



INFORMAÇÕES INTEGRADAS PARA PROTEÇÃO DA AMAZÔNIA
IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE CARTOGRAFIA DA AMAZÔNIA
CARTOGRAFIA GEOLÓGICA

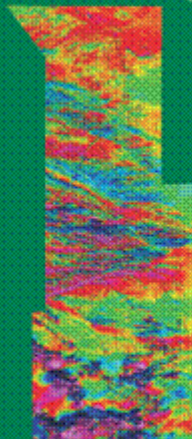


PROJETO AEROGEOFÍSICO
TUCURUI

Dados Digitais – Magnetometria/Gamaespectrometria

Escala: 1:100.000,
1:250.000 e 1:500.000

VOLUME I
TEXTO TÉCNICO





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 TUCURUÍ

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

VOLUME I

TEXTO TÉCNICO

**AGOSTO / 2010
LASA PROSPECÇÕES S/A.**



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

CASA CIVIL

Dilma Roussef
Ministra-Chefe

GABINETE DE SEGURANÇA INSTITUCIONAL - GSI

Jorge Armando Félix
Ministro

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA - MME

Edison Lobão
Ministro

Cláudio Scliar
Secretário de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

CENTRO GESTOR E OPERACIONAL DO SISTEMA DE PROTEÇÃO DA AMAZÔNIA - CENSIPAM

Rogério Guedes Soares
Diretor-Geral

Bruno Morelli Faria
Diretor de Administração e Finanças

Wougran Soares Galvão
Diretor de Produtos

Cristiano da Cunha Duarte
Diretor Técnico

CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL

Agamenon Sérgio Lucas Dantas
Diretor-Presidente

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

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

José Ribeiro Mendes
Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial - DHT

Eduardo Santa Helena da Silva
Diretor de Administração e Finanças - DAF

Inácio de Medeiros Delgado
Departamento de Geologia – DEGEO

Maria Laura Vereza de Azevedo
Divisão de Geofísica – DIGEOF

Ludwig Zellner
Assistente - DIGEOF

João Batista Freitas de Andrade
Coordenador – DIGEOF

SUPERINTENDÊNCIA DE BELÉM

Manfredo Ximenes Ponte
Superintendente

Evandro Klein
Gerência de Geologia e Recursos Minerais

FISCALIZAÇÃO DA AQUISIÇÃO DE DADOS

Ludwig Zellner
Bruno Menchio Faria

REVISÃO E COMPATIBILIZAÇÃO GERAL DOS RESULTADOS OBTIDOS

Alexandre Lisboa Lago
Paulo Marques Abreu
Diogo Alves de Sordi

APRESENTAÇÃO

Com o objetivo de levantar informações no chamado “vazio cartográfico” da Amazônia, **o governo do** Presidente Luiz Inácio Lula da Silva, através da Casa Civil e do Gabinete de Segurança Institucional, vem desenvolvendo desde 2008 o **PROJETO CARTOGRAFIA DA AMAZÔNIA**. Trata-se de um projeto coordenado pelo Centro Gestor e Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia - Censipam, executado pelas Forças Armadas Brasileiras (Exército, Força Aérea e Marinha) e pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM.

O projeto é composto de três grandes subprojetos, que envolvem as cartografias terrestre, náutica e geológica (geologia e aerogeofísica), e que visam à geração de informações que darão suporte no planejamento e execução de projetos de infra-estrutura a serem implantados na região. Serão geradas também informações estratégicas para o monitoramento regional, segurança e defesa regional, além de informações geológicas, de recursos minerais e geoambientais desta importante área do nosso território. Estes dados irão, com certeza, contribuir para o desenvolvimento e proteção da região amazônica, auxiliar na proposição de ações alternativas de exploração sustentável de seus recursos e, dessa forma, garantir a preservação de seu patrimônio para as gerações do futuro.

É importante ressaltar que o conhecimento geológico/geofísico do território brasileiro é instrumento indispensável para o planejamento e para a implementação de políticas públicas voltadas para o desenvolvimento sustentável dos recursos minerais, energéticos e hídricos do país. Paralelamente, ressalta-se também a importância do conhecimento geológico, na condição de fonte primordial de conhecimento do meio físico, para a execução de estudos de zoneamento ecológico-econômico e de gestão ambiental do território nacional.

É dentro deste contexto que temos a grata satisfação de disponibilizar à comunidade técnico-científica, aos empresários do setor mineral brasileiro e à sociedade em geral, o **PROJETO AEROGEOFÍSICO TUCURUÍ**, o qual faz parte do **PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL**, vinculado ao Ministério de Minas e Energia e à Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral, tendo sido executado pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM, através da sua Divisão de Geofísica – DIGEOF.

O desenvolvimento deste produto abrangeu uma área de 45.488 km² no Estado do Pará. Os trabalhos nesta área foram desenvolvidos através do recobrimento de 97.421 km de perfis de alta resolução e foram realizados com os métodos magnetométrico e gamaespectrométrico, com linhas de vôo e controle espaçadas de 500 m e 10.000 m, respectivamente, orientadas nas direções N-S e E-W.

MANOEL BARRETTO
Diretor de Geologia e Recursos Minerais

RESUMO

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

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

De acordo com o *Programa de Atividades Técnicas 2006 (PAT 2006)*, a CPRM – Serviço Geológico do Brasil, em 23 de Outubro de 2009, celebrou com a empresa LASA Prospecções S.A. o Contrato nº 056/PR/09 para executar os serviços de aquisição e processamento de dados aeromagnetométricos e aerogamaespectrométricos do *Projeto Aerogeofísico Tucuruí*, o qual localiza-se na porção centro-leste do Estado do Pará, na Região Norte do Brasil.

Para a etapa de aquisição de dados foram utilizadas as aeronaves modelo Cessna C206B Caravan de propriedade da LASA Prospecções S.A., prefixos PR-FAM e PR-FAS as quais realizaram o projeto no período de 13.04.2010 a 13.07.2010, totalizando 96.981 km de perfis.

Como base de operações para a etapa de aquisição de dados foi utilizada a cidade de Marabá (PA). Foi usado magnetômetro de bombeamento ótico de vapor de cézio da SCINTREX, modelo CS-3 e gamaespectrômetro da EXPLORANIUM, modelo GR-820, de 256 canais espectrais, bem como o sistema de navegação GPS com receptor de 12 canais da marca Trimble AgGPS-132.

Foram contratados 96.981 km de perfis geofísicos, abrangendo uma área de 45.488 km², para o recobrimento do projeto foram utilizadas cerca de 172,89 hs de voo, que resultaram no levantamento efetivo final de 97.421 km de perfis aprovados pela Fiscalização da CPRM - Serviço Geológico do Brasil. O processamento de dados e a elaboração do Relatório Final foram realizados entre os meses de agosto e setembro de 2010.

Os produtos finais do Projeto Aerogeofísico Tucuruí estão sendo apresentados sob a forma de Relatório Final (4 vias), que consiste em texto técnico (Volume I) e Anexos (Volumes II a XVII), 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) e imagem das Razões eU/eTh, eU/K e eTh/K.
- ❑ 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 19 Mapas Digitais de Traço de Linhas de Voo (escala 1:100.000), bem como dos arquivos digitais referentes aos metadados, dos arquivos XYZ (perfis) e em malhas (*grids*), estes últimos no tamanho de 125 x 125m, ambos no formato *GEOSOFT*, como também arquivos digitais de todos os mapas do projeto nas citadas escalas e o arquivo do texto, figuras e tabelas do Volume I do Relatório Final do Projeto em formato PDF, todos os arquivos gravados em DVD-ROM.

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

PROJETO AEROGEOFÍSICO TUCURUI

ÍNDICE DOS VOLUMES

VOLUME I	TEXTO TÉCNICO E ANEXOS
VOLUME II	ANEXOS – ESCALA: 1:100.000 • MAPA DE CONTOURNO DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF) (Folhas 1 a 19)
VOLUME III	ANEXOS – ESCALA: 1:100.000 • MAPA DE CONTOURNO DA 1ª DERIVADA VERTICAL DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF) (Folhas 1 a 19)
VOLUME IV	ANEXOS – ESCALA: 1:100.000 • MAPA DE CONTOURNO DO SINAL ANALÍTICO DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF) (Folhas 1 a 19)
VOLUME V	ANEXOS – ESCALA: 1:100.000 • MAPA DE CONTOURNO RADIOMÉTRICO DA TAXA DE EXPOSIÇÃO DO CANAL DE CONTAGEM TOTAL (Folhas 1 a 19)
VOLUME VI	ANEXOS – ESCALA: 1:100.000 • MAPA DE CONTOURNO RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DE POTÁSSIO (Folhas 1 a 19)
VOLUME VII	ANEXOS – ESCALA: 1:100.000 • MAPA DE CONTOURNO RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DE URÂNIO (Folhas 1 a 19)
VOLUME VIII	ANEXOS – ESCALA: 1:100.000 • MAPA DE CONTOURNO RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DE TÓRIO (Folhas 1 a 19)
VOLUME IX	ANEXOS – ESCALA: 1:100.000 • MAPA RADIOMÉTRICO DA RAZÃO URÂNIO/TÓRIO (Folhas 1 a 19)
VOLUME X	ANEXOS – ESCALA: 1:100.000 • MAPA RADIOMÉTRICO DA RAZÃO URÂNIO/POTÁSSIO (Folhas 1 a 19)
VOLUME XI	ANEXOS – ESCALA: 1:100.000 • MAPA RADIOMÉTRICO DA RAZÃO TÓRIO/POTÁSSIO (Folhas 1 a 19)

VOLUME XII	ANEXOS – ESCALA: 1:250.000 • MAPA DE CONTORNO DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF) (Folhas I a VII) • MAPA DE CONTORNO DA 1ª DERIVADA VERTICAL DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF) (Folhas I a VII)
VOLUME XIII	ANEXOS – ESCALA: 1:250.000 • MAPA DE CONTORNO DO SINAL ANALÍTICO DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF) (Folhas I a VII) • MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA TAXA DE EXPOSIÇÃO DO CANAL DE CONTAGEM TOTAL (Folhas I a VII)
VOLUME XIV	ANEXOS – ESCALA: 1:250.000 • MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DE POTÁSSIO (Folhas I a VII) • MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DE URÂNIO (Folhas I a VII)
VOLUME XV	ANEXOS – ESCALA: 1:250.000 • MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DE TÓRIO (Folhas I a VII) • MAPA RADIOMÉTRICO DA RAZÃO URÂNIO/TÓRIO (Folhas I a VII)
VOLUME XVI	ANEXOS – ESCALA: 1:250.000 • MAPA RADIOMÉTRICO DA RAZÃO URÂNIO/POTÁSSIO (Folhas I a VII) • MAPA RADIOMÉTRICO DA RAZÃO TÓRIO/POTÁSSIO (Folhas I a VII)
VOLUME XVII	ANEXOS – ESCALA: 1:500.000 – (Folha Única) • MAPA DE PSEUDO-ILUMINAÇÃO DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF) • MAPA DE PSEUDO-ILUMINAÇÃO DA 1ª DERIVADA VERTICAL DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF) • MAPA DE PSEUDO-ILUMINAÇÃO 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 DE PSEUDO-ILUMINAÇÃO DO MODELO DIGITAL DO TERRENO

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

PROJETO AEROGEOFÍSICO TUCURUÍ

VOLUME I - TEXTO TÉCNICO

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	1
2.	AQUISIÇÃO DE DADOS	5
2.1	Características do Levantamento	5
2.2	Equipamentos Utilizados	5
2.2.1	Aeronave	6
2.2.2	Aeromagnetômetro	6
2.2.3	Aerogamaespectrômetro.....	6
2.2.4	Sistemas de Aquisição de Dados.....	7
2.2.5	Sistema de Vídeo.....	8
2.2.6	Altímetros	8
2.2.7	Sistema de Navegação e Posicionamento.....	8
2.2.8	Magnetômetro Terrestre	9
2.3	Planejamento e Mobilização	9
2.3.1	Elaboração do Plano de Voo	9
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>).....	28
2.3.6	Calibração dos Detectores <i>Downward Looking</i>	29
2.3.7	Calibração do Detector <i>Upward Looking</i>	31
2.4	Compilação de Dados	31
2.5	Equipe Técnica na Base de Operações.....	33
3	PROCESSAMENTO DE DADOS.....	34
3.1	Fluxo de Processamento.....	34

3.1.1	Preparação do Banco de Dados do Levantamento	34
3.1.2	Processamento dos Dados Magnetométricos	34
3.1.2.1	Correção do Erro de Paralaxe	34
3.1.2.2	Remoção da Variação Magnética Diurna	35
3.1.2.3	Nivelamento dos Perfis	35
3.1.2.4	Micronivelamento dos Perfis	36
3.1.2.5	Remoção do IGRF	36
3.1.3	Processamento dos Dados Gamaespectrométricos	36
3.1.3.1	Correção do Tempo Morto	37
3.1.3.2	Aplicação de Filtragem	37
3.1.3.3	Correção do Erro de Paralaxe	37
3.1.3.4	Cálculo da Altura Efetiva (h_e) de Vôo	37
3.1.3.5	Remoção do Background da Aeronave e Cósmico	37
3.1.3.6	Remoção do <i>Background</i> do Radônio	38
3.1.3.7	Estimativa dos Coeficientes <i>Skyshine</i> (a_1 e a_2)	39
3.1.3.8	Correção do Efeito <i>Compton</i>	40
3.1.3.9	Correção Altimétrica (Coeficiente de Atenuação Atmosférica)	40
3.1.3.10	Conversão para Concentração de Elementos	41
3.1.3.11	Determinação das Razões eU/eTh , eU/K e eTh/K	42
3.2	Interpolação e Contorno	42
3.3	Arquivo Final de Dados	42
3.4	Equipe Envolvida no Processamento dos Dados	43
4.	CRONOGRAMA GERAL DAS OPERAÇÕES	45
5.	PRODUTOS FINAIS	46
5.1	Mapas de Contorno do Campo Magnético Total, da 1ª Derivada Vertical e do Sinal Analítico do Campo Magnético Total (reduzidos do IGRF)	50
5.2	Mapas Radiométricos das Concentrações de K, eU, eTh e Contagem Total	50
5.3	Mapa Radiométrico Ternário	50
5.4	Mapas das Razões Radiométricas eU/eTh , eU/K e eTh/K	50
5.5	Mapa de Pseudo-Iluminação do Modelo Digital do Terreno	51
5.6	Mapa de Traço de Linhas de Vôo	51

5.7	Relatório Final.....	51
5.8	Arquivos Digitais Finais	51
5.9	Arquivos de Poligonais	54
5.10	Produtos Originais.....	54
6.	PARTICIPAÇÃO DA CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL.....	61
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62

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 – Resultado dos Testes

ANEXO II – TESTES CONTRATUAIS

Anexo II-a – Teste de Altímetros

Anexo II-b – Compensação Magnética

Anexo II-c – Teste de Paralaxe

ANEXO III – QUADRO SINÓPTICOS DAS OPERAÇÕES DE CAMPO

ANEXO IV – CONTEÚDO DOS DVD-ROMs

ANEXO V – FORMATO DE GRAVAÇÃO DOS DADOS DO PROJETO

ANEXO VI – LISTAGEM DAS LINHAS APROVADAS E UTILIZADAS NO PROCESSAMENTO

ÍNDICE DAS FIGURAS

Figura 1 – Localização da Área do Projeto Aerogeofísico.....	1
Figura 2 – Vértices do Projeto.....	2
Figura 3 – Aeronave Cessna C-208B – PR-FAM.	3
Figura 4 – Aeronave Cessna C-208B – PR-FAS.....	4
Figura 5 – Mapa das Linhas de Vôo.....	10
Figura 6 – Gráfico da Estatística das Operações – PR-FAM.	11
Figura 7 – Gráfico da Estatística das Operações – PR-FAS.	12
Figura 8 – Movimentos de <i>Roll</i> , <i>Pitch</i> e <i>Yaw</i>	14
Figura 9 – Fluxograma do Processamento de Dados.	44
Figura 10 – Cronograma Geral das Operações.....	45
Figura 11 – Articulação das Folhas na Escala 1:100.000.....	48
Figura 12 – Articulação das Folhas na Escala 1:250.000.....	49
Figura 13 – Mapa Pseudo-Iluminado do Campo Magnético Total (reduzido do IGRF) (Azimute da Fonte Luminosa: 45°; Inclinação: 45°).	55
Figura 14 – Mapa do Sinal Analítico do Campo Magnético Total (reduzido do IGRF) (Azimute da Fonte Luminosa: 45°; Inclinação: 45°).	56
Figura 15 – Mapa Radiométrico da Taxa de Exposição do Canal de Contagem Total.....	57
Figura 16 – Mapa Radiométrico Ternário (K-U-Th) – (CMY <i>Inverted</i>).	58
Figura 17 – Mapa Radiométrico da Razão Tório / Potássio.....	59
Figura 18 – Mapa Pseudo-Iluminado do Modelo Digital do Terreno (Azimute da Fonte Luminosa: 45°; Inclinação: 45°).	60

ÍNDICE DAS TABELAS

Tabela 1 – Coordenadas Geográficas do Projeto.....	3
Tabela 2 – Equipamentos Utilizados.	5
Tabela 3 – Faixas Energéticas do Gamaespectrômetro e os Canais Correspondentes.	6
Tabela 4 – Estatística das Operações – Aeronave PR-FAM.	11
Tabela 5 – Estatística das Operações – Aeronave PR-FAS.....	12
Tabela 6 – Divisão das Linhas por Aeronave.....	13
Tabela 7 – Testes de Manobras - PR-FAM.	15
Tabela 8 – Testes de Manobras – PR-FAS.....	15
Tabela 9 – Testes Diários com Amostras Radioativas no Solo – PR-FAM.....	16
Tabela 10 – Testes Diários com Amostras Radioativas no Solo – PR-FAS	19
Tabela 11 – Testes Diários de Repetibilidades Radioativas – PR-FAM.....	22
Tabela 12 – Testes Diários de Repetibilidades Radioativas – PR-FAS.	26
Tabela 13 – Concentração dos Tanques de Calibração Transportáveis.	29
Tabela 14 – Coeficientes de Espalhamento <i>Compton</i>	29
Tabela 15 – <i>Background</i> da Aeronave e <i>Cosmic Stripping Ratios</i>	30
Tabela 16 – Constantes de Calibração do Radônio.	39
Tabela 17 – Coeficientes <i>Skyshine</i>	39
Tabela 18 – Coeficientes de Atenuação Atmosférica.....	41
Tabela 19 – Coeficientes de Sensibilidade	41
Tabela 20 – Valores Mínimos para Cálculo das Razões Radiométricas.	42
Tabela 21 – Características da Apresentação dos Mapas Aerogeofísicos.....	46
Tabela 22 – Características dos Intervalos de Contorno dos Mapas Aerogeofísicos.....	47
Tabela 23 – Banco de Dados Geosoft (GDB) – Magnetometria.....	52
Tabela 24 – Banco de Dados Geosoft (GDB) – Gamaespectrometria.	53
Tabela 25 – Banco de Dados Geosoft (GDB) – Gamaespectrometria 256 Canais.	54
Tabela 26 – Arquivo de Cruzamentos XYZ – Magnetometria.	54

1. INTRODUÇÃO

A área do levantamento aerogeofísico abrange a porção centro-leste do Estado do Pará na região norte do Brasil. A Figura 1 apresenta a área em relação a América do Sul, bem como o detalhe da mesma.



Figura 1 - Localização da Área do Projeto Aerogeofísico.

O levantamento aerogeofísico constou do recobrimento de 97.421 km de perfis aeromagnetométricos e aerogamaespectrométricos de alta resolução, com linhas de vôo e controle espaçadas de 500 m e 10 km, respectivamente, orientadas nas direções N-S e E-W. A Tabela 1 apresenta as coordenadas geográficas que definem o polígono que envolve a área pesquisada apresentada na Figura 2. A altura de vôo foi fixada em 100 m sobre o terreno.

As aeronaves Cessna C-208B Caravan, prefixos PR-FAM e PR-FAS foram responsáveis pela aquisição dos dados, adquirindo 92.720,83 km de linhas de vôo e 4.700,15 km de linhas de controle. As equipes utilizaram como base de operações a cidade Marabá (PA).

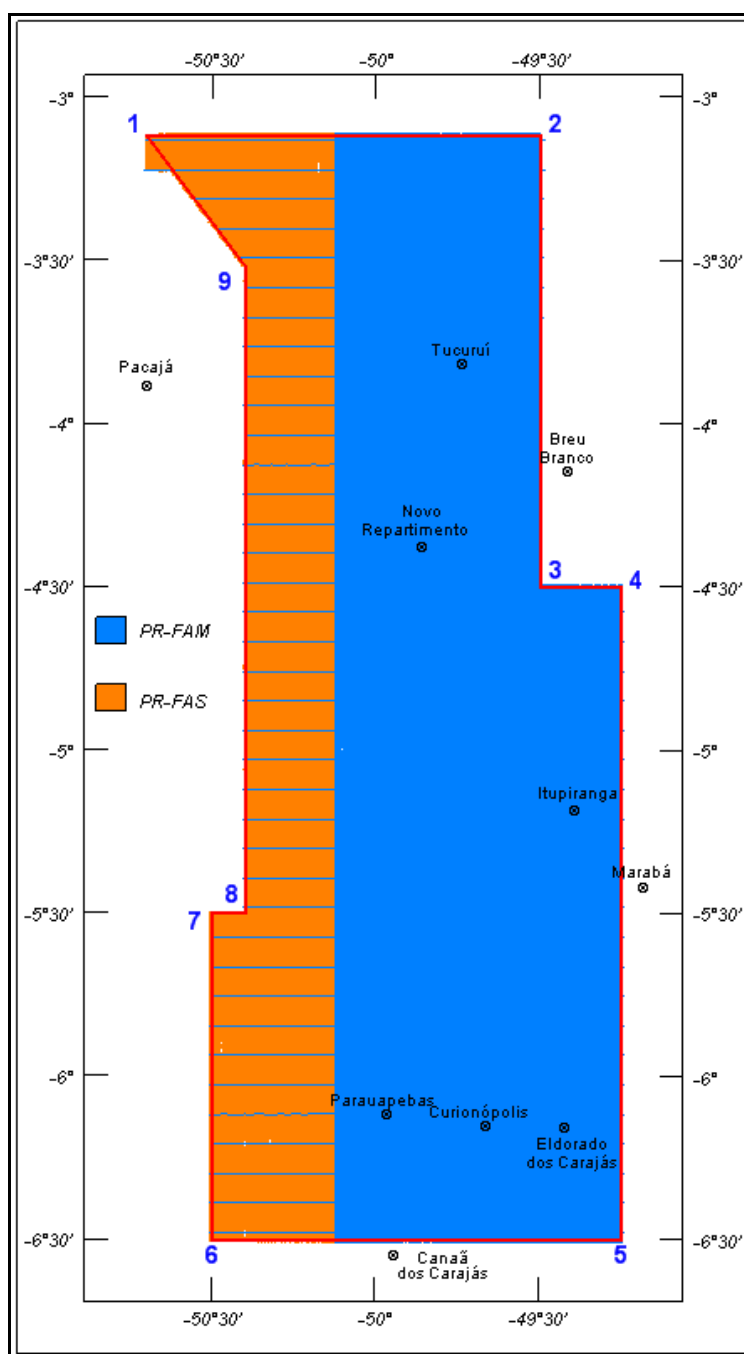


Figura 2 – Vértices do Projeto.

Tabela 1 - Coordenadas Geográficas do Projeto.

Vértice	Longitude	Latitude
1	-50°42'00"	-3°07'00"
2	-49°30'00"	-3°07'00"
3	-49°30'00"	-4°30'00"
4	-49°15'00"	-4°30'00"
5	-49°14'39"	-6°30'00"
6	-50°30'00"	-6°30'00"
7	-50°30'00"	-5°30'00"
8	-50°24'00"	-5°30'00"
9	-50°24'00"	-3°31'00"

Foram utilizadas as seguintes aeronaves para a execução deste projeto: Cessna C-208B Caravan prefixo PR-FAM (Figura 3), e Cessna C-208B Caravan prefixo PR-FAS (Figura 4), ambas de propriedade da LASA Prospecções S/A.



Figura 3 - Aeronave Cessna C-208B – PR-FAM.



Figura 4 – Aeronave Cessna C-208B – PR-FAS.

A metodologia para a aquisição dos dados seguiu a sistemática descrita adiante. Ao longo dos perfis foram realizadas dez leituras do aeromagnetômetro e uma leitura do gamaespectrômetro por segundo, posicionadas com sistema de observação de satélite GPS, de precisão melhor do que 10 m. Duas estações fixas para controle da variação diurna do campo magnético terrestre foram instaladas nas bases de operações utilizadas durante o levantamento.

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 7.2 (GEOSOFT®), 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 nortearam a execução do levantamento são descritos, resumidamente, a seguir:

- Direção das linhas de vôo: N-S
- Espaçamento entre as linhas de vôo: 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 vôo: 100 m
- Velocidade aproximada de vôo: 266 km/h

2.2 Equipamentos Utilizados

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

Tabela 2 - Equipamentos Utilizados.

Prefixo da Aeronave	PR-FAM	PR-FAS
Modelo da Aeronave	C-208B Caravan	C-208B Caravan
Fabricante da Aeronave	Cessna	Cessna
Aeromagnetômetro	Scintrex CS-3	Scintrex CS-3
Gamaespectrômetro	Exploranium GR-820	Exploranium GR-820
Volume dos Cristais Detectores de Iodeto de Sódio	2.560 pol ³ <i>down</i> e 512 pol ³ <i>up</i>	2.048 pol ³ <i>down</i> e 512 pol ³ <i>up</i>
Sistema de Navegação	FASDAS	FASDAS
Sistema de Aquisição GPS	Trimble AgGPS 132 DGPS “Realtime”	Trimble AgGPS 132 DGPS “Realtime”
Câmera de Vídeo	Panasonic WV-CP474	Panasonic WV-CP474
Radar Altímetro	Collins ALT-50	Collins ALT-50
Altímetro Barométrico	Fugro/Enviro	Fugro/Enviro
Magnetômetro Terrestre de Prótons <i>Overhauser</i>	GEM Systems GSM-19	GEM Systems GSM-19
Sistema de Aquisição	FASDAS	FASDAS

2.2.1 Aeronaves

O Cessna, modelo C-208B Caravan, prefixos PR-FAM e PR-FAS, é uma aeronave turbo-hélice de 675 SHP, monomotor, de asa alta, trem de pouso fixo. Essas aeronaves operam a uma velocidade média de 266 km/h, e possui autonomia de 6,5 horas.

2.2.2 Aeromagnetômetro

Sistema aeromagnético acoplado a um sensor de vapor de césio montado na cauda (tipo *stinger*) da aeronave. O sinal é recebido através de um pré-amplificador, localizado na base do cone de cauda da aeronave, e enviado ao sistema de aquisição e compensação aeromagnética contido no sistema FASDAS:

Sensor: Scintrex CS-3
 Resolução: 0,001 nT
 Faixa: 20.000 - 95.000 nT
 Montagem: *Stinger*

As leituras do magnetômetro são realizadas a cada 0,1 segundo, o que equivale, para a velocidade de 266 km/h da aeronave, a aproximadamente 7,4 m no terreno.

2.2.3 Aerogamaespectrômetro

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

A correspondência entre as janelas do gamaespectrômetro e as respectivas faixas de energia é mostrada na Tabela 3, a seguir:

Tabela 3 - Faixas Energéticas do Gamaespectrômetro 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 do gamaespectrômetro são realizadas a cada segundo, representando medições a intervalos de amostragem de aproximadamente 74 metros no terreno.

O sistema detector voltado para baixo (*downward looking*) na aeronave PR-FAM é constituído por três conjuntos de cristais de iodeto de sódio (NaI) sendo dois de 1024 polegadas cúbicas e um de 512 polegadas cúbicas, totalizando 2.560 polegadas cúbicas. A aeronave PR-FAS não utilizou o conjunto extra de 512 polegadas, totalizando então 2.048 polegadas cúbicas.

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

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

2.2.4 Sistemas de Aquisição de Dados

O computador do sistema de aquisição de dados FASDAS é a principal unidade do sistema aeromagnético instalado a bordo das aeronaves. Todos os dados adquiridos são armazenados no disco interno e posteriormente transferidos para o disco magnético externo, para efeito de *backup* e transferência dos dados para o computador de processamento no escritório de campo.

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

Taxa de Amostragem (Hz)	Parâmetro	Unidade
1	Fiducial	s
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
10	Radar altímetro	µV
10	Temperatura	µV
10	Barômetro	µV
10	Temperatura	°C
10	Altura de vôo	ft
10	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>	-
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

Taxa de Amostragem (Hz)	Parâmetro	Unidade
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

2.2.5 Sistema de Vídeo

As aeronaves utilizaram-se de sistema de vídeo, constituídos por câmeras de alta definição acoplada a gravador. Um monitor de 5" está disponível na cabine para visualização do trajeto em tempo real. A câmera é instalada em janela especialmente projetadas no piso da 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 vôo, número da linha e valores das fiduciais nas imagens de vídeo coletadas.

2.2.6 Altímetros

A altura de vôo das aeronaves foi monitorada através do altímetro de radar e do barômetro de precisão incluídos no sistema de aquisição aerogeofísico. O radar altímetro utilizado pelas aeronaves foi o modelo Collins ALT-50. Este equipamento apresenta precisão de 5 pés e alcance de 2.500 pés. O barômetro é um transdutor de pressão que registra a altitude de vôo em relação ao nível do mar. O modelo utilizado foi o Fugro/Enviro, que apresenta precisão e alcance equivalente ao do radar altímetro.

2.2.7 Sistema de Navegação e Posicionamento

A navegação das aeronaves foi efetuada por sistema GPS de 12 canais, com receptor Trimble AgGPS 132. 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 discos rígidos dos sistemas de aquisição de dados e transferidas ao escritório de campo.

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

2.2.8 Magnetômetro Terrestre

Para controle diário das variações do campo magnético terrestre foram utilizados dois magnetômetros portáteis GEM, modelo GSM-19 de resolução de 0,1 nT com envoltória de ruídos equivalente. As leituras do campo magnético total foram realizadas a intervalos de 3 segundos e armazenadas na memória do próprio equipamento.

Os magnetômetros foram instalados no aeroporto de Marabá (PA), em locais 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 eram transferidos aos 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 nas cidades de Marabá (PA);
- Obtenção da autorização do aerolevantamento 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 224/2009, de 11.11.2009.

2.3.1 Elaboração do Plano de Voo

Para a cobertura completa da área relativa ao Projeto Aerogeofísico Tucuruí foram programadas 324 linhas de voo e 38 linhas de controle, totalizando 96.981 km de perfis geofísicos. A Figura 5 apresenta o arranjo das linhas distribuídas sobre a poligonal envoltória da área.

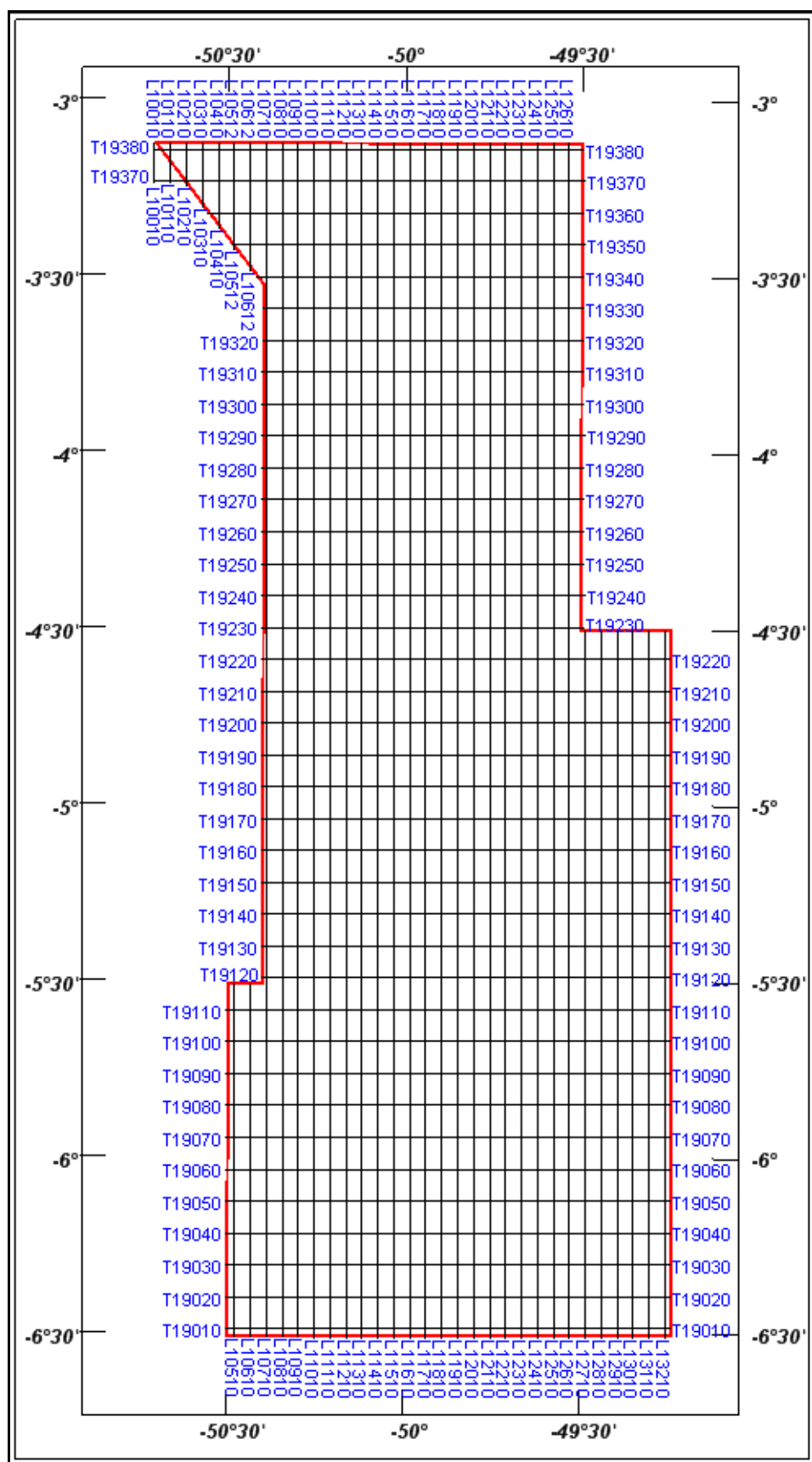


Figura 5 – Mapa das Linhas de Vão.

2.3.2 Estatística das Operações

O Projeto Aerogeofísico Tucuruí foi executado entre 13/04/2010 e 13/07/2010. Foram gastas cerca de 172,89 horas de voo produtivo para a aquisição dos dados e testes. As Tabelas 4 e 5 e os gráficos das Figuras 6 e 7, a seguir, mostram as estatísticas obtidas durante a fase de aquisição dos dados.

Tabela 4 - Estatística das Operações – Aeronave PR-FAM.

Item	Indicadores do Levantamento	Nº Dias	%
1	Produção	53	57,61%
2	Meteorologia	7	7,61%
3	Manutenção de Aeronave	20	21,74%
4	Tempestade Magnética	0	0,00%
5	Falha de Equipamento	1	1,09%
6	Testes Contratuais	3	3,25%
7	Outros	8	8,70%
	Total*	92	100,00%

* Número de dias despendido pela aeronave.

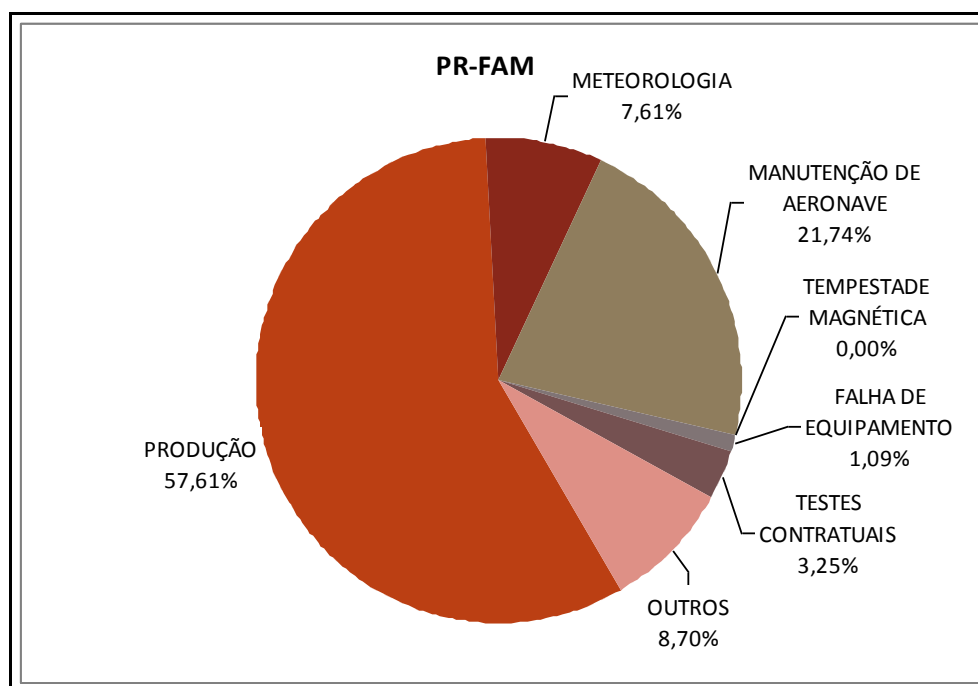


Figura 6 - Gráfico da Estatística das Operações – PR-FAM.

Tabela 5 - Estatística das Operações – Aeronave PR-FAS.

Item	Indicadores do Levantamento	Nº Dias	%
1	Produção	23	58,98%
2	Meteorologia	3	7,69%
3	Manutenção de Aeronave	7	17,95%
4	Tempestade Magnética	0	0,00%
5	Falha de Equipamento	1	2,56%
6	Testes Contratuais	3	7,69%
7	Outros	2	5,13%
	Total*	39	100,00%

* Número de dias despendido pela aeronave.

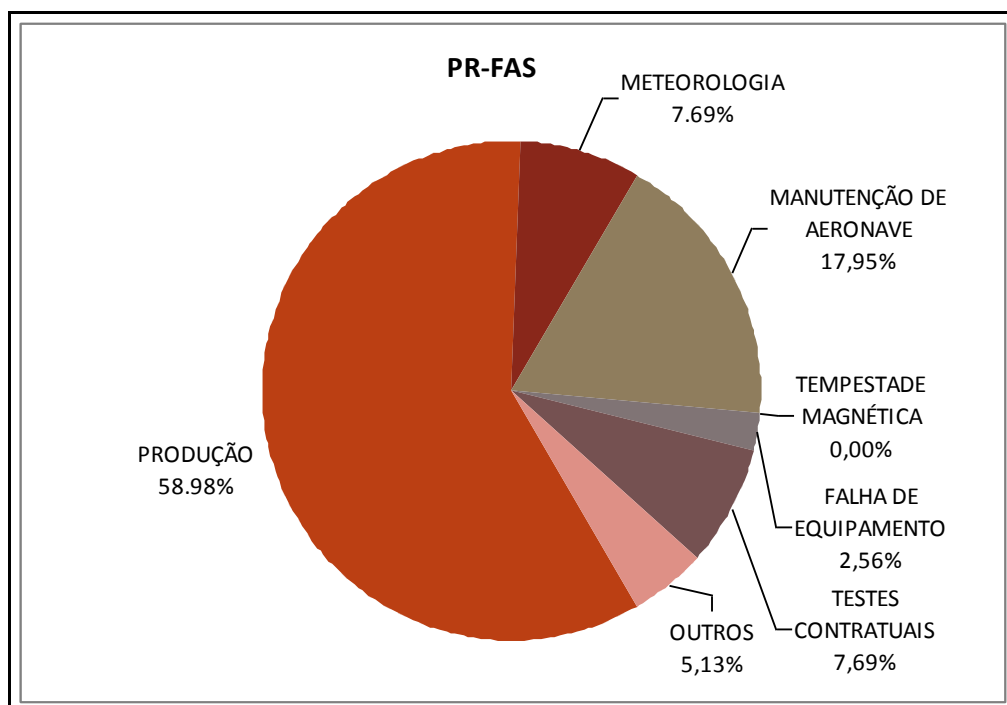


Figura 7 - Gráfico da Estatística das Operações – PR-FAS.

2.3.3 Mapa do Projeto de Vôo

O mapa do projeto de vôo foi obtido através de *software* proprietário (*Geonav*), sendo determinadas as coordenadas UTM do início e fim de cada linha de vôo e de controle, considerando-se os espaçamentos de 500 m para as linhas de vôo e 10.000 m para as linhas de controle. As coordenadas dos limites da área, assim como dos extremos dos perfis, foram projetados no sistema WGS-84.

Cada aeronave operou em determinada área do projeto, ficando dividido como mostra a Tabela 6 a seguir (Vide Figura 2).

Tabela 6 – Divisão das Linhas por Aeronave.

PREFIXO DA AERONAVE	LINHAS DE VÔO
PR-FAM	11300 a 13240
PR-FAS	10010 a 11290

PREFIXO DA AERONAVE	LINHAS DE CONTROLE
PR-FAM	19010 a 19200
PR-FAS	-

2.3.4 Testes dos Equipamentos

a) Teste Altimétrico

Teste conduzido antes do início das operações para calibração do radar altímetro a bordo das aeronaves. Neste teste a 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 vôo no levantamento.

Os efeitos produzidos em cada uma das direções de vôo são medidos pelos magnetômetros *fluxgate*, instalados no *stinger* da 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.

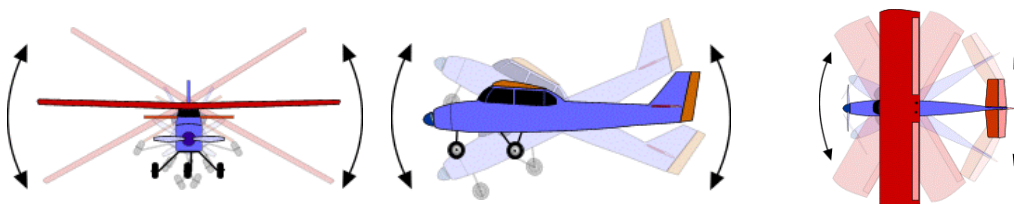


Figura 8 – Movimentos de *Roll*, *Pitch* e *Yaw*.

O sistema FASDAS 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 nas Tabelas 7 e 8 a seguir e os resultados completos podem ser consultados no Anexo II-b.

Tabela 7 – Testes de Manobras - PR-FAM.

DATA	AZIMUTE	ROLL(nT)	PITCH (nT)	YAW (nT)	TOTAL (nT)
14/04/2010	90°	0,03	0,05	0,03	0,11
	180°	0,04	0,04	0,04	0,12
	270°	0,05	0,03	0,03	0,11
	360°	0,04	0,04	0,04	0,12
Somatório					0,46
DATA	AZIMUTE	ROLL(nT)	PITCH (nT)	YAW (nT)	TOTAL (nT)
08/05/2010	90°	0,05	0,04	0,03	0,12
	180°	0,03	0,03	0,04	0,10
	270°	0,03	0,03	0,03	0,09
	360°	0,03	0,04	0,03	0,10
Somatório					0,41
DATA	AZIMUTE	ROLL(nT)	PITCH (nT)	YAW (nT)	TOTAL (nT)
11/06/2010	90°	0,03	0,04	0,04	0,11
	180°	0,03	0,03	0,04	0,10
	270°	0,03	0,03	0,04	0,10
	360°	0,03	0,03	0,05	0,11
Somatório					0,42

Tabela 8 – Testes de Manobras – PR-FAS

DATA	AZIMUTE	ROLL(nT)	PITCH (nT)	YAW (nT)	TOTAL (nT)
10/06/2010	90°	0,07	0,04	0,11	0,22
	180°	0,04	0,04	0,04	0,12
	270°	0,04	0,03	0,11	0,18
	360°	0,07	0,05	0,06	0,18
Somatório					0,70
DATA	AZIMUTE	ROLL(nT)	PITCH (nT)	YAW (nT)	TOTAL (nT)
24/06/2010	90°	0,03	0,03	0,03	0,09
	180°	0,04	0,03	0,04	0,11
	270°	0,03	0,03	0,03	0,09
	360°	0,03	0,03	0,03	0,09
Somatório					0,38

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 0,3 segundo para ambas as aeronaves. 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 vôos operacionais. As amostras são colocadas sobre o mesmo local, próximo aos cristais detectores, com a aeronave estacionada no mesmo local. As Tabelas 9 e 10 apresentam os resultados desses testes.

Tabela 9 – Testes Diários com Amostras Radioativas no Solo – PR-FAM.

DATA	HORÁRIO	VÔO	TÓRIO	URÂNIO
14/4/2010	INÍCIO	4	348,50	193,79
	FIM		345,67	197,69
15/4/2010	INÍCIO	5	344,51	196,60
	FIM		-	-
17/4/2010	INÍCIO	6	344,10	195,45
	FIM		343,45	200,15
19/4/2010	INÍCIO	7	349,41	189,38
	FIM		344,83	200,08
20/4/2010	INÍCIO	8	351,28	196,96
	FIM		-	-

DATA	HORÁRIO	VÔO	TÓRIO	URÂNIO
21/4/2010	INÍCIO	10	351,62	197,03
	FIM		354,72	196,24
22/4/2010	INÍCIO	11 / 12	350,52	197,60
	FIM		351,32	197,37
9/5/2010	INÍCIO	24 / 25	313,66	162,83
	FIM		309,98	157,76
10/5/2010	INÍCIO	26 / 27	310,38	162,90
	FIM		313,36	156,77
15/5/2010	INÍCIO	28	309,54	160,83
	FIM		315,40	160,28
16/5/2010	INÍCIO	29	311,52	160,20
	FIM		317,43	161,97
17/5/2010	INÍCIO	30	318,14	159,85
	FIM		309,24	156,95
18/5/2010	INÍCIO	31 / 32	313,82	157,53
	FIM		309,72	159,52
19/5/2010	INÍCIO	33 / 34	309,80	168,82
	FIM		312,49	158,07
20/5/2010	INÍCIO	35 / 36	311,74	159,81
	FIM		314,19	157,85
21/5/2010	INÍCIO	37 / 38	313,27	162,14
	FIM		311,22	159,97
22/5/2010	INÍCIO	39 / 40	310,39	160,00
	FIM		310,56	158,60
23/5/2010	INÍCIO	41 / 42	314,76	167,76
	FIM		314,09	158,58
25/5/2010	INÍCIO	43 / 44	313,90	161,21
	FIM		308,70	158,93
26/5/2010	INÍCIO	45 / 46	309,49	156,68
	FIM		314,09	162,67
27/5/2010	INÍCIO	47 / 48	316,38	170,14
	FIM		321,70	159,16
28/5/2010	INÍCIO	49 / 50	314,06	159,78
	FIM		309,83	162,90
29/5/2010	INÍCIO	51 / 52	317,12	185,90
	FIM		313,86	156,06
30/5/2010	INÍCIO	55	308,23	158,41
	FIM		315,23	168,13
31/5/2010	INÍCIO	56 / 57	317,33	162,84
	FIM		319,95	164,81
1/6/2010	INÍCIO	58 / 59	312,90	158,90
	FIM		314,03	159,14
2/6/2010	INÍCIO	60 / 61	313,38	160,81
	FIM		309,69	156,65
3/6/2010	INÍCIO	62 / 63	311,24	159,71

DATA	HORÁRIO	VÔO	TÓRIO	URÂNIO
	FIM		311,80	163,49
4/6/2010	INÍCIO	64 / 65	315,30	158,65
	FIM		312,84	174,89
11/6/2010	INÍCIO	72	309,88	153,49
	FIM		314,54	155,31
12/6/2010	INÍCIO	73 / 74	310,96	166,78
	FIM		312,06	160,09
19/6/2010	INÍCIO	77 / 78	307,68	154,58
	FIM		312,57	155,76
20/6/2010	INÍCIO	79 / 80	308,14	166,49
	FIM		311,63	155,38
21/6/2010	INÍCIO	81 / 82	275,46	160,47
	FIM		310,58	159,30
22/6/2010	INÍCIO	83	310,05	159,17
	FIM		311,72	172,15
23/6/2010	INÍCIO	84 / 85	313,69	161,19
	FIM		309,10	157,91
24/6/2010	INÍCIO	86 / 87	311,94	169,87
	FIM		312,78	162,63
25/6/2010	INÍCIO	88 / 89	313,29	169,78
	FIM		313,18	155,53
26/6/2010	INÍCIO	90 / 91	314,31	167,48
	FIM		309,07	155,88
27/6/2010	INÍCIO	92 / 93	308,86	163,29
	FIM		310,50	155,67
29/6/2010	INÍCIO	94 / 95	313,03	165,15
	FIM		305,41	153,86
30/6/2010	INÍCIO	96	312,69	163,29
	FIM		306,78	156,59
1/7/2010	INÍCIO	97 / 98	307,85	169,47
	FIM		311,90	158,39
2/7/2010	INÍCIO	99 / 100	318,18	179,44
	FIM		304,56	155,29
3/7/2010	INÍCIO	101 / 103	313,87	171,71
	FIM		313,19	158,98
4/7/2010	INÍCIO	104 / 105	316,65	164,17
	FIM		318,54	157,76
5/7/2010	INÍCIO	106 / 107	309,36	171,42
	FIM		311,04	157,56
7/7/2010	INÍCIO	108 / 109	315,19	181,39
	FIM		317,67	155,18
8/7/2010	INÍCIO	110 / 111	312,90	171,24
	FIM		316,49	160,27
9/7/2010	INÍCIO	112 / 113	316,37	173,66
	FIM		311,84	156,04

DATA	HORÁRIO	VÔO	TÓRIO	URÂNIO
10/7/2010	INÍCIO	114 / 115	307,09	160,05
	FIM		315,76	161,86
11/7/2010	INÍCIO	116 / 117	312,35	162,71
	FIM		311,83	156,14
13/7/2010	INÍCIO	119 / 120	312,81	179,18
	FIM		310,51	155,67

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

DATA	HORÁRIO	VÔO	TÓRIO	URÂNIO
11/6/2010	INÍCIO	308 / 309	273,41	118,15
	FIM		275,54	109,16
12/6/2010	INÍCIO	310 / 311	271,06	118,71
	FIM		271,55	112,97
13/6/2010	INÍCIO	312	275,92	122,36
	FIM		268,21	112,39
14/6/2010	INÍCIO	313 / 314	274,55	114,12
	FIM		274,82	112,53
15/6/2010	INÍCIO	315 / 316	272,20	119,29
	FIM		268,61	108,88
24/6/2010	INÍCIO	323	268,36	108,90
	FIM		271,75	112,81
25/6/2010	INÍCIO	324 / 325	269,16	117,82
	FIM		272,88	106,49
26/6/2010	INÍCIO	326 / 327	264,76	111,92
	FIM		267,34	107,61
27/6/2010	INÍCIO	328 / 329	268,25	113,14
	FIM		265,30	109,38
28/6/2010	INÍCIO	330 / 331	266,83	117,92
	FIM		269,16	107,37
29/6/2010	INÍCIO	332 / 333	267,72	113,09
	FIM		275,78	111,64
30/6/2010	INÍCIO	334	273,77	119,42
	FIM		272,03	112,48
1/7/2010	INÍCIO	335 / 336	268,85	119,49
	FIM		269,05	110,26
2/7/2010	INÍCIO	337 / 338	271,14	123,19
	FIM		265,20	84,95
3/7/2010	INÍCIO	339 / 340	268,31	115,95
	FIM		178,54	84,57
4/7/2010	INÍCIO	341 / 342	271,04	113,63
	FIM		267,77	108,03
5/7/2010	INÍCIO	343 / 344	272,25	121,15
	FIM		267,69	109,70
6/7/2010	INÍCIO	345 / 346	269,18	122,52

DATA	HORÁRIO	VÔO	TÓRIO	URÂNIO
	FIM		270,36	107,51
8/7/2010	INÍCIO	347 / 348	273,48	120,47
	FIM		267,87	111,73
9/7/2010	INÍCIO	349 / 350	275,84	120,23
	FIM		272,14	111,63
10/7/2010	INÍCIO	351 / 352	267,29	114,77
	FIM		273,29	112,76
11/7/2010	INÍCIO	353 / 354	272,72	109,02
	FIM		268,90	110,68
12/7/2010	INÍCIO	356	266,21	111,98
	FIM		269,45	114,44
11/6/2010	INÍCIO	308 / 309	273,41	118,15
	FIM		275,54	109,16
12/6/2010	INÍCIO	310 / 311	271,06	118,71
	FIM		271,55	112,97
13/6/2010	INÍCIO	312	275,92	122,36
	FIM		268,21	112,39
14/6/2010	INÍCIO	313 / 314	274,55	114,12
	FIM		274,82	112,53
15/6/2010	INÍCIO	315 / 316	272,20	119,29
	FIM		268,61	108,88
24/6/2010	INÍCIO	323	268,36	108,90
	FIM		271,75	112,81
25/6/2010	INÍCIO	324 / 325	269,16	117,82
	FIM		272,88	106,49
26/6/2010	INÍCIO	326 / 327	264,76	111,92
	FIM		267,34	107,61
27/6/2010	INÍCIO	328 / 329	268,25	113,14
	FIM		265,30	109,38
28/6/2010	INÍCIO	330 / 331	266,83	117,92
	FIM		269,16	107,37
29/6/2010	INÍCIO	332 / 333	267,72	113,09
	FIM		275,78	111,64
30/6/2010	INÍCIO	334	273,77	119,42
	FIM		272,03	112,48
1/7/2010	INÍCIO	335 / 336	268,85	119,49
	FIM		269,05	110,26
2/7/2010	INÍCIO	337 / 338	271,14	123,19
	FIM		265,20	84,95
3/7/2010	INÍCIO	339 / 340	268,31	115,95
	FIM		178,54	84,57
4/7/2010	INÍCIO	341 / 342	271,04	113,63
	FIM		267,77	108,03
5/7/2010	INÍCIO	343 / 344	272,25	121,15
	FIM		267,69	109,70

DATA	HORÁRIO	VÔO	TÓRIO	URÂNIO
6/7/2010	INÍCIO	345 / 346	269,18	122,52
	FIM		270,36	107,51
8/7/2010	INÍCIO	347 / 348	273,48	120,47
	FIM		267,87	111,73
9/7/2010	INÍCIO	349 / 350	275,84	120,23
	FIM		272,14	111,63
10/7/2010	INÍCIO	351 / 352	267,29	114,77
	FIM		273,29	112,76
11/7/2010	INÍCIO	353 / 354	272,72	109,02
	FIM		268,90	110,68
12/7/2010	INÍCIO	356	266,21	111,98
	FIM		269,45	114,44

f) 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.

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 das pistas de pouso dos aeroportos utilizados para as operações, na altura do levantamento (100 m).

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

Os valores médios em cps, obtidos em cada canal radiométrico, estão relacionados nas Tabelas 11 e 12, a seguir.

Tabela 11 – Testes Diários de Repetibilidades Radioativas – PR-FAM.

TESTE DE REPETIBILIDADE RADIOATIVA (LOW LEVEL = 100m)				
Base: Marabá (PA)				
DATA	HORÁRIO	VÔO	TÓRIO	URÂNIO
14/4/2010	INÍCIO	4	50,55	37,82
	FIM		53,88	44,57
15/4/2010	INÍCIO	5	50,61	43,63
	FIM		53,07	47,69
17/4/2010	INÍCIO	6	51,11	40,08
	FIM		50,59	44,64
19/4/2010	INÍCIO	7	49,49	39,80
	FIM		52,89	45,93
20/4/2010	INÍCIO	8	51,52	43,13
	FIM		50,93	44,48
20/4/2010	INÍCIO	9	-	-
	FIM		49,93	53,32
21/4/2010	INÍCIO	10	50,88	40,54
	FIM		52,48	43,31
22/4/2010	INÍCIO	11	51,07	44,97
	FIM		54,36	45,99
22/4/2010	INÍCIO	12	-	-
	FIM		55,89	47,88
9/5/2010	INÍCIO	24	64,22	58,23
	FIM		68,74	59,68
9/5/2010	INÍCIO	25	-	-
	FIM		67,88	54,92
10/5/2010	INÍCIO	26	65,76	62,20
	FIM		67,68	59,10
16/5/2010	INÍCIO	29	61,93	61,76
	FIM		62,91	60,12
15/5/2010	INÍCIO	28	66,39	56,40
	FIM		66,07	57,23
16/5/2010	INÍCIO	29	61,93	61,76
	FIM		62,91	60,12
17/5/2010	INÍCIO	30	62,04	51,53
	FIM		62,44	55,90
18/5/2010	INÍCIO	31	60,27	56,05
	FIM		67,75	62,70
18/5/2010	INÍCIO	32	-	-
	FIM		64,12	56,82
19/5/2010	INÍCIO	33	63,36	62,73
	FIM		60,87	56,95
19/5/2010	INÍCIO	34	-	-
	FIM		65,21	55,05
20/5/2010	INÍCIO	35	64,91	59,30
	FIM		63,38	58,39
20/5/2010	INÍCIO	36	-	-

TESTE DE REPETIBILIDADE RADIOATIVA (LOW LEVEL = 100m)				
Base: Marabá (PA)				
DATA	HORÁRIO	VÔO	TÓRIO	URÂNIO
	FIM		65,56	55,35
21/5/2010	INÍCIO	37	65,52	64,30
	FIM		63,38	58,01
21/5/2010	INÍCIO	38	-	-
	FIM		68,81	58,01
22/5/2010	INÍCIO	39	66,54	62,05
	FIM		63,91	60,07
22/5/2010	INÍCIO	40	-	-
	FIM		65,50	54,96
23/5/2010	INÍCIO	41	66,16	62,91
	FIM		69,82	64,67
25/5/2010	INÍCIO	43	63,21	60,82
	FIM		64,52	61,01
25/5/2010	INÍCIO	44	-	-
	FIM		67,93	59,77
26/5/2010	INÍCIO	45	64,03	54,92
	FIM		64,76	58,52
26/5/2010	INÍCIO	46	-	-
	FIM		61,57	56,36
27/5/2010	INÍCIO	47	66,05	67,53
	FIM		67,26	62,14
27/5/2010	INÍCIO	48	-	-
	FIM		72,73	60,98
28/5/2010	INÍCIO	49	67,56	61,17
	FIM		66,54	60,29
28/5/2010	INÍCIO	50	-	-
	FIM		68,87	59,84
30/5/2010	INÍCIO	51	69,86	74,06
	FIM		68,87	65,30
29/5/2010	INÍCIO	52	-	-
	FIM		70,78	58,38
30/5/2010	INÍCIO	55	66,70	58,77
	FIM		67,73	61,56
31/5/2010	INÍCIO	56	65,01	54,52
	FIM		64,05	62,83
31/5/2010	INÍCIO	57	-	-
	FIM		67,01	59,55
1/6/2010	INÍCIO	58	65,24	57,51
	FIM		63,57	57,97
1/6/2010	INÍCIO	59	-	-
	FIM		61,73	53,75
2/6/2010	INÍCIO	60	65,11	56,50
	FIM		61,39	51,90
2/6/2010	INÍCIO	61	-	-

TESTE DE REPETIBILIDADE RADIOATIVA (LOW LEVEL = 100m)				
Base: Marabá (PA)				
DATA	HORÁRIO	VÔO	TÓRIO	URÂNIO
	FIM		66,00	54,87
3/6/2010	INÍCIO	62	63,86	56,69
	FIM		62,32	63,26
3/6/2010	INÍCIO	63	-	-
	FIM		66,33	57,83
4/6/2010	INÍCIO	64	64,06	52,29
	FIM		65,41	65,56
4/6/2010	INÍCIO	65	-	-
	FIM		61,73	58,93
11/6/2010	INÍCIO	72	66,24	54,15
	FIM		63,55	54,07
12/6/2010	INÍCIO	73	67,85	68,56
	FIM		66,89	56,90
12/6/2010	INÍCIO	74	-	-
	FIM		67,16	57,52
19/6/2010	INÍCIO	77	69,26	60,39
	FIM		67,01	61,86
19/6/2010	INÍCIO	78	-	-
	FIM		69,09	58,45
20/6/2010	INÍCIO	79	70,58	67,50
	FIM		67,41	77,21
20/6/2010	INÍCIO	80	-	-
	FIM		67,87	55,36
21/6/2010	INÍCIO	81	71,45	64,70
	FIM		69,47	65,34
21/6/2010	INÍCIO	82	-	-
	FIM		72,10	61,66
22/6/2010	INÍCIO	83	70,54	63,69
	FIM		71,25	78,43
23/6/2010	INÍCIO	84	72,06	68,86
	FIM		69,05	68,57
13/6/2010	INÍCIO	85	-	-
	FIM		68,45	57,95
24/6/2010	INÍCIO	86	69,16	70,01
	FIM		70,73	66,89
24/6/2010	INÍCIO	87	-	-
	FIM		69,56	60,49
25/6/2010	INÍCIO	88	69,24	71,63
	FIM		73,25	78,81
25/6/2010	INÍCIO	89	-	-
	FIM		69,65	56,74
26/6/2010	INÍCIO	90	68,49	69,52
	FIM		67,88	67,82
26/6/2010	INÍCIO	91	-	-

TESTE DE REPETIBILIDADE RADIOATIVA (LOW LEVEL = 100m)				
Base: Marabá (PA)				
DATA	HORÁRIO	VÔO	TÓRIO	URÂNIO
	FIM		76,50	59,07
26/6/2010	INÍCIO	92	67,34	61,18
	FIM		71,64	63,97
27/6/2010	INÍCIO	93	-	-
	FIM		71,55	58,79
27/6/2010	INÍCIO	94	71,15	67,93
	FIM		70,45	68,87
27/6/2010	INÍCIO	95	-	-
	FIM		71,05	60,85
30/6/2010	INÍCIO	96	71,01	73,69
	FIM		75,14	64,98
1/7/2010	INÍCIO	97	69,86	65,49
	FIM		71,95	64,56
1/7/2010	INÍCIO	98	-	-
	FIM		67,23	53,55
2/7/2010	INÍCIO	99	72,12	74,00
	FIM		69,18	70,39
2/7/2010	INÍCIO	100	-	-
	FIM		69,04	58,46
3/7/2010	INÍCIO	101	70,41	68,90
	FIM		67,72	68,58
3/7/2010	INÍCIO	103	-	-
	FIM		72,43	55,33
4/7/2010	INÍCIO	104	71,81	67,11
	FIM		70,00	62,70
4/7/2010	INÍCIO	105	-	-
	FIM		72,92	58,11
5/7/2010	INÍCIO	106	70,82	77,54
	FIM		67,21	62,15
5/7/2010	INÍCIO	107	-	-
	FIM		72,19	55,85
7/7/2010	INÍCIO	108	75,02	76,52
	FIM		71,91	61,58
7/7/2010	INÍCIO	109	-	-
	FIM		71,54	56,85
8/7/2010	INÍCIO	110	71,43	67,49
	FIM		71,13	67,61
8/7/2010	INÍCIO	111	-	-
	FIM		71,31	60,25
9/7/2010	INÍCIO	112	71,28	68,42
	FIM		73,21	68,59
9/7/2010	INÍCIO	113	-	-
	FIM		73,12	62,81
10/7/2010	INÍCIO	114	70,89	62,89

TESTE DE REPETIBILIDADE RADIOATIVA (LOW LEVEL = 100m)				
Base: Marabá (PA)				
DATA	HORÁRIO	VÔO	TÓRIO	URÂNIO
	FIM		74,79	76,78
1/7/2010	INÍCIO	115	-	-
	FIM		72,67	63,28
11/7/2010	INÍCIO	116	70,91	64,11
	FIM		72,08	64,96
11/7/2010	INÍCIO	117	-	-
	FIM		72,07	62,15
12/7/2010	INÍCIO	118	72,85	58,52
	FIM		72,77	62,18
13/7/2010	INÍCIO	119	74,99	78,26
	FIM		72,03	70,41
13/7/2010	INÍCIO	120	-	-
	FIM		73,11	59,99

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

TESTE DE REPETIBILIDADE RADIOATIVA (LOW LEVEL = 100m)				
Base: Marabá (PA)				
DATA	HORÁRIO	VÔO	TÓRIO	URÂNIO
11/6/2010	INÍCIO	308	51,35	47,74
	FIM		49,45	46,61
11/6/2010	INÍCIO	309	-	-
	FIM		49,56	37,81
12/6/2010	INÍCIO	310	52,39	48,55
	FIM		47,17	45,70
13/6/2010	INÍCIO	312	49,36	44,98
	FIM		48,28	41,20
14/6/2010	INÍCIO	313	49,99	47,45
	FIM		49,16	52,02
14/6/2010	INÍCIO	314	-	-
	FIM		51,37	43,00
15/6/2010	INÍCIO	315	52,36	47,67
	FIM		51,52	49,27
15/6/2010	INÍCIO	316	-	-
	FIM		50,11	41,54
24/6/2010	INÍCIO	323	54,35	41,58
	FIM		49,47	41,62
25/6/2010	INÍCIO	324	52,17	49,13
	FIM		50,19	48,82
25/6/2010	INÍCIO	325	-	-
	FIM		51,75	40,02
26/6/2010	INÍCIO	326	53,67	51,79
	FIM		49,45	38,89
26/6/2010	INÍCIO	327	-	-

TESTE DE REPETIBILIDADE RADIOATIVA (LOW LEVEL = 100m)				
Base: Marabá (PA)				
DATA	HORÁRIO	VÔO	TÓRIO	URÂNIO
	FIM		52,57	39,84
27/6/2010	INÍCIO	328	53,95	48,67
	FIM		50,97	43,34
27/6/2010	INÍCIO	329	-	-
	FIM		51,89	40,24
28/6/2010	INÍCIO	330	51,75	46,13
	FIM		49,96	45,11
28/6/2010	INÍCIO	331	-	-
	FIM		50,07	38,91
29/6/2010	INÍCIO	332	56,83	47,80
	FIM		50,85	45,83
29/6/2010	INÍCIO	333	-	-
	FIM		49,43	41,39
30/6/2010	INÍCIO	334	53,51	48,14
	FIM		52,81	43,97
1/7/2010	INÍCIO	335	52,46	50,29
	FIM		52,59	45,98
1/7/2010	INÍCIO	336	-	-
	FIM		53,61	39,43
2/7/2010	INÍCIO	337	54,86	52,41
	FIM		53,65	53,70
2/7/2010	INÍCIO	338	-	-
	FIM		52,45	41,81
3/7/2010	INÍCIO	339	53,37	49,84
	FIM		54,49	48,30
3/7/2010	INÍCIO	340	-	-
	FIM		50,82	37,96
4/7/2010	INÍCIO	341	52,82	46,35
	FIM		51,09	46,79
4/7/2010	INÍCIO	342	-	-
	FIM		54,74	42,69
5/7/2010	INÍCIO	343	52,50	56,30
	FIM		52,22	46,77
5/7/2010	INÍCIO	344	-	-
	FIM		52,86	40,40
6/7/2010	INÍCIO	345	54,17	57,19
	FIM		51,78	43,74
6/7/2010	INÍCIO	346	-	-
	FIM		50,95	38,72
8/7/2010	INÍCIO	347	51,39	49,76
	FIM		52,93	47,93
8/7/2010	INÍCIO	348	-	-
	FIM		51,54	41,68
9/7/2010	INÍCIO	349	51,19	48,26

TESTE DE REPETIBILIDADE RADIOATIVA (LOW LEVEL = 100m)				
Base: Marabá (PA)				
DATA	HORÁRIO	VÔO	TÓRIO	URÂNIO
	FIM		51,12	48,82
9/7/2010	INÍCIO	350	-	-
	FIM		51,03	42,10
10/7/2010	INÍCIO	351	52,83	46,10
	FIM		54,28	53,28
10/7/2010	INÍCIO	352	-	-
	FIM		51,96	45,78
11/7/2010	INÍCIO	353	54,84	46,25
	FIM		50,05	46,16
11/7/2010	INÍCIO	354	-	-
	FIM		49,94	41,74
12/7/2010	INÍCIO	356	-	-
	FIM		52,68	43,68

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 cério (^{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 cério, 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 cério 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 três pacotes de cristais detectores *downward looking* (2.560 pol³) ficaram abaixo de 7% e para os cristais detectores *upward looking*

(512 pol³) 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 para 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 (⁴⁰K), urânio (²³⁸U), tório (²³²Th) e *background* são empregados. As concentrações dos tanques de calibração transportáveis utilizados, de propriedade da LASA Prospecções S.A., estão indicadas na Tabela 13:

Tabela 13 - 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 de 1.024 polegadas cúbicas e para o totais de 2.048 e 2.560 polegadas cúbicas (duas caixas e meia; 1.024+1.024+512 – Aeronave PR-FAM). Os valores encontrados para os coeficientes de espalhamento *Compton* estão resumidos na Tabela 13. O Anexo I-b, no final deste relatório, apresenta o resultado dessa calibração.

Tabela 14 - Coeficientes de Espalhamento *Compton*.

AERONAVE	DATA	α	β	γ	a	b	g
PR-FAM	04/05/2010	0,2531	0,3789	0,7416	0,0498	0,0059	0,0107
PR-FAS	04/06/2010	0,2248	0,4014	0,6942	0,0437	0,0180	0,0098

- 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) Vôo Cósmico (*Cosmic Flight*)

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

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

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

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

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

C é a contagem na janela cósmica.

O vôo cósmico envolveu o recobrimento de perfis sobre o mar, em área distante da costa cerca de 20 km, voando nas altitudes de 5000, 7000, 9000, 11000 e 12000 pés, com duração de 15 minutos cada.

A Tabela 15, a seguir, resume os resultados obtidos pela aeronave nos vôos cósmicos. A apresentação dos resultados na forma de tabelas e gráficos encontra-se no Anexo I-c, no final deste relatório.

Tabela 15 - *Background da Aeronave e Cosmic Stripping Ratios.*

CANAL	COEFICIENTE	PR-FAM (09/06/2010)	PR-FAS (14/07/2010)
Contagem Total	a (cps)	77,0944	82,3453
	b	0,7721	0,5481
Potássio	a (cps)	15,1694	14,5262
	b	0,0414	0,0275
Urânio	a (cps)	1,7724	2,6500
	b	0,0332	0,0232
Tório	a (cps)	0,3159	0,4728
	b	0,0396	0,0307
Urânio upward	a (cps)	0,0879	0,4795
	b	0,0070	0,0068

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

Este teste envolve uma série de passagens consecutivas sobre a pista de calibração dinâmica definida pela CPRM em Maricá (RJ), com passagens sucessivas nas alturas de 330, 400, 500, 600, 700 e 800 pés e duas passagens adicionais a 330 pés, correspondente à altura padrão do levantamento (100 m). Na seqüência dos perfis

também são realizadas passagens sobre o Oceano Atlântico na mesma altura de vôo observada sobre a pista de calibração dinâmica, com vistas à determinação do *background*.

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

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

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

2.4 Compilação de Dados

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

- a) Transferência das leituras do magnetômetro terrestre para o computador de campo para processamento da variação diurna de acordo com o gradiente fixado no contrato, qual seja: 15 nT / 5 min;
- b) Leitura dos arquivos dos vôos da aeronave e transferência dos dados coletados para o computador de campo, para fins de verificação da qualidade da gravação e análise dos perfis coletados, no que se refere a desvios na altura de vôo, envoltória de ruídos e desvios de navegação, estabelecidos respectivamente, em: 15 m para mais ou para menos, 0,5 nT e 50 m em relação à linha teórica;

c) Geração das plotagens dos traços das linhas de vôo e de controle, corrigidos diferencialmente, em superposição ao plano de vôo para identificação dos possíveis trechos desviados em mais de 20% do espaçamento teórico (100 m) por mais de 1000 m;

d) Verificação da qualidade da gravação, em vídeo, do trajeto percorrido pela aeronave.

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

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

2.5 Equipe Técnica na Base de Operações

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

Anselmo Pereira Bezerra Filho Júlio César Gomes de Oliveira Renata Sicotti Maas	Chefe de Equipe
Carlos Alberto Rodrigues da Silva Danilo Wendel Sales Costa Edilson da Conceição Dias José Marcelo Silva de Souza Nilton César Rodrigues Marques Sandro Jorge Rodrigues da S. Sinfrônio Sílvio César Roque	Operador de Equipamento
Antônio Donizete Rodrigues de Lima Amauri Moreira dos Santos. Antonio Pedro da Corte Argemiro Arantes Pereira Junior Cristiano de Menezes Bomfim Ernane de Albuquerque Maranhão Neto Luiz Bologna Júnior Mauro Corrêa Sousa Osman Gonçalves Junior	Piloto
José Cloves Xavier Ferreira José Luiz Taranto Vianna Samuel Mota	Mecânico

3 PROCESSAMENTO DE DADOS

3.1 Fluxo de Processamento

No processamento de dados do Projeto Aerogeofísico Tucuruí foi empregado o *software* OASIS MONTAJ versão 7.2 do sistema *GEOSOFT*, além das rotinas de pré-processamento proprietárias, que permitem a exportação do dado binário coletado em vôo para formato ASCII XYZ *GEOSOFT*. A Figura 9 no final do capítulo, mostra o fluxograma 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 vôo, 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 as coordenadas UTM do ponto em que a medida foi tomada, o processamento é então iniciado com a correção dos dados magnetométricos e radiométricos propriamente.

3.1.2 Processamento dos Dados Magnetométricos

3.1.2.1 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 resincronizados.

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:

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

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

t0 = Tempo da Amostragem,

Ip = 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 corresponderam a 0,3 segundo. 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.

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 25.525 nT. 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 7.2 do sistema *GEOSOFT* consiste, basicamente, no ajuste das linhas de controle com base na média das diferenças (ou diferença de 1ª ordem) com as linhas de vôo. Este procedimento assume que tais diferenças estão distribuídas de forma aleatória, de forma que um *trend* de no máximo 1ª ordem define o desnível entre as linhas de vôo e controle.

O procedimento compreende duas etapas distintas, conforme a seguir:

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

2º - Após o nivelamento das linhas de controle, todas as linhas de vôo são ajustadas às linhas de controle, de forma que os valores do campo magnético 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 vôo nos pontos de cruzamento. Tal procedimento é conduzido pelo comando XLEVEL GX. Estes valores são armazenados no banco de dados e utilizados no cálculo das correções a serem aplicadas às linhas de vôo. Os cruzamentos onde o gradiente magnético excedeu a 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 vôo) e cosseno direcional atuando na direção das linhas de vôo e perpendicularmente a elas, seguindo-se, então, a criação de um *grid* final decorrugado, que resultará do somatório dos *grids* produzidos em etapas distintas. Este último, subtraído de um *grid* normal irá, por sua vez, expressar o erro de nivelamento a ser subtraído aos dados pré-nivelados conforme o procedimento inicial acima.

3.1.2.5 Remoção do IGRF

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

Esta superfície foi definida com base no valor do IGRF, tendo sido considerada a altitude de 300 m, referidos ao ano de 2010 e atualizados para a data de 29/05/2010 (2010,409).

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, 1991*. Foi empregada a rotina contida no sistema de processamento radiométrico OASIS-RPS da *GEOSOF*T.

3.1.3.1 Correção do Tempo Morto

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

3.1.3.2 Aplicação de Filtragem

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

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

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

3.1.3.3 Correção do Erro de Paralaxe

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

3.1.3.4 Cálculo da Altura Efetiva (h_e) de Vôo

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

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

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

T - temperatura do ar medida em °C,

P - pressão atmosférica em milibar.

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

3.1.3.5 Remoção do *Background* da Aeronave e Cósmico

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

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

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

N - somatório das duas contribuições (em cps),

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

C - canal de radiação cósmica,

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

Os coeficientes aplicados aos dados (Tabela 15 – *Background* da Aeronave 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, op. cit.):

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

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

No cálculo dos coeficientes a_{tc} , a_k , a_u e a_t (Tabela 16) 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 16 - Constantes de Calibração do Radônio.

CANAL	COEFICIENTE	PR-FAM	PR-FAS
Contagem Total	a_{tc}	13,736	13,576
Potássio	a_k	0,7471	0,7826
Urânio <i>up</i>	a_u	0,1517	0,2037
Tório	a_t	0,1089	0,1053

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 17 abaixo.

Tabela 17 – Coeficientes *Skyshine*.

COEFICIENTE	PR-FAM	PR-FAS
a_1	0,042	0,062
a_2	0,006	0,006

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 14 – Coeficientes de Espalhamento *Compton*, apresentada no item 2.3.6. Maior detalhamento deste teste está presente no Anexo I-b.

3.1.3.9 Correção Altimétrica (Coeficiente de Atenuação Atmosférica)

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

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

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

N_H é a radiação à distância H da fonte,

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

μ é o coeficiente de atenuação atmosférica.

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

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

que é a equação de uma reta de coeficiente angular $-\mu$ e coeficiente linear $\ln(N_0)$. Na determinação dos coeficientes de atenuação atmosférica (μ) para cada um dos canais radiométricos foram utilizados os valores apresentados na Tabela 18 obtidos durante os testes realizados em Maricá (RJ). Os gráficos apresentando a correlação logarítmica entre as contagens e a altura de vôo encontram-se no Anexo I-f.

Tabela 18 - Coeficientes de Atenuação Atmosférica.

Canal Radiométrico	μ em m^{-1}	
	PR-FAM (05/05/2010)	PR-FAS (08/06/2010)
Contagem Total	-0,0072	-0,0067
Potássio	-0,0090	-0,0091
Urânio	-0,0086	-0,0064
Tório	-0,0072	-0,0066

3.1.3.10 Conversão para Concentração de Elementos

As sensibilidades dos detectores da aeronave 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), 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 19 a seguir corresponde à sensibilidade dos detectores analisados (volume total de 2560 polegadas cúbicas), tomando por base a altura de voo de 100 m sobre o terreno.

Tabela 19 - Coeficientes de Sensibilidade.

Canal Radiométrico	SENSIBILIDADE		
	PR-FAM (05/05/2010)	PR-FAS (08/06/2010)	Unidade
Contagem Total	234,30	157,32	cps / μ R/h CT
Potássio	74,66	50,07	cps / %K
Urânio	12,36	9,60	cps / ppm eU
Tório	5,17	3,63	cps / ppm eTh

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. O valor da concentração determinado para o canal de contagem total foi de 13,67 μ R/h para a aeronave PR-FAM e 13,75 μ R/h para a aeronave PR-FAS.

Os gráficos comparativos dos perfis coletados durante a calibração dinâmica, após a conversão da amostragem para concentração aparente, acompanham o texto descritivo do procedimento de calibração 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. Aos valores abaixo do valor mínimo foi atribuído o valor zero, artifício que possibilitou uma melhor apresentação dos dados como um todo, principalmente devido a uma grande extensão coberta pelas águas da represa de Tucuruí. A Tabela 20, a seguir, resume os valores utilizados:

Tabela 20 - Valores Mínimos para Cálculo das Razões Radiométricas.

Canal Radiométrico	VALOR MÍNIMO
K (%)	0,0216
eU (ppm)	0,0691
eTh (ppm)	0,7277

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 vôo.

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

Todos os dados dos cruzamentos entre linhas de vôo e linhas de controle, arquivos digitais em malha quadrada e de plotagem dos mapas apresentados, bem como o presente relatório em formato PDF (*Adobe Acrobat*) foram gravados em 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
- Márcio Cisnaldo de Souza - Técnico em Geologia Sênior
- Ana Valéria Leite - Secretária Geral

A direção geral das operações no Projeto Aerogeofísico Tucuruí esteve a cargo de Jorge Dagoberto Hildenbrand.

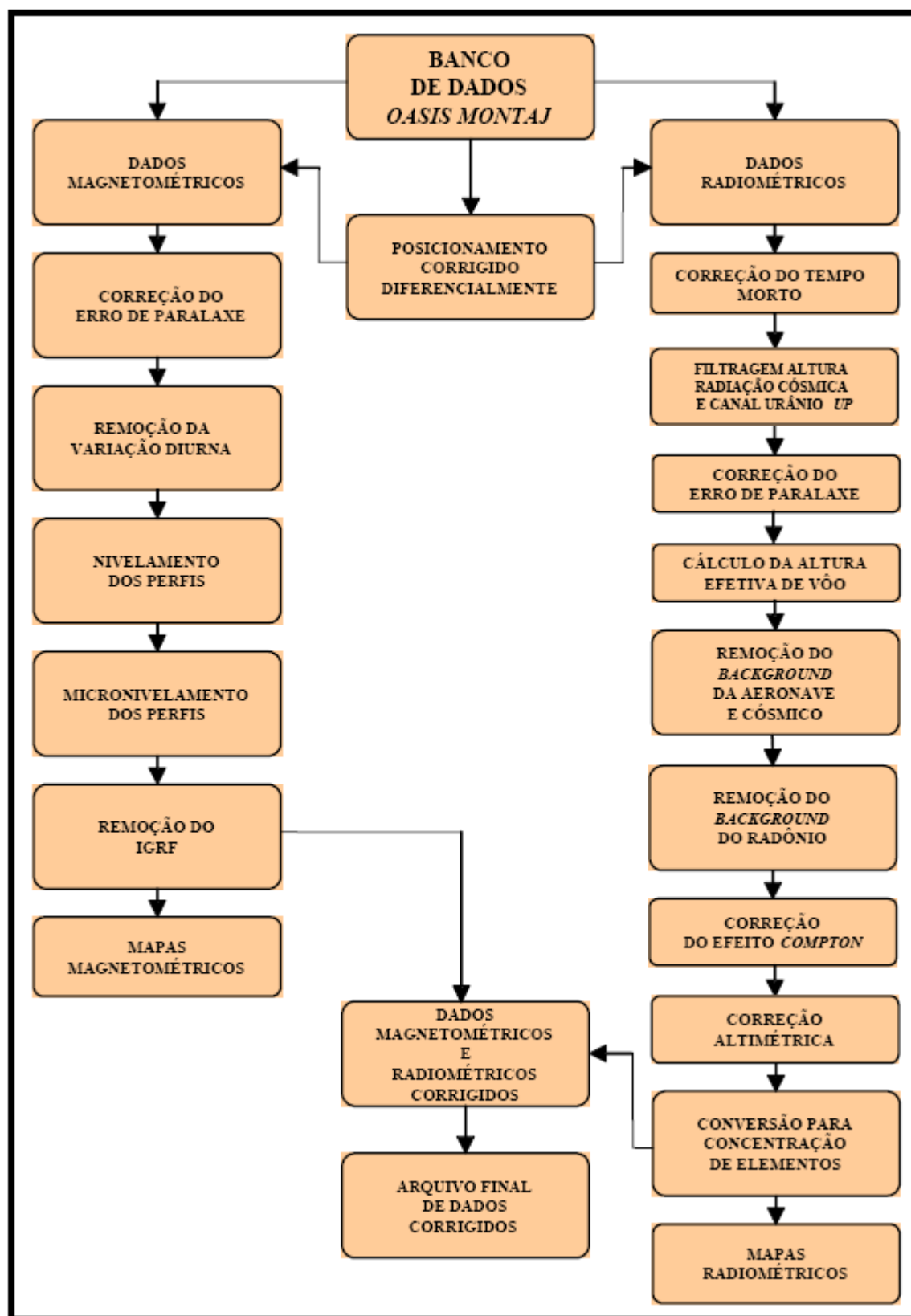


Figura 9 - Fluxograma do Processamento de Dados.

4. CRONOGRAMA GERAL DAS OPERAÇÕES

O levantamento do Projeto Aerogeofísico Tucuruí foi executado no período de 13 de abril de 2010 a 13 de julho de 2010. O processamento dos dados e elaboração do Relatório Final tiveram início após o término da fase de aquisição e foram concluídos em 30.08.2010.

A Figura 10 fornece o quadro comparativo entre o cronograma previsto e a duração efetiva do projeto.

Ano	2009			2010							
Etapa/Duração (mês)	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago
Calibração Inicial											
Mobilização											
Aquisição de Dados											
Dynamic Calibration Range											
Processamento e Relatório Final											

Figura 10 – Cronograma Geral das Operações.



5. PRODUTOS FINAIS

Os produtos finais relativos ao Projeto Aerogeofísico Tucuruí 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 *GEOSOF*.

Os mapas foram elaborados de acordo com as especificações do Manual Técnico do DNPM (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 SA.22 E SB.22 disponíveis 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.

As Figuras 11 e 12 ilustram a articulação das folhas relativas aos mapas apresentados nas escalas 1:100.000 e 1:250.000, respectivamente.

A Tabela 21 apresenta os diversos tipos de mapas apresentados e suas características:

Tabela 21 – 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 Vão (Digital)	Traço de linhas de vão e planimetria	-	-

As especificações dos intervalos de contorno utilizados constam da Tabela 22 a seguir:

Tabela 22 – Características dos Intervalos de Contorno dos Mapas Aerogeofísicos.

TEMA	PADRÃO (1:100.000)	PADRÃO (1:250.000)
Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF)	5 e 25 nT	10 e 50 nT
1a.Derivada Vertical do Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF)	0,05 e 0,25 nT/m	0,05 e 0,25 nT/m
Sinal Analítico do Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF)	0,005 e 0,025 nT/m	0,01 e 0,10 nT/m
Radiométrico de Contagem Total	1 e5 µR/h	1 e5 µR/h
Radiométrico de Potássio	0,10 e 0,50 %	0,10 e 0,50 %
Radiométrico de Urânio	0,5 e 2,0 ppm	0,5 e 2,0 ppm
Radiométrico de Tório	2 e 10 ppm	2 e 10 ppm

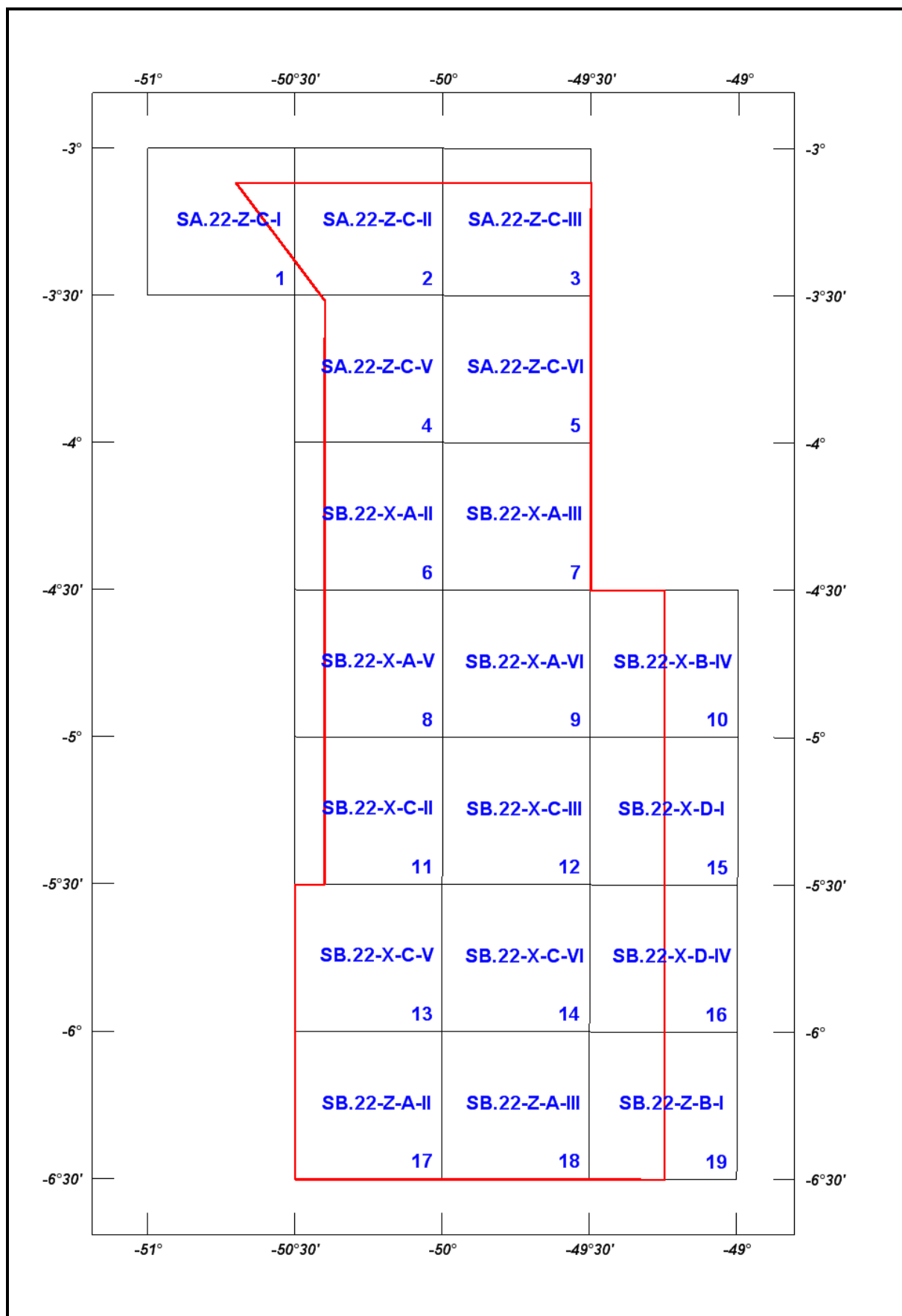


Figura 11 – Articulação das Folhas na Escala 1:100.000.

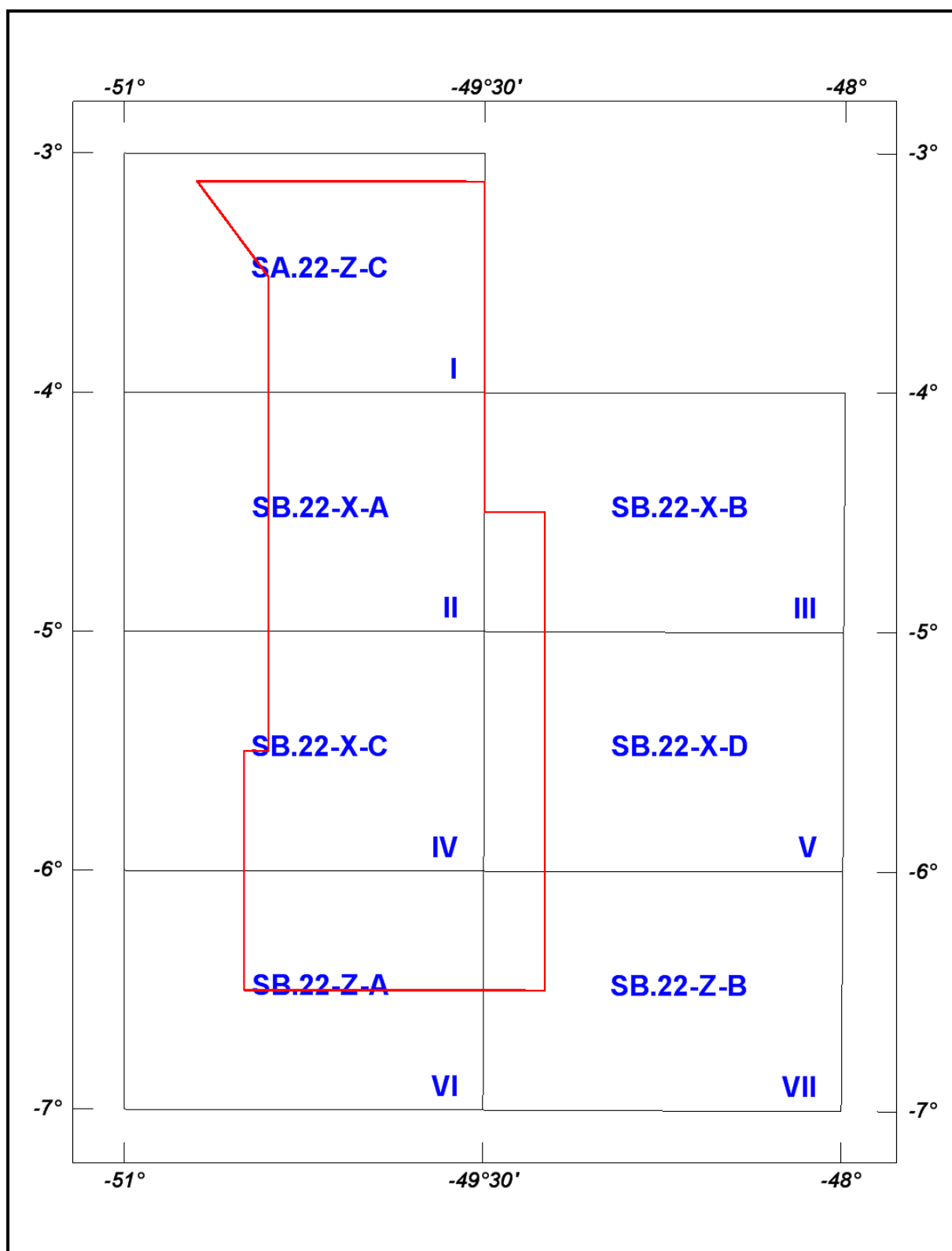


Figura 12 – Articulação das Folhas na Escala 1:250.000.

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

Os mapas magnetométricos, 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 na forma de pseudo-iluminação projetada perpendicularmente às estruturas principais definidas pela magnetometria. Foram adotados os ângulos de 45° para azimuth e de 45° para inclinação da fonte de iluminação aplicada.

A título de ilustração, os mapas magnetométricos do Campo Total e do Sinal Analítico estão sendo apresentados nas Figuras 13 e 14 respectivamente, com escala reduzida para tamanho A-4.

5.2 Mapas Radiométricos das Concentrações de K, eU, eTh 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, elaborado em escala reduzida para tamanho A-4, está sendo apresentado na Figura 15.

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,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, Th) e a cor preta ausência dos três citados elementos.

O mapa radiométrico ternário, elaborado em escala reduzida, está sendo apresentado na Figura 16.

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. Os mapas das razões são apresentados em todas as escalas (1:100.000, 1:250.000 e 1:500.000) com a imagem superposta à planimetria básica.

O mapa radiométrico da razão tório/potássio está elaborado em escala reduzida para tamanho A-4, sendo apresentado na Figura 17.

5.5 Mapa de Pseudo-Iluminação 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 18.

5.6 Mapa de Traço de Linhas de Vão

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 vão são apresentados somente em escala 1:100.000 na forma digital, não sendo portanto apresentados impressos, não obstante os arquivos de plotagem acompanharem os produtos finais.

5.7 Relatório Final

O relatório final está sendo apresentado em 17 volumes (Volume I - Texto Técnico e demais como Anexos), em 4 (quatro) vias, contendo a descrição das operações conduzidas no Projeto Aerogeofísico Tucuruí e dos procedimentos utilizados no levantamento e no processamento dos dados correspondentes, até a elaboração dos mapas finais, conforme descrito anteriormente.

A título de ilustração foi incorporada ao presente relatório a Figura 18 (“Modelo Digital do Terreno”), a qual apresenta os principais acidentes geográficos da área levantada, obtidos a partir dos dados de GPS e radar altímetro registrados pela aeronave.

O texto deste relatório foi elaborado por César Marinho Costa. A revisão e edição final estiveram a cargo de Luis Paulo Pousa de Moura e do gerente do contrato da CPRM – Serviço Geológico do Brasil.

5.8 Arquivos Digitais Finais

Os dados obtidos no processamento de dados estão sendo apresentados em 5(cinco) 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 e também nas Tabelas 23, 24, 25 e 26.

Os dados digitais dos bancos de dados magnetométrico e gamaespectrométrico da GEOSOFT (GDB) são apresentados, respectivamente, nas Tabelas 23, 24, 25 e 26.

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

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, bem como o Modelo Digital do Terreno (Figura 18), a mínima curvatura (*Rangrid*).

A listagem fornecida no Anexo VI apresenta as linhas de vôo numeradas de 10010 a 13241 e as linhas de controle numeradas de 19010 a 19380. Todas estas linhas listadas foram aprovadas e utilizadas no processamento e estão organizadas por ordem crescente de numeração.

O arquivo Metadados, bem como todos os arquivos especificados no contrato, estão sendo apresentado 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 23 – Banco de Dados Geosoft (GDB) – Magnetometria.

Campo	Descrição	Unidade
X	Coordenada UTM Leste	m
Y	Coordenada UTM Norte	m
FIDUCIAL	Fiducial	-
GPSALT	Altitude GPS	m
BARO	Altitude Barométrica	m
ALTURA	Altura de Vôo (Radar Altimetro)	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
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	graus decimais
LATITUDE	Latitude	graus decimais
DATA	Data	ano/mês/dia
HORA	Hora	hh:mm:ss

Tabela 24 – Banco de Dados Geosoft (GDB) – Gamaespectrometria.

Campo	Descrição	Unidade
X	Coordenada UTM Leste	m
Y	Coordenada UTM Norte	m
FIDUCIAL	Fiducial	-
GPSALT	Altitude GPS	m
BARO	Altitude Barométrica	m
ALTURA	Altura do Vôo (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 Celsius
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 decimais
LATITUDE	Latitude	graus decimais
DATA	Data	ano/mês/dia
HORA	Hora	hh:mm:ss

Tabela 25 – Banco de Dados Geosoft (GDB) – Gamaespectrometria 256 Canais.

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

Tabela 26 – Arquivo de Cruzamentos XYZ – Magnetometria.

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

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”.

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

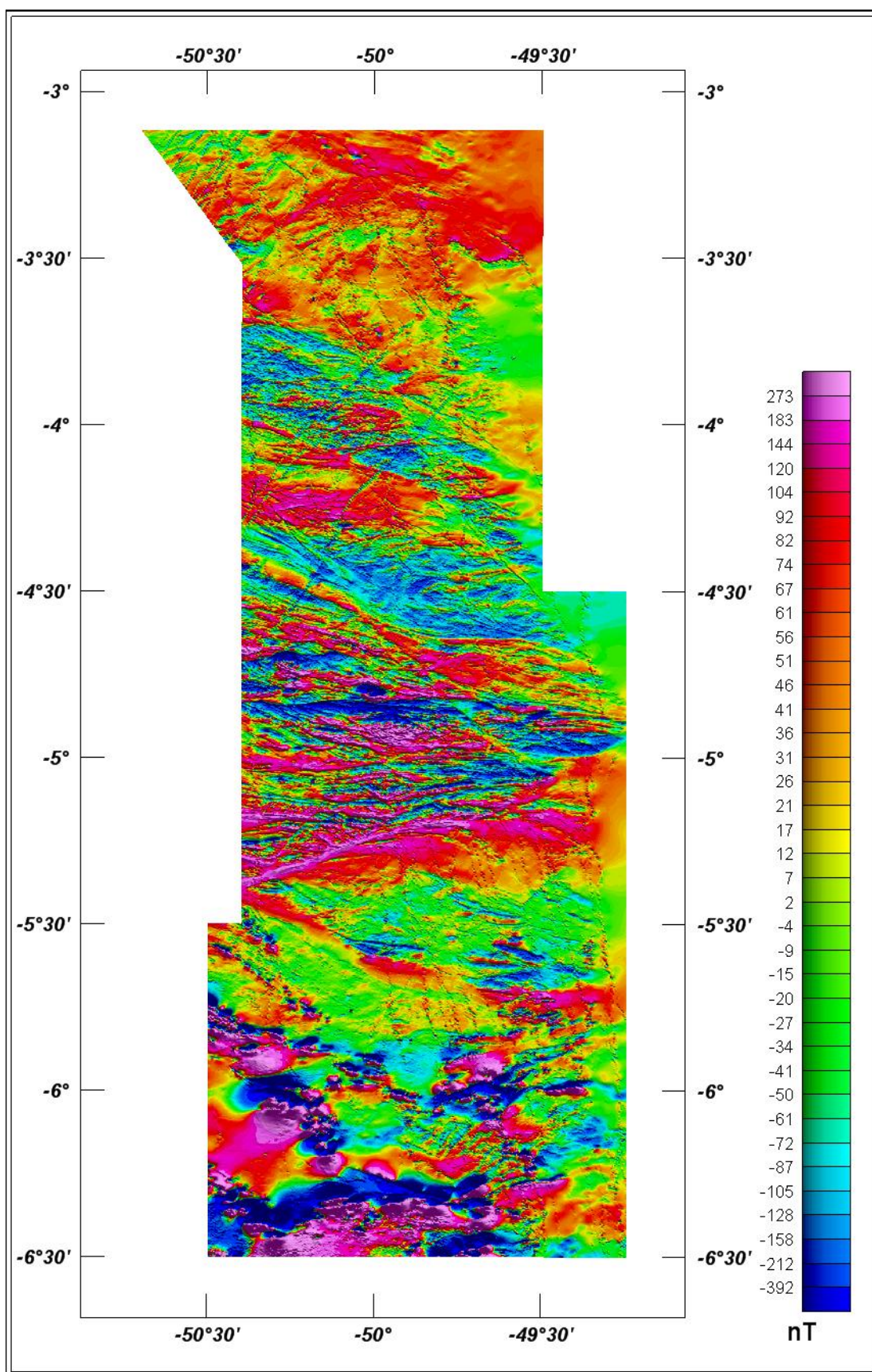


Figura 13 - Mapa Pseudo-Iluminado do Campo Magnético Total (reduzido do IGRF)
(Azimute da Fonte Luminosa: 45°; Inclinação: 45°).

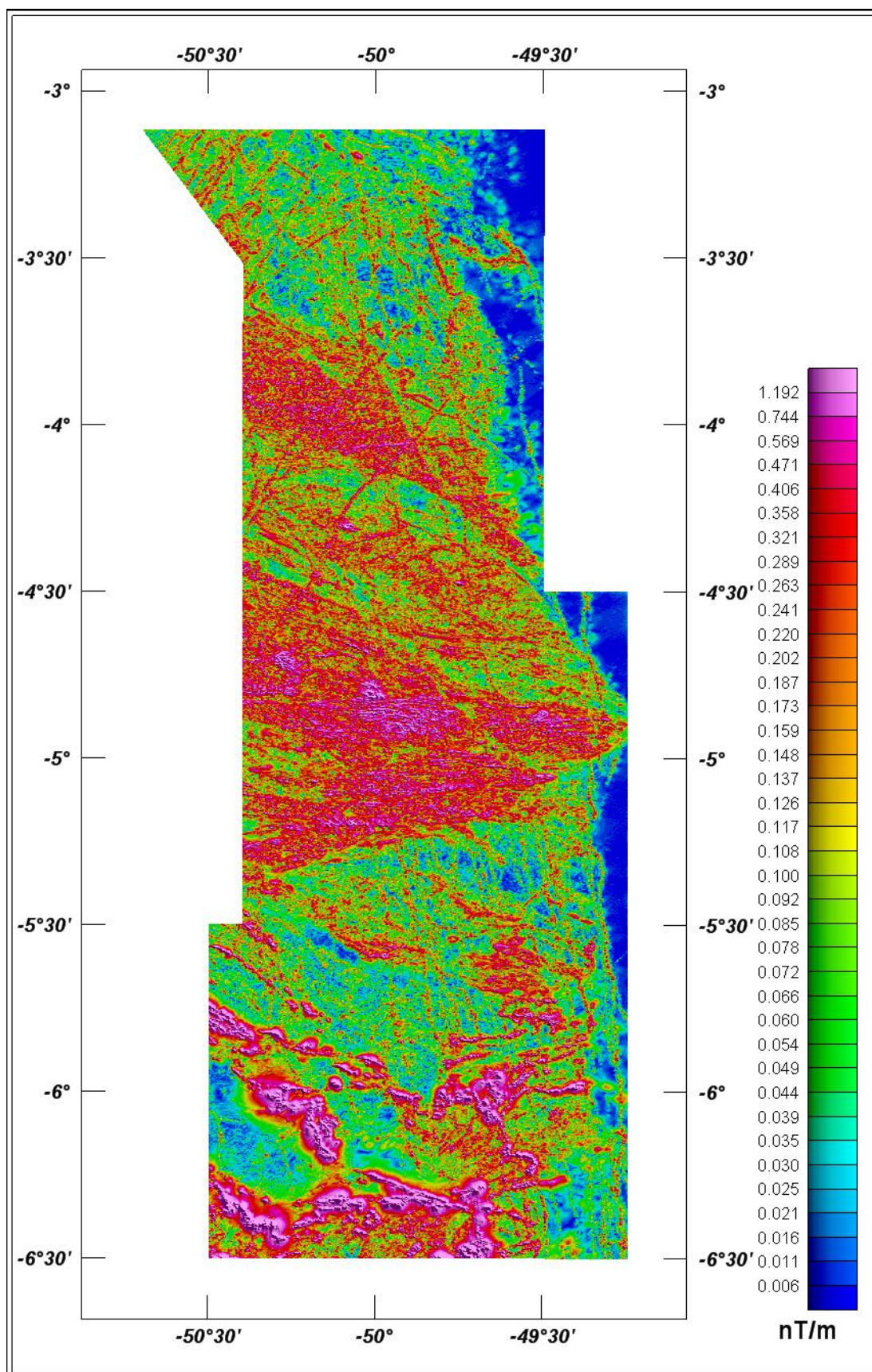


Figura 14 – Mapa do Sinal Analítico do Campo Magnético Total (reduzido do IGRF)
(Azimute da Fonte Luminosa: 45°; Inclinação: 45°).

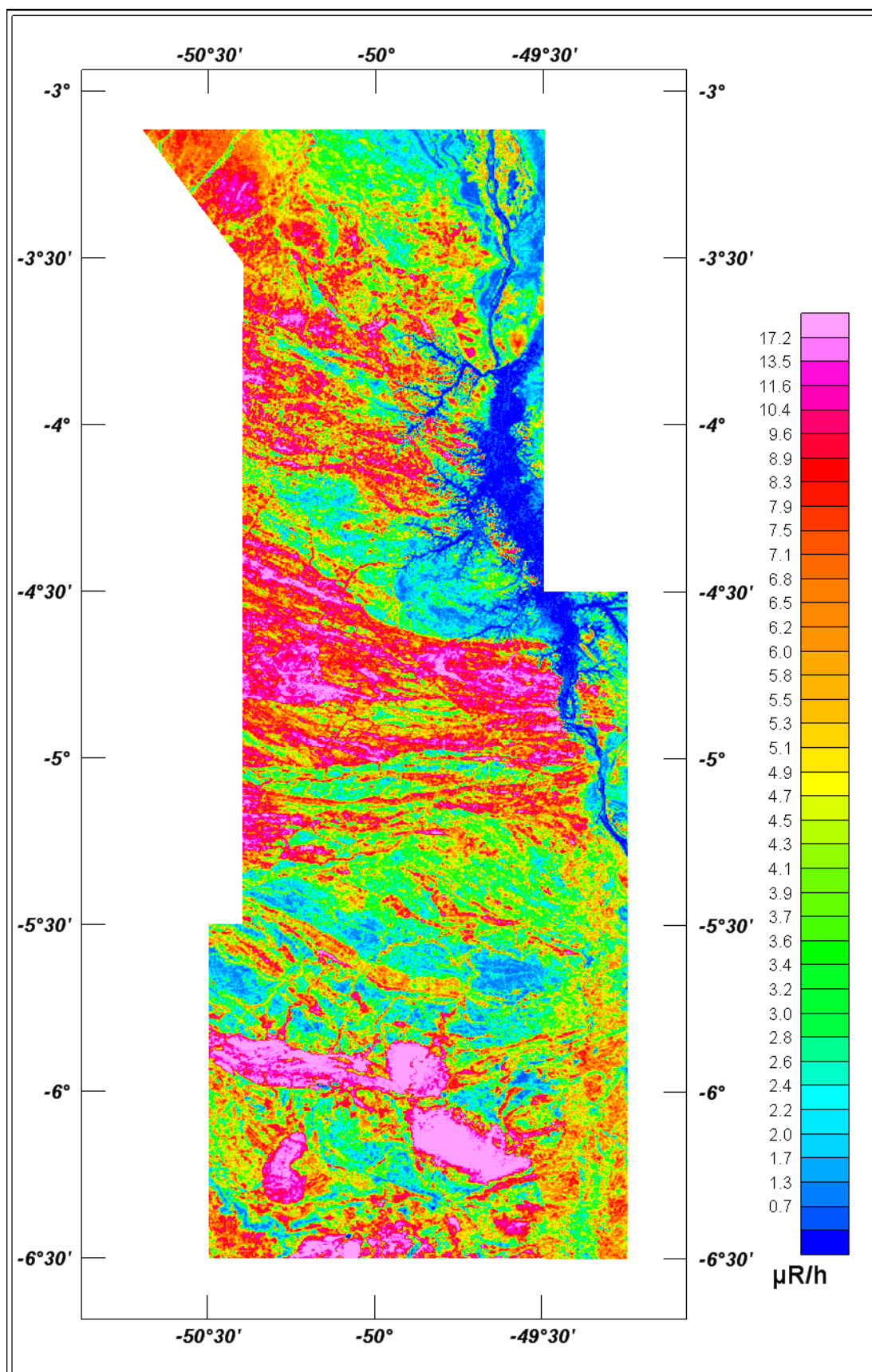


Figura 15 – Mapa Radiométrico da Taxa de Exposição do Canal de Contagem Total.

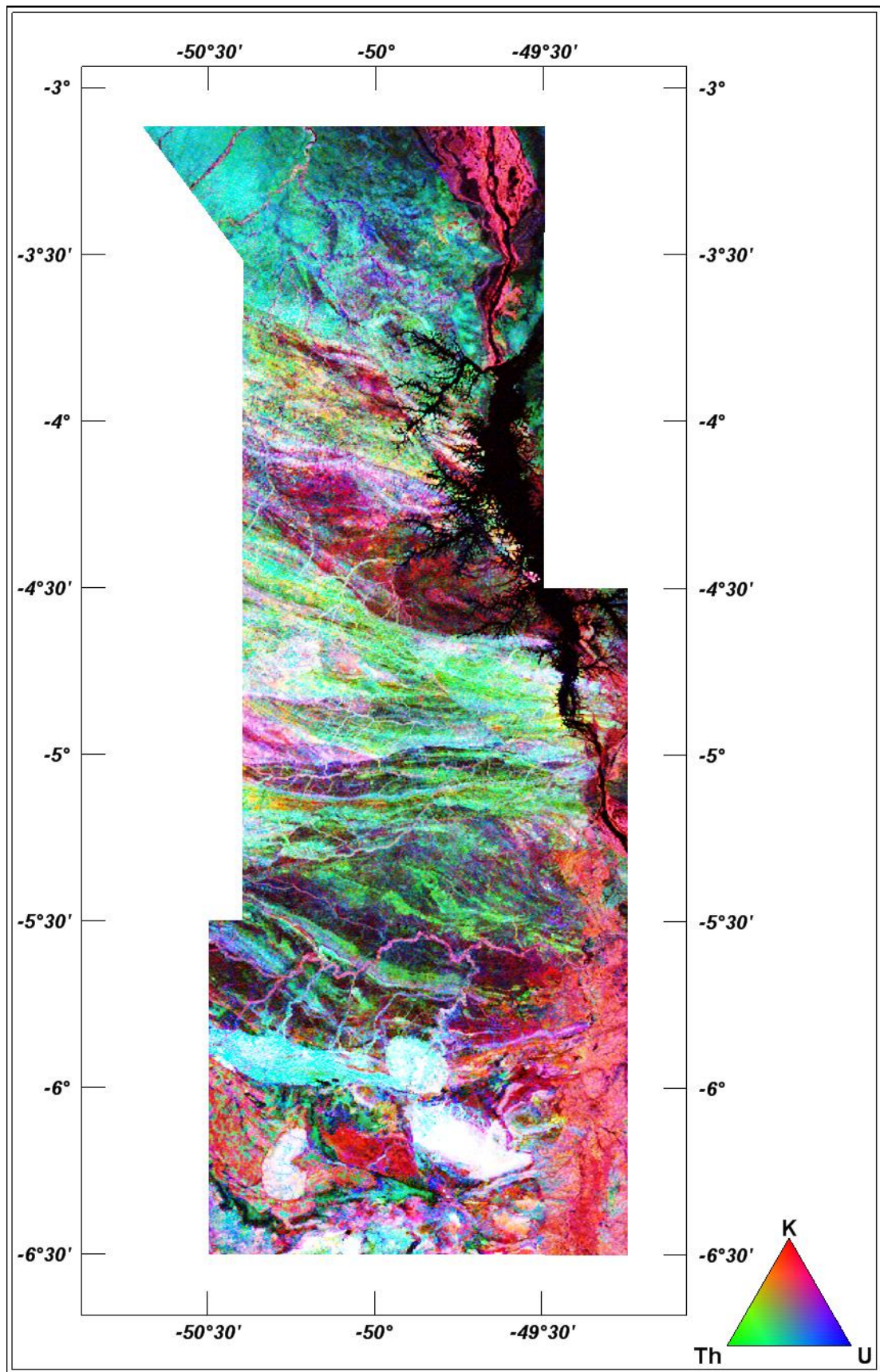


Figura 16 – Mapa Radiométrico Ternário (K-U-Th) – (CMY *Inverted*).

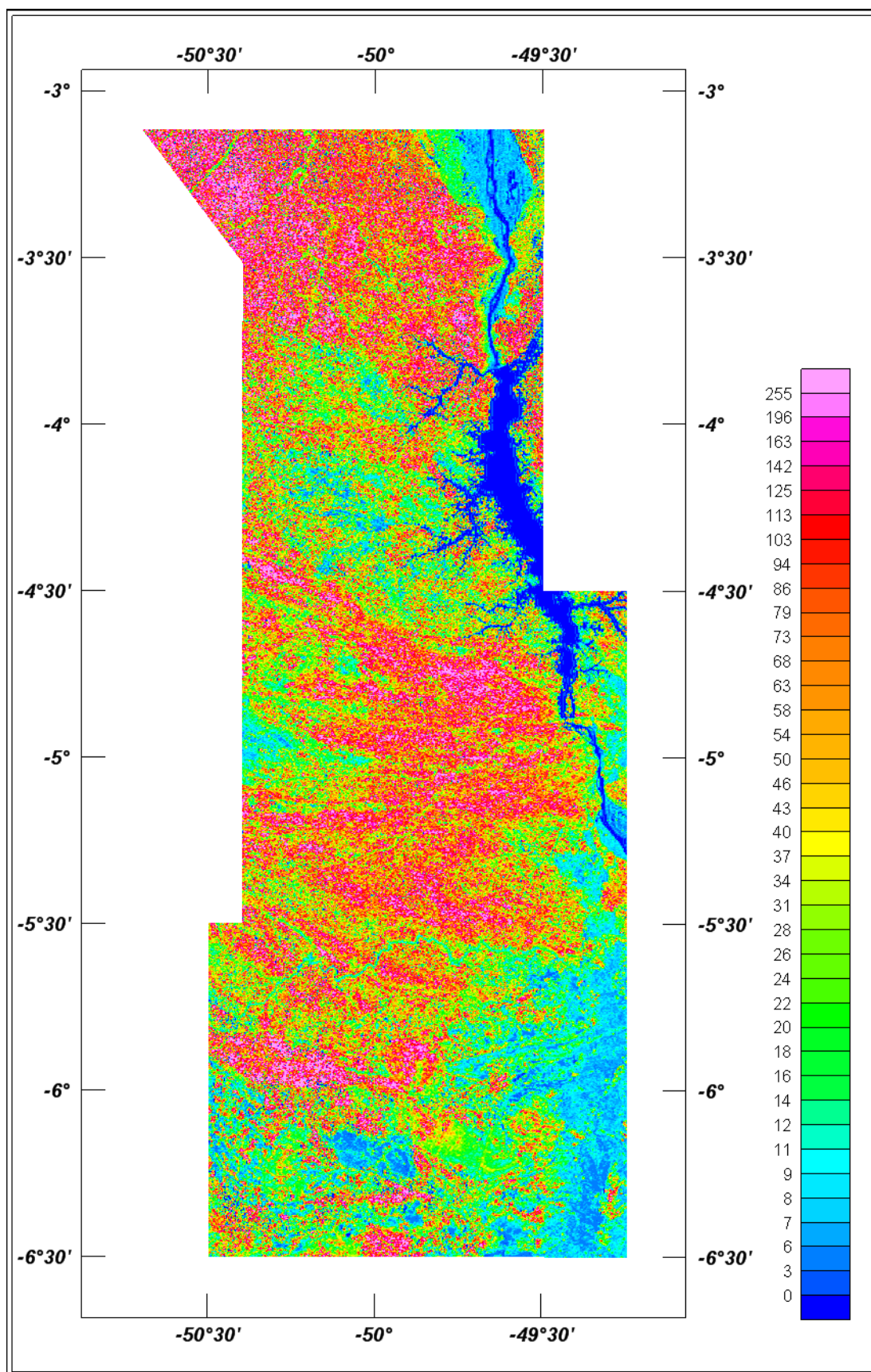


Figura 17 – Mapa Radiométrico da Razão Tório / Potássio.

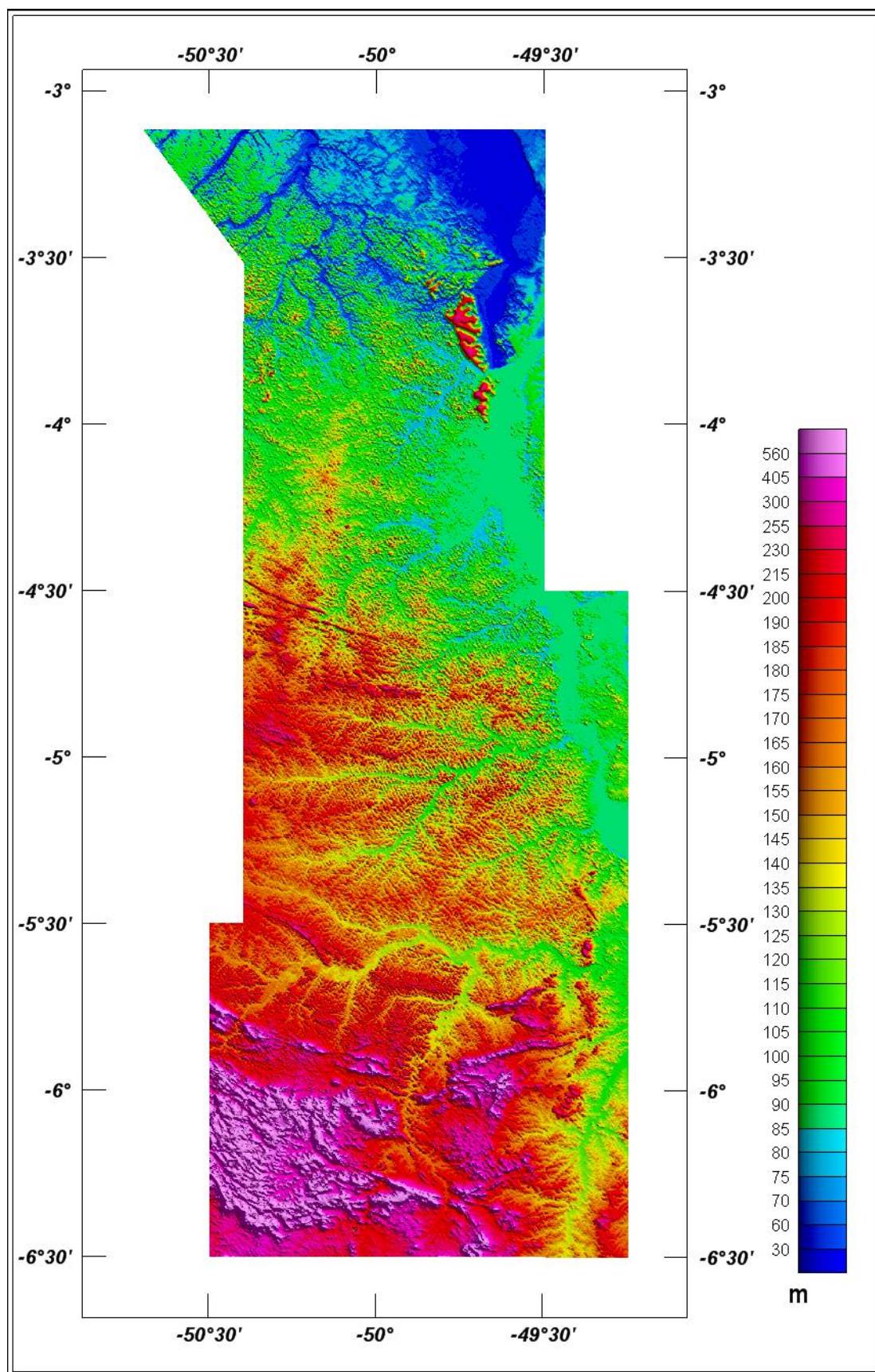


Figura 18 – Mapa Pseudo-Iluminado do Modelo Digital do Terreno (Azimute da Fonte Luminosa: 45°; Inclinação: 45°).

6. PARTICIPAÇÃO DA CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL

Os serviços de aquisição de dados do projeto foram supervisionados pelo fiscal da CPRM:

Ludwig Zellner	Assistente Executivo	DIGEOF-RJ
Bruno Menchio Faria	Geólogo	DIGEOF-RJ

A revisão e compatibilização geral dos resultados obtidos apresentados no Relatório Final foi executada pelos geólogos Alexandre Lisboa Lago, Paulo Marques Abreu e Diogo Alves de Sordi, com supervisão da gerente do contrato, geóloga Maria Laura Vereza de Azevedo.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DNPM. - 1985** – Manual Técnico de Geologia, Departamento Nacional da Produção Mineral. Brasília, Brasil, 354p.
- GEOSOFT - 2005** – Montaj Geophysics Levelling System: Tutorial and User Guide. Toronto, Canada, disponível em <http://www.geosoft.com>
- GRASTY, R. L. & MINTY, B. R. S. - 1995** - A guide to the technical specifications for airborne gamma-ray surveys. AGSO, Australia, 86p.
- IAEA. - 1991** - Airborne gamma ray spectrometer surveying. International Atomic Energy Agency. Technical Reports Series No. 323. Vienna, Austria, 97p.
- IAEA. - 2003** – Guidelines for radioelement mapping using gamma ray spectrometry data. International Atomic Energy Agency. TECDOC-1363. Vienna, Austria, 173p.

ANEXO I - RESUMO DO PROCESSO DE CALIBRAÇÃO DO GAMAESPECTRÔMETRO

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

peak fwhm gain			peak fwhm gain		
A1	217.5	5.4	109	C1	
A2	218.0	5.2	96	C2	
A3	218.0	5.1	102	C3	
A4	217.9	5.1	111	C4	
B1	218.0	5.6	114	D1	55.1 9.0 116
B2	218.0	5.4	106	D2	55.1 10.2 115
B3	217.7	5.5	121	D3	218.3 4.6 122
B4	218.3	5.2	120	D4	218.5 5.6 131
DN	218.2	5.5		UP	55.0 9.3

 **EXPLORANIUM** GAMMA RAY SPE

Foto tirada no dia 04/05/2010 no hangar em Jacarepaguá mostrando a resolução dos cristais do sistema Exploranium GR820 da aeronave PR-FAM

Aeronave: PR-FAM
 Data da Calibração: 04/05/2010



Flight Log – Magnetometry & Spectrometry

Flight PADS Job Date 04/05/2010
 Base HANGAR Client Area
 Aircraft PR-FAM Pilot Operator Almir/Sandro

	GR-820	BOX A	BOX B	BOX D	ROI	ELEMENT	CHANNEL	STAB
S/N	8234	2653	2617	001	1	TOTAL COUNT	34-233	---
CAL					2	POTASSIUM	115-131	122
ADC	133				3	URANIUM	139-155	147
					4	THORIUM	202-233	218
					8	URANIUM UP	139-155	---

BOX A			BOX B			BOX D		
XTAL	FWHM	GAIN	XTAL	FWHM	GAIN	XTAL	FWHM	GAIN
A1	5.4	109	B1	6.1	114	D1 UP	9.0	116
A2	6.2	96	B2	5.4	106	D2 UP	10.2	115
A3	5.1	102	B3	5.5	121	D3 DN	4.6	122
A4	5.6	111	B4	5.2	120	D4 DN	5.6	131

TOTAL	DOWN	UP
CANAL	218.2	55.0
FWHM	5.5	9.3

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

Spec00130.ms

SAMPLE TEST			I N I T I A L		
LINE	SAMPLE	FID INITIAL	TIME INITIAL	FID FINAL	TIME FINAL
11	Th	2210	11:51	2330	11:53
12	U	2420	11:55	2540	11:57
13	BG	2664	11:59	2784	12:01

Spec0131.ms

SAMPLE TEST			F I N A L		
LINE	SAMPLE	FID INITIAL	TIME INITIAL	FID FINAL	TIME FINAL
21	Th	25680	18:22	25800	18:24
22	U	26200	18:31	26320	18:33
23	BG	26460	18:35	26580	18:37

peak fwhm gain				peak fwhm gain			
A1	218.4	5.3	112	C1			
A2	218.3	5.0	131	C2			
A3	218.3	5.1	126	C3			
A4	218.2	4.9	116	C4			
B1	218.4	5.6	119	D1			
B2	217.9	5.5	120	D2			
B3	218.1	5.5	122	D3	55.1	8.1	122
B4	217.9	4.4	105<	D4	55.0	9.5	113
DN	218.2	5.1		UP	55.0	9.9	

 **EXPLORANIUM**

Foto tirada no dia 04/06/2010 no hangar em Jacarepaguá mostrando a resolução dos cristais do sistema Exploranium GR820 da aeronave PR-FAS

Aeronave: PR-FAS

Data da Calibração: 04/06/2010



Flight Log – Magnetometry & Spectrometry

Flight__PAD

Job_____

Date 04/06/2010

Base__RJ_____

Client_____

Area_____

Aircraft _PR-FAS__

Pilot_____

Operator _Marcelo/Almir

	GR-820	BOX A	BOX B	BOX D	ROI	ELEMENT	CHANNEL	STAB
S/N	8262	2661	2662		1	TOTAL COUNT	34-233	---
CAL					2	POTASSIUM	115-131	122
ADC	128				3	URANIUM	139-155	147
					4	THORIUM	202-233	218
					8	URANIUM UP	139-155	---

BOX A			BOX B			BOX D		
XTAL	FWHM	GAIN	XTAL	FWHM	GAIN	XTAL	FWHM	GAIN
A1	5.3	112	B1	5.6	119	D3 UP	8.1	122
A2	5.0	131	B2	5.5	120	D4 UP	9.5	113
A3	5.1	126	B3	5.5	122			
A4	4.9	116	B4	4.4	105			

TOTAL	DOWN	UP
CANAL	218.2	55.0
FWHM	5.1	9.9

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

PAD29490010.ms

SAMPLE TEST				I N I T I A L	
LINE	SAMPLE	FID INITIAL	TIME INITIAL	FID FINAL	TIME FINAL
11	TH	858	18:27	978	18:29
12	U	1128	18:32	1248	18:34
13	BG	1414	18:37	1534	18:39

PADF294900010.ms

SAMPLE TEST				F I N A L	
LINE	SAMPLE	FID INITIAL	TIME INITIAL	FID FINAL	TIME FINAL
21	TH	12134	21:35	12254	21:37
22	U	12316	21:38	12436	21:40
23	BG	12468	21:41	12588	21:43

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

Aeronave: PR-FAM

Data: 04/05/2010

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

Pacote de Cristais A (1.024 pol³)			ELEMENTOS (cps)		
Nº Linha	Tanque	Tempo (s)	K (média)	U (média)	Th (média)
BG1	<i>Background</i>	1	344,403	62,481	118,479
TH1	Tório	1	392,465	97,978	249,781
U1	Urânio	1	409,135	154,549	123,835
K1	Potássio	1	499,878	62,552	118,407

Pacote de Cristais B (1.024 pol³)			ELEMENTOS (cps)		
Nº Linha	Tanque	Tempo (s)	K (média)	U (média)	Th (media)
BG2	<i>Background</i>	1	347,799	61,142	117,680
TH2	Tório	1	397,805	97,217	252,363
U2	Urânio	1	420,262	158,077	124,746
K2	Potássio	1	513,126	62,280	118,023

Pacote de Cristais D (512 pol³)			ELEMENTOS (cps)		
Nº Linha	Tanque	Tempo (s)	K (média)	U (média)	Th (media)
BG2	<i>Background</i>	1	212,456	43,154	76,413
TH2	Tório	1	247,199	67,604	153,481
U2	Urânio	1	253,194	98,586	79,017
K2	Potássio	1	298,696	42,303	74,536

Pacote de Cristais A (1.024 pol³)		ELEMENTOS (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th
<i>Background</i>	600	206642	37489	71087
Tório	600	235479	58787	149869
Urânio	600	245481	92729	74301
Potássio	600	299927	37531	71044

Pacote de Cristais B (1.024 pol ³)		ELEMENTOS (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th
<i>Background</i>	600	208679	36685	70608
Tório	600	238683	58330	151418
Urânio	600	252157	94846	74848
Potássio	600	307876	37368	70814

Pacote de Cristais D (512 pol ³)		ELEMENTOS (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th
<i>Background</i>	600	127474	25892	45848
Tório	600	148319	40562	92089
Urânio	600	151916	59152	47410
Potássio	600	179218	25382	44722

Pacotes de Cristais A+B+D (2.560 pol ³)		ELEMENTOS (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th
<i>Background</i>	600	542795	100066	187543
Tório	600	622481	157679	393375
Urânio	600	649555	246727	196559
Potássio	600	787020	100281	186580

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-FAM Caixa A - 04/05/2010

WINDOW COUNTS:

	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS
B Pad	600.0	206642.	37489.	71087.
K Pad	600.0	299927.	37531.	71044.
U Pad	600.0	245481.	92729.	74301.
T Pad	600.0	235479.	58787.	149869.

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

2.148E+01 (3.132E-01)	1.268E+00 (3.392E-02)	3.517E-01 (1.053E-02)
2.168E-01 (6.421E-02)	1.768E+00 (3.600E-02)	2.392E-01 (5.463E-03)
2.017E-01 (8.930E-02)	8.190E-02 (1.278E-02)	9.807E-01 (1.648E-02)

INVERSE A-MATRIX:

4.696E-02 (6.918E-04)	-3.327E-02 (7.248E-04)	-8.729E-03 (4.188E-04)
-4.504E-03 (1.795E-03)	5.753E-01 (1.162E-02)	-1.387E-01 (3.765E-03)
-9.282E-03 (4.276E-03)	-4.120E-02 (6.556E-03)	1.033E+00 (1.720E-02)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 2.148E+01 (3.132E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 1.768E+00 (3.600E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 9.807E-01 (1.648E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 2.514E+01 (3.665E-01) COUNTS/ M PER PCT K
U SENSITIVITY (A22) = 2.068E+00 (4.212E-02) COUNTS/ M PER PPM EU
TH SENSITIVITY (A33) = 1.167E+00 (1.961E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): .2439 (.0043)
TH INTO K (BETA = A13/A33): .3587 (.0094)
U INTO K (GAMMA = A12/A22): .7171 (.0141)
U INTO TH (A = A32/A22): .0463 (.0072)
K INTO TH (B = A31/A11): .0094 (.0042)
K INTO U (G = A21/A11): .0101 (.0030)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 3.121E+02 (1.058E+00) COUNTS/M
U WINDOW : 5.992E+01 (4.111E-01) COUNTS/M
TH WINDOW : 1.159E+02 (5.695E-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-FAM Caixa B - 04/05/2010

WINDOW COUNTS:

	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS
B Pad	600.0	208679.	36685.	70608.
K Pad	600.0	307876.	37368.	70814.
U Pad	600.0	252157.	94846.	74848.
T Pad	600.0	238683.	58330.	151418.

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

2.285E+01 (3.286E-01)	1.418E+00 (3.635E-02)	3.648E-01 (1.076E-02)
3.722E-01 (6.399E-02)	1.862E+00 (3.774E-02)	2.422E-01 (5.489E-03)
2.666E-01 (8.922E-02)	1.144E-01 (1.289E-02)	1.005E+00 (1.685E-02)

INVERSE A-MATRIX:

4.440E-02 (6.450E-04)	-3.332E-02 (6.885E-04)	-8.079E-03 (3.953E-04)
-7.454E-03 (1.605E-03)	5.508E-01 (1.109E-02)	-1.300E-01 (3.535E-03)
-1.092E-02 (3.928E-03)	-5.381E-02 (6.183E-03)	1.011E+00 (1.681E-02)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 2.285E+01 (3.286E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 1.862E+00 (3.774E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 1.005E+00 (1.685E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 2.673E+01 (3.845E-01) COUNTS/ M PER PCT K
U SENSITIVITY (A22) = 2.178E+00 (4.415E-02) COUNTS/ M PER PPM EU
TH SENSITIVITY (A33) = 1.197E+00 (2.005E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): .2409 (.0042)
TH INTO K (BETA = A13/A33): .3628 (.0093)
U INTO K (GAMMA = A12/A22): .7617 (.0137)
U INTO TH (A = A32/A22): .0614 (.0068)
K INTO TH (B = A31/A11): .0117 (.0039)
K INTO U (G = A21/A11): .0163 (.0028)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 3.134E+02 (1.076E+00) COUNTS/M
U WINDOW : 5.826E+01 (4.077E-01) COUNTS/M
TH WINDOW : 1.149E+02 (5.684E-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-FAM Caixa D - 04/05/2010

WINDOW COUNTS:

	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS
B Pad	600.0	127474.	25892.	45848.
K Pad	600.0	179218.	25382.	44722.
U Pad	600.0	151916.	59152.	47410.
T Pad	600.0	148319.	40562.	92089.

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

1.194E+01 (1.957E-01)	7.950E-01 (2.346E-02)	2.542E-01 (7.868E-03)
1.306E-02 (5.274E-02)	1.064E+00 (2.255E-02)	1.670E-01 (4.169E-03)
-1.339E-01 (7.050E-02)	3.731E-02 (1.002E-02)	5.756E-01 (1.015E-02)

INVERSE A-MATRIX:

8.362E-02 (1.402E-03)	-6.182E-02 (1.552E-03)	-1.899E-02 (9.655E-04)
-4.122E-03 (4.498E-03)	9.527E-01 (1.996E-02)	-2.746E-01 (7.936E-03)
1.972E-02 (1.037E-02)	-7.614E-02 (1.434E-02)	1.751E+00 (3.031E-02)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 1.194E+01 (1.957E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 1.064E+00 (2.255E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 5.756E-01 (1.015E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 1.397E+01 (2.290E-01) COUNTS/ M PER PCT K
U SENSITIVITY (A22) = 1.245E+00 (2.638E-02) COUNTS/ M PER PPM EU
TH SENSITIVITY (A33) = 6.850E-01 (1.208E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): .2901 (.0061)
TH INTO K (BETA = A13/A33): .4416 (.0123)
U INTO K (GAMMA = A12/A22): .7473 (.0179)
U INTO TH (A = A32/A22): .0351 (.0094)
K INTO TH (B = A31/A11): -.0112 (.0059)
K INTO U (G = A21/A11): .0011 (.0044)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 1.943E+02 (7.901E-01) COUNTS/M
U WINDOW : 4.173E+01 (3.385E-01) COUNTS/M
TH WINDOW : 7.527E+01 (4.517E-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-FAM Caixa A+B+D - 04/05/2010

WINDOW COUNTS:

	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS
B Pad	600.0	542795.	100066.	187543.
K Pad	600.0	787020.	100281.	186580.
U Pad	600.0	649555.	246727.	196559.
T Pad	600.0	622481.	157679.	393375.

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

5.627E+01 (7.478E-01)	3.481E+00 (7.957E-02)	9.707E-01 (2.239E-02)
6.020E-01 (1.074E-01)	4.694E+00 (9.245E-02)	6.484E-01 (1.227E-02)
3.344E-01 (1.503E-01)	2.336E-01 (2.213E-02)	2.562E+00 (4.137E-02)

INVERSE A-MATRIX:

1.793E-02 (2.394E-04)	-1.313E-02 (2.232E-04)	-3.472E-03 (1.170E-04)
-2.002E-03 (4.304E-04)	2.172E-01 (4.253E-03)	-5.423E-02 (1.293E-03)
-2.158E-03 (1.052E-03)	-1.809E-02 (1.653E-03)	3.958E-01 (6.369E-03)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 5.627E+01 (7.478E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 4.694E+00 (9.245E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 2.562E+00 (4.137E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 6.584E+01 (8.749E-01) COUNTS/ M PER PCT K
 U SENSITIVITY (A22) = 5.491E+00 (1.082E-01) COUNTS/ M PER PPM EU
 TH SENSITIVITY (A33) = 3.049E+00 (4.923E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): .2531 (.0028)

TH INTO K (BETA = A13/A33): .3789 (.0065)

U INTO K (GAMMA = A12/A22): .7416 (.0096)

U INTO TH (A = A32/A22): .0498 (.0046)

K INTO TH (B = A31/A11): .0059 (.0027)

K INTO U (G = A21/A11): .0107 (.0019)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 8.197E+02 (1.964E+00) COUNTS/M

U WINDOW : 1.599E+02 (6.931E-01) COUNTS/M

TH WINDOW : 3.061E+02 (9.615E-01) COUNTS/M

NUMBERS IN PARENTHESES ARE ESTIMATED STANDARD DEVIATIONS

Coeficientes de Espalhamento *Compton*

RESULTADO	
Coeficiente	Valor Obtido em 04/05/2010
α	0,2531 $\pm$ 0,0028
β	0,3789 $\pm$ 0,0065
γ	0,7416 $\pm$ 0,0096
a	0,0498 $\pm$ 0,0046
b	0,0059 $\pm$ 0,0027
g	0,0107 $\pm$ 0,0019

Aeronave: PR-FAS

Data: 04/06/2010

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

Pacote de Cristais A (1.024 pol³)			ELEMENTOS (cps)		
Nº Linha	Tanque	Tempo (s)	K (média)	U (média)	Th (média)
BG1	<i>Background</i>	1	333,202	65,218	134,799
TH1	Tório	1	385,150	97,141	258,271
U1	Urânio	1	387,195	149,377	137,910
K1	Potássio	1	477,984	65,186	136,166

Pacote de Cristais B (1.024 pol³)			ELEMENTOS (cps)		
Nº Linha	Tanque	Tempo (s)	K (média)	U (média)	Th (média)
BG2	<i>Background</i>	1	320,301	53,743	108,157
TH2	Tório	1	375,693	87,881	247,762
U2	Urânio	1	391,086	152,879	115,219
K2	Potássio	1	488,677	53,915	109,398

Pacote de Cristais A (1.024 pol³)		ELEMENTOS (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th
<i>Background</i>	600	199921	39131	80879
Tório	600	231090	58285	154963
Urânio	600	232317	89626	82746
Potássio	600	286790	39112	81700

Pacote de Cristais B (1.024 pol³)		ELEMENTOS (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th
<i>Background</i>	600	192181	32246	64894
Tório	600	225416	52729	148657
Urânio	600	234652	91727	69131
Potássio	600	293206	32349	65639

Pacotes de Cristais A+B (2.048 pol ³)		ELEMENTOS (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th
<i>Background</i>	600	392102	71377	145773
Tório	600	456506	111013	303620
Urânio	600	466969	181354	151877
Potássio	600	579997	71461	147338

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-FAS Caixa A - 04/06/2010

WINDOW COUNTS:

	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS
B Pad	600.0	199921.	39131.	80879.
K Pad	600.0	286790.	39112.	81700.
U Pad	600.0	232317.	89626.	82746.
T Pad	600.0	231090.	58285.	154963.

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

2.001E+01 (2.960E-01)	1.058E+00 (3.063E-02)	3.832E-01 (1.063E-02)
1.843E-01 (6.538E-02)	1.616E+00 (3.322E-02)	2.147E-01 (5.204E-03)
3.832E-01 (9.507E-02)	4.018E-02 (1.338E-02)	9.228E-01 (1.570E-02)

INVERSE A-MATRIX:

5.054E-02 (7.566E-04)	-3.276E-02 (7.910E-04)	-1.336E-02 (4.771E-04)
-2.992E-03 (2.131E-03)	6.243E-01 (1.271E-02)	-1.440E-01 (4.051E-03)
-2.085E-02 (5.178E-03)	-1.358E-02 (7.954E-03)	1.095E+00 (1.838E-02)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 2.001E+01 (2.960E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 1.616E+00 (3.322E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 9.228E-01 (1.570E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 2.341E+01 (3.463E-01) COUNTS/ M PER PCT K
U SENSITIVITY (A22) = 1.891E+00 (3.887E-02) COUNTS/ M PER PPM EU
TH SENSITIVITY (A33) = 1.098E+00 (1.869E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): .2327 (.0045)
TH INTO K (BETA = A13/A33): .4152 (.0099)
U INTO K (GAMMA = A12/A22): .6548 (.0149)
U INTO TH (A = A32/A22): .0249 (.0083)
K INTO TH (B = A31/A11): .0192 (.0047)
K INTO U (G = A21/A11): .0092 (.0033)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 3.031E+02 (1.030E+00) COUNTS/M
U WINDOW : 6.291E+01 (4.183E-01) COUNTS/M
TH WINDOW : 1.321E+02 (6.041E-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-FAS Caixa B - 04/06/2010

WINDOW COUNTS:

	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS
B Pad	600.0	192181.	32246.	64894.
K Pad	600.0	293206.	32349.	65639.
U Pad	600.0	234652.	91727.	69131.
T Pad	600.0	225416.	52729.	148657.

1

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

2.327E+01 (3.307E-01)	1.386E+00 (3.544E-02)	4.057E-01 (1.094E-02)
2.404E-01 (5.983E-02)	1.904E+00 (3.841E-02)	2.270E-01 (5.186E-03)
3.973E-01 (8.615E-02)	1.136E-01 (1.246E-02)	1.042E+00 (1.736E-02)

INVERSE A-MATRIX:

4.346E-02 (6.226E-04)	-3.102E-02 (6.377E-04)	-1.016E-02 (3.717E-04)
-3.557E-03 (1.421E-03)	5.346E-01 (1.071E-02)	-1.151E-01 (3.146E-03)
-1.618E-02 (3.590E-03)	-4.646E-02 (5.607E-03)	9.758E-01 (1.612E-02)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 2.327E+01 (3.307E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 1.904E+00 (3.841E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 1.042E+00 (1.736E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 2.723E+01 (3.869E-01) COUNTS/ M PER PCT K
U SENSITIVITY (A22) = 2.228E+00 (4.495E-02) COUNTS/ M PER PPM EU
TH SENSITIVITY (A33) = 1.240E+00 (2.066E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): .2178 (.0038)
TH INTO K (BETA = A13/A33): .3892 (.0088)
U INTO K (GAMMA = A12/A22): .7276 (.0129)
U INTO TH (A = A32/A22): .0597 (.0064)
K INTO TH (B = A31/A11): .0171 (.0037)
K INTO U (G = A21/A11): .0103 (.0026)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 2.852E+02 (1.047E+00) COUNTS/M
U WINDOW : 5.104E+01 (3.835E-01) COUNTS/M
TH WINDOW : 1.051E+02 (5.475E-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:

"""" 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-FAS Caixa A+B - 04/06/2010

WINDOW COUNTS:

	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS
B Pad	600.0	392102.	71377.	145773.
K Pad	600.0	579997.	71461.	147338.
U Pad	600.0	466969.	181354.	151877.
T Pad	600.0	456506.	111013.	303620.

1

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

4.328E+01 (5.836E-01)	2.444E+00 (5.883E-02)	7.889E-01 (1.834E-02)
4.246E-01 (8.988E-02)	3.521E+00 (6.976E-02)	4.418E-01 (8.951E-03)
7.802E-01 (1.314E-01)	1.538E-01 (1.895E-02)	1.965E+00 (3.200E-02)

INVERSE A-MATRIX:

2.337E-02 (3.167E-04)	-1.597E-02 (2.954E-04)	-5.790E-03 (1.669E-04)
-1.671E-03 (6.182E-04)	2.880E-01 (5.670E-03)	-6.407E-02 (1.604E-03)
-9.146E-03 (1.555E-03)	-1.620E-02 (2.442E-03)	5.162E-01 (8.356E-03)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 4.328E+01 (5.836E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 3.521E+00 (6.976E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 1.965E+00 (3.200E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 5.064E+01 (6.828E-01) COUNTS/ M PER PCT K
 U SENSITIVITY (A22) = 4.119E+00 (8.162E-02) COUNTS/ M PER PPM EU
 TH SENSITIVITY (A33) = 2.339E+00 (3.807E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): .2248 (.0030)

TH INTO K (BETA = A13/A33): .4014 (.0071)

U INTO K (GAMMA = A12/A22): .6942 (.0105)

U INTO TH (A = A32/A22): .0437 (.0053)

K INTO TH (B = A31/A11): .0180 (.0030)

K INTO U (G = A21/A11): .0098 (.0021)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 5.883E+02 (1.610E+00) COUNTS/M

U WINDOW : 1.139E+02 (5.786E-01) COUNTS/M

TH WINDOW : 2.373E+02 (8.354E-01) COUNTS/M

NUMBERS IN PARENTHESES ARE ESTIMATED STANDARD DEVIATIONS

Coeficientes de Espalhamento *Compton*

RESULTADO	
Coeficiente	Valor Obtido em 04/06/2010
α	0,2248 ± 0,0030
β	0,4014 ± 0,0071
γ	0,6942 ± 0,0105
a	0,0437 ± 0,0053
b	0,0180 ± 0,0030
g	0,0098 ± 0,0021

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

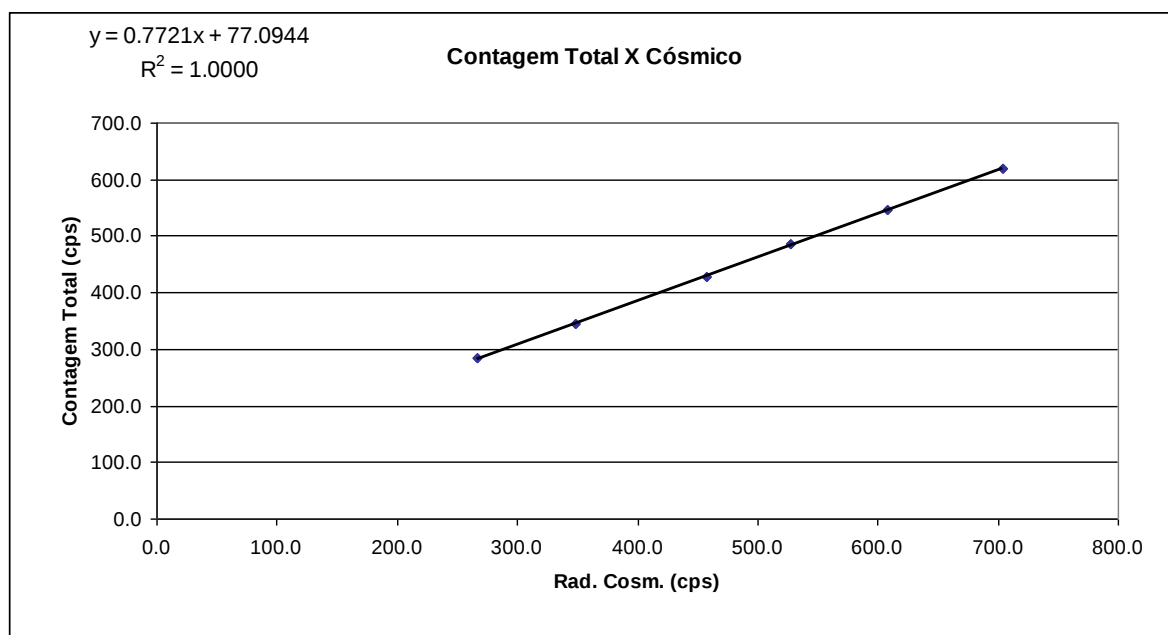
Aeronave: PR-FAM

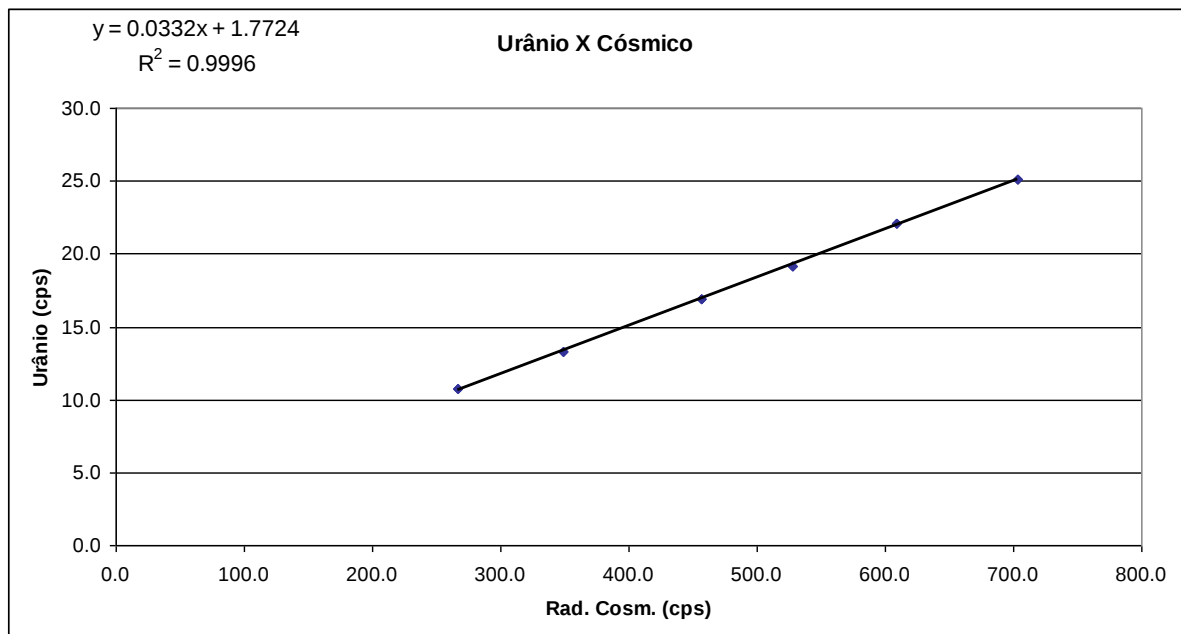
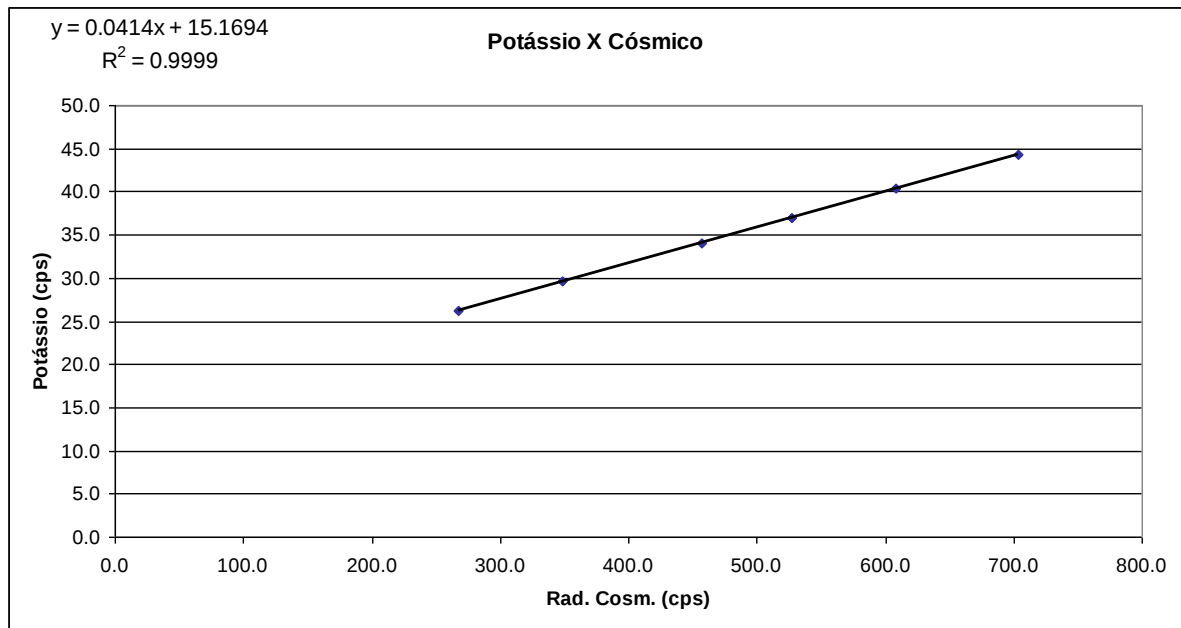
RESULTADO DO VÔO CÓSMICO DA AERONAVE CESSNA 208B – GRAND CARAVAN PR-FAM
(Vol. Pacote de Cristais: 2.560 pol³)

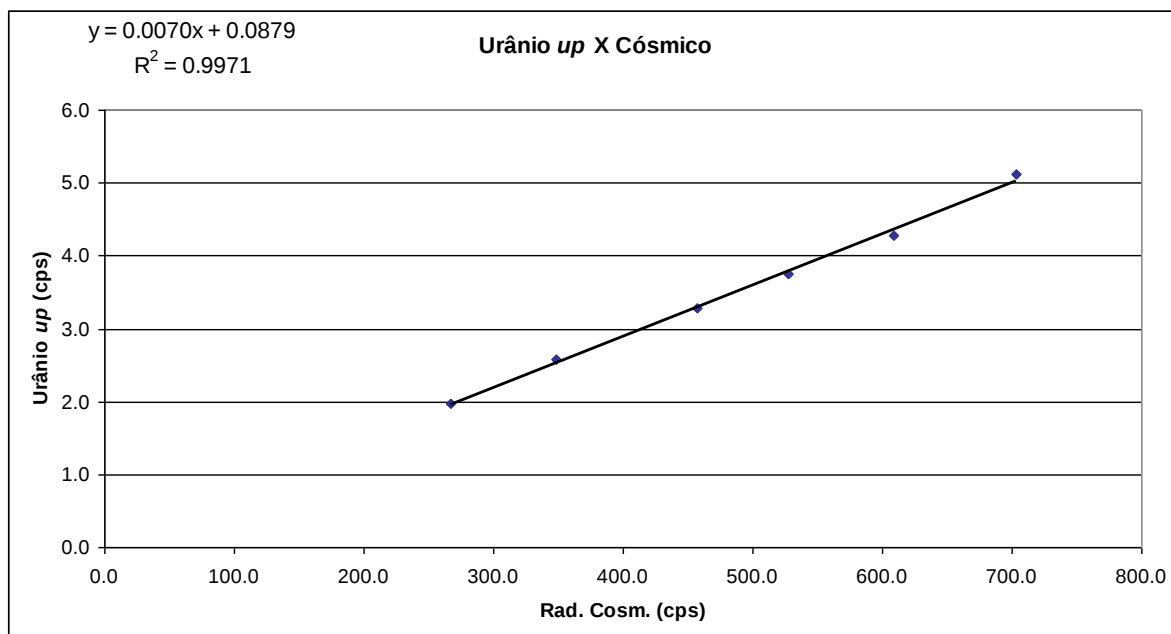
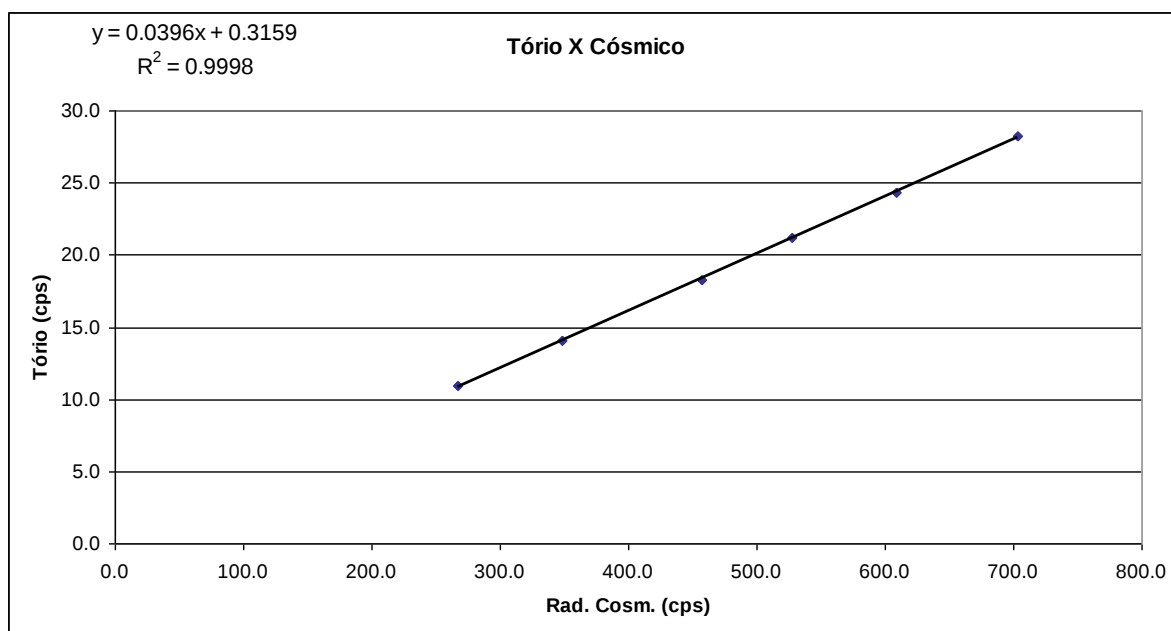
Belém, 9 de Junho de 2010

Altitude (m)	Cósmico (cps)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)	Uup (cps)
1578,70	266,966	283,610	26,270	10,705	10,993	1,967
2227,80	348,344	345,996	29,584	13,278	14,043	2,576
2863,50	457,197	429,179	33,970	16,930	18,312	3,290
3191,90	527,618	484,941	36,919	19,145	21,181	3,751
3516,50	608,423	546,684	40,428	22,133	24,324	4,271
3853,10	703,659	620,625	44,280	25,093	28,262	5,116

Obs: Canais corrigidos do Live Time







RESULTADO		
CANAL	Background Aeronave	Stripping Cósmico
CT	77,0944	0,7721
K	15,1694	0,0414
U	1,7724	0,0332
Th	0,3159	0,0396
Uup	0,0879	0,0070

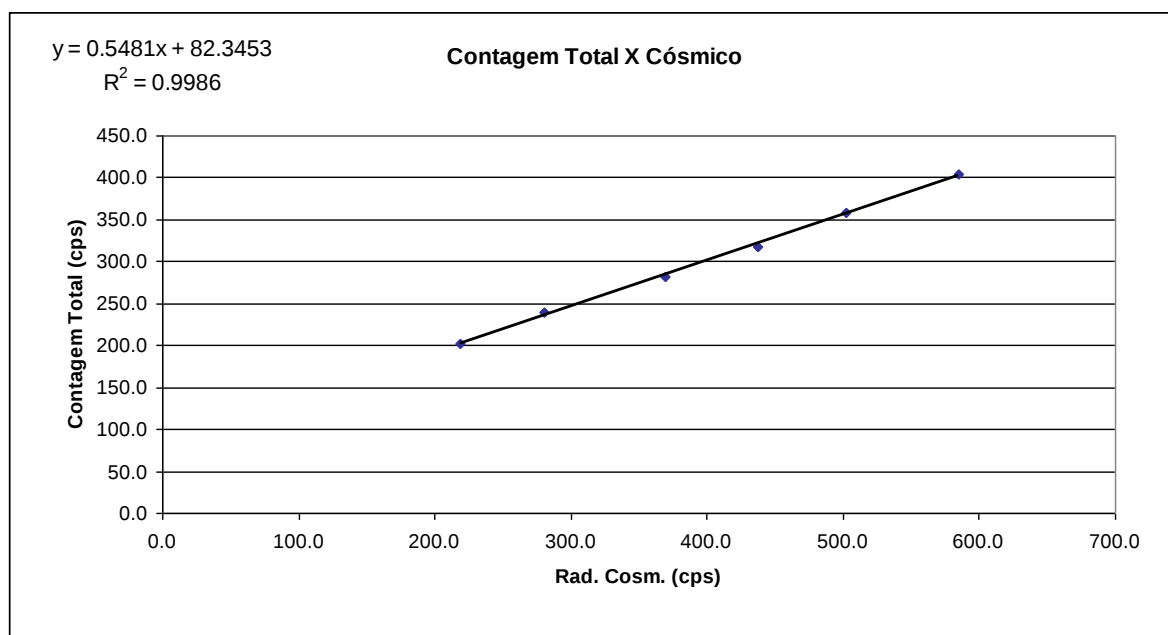
Aeronave: PR-FAS

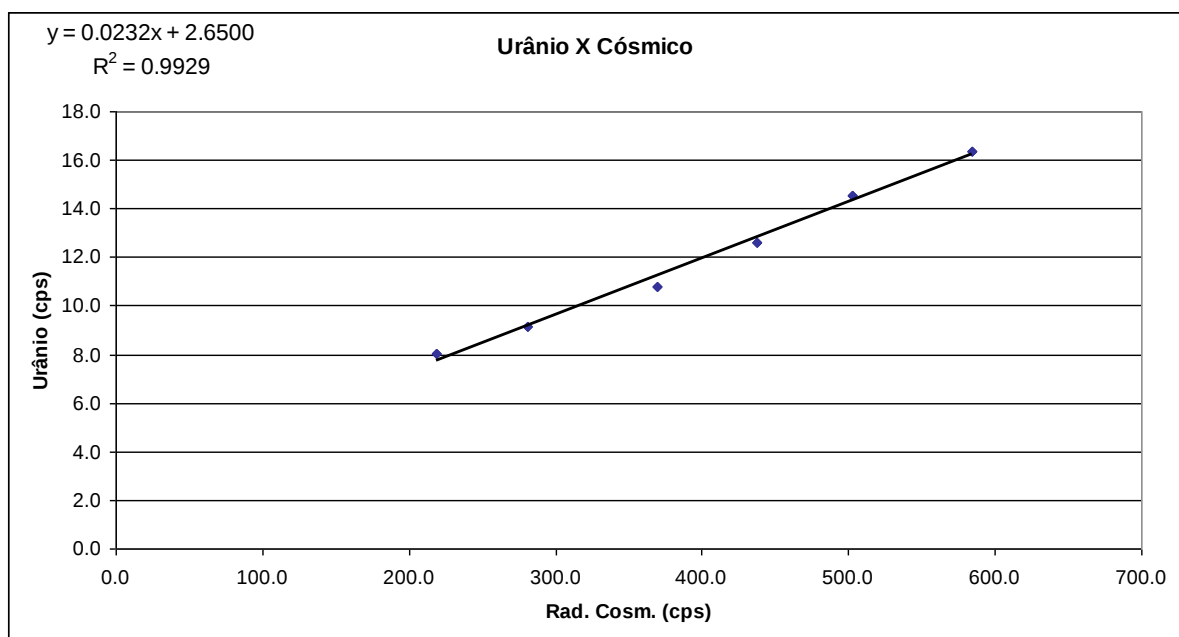
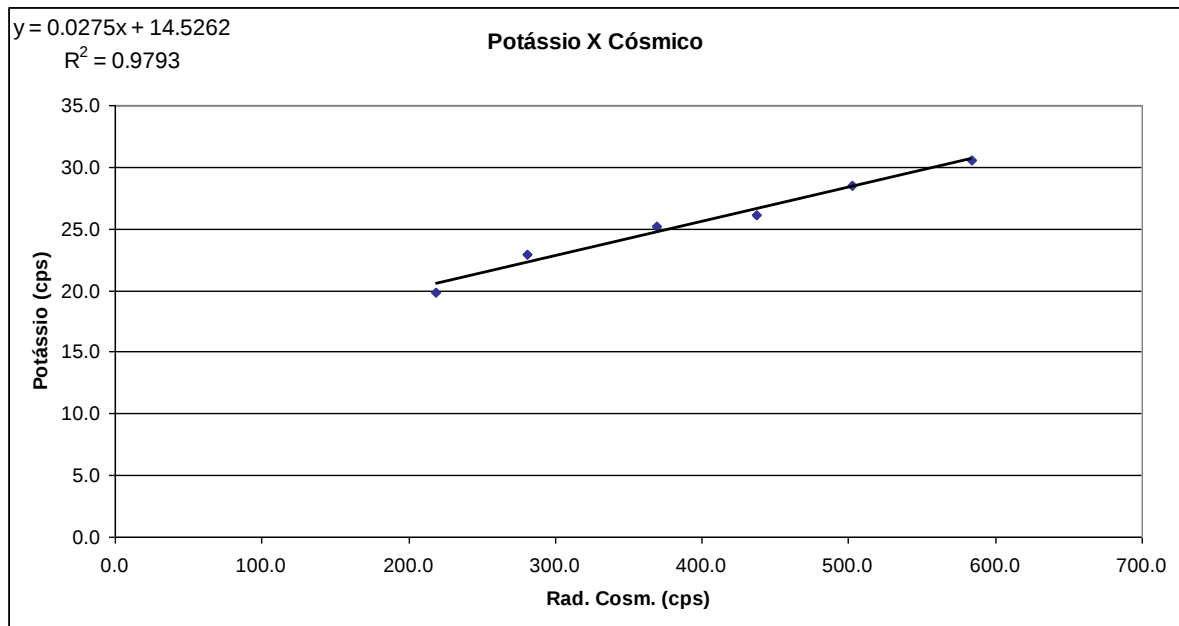
RESULTADO DO VÔO CÓSMICO DA AERONAVE CESSNA 208B – GRAND CARAVAN – PR-FAS
(Vol. Pacote de Cristais: 2.048 pol³)

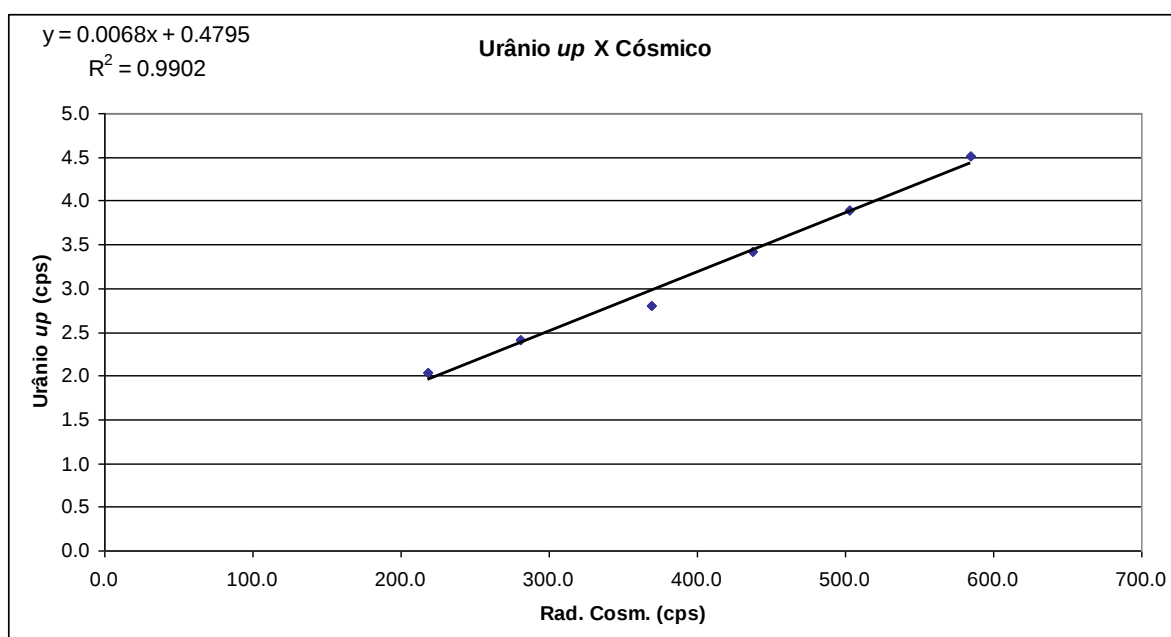
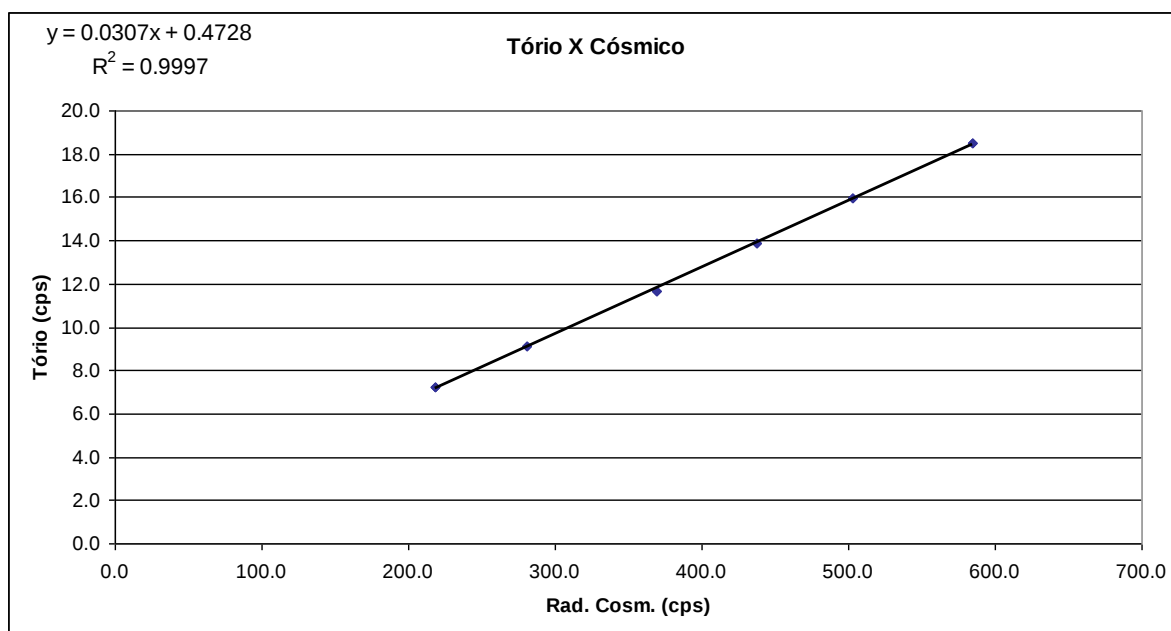
Belém, 14 de julho de 2010

Altitude (m)	Cósmico (cps)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)	Uup (cps)
1600,10	218,276	202,357	19,841	8,008	7,251	2,037
2246,00	280,801	239,258	22,941	9,154	9,105	2,415
2893,00	369,028	282,364	25,218	10,811	11,691	2,805
3221,10	437,328	317,625	26,067	12,582	13,869	3,423
3547,10	502,407	358,924	28,463	14,523	15,929	3,891
3885,00	584,452	404,862	30,511	16,354	18,477	4,507

Obs: Canais corrigidos do Live Time







RESULTADO		
CANAL	Background Aeronave	Stripping Cósmico
CT	82,3453	0,5481
K	14,5262	0,0275
U	2,6500	0,0232
Th	0,4728	0,0307
Uup	0,4795	0,0068

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

Aeronave: PR-FAM

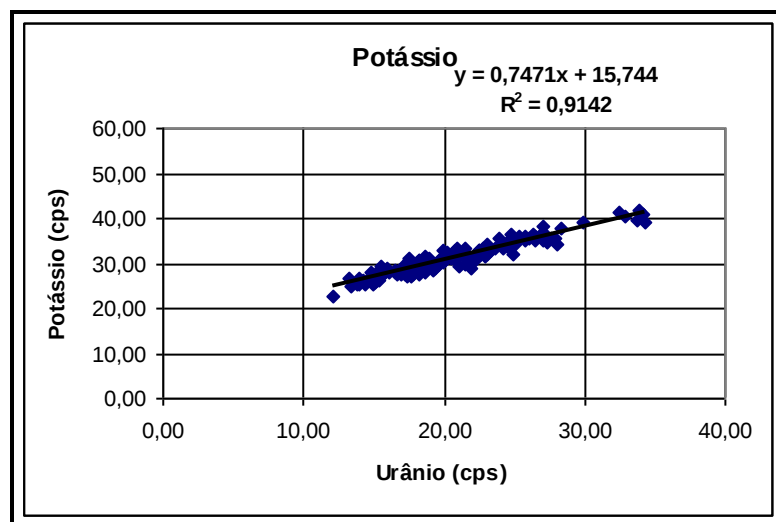
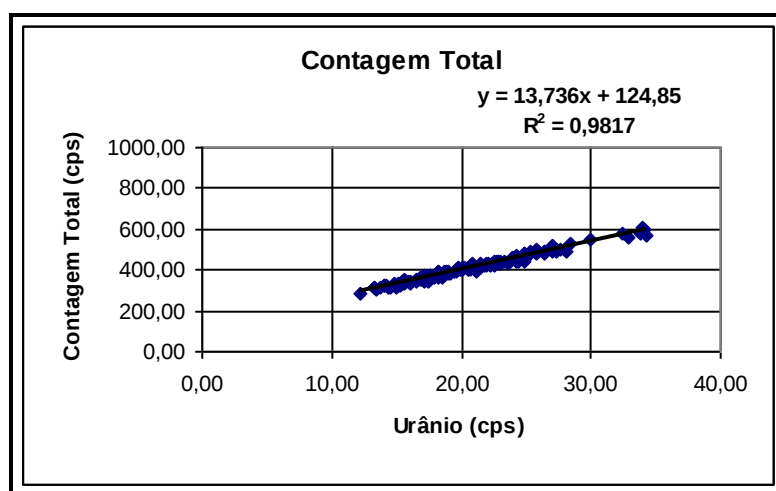
Vôo	Contagem Total	Potássio	Urânio	Tório	Urânio Upward	Cósmico
4	280,02	22,86	12,15	9,91	2,22	228
	346,57	27,09	17,38	9,44	2,98	227
5	324,38	26,17	15,23	10,00	2,48	226
	381,73	28,66	19,17	10,33	3,41	226
6	323,88	26,33	14,87	9,49	2,72	226
	357,68	27,10	17,61	10,20	3,09	227
7	305,25	24,96	13,40	8,83	2,38	224
	367,74	28,26	17,62	9,90	3,15	227
8	313,66	25,60	15,04	9,50	2,40	224
	366,97	27,95	18,59	10,14	3,13	228
9	-	-	-	-	-	-
	407,59	29,89	21,47	10,19	3,67	226
10	323,79	25,32	14,02	9,46	2,53	226
	394,68	28,70	19,41	10,52	3,32	225
11	312,71	25,23	14,34	9,23	2,47	225
	343,89	27,57	17,19	9,93	3,13	221
12	-	-	-	-	-	-
	429,46	30,93	22,11	10,42	3,64	227
24	343,55	27,78	15,37	9,88	2,82	224
	406,70	31,16	20,74	10,19	3,19	227
25	-	-	-	-	-	-
	412,00	31,47	20,15	10,38	3,60	229
26	343,76	27,93	16,48	10,20	2,91	230
	415,23	32,57	21,47	10,41	3,47	228
27	-	-	-	-	-	-
	403,37	32,41	20,15	10,40	3,70	231
28	335,57	27,29	15,08	9,52	2,48	224
	412,63	31,89	21,03	10,65	3,62	230
29	349,79	28,37	16,51	9,63	3,06	223
	461,91	34,09	25,05	10,22	3,98	227
30	368,81	28,92	17,18	10,67	2,83	225
	382,15	30,23	18,08	10,71	3,06	226
31	336,17	27,32	15,48	10,22	2,55	226
	435,42	33,25	23,58	9,90	4,01	225
32	-	-	-	-	-	-
	414,44	31,00	20,54	10,04	3,73	225
33	366,83	28,47	17,36	10,43	3,04	223
	425,01	30,81	22,20	11,38	3,68	224
34	-	-	-	-	-	-
	375,46	28,29	17,60	10,00	3,44	225
35	365,84	28,72	17,39	9,98	3,22	224
	436,79	33,26	22,71	10,64	3,73	227
36	-	-	-	-	-	-
	409,42	31,65	21,08	9,97	3,29	226

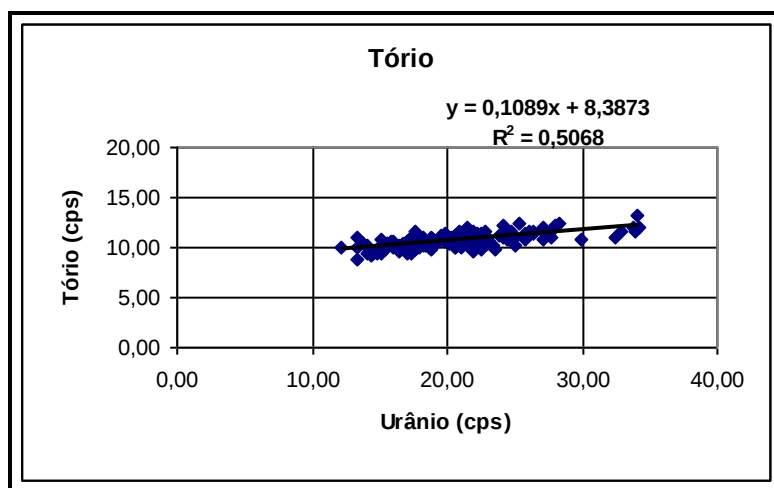
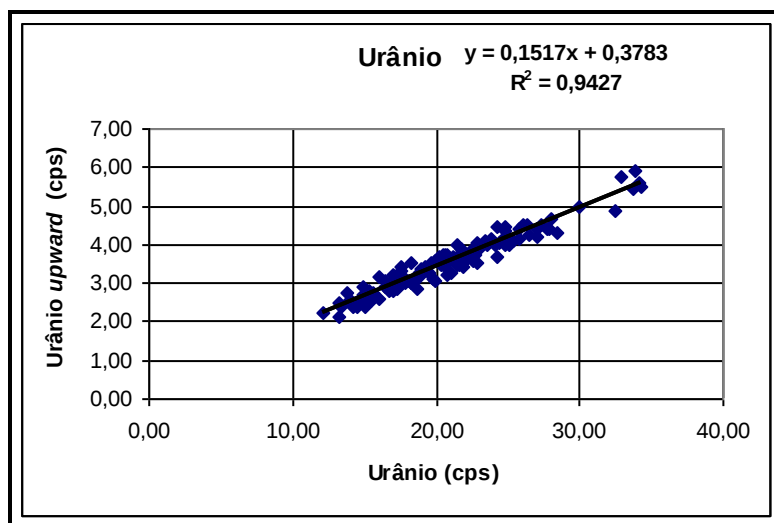
Vôo	Contagem Total	Potássio	Urânio	Tório	Urânio Upward	Cósmico
37	373,06	29,05	17,32	9,97	2,83	217
	441,62	33,10	23,39	10,19	4,09	226
38	-	-	-	-	-	-
	403,72	31,65	20,48	10,49	3,48	227
39	352,30	28,02	17,01	9,47	2,80	224
	432,58	33,01	23,06	10,34	3,96	226
40	-	-	-	-	-	-
	421,17	33,01	20,77	10,75	3,72	230
41	351,68	29,32	15,57	10,34	2,76	224
	401,66	32,08	20,58	10,10	3,75	225
43	387,70	30,50	18,26	10,42	3,00	227
	493,24	36,30	26,40	11,58	4,52	226
44	-	-	-	-	-	-
	417,05	28,84	21,91	9,58	3,70	229
45	377,00	30,84	17,53	10,27	3,05	224
	443,84	34,44	23,01	10,96	3,87	228
46	-	-	-	-	-	-
	445,34	32,29	22,55	11,41	3,72	227
47	386,97	30,89	18,94	10,73	3,25	228
	480,70	35,32	25,82	10,72	4,17	227
48	-	-	-	-	-	-
	468,87	33,89	24,74	11,52	4,47	226
49	387,96	31,40	18,69	10,09	2,83	225
	430,73	33,15	21,47	12,08	3,99	229
50	-	-	-	-	-	-
	421,63	32,89	22,52	9,88	3,58	227
51	410,37	31,86	20,28	10,97	3,46	226
	470,47	34,21	24,27	11,23	4,44	226
52	-	-	-	-	-	-
	477,59	36,65	24,80	11,39	4,16	227
55	392,98	30,69	18,21	10,16	3,51	227
	576,66	41,23	32,47	11,08	4,89	227
56	517,25	38,26	27,05	10,88	4,40	222
	606,31	41,86	33,90	11,58	5,92	222
57	-	-	-	-	-	-
	550,49	39,32	29,90	10,85	5,00	223
58	364,73	29,16	17,39	10,79	3,01	223
	444,29	33,68	24,42	10,71	4,04	225
59	-	-	-	-	-	-
	398,25	32,89	19,89	10,58	3,56	224
60	336,41	28,84	15,99	10,02	2,57	223
	375,00	31,14	17,56	10,66	3,30	225
61	-	-	-	-	-	-
	351,64	29,80	17,22	10,14	3,01	224
62	336,82	28,10	15,38	10,20	2,67	225
	464,56	35,41	23,88	11,17	4,16	224

Vôo	Contagem Total	Potássio	Urânio	Tório	Urânio Upward	Cósmico
63	-	-	-	-	-	-
	433,48	31,51	22,95	10,39	3,93	227
64	331,47	26,26	15,33	10,23	2,58	223
	565,59	41,10		16,41	4,50	226
65	-	-	-	-	-	-
	432,46	32,74	22,45	10,04	3,83	224
72	395,69	29,65	18,94	10,83	3,36	226
	403,89	30,41	19,92	10,54	3,05	229
73	337,91	27,10	15,27	10,10	2,75	222
	424,99	31,28	21,60	11,26	3,50	224
74	-	-	-	-	-	-
	445,72	32,89	22,90	10,47	4,05	225
77	318,10	26,06	14,47	9,45	2,40	226
	508,63	37,08	27,05	11,74	4,19	223
78	-	-	-	-	-	-
	409,13	31,25	20,64	10,77	3,47	222
79	344,03	27,80	16,04	10,53	3,14	224
	495,11	35,47	27,67	10,99	4,39	226
80	-	-	-	-	-	-
	458,21	33,15	24,15	11,08	3,97	225
81	357,84	27,62	16,97	9,79	3,04	222
	492,73	34,23	28,06	12,29	4,69	227
82	-	-	-	-	-	-
	395,26	29,47	21,12	10,47	3,68	224
83	378,13	29,64	18,32	10,12	3,01	221
	562,22	40,43	32,91	11,52	5,77	227
84	388,58	29,15	18,80	9,79	3,28	223
	569,93	39,16	34,27	12,01	5,48	223
85	-	-	-	-	-	-
	431,99	30,88	21,86	11,70	3,42	226
86	367,57	27,52	17,86	10,06	3,01	225
	596,71	40,73	34,11	13,20	5,62	215
87	-	-	-	-	-	-
	441,18	32,92	22,79	11,55	3,51	225
88	323,15	25,39	14,93	9,97	2,91	223
	446,05	32,12	24,84	10,98	4,22	229
89	-	-	-	-	-	-
	381,46	30,22	18,85	10,97	3,15	224
90	309,56	26,50	13,29	11,04	2,47	223
	450,81	33,67	24,82	10,96	4,33	224
91	-	-	-	-	-	-
	359,09	28,96	17,20	10,69	2,99	224
92	311,94	25,34	13,77	10,50	2,73	225
	481,23	35,19	26,43	11,43	4,24	223
93	-	-	-	-	-	-
	373,36	29,67	17,64	11,52	3,17	223

Vôo	Contagem Total	Potássio	Urânio	Tório	Urânio Upward	Cósmico
94	320,37	26,32	14,25	9,60	2,41	227
	426,78	32,93	22,48	10,29	3,86	228
95	-	-	-	-	-	-
	530,30	37,89	28,37	12,31	4,32	227
96	368,73	28,23	17,18	10,80	2,88	225
	496,84	35,79	25,80	11,38	4,39	226
97	322,82	26,86	14,00	10,17	2,54	223
	500,70	34,71	27,33	11,41	4,52	227
98	-	-	-	-	-	-
	387,41	29,92	19,58	11,17	3,26	226
99	327,55	27,62	15,15	10,80	2,79	228
	417,92	30,97	21,75	11,00	3,88	230
100	-	-	-	-	-	-
	401,92	30,84	20,10	10,65	3,60	229
101	333,80	28,27	15,54	10,35	2,70	226
	445,49	34,01	24,20	12,15	3,68	227
103	-	-	-	-	-	-
	409,01	31,10	19,82	11,48	3,13	227
104	335,17	27,85	14,83	9,72	2,52	225
	579,43	39,41	33,75	11,95	5,44	226
105	-	-	-	-	-	-
	487,03	36,04	25,30	12,37	4,09	229
106	352,74	28,51	16,78	10,47	2,78	226
	490,41	35,51	26,01	11,56	4,50	229
107	-	-	-	-	-	-
	410,89	32,04	20,64	10,78	3,47	228
107	-	-	-	-	-	-
	410,89	32,04	20,64	10,78	3,47	228
108	311,05		13,31	10,07	2,13	215
	476,12	35,64	24,82	11,18	4,01	232
109	-	-	-	-	-	-
	401,57	30,68	19,61	10,73	3,55	225
110	358,23	27,91	17,02	10,66	3,21	226
	496,71	35,62	27,91	11,83	4,43	228
112	351,31	27,67	16,65	10,25	3,14	224
	493,92	35,72	27,33	11,35	4,15	228
113	-	-	-	-	-	-
	435,78	32,05	22,62	10,53	3,76	223
114	366,54	27,67	18,22	11,00	2,90	227
	489,30	36,04	26,42	11,42	4,28	229
115	-	-	-	-	-	-
	470,79	35,02	25,05	11,01	4,20	228
116	388,06	29,57	18,90	10,11	3,25	225
	488,90	35,09	27,04	11,91	4,48	236
117	-	-	-	-	-	-
	409,27	31,48	20,65	11,14	3,31	228

Vôo	Contagem Total	Potássio	Urânio	Tório	Urânio Upward	Cósmico
118	429,59	33,36	20,87	11,58	3,40	230
	435,61	31,84	23,04	10,51	4,04	231
119	340,08	27,95	15,84	10,66	3,12	228
	817,27	53,49	-	14,62	7,44	225
120	-	-	-	-	-	-
	362,51	28,57	16,91	10,19	3,18	225



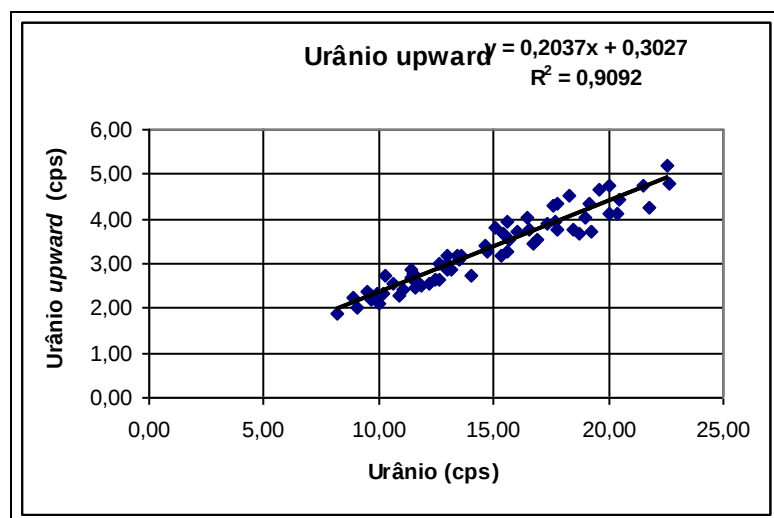
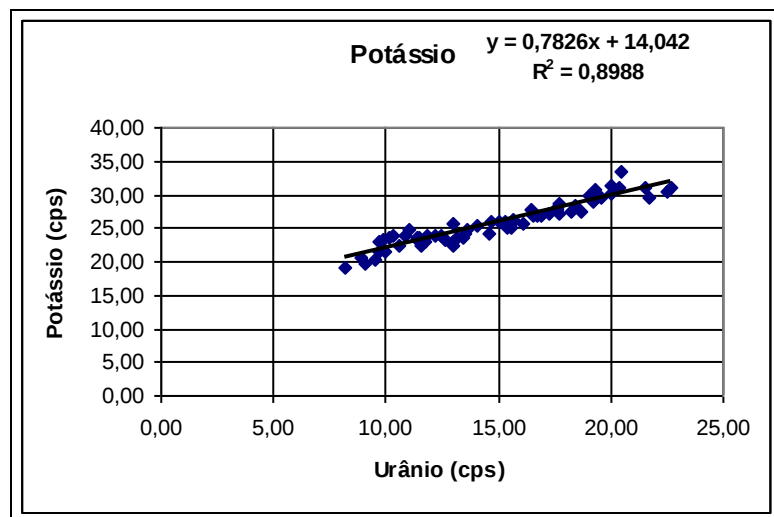
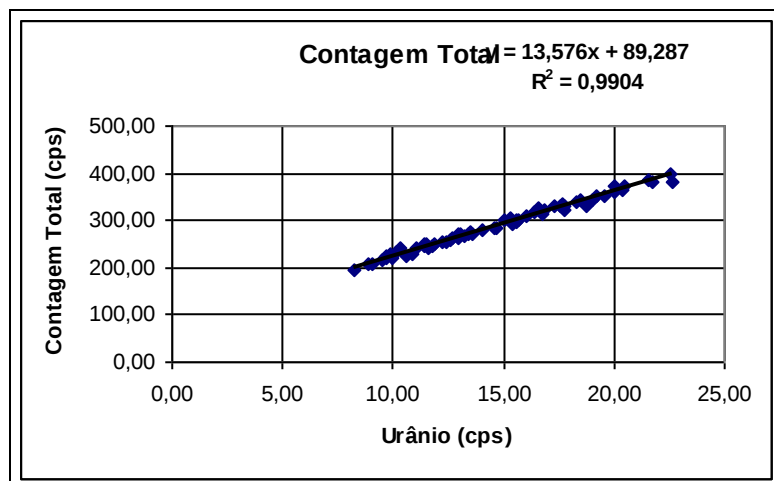


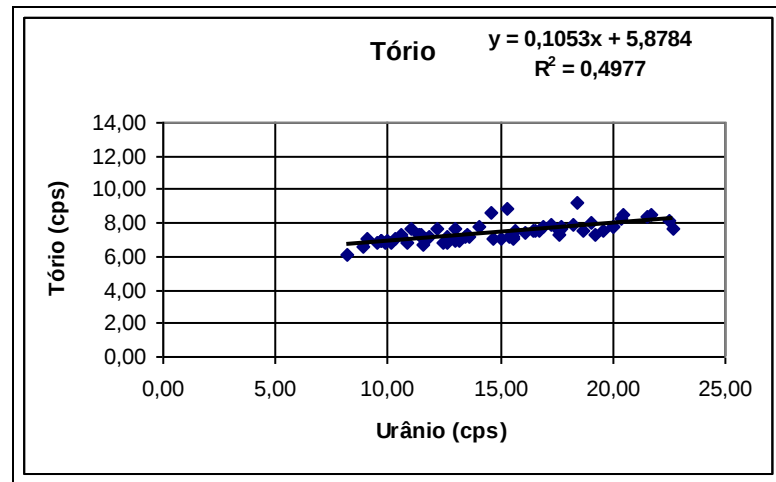
CANAL	COEFICIENTE	VALOR OBTIDO
Contagem Total	a_{tc}	13,736
Potássio	a_k	0,7471
Urânio <i>upward</i>	a_u	0,1517
Tório	a_t	0,1089

Aeronave: PR-FAS

Vôo	Contagem Total	Potássio	Urânio	Tório	Urânio Upward	Cósmico
308	243,50	22,46	11,56	6,76	2,47	175
	350,43	28,94	19,20	7,31	4,33	176
309	-	-	-	-	-	-
	320,84	26,89	16,87	7,76	3,52	181
310	241,80	24,71	11,04	7,61	2,43	181
	359,14	30,15	20,03	7,74	4,14	177
312	242,12	23,82	10,32	7,06	2,71	179
	284,06	26,03	14,68	7,04	3,25	180
313	249,19	23,66	11,41	7,30	2,85	183
	383,29	31,02	22,69	7,68	4,77	181
314	-	-	-	-	-	-
	353,61	29,58	19,60	7,53	4,67	181
315	249,35	23,98	11,87	7,15	2,52	183
	383,66	31,07	21,53	8,39	4,76	182
316	-	-	-	-	-	-
	375,00	31,20	20,02	7,74	4,75	181
323	271,64	22,27	13,02	7,00	2,86	180
	307,27	25,61	16,07	7,47	3,73	181
324	221,86	21,40	10,00	6,97	2,10	180
	293,56	25,08	15,38	7,22	3,69	182
325	-	-	-	-	-	-
	264,64	23,08	12,95	7,64	3,16	180
326	205,66	19,74	9,04	7,03	2,00	181
	283,44	24,22	14,62	8,60	3,39	180
327	-	-	-	-	-	-
	253,82	23,95	12,20	7,66	2,55	183
328	207,24	20,74	8,91	6,61	2,24	183
	270,31	24,66	13,61	7,20	3,20	185
329	-	-	-	-	-	-
	259,83	23,25	12,60	6,83	2,99	182
330	195,58	18,98	8,20	6,05	1,90	183
	225,42	22,30	10,63	7,30	2,55	183
331	-	-	-	-	-	-
	274,77	24,17	13,53	7,30	3,10	182
332	218,79	21,62	9,66	6,99	2,19	180
	333,49	28,13	17,65	7,25	3,93	179
333	-	-	-	-	-	-
	329,66	27,17	17,30	7,88	3,91	180
334	253,27	23,74	12,44	6,83	2,64	180
	325,56	26,75	16,58	7,49	3,77	179
335	216,21	20,39	9,52	6,78	2,39	180
	396,28	30,46	22,55	8,12	5,20	180
336	-	-	-	-	-	-

Vôo	Contagem Total	Potássio	Urânio	Tório	Urânio Upward	Cósmico
	302,65	25,79	15,58	7,11	3,29	182
337	230,61	23,86	10,86	6,77	2,30	177
	295,23	25,18	15,56	7,21	3,95	181
338	-	-	-	-	-	-
	317,78	27,78	16,44	7,49	4,05	179
339	228,83	23,27	9,91	6,80	2,34	181
	324,02	28,57	17,73	7,77	3,78	183
340	-	-	-	-	-	-
	280,00	25,43	14,05	7,80	2,72	179
341	232,11	23,56	10,17	6,85	2,32	183
	371,56	33,53	20,43	8,50	4,45	179
342	-	-	-	-	-	-
	300,73	26,17	15,67	7,55	3,55	185
343	243,77	22,86	11,76	7,04	2,57	182
	380,95	29,63	21,74	8,53	4,26	183
344	-	-	-	-	-	-
	342,49	28,38	18,46	9,18	3,75	186
345	224,82	22,88	9,69	6,99	2,30	178
	365,15	30,96	20,41	8,30	4,10	182
346	-	-	-	-	-	-
	269,38	25,62	12,97	7,08	3,01	182
347	250,38	23,59	11,47	7,25	2,79	180
	345,16	29,84	19,03	8,05	4,02	185
348	-	-	-	-	-	-
	299,95	26,07	15,05	7,05	3,81	180
349	244,46	23,16	11,41	7,33	2,69	182
	330,06	27,74	17,60	7,51	4,30	179
350	-	-	-	-	-	-
	313,21	26,78	16,75	7,52	3,43	180
351	265,04	23,52	13,19	6,97	2,86	180
	332,00	27,46	18,72	7,51	3,69	184
352	-	-	-	-	-	-
	330,75	27,26	17,74	7,62	4,34	185
353	264,80	23,38	12,64	7,13	2,65	184
	337,77	27,49	18,28	7,93	4,53	184
354	-	-	-	-	-	-
	303,43	25,92	15,33	8,88	3,17	185
356	-	30,63	19,29		3,70	151
	270,05	23,49	13,40	7,18	3,19	181





CANAL	COEFICIENTE	VALOR OBTIDO
Contagem Total	a_{tc}	13,57
Potássio	a_k	0,7826
Urânio <i>upward</i>	a_u	0,2037
Tório	a_t	0,1053

ANEXO I-e – Calibração Dinâmica – Resultado dos Testes

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
- Figura 3 - Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Contagem Total

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

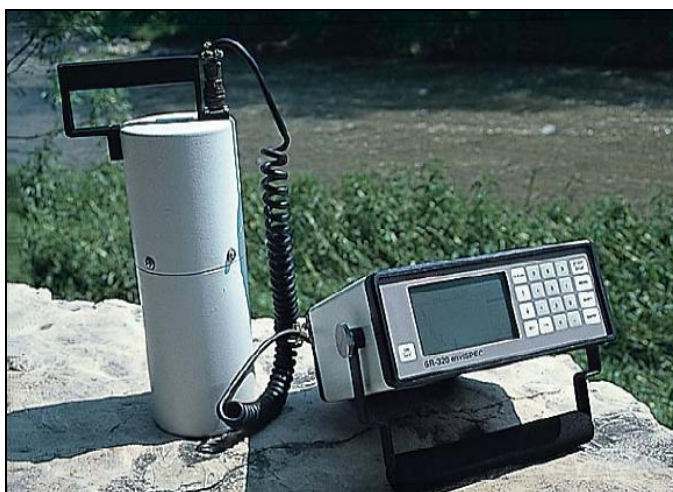


Figura 1 – Gamaespectrômetro Portátil EXPLORANIUM GR-320.

Cerca de 68 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 2 ilustra a coleta de dados terrestres. Os Quadros 1 e 2 resumem os resultados obtidos no levantamento terrestre.



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

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

Aeronave	Data da Calibração
PR-FAM	05/05/2010
PR-FAS	08/06/2010

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

Aeronave	ESTATÍSTICA	CT(*) (μR/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)	CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
PR-FAM	Nº de Amostras: 68								
	MÉDIA	13,93	2,29	2,38	31,10	3857,69	701,65	197,50	273,50
	DESVIO PADRÃO	3,82	0,72	0,85	10,97	993,32	185,96	61,31	95,00
	ERRO NA MÉDIA(1)	0,46	0,09	0,10	1,33	120,46	22,55	7,43	11,52
	INCERTEZA (%) (2)	0,03	0,04	0,04	0,04				
PR-FAS	Nº de Amostras: 68								
	MÉDIA	13,98	2,25	2,46	31,30	3856,50	678,07	199,18	275,79
	DESVIO PADRÃO	3,24	0,68	0,82	9,19	870,22	172,86	49,53	80,38
	ERRO NA MÉDIA(1)	0,39	0,08	0,10	1,11	105,53	20,96	6,01	9,75
	INCERTEZA (%) (2)	0,03	0,04	0,04	0,04				

- (*) Valor obtido através da expressão:
 $E = 1,505K + 0,653eU + 0,287eTh$
 $E = \text{Taxa de Exposição } (\mu R/h)$
- (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 ($\mu R/h$)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)	CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
PR-FAM	Nº de Amostras: 8								
	MÉDIA	0.06	-0.04*	-0.21*	0.90	150.88	-7.13	0.25	7.63
	DESVIO PADRÃO	0.15	0.05	0.26	0.38	11.49	3.00	5.04	3.16
	ERRO NA MÉDIA(1)	0.05	0.02	0.09	0.13	4.06	1.06	1.78	1.12
	INCERTEZA (%) (2)	0.89	0.00	0.00	0.15				
PR-FAS	Nº de Amostras: 8								
	MÉDIA	0,00	-0,03*	-0,29*	0,80	124,13	-10,63	-3,63	6,50
	DESVIO PADRÃO	0,23	0,05	0,36	0,45	15,41	4,07	3,50	3,66
	ERRO NA MÉDIA(1)	0,08	0,02	0,13	0,16	5,45	1,44	1,24	1,30
	INCERTEZA (%) (2)	0,00	0,00	0,00	0,20				

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

3 Levantamento Aéreo

Foi utilizado na aeronave o gamaespectrômetro EXPLORANIUM GR-820, 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:

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

S corresponde à sensibilidade para cada janela,

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

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

Foram utilizados os dados aéreos relativos à primeira passagem na altura de 100 m sobre a pista de calibração, correspondente ao intervalo de 50 metros entre as estações terrestres

consideradas para efeito do cálculo da média dos elementos K, U, e Th (do Marco 0 até a estaca 7N).

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

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

E é o símbolo para *Exposure rate*, K%, eU e eTh correspondem às concentrações médias destes elementos determinadas em terra na pista de calibração dinâmica, 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-FAM	MÉDIA	3202,93	170,98	29,41	156,23
	DESVIO PADRÃO	277,37	35,29	12,09	20,52
	ERRO NA MÉDIA	21,15	2,69	0,92	1,56
	INCERTEZA (%)	0,01	0,02	0,03	0,01
PR-FAS	MÉDIA	2163,21	112,66	23,62	110,72
	DESVIO PADRÃO	196,84	21,65	8,69	17,23
	ERRO NA MÉDIA	14,67	1,61	0,65	1,28
	INCERTEZA (%)	0,01	0,01	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 (μR/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)	CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
PR-FAM	MÉDIA	13,67	2,29	2,38	30,20	3706,81	708,78	197,25	265,87
	DESVIO PADRÃO	3,82	0,72	0,86	10,84	993,32	185,96	61,31	95,00
	ERRO NA MÉDIA(1)	0,46	0,09	0,10	1,32	120,46	22,55	7,43	11,52
	INCERTEZA (%) (2)	0,03	0,04	0,04	0,04				
PR-FAS	MÉDIA	13,75	2,25	2,46	30,50	3732,37	688,70	202,81	269,29
	DESVIO PADRÃO	3,24	0,68	0,82	9,08	870,22	172,86	49,53	80,38
	ERRO NA MÉDIA(1)	0,39	0,08	0,10	1,10	105,53	20,96	6,01	9,75
	INCERTEZA (%) (2)	0,03	0,04	0,04	0,04				

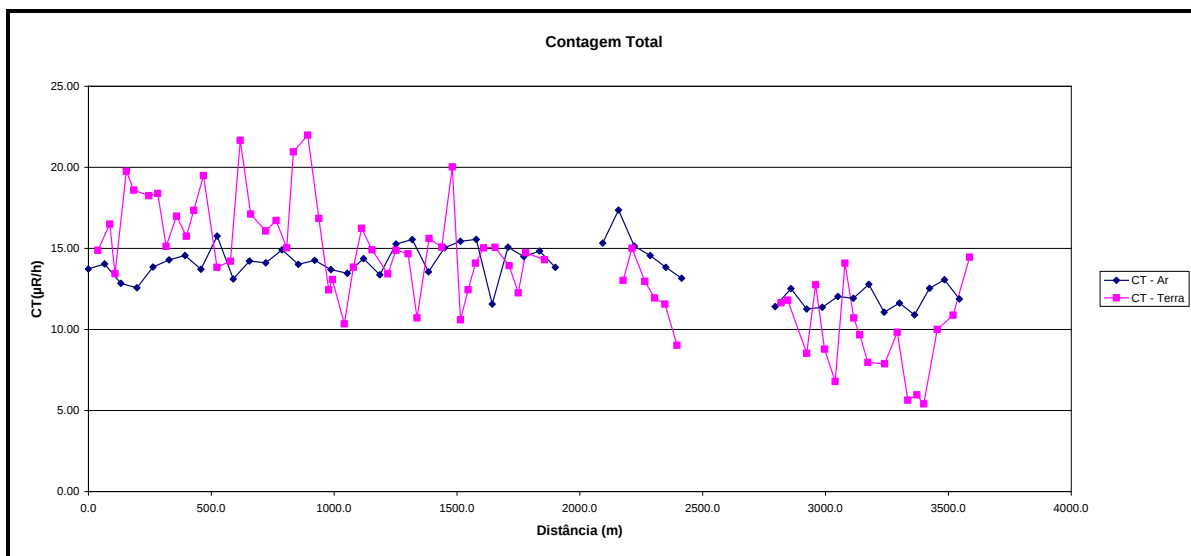
cpm = contagens por minuto

Quadro 5 – Coeficientes de Sensibilidade.

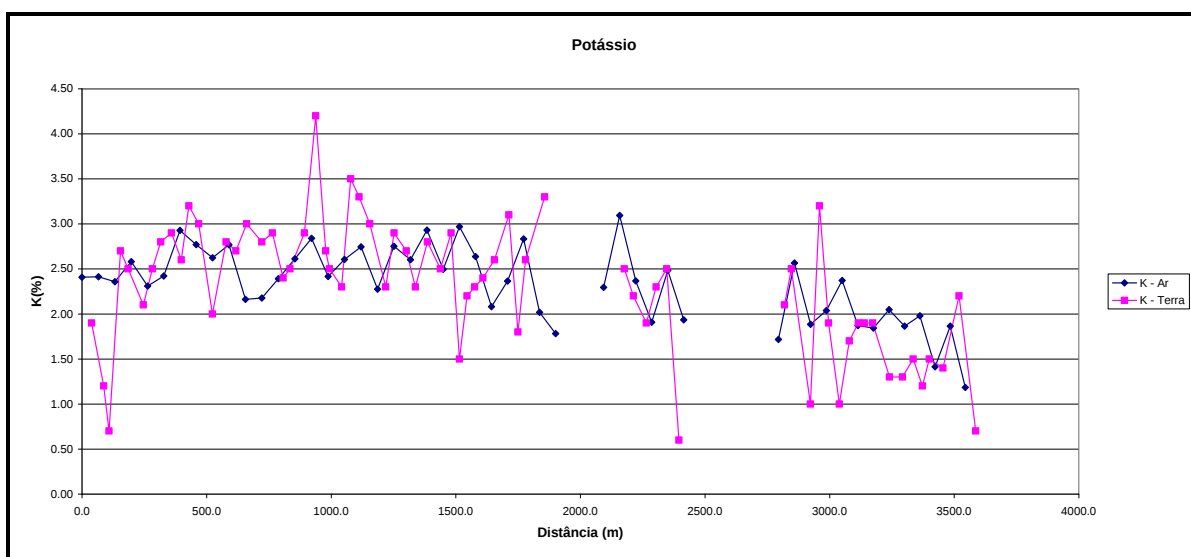
AERONAVE	SENSIBILIDADE (S)			
	CT (cps / μ R/h)	K (cps / %)	U (cps / ppm)	Th (cps / ppm)
PR-FAM	234,30	74,66	12,36	5,17
PR-FAS	157,32	50,07	9,60	3,63

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

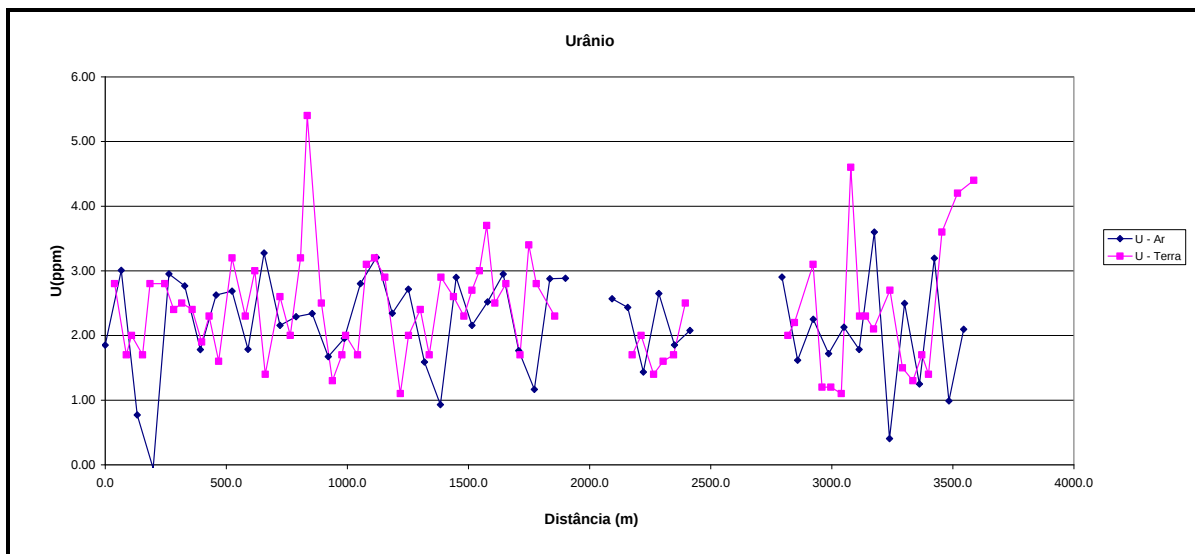
Aeronave: PR-FAM



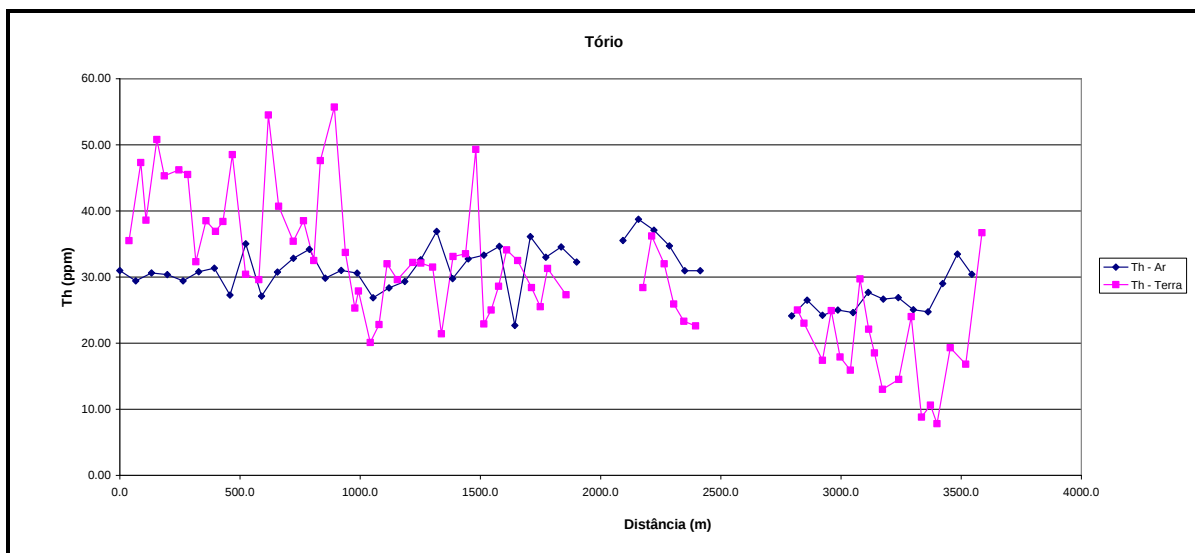
Calibração dinâmica – Perfil comparativo – Contagem Total.



Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Potássio.



Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Urânio.



Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Tório.

**TABELA 1 - LISTAGEM DAS LEITURAS DO LEVANTAMENTO TERRESTRE
 PISTA DE CALIBRAÇÃO DINÂMICA – 05/05/2010
 DADOS BRUTOS**

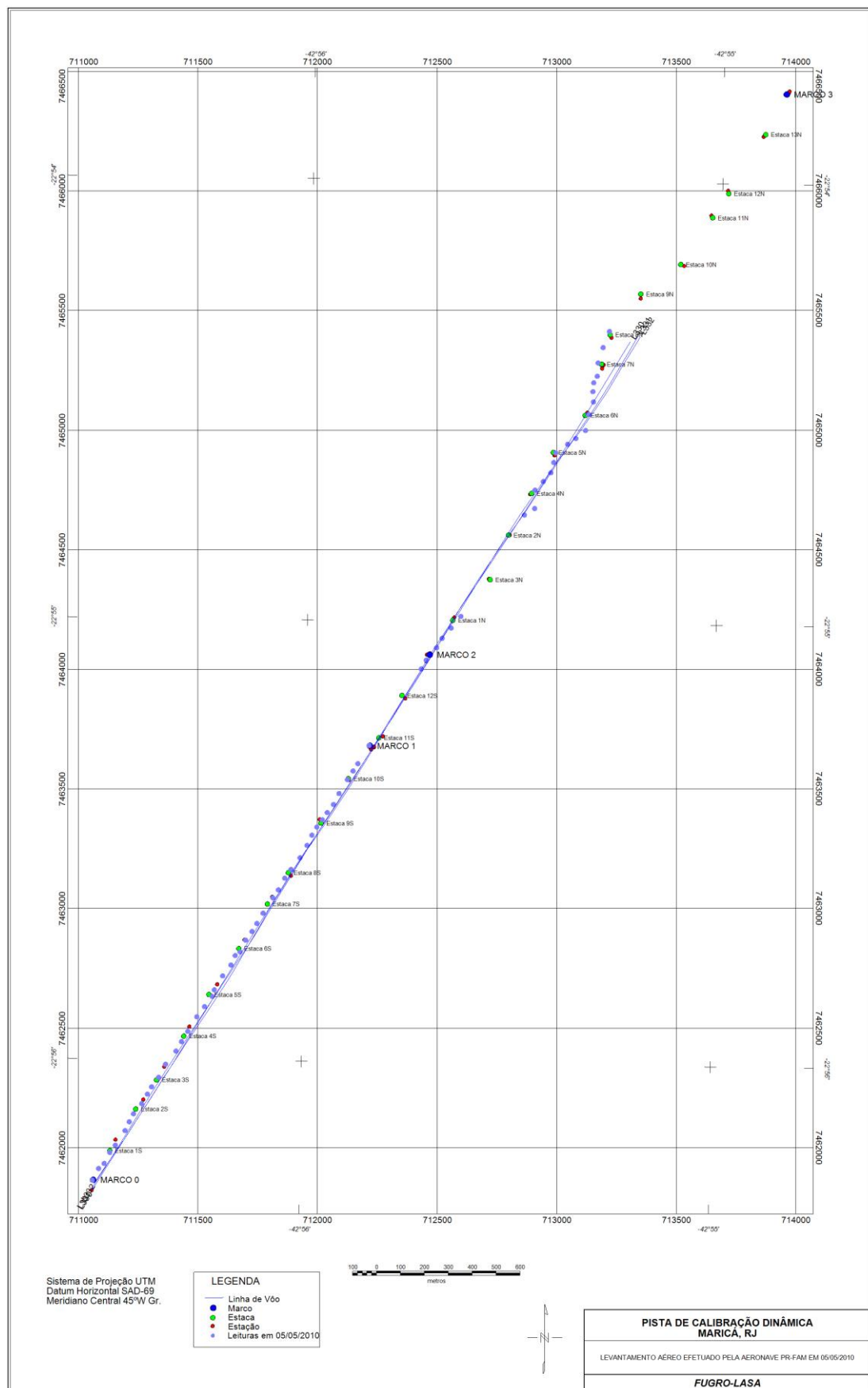
Estação	Estaca	UTM Leste (m)	UTM Norte (m)	CT (µR/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)	CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
1	Marco 0	711014,4	7461820,2	15,1	1,9	2,8	36,4	4099	662	231	321
2		711040,7	7461869,0	16,7	1,2	1,7	48,2	4523	559	266	423
3		711063,8	7461890,3	13,7	0,7	2,0	39,5	3621	402	229	347
4		711087,3	7461936,1	20,0	2,7	1,7	51,7	5631	895	283	454
5	Estaca 1S	711110,5	7461966,5	18,9	2,5	2,8	46,2	5233	843	278	406
6		711151,3	7462027,5	18,5	2,1	2,8	47,1	4907	757	283	414
7		711168,9	7462064,2	18,6	2,5	2,4	46,4	5075	841	271	408
8		711186,4	7462097,8	15,4	2,8	2,5	33,2	4360	812	208	292
9	Estaca 2S	711221,2	7462140,4	17,2	2,9	2,4	39,4	4834	871	238	347
10		711244,6	7462180,0	16,0	2,6	1,9	37,8	4560	801	220	332
11		711262,1	7462210,6	17,6	3,2	2,3	39,3	4844	933	234	346
12		711291,2	7462250,1	19,7	3,0	1,6	49,4	5236	941	271	434
13	Estaca 3S	711320,4	7462305,1	14,1	2,0	3,2	31,3	3755	645	213	276
14		711364,0	7462359,9	14,5	2,8	2,3	30,5	3991	808	192	269
15		711387,3	7462399,6	21,9	2,7	3,0	55,4	5488	905	396	452
16		711413,6	7462442,3	17,4	3,0	1,4	41,6	4846	896	228	366
17	Estaca 4S	711451,5	7462503,3	16,3	2,8	2,6	36,3	4495	836	227	320
18		711483,4	7462545,9	17,0	2,9	2,0	39,4	4656	874	230	346
19		711515,4	7462588,5	15,3	2,4	3,2	33,4	4122	754	223	295
20		711524,3	7462616,1	21,2	2,5	5,4	48,5	5504	905	339	428
21	Estaca 5S	711559,3	7462674,1	22,2	2,9	2,5	56,6	6031	974	322	497
22		711594,2	7462719,8	17,1	4,2	1,3	34,6	4881	1103	194	304
23		711611,8	7462759,5	12,7	2,7	1,7	26,2	3676	745	159	231
24		711632,0	7462774,6	13,3	2,5	2,0	28,8	3786	731	179	253
25	Estaca 6S	711655,5	7462823,5	10,6	2,3	1,7	21,0	3609	618	135	185
26		711681,6	7462860,1	14,1	3,5	3,1	23,7	4034	926	174	210
27		711702,1	7462893,6	16,5	3,3	3,2	32,9	4533	928	221	290
28		711728,3	7462936,3	15,2	3,0	2,9	30,5	4437	865	204	269
29	Estaca 7S	711769,1	7463000,4	13,7	2,3	1,1	33,1	3707	698	181	290
30		711792,4	7463033,9	15,1	2,9	2,0	33,0	4164	838	198	290
31		711818,7	7463082,8	14,9	2,7	2,4	32,4	4216	790	203	285
32		711844,9	7463119,3	11,0	2,3	1,7	22,3	3124	641	141	197
33	Estaca 8S	711882,6	7463168,0	15,9	2,8	2,9	34,0	4315	837	220	300
34		711911,8	7463219,9	15,3	2,5	2,6	34,4	4167	756	216	303
35		711932,4	7463262,7	20,3	2,9	2,3	50,2	5428	940	288	441
36		711952,8	7463296,3	10,9	1,5	2,7	23,8	2997	500	167	211
37	Estaca 9S	711976,0	7463326,7	12,7	2,2	3,0	25,9	3578	670	184	229
38		711996,4	7463357,2	14,3	2,3	3,7	29,5	3893	712	214	261
39		712022,5	7463390,7	15,3	2,4	2,5	35,0	4193	746	218	308
40		712046,0	7463436,5	15,3	2,6	2,8	33,4	4297	784	216	295
41	Estaca 10S	712081,0	7463494,5	14,2	3,1	1,7	29,3	4019	844	175	257
42		712104,3	7463531,1	12,5	1,8	3,4	26,4	3573	598	194	234
43		712124,7	7463561,5	15,0	2,6	2,8	32,2	4030	775	211	284
44	Marco 1	712171,4	7463637,8	14,6	3,3	2,3	28,2	4076	901	181	249

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		712389,7	7463957,8	13,3	2,5	1,7	29,3	3807	729	175	257
46	Estaca 13S	712410,1	7463994,5	15,3	2,2	2,0	37,1	4150	710	218	326
47		712453,6	7464046,2	13,2	1,9	1,4	32,9	3674	608	186	289
48		712477,0	7464085,8	12,2	2,3	1,6	26,8	3396	666	161	236
49		712514,6	7464128,4	11,8	2,5	1,7	24,2	3379	689	151	213
50	Estaca 1N	712555,2	7464177,0	9,3	0,6	2,5	23,5	2387	301	162	207
51		712820,6	7464601,0	9,3	2,1	2,0	16,7	2693	579	119	147
52		712863,7	7464628,1	12,1	2,5	2,2	23,9	3591	710	158	211
53	Estaca 4N	712864,8	7464705,0	8,8	1,0	3,1	18,3	2313	373	149	162
54		712899,5	7464741,4	13,0	3,2	1,2	25,8	3878	845	148	227
55		712931,4	7464777,9	9,0	1,9	1,2	18,8	2563	518	115	166
56		712943,4	7464820,8	7,0	1,0	1,1	16,8	1907	319	102	148
57	Estaca 5N	712952,5	7464860,7	14,3	1,7	4,6	30,6	3818	624	236	271
58		713001,5	7464896,9	11,0	1,9	2,3	23,0	3013	580	156	203
59		713036,0	7464921,0	9,9	1,9	2,3	19,4	2791	551	138	172
60		713076,4	7464954,3	8,2	1,9	2,1	13,9	2386	523	108	124
61	Estaca 6N	713088,8	7465021,8	8,1	1,3	2,7	15,4	2274	409	126	137
62		713109,4	7465073,8	10,1	1,3	1,5	24,9	2906	447	150	219
63		713107,2	7465117,0	5,9	1,5	1,3	9,7	1707	383	72	86
64		713110,6	7465153,8	6,2	1,2	1,7	11,5	1809	356	88	102
65	Estaca 7N	713125,2	7465181,3	5,7	1,5	1,4	8,7	1781	391	69	77
66		713128,8	7465236,7	9,9	1,4	3,0	20,2	2797	454	155	179
67		713149,7	7465301,0	11,1	2,2	4,2	17,7	3111	644	166	158
68		713176,3	7465368,3	14,7	0,7	4,4	37,6	3648	443	267	332
1	*	722923,6	7461381,0	0,3	-0,1	0,3	0,8	157	-6	10	8
2	*	722923,6	7461381,0	0,0	0,0	-0,4	1,0	157	-3	-4	8
3	*	722923,6	7461381,0	0,3	0,0	-0,1	1,2	164	-6	3	10
4	*	722923,6	7461381,0	0,0	-0,1	0,0	0,4	160	-11	2	3
5	*	722923,6	7461381,0	0,0	0,0	-0,4	1,0	134	-11	-4	8
6	*	722923,6	7461381,0	-0,2	0,0	-0,4	0,3	134	-7	-5	3
7	*	722923,6	7461381,0	0,1	0,0	-0,4	1,1	154	-4	-2	9
8	*	722923,6	7461381,0	0,1	-0,1	-0,3	1,4	147	-9	2	12

**Background na Lagoa de Maricá*

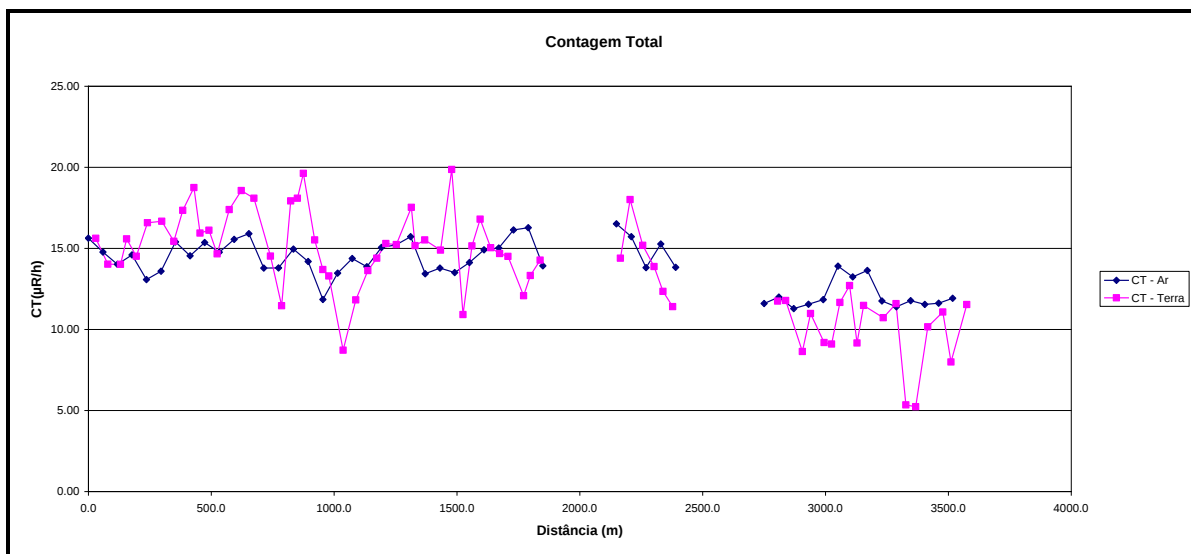
cpm= Contagem por minuto;

ppm = parte por milhão.

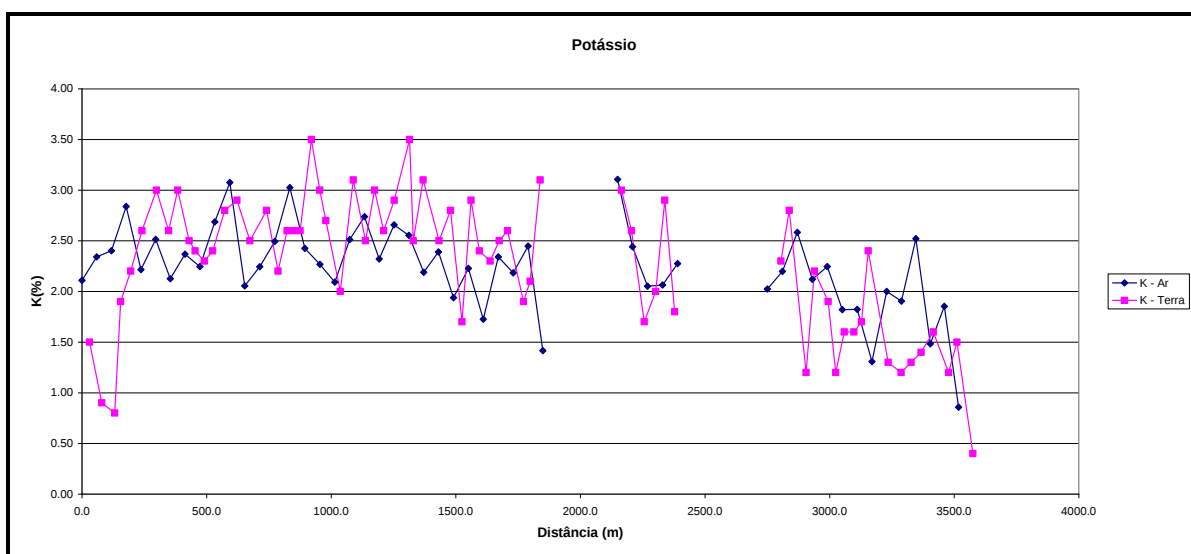


Mapa 1 - Localização das Estações Terrestres Sobre a Pista de Calibração Dinâmica.

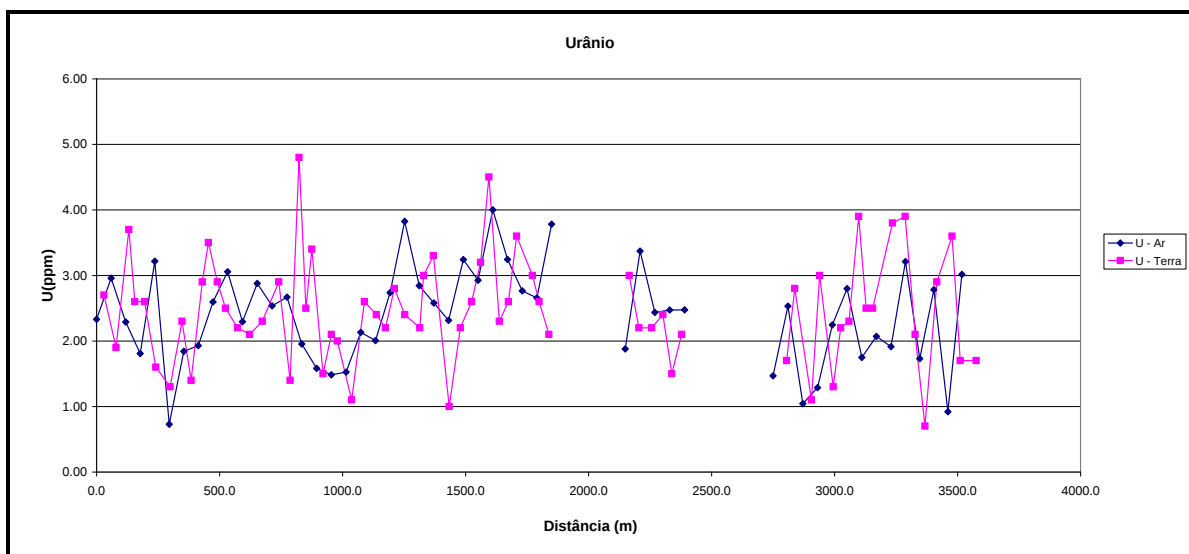
Aeronave: PR-FAS



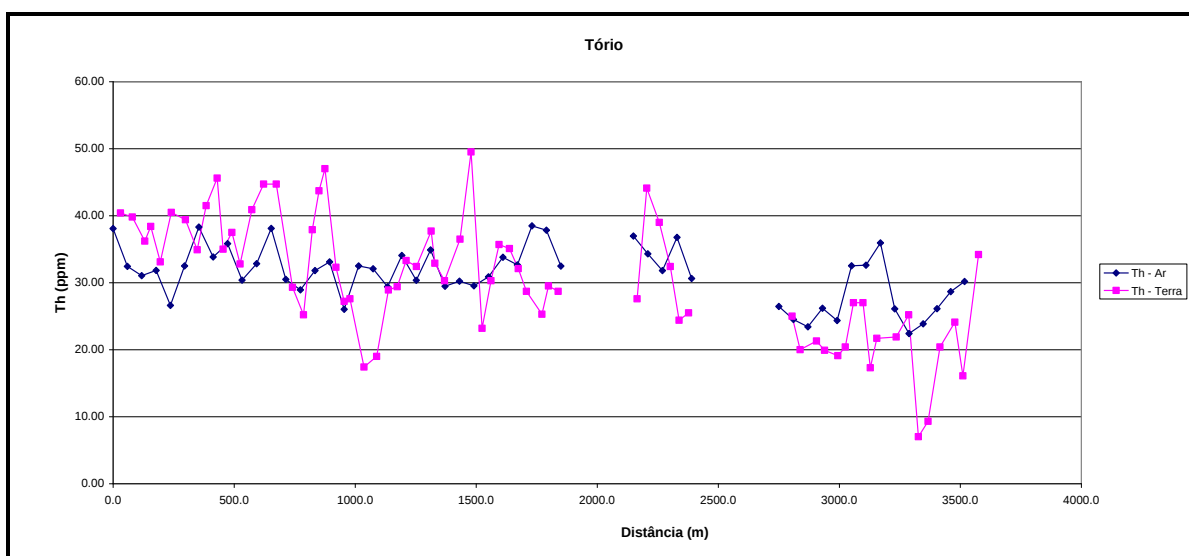
Calibração dinâmica – Perfil comparativo – Contagem Total.



Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Potássio.



Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Urânio.



Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Tório.

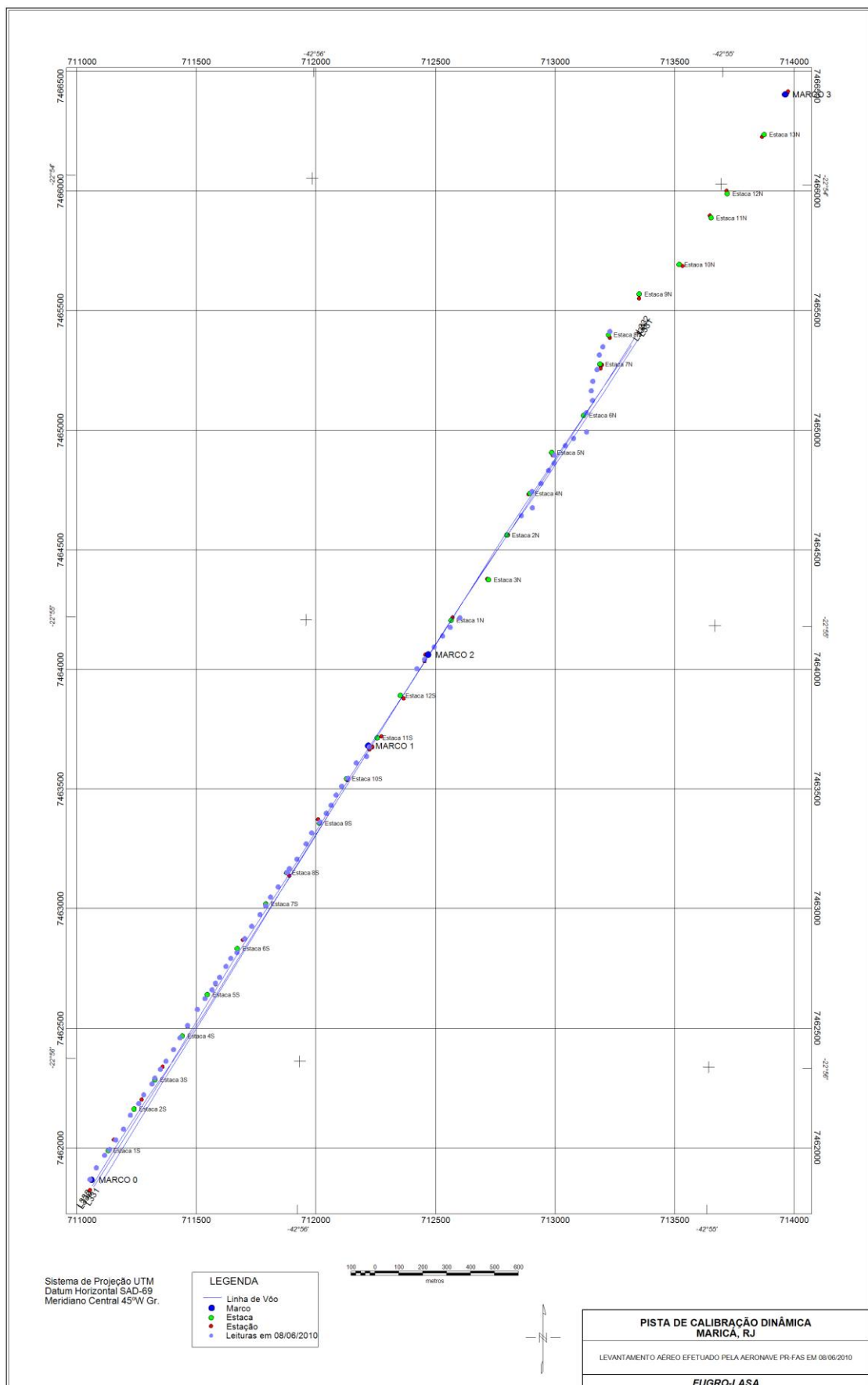
**TABELA 1 - LISTAGEM DAS LEITURAS DO LEVANTAMENTO TERRESTRE
 PISTA DE CALIBRAÇÃO DINÂMICA – 08/06/2010
 DADOS BRUTOS**

Estação	Estaca	UTM Leste (m)	UTM Norte (m)	CT (μ R/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)	CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
1	Marco 0	711011,6	7461823,3	15,8	1,5	2,7	41,2	4261	607	251	362
2		711037,9	7461872,2	14,2	0,9	1,9	40,6	3831	458	233	356
3		711072,9	7461924,0	14,2	0,8	3,7	37,0	3725	454	251	327
4		711093,2	7461948,3	15,8	1,9	2,6	39,2	4381	665	240	345
5	Estaca 1S	711119,4	7461987,9	14,7	2,2	2,6	33,9	3932	690	214	299
6		711151,3	7462033,6	16,8	2,6	1,6	41,3	4624	804	230	362
7		711180,7	7462091,7	16,9	3,0	1,3	40,2	4833	880	220	352
8		711215,5	7462140,4	15,7	2,6	2,3	35,7	4256	789	218	314
9	Estaca 2S	711236,0	7462177,1	17,6	3,0	1,4	42,3	4912	887	233	371
10		711270,8	7462222,7	19,0	2,5	2,9	46,4	5058	845	281	408
11		711282,6	7462247,2	16,2	2,4	3,5	35,8	4405	773	241	316
12		711305,9	7462283,8	16,3	2,3	2,9	38,3	4531	759	241	337
13	Estaca 3S	711329,2	7462317,3	14,9	2,4	2,5	33,6	4209	728	210	296
14		711361,2	7462366,1	17,6	2,8	2,2	41,7	4908	857	244	368
15		711387,5	7462415,0	18,8	2,9	2,1	45,5	5254	905	261	400
16		711419,6	7462466,8	18,3	2,5	2,3	45,5	4789	833	264	400
17	Estaca 4S	711460,5	7462533,9	14,7	2,8	2,9	30,1	3981	803	201	266
18		711492,4	7462579,6	11,7	2,2	1,4	26,0	3298	637	154	229
19		711521,5	7462616,2	18,2	2,6	4,8	38,7	4933	841	279	342
20		711536,1	7462643,6	18,3	2,6	2,5	44,5	5056	844	265	392
21	Estaca 5S	711553,5	7462668,0	19,9	2,6	3,4	47,8	5278	886	298	421
22		711579,8	7462713,8	15,7	3,5	1,5	33,1	4419	947	189	291
23		711600,2	7462747,4	13,9	3,0	2,1	28,0	3965	381	175	247
24		711626,2	7462771,6	13,5	2,7	2,0	28,4	3846	572	181	251
25	Estaca 6S	711658,4	7462829,6	9,0	2,0	1,1	18,2	2639	547	108	160
26		711687,6	7462881,5	12,0	3,1	2,6	19,8	3341	573	137	182
27		711722,5	7462930,3	13,9	2,5	2,4	29,7	3808	734	190	262
28		711745,8	7462966,9	14,6	3,0	2,2	30,2	3717	689	189	273
29	Estaca 7S	711766,3	7463003,5	15,5	2,6	2,8	34,1	4361	788	218	300
30		711798,2	7463046,1	15,5	2,9	2,4	33,2	4384	840	207	292
31		711836,2	7463107,1	17,8	3,5	2,2	38,5	5091	986	230	338
32		711844,9	7463122,4	15,4	2,5	3,0	33,7	4262	780	221	297
33	Estaca 8S	711876,8	7463161,9	15,7	3,1	3,3	31,1	4286	878	214	275
34		711914,8	7463226,0	15,1	2,5	1,0	37,3	4270	745	200	327
35		711938,2	7463271,9	20,1	2,8	2,2	50,3	5401	936	286	440
36		711973,1	7463317,5	11,1	1,7	2,6	24,0	2983	502	166	212
37	Estaca 9S	711999,2	7463354,1	15,4	2,9	3,2	31,1	4434	845	212	274
38		712019,7	7463387,6	17,0	2,4	4,5	36,5	4510	785	262	323
39		712040,2	7463430,4	15,3	2,3	2,3	35,9	4190	745	219	301
40		712063,5	7463467,0	14,9	2,5	2,6	32,9	4282	778	215	300
41	Estaca 10S	712089,6	7463500,5	14,7	2,6	3,6	29,5	4180	769	213	261
42		712124,8	7463564,6	12,3	1,9	3,0	26,1	3615	531	197	240
43		712167,9	7463591,7	13,6	2,1	2,6	30,3	3757	666	196	267

Estação	Estaca	UTM Leste (m)	UTM Norte (m)	CT (μR/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)	CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
44	Marco 1	712179,8	7463631,5	14,5	3,1	2,1	29,5	3988	874	180	250
45		712378,3	7463958,0	14,6	3,0	3,0	28,4	4076	847	195	250
46	Estaca 13S	712410,2	7463997,5	18,2	2,6	2,2	44,9	4876	840	259	395
47		712450,8	7464049,3	15,4	1,7	2,2	39,8	4213	616	236	350
48		712485,6	7464094,9	14,1	2,0	2,4	33,2	3791	651	207	292
49		712517,5	7464131,4	12,6	2,9	1,5	25,2	3703	781	151	222
50	Estaca 1N	712558,0	7464170,8	11,6	1,8	2,1	26,3	3144	558	168	232
51		712814,8	7464598,0	9,9	2,3	1,7	18,5	2780	621	123	163
52		712860,9	7464631,2	12,0	2,8	2,8	20,8	3425	756	155	184
53	Estaca 4N	712859,0	7464698,9	8,9	1,2	1,1	22,1	2580	389	129	194
54		712896,5	7464732,2	11,2	2,2	3,0	20,7	3213	642	159	184
55		712928,7	7464787,2	9,4	1,9	1,3	19,9	2563	510	117	170
56		712951,9	7464817,6	9,3	1,2	2,2	21,2	2548	414	145	187
57	Estaca 5N	712952,4	7464851,4	11,9	1,6	2,3	27,8	3239	546	180	245
58		712998,5	7464890,8	12,9	1,6	3,9	27,8	3503	573	209	246
59		713033,2	7464921,1	9,4	1,7	2,5	18,1	2545	514	136	160
60		713087,7	7464948,0	11,7	2,4	2,5	22,5	3406	672	157	198
61	Estaca 6N	713086,0	7465028,0	11,0	1,3	3,8	22,7	2938	466	182	202
62		713112,4	7465080,0	11,8	1,2	3,9	26,0	3026	470	201	230
63		713107,2	7465120,0	5,6	1,3	2,1	7,8	1597	346	79	70
64		713113,5	7465159,9	5,5	1,4	0,7	10,1	1664	359	63	89
65	Estaca 7N	713131,3	7465208,9	10,4	1,6	2,9	21,2	2944	499	158	188
66		713140,7	7465270,3	11,1	1,2	3,3	24,9	2885	447	184	220
67		713155,4	7465304,0	8,2	1,5	1,7	16,9	2286	443	115	149
68		713184,9	7465368,2	11,8	0,4	1,7	35,0	3113	313	202	308
1	*	722906,5	7461378,2	0,0	0,0	-0,2	0,3	130	-9	-3	3
2	*	722906,5	7461378,2	-0,1	0,0	-0,4	0,5	122	-6	-6	4
3	*	722906,5	7461378,2	-0,1	0,0	-0,8	1,6	131	-7	-7	13
4	*	722906,5	7461378,2	0,0	-0,1	-0,3	1,3	140	-13	0	11
5	*	722906,5	7461378,2	0,6	0,0	0,5	0,8	140	-7	-6	6
6	*	722906,5	7461378,2	-0,2	-0,1	-0,4	0,8	106	-17	-4	6
7	*	722906,5	7461378,2	0,0	0,0	-0,3	0,7	127	-11	3	6
8	*	722906,5	7461378,2	-0,1	0,0	-0,4	0,4	97	-15	-6	3

**Background na Lagoa de Maricá*

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



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

ANEXO I-f – Atenuação Atmosférica – Resultado dos Testes

SUMÁRIO

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

Índice do Quadro, Tabelas e Figuras

Quadro 1 - Coeficientes de Atenuação Atmosférica

Tabela 1 - Cálculo dos Coeficientes de Atenuação Atmosférica

- a) Médias Terra, Água e Terra-Água
- b) Médias em cps
- c) Médias em Logaritmo

Figura 1 - Coeficientes de Atenuação

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

Aeronave: PR-FAM

Data da Calibração: 05/05/2010

1 - Cálculo das Constantes de Atenuação Atmosférica para a Aeronave.

Durante os vôos sobre a pista de calibração dinâmica (*dynamic calibration range – DCR*) realizados em 05/05/2010 nas proximidades de Maricá (RJ), objetivando a determinação dos coeficientes de sensibilidade para converter os dados aerogamaespectrométricos, medidos em contagens por segundo (cps), para concentração de elementos (% K, ppm para eU e eTh e $\mu\text{R/h}$ para o canal de contagem total), também são realizados vôos em diversas alturas (de 330 a 800 pés com intervalo de 100 pés) sobre a mencionada pista de calibração objetivando a correção altimétrica dos dados radiométricos através da determinação dos coeficientes de atenuação atmosférica (μ) dos radioelementos potássio, urânio e tório, bem como para o canal de contagem total.

A correção altimétrica tem por objetivo referenciar os valores radiométricos à altura nominal do aerolevantamento (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 vôo (de 330, 400, 500, 600, 700 e 800 pés) sobre a “pista de calibração dinâmica” (*dynamic calibration range – DCR*) situada no distrito de Inoã, Município de Maricá (RJ).

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 (2) por (1), obtém-se:

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

onde:

- N_{100} é a taxa de contagem normalizada para a altura do levantamento (100m) para um determinado canal;
- N_H é a taxa de contagem corrigida dos *backgrounds* da aeronave, cósmico e do radônio, bem como do efeito do espalhamento Compton;

- μ é o coeficiente de atenuação atmosférica para determinado canal;
- H_{100} é a altura nominal de vôo (100m);
- H é a altura medida

Os valores das médias obtidas são apresentados na tabela 1a:

Tabela 1a – Médias Terra, Água e Terra-Água.

MÉDIAS SOBRE A TERRA*				
ALTURA (pés)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
330	3827,255	319,014	100,553	174,587
331	3777,167	311,326	103,505	171,890
332	3739,132	310,301	101,993	166,691
400	3466,612	282,460	98,432	152,913
500	2807,330	224,446	81,836	122,520
600	2511,995	200,522	72,672	108,956
700	2103,920	162,623	63,114	91,394
800	1910,983	144,259	59,848	79,039

MÉDIAS SOBRE A ÁGUA*				
ALTURA (pés)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
330	430,003	35,284	22,025	7,796
331	434,765	35,927	22,351	7,757
332	439,832	36,073	22,521	8,022
400	432,276	34,843	22,334	8,047
500	433,566	34,023	22,880	7,974
600	433,760	33,814	22,240	8,053
700	427,325	33,468	21,864	8,456
800	421,047	33,168	21,795	8,250

MÉDIAS TERRA-ÁGUA*				
ALTURA (pés)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
330	3397,252	283,730	78,528	166,791
331	3342,402	275,399	81,154	164,133
332	3299,300	274,228	79,472	158,669
400	3034,336	247,617	76,098	144,866
500	2373,764	190,423	58,956	114,546
600	2078,235	166,708	50,432	100,903
700	1676,595	129,155	41,250	82,938
800	1489,936	111,091	38,053	70,789

* Valores corrigidos do Tempo Morto

A tabela 1b apresenta os valores radiométricos nas diferentes altitudes, com as seguintes correções aplicadas:

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

Tabela 1b – Cálculo dos Coeficientes de Atenuação Atmosférica.

LINHA	Altura Efetiva (m)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
330	91,84	3397,252	187,418	28,843	166,791
331	94,64	3342,402	177,318	32,041	164,133
332	96,29	3299,300	178,479	31,850	158,669
400	107,35	3034,336	156,687	31,847	144,866
500	140,08	2373,764	118,098	22,144	114,546
600	158,08	2078,235	103,599	17,110	100,903
700	190,39	1676,595	76,542	12,533	82,938
800	208,07	1489,936	63,274	12,936	70,789

A tabela 1c apresenta o logaritmo neperiano dos valores da tabela 1b:

Tabela 1c – Cálculo dos Coeficientes de Atenuação Atmosférica.

LINHA	Altura Efetiva (m)	ln CT (cps)	ln K (cps)	ln U (cps)	ln Th (cps)
330	91,84	8,131	5,233	3,362	5,117
331	94,64	8,114	5,178	3,467	5,101
332	96,29	8,101	5,184	3,461	5,067
400	107,35	8,018	5,054	3,461	4,976
500	140,08	7,772	4,772	3,098	4,741
600	158,08	7,639	4,641	2,840	4,614
700	190,39	7,425	4,338	2,528	4,418
800	208,07	7,306	4,147	2,560	4,260

Os valores de μ obtidos são correspondentes aos coeficientes angulares das equações das retas obtidas pelos gráficos das figuras 1a, 1b, 1c e 1d, conforme mostra o quadro 1, a seguir:

Quadro 1 - Coeficientes de Atenuação Atmosférica.

Canal Radiométrico	μ em m⁻¹
Contagem Total	-0,0072
Potássio	-0,0090
Urânio	-0,0086
Tório	-0,0072

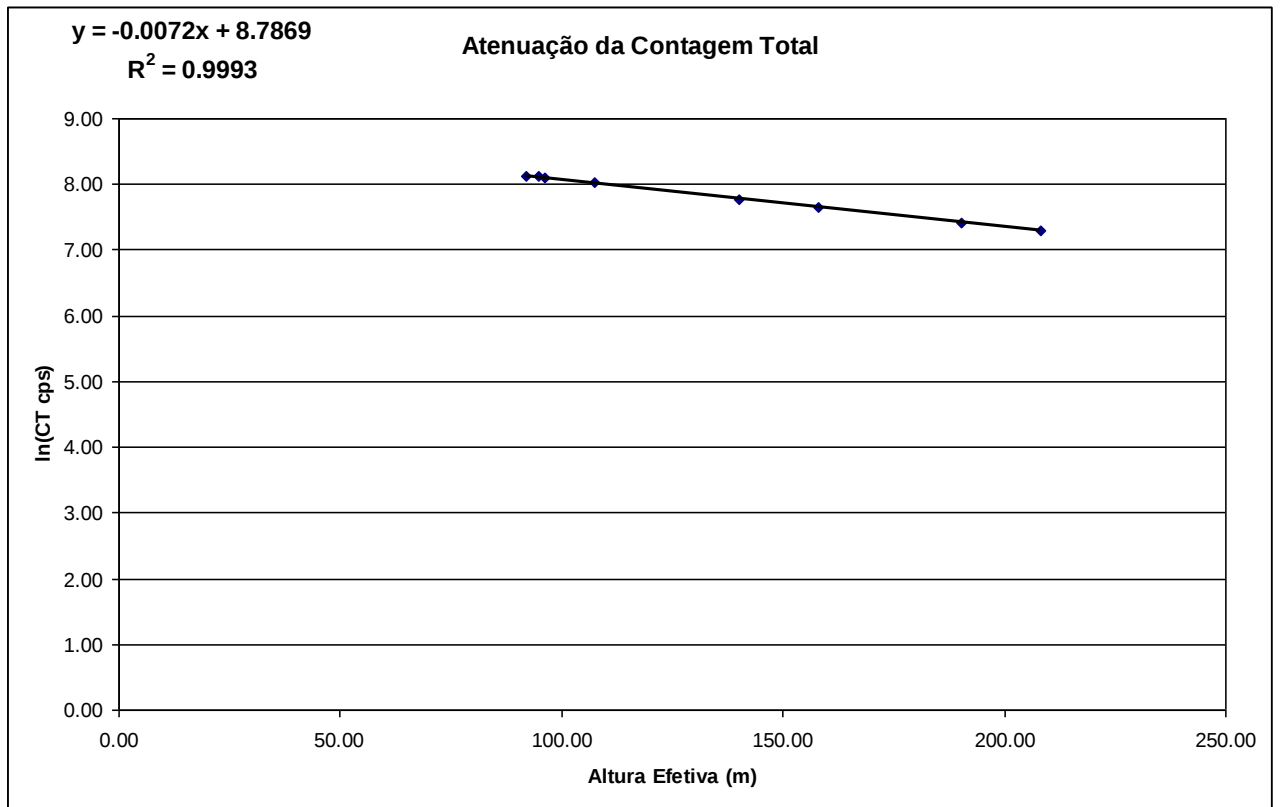


Figura 1a - Coeficiente de Atenuação - Contagem Total.

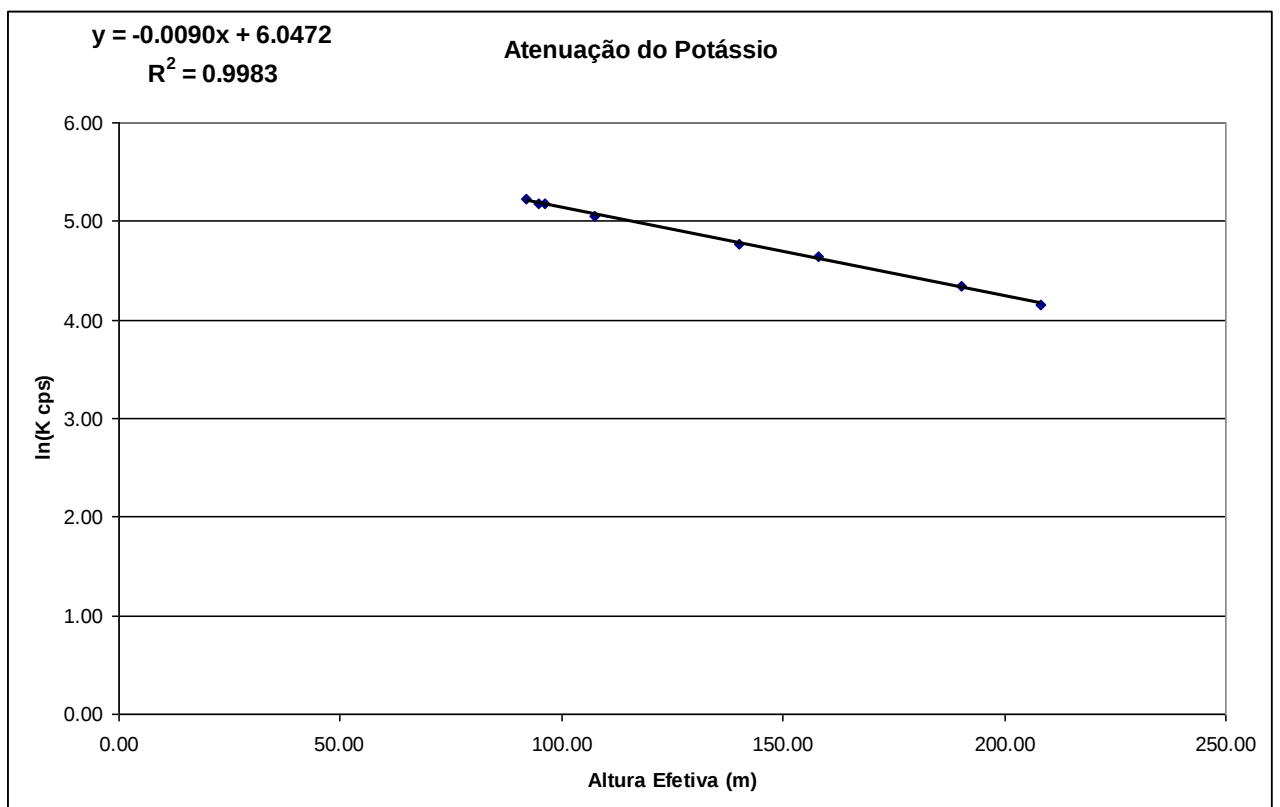


Figura 1b - Coeficiente de Atenuação - Potássio

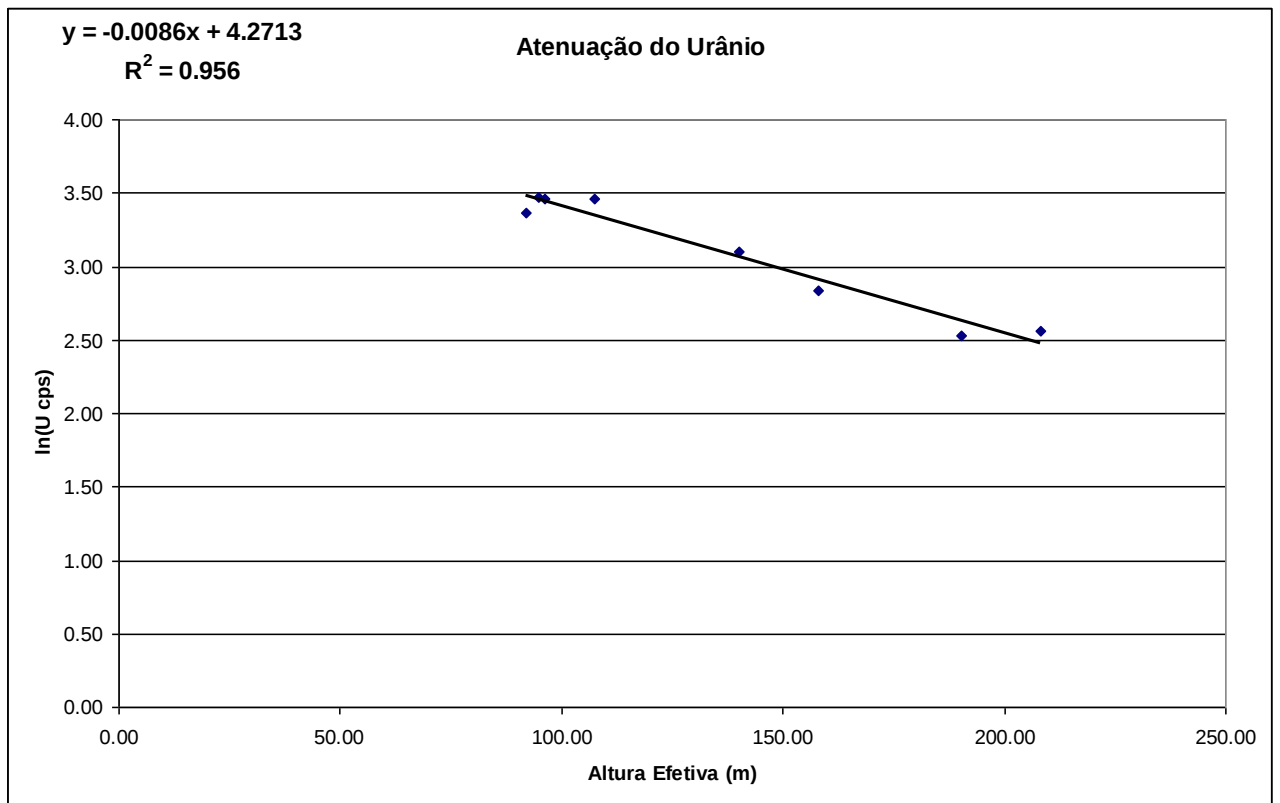


Figura 1c - Coeficiente de Atenuação –Urânio.

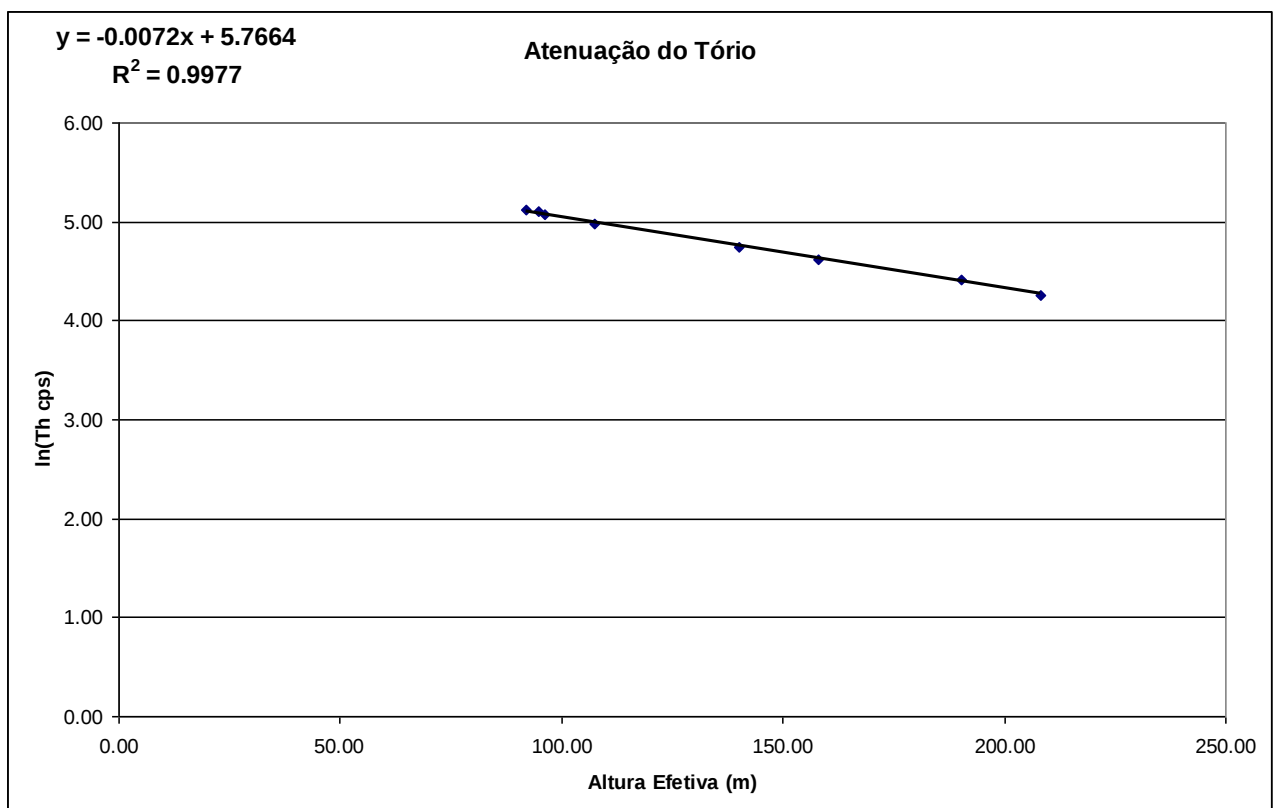


Figura 1d - Coeficiente de Atenuação – Tório.

Aeronave: PR-FAS

Data da Calibração: 08/06/2010

1 - Cálculo das Constantes de Atenuação Atmosférica para a Aeronave

Durante os vôos sobre a pista de calibração dinâmica (*dynamic calibration range – DCR*) realizados em 8/06/2010 nas proximidades de Maricá (RJ), objetivando a determinação dos coeficientes de sensibilidade para converter os dados aerogamaespectrométricos, medidos em contagens por segundo (cps), para concentração de elementos (% K, ppm para eU e eTh e $\mu\text{R/h}$ para o canal de contagem total), também são realizados vôos em diversas alturas (de 330 a 800 pés com intervalo de 100 pés) sobre a mencionada pista de calibração objetivando a correção altimétrica dos dados radiométricos através da determinação dos coeficientes de atenuação atmosférica (μ) dos radioelementos potássio, urânio e tório, bem como para o canal de contagem total.

A correção altimétrica tem por objetivo referenciar os valores radiométricos à altura nominal do aerolevantamento (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 vôo (de 330, 400, 500, 600, 700 e 800 pés) sobre a “pista de calibração dinâmica” (*dynamic calibration range – DCR*) situada no distrito de Inoã, Município de Maricá (RJ).

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 (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

Os valores das médias obtidas são apresentados na tabela 1a:

Tabela 1a – Médias Terra, Água e Terra-Água.

MÉDIAS SOBRE A TERRA*				
ALTURA (pés)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
330	2517,528	220,110	64,442	126,849
331	2448,132	213,548	63,755	121,212
332	2465,593	217,764	62,351	119,069
400	2233,375	192,563	58,446	109,123
500	1783,858	152,174	48,092	87,681
600	1503,521	125,671	41,789	73,952
700	1283,118	106,042	37,435	62,732
800	1106,575	90,303	34,271	51,835

MÉDIAS SOBRE A ÁGUA*				
ALTURA (pés)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
330	176,739	21,535	6,824	4,592
331	176,555	21,215	6,869	4,616
332	177,321	21,503	6,760	4,862
400	176,600	21,117	6,976	4,665
500	175,517	20,392	6,750	4,634
600	175,324	19,922	6,727	4,791
700	174,689	19,740	6,942	4,699
800	179,519	19,864	7,265	4,738

MÉDIAS TERRA-ÁGUA*				
ALTURA (pés)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
330	2340,789	198,575	57,618	122,257
331	2271,577	192,333	56,886	116,596
332	2288,272	196,261	55,591	114,207
400	2056,775	171,446	51,470	104,458
500	1608,341	131,782	41,342	83,047
600	1328,197	105,749	35,062	69,161
700	1108,429	86,302	30,493	58,033
800	927,056	70,439	27,006	47,097

* Valores corrigidos do Tempo Morto

A tabela 1b apresenta os valores radiométricos nas diferentes altitudes, com as seguintes correções aplicadas:

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

Tabela 1b – Cálculo dos Coeficientes de Atenuação Atmosférica.

<i>LINHA</i>	<i>Altura Efetiva (m)</i>	<i>CT (cps)</i>	<i>K (cps)</i>	<i>U (cps)</i>	<i>Th (cps)</i>
330	88,78	2340,789	123,715	24,839	122,257
331	93,39	2271,577	119,266	25,386	116,596
332	91,52	2288,272	124,863	24,820	114,207
400	107,43	2056,775	104,954	22,501	104,458
500	142,98	1608,341	77,380	16,872	83,047
600	174,07	1328,197	59,081	13,621	69,161
700	202,50	1108,429	45,639	11,718	58,033
800	225,99	927,056	35,102	11,216	47,097

A tabela 1c apresenta o logaritmo neperiano dos valores da tabela 1b:

Tabela 1c – Cálculo dos Coeficientes de Atenuação Atmosférica.

<i>LINHA</i>	<i>Altura Efetiva (m)</i>	<i>ln CT (cps)</i>	<i>ln K (cps)</i>	<i>ln U (cps)</i>	<i>ln Th (cps)</i>
330	88,78	7,758	4,818	3,212	4,806
331	93,39	7,728	4,781	3,234	4,759
332	91,52	7,736	4,827	3,212	4,738
400	107,43	7,629	4,654	3,114	4,649
500	142,98	7,383	4,349	2,826	4,419
600	174,07	7,192	4,079	2,612	4,236
700	202,50	7,011	3,821	2,461	4,061
800	225,99	6,832	3,558	2,417	3,852

Os valores de μ obtidos são correspondentes aos coeficientes angulares das equações das retas obtidas pelos gráficos das figuras 1a, 1b, 1c e 1d, conforme mostra o quadro 1, a seguir:

Quadro 1 - Coeficientes de Atenuação Atmosférica

Canal Radiométrico	μ em m^{-1}
Contagem Total	-0,0067
Potássio	-0,0091
Urânio	-0,0064
Tório	-0,0066

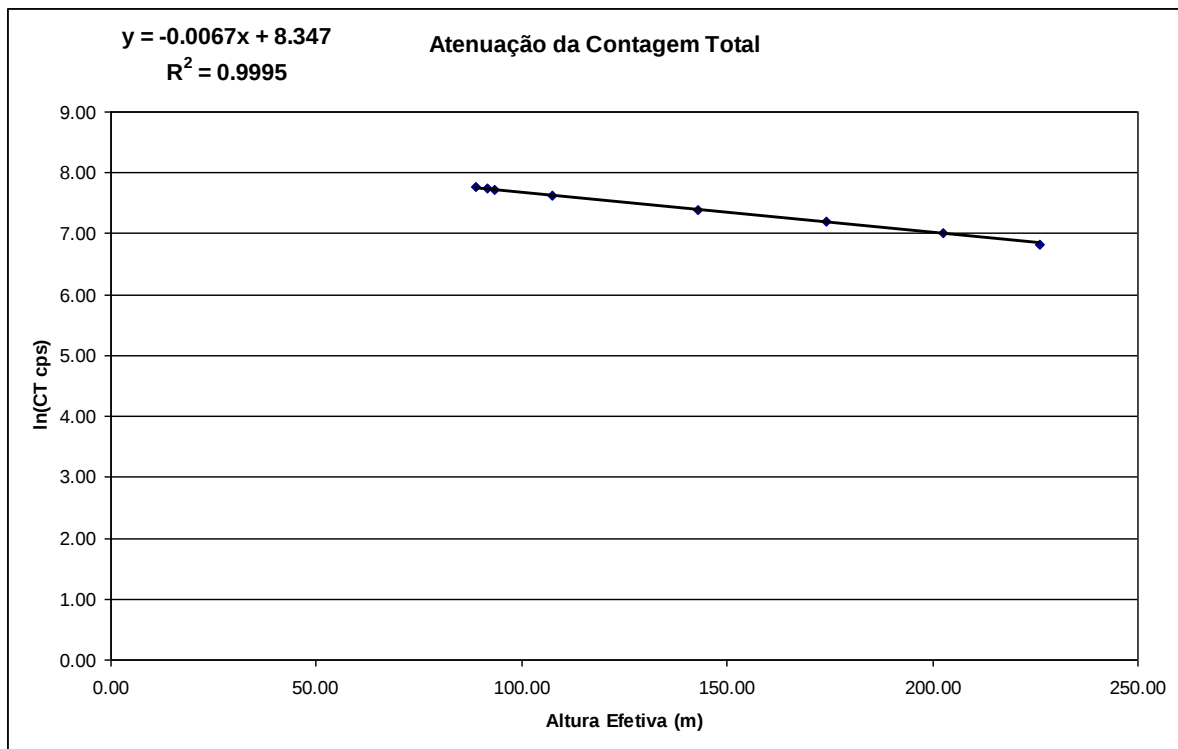


Figura 1a - Coeficiente de Atenuação - Contagem Total.

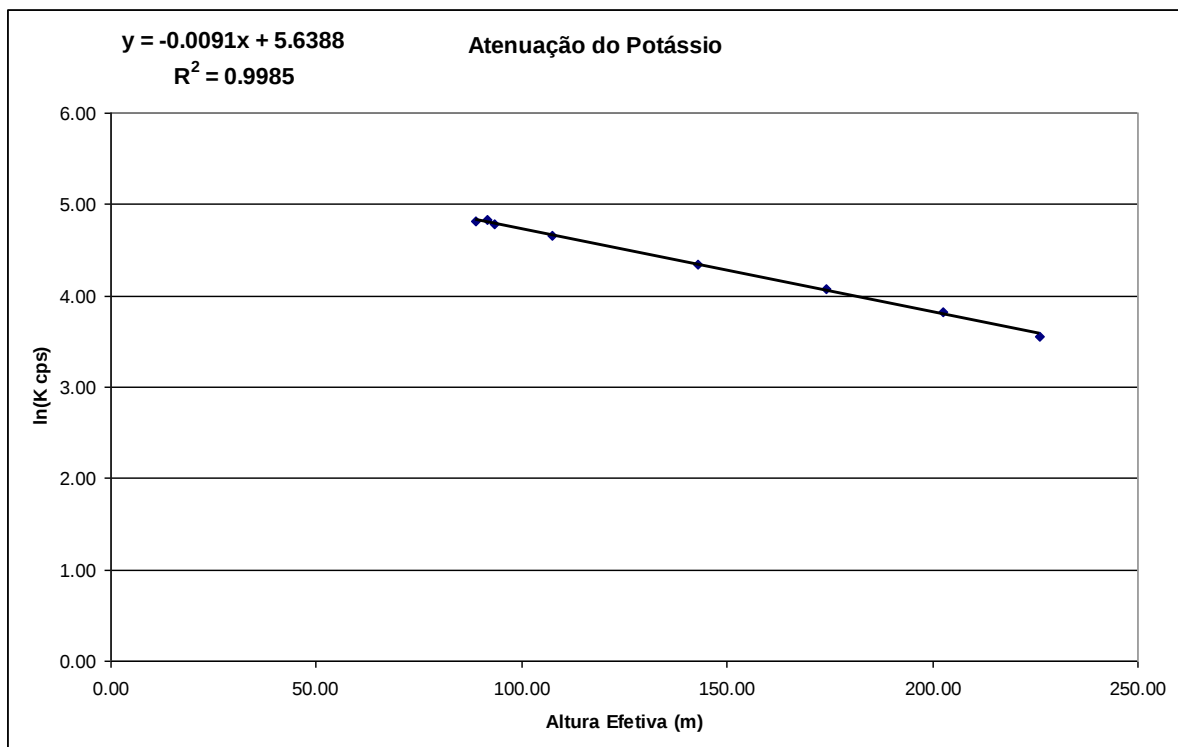


Figura 1b - Coeficiente de Atenuação – Potássio.

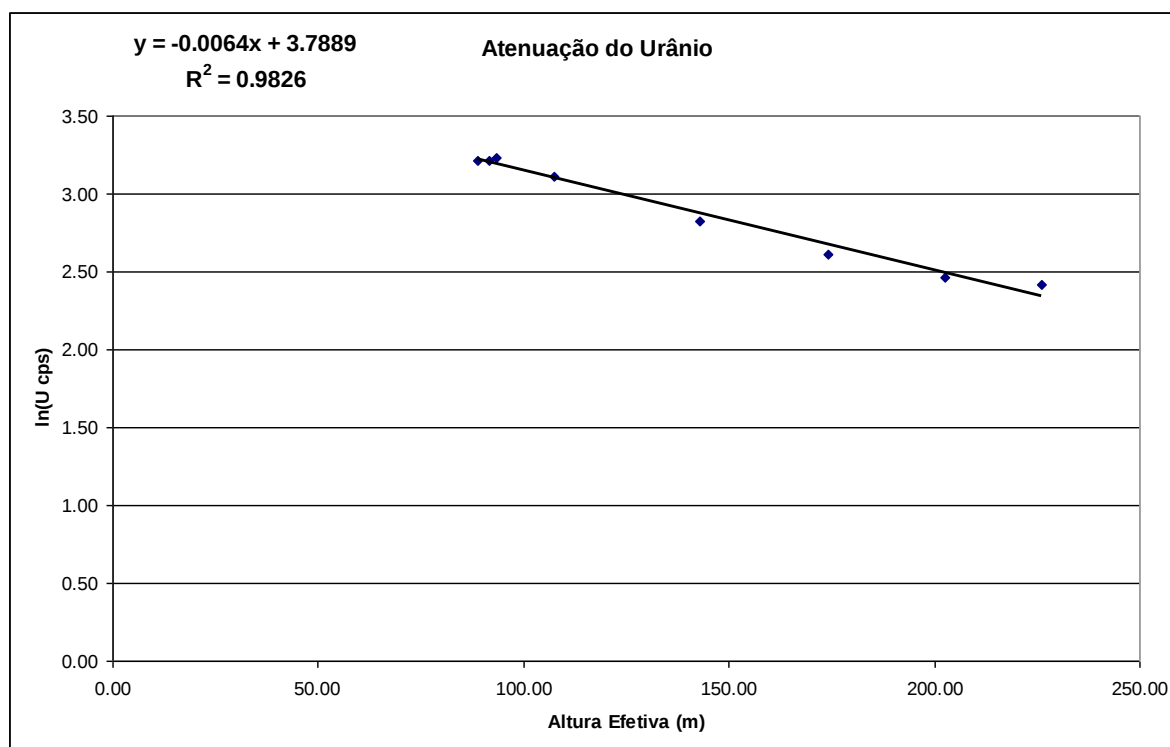


Figura 1c - Coeficiente de Atenuação – Urânio.

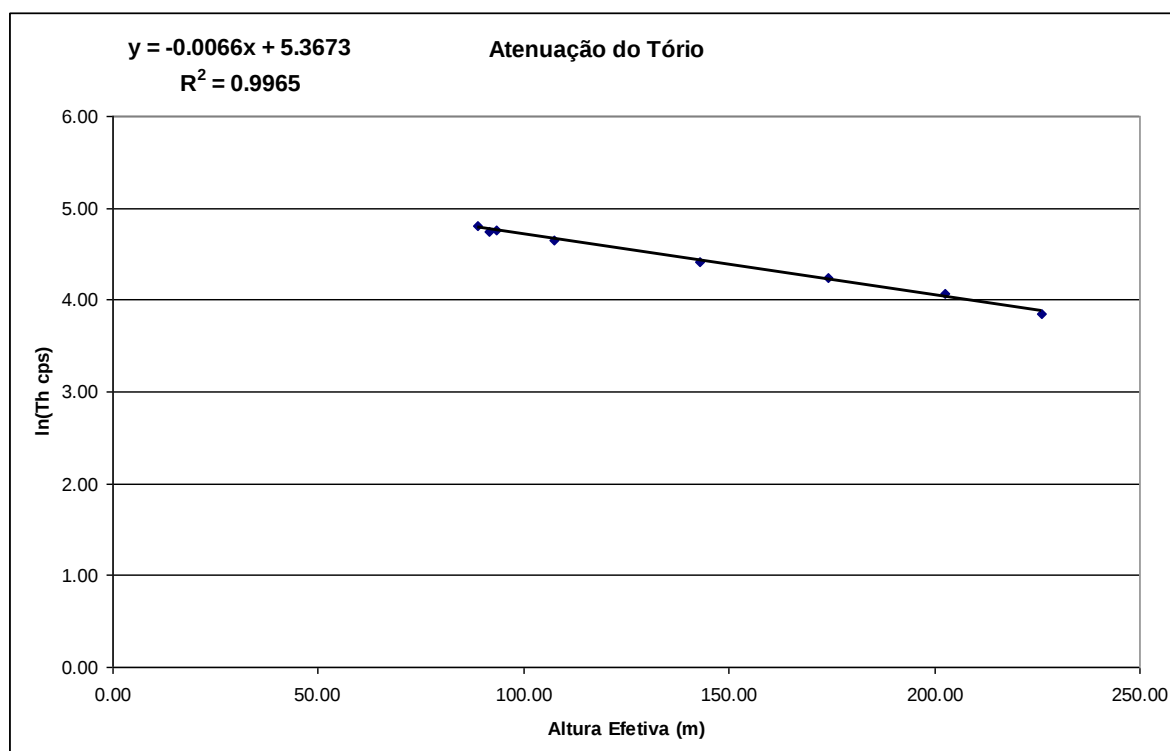


Figura 1d - Coeficiente de Atenuação – Tório.

ANEXO II – TESTES CONTRATUAIS

Anexo II-a – Teste de Altímetros

Teste de Altimetro – PR-FAM

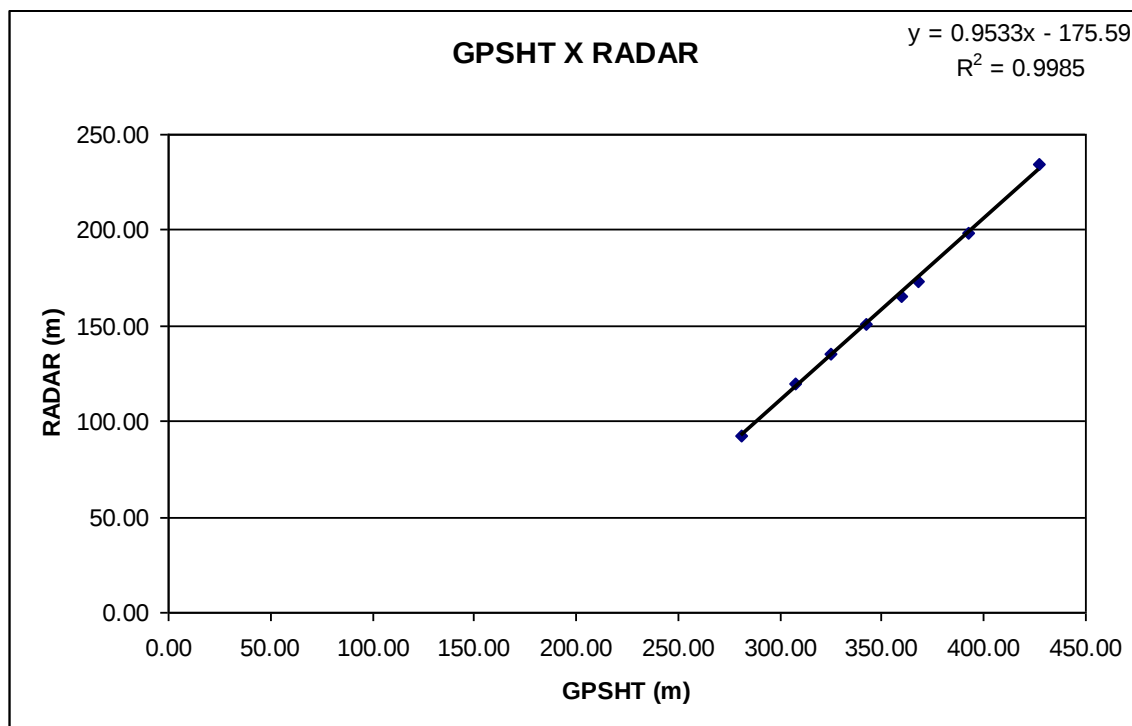
Projeto	29026
Aeronave	PR-FAM
Base	Ji-Paraná-RO
Data	10/mar/10
Voo	210

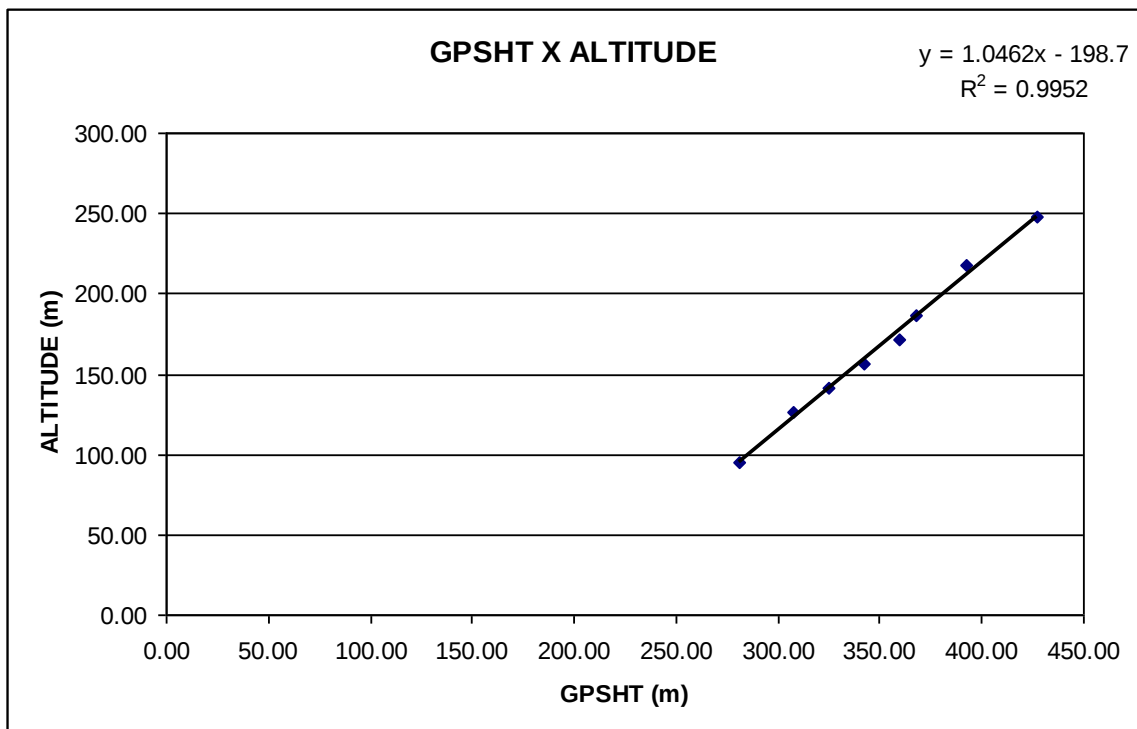
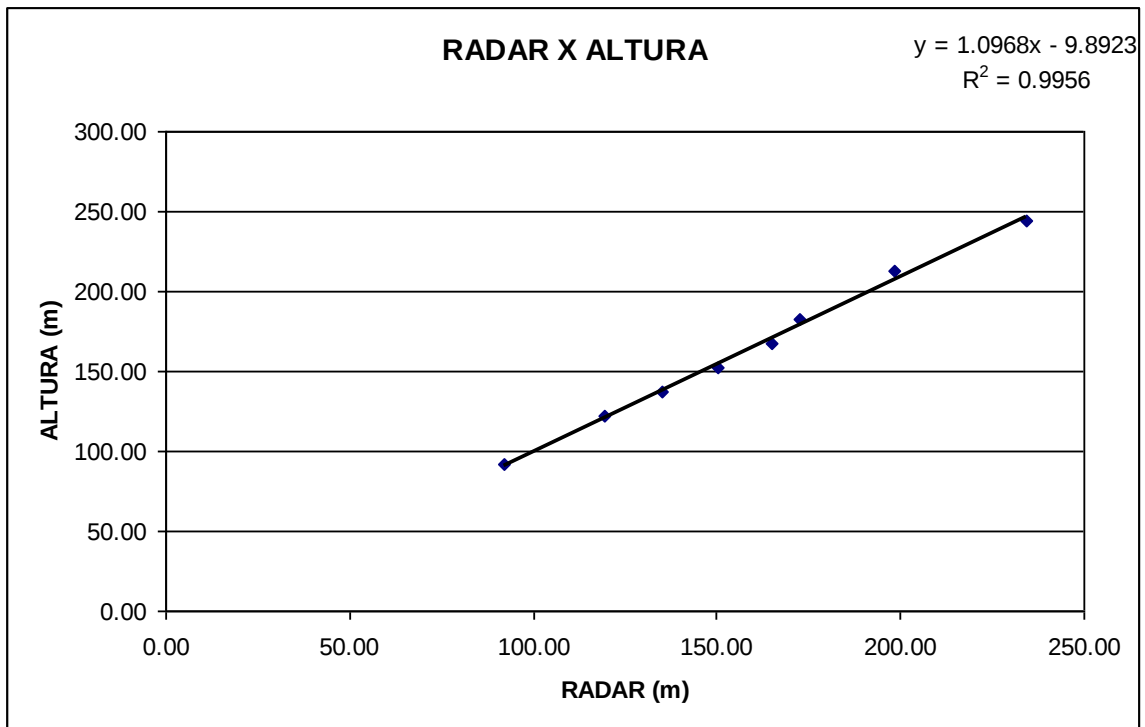
Altitude da Pista: 182 m (Guia de Aeródromos Brasileiros)

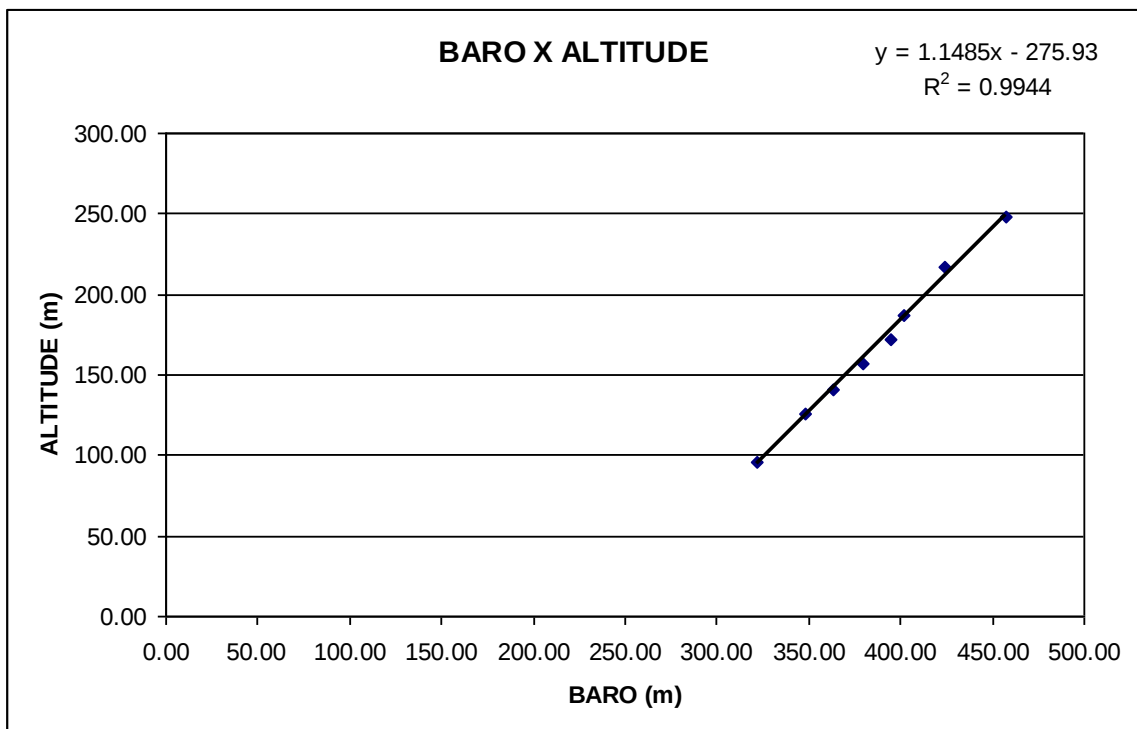
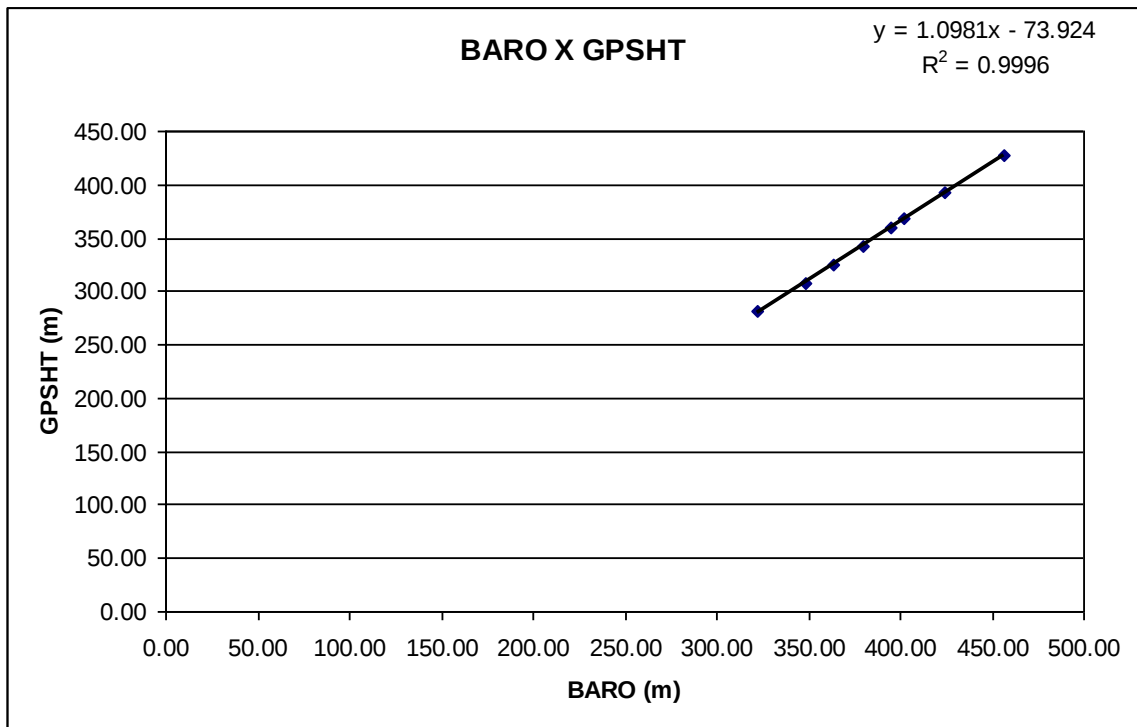
ALTURA = Altura Teórica

ALTITUDE = Altura teórica somada com a altitude da Pista

Linha	ALTURA (m)	ALTITUDE (m)	GPSHT (m)	RADAR (m)	BARO (m)
300	91,44	95,44	280,90	91,94	322,17
400	121,92	125,92	307,29	119,36	348,36
450	137,16	141,16	324,70	135,11	363,31
500	152,40	156,40	342,19	150,37	379,49
550	167,64	171,64	359,61	165,12	394,93
600	182,88	186,88	368,08	172,77	401,52
700	213,36	217,36	392,62	198,32	424,11
800	243,84	247,84	427,38	234,13	457,05







Teste de Altimetro – PR-FAS

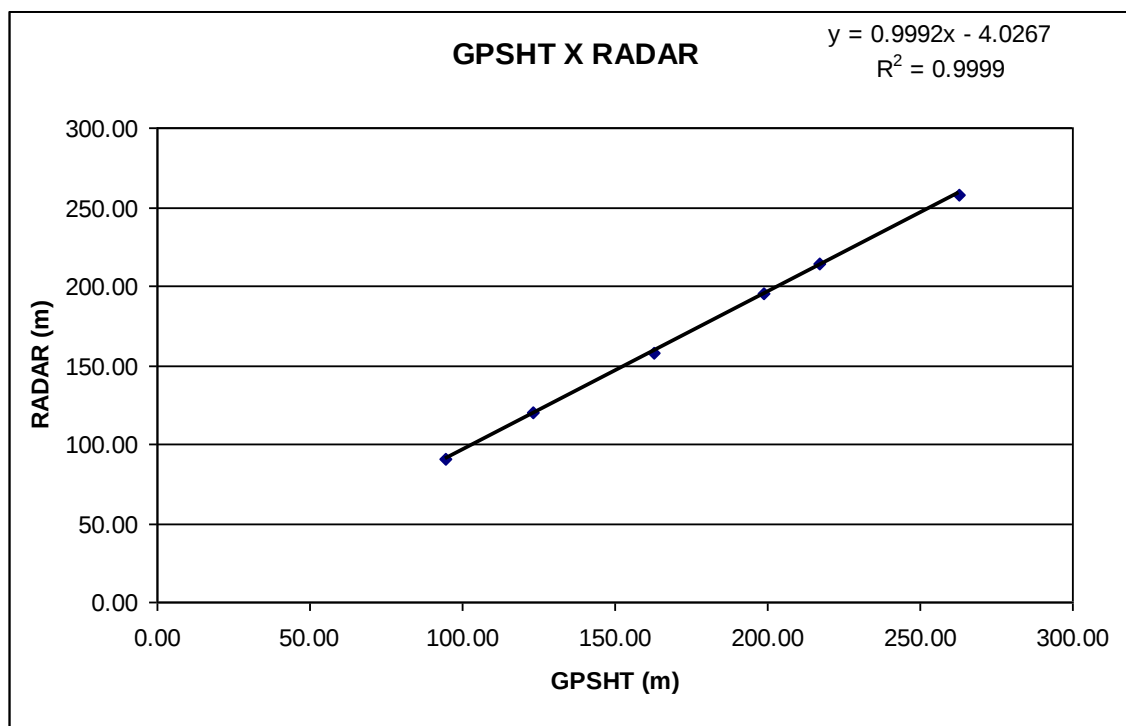
Projeto	29049
Aeronave	PR-FAS
Base	Maricá
Data	4-jun-10
Vôo	301

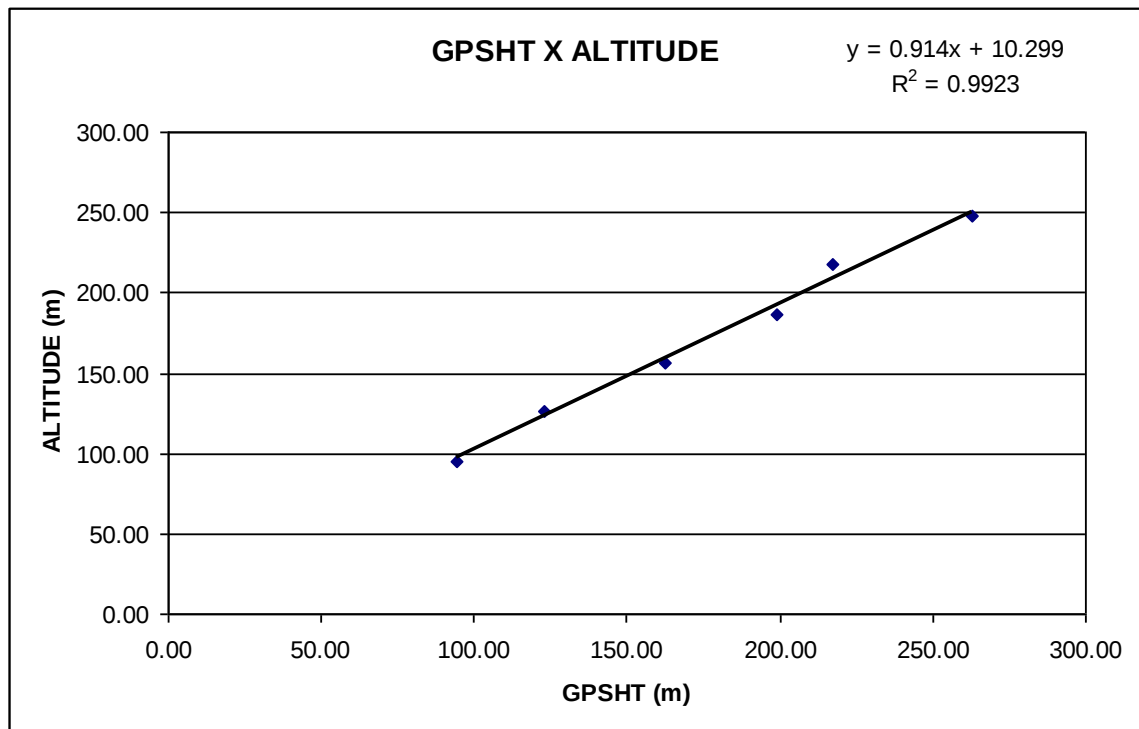
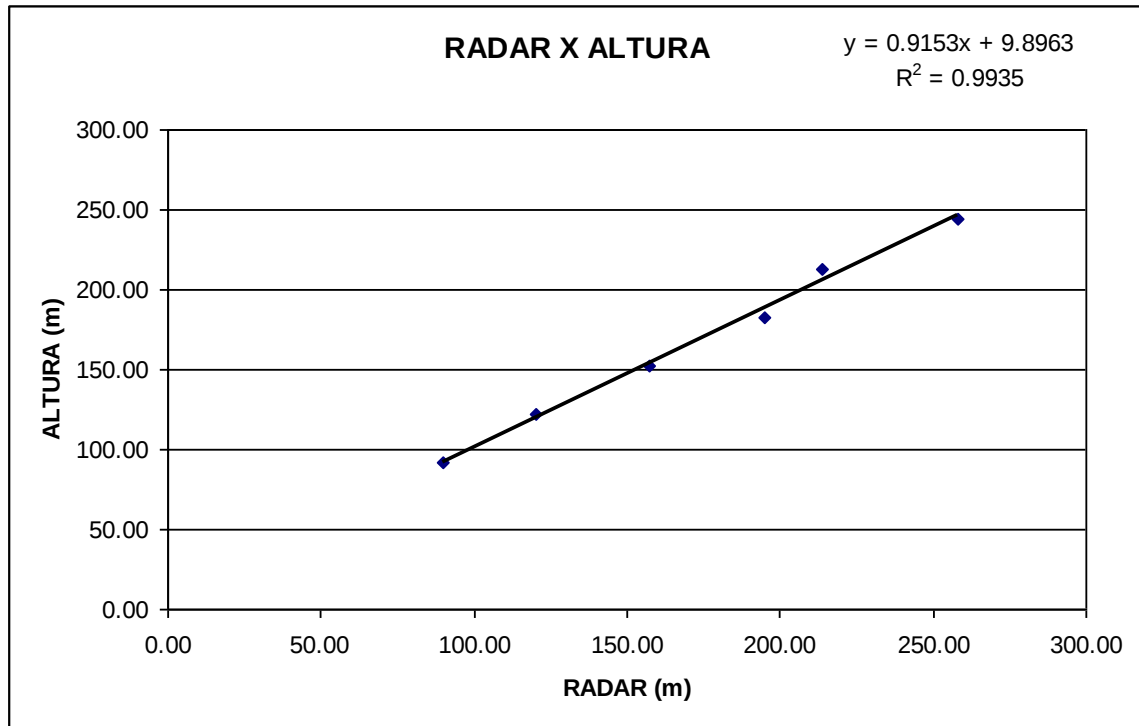
Altitude da Pista: 4 m (medida Rotaer)

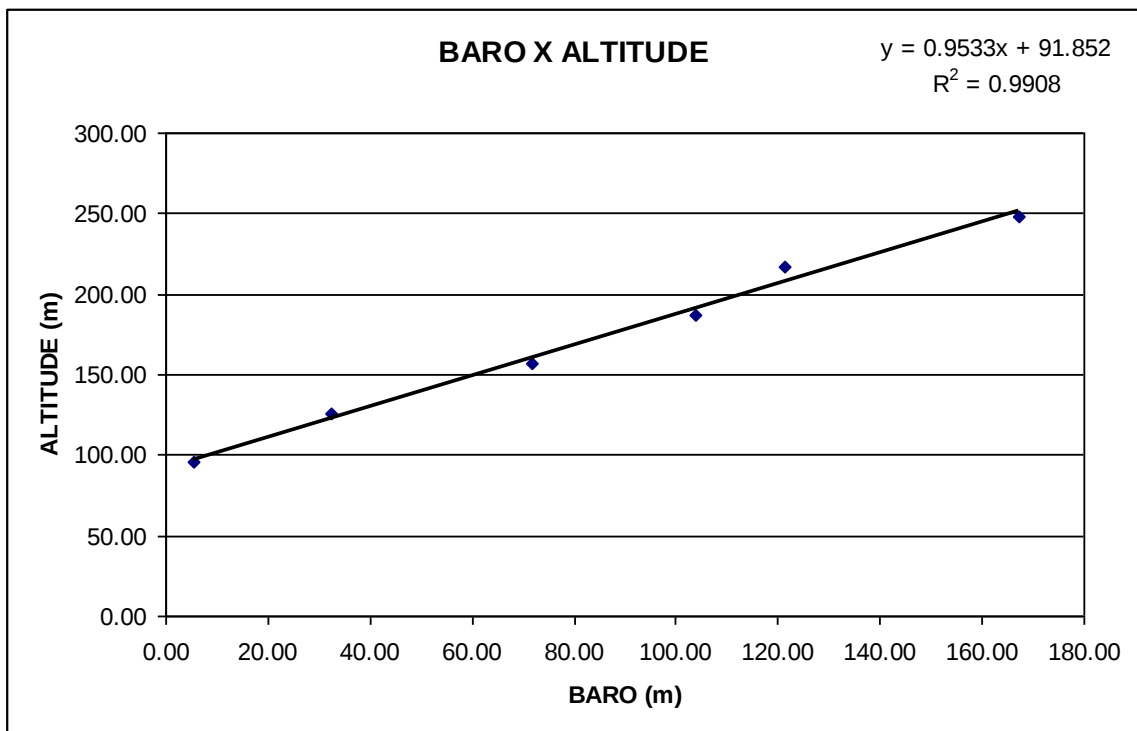
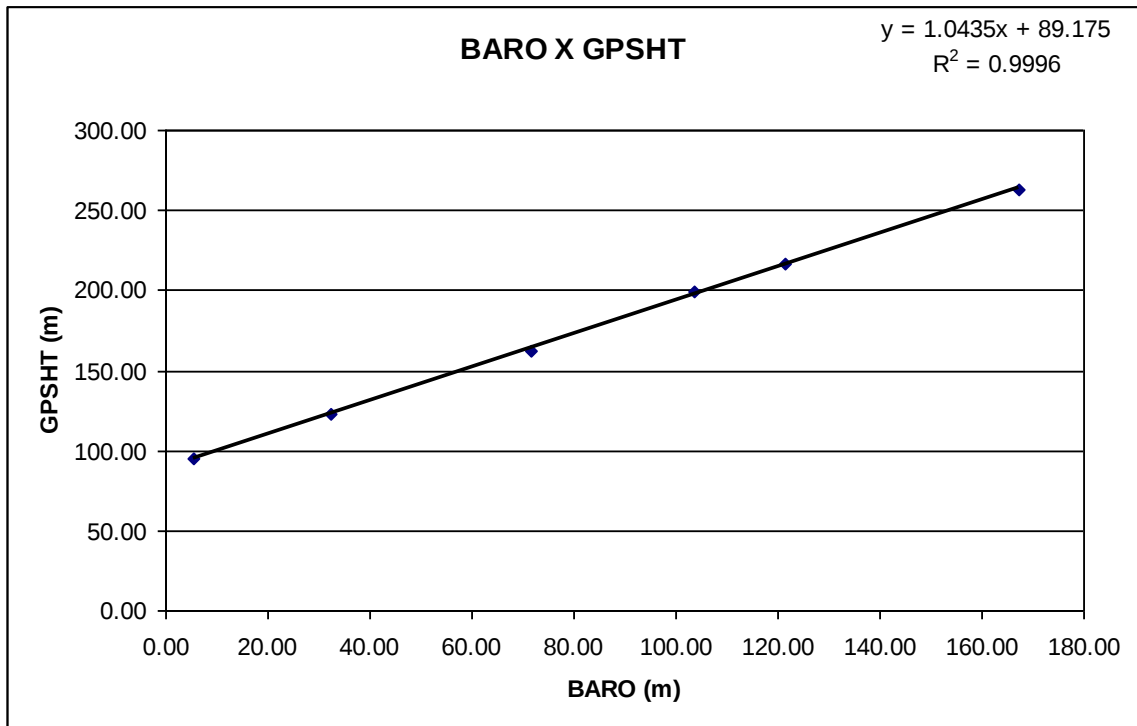
ALTURA = Altura Teórica

ALTITUDE = Altura teórica somada com a altitude da Pista

Linha	ALTURA (m)	ALTITUDE (m)	GPSHT (m)	RADAR (m)	BARO (m)
800	243.84	247.84	262.60	258.11	167.40
700	213.36	217.36	217.10	213.54	121.50
600	182.88	186.88	199.00	194.83	103.80
500	152.40	156.40	162.60	157.42	71.60
400	121.92	125.92	123.20	120.01	32.30
300	91.44	95.44	94.60	90.13	5.60







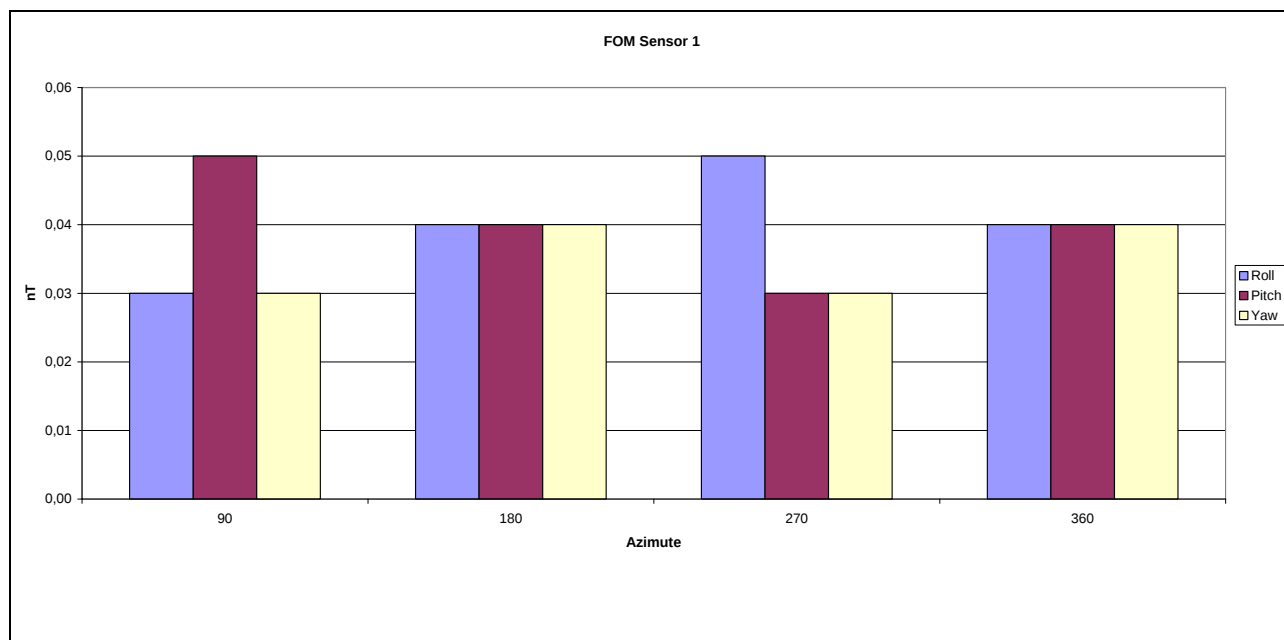
Anexo II-b – Compensação Magnética

Compensação Magnética – PR-FAM

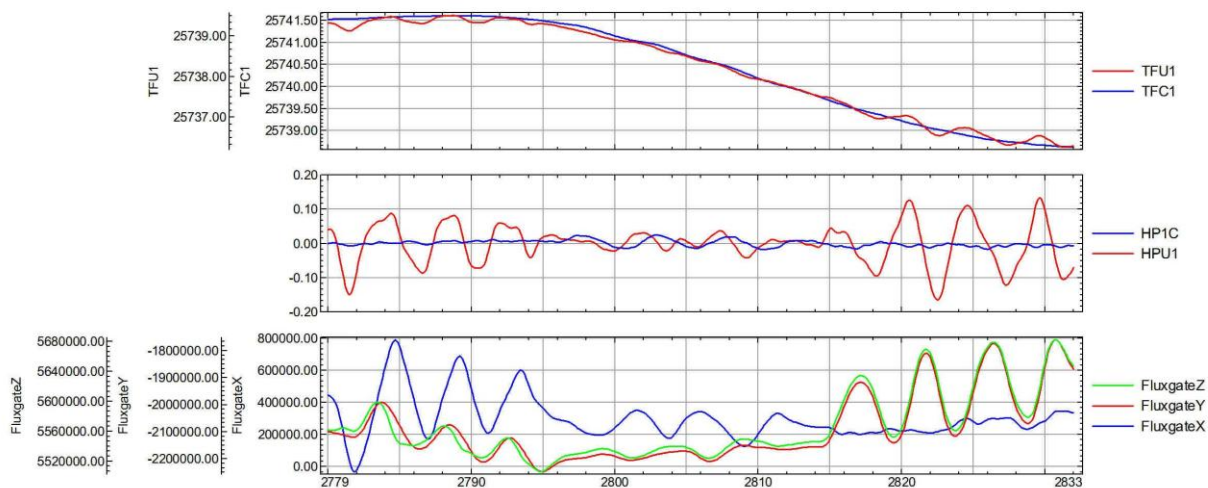
Nº Job	29049.2
Base	Marabá - PA
Aeronave	PR-FAM
Data	14/04/2010
Nº Voo	3

SENSOR 1					
Nº da Linha	Azimuth	ROLL (nT)	PITCH (nT)	YAW (nT)	FOM (nT)
91	90°	0.03	0.05	0.03	0.11
181	180°	0.04	0.04	0.04	0.12
271	270°	0.05	0.03	0.03	0.11
361	360°	0.04	0.04	0.04	0.12
TOTAL					0,46

Posição do sensor 280°



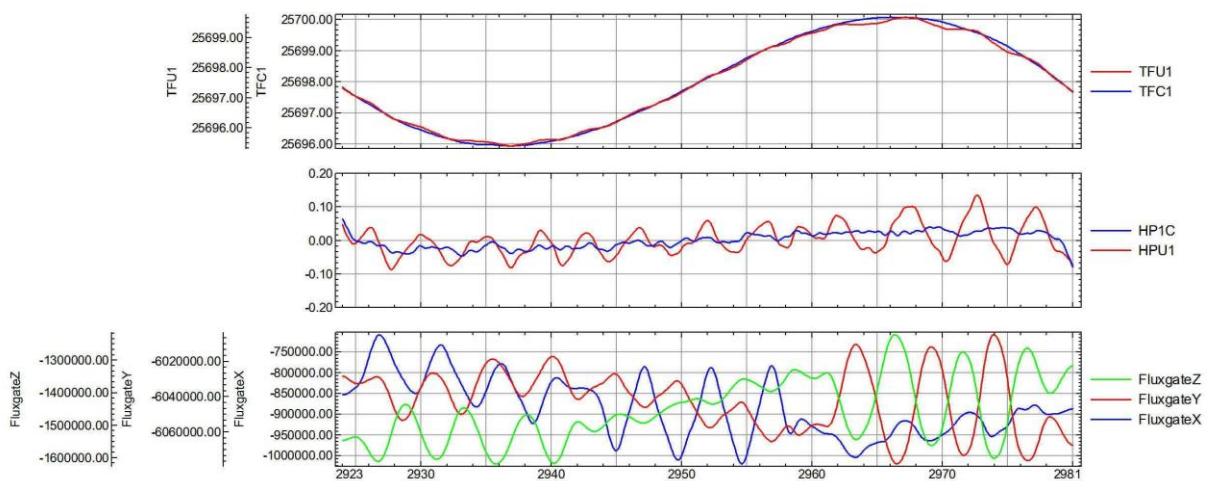
29049.2 - PR-FAM - FOM003 - Azimute 90° 14-04-2010



database: C:\Job_29049.2-FAM\Teste\Fom\FOM003\FOM003.gdb line/group: L91

2010/04/14

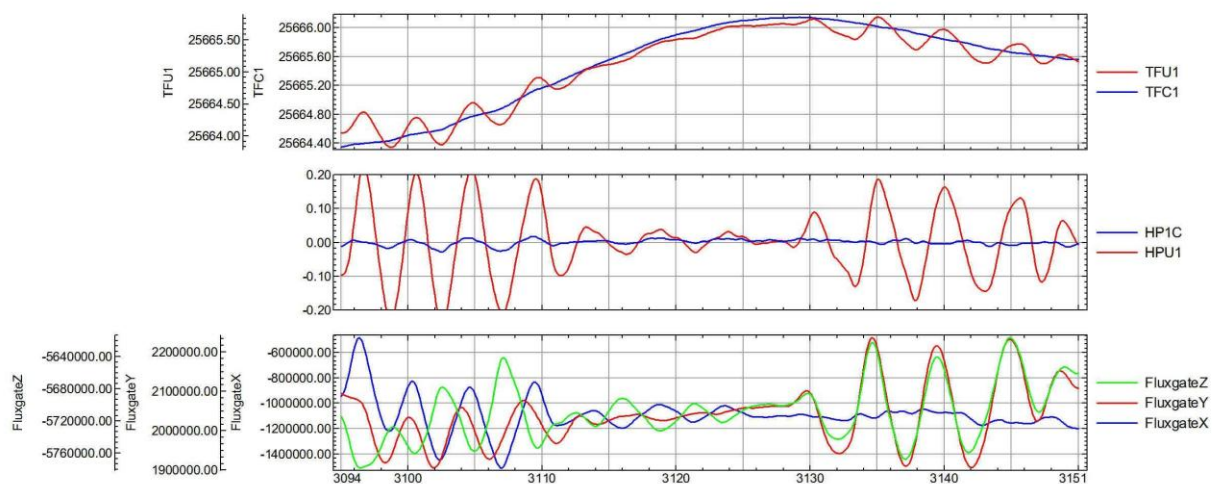
29049.2 - PR-FAM - FOM003 - AZIMUTE 180° - 14/04/2010



database: C:\Job_29049.2-FAM\Teste\Fom\FOM003\FOM003.gdb line/group: L181

2010/04/14

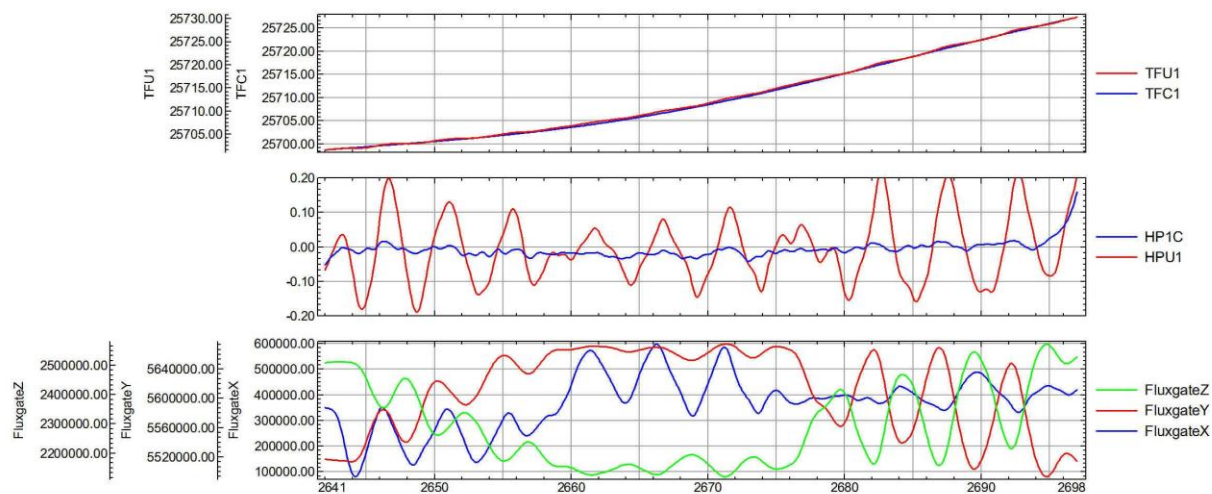
29049.2 - PR-FAM - FOM003 - AZIMUTE 270° - 14/04/2010



database: C:\Job_29049.2-FAM\Teste\Fom\FOM003\FOM003.gdb line/group: L271

2010/04/14

29049.2 - PR-FAM - FOM003 - AZIMUTE 360° - 14/04/2010



database: C:\Job_29049.2-FAM\Teste\Fom\FOM003\FOM003.gdb line/group: L361

2010/04/14

TF1U – Campo Magnético Total não compensado

TFC1 – Campo Magnético Total compensado

HPU1 – Filtro passa-alta (2 seg) sobre o Campo Magnético Total não compensado

HP1C – Filtro passa-alta (2 seg) sobre o Campo Magnético Total compensado

FluxgateX – Componente X da Fluxgate

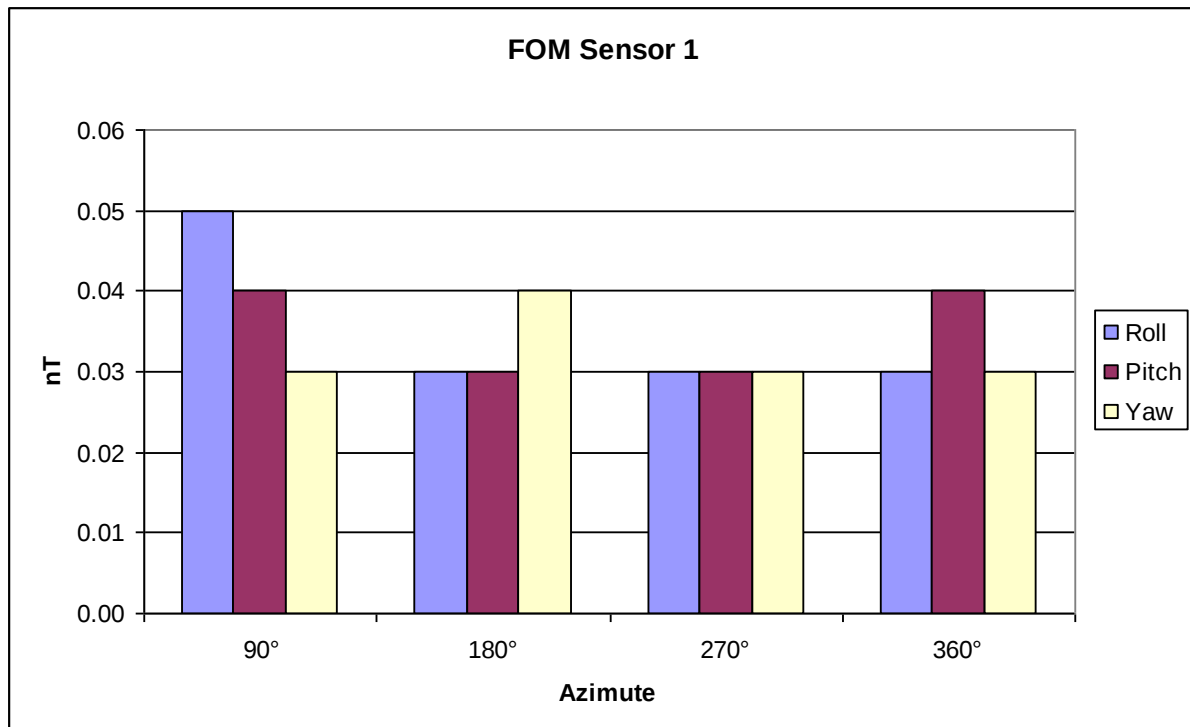
FluxgateY – Componente Y da Fluxgate

FluxgateZ – Componente Z da Fluxgate

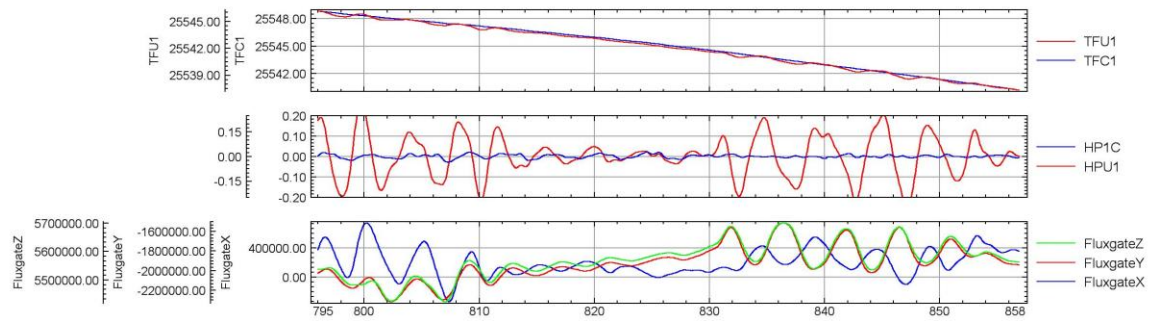
Nº Job	29049.2
Base	Marabá - PA
Aeronave	PR-FAM
Data	8/5/2010
Nº Voo	23

SENSOR 1					
Nº da Linha	Azimuth	ROLL (nT)	PITCH (nT)	YAW (nT)	FOM (nT)
91	90°	0.05	0.04	0.03	0.12
181	180°	0.03	0.03	0.04	0.10
271	270°	0.03	0.03	0.03	0.09
361	360°	0.03	0.04	0.03	0.10
TOTAL					0,41

Posição do sensor: 280°.



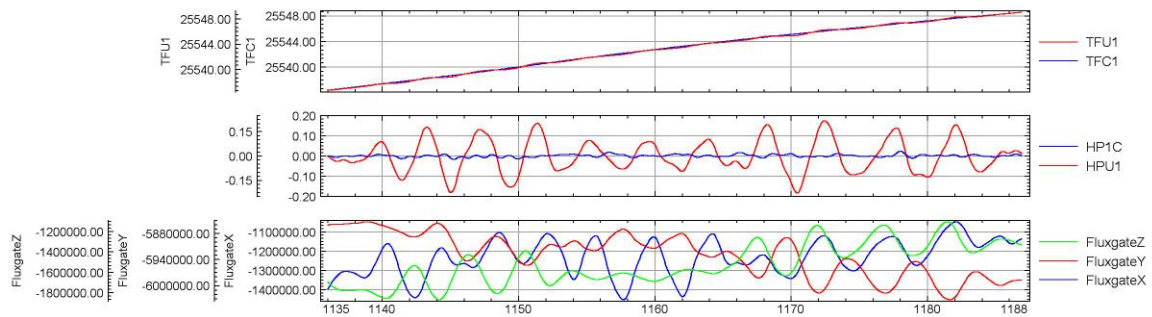
29049.2 - PR-FAM - FOM023 - AZIMUTE 90° - 08-05-2010



database: Z:\Job_29049-FAM\OAS\SV\FOM023sem.arR.gdb line/group: L91

2010/05/12

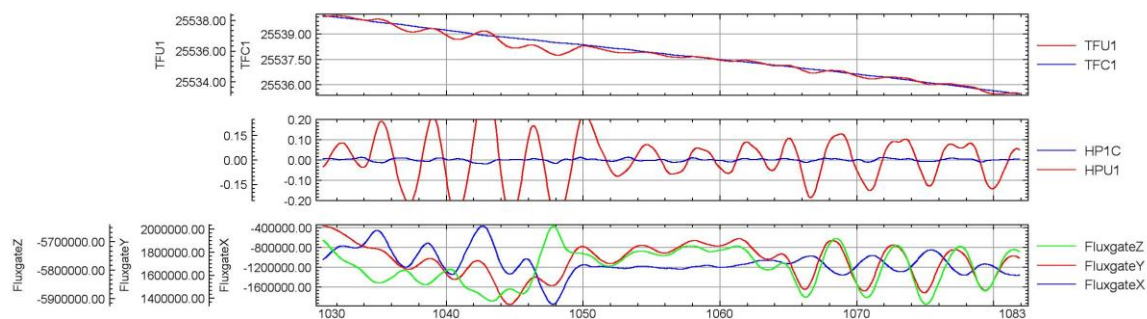
29049.2 - PR-FAM - FOM023 - AZIMUTE 180° - 08-05-2010



database: Z:\Job_29049-FAM\OAS\SV\FOM023sem.arR.gdb line/group: L181

2010/05/12

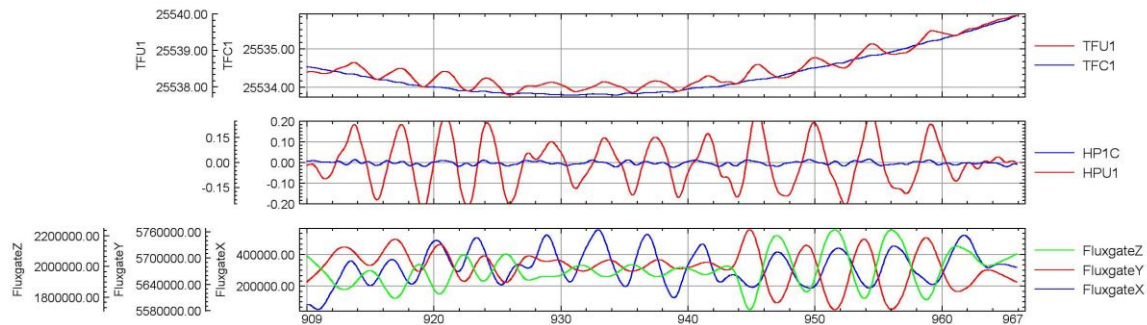
29049.2 - PR-FAM - FOM023 - AZIMUTE 270° - 08/05/2010



database: Z:\Job_29049-FAM\OASIS\FOM023sem.arR.gdb line/group: L271

2010/05/12

29049.2 - PR-FAM - FOM023 - AZIMUTE 360° - 08-05-2010



database: Z:\Job_29049-FAM\OASIS\FOM023sem.arR.gdb line/group: L361

2010/05/12

TF1U – Campo Magnético Total não compensado

TFC1 – Campo Magnético Total compensado

HPU1 – Filtro passa-alta (2 seg) sobre o Campo Magnético Total não compensado

HP1C – Filtro passa-alta (2 seg) sobre o Campo Magnético Total compensado

FluxgateX – Componente X da Fluxgate

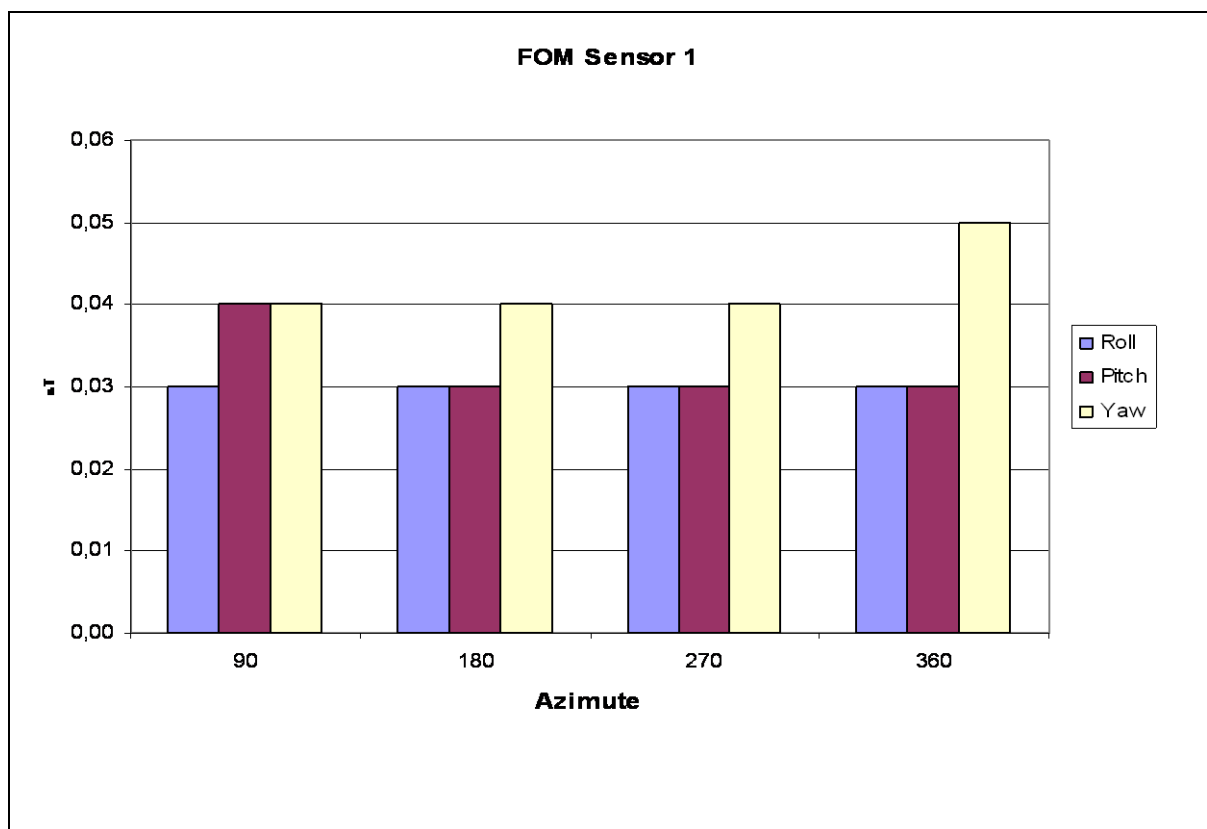
FluxgateY – Componente Y da Fluxgate

FluxgateZ – Componente Z da Fluxgate

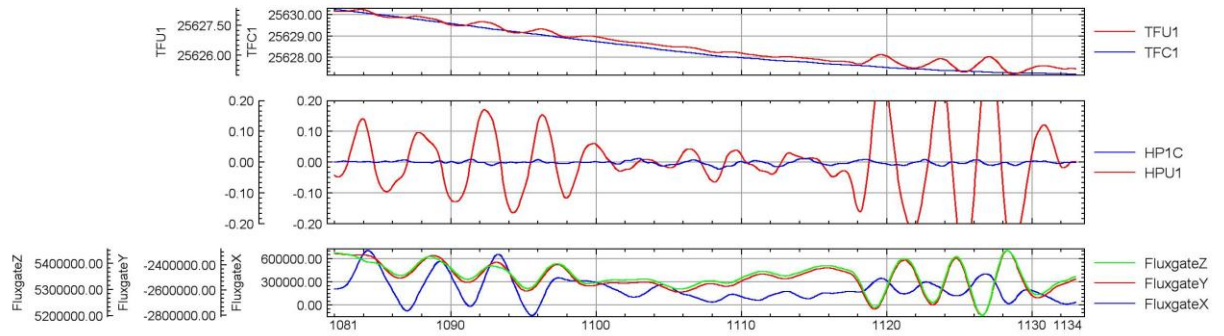
Nº Job	29049.2
Base	Maraba - PA
Aeronave	PR-FAM
Data	11-jun-10
Nº Voo	71

SENSOR 1					
Nº da Linha	Azimute	ROLL (nT)	PITCH (nT)	YAW (nT)	FOM (nT)
91	90°	0.03	0.04	0.04	0.11
181	180°	0.03	0.03	0.04	0.10
271	270°	0.03	0.03	0.04	0.10
361	360°	0.03	0.03	0.05	0.11
TOTAL					0,42

Posição do sensor: 280°.



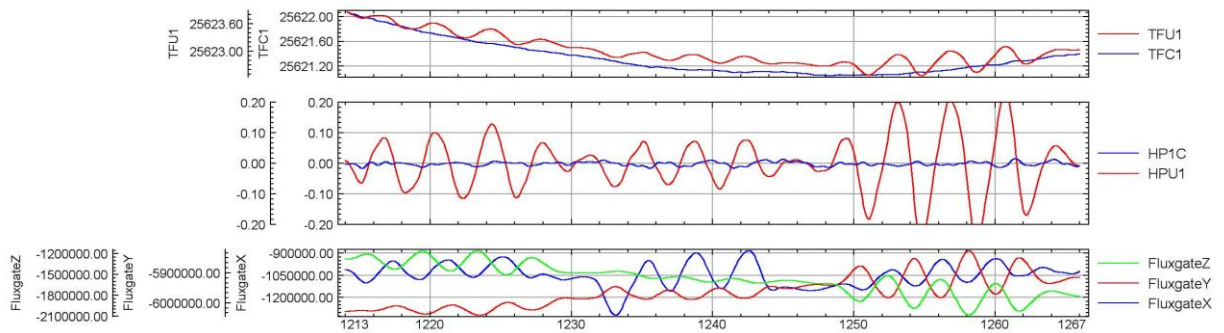
29049.2 - PR-FAM - FOM071 - AZIMUTE 90° - 11-06-2010



database: z:\job_29049-fam\Teste\Fom\FOM070\FOM071.gdb line/group: L91

2010/06/11

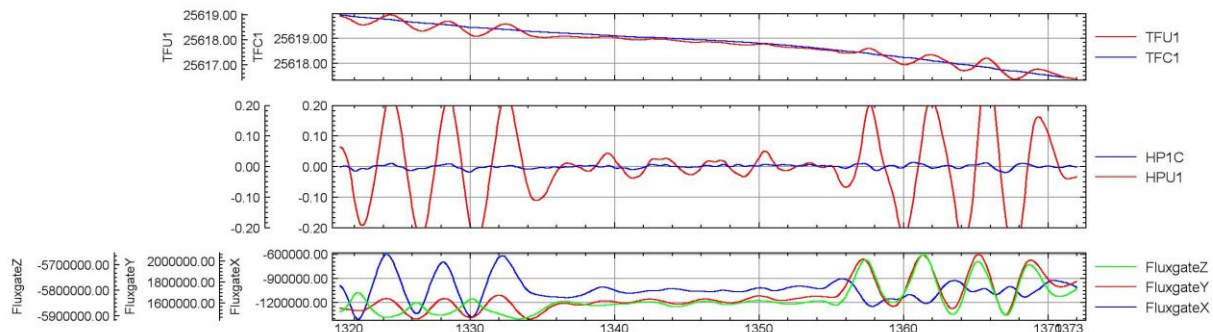
29049.2 - PR-FAM - FOM071 - AZIMUTE 180° - 11-06-2010



database: z:\job_29049-fam\Teste\Fom\FOM070\FOM071.gdb line/group: L181

2010/06/11

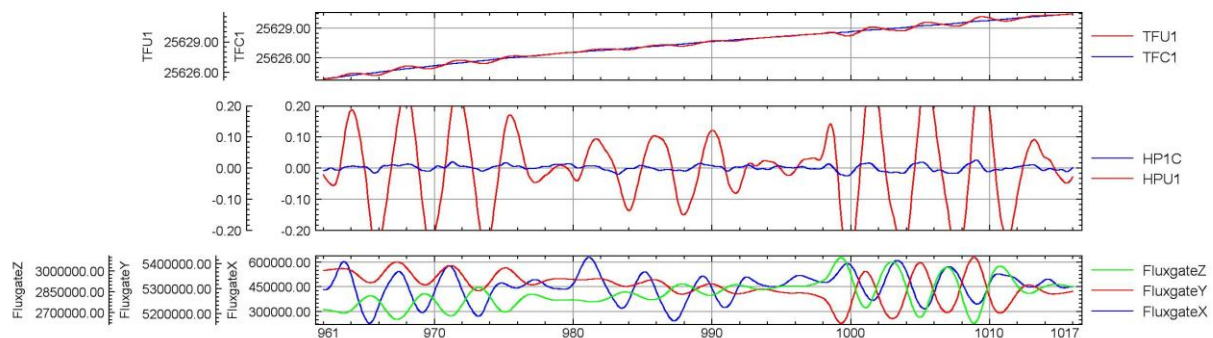
29049.2 - PR-FAM - FOM071 - AZIMUTE 270° - 11-06-2010



database: z:\job_29049-fam\Teste\Fom\FOM070\FOM071.gdb line/group: L271

2010/06/11

29049.2 - PR-FAM - FOM071 - AZIMUTE 360° - 11-06-2010



database: z:\job_29049-fam\Teste\Fom\FOM070\FOM071.gdb line/group: L361

2010/06/11

TF1U – Campo Magnético Total não compensado

TFC1 – Campo Magnético Total compensado

HPU1 – Filtro passa-alta (2 seg) sobre o Campo Magnético Total não compensado

HP1C – Filtro passa-alta (2 seg) sobre o Campo Magnético Total compensado

FluxgateX – Componente X da Fluxgate

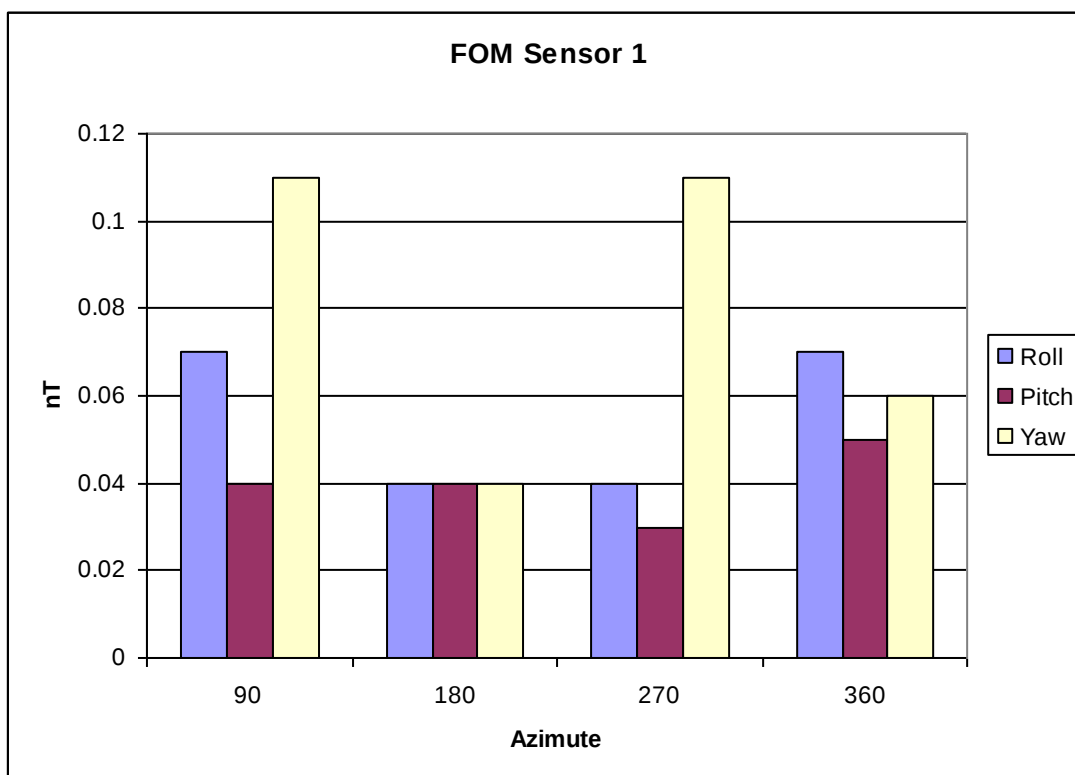
FluxgateY – Componente Y da Fluxgate

FluxgateZ – Componente Z da Fluxgate

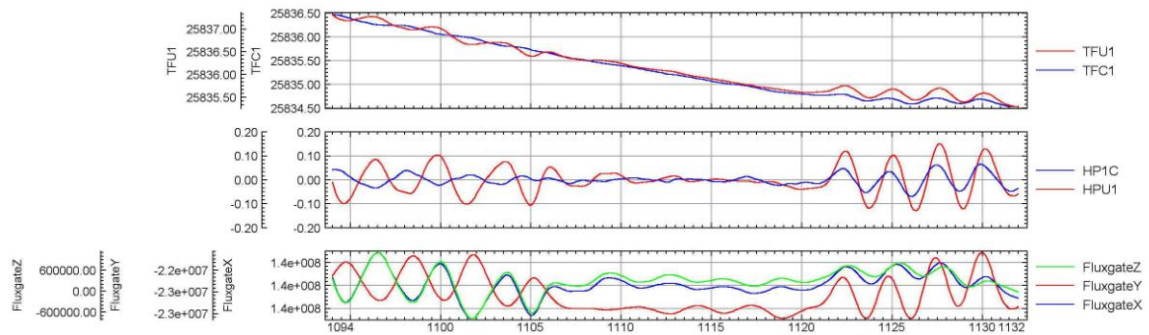
Nº Job	29049.2
Base	Marabá - PA
Aeronave	PR-FAS
Data	10/06/2010
Nº Vôo	307

SENSOR 1					
Nº da Linha	Azimute	ROLL (nT)	PITCH (nT)	YAW (nT)	FOM (nT)
91	90°	0.07	0.04	0.11	0.22
181	180°	0.04	0.04	0.04	0.12
271	270°	0.04	0.03	0.11	0.18
361	360°	0.07	0.05	0.06	0.18
TOTAL					0,70

Posição do sensor: Vertical, 280°.



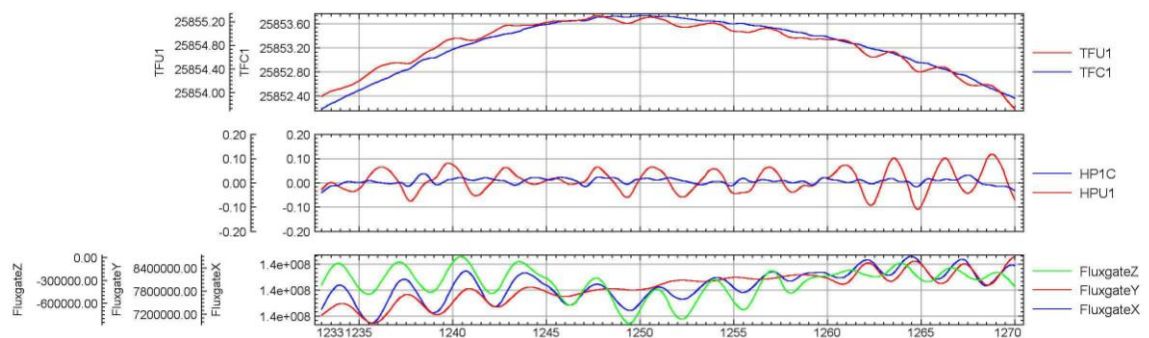
29049.2 - PR-FAS - FOM307 - AZIMUTE 90° - 10-06-2010



database: z:\job_29049-fas\Testes\FOM\Fom 307\FOM307.gdb line/group: L91

2010/06/10

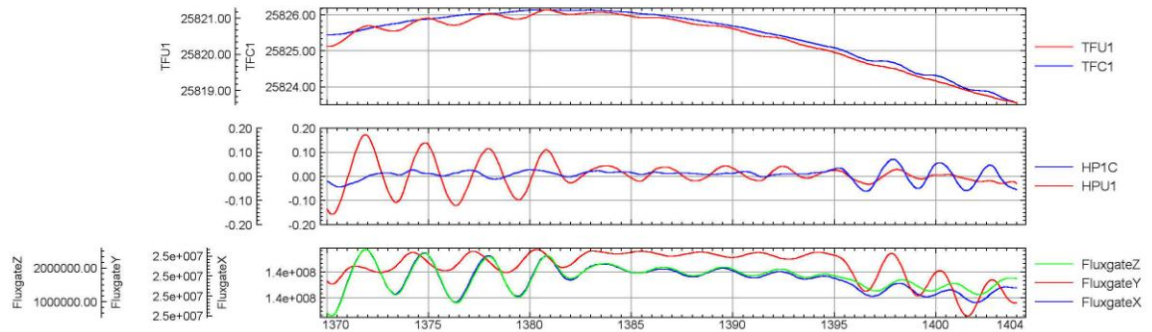
29049.2 - PR-FAS - FOM307 - AZIMUTE 180° - 10-06-2010



database: z:\job_29049-fas\Testes\FOM\Fom 307\FOM307.gdb line/group: L181

2010/06/10

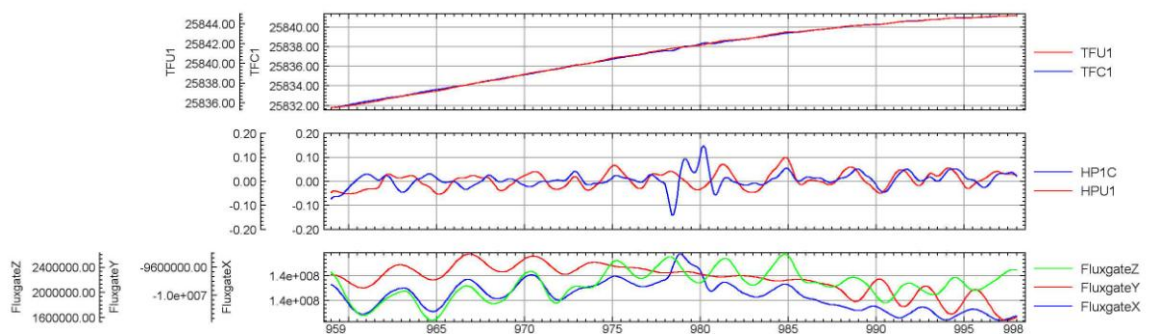
29049.2 - PR-FAS - FOM307 - AZIMUTE 270° - 10-06-2010



database: z:\job_29049-fas\Testes\FOM\Fom 307\FOM307.gdb line/group: L271

2010/06/10

29049.2 - PR-FAS - FOM307 - AZIMUTE 360° - 10-06-2010



database: z:\job_29049-fas\Testes\FOM\Fom 307\FOM307.gdb line/group: L361

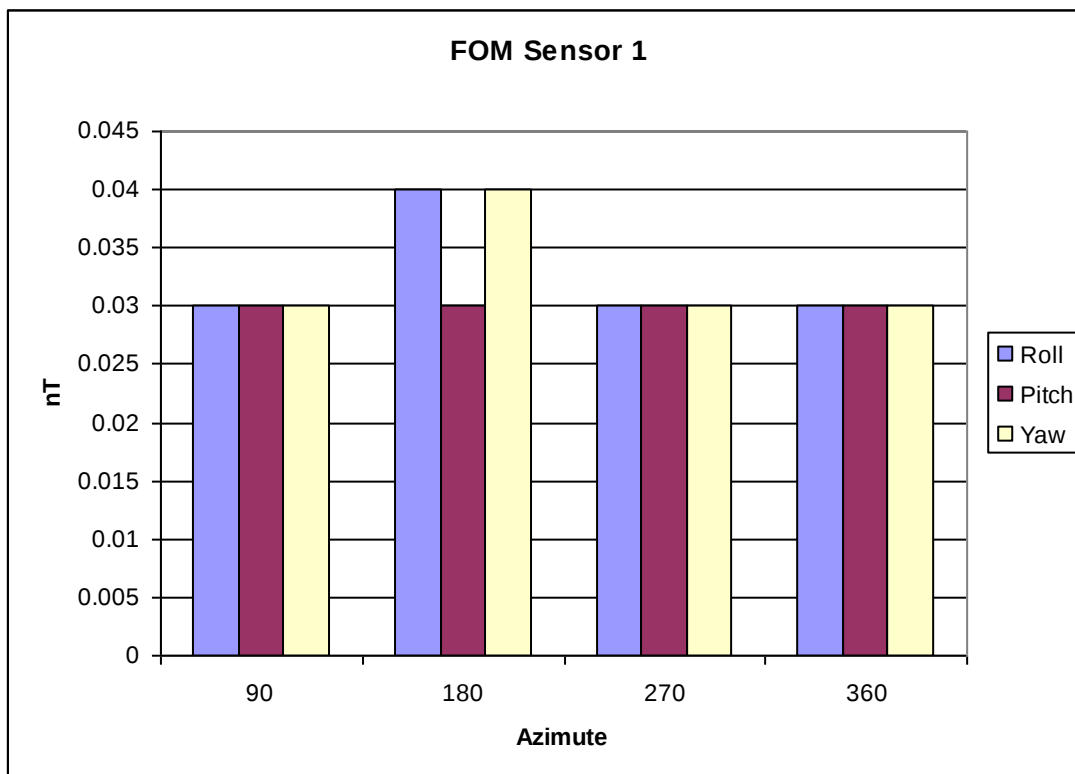
2010/06/10

TF1U – Campo Magnético Total não compensado
 TFC1 – Campo Magnético Total compensado
 HPU1 – Filtro passa-alta (2 seg) sobre o Campo Magnético Total não compensado
 HP1C – 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

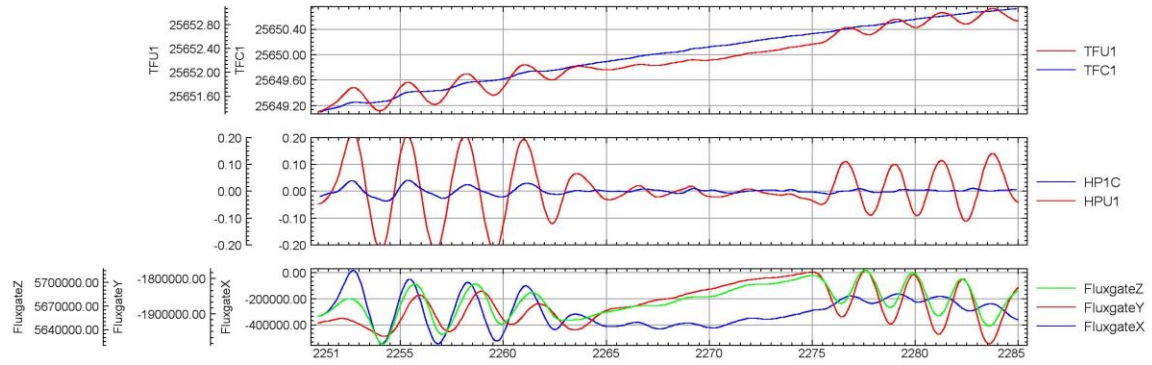
Nº Job	29049.2
Base	Maraba - PA
Aeronave	PR-FAS
Data	24-jun-10
Nº Vôo	322

SENSOR 1					
Nº da Linha	Azimuth	ROLL (nT)	PITCH (nT)	YAW (nT)	FOM (nT)
91	90°	0.03	0.03	0.03	0.09
181	180°	0.04	0.03	0.04	0.11
271	270°	0.03	0.03	0.03	0.09
361	360°	0.03	0.03	0.03	0.09
TOTAL					0,38

Posição do sensor: Horizontal, 280°..



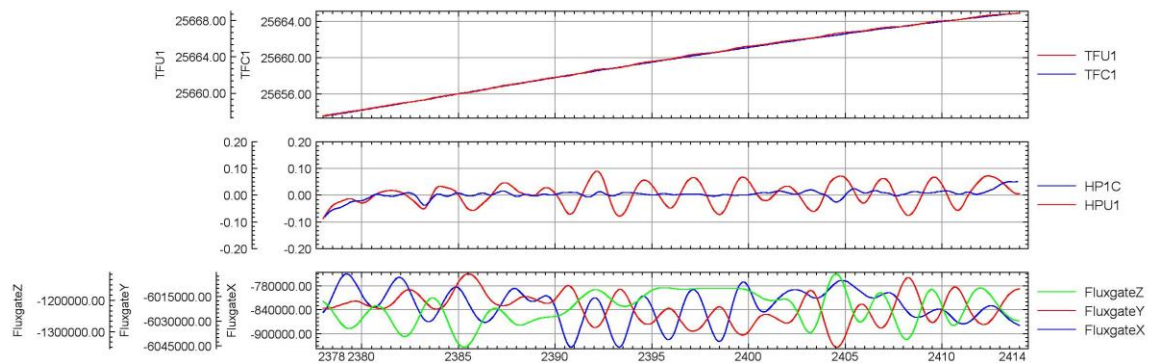
29049.2 - PR-FAS - FOM322 - AZIMUTE 90° - 24-06-2010



database: z:\job_29049-fas\Testes\FOM 322\FOM322.gdb line/group: L91

2010/06/24

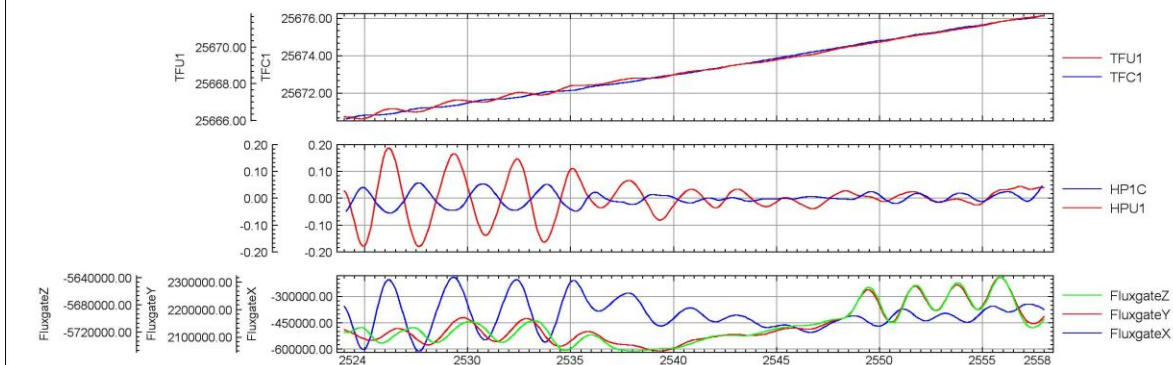
29049.2 - PR-FAS - FOM322 - AZIMUTE 180° - 24-06-2010



database: z:\job_29049-fas\Testes\FOM 322\FOM322.gdb line/group: L181

2010/06/24

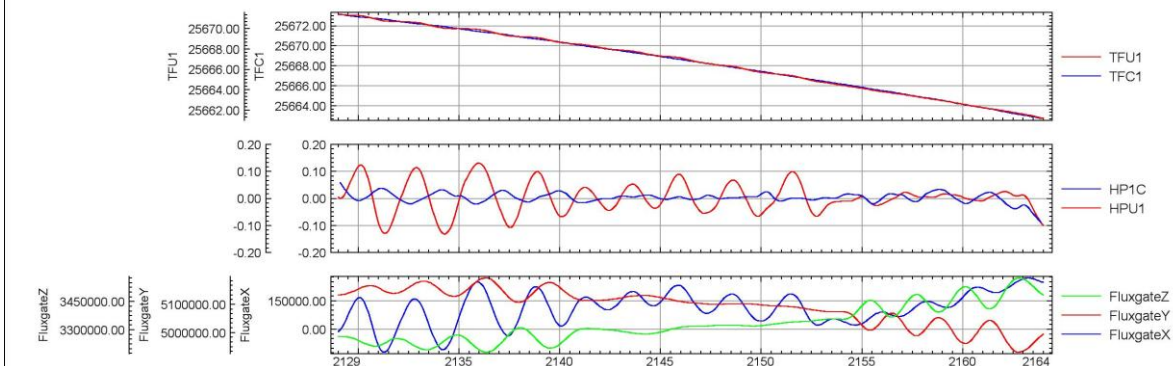
29049.2 - PR-FAS - FOM322 - AZIMUTE 270° - 24-06-2010



database: z:\job_29049-fas\Testes\FOM 322\FOM322.gdb line/group: L271

2010/06/24

29049.2 - PR-FAS - FOM322 - AZIMUTE 360° - 24-06-2010



database: z:\job_29049-fas\Testes\FOM 322\FOM322.gdb line/group: L361

2010/06/24

TF1U – Campo Magnético Total não compensado

TFC1 – Campo Magnético Total compensado

HPU1 – Filtro passa-alta (2 seg) sobre o Campo Magnético Total não compensado

HP1C – Filtro passa-alta (2 seg) sobre o Campo Magnético Total compensado

FluxgateX – Componente X da Fluxgate

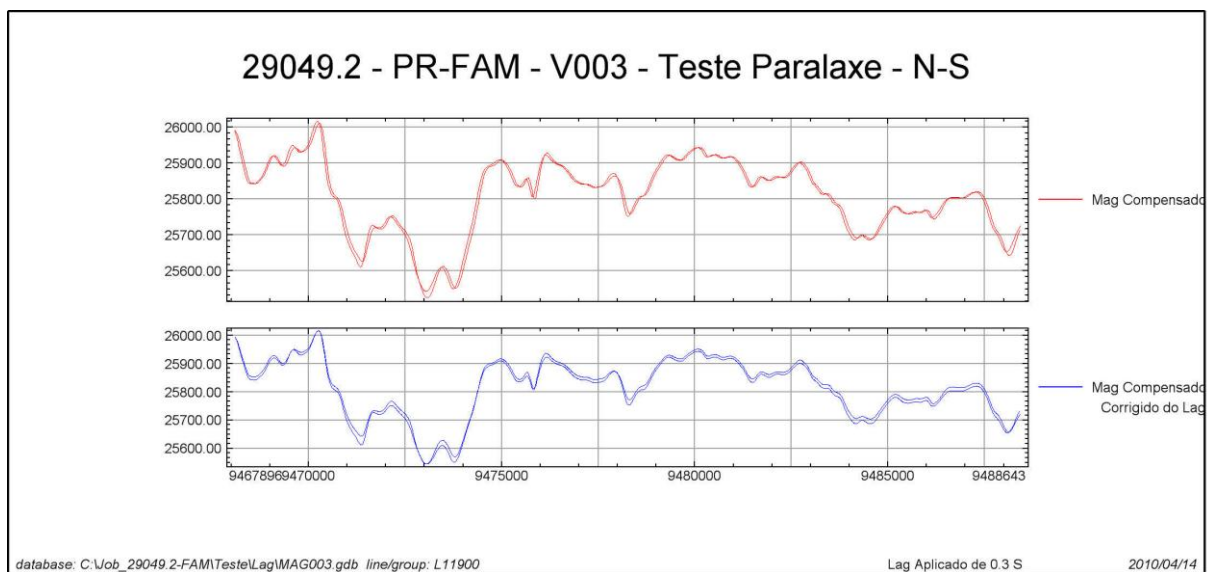
FluxgateY – Componente Y da Fluxgate

FluxgateZ – Componente Z da Fluxgate

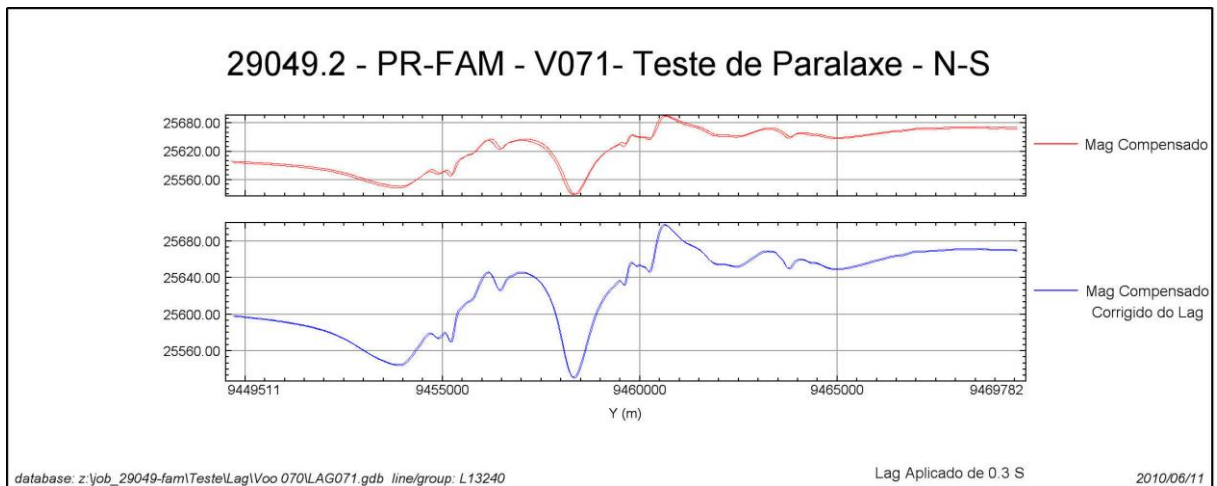
Anexo II-c – Teste de Paralaxe

Paralaxe – PR-FAM

Projeto	29049.2
Base	Marabá - PA
Aeronave	PR-FAM
Data	14/04/2010
Vôo	003

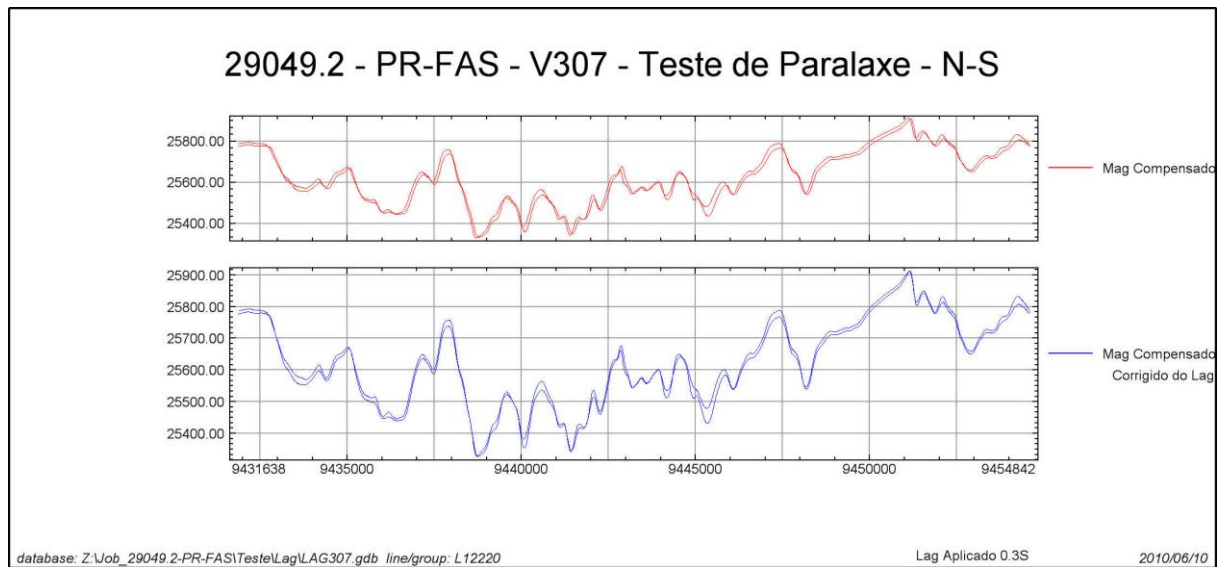


Projeto	29049.2
Base	Marabá - PA
Aeronave	PR-FAM
Data	11/06/2010
Vôo	071



Paralaxe – PR-FAS

Projeto	29049.2
Base	Marabá - PA
Aeronave	PR-FAS
Data	10/06/2010
Vôo	307



ANEXO III – QUADROS SINÓPTICOS DAS OPERAÇÕES DE CAMPO

ANEXO IV – CONTEÚDO DOS DVD-ROMs

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

Um total de 4 DVD-ROMs e 1 CD-ROM compõem a totalidade dos arquivos conforme descrito abaixo:

Mídia	Conteúdo
CD#01	- Relatório Final
DVD#01	- Banco de Dados <i>Geosoft</i> - Grids - Arquivo de Metadados do Projeto - Arquivos de Mapas no Formato PDF - Arquivos de Poligonais das Folhas 1:100.000 e 1:250.000 <i>Geosoft</i> PLY
DVD#02	- Arquivos de Mapas <i>Geosoft</i> 1:100.000 (Magnetometria e <i>Gamaespectrometria</i>) - Arquivos de Mapas <i>Geosoft</i> de Traço de Linha de Vão 1:100.000
DVD#03	- Arquivos com as Articulações da Folhas 1:100.000 e 1:250.000 (PDF) - Arquivos de Mapas <i>Geosoft</i> 1:250.000 e 1:500.000 - Arquivos de Plotagem HPGL
DVD#04	- Arquivos XYZ – Magnetometria e <i>Gamaespectrometria</i>

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:

1097_*_1DV = 1ª Derivada Vertical do Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF)
 1097_*_Mag = Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF)
 1097_*_Sinal = Sinal Analítico do Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF)
 1097_*_MDT = Modelo Digital do Terreno
 1097_*_CT = Contagem Total ($\mu\text{R/h}$)
 1097_*_Kperc = Potássio (%)
 1097_*_eU = Urânio (ppm)
 1097_*_eTh = Tório (ppm)
 1097_*_ThKRAZAO = Razão Tório/Potássio
 1097_*_UThRAZAO = Razão Urânio/Tório
 1097_*_UKRAZAO = Razão Urânio/Potássio
 1097_*_TERNÁRIO = Ternário (K-U-Th)
 1097_*_PATH = Traços das Linhas de Vão

Exemplos:

1097_SA22ZC1_Mag.MAP – *Geosoft* MAP da Folha SA.22-Z-C-I Escala 1:100.000 do Campo Magnético Total (Reduzido IGRF)

1097_SA22ZC_Sinal.MAP – *Geosoft* MAP da Folha SC.20-Y-B Escala 1:250.000 do Sinal Analítico do Campo Magnético Total (Reduzido IGRF)

1097_ThK_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 1097 em todos os arquivos corresponde ao nº do projeto na Base Aero da CPRM.

Arquivos de GRIDS:

Arquivo	Conteúdo	Unidade
1097_Mag.grd	Campo Magnético Total (Reduzido IGRF)	nT
1097_1DV.grd	1ª Derivada Vertical do Campo Magnético Total	nT/m
1097_Sinal.grd	Sinal Analítico do Campo Magnético Total	nT/m
1097_CT.grd	Taxa de Exposição da Contagem Total	µR/h
1097_Kperc.grd	Concentração de Potássio	%
1097_eU.grd	Concentração de Urânio	ppm
1097_eTh.grd	Concentração de Tório	ppm
1097_ThKRAZAO.grd	Razão Tório/Potássio	-
1097_UKRAZAO.grd	Razão Urânio/Potássio	-
1097_ThRAZAO.grd	Razão Urânio/Tório	-
1097_MDT.grd	Modelo Digital do Terreno	m

Arquivos de Banco de Dados GDB:

Arquivo	Conteúdo
1097_GamaLine.gdb	Banco de dados de gamaespectrometria com as linhas de vôo
1097_GamaTie.gdb	Banco de dados de gamaespectrometria com as linhas de controle
1097_MagLine.gdb	Banco de dados de magnetometria com as linhas de vôo
1097_MagTie.gdb	Banco de dados de magnetometria com as linhas de controle
1097_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
1097_GamaLine.XYZ	Gamaespectrometria Linhas de Vôo
1097_GamaTie.XYZ	Gamaespectrometria Linhas de Controle
1097_MagLine.XYZ	Magnetometria Linhas de Vôo
1097_MagTie.XYZ	Magnetometria Linhas de Controle

Arquivos de Cruzamentos:

Arquivo	Conteúdo
1097_Cruzamentos.XYZ	Cruzamentos do Nivelamento Magnetométrico

Arquivos de Poligonais :

Arquivo	Conteúdo
SA22ZC1.PLY	Polígono Referente à Folha SA.22-Z-C-I
SA22ZC2.PLY	Polígono Referente à Folha SA.22-Z-C-II
SA22ZC3.PLY	Polígono Referente à Folha SA.22-Z-C-III
SA22ZC5.PLY	Polígono Referente à Folha SA.22-Z-C-V
SA22 ZC6.PLY	Polígono Referente à Folha SA.22-Z-C-VI
SB22XA2.PLY	Polígono Referente à Folha SB.22-X-A-II
SB22XA3.PLY	Polígono Referente à Folha SB.22-X-A-III
SB22XA5.PLY	Polígono Referente à Folha SB.22-X-A-V
SB22XA6.PLY	Polígono Referente à Folha SB.22-X-A-VI
SB22XB4.PLY	Polígono Referente à Folha SB.22-X-B-IV
SB22XC2.PLY	Polígono Referente à Folha SB.22-X-C-II
SB22XC3.PLY	Polígono Referente à Folha SB.22-X-C-III
SB22XC5.PLY	Polígono Referente à Folha SB.22-X-C-V
SB22XC6.PLY	Polígono Referente à Folha SB.22-X-C-VI
SB22XD1.PLY	Polígono Referente à Folha SB.22-X-D-I
SB22XD4.PLY	Polígono Referente à Folha SB.22-X-D-IV
SB22ZA2.PLY	Polígono Referente à Folha SB.22-Z-A-II
SB22ZA3.PLY	Polígono Referente à Folha SB.22-Z-A-III
SB22ZB1.PLY	Polígono Referente à Folha SB.22-Z-B-I
SA22ZC.PLY	Polígono Referente à Folha SA.22-Z-C
SB22XA.PLY	Polígono Referente à Folha SB.22-X-A
SB22XB.PLY	Polígono Referente à Folha SB.22-X-B
SB22XC.PLY	Polígono Referente à Folha SB.22-X-C
SB22XD.PLY	Polígono Referente à Folha SB.22-X-D
SB22ZA.PLY	Polígono Referente à Folha SB.22-Z-A
SB22ZB.PLY	Polígono Referente à Folha SB.22-Z-B

ANEXO V – FORMATO DE GRAVAÇÃO DOS DADOS DO PROJETO

ARQUIVO XYZ (FORMATO GEOSOFT) PARA DADOS MAGNÉTICOS (LINHAS DE CONTROLE - TIES)

[illegible]



FOLHA 1 DE 1

[illegible]

ARQUIVO XYZ (FORMATO GEOSOFT) PARA DADOS RADIOMÉTRICOS (LINHAS DE CONTROLE - TIES)

[illegible]

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

Linha	Vôo	Fiducial Inicial	Fiducial Final
10010	309	5352	5535
10020	309	5763	5935
10030	309	6123	6312
10040	309	6528	6702
10050	309	6888	7069
10060	309	7251	7432
10070	309	7654	7838
10080	309	8034	8208
10090	309	8403	8588
10100	309	8760	8935
10110	311	6341	6531
10120	311	6706	6896
10130	311	7091	7275
10140	311	7450	7634
10150	311	7821	8009
10160	311	8195	8379
10170	311	8560	8745
10180	311	8873	9059
10190	312	7087	7270
10200	312	7473	7671
10210	312	7791	7988
10220	312	8136	8348
10230	312	8526	8747
10240	312	8902	9146
10250	312	9297	9536
10260	312	9691	9948
10270	312	10113	10374
10280	312	10520	10799
10290	312	10965	11245
10300	312	11356	11645
10310	312	11796	12098
10320	312	12220	12525
10330	323	6382	6693
10340	323	6841	7172
10350	323	7358	7702
10360	323	7858	8207
10370	323	8382	8741
10380	323	8888	9262
10390	331	8122	8524
10400	331	7494	7883
10410	331	6871	7294
10420	331	6255	6665
10430	331	5635	6080
10440	329	10343	10743
10450	313	4650	6218

Linha	Vôo	Fiducial Inicial	Fiducial Final
10452	329	9726	10181
10460	313	6418	8014
10462	329	9107	9522
10470	313	8228	9802
10472	329	8476	8952
10480	313	10028	11586
10482	329	7837	8268
10490	313	11855	12864
10491	330	2482	3080
10492	329	7154	7652
10500	314	2297	3916
10502	329	6492	6957
10510	314	4140	5671
10512	329	5799	6310
10520	314	5886	7496
10522	327	7213	7695
10530	314	7801	9318
10532	327	6457	7002
10540	314	9916	11537
10542	327	5768	6266
10550	314	11757	12880
10551	330	3423	3818
10552	327	5046	5601
10560	328	2696	4308
10562	326	10719	11240
10570	328	4537	6054
10572	326	9962	10512
10580	328	6253	7872
10582	326	9206	9758
10590	328	8115	9625
10592	326	8420	8976
10600	330	4045	5677
10602	326	7658	8224
10610	330	5976	7486
10612	326	6901	7479
10620	330	7674	9301
10622	326	6090	6677
10630	330	9487	10987
10632	326	5301	5904
10640	324	11456	13040
10642	325	8457	9048
10650	308	2720	4320
10652	325	7649	8283
10660	324	9597	11167
10662	325	6864	7472

Linha	Vôo	Fiducial Inicial	Fiducial Final
10670	313	2545	4116
10672	325	6027	6683
10680	309	1377	4764
10681	333	5656	7438
10690	309	9483	13174
10691	333	9862	11388
10700	310	4101	6023
10701	332	9127	9852
10702	333	2614	5316
10710	310	6880	11006
10711	332	7843	8884
10720	311	2354	5798
10721	333	7775	9612
10730	311	9533	12873
10731	337	2777	4660
10740	312	3112	6631
10741	337	4849	6531
10750	312	13130	16757
10751	337	6910	8481
10760	315	2381	5836
10761	337	9745	10890
10762	338	2416	3069
10770	315	6061	10958
10771	337	8694	9028
10780	316	2082	5412
10781	338	3393	5202
10790	316	6721	9470
10791	332	6443	7477
10792	338	9674	11176
10800	323	2370	5970
10801	338	5409	7052
10810	323	9645	13250
10811	338	7940	9504
10820	324	2290	3587
10821	326	2670	4925
10822	341	2713	4458
10830	324	3906	6836
10831	326	11630	13968
10840	324	7494	9226
10841	325	2033	5574
10850	325	9393	13100
10851	341	4626	6181
10860	327	1555	4714
10861	341	12909	14786
10870	327	8052	11815

Linha	Vôo	Fiducial Inicial	Fiducial Final
10871	341	9027	10505
10880	329	2075	5446
10881	341	7182	8827
10890	308	10043	13709
10891	310	11280	12873
10900	308	4589	9779
10910	329	11235	15029
10911	341	11236	12757
10920	331	1858	5221
10921	342	2326	3981
10930	331	9238	13105
10931	342	6672	8197
10940	332	2392	5976
10941	342	4214	5846
10950	332	10968	14542
10951	342	8511	9089
10952	342	9668	10603
10960	334	3349	5346
10961	334	11150	14331
10970	334	5606	10769
10980	335	2343	3764
10981	335	9414	12928
10982	335	13547	13685
10990	335	3992	9164
11000	336	2040	3591
11001	336	9128	12749
11010	336	3825	8814
11020	339	2579	5843
11021	339	11281	13049
11030	339	6048	11016
11040	340	2053	3656
11041	340	9011	12535
11050	340	3869	8798
11060	343	2592	5624
11061	343	10895	12813
11070	343	5799	10727
11080	344	2195	3233
11081	344	8247	11856
11082	345	5689	6117
11090	344	3390	7924
11091	345	6655	7080
11100	345	2357	5522
11101	345	12421	14203
11110	345	7269	12219
11120	346	1918	3419

Linha	Vôo	Fiducial Inicial	Fiducial Final
11121	346	9386	12808
11130	346	3593	4055
11131	346	4771	9217
11140	347	2727	5928
11141	347	11215	12999
11150	347	6112	11027
11160	348	1857	3360
11161	348	9361	12800
11170	348	3530	5407
11171	348	6152	9177
11180	349	1446	4641
11181	349	9895	11661
11190	349	4834	9680
11200	350	1947	3450
11201	350	8692	12155
11210	350	3624	8490
11220	351	2077	5278
11221	351	10477	12274
11230	351	5414	10344
11240	352	1707	3343
11241	352	9373	12765
11250	352	3514	4084
11251	352	4798	9173
11260	353	2308	3942
11261	353	9360	12670
11270	353	4130	9148
11280	354	1205	4369
11281	354	9692	11479
11291	354	5443	9488
11292	356	2173	2987
11301	115	3187	5183
11302	115	10733	13692
11310	115	5422	10394
11320	119	6118	10985
11330	119	2301	5751
11331	119	11360	12863
11340	118	3738	8637
11350	118	2238	3613
11351	118	8955	12507
11360	117	5968	10906
11370	117	2089	4873
11371	117	11263	12803
11372	120	3350	4039
11380	116	5989	10850
11390	116	2144	5613

Linha	Vôo	Fiducial Inicial	Fiducial Final
11391	116	11269	12797
11400	114	6190	11029
11410	114	2336	5789
11411	114	11464	12968
11420	113	5541	10488
11430	113	1898	5152
11431	113	10794	12398
11440	112	5585	10507
11450	112	2069	5146
11451	112	10969	12867
11460	110	6091	11016
11470	110	2343	5702
11471	110	11970	13613
11480	109	5432	10393
11490	109	1769	5057
11491	109	10688	12317
11500	108	5753	10678
11510	108	2216	5433
11511	108	13160	14963
11520	107	5139	10165
11530	107	1755	4912
11531	107	10400	12128
11540	106	5888	10797
11550	106	2167	5646
11551	106	11435	12936
11560	104	12299	14175
11561	111	2117	5154
11570	104	10346	11919
11571	111	5734	9182
11580	101	4811	9755
11590	101	2583	4515
11591	101	10018	13098
11600	100	3871	8736
11610	100	1729	3644
11611	100	8951	12022
11620	99	5011	9975
11630	99	2395	3911
11631	99	4440	4761
11632	99	10232	13442
11640	98	4552	9515
11650	98	1836	3215
11651	98	3808	4272
11652	98	9772	13084
11660	97	11353	13146
11661	104	2812	6077

Linha	Vôo	Fiducial Inicial	Fiducial Final
11670	97	6120	11108
11680	96	4018	9079
11690	96	1986	3794
11691	104	6416	9607
11700	95	4476	9587
11710	95	1698	2816
11711	95	3493	4240
11712	97	2583	5879
11720	94	11940	13741
11721	95	9833	13077
11730	94	6407	11674
11740	93	4459	9532
11750	93	2335	4272
11751	103	5457	8784
11760	92	12211	13996
11761	103	2038	5217
11770	92	6442	12013
11780	91	3704	8704
11790	91	1594	3534
11791	94	2509	5840
11800	90	11552	13335
11801	96	9292	12595
11810	90	6078	11375
11820	89	3804	8872
11830	89	1690	3588
11831	90	2614	5825
11840	88	7260	9357
11841	105	2002	4852
11850	88	3893	7078
11851	105	5100	7033
11860	87	3638	8862
11870	87	1632	3444
11871	88	2295	3530
11872	93	9782	11960
11880	86	11090	12958
11881	92	2850	6203
11890	86	5792	10898
11900	85	3548	8813
11910	85	1512	3349
11911	91	8962	12368
11920	84	11724	13459
11921	89	9059	12666
11930	84	5813	10313
11931	84	11058	11498
11940	83	7686	9533

Linha	Vôo	Fiducial Inicial	Fiducial Final
11941	87	9028	12290
11950	83	5650	7429
11951	86	2231	5615
11960	83	3511	5351
11961	85	9038	12280
11970	83	1624	2829
11971	84	2061	5612
11972	108	11245	11709
11980	81	10924	14457
11981	82	1535	3094
11990	81	5051	9321
11991	81	9865	10723
12000	80	3171	8082
12010	80	1338	2944
12011	80	8311	11965
12020	79	4113	5076
12021	79	5632	9659
12030	79	1748	2448
12031	79	3145	3895
12032	79	9889	13545
12040	78	4685	9707
12050	78	927	4472
12051	78	9978	11685
12060	74	5572	10865
12070	74	2715	5381
12071	82	7551	9957
12080	72	9245	12570
12081	81	2534	4464
12090	77	3200	8408
12100	77	1532	2937
12101	77	8628	12227
12110	65	10345	13429
12111	73	7348	8233
12112	74	11254	12671
12120	65	5771	10138
12121	73	5849	6721
12131	72	3901	9074
12140	64	5583	10423
12141	65	3732	4182
12150	64	1925	5431
12151	65	1762	3513
12160	63	14903	17236
12161	73	12497	15339
12170	63	12843	14717
12171	73	2205	5665

Linha	Vôo	Fiducial Inicial	Fiducial Final
12180	63	5131	6272
12181	63	7085	10525
12182	82	10808	11491
12190	63	1622	4962
12191	63	10781	12578
12200	61	4550	9729
12210	60	9133	12666
12211	72	1959	3687
12220	59	14125	17048
12221	60	12886	15139
12230	59	8790	13951
12240	59	3325	8680
12250	59	1266	3124
12251	60	1922	5349
12260	58	10106	15198
12271	57	3712	6034
12272	58	6411	7432
12273	58	15375	17214
12280	56	12561	13368
12281	73	8676	11816
12282	77	12905	14025
12290	56	5085	10198
12301	56	1773	4928
12302	56	10343	12301
12310	55	4969	5976
12311	55	6378	10200
12312	62	8250	8646
12320	55	1528	4830
12321	55	10344	12166
12330	60	5515	8903
12331	61	2666	4378
12340	52	3336	8595
12350	52	2264	3157
12351	62	10022	14305
12360	51	14105	16053
12361	57	1290	3573
12362	58	4943	5947
12370	51	8869	13963
12380	51	3522	8701
12390	51	1601	3383
12391	62	2540	4269
12392	62	4605	6115
12400	50	14068	17079
12401	58	2688	4789
12410	50	8794	13924

Linha	Vôo	Fiducial Inicial	Fiducial Final
12420	50	3485	8646
12430	50	1314	3033
12431	73	15596	18216
12432	74	1485	2303
12440	48	17834	19202
12441	49	1499	3120
12442	49	8791	10820
12450	48	14603	17702
12451	49	11799	13938
12460	48	9271	14462
12470	48	3967	9131
12480	47	14846	17376
12481	48	2090	3811
12482	58	7651	8517
12490	47	10275	14591
12491	58	9005	9893
12500	47	5175	10147
12510	46	13742	16734
12511	49	14071	16086
12520	46	8421	10377
12521	46	10665	13656
12522	49	11123	11408
12530	46	3236	8307
12540	46	1293	3152
12541	47	1555	5031
12550	44	14203	17179
12551	61	14399	16480
12560	44	8954	14138
12570	44	3788	8866
12580	44	1866	3714
12581	45	12665	15915
12590	43	15802	17466
12591	45	8944	12487
12600	43	3316	8484
12610	43	1500	3160
12611	45	5135	8496
12620	42	16127	18442
12621	52	13270	16032
12630	49	3333	7040
12631	49	7866	8609
12632	62	6961	7789
12640	42	5784	10825
12650	43	14023	15681
12651	45	1459	5019
12660	41	14248	16990

Linha	Vôo	Fiducial Inicial	Fiducial Final
12661	43	8847	11130
12670	41	8800	11392
12671	41	11671	14181
12680	41	3514	8731
12690	40	11234	14457
12691	41	1511	3388
12700	40	6067	11142
12710	40	2919	5983
12720	39	12597	14149
12721	40	1259	2812
12730	39	9549	12466
12740	39	6242	9350
12750	39	3002	5879
12760	38	1393	3009
12761	39	1443	2837
12770	37	10241	13277
12780	37	7127	10090
12790	37	3954	6971
12800	37	1921	3606
12801	37	13589	14875
12810	36	2736	4941
12811	36	5512	6320
12820	35	13088	14385
12821	36	931	2567
12830	35	9802	12907
12840	35	6747	9624
12850	35	3324	6418
12860	34	2772	4105
12861	35	1557	3182
12870	33	13275	14818
12871	34	1148	2607
12881	38	3123	6114
12890	33	6975	8249
12891	38	6270	6784
12892	43	11799	13009
12900	33	3740	6640
12910	32	2656	4193
12911	33	2037	3583
12920	31	5192	8110
12930	31	4181	5014
12931	31	8491	10735
12940	31	3086	3865
12941	31	11037	13030
12942	36	5124	5260
12950	31	2102	2935

Linha	Vôo	Fiducial Inicial	Fiducial Final
12951	31	13284	15504
12960	30	13189	14486
12961	32	932	2549
12970	30	10033	13017
12980	30	6948	9868
12990	30	3740	6748
13000	29	15950	17282
13001	30	1918	3550
13010	29	12929	15821
13020	29	9756	12762
13030	29	6616	9558
13040	29	3284	6322
13050	28	15834	17510
13051	29	1772	3092
13060	28	12643	15756
13070	28	9537	12544
13080	28	6314	9451
13090	28	3167	6227
13100	28	1362	3049
13101	36	6587	7903
13110	27	5486	8532
13120	27	3303	5339
13121	32	6126	7120
13130	26	12699	14122
13131	32	4446	5932
13140	26	9550	12611
13150	26	6533	9443
13160	26	3296	6417
13171	27	8630	10402
13172	34	4599	5814
13180	25	5454	7649
13181	34	6095	6890
13190	25	2291	5334
13200	25	778	1976
13201	26	1398	3153
13210	24	9113	12066
13220	24	5878	8907
13230	24	2664	5659
13240	24	1149	2530
13241	24	12203	13852
T19010	10	4538	6491
T19020	12	2093	3894
T19030	82	4288	6140
T19040	12	9052	10995
T19050	12	4715	6649

Linha	Vôo	Fiducial Inicial	Fiducial Final
T19061	12	6885	8700
T19070	9	7311	9240
T19080	5	2098	3926
T19090	9	5126	6949
T19100	9	2952	4900
T19110	9	918	2733
T19120	5	4611	6399
T19130	4	7354	9042
T19140	4	5538	7176
T19150	4	3590	5355
T19160	4	1730	3396
T19170	6	1932	3674
T19180	6	3895	5607
T19190	6	5822	7570
T19200	6	7790	9493
T19210	6	9687	11432
T19220	11	2319	4038
T19230	6	11760	13086
T19240	7	2896	4233

Linha	Vôo	Fiducial Inicial	Fiducial Final
T19250	7	4441	4812
T19251	7	5738	6752
T19260	7	6986	8318
T19270	7	8553	9921
T19280	8	3557	4896
T19290	8	5087	6481
T19300	8	6840	8171
T19310	8	8388	9763
T19320	11	5559	6941
T19330	11	7163	8496
T19340	11	8740	10153
T19350	61	12356	13836
T19360	61	10635	12163
T19370	52	11054	12924
T19380	52	8997	10843