	339	7261	8966
L13810	339	3605	5002
L13820	338	8104	8824
L13821	339	6325	7099
L13830	338	7243	7903
L13831	339	5148	6081
L13840	338	5543	7117
L13850	338	3933	5389
L13860	338	2187	3796
L13870	338	564	2027
L13880	337	11227	12835
L13890	337	9619	11076
L13900	337	7882	9492
L13910	337	6271	7738
L13920	337	4543	6146
L13930	337	2262	3765
L13940	336	994	2505
L13950	335	2507	4045
L13960	334	6622	8112
L13970	334	4962	6486
L13980	334	4125	4819
L13981	337	3599	4431
L13990	334	3230	3920
L13991	337	2541	3411
L14000	334	2385	3085
L14001	337	1549	2380
L14010	334	1481	2164
L14011	337	465	1332
L14020	334	611	1301

Linha	Voo	Fiducial Inicial	Fiducial Final
L14021	336	6725	7536
L14030	334	800	1489
L14031	336	5738	6591
L14040	333	15262	15965
L14041	336	4684	5509
L14050	333	14399	15075
L14051	336	3698	4538
L14060	333	13004	13700
L14061	336	2653	3481
L14070	333	12136	12818
L14071	335	287	1129
L14080	333	11313	12016
L14081	335	13451	14256
L14090	333	10433	11126
L14091	335	12383	13236
L14100	333	9336	10040
L14101	335	11429	12241
L14110	333	8462	9165
L14111	335	10375	11222
L14120	333	7629	8329
L14121	335	9395	10213
L14130	333	5678	6381
L14131	335	8332	9174
L14140	333	4840	5544
L14141	335	7369	8186
L14150	333	3956	4664
L14151	335	6312	7165
L14160	333	3106	3819
L14161	335	5324	6168
L14170	333	2218	2931
L14171	335	4273	5116
L14180	332	6236	7726
L14190	332	4512	6127
L14200	332	2935	4410
L14210	332	1240	2811
L14220	331	12667	14176
L14230	331	10962	12571
L14240	331	9361	10858
L14250	331	7658	9272
L14260	331	6053	7550
L14270	331	3970	5585
L14280	330	17649	18467
L14281	331	3139	3839
L14290	330	15919	17569
L14300	330	14338	15834
L14310	330	12579	14224
L14320	330	10961	12462
L14330	330	8926	10566

Linha	Voo	Fiducial Inicial	Fiducial Final
L14340	330	7297	8809
L14350	326	7437	8733
L14351	331	1806	2128
L14360	326	5674	7221
L14370	326	3843	5434
L14380	326	2039	3618
L14390	325	14332	15453
L14391	331	16444	16859
L14400	325	12536	14106
L14410	325	10740	12310
L14420	325	8921	10489
L14430	325	7109	8700
L14441	330	5554	7179
L14451	330	3897	5429
L14461	330	2129	3785
L14470	323	14500	16150
L14480	323	12772	14300
L14490	323	10920	12573
L14500	323	9087	10600
L14510	323	7254	8875
L14520	323	5481	7022
L14530	321	10013	11024
L14531	331	14456	15027
L14540	321	8249	9794
L14550	320	9516	10726
L14551	322	2868	3189
L14560	320	7693	9322
L14570	320	5913	7459
L14580	320	4053	5693
L14590	319	3438	4792
L14591	320	3549	3845
L14600	319	1711	3209
L14610	318	7702	9381
L14620	318	6014	7474
L14630	318	3993	5682
L14640	318	2228	3765
L14650	323	1898	3457
L14660	322	14360	14951
L14661	323	3716	4737
L14670	322	12541	14120
L14680	322	10716	12279
L14690	322	8908	10505
L14700	322	7135	8700
L14710	322	5322	6946
L14720	322	3521	5115
L14730	321	6398	7823
L14731	322	2088	2261
L14740	317	10446	11529

Linha	Voo	Fiducial Inicial	Fiducial Final
L14741	321	3996	4472
L14750	317	8693	10264
L14760	317	5258	6853
L14770	317	3797	5071
L14771	320	2247	2552
L14780	317	2412	3560
L14781	317	8057	8507
L14790	317	1145	2178
L14791	317	6989	7559
L14800	316	14426	16081
L14810	316	12705	14244
L14820	316	10842	12527
L14830	316	9087	10609
L14840	316	7161	8883
L14850	316	5400	6946
L14860	316	3509	5205
L14870	316	1724	3290
L14880	321	4637	6206
L14890	314	11710	13324
L14900	314	9982	11502
L14910	314	8130	9735
L14920	314	6368	7900
L14930	314	4498	6130
L14940	314	2713	4237
L14950	313	10475	12040
L14960	313	8759	10247
L14970	313	7051	8618
L14980	313	5407	6879
L14990	313	3569	5171
L15000	313	2569	3377
L15001	321	2541	3269
L15010	310	10770	12307
L15020	310	9139	10617
L15030	310	7461	9005
L15040	310	5848	7317
L15050	310	4107	5705
L15060	309	1490	2056
L15061	310	3005	3962
L15070	308	10658	12251
L15080	308	8969	10517
L15090	308	7219	8781
L15100	308	5565	7071
L15110	308	3850	5426
L15120	308	2175	3701
L15130	307	9806	11299
L15140	307	8208	9675
L15150	307	6605	8096
L15160	307	4932	6451

Linha	Voo	Fiducial Inicial	Fiducial Final
L15170	307	3220	4790
L15180	307	1526	3040
L15190	306	10870	12521
L15200	306	9207	10710
L15210	306	7494	9068
L15220	306	5858	7342
L15230	306	3916	5517
L15240	306	2207	3755
L15250	305	3946	5536
L15260	305	2218	3775
L15270	304	11029	12626
L15280	304	9344	10859
L15290	304	7624	9213
L15300	304	5947	7472
L15310	304	4202	5794
L15320	303	15288	15579
L15321	304	2524	3763
L15330	303	13577	15179
L15340	303	11855	13414
L15350	303	10149	11740
L15360	303	8426	10010
L15370	303	6712	8275
L15380	303	4981	6550
L15390	303	3278	4845
T19010	6	1702	2134
T19011	6	2707	5915
T19020	6	6121	9659
T19031	12	1431	4871
T19035	69	2403	3387
T19040	7	5443	9156
T19045	69	3616	4572
T19050	9	1684	5258
T19055	69	4811	5776
T19060	9	5482	9172
T19065	69	5980	6914
T19070	12	5634	9090
T19075	69	7112	8069
T19080	18	1422	4930
T19085	69	8277	9233
T19090	18	5133	7259
T19091	18	7947	9215
T19095	69	9414	10343
T19100	22	1983	5703
T19105	69	10553	11467
T19110	22	5930	9670
T19115	69	12153	13109
T19120	22	9875	13480