

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 SUDESTE DE RONDÔNIA

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

VOLUME I

TEXTO TÉCNICO

2006

**LASA ENGENHARIA E PROSPECÇÕES S/A.
PROSPECTORS AEROLEVANTAMENTOS E SISTEMAS LTDA**

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Silas Rondeau Cavalcante Silva
Ministro de Estado

Nelson José Hubner Moreira
Secretário Executivo

Cláudio Scliar
Secretário de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

CPRM - Serviço Geológico do Brasil

Agamenon Sérgio Lucas Dantas
Diretor-Presidente

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

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

José Ribeiro Mendes
Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial - DHT

Álvaro Rogério Alencar Silva
Diretor de Administração e Finanças - DAF

Edilton José dos Santos
Departamento de Geologia - DEGEO

Luís Marcelo Fontoura Mourão
Divisão de Geofísica - DIGEOF

Superintendências Regionais

Manfredo Ximenes Ponte
Superintendente de Belém

Hélio Pereira
Superintendente de Belo Horizonte

Maria Abadia Camargo
Superintendente de Goiânia

Daniel Borges Nava
Superintendente de Manaus

José Alcides Fonseca
Superintendente de Porto Alegre

José Wilson de C. Temoteo
Superintendente de Recife

Ivanaldo Vieira Gomes da Costa
Superintendente de Salvador

José Carlos Garcia Ferreira
Superintendente de São Paulo

APRESENTAÇÃO

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

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

De acordo com o *Programa de Atividades Técnicas 2005 (PAT 2005)*, a CPRM – Serviço Geológico do Brasil, em 18 de Julho de 2005, celebrou com o Consórcio LASA Engenharia e Prospecções S.A./ PROSPECTORS Aerolevantamentos e Sistemas Ltda. o Contrato nº 066/PR/05 para executar os serviços de aquisição e processamento de dados aeromagnetométricos e aerogamaespectrométricos do *Projeto Aerogeofísico Sudeste de Rondônia*, o qual localiza-se na Região Norte e Centro-Oeste do Brasil, englobando a porção sudeste do Estado de Rondônia e parte da porção sudoeste do Estado do Mato Grosso.

Para a etapa de aquisição de dados, a área do Projeto foi subdividida em duas (2) subáreas. A Subárea 1 (linhas de voo numeradas de 10010 a 14790 e linhas de controle numeradas de 19110 a 19310) foi levantada pela aeronave Cessna 404 Titan, prefixo PT-FZN, de propriedade da LASA Engenharia e Prospecções S.A. em dois períodos, devido às condições meteorológicas na região: de 25.07 a 13.12.2005 (Fase 1) e de 27.07 a 27.08.2006 (Fase 2), totalizando 64.756,62 km de perfis.

A Subárea 2 foi levantada pela aeronave Piper Navajo PA31-350, prefixo PR-PRS (linhas de voo numeradas de 24600 a 26470 e linhas de controle de 29010 a 29200) no período de 16.09 a 16.11.2005, cobrindo 28.432,50 km de perfis, sendo esta aeronave de propriedade da PROSPECTORS Aerolevantamentos e Sistemas Ltda.

Como base de operações para a etapa de aquisição de dados foram utilizadas as cidades de Vilhena (RO) e Ji-Paraná (RO) para as Equipes da aeronave de prefixo PT-FZN e a cidade de Pontes e Lacerda (MT) para a Equipe da aeronave de prefixo PR-PRS. Foram usados magnetômetros de bombeamento ótico de vapor de cézio da SCINTREX, modelo CS-2 (aeronave de prefixo PT-FZN) e GEOMETRICS, modelo G-822A (aeronave de prefixo PR-PRS) e gamaespectrômetros da EXPLORANIUM, modelo GR-820, de 256 canais espectrais (aeronaes de prefixos PT-FZN e PR-PRS), bem como o sistema de navegação GPS com receptores de 12 canais das marcas Trimble AGGPS-132 (aeronave prefixo PT-FZN) e Ashtech GG24 (aeronave de prefixo PR-PRS).

Para o recobrimento do projeto foram utilizadas cerca de 222h e 97h de voo, respectivamente pelas aeronaves de prefixos PT-FZN e PR-PRS, totalizando cerca de 319h de voo, que resultaram no levantamento efetivo de 93.189,12 km de perfis aprovados pela Fiscalização da CPRM-Serviço Geológico do Brasil em uma área de cerca de 43.018,00 km². O processamento de dados e a elaboração do Relatório Final foram realizados entre os meses de setembro a novembro de 2006.

Os produtos finais do Projeto Aerogeofísico Sudeste de Rondônia estão sendo apresentados sob a forma de Relatório Final (4 exemplares), que consiste em texto técnico (Volume I) e Anexos (Volumes II a XXVII), 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, Tório e 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 22 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 PDF, todos os arquivos gravados em DVD-ROMs

RELATÓRIO FINAL DO LEVANTAMENTO E PROCESSAMENTO DOS DADOS MAGNETOMÉTRICOS E GAMAESPECTROMÉTRICOS

PROJETO AEROGEOFÍSICO SUDESTE DE RONDÔNIA

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 11)
VOLUME III	ANEXOS – ESCALA: 1:100.000 • MAPA DE CONTOURNO DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF) (Folhas 12 a 22)
VOLUME IV	ANEXOS – ESCALA: 1:100.000 • MAPA DE CONTOURNO DA 1ª DERIVADA VERTICAL DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF) (Folhas 1 a 11)
VOLUME V	ANEXOS – ESCALA: 1:100.000 • MAPA DE CONTOURNO DA 1ª DERIVADA VERTICAL DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF) (Folhas 12 a 22)
VOLUME VI	ANEXOS – ESCALA: 1:100.000 • MAPA DE CONTOURNO DO SINAL ANALÍTICO DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF) (Folhas 1 a 11)
VOLUME VII	ANEXOS – ESCALA: 1:100.000 • MAPA DE CONTOURNO DO SINAL ANALÍTICO DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF) (Folhas 12 a 22)
VOLUME VIII	ANEXOS – ESCALA: 1:100.000 • MAPA DE CONTOURNO RADIOMÉTRICO DA TAXA DE EXPOSIÇÃO DO CANAL DE CONTAGEM TOTAL (Folhas 1 a 11)
VOLUME IX	ANEXOS – ESCALA: 1:100.000 • MAPA DE CONTOURNO RADIOMÉTRICO DA TAXA DE EXPOSIÇÃO DO CANAL DE CONTAGEM TOTAL (Folhas 12 a 22)
VOLUME X	ANEXOS – ESCALA: 1:100.000 • MAPA DE CONTOURNO RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DE POTÁSSIO (Folhas 1 a 11)
VOLUME XI	ANEXOS – ESCALA: 1:100.000 • MAPA DE CONTOURNO RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DE POTÁSSIO (Folhas 12 a 22)

VOLUME XII	ANEXOS – ESCALA: 1:100.000 • MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DE URÂNIO (Folhas 1 a 11)
VOLUME XIII	ANEXOS – ESCALA: 1:100.000 • MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DE URÂNIO (Folhas 12 a 22)
VOLUME XIV	ANEXOS – ESCALA: 1:100.000 • MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DE TÓRIO (Folhas 1 a 11)
VOLUME XV	ANEXOS – ESCALA: 1:100.000 • MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DE TÓRIO (Folhas 12 a 22)
VOLUME XVI	ANEXOS – ESCALA: 1:100.000 • MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA RAZÃO URÂNIO/TÓRIO (Folhas 1 a 11)
VOLUME XVII	ANEXOS – ESCALA: 1:100.000 • MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA RAZÃO URÂNIO/TÓRIO (Folhas 12 a 22)
VOLUME XVIII	ANEXOS – ESCALA: 1:100.000 • MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA RAZÃO URÂNIO/POTÁSSIO (Folhas 1 a 11)
VOLUME XIX	ANEXOS – ESCALA: 1:100.000 • MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA RAZÃO URÂNIO/POTÁSSIO (Folhas 12 a 22)
VOLUME XX	ANEXOS – ESCALA: 1:100.000 • MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA RAZÃO TÓRIO/POTÁSSIO (Folhas 1 a 11)
VOLUME XXI	ANEXOS – ESCALA: 1:100.000 • MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA RAZÃO TÓRIO/POTÁSSIO (Folhas 12 a 22)
VOLUME XXII	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 XXIII	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 XXIV	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 XXV	ANEXOS – ESCALA: 1:250.000 • MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DE TÓRIO (Folhas I a VII) • MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA RAZÃO URÂNIO/TÓRIO (Folhas I a VII)
VOLUME XXVI	ANEXOS – ESCALA: 1:250.000 • MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA RAZÃO URÂNIO/POTÁSSIO (Folhas I a VII) • MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA RAZÃO TÓRIO/POTÁSSIO (Folhas I a VII)
VOLUME XXVII	ANEXOS – ESCALA: 1:500.000 • MAPA DE PSEUDO-ILUMINAÇÃO DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF) (Folha Única) • MAPA DE PSEUDO-ILUMINAÇÃO DA 1ª DERIVADA VERTICAL DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF) (Folha Única) • MAPA DE PSEUDO-ILUMINAÇÃO DO SINAL ANALÍTICO DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF) (Folha Única) • MAPA RADIOMÉTRICO DA TAXA DE EXPOSIÇÃO DO CANAL DE CONTAGEM TOTAL (Folha Única) • MAPA RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DE POTÁSSIO (Folha Única) • MAPA RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DE URÂNIO (Folha Única) • MAPA RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DE TÓRIO (Folha Única) • MAPA RADIOMÉTRICO DA RAZÃO URÂNIO/TÓRIO (Folha Única) • MAPA RADIOMÉTRICO DA RAZÃO URÂNIO/POTÁSSIO (Folha Única) • MAPA RADIOMÉTRICO DA RAZÃO TÓRIO/POTÁSSIO (Folha Única) • MAPA RADIOMÉTRICO DA DISTRIBUIÇÃO TERNÁRIA DE POTÁSSIO, URÂNIO E TÓRIO (Folha Única) • MAPA DE PSEUDO-ILUMINAÇÃO DO MODELO DIGITAL DO TERRENO (Folha Única)

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

PROJETO AEROGEOFÍSICO SUDESTE DE RONDÔNIA

VOLUME I - TEXTO TÉCNICO

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. AQUISIÇÃO DE DADOS	6
2.1 - Características do Levantamento	6
2.2 - Equipamentos Utilizados	6
2.2.1 - Aeronaves	7
2.2.2 - Aeromagnetômetros	7
2.2.3 - Aerogamaespectrômetros	8
2.2.4 - Sistemas de Aquisição de Dados	8
2.2.5 - Sistemas de Vídeo	11
2.2.6 - Altímetros	11
2.2.7 - Sistemas de Navegação e Posicionamento	11
2.2.8 - Magnetômetro Terrestre	12
2.3 - Planejamento e Mobilização	13
2.3.1 - Elaboração do Plano de Vôo	13
2.3.2 - Estatística das Operações	14
2.3.3 - Mapa do Projeto de Vôo	16
2.3.4 - Testes dos Equipamentos	17
2.3.5 - Cálculo da Resolução dos Cristais Detectores (<i>Downward</i> e <i>Upward</i>)	27
2.3.6 - Calibração dos Detectores <i>Downward Looking</i>	28
2.3.7 - Calibração dos Detectores <i>Upward Looking</i>	30
2.4 - Compilação de Dados	30
2.5 - Equipe Técnica na Base de Operações	31

3. PROCESSAMENTO DE DADOS	32
3.1- Fluxo de Processamento	32
3.1.1 - Preparação do Banco de Dados do Levantamento	32
3.1.2 - Processamento dos Dados Magnetométricos	32
3.1.2.1 - Correção do Erro de Paralaxe	32
3.1.2.2 - Remoção da Variação Magnética Diurna	33
3.1.2.3 - Nivelamento dos Perfis	33
3.1.2.4 - Micronivelamento dos Perfis	34
3.1.2.5 - Remoção do IGRF	34
3.1.3 - Processamento dos Dados Gamaespectrométricos	34
3.1.3.1 - Correção do Tempo Morto	35
3.1.3.2 - Aplicação de Filtragem	35
3.1.3.3 - Correção do Erro de Paralaxe	35
3.1.3.4 - Cálculo da Altura Efetiva de Vôo	35
3.1.3.5 - Remoção do <i>Background</i> da Aeronave e Cósmico	35
3.1.3.6 - Remoção do <i>Background</i> do Radônio	36
3.1.3.7 - Estimativa dos Coeficientes <i>Skyshine</i> (a_1)	37
3.1.3.8 - Correção do Efeito Compton	38
3.1.3.9 - Correção Altimétrica	38
3.1.3.10 - Conversão para Concentração de Elementos	39
3.1.4 - Determinação das Razões eU/eTh, eU/K e eTh/K	40
3.2 - Interpolação e Contorno	40
3.3 - Arquivo Final de Dados	40
3.4 - Equipe Envolvida no Processamento dos Dados	41
4. CRONOGRAMA GERAL DAS OPERAÇÕES	43

5. PRODUTOS FINAIS	44
5.1 - Mapas de Contorno do Campo Magnético Total, da 1ª Derivada Vertical e do Sinal Analítico do Campo Magnético Total (Reduzidos do IGRF)-	47
5.2 - Mapas Radiométricos dos Canais de Potássio, Urânio, Tório e Contagem Total	48
5.3 - Mapa Radiométrico Ternário	48
5.4 - Mapas das Razões Radiométricas eU/eTh, eU/K e eTh/K	48
5.5 - Mapa de Pseudo-Iluminação do Modelo Digital do Terreno	48
5.6 - Relatório Final	49
5.7 - Arquivos Digitais Finais	49
5.8 - Produtos Originais	51
 6. PARTICIPAÇÃO DA CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL	 58
 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	 59

ÍNDICE DOS ANEXOS

ANEXO I - Resumo do Processo de Calibração dos Gamaespectrômetros

Anexo I-a - Resultado dos Testes da Resolução dos Cristais Detectores (*downward e upward*).

Anexo I-a.1 – Aeronave PR-PRS (16/09/05)

Anexo I-a.2 – Aeronave PT-FZN (16/12/04)

Anexo I-a.3 – Aeronave PT-FZN (17/03/06)

Anexo I-b - Resultado do Teste sobre os Tanques de Calibração Transportáveis para Determinação dos Coeficientes de Espalhamento Compton.

Anexo I-b.1 – Aeronave PR-PRS (16/09/05)

Anexo I-b.2 – Aeronave PT-FZN (30/12/04)

Anexo I-b.3 – Aeronave PT-FZN (17/03/06)

Anexo I-c - Determinação dos *Backgrounds* da Aeronave e Cósmico.

Anexo I-c.1 – Aeronave PR-PRS (03/12/05)

Anexo I-c.2 – Aeronave PT-FZN (30/12/04)

Anexo I-c.3 – Aeronave PT-FZN (29/04/06)

Anexo I-d - Determinação das Constantes de Calibração do Radônio

Anexo I-d.1 – Aeronave PR-PRS

Anexo I-d.2 – Aeronave PT-FZN

Anexo I-d.3 – Aeronave PT-FZN

Anexo I-e - Calibração Dinâmica – Resultados dos Testes

Anexo I-e.1 – Aeronave PR-PRS (24/11/05)

Anexo I-e.2 – Aeronave PT-FZN (18/12/04)

Anexo I-e.3 – Aeronave PT-FZN (18/03/06)

Anexo I-f - Atenuação Atmosférica – Resultados dos Testes

Anexo I-f.1 – Aeronave PR-PRS (24/11/05)

Anexo I-f.2 – Aeronave PT-FZN (18/12/04)

Anexo I-f.3 – Aeronave PT-FZN (18/03/06)

ANEXO II - Testes Contratuais

Anexo II-a - Teste de Altímetros

Anexo II-a.1 – Testes de Altímetros – PR-PRS

Anexo II-a.2 – Testes de Altímetros – PT-FZN

Anexo II-b - Compensação Magnética

Anexo II-b.1 – Compensação Magnética – PR-PRS

Anexo II-b.2 – Compensação Magnética – PT-FZN

Anexo II-c - Teste de Paralaxe

Anexo II-c.1 – Teste de Paralaxe – PR-PRS

Anexo II-c.2 – Teste de Paralaxe – PT-FZN

ANEXO III - Quadros Sinópticos das Operações de Campo

ANEXO IV - Conteúdo dos DVD-ROMs/CD-ROM

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 e Área de Atuação de cada Aeronave -----	2
Figura 3 - Aeronave Piper PA31 Navajo – PR-PRS -----	4
Figura 4 - Aeronave Cessna 404 Titan – PT-FZN-----	4
Figura 5 - Exemplo de Registro de Magnetômetro de Base -----	12
Figura 6 - Mapa das Linhas de Vôo -----	14
Figura 7 - Gráfico da Estatística das Operações – Aeronave PR-PRS -----	15
Figura 8 - Gráfico da Estatística das Operações – Aeronave PT-FZN -----	16
Figura 9 – Movimentos de <i>ROLL</i> , <i>PITCH</i> e <i>YAW</i> -----	17
Figura 10 - Fluxograma do Processamento de Dados-----	42
Figura 11 - Cronograma Geral das Operações -----	43
Figura 12 - Articulação das Folhas na Escala 1:100.000 -----	46
Figura 13 - Articulação das Folhas na Escala 1:250.000 -----	47
Figura 14 - Mapa Pseudo-Iluminado do Campo Magnético Total (reduzido do IGRF) -----	52
Figura 15 - Mapa do Sinal Analítico do Campo Magnético Total (reduzido do IGRF)-----	53
Figura 16 - Mapa Radiométrico da Taxa de Exposição do Canal de Contagem Total -----	54
Figura 17 - Mapa Radiométrico Ternário (K-U-Th) -----	55
Figura 18 - Mapa Radiométrico da Razão Tório/Potássio-----	56
Figura 19 - Mapa de Pseudo-Iluminação do Modelo Digital do Terreno -----	57

ÍNDICE DAS TABELAS

Tabela 1 - Coordenadas Geográficas do Projeto-----	3
Tabela 2 - Equipamentos Utilizados-----	6
Tabela 3 - Faixas Energéticas do Gamaespectrômetro e os Canais Correspondentes-----	8
Tabela 4 - Coordenadas da Base GPS-----	12
Tabela 5 - Quilometragem Produzida e Área Levantada-----	13
Tabela 6 - Estatística das Operações-----	15
Tabela 7 - Divisão das Linhas por Aeronave-----	16
Tabela 8 - Teste de Manobras – Aeronave PR-PRS-----	18
Tabela 9 - Teste de Manobras – Aeronave PT-FZN-----	19
Tabela 10 - Testes Diários com Amostras Radioativas no Solo – Aeronave PR-PRS-----	21
Tabela 11 - Testes Diários com Amostras Radioativas no Solo – Aeronave PT-FZN-----	23
Tabela 12 - Testes Diários de Repetibilidades Radioativas – Aeronave PR-PRS-----	24
Tabela 13 - Testes Diários de Repetibilidades Radioativas –PT-FZN – Base Vilhena-----	26
Tabela 14 - Testes Diários de Repetibilidades Radioativas –PT-FZN – Base Ji-Paraná-----	27
Tabela 15 - Concentração dos Tanques de Calibração Transportáveis-----	28
Tabela 16 - Coeficientes de Espalhamento <i>Compton</i> -----	28
Tabela 17 - <i>Background</i> da Aeronave e <i>Cosmic Stripping Ratios</i> -----	29
Tabela 18 - Constantes de Calibração do Radônio-----	37
Tabela 19 – Coeficientes <i>Skyshine</i> -----	37
Tabela 20 - Coeficientes de Atenuação Atmosférica-----	39
Tabela 21 - Coeficientes de Sensibilidade-----	39
Tabela 22 - Valores Mínimos para Cálculo das Razões Radiométricas-----	40
Tabela 23 - Características da Apresentação dos Mapas Aerogeofísicos-----	44
Tabela 24 - Características dos Intervalos de Contorno dos Mapas Aerogeofísicos-----	45
Tabela 25 - Banco de Dados <i>Geosoft</i> (GDB) - Magnetometria-----	50
Tabela 26 - Banco de Dados <i>Geosoft</i> (GDB) - Gamaespectrometria-----	51

1. INTRODUÇÃO

A área do levantamento aerogeofísico compreendeu a porção sudeste do Estado de Rondônia e também parte do extremo noroeste do Estado do Mato Grosso, localizados respectivamente nas regiões norte e centro-oeste do Brasil (figura 1).



Figura 1 - Localização da Área do Projeto Aerogeofísico

O levantamento aerogeofísico constou do recobrimento de 93.189,12 km de perfis aeromagnetométricos e aerogamaespectrométricos de alta resolução, com linhas de voo e controle espaçadas de 0,5 km e 10,0 km, respectivamente, orientadas nas direções N-S e E-W. A Figura 2 e a Tabela 1 apresentam as coordenadas geográficas que definem o polígono que envolve a área pesquisada. A altura de voo foi fixada em 100 m sobre o terreno.

Duas equipes participaram do levantamento, utilizando as aeronaves Cessna 404 Titan, prefixo PT-FZN e Piper Navajo PA31-350 prefixo PR-PRS. Cada aeronave foi responsável por determinada área de prospecção, como mostra a figura 2. A aeronave PT-FZN realizou seus trabalhos em dois períodos distintos, fato devido às condições meteorológicas na região. O trabalho de aquisição iniciou em 25/08/2005 e foi interrompido em 13/12/2005 tendo sido retomado em 24/07/2006. Caracterizamos neste relatório como sendo Fase 1 o período entre 25/08/2005 a 13/12/2005 e Fase 2 o período de 24/07/2006 a 27/08/2006. Nesta primeira fase foram adquiridos 40.671,08 km e na segunda fase 24.085,54 km, totalizando para a aeronave PT-FZN, 64.756,62 km. A aeronave PR-PRS esteve envolvida na aquisição de dados do projeto no período correspondente de 16/09/2005 a 16/11/2005, cobrindo 28.432,50 km de perfis aerogeofísicos.

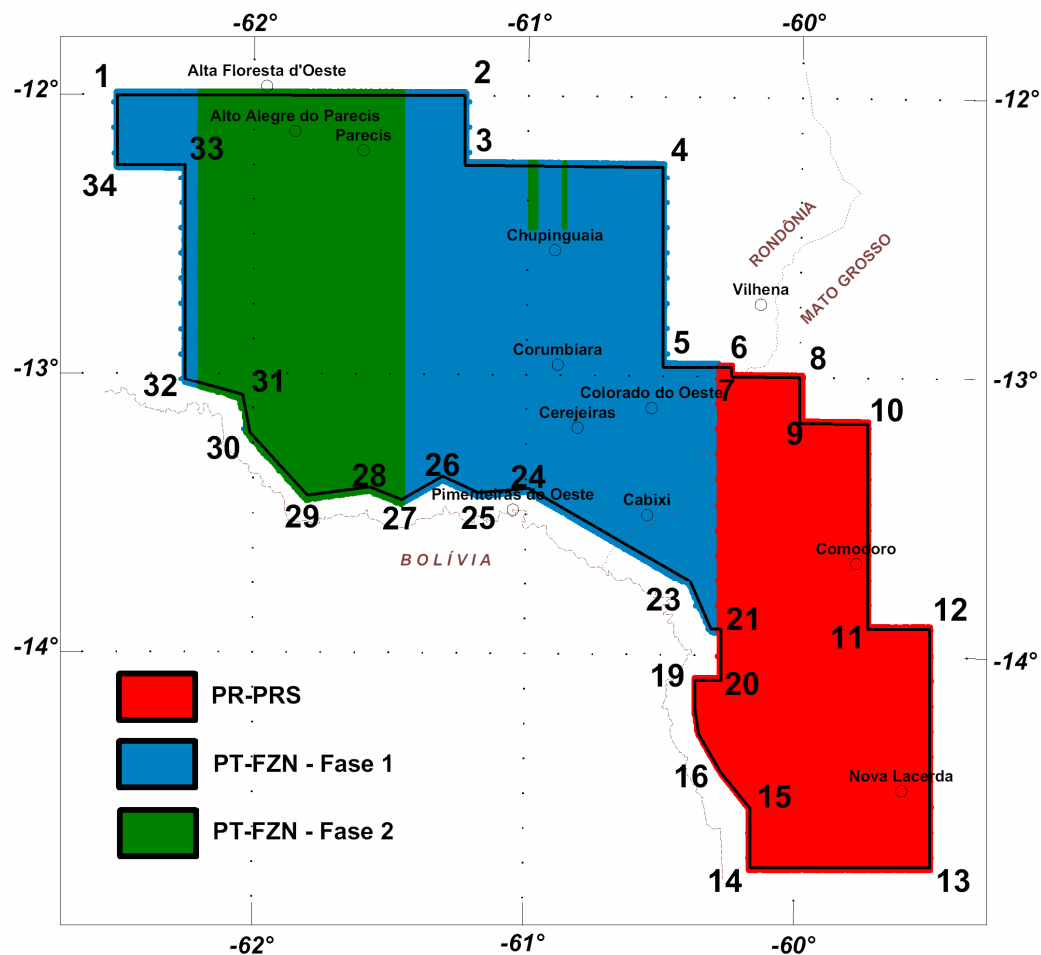


Figura 2 – Vértices do Projeto e Área de Atuação de cada Aeronave

VÉRTICE	LONGITUDE	LATITUDE
1	-62°30'02"	-12°00'01"
2	-61°13'55"	-11°59'56"
3	-61°13'49"	-12°14'50"
4	-60°30'27"	-12°15'02"
5	-60°30'02"	-12°58'01"
6	-60°15'02"	-12°58'01"
7	-60°15'01"	-13°00'01"
8	-60°00'02"	-13°00'01"
9	-59°59'55"	-13°10'01"
10	-59°45'02"	-13°10'01"
11	-59°44'26"	-13°54'01"
12	-59°30'49"	-13°53'50"
13	-59°30'02"	-14°45'01"
14	-60°09'43"	-14°45'34"
15	-60°09'53"	-14°32'50"
16	-60°16'31"	-14°24'55"
17	-60°21'24"	-14°16'52"
18	-60°22'16"	-14°11'57"
19	-60°22'20"	-14°05'23"
20	-60°16'38"	-14°05'19"
21	-60°16'46"	-13°54'19"
22	-60°18'56"	-13°54'20"
23	-60°23'44"	-13°43'58"
24	-60°59'27"	-13°24'25"
25	-61°10'25"	-13°25'27"
26	-61°18'19"	-13°21'59"
27	-61°27'23"	-13°27'00"
28	-61°34'25"	-13°24'21"
29	-61°48'01"	-13°26'13"
30	-62°00'46"	-13°12'50"
31	-62°02'23"	-13°04'42"
32	-62°15'04"	-13°01'21"
33	-62°15'12"	-12°15'01"
34	-62°30'02"	-12°15'01"

Tabela 1 - Coordenadas Geográficas do Projeto

Foram utilizadas as seguintes aeronaves para a execução deste projeto: Piper Navajo PA31-350 prefixo PR-PRS (Figura 3) de propriedade da Prospectors Aerolevantamentos e Sistemas Ltda. e a aeronave Cessna 404 Titan prefixo PT-FZN (Figura 4) de propriedade da Lasa Engenharia e Prospecções S.A.



Figura 3 - Aeronave Piper Navajo PA31 – PR-PRS



Figura 4 - Aeronave Cessna 404 Titan – PT-FZN

A metodologia para a aquisição dos dados seguiu a sistemática descrita adiante. Ao longo dos perfis foram realizadas dez leituras do aeromagnetômetro e uma leitura do gamaespectrômetro por segundo, posicionadas com sistema de observação de satélite GPS, de precisão melhor do que 10 m. Duas estações fixas para controle da variação diurna do campo magnético terrestre foram instaladas em cada base de operações utilizada durante o levantamento nos aeroportos de Vilhena (RO), Ji-Paraná (RO) e Pontes e Lacerda (MT).

As calibrações dos sistemas detectores aerogamaespectrométricos foram realizadas em duas etapas: a primeira, estática, com emprego de fontes padronizadas (tanques de calibração transportáveis ou *portable 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 Engenharia e Prospecções S/A., no Rio de Janeiro, e envolveu a aplicação das rotinas do sistema *GEOSOF T Oasis Montaj* (versão 5.1.8), 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: 0,5 km
- Direção das linhas de controle: E-W
- Espaçamento entre as linhas de controle: 10,0 km
- Intervalo entre medições geofísicas consecutivas: 0,1 s (magnetômetro) e 1,0 s (espectrômetro)
- Altura média de vôo: 100 m
- Velocidade aproximada de vôo: 280 km/h

2.2 Equipamentos Utilizados

A Tabela 2, a seguir, apresenta os equipamentos utilizados pelas aeronaves PR-PRS e PT-FZN durante a execução do Projeto Aerogeofísico Sudeste de Rondônia.

CARACTERÍSTICAS		
Prefixo da Aeronave	PR-PRS	PT-FZN
Modelo da Aeronave	Navajo PA31-350	Titan 404
Fabricante da Aeronave	Piper	Cessna
Aeromagnetômetro (Vapor de Césio)	Geometrics G822A	Scintrex CS-2
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>	2.560 pol ³ <i>down</i> e 512 pol ³ <i>up</i>
Sistema de Navegação	RMS/GR33 PDAS 1000	FASDAS
Sistema de Aquisição GPS	Ashtech GG24	Trimble AgGPS 132
Câmera de Vídeo	Panasonic WV-CL352	Sony DXC 150A
Radar Altímetro	TRT AHV-8	Collins ALT-50
Altímetro Barométrico	Honeywell HPA 200	ROSEMOUNT, 1241M
Magnetômetro Terrestre de Prótons <i>Overhauser</i>	GEM Systems GSM-19	GEM Systems GSM-19
Sistema de Aquisição de Dados	RMS DGR33 PDAS 1000	FASDAS

Tabela 2 - Equipamentos Utilizados

2.2.1. Aeronaves

O levantamento foi efetuado por duas aeronaves distintas. O Cessna, modelo 404 Titan, prefixo PT-FZN é uma aeronave a pistão, bimotor, de asa baixa, trem de pouso retrátil, equipada com motores Continental de 375 HP. Essa aeronave opera a uma velocidade média de 280 km/h, e possui autonomia de 9,5 horas. O Piper, modelo PA31-350 Navajo, prefixo PR-PRS é uma aeronave a pistão, bimotor, de asa baixa, trem de pouso retrátil, equipada com motores Lycoming de 350 HP que opera na velocidade média de 280 km/h e possui autonomia de 6,3 horas.

2.2.2. Aeromagnetômetros

a) Aeronave PR-PRS

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 compensador e integrado aos outros dados pelo sistema de aquisição RMS/DGR33 PDAS 1000:

Sensor: Geometrics G822A
Resolução: 0,001 nT
Faixa: 20.000 - 100.000 nT
Montagem: *Stinger*

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

b) Aeronave PT-FZN

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-2
Resolução: 0,001 nT
Faixa: 20.000 - 950.000 nT
Montagem: *Stinger*

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

2.2.3. Aerogamaespectrômetros

Foram utilizados por todas as aeronaves gamaespectrômetros 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 dos gamaespectrômetros e as respectivas faixas de energia é mostrada na tabela 3, a seguir:

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

Tabela 3 - Faixas Energéticas do Gamaespectrômetro e os Canais Correspondentes

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

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

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

a) Aeronave PR-PRS

O computador do sistema de aquisição de dados RMS/DGR33 PDAS 1000 é a principal unidade do sistema aerogeofísico instalado a bordo da aeronave. Todos os dados adquiridos são armazenados em memórias *flash* e posteriormente transferidos para o disco rígido, para efeito de *backup* e transferência dos dados para o computador de processamento.

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

Taxa de Amostragem (Hz)	Parâmetro	Unidade
	Número da Linha	
	Data	
	Hora	
1	Número Fiducial	
1	Tempo de Gravação	s
10	Eixo X, Mag. <i>Fluxgate</i>	mV
10	Eixo Y, Mag. <i>Fluxgate</i>	mV
10	Eixo Z, Mag. <i>Fluxgate</i>	mV
10	Altura Barométrica	m
10	Altura Radar	m
10	Magnetômetro Bruto	nT
10	Magnetômetro Compensado	nT
10	Temperatura	°C
1	<i>Live Time</i>	ms
1	Contagem Total	cps
1	Potássio	cps
1	Urânio	cps
1	Tório	cps
1	Urânio <i>Up</i>	cps
1	Radiação Cósmica	cps
1	Tempo GPS	s
1	Latitude (WGS-84)	graus decimais
1	Longitude (WGS-84)	graus decimais
1	Altura GPS (acima do esferóide)	m
1	Hora UTC GPS	segundos do dia
1	256 canais <i>Down</i>	
1	256 canais <i>Up</i>	
1	<i>Sample Time</i>	ms
1	Coordenada x (WGS-84)	m
1	Coordenada y (WGS-84)	m

b) Aeronave PT-FZN

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

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

Taxa de Amostragem (Hz)	Parâmetro	Unidade
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 voo	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
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 PR-PRS e PT FZN utilizam-se de sistemas de vídeo comerciais VHS Panasonic WV-CL352 e Sony DXC 150A respectivamente, constituídos por câmeras de alta definição acopladas aos gravadores. Monitores de 5" estão disponíveis nas cabines para visualização em tempo real. As câmeras são instaladas em janelas especialmente projetadas no piso de cada aeronave para permitir completa visibilidade do terreno, através de lentes de grande angular.

Os sistemas de aquisição de dados RMS/DGR33 e FASDAS possibilitam a gravação do número do voo, número da linha e valores das fiduciais nas imagens de vídeo coletadas.

2.2.6. Altímetros

A altura de voo da aeronave foi monitorada através dos altímetros de radar e dos barômetros de precisão incluídos no sistema aerogeofísico. Os radares altímetros utilizados foram o TRT AHV-8 (aeronave PR-PRS) e o Collins, modelo ALT-50 (aeronave PT-FZN) que apresentam precisão de 5 pés e alcance de 2.500 pés. Os barômetros são transdutores de pressão que registram a altitude de voo em relação ao nível do mar. A aeronave PR-PRS utilizou o Honeywell HPA 200 e a aeronave PT-FZN o barômetro Rosemount 1241M, de precisão e alcance equivalentes aos dos radares altímetros.

2.2.7. Sistema de Navegação e Posicionamento

A navegação das aeronaves foi efetuada por sistemas GPS, todos de 12 canais, com receptores Ashtech GG-24 (PR-PRS) e Trimble AgGPS 132 (PT-FZN). 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.

A aeronave PT-FZN está equipada com sistema de correção em tempo real (DGPS *real time*), cujas coordenadas são transferidas ao escritório de campo já corrigidas.

A aeronave PR-PRS utiliza a modalidade de posicionamento diferencial pós-processada, baseada na utilização de uma estação terrestre de monitoramento, mantida continuamente ligada durante os vãos, rastreando os mesmos satélites que a estação móvel detecta a bordo da aeronave. O processo de correção diferencial utilizado empregou o *software* comercial Grafnav, cujos parâmetros são obtidos a partir do receptor fixo que monitora a órbita dos satélites empregados no posicionamento.

O receptor fixo foi instalado em Pontes e Lacerda (MT), no Verona Palace Hotel, situado na Rua Y, s/nº, Bairro Jardim Marília, onde foi também instalado o escritório de campo da equipe PR-PRS. As coordenadas fixas (WGS-84), determinadas pela estação GPS base, são as seguintes (Tabela 4):

LOCAL	LONGITUDE	LATITUDE	ALTITUDE
Verona Palace Hotel Pontes e Lacerda (MT)	-59° 19' 14,68"	-15° 13' 32,38"	279,00 m

Tabela 4 – Coordenadas da Base GPS

2.2.8. Magnetômetro Terrestre

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

Os magnetômetros foram instalados nos aeroportos de Pontes e Lacerda (MT), Vilhena (RO) e Ji-Paraná (RO), em local de gradiente magnético suave, livre de objetos móveis e de interferência cultural.

Ao término de cada jornada de produção, os arquivos contendo os dados da variação diurna eram transferidos aos computadores instalados nas bases de campo para uso no pré-processamento. A Figura 5 mostra um exemplo do registro desses magnetômetros.

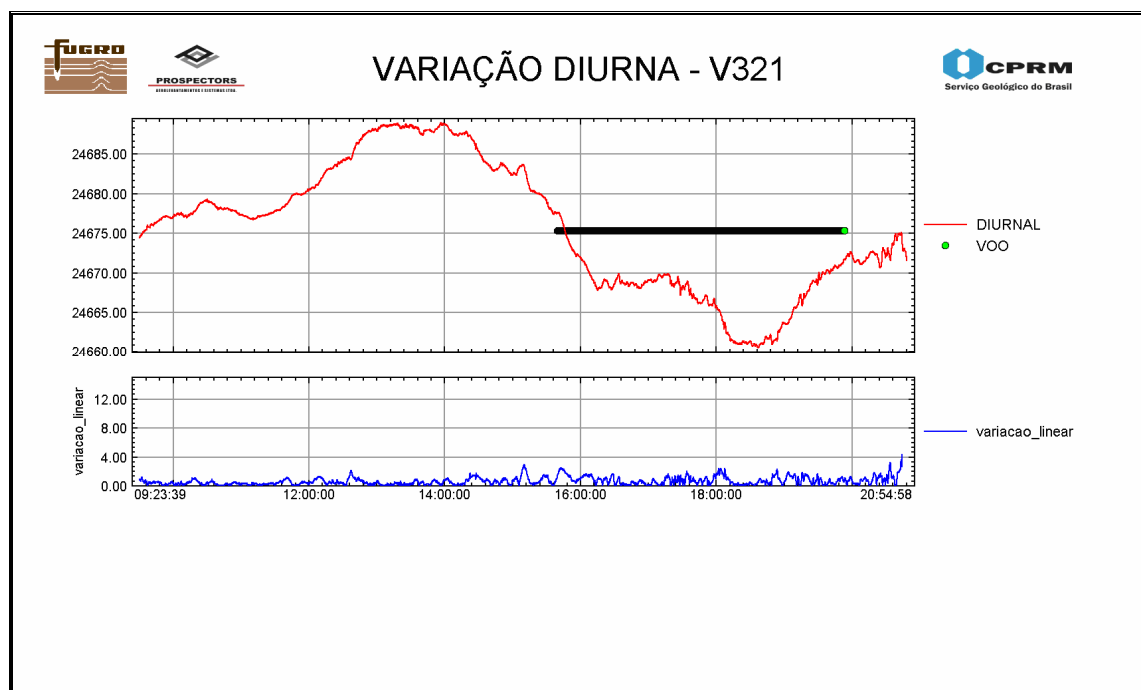


Figura 5 - Exemplo de Registro de Magnetômetro de Base

2.3 Planejamento e Mobilização

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

- Seleção das bases de operações, instaladas nas cidades de Vilhena (RO) e Ji-Paraná (RO) (equipe PT-FZN) e de Pontes e Lacerda (MT) (equipe PR-PRS);
- Obtenção da autorização do aerolevante junto ao Ministério da Defesa;
- Preparação do plano de vôo e obtenção dos materiais necessários ao levantamento;
- Ajuste dos equipamentos às especificações contratuais;
- Realização dos testes pré-levantamento previstos contratualmente.

O levantamento recebeu do Ministério da Defesa a autorização nº 104, de 22.08.2005 para a empresa Prospectors Aerolevantes e Sistemas Ltda e a autorização nº 106, de 22.08.2005 para a empresa Lasa Engenharia e Prospecções S/A..

2.3.1. Elaboração do Plano de Vôo

Para a cobertura completa da área relativa ao Projeto Aerogeofísico Sudeste de Rondônia foram programadas 647 linhas de vôo e 31 linhas de controle, totalizando 93.189,12 km de perfis geofísicos, conforme a Tabela 5 a seguir. A figura 6 apresenta o arranjo das linhas distribuídas sobre a poligonal envoltória da área.

Prefixo da Aeronave	Área (km²)	Total de Linhas de Vôo (km)	Total de Linhas de Controle (km)	Total de Linhas de Vôo+Controle (km)
PR-PRS	13.221,76	27.045,47	1.387,03	28.432,50
PT-FZN	29.796,87	61.648,76	3.107,86	64.756,62
Totais:	43.018,63	88.694,23	4.494,89	93.189,12

Tabela 5 - Quilometragem Produzida e Área Levantada

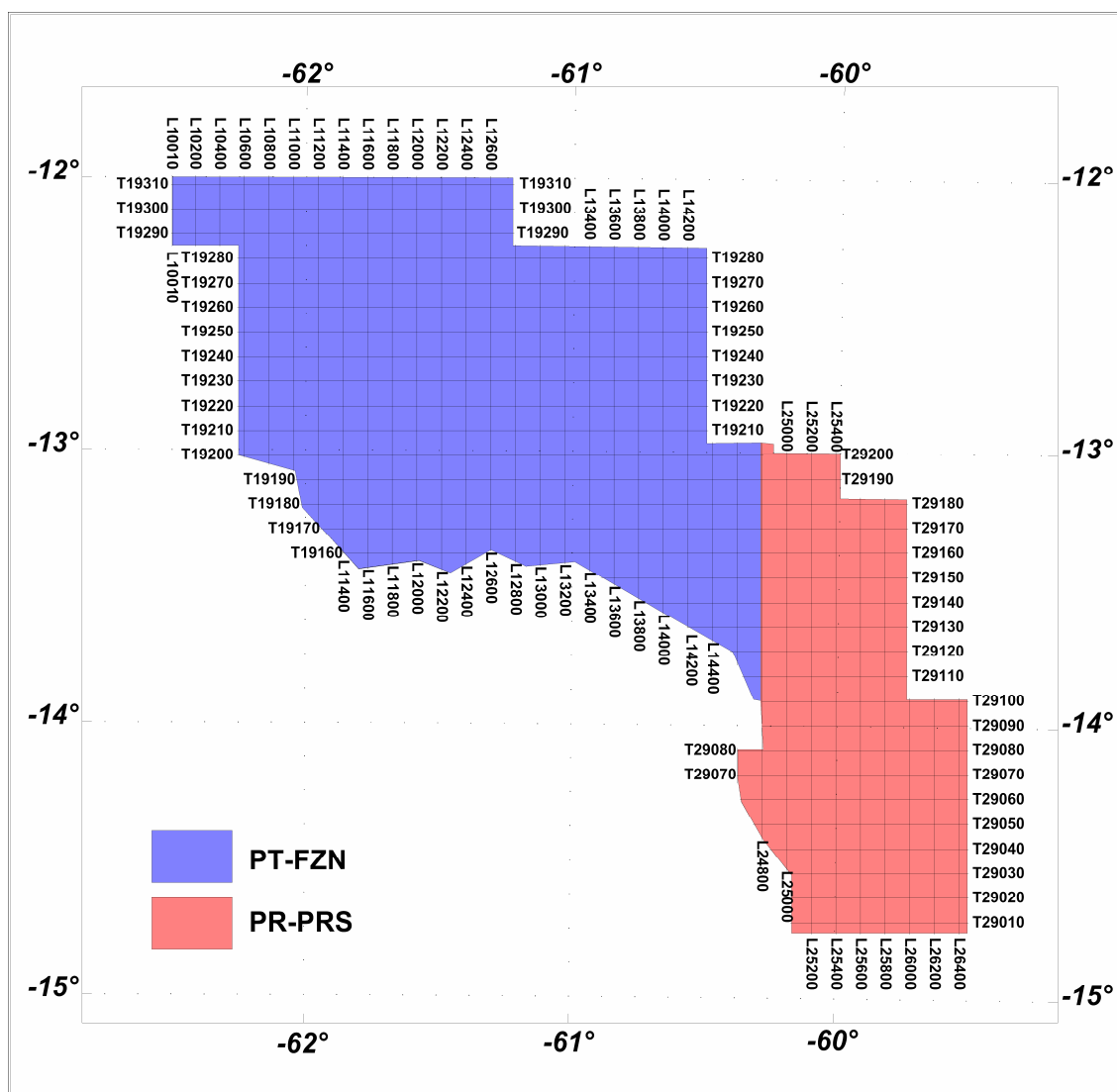


Figura 6 – Mapa das Linhas de Voo

2.3.2. Estatística das Operações

O Projeto Aerogeofísico Sudeste de Rondônia foi executado entre 25/08/2005 e 27/08/2006. A aeronave PR-PRS completou sua parte em 62 dias (16/09/2005 a 16/11/2005). A aeronave PT-FZN efetuou seus trabalhos em 2 fases: a primeira entre 25/08/2005 e 13/12/2005 e a segunda fase no período entre 24/07/2006 a 27/08/2006 totalizando 146 dias. Foram gastas cerca de 319,14 horas de voo produtivo para a aquisição dos dados e testes. A Tabela 6 e os gráficos das Figuras 7 e 8, a seguir, mostram as estatísticas obtidas durante a fase de aquisição dos dados. Para a execução do levantamento a aeronave PR-PRS consumiu 97,25 horas de voo produtivo e a aeronave PT-FZN utilizou 221,89 horas de voo produtivo.

		AERONAVE			
		PR-PRS		PT-FZN	
Item	Indicadores do Levantamento	Nº Dias	%	Nº Dias	%
1	Produção	30	48.39%	72	49.32%
2	Meteorologia	14	22.58%	27	18.49%
3	Manutenção de Aeronave	2	3.23%	24	16.44%
4	Tempestade Magnética	1	1.61%	6	4.11%
5	Falha de Equipamento	3	4.84%	4	2.74%
6	Testes Contratuais	4	6.45%	6	4.11%
7	Outros	8	12.90%	7	4.79%
	Total	62*	100.00%	146*	100.00%

Tabela 6 - Estatística das Operações

* Número de dias despendido pela aeronave.

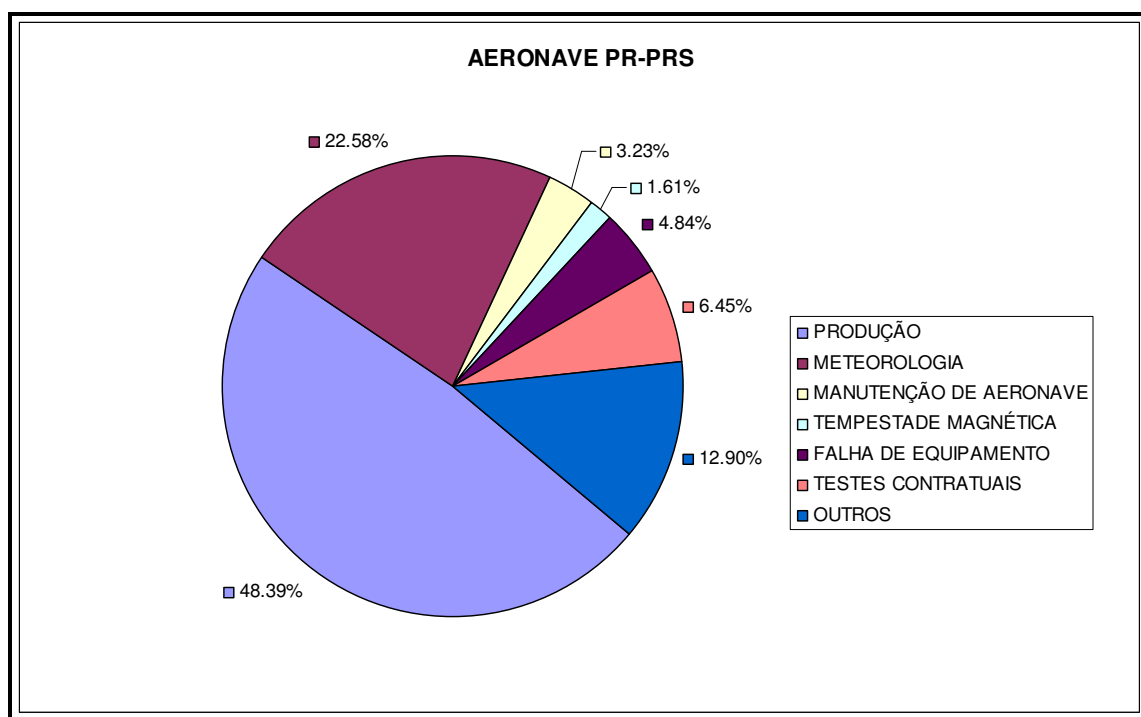


Figura 7 - Gráfico da Estatística das Operações – PR-PRS

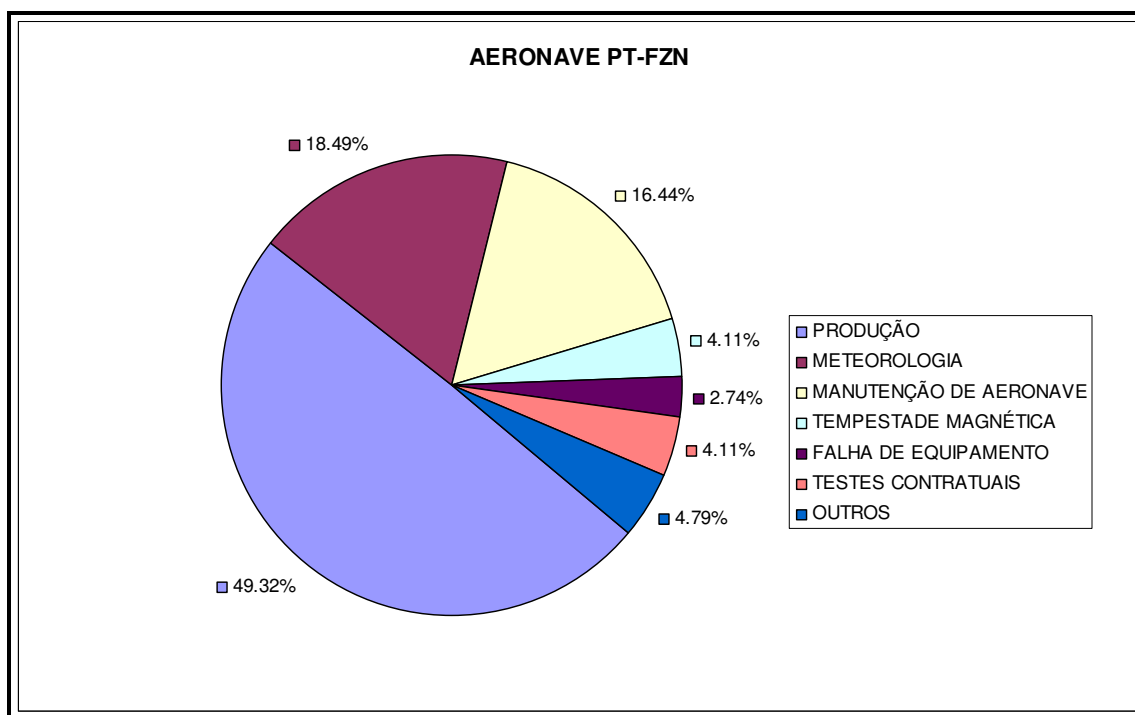


Figura 8 - Gráfico da Estatística das Operações – PT-FZN

2.3.3. Mapa do Projeto de Vôo

O mapa do projeto de vôo foi obtido analiticamente, sendo determinadas, por cálculo, as coordenadas UTM do início e fim de cada linha de vôo e de controle, considerando-se os espaçamentos de 500 m para as linhas de vôo e 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 7 a seguir.

PREFIXO DA AERONAVE	LINHAS DE VÔO
PT-FZN	10010 a 14790
PR-PRS	24600 a 26470

PREFIXO DA AERONAVE	LINHAS DE CONTROLE
PT-FZN	19110 a 19310
PR-PRS	29010 a 29200

Tabela 7 – Divisão das Linhas por Aeronave

2.3.4. Testes dos Equipamentos

a) Teste Altimétrico

Teste conduzido antes do início das operações para calibração do radar altímetro a bordo de cada aeronave. Neste teste cada aeronave realiza passagens consecutivas sobre uma base de altitude conhecida (pista do aeroporto de Vilhena (RO), altitude 620 m - PT-FZN, e pista do aeroporto de Pontes e Lacerda (MT), altitude 350 m – PR-PRS) voando em alturas entre 200 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* de cada aeronave e usados para medir o acoplamento dos três eixos com o *background* do campo magnético na região. Os sensores *fluxgate* são muito sensíveis às mudanças de atitude sendo usados para monitorar acuradamente os efeitos decorrentes de tais mudanças. A resposta de frequência e amostragem do módulo utilizado para medir os sinais do *fluxgate* é equivalente ao do módulo de processamento do sensor de vapor de césio do magnetômetro da aeronave, havendo, portanto, perfeita sincronia dos eventos nos dois sistemas.

As séries de movimentos, envolvendo as manobras do tipo *roll*, *pitch* e *yaw* (Figura 9) são conduzidas para cada uma das direções de vôo do levantamento, com o objetivo de variar o acoplamento *fluxgate*/vetor campo, e acumular medições ao longo das diferentes manobras e direções. Estes dados são então processados com técnicas de regressão para determinar um conjunto de coeficientes de compensação do sistema.

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

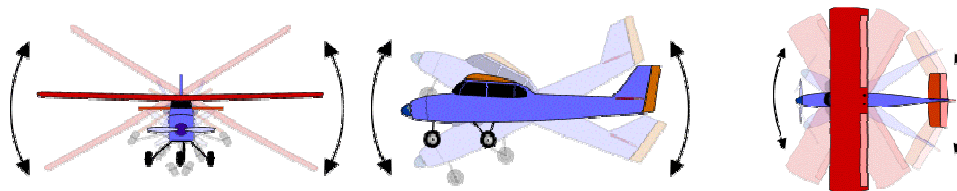


Figura 9 – movimentos de *Roll*, *Pitch* e *Yaw*

Os sistemas DGR33/RMS PDAS 1000 e FASDAS possuem 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 *Pitch*, *Roll* e *Yaw* regulam segundo ângulos de 10° a 12° e duração de 30 segundos cada. Cada conjunto de manobras obedece às diferentes direções dos perfis do projeto, assim como ângulos intermediários da ordem de 15 graus em torno daquela direção, de modo que sejam 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 8 e 9 a seguir e os resultados completos podem ser consultados no Anexo II-b.

DATA	AZIMUTE	ROLL(nT)	PITCH (nT)	YAW (nT)	TOTAL (nT)
21/09/2005	90°	0,02	0,05	0,10	0,16
	180°	0,02	0,06	0,03	0,10
	270°	0,03	0,08	0,07	0,18
	360°	0,02	0,06	0,04	0,12
Somatório					0,57
02/10/2005	90°	0,06	0,03	0,02	0,11
	180°	0,02	0,04	0,08	0,14
	270°	0,03	0,05	0,02	0,10
	360°	0,03	0,07	0,02	0,12
Somatório					0,46

Tabela 8 – Testes de Manobras – Aeronave PR-PRS

DATA	AZIMUTE	ROLL(nT)	PITCH (nT)	YAW (nT)	TOTAL (nT)
26/08/2005	90°	0,10	0,08	0,21	0,39
	180°	0,05	0,04	0,11	0,20
	270°	0,20	0,10	0,15	0,45
	360°	0,06	0,06	0,10	0,22
Somatório					1,26
03/09/2005	90°	0,15	0,08	0,08	0,31
	180°	0,09	0,04	0,10	0,23
	270°	0,15	0,08	0,30	0,53
	360°	0,07	0,04	0,09	0,20
Somatório					1,27
24/09/2005	90°	0,08	0,10	0,12	0,30
	180°	0,10	0,10	0,13	0,33
	270°	0,08	0,09	0,16	0,33
	360°	0,12	0,10	0,11	0,33
Somatório					1,29
07/10/2005	90°	0,04	0,02	0,12	0,18
	180°	0,05	0,06	0,10	0,21
	270°	0,10	0,06	0,15	0,31
	360°	0,15	0,15	0,08	0,38
Somatório					1,08
27/07/2006	90°	0,12	0,05	0,17	0,34
	180°	0,05	0,03	0,13	0,21
	270°	0,10	0,05	0,13	0,28
	360°	0,06	0,03	0,05	0,14
Somatório					0,97
14/08/2006	90°	0,06	0,08	0,07	0,21
	180°	0,06	0,09	0,11	0,26
	270°	0,05	0,06	0,18	0,29
	360°	0,08	0,10	0,11	0,29
Somatório					1,05

Tabela 9 – Testes de Manobras – Aeronave PT-FZN

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 paralaxe, é a posição da antena do receptor GPS.

Quando o 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 0,6 segundo para a aeronave PR-PRS e de 0,4 segundo para a aeronave PT-FZN. 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 10 e 11 apresentam os resultados desses testes, para as aeronaves de prefixos PR-PRS e PT-FZN, respectivamente.

TESTES COM AMOSTRAS RADIOATIVAS DE SOLO (cps)					
DATA	VÔO	TÓRIO (Th)		URÂNIO (U)	
		INÍCIO	FIM	INÍCIO	FIM
30-09-05	310	177	168	98	90
3-10-05	312	188	177	93	110
4-10-05	313	190	176	115	109
7-10-05	314	177	175	107	98
9-10-05	315	225	201	106	112
10-10-05	316	219	204	101	106
11-10-05	317	218	192	99	109
12-10-05	318	221	198	88	112
13-10-05	319	223	201	124	105
15-10-05	320	232	201	99	100
16-10-05	321	224	198	114	107
17-10-05	322	223	201	95	100
20-10-05	324	226	229	111	113
21-10-05	325	229	234	115	115
22-10-05	326	228	230	113	112
23-10-05	327	224	233	115	114
24-10-05	328	229	230	113	114
25-10-05	329	226	225	103	109
27-10-05	332-333	229	213	107	113
28-10-05	334-335	226	220	110	112
29-10-05	336-337	228	231	107	110
31-10-05	338-339	207	237	117	112
1-11-05	340-341	200	203	106	101
2-11-05	342-343	203	194	97	106
4-11-05	345-346	202	192	98	108
5-11-05	347	197	189	105	97
6-11-05	348	234	234	112	111
9-11-05	350	231	237	117	111
11-11-05	351-352	228	232	110	114
12-11-05	353	238	237	116	115
13-11-05	354-355	229	234	107	115
16-11-05	356	232	239	113	110

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

TESTES COM AMOSTRAS RADIOATIVAS DE SOLO (cps)					
DATA	VÔO	TÓRIO (Th)		URÂNIO (U)	
		INÍCIO	FIM	INÍCIO	FIM
29/08/05	6	178	170	101	99
30/08/05	7	176	-	102	-
30/08/05	8	-	175	102	-
31/08/05	9	164	168	103	103
05/09/05	15	171	174	102	100
24/09/05	30	142	144	97	95
25/09/05	31	175	174	102	103
27/09/05	33	169	174	100	104
28/09/05	34	172	172	103	102
29/09/05	35	172	176	97	99
30/09/05	36	169	-	101	-
30/09/05	37	-	175	98	-
01/10/05	38	174	174	101	105
02/10/05	39	176	172	99	104
03/10/05	40	174	-	103	-
03/10/05	41	-	178	102	-
04/10/05	42	176	172	87	101
07/10/05	46	172	179	100	102
09/10/05	47	178	-	99	-
09/10/05	48	-	-	-	-
10/10/05	49	178	-	103	-
10/10/05	50	-	-	-	-
11/10/05	51	173	-	100	-
11/10/05	52	-	-	-	-
13/10/05	54	172	180	103	104
16/10/05	57	170	175	102	106
17/10/05	58	174	175	101	101
20/10/05	60	175	-	102	-
20/10/05	61	-	169	-	101
21/10/05	62	171	170	99	103
23/10/05	65	168	170	102	98
24/10/05	66	169	177	103	100
05/11/05	71	186	192	98	133
06/11/05	73	177	170	98	97
08/11/05	75	174	171	103	99
09/11/05	77-78	172	171	100	103
10/11/05	79-80	174	173	102	102
11/11/05	82	170	179	98	96
13/11/05	84	173	176	102	104
14/11/05	86	178	177	104	103
15/11/05	88	173	174	105	99
16/11/05	90	176	173	104	97
23/11/05	98	173	176	103	101
24/11/05	100	169	169	103	104
26/11/05	103	168	175	76	101
27/11/05	105	157	158	95	103
28/11/05	107	156	170	102	97
29/11/05	108	169	163	101	102

TESTES COM AMOSTRAS RADIOATIVAS DE SOLO (cps)					
DATA	VÔO	TÓRIO (Th)		URÂNIO (U)	
		INÍCIO	FIM	INÍCIO	FIM
03/12/05	111	164	167	99	102
04/12/05	112	169	170	100	98
05/12/05	113	166	177	95	99
06/12/05	114	156	168	104	103
10/12/05	115	169	171	100	99
12/12/05	116	170	172	101	98
13/12/05	117	175	176	104	99
27/07/06	127	184	190	147	148
28/07/06	128	184	186	191	146
29/07/06	129-130	184	187	172	152
30/07/06	131-132	188	186	150	146
31/07/06	133-134	185	183	152	147
01/08/06	135	184	182	147	146
02/08/06	136-137	183	189	161	149
03/08/06	138-139	189	189	164	155
04/08/06	140	189	-	188	-
09/08/06	143-144	181	185	165	148
10/08/06	145-146	183	183	165	147
11/08/06	147-148	181	181	177	148
14/08/06	150	182	182	142	147
15/08/06	151	180	185	168	148
16/08/06	154	186	148	144	148
17/08/06	155-156	183	182	178	149
18/08/06	157-158	182	182	157	146
19/08/06	159	181	-	150	-
21/08/06	160-161	184	187	159	147
22/08/06	162	187	187	147	159
23/08/06	163	186	176	156	142
24/08/06	164-165	173	185	170	147
25/08/06	166-167	181	186	175	152
26/08/06	168	187	186	161	147

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

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 e analógica.

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

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

Os valores médios em cps, obtidos em cada canal radiométrico estão relacionados nas Tabelas 12, 13 e 14, a seguir.

TESTE DE REPETIBILIDADE RADIOATIVA (<i>LOW LEVEL</i> = 100m)					
Base: Pontes de Lacerda-MT					
DATA	VÔO	TÓRIO (Th)		URÂNIO (U)	
		INÍCIO	FIM	INÍCIO	FIM
30/09/05	310	68,43	82,81	59,75	62,87
03/10/05	312	51,39	49,05	67,70	52,41
04/10/05	313	48,14	58,13	-	-
07/10/05	314	73,12	69,19	69,77	66,46
09/10/05	315	68,71	74,95	70,79	66,40
10/10/05	316	70,90	62,96	97,63	82,48
11/10/05	317	74,16	50,61	81,54	56,24
12/10/05	318	74,31	58,36	77,08	77,01
13/10/05	319	71,35	57,17	76,00	81,17
15/10/05	320	75,02	70,49	77,48	67,82
16/10/05	321	70,48	70,58	68,73	90,88
17/10/05	322	82,95	60,86	93,74	91,92
20/10/05	324	67,09	64,13	86,49	75,05
21/10/05	325	67,24	68,15	100,56	70,95
22/10/05	326	66,83	68,84	74,29	71,52
23/10/05	327	65,47	64,63	74,65	75,78
24/10/05	328	65,48	67,89	77,31	75,81
25/10/05	329	66,50	60,33	68,67	66,45
27/10/05	332-333	65,46	62,72	-	-
28/10/05	334-335	66,42	60,46	73,95	57,57
29/10/05	336-337	66,53	57,03	79,08	54,42
31/10/05	338-339	66,38	66,68	61,49	70,28
01/11/05	340-341	70,76	80,98	65,65	71,83
02/11/05	342-343	69,28	63,69	77,48	60,57
04/11/05	345-346	71,33	61,71	82,93	62,88
05/11/05	347	70,81	65,71	97,40	73,91
06/11/05	348	68,40	64,34	73,60	78,31
09/11/05	350	68,80	73,07	90,60	91,94
11/11/05	351-352	68,85	61,38	87,91	66,09
12/11/05	353	67,80	65,14	69,86	66,88
13/11/05	354-355	70,88	64,14	86,94	71,28
16/11/05	356	67,51	69,14	78,97	71,57

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

TESTE DE REPETIBILIDADE RADIOATIVA (<i>LOW LEVEL</i> = 100m)					
Base: Vilhena-RO					
DATA	VÔO	TÓRIO (Th)		URÂNIO (U)	
		INÍCIO	FIM	INÍCIO	FIM
29/08/05	6	159,62	97,47	161,25	97,30
30/08/05	7	159,15	88,53	162,09	91,44
30/08/05	8	-	-	162,08	92,20
31/08/05	9	162,63	89,16	159,80	89,07
05/09/05	15	162,04	95,15	156,20	93,39
24/09/05	30	168,51	92,90	167,00	93,71
25/09/05	31	161,41	91,75	163,17	98,01
27/09/05	33	158,73	86,30	162,90	92,52
28/09/05	34	159,74	85,54	159,96	90,06
29/09/05	35	160,40	94,10	-	-
30/09/05	36	158,22	91,84	165,36	91,55
30/09/05	37	-	-	164,45	91,38
01/10/05	38	156,59	91,47	162,11	98,25
02/10/05	39	160,62	89,87	165,55	93,87
03/10/05	40	161,78	98,11	164,00	98,71
03/10/05	41	-	-	168,14	96,96
04/10/05	42	161,13	88,48	159,03	104,19
07/10/05	46	159,87	87,76	155,49	90,26
09/10/05	47	148,88	84,80	155,69	88,30
09/10/05	48	-	-	151,60	84,77
10/10/05	49	149,92	84,90	147,52	86,49
10/10/05	50	-	-	-	-
11/10/05	51	151,93	86,85	155,04	88,03
11/10/05	52	-	-	151,99	111,79
13/10/05	54	155,95	89,22	150,46	95,22
16/10/05	57	150,66	96,24	146,55	86,75
17/10/05	58	150,41	84,87	146,22	82,39
20/10/05	60	148,13	85,90	151,47	87,69
20/10/05	61	-	-	158,94	89,44
21/10/05	62	154,53	85,15	148,66	88,61
23/10/05	65	151,90	85,84	149,15	94,13
24/10/05	66	153,24	89,21	155,36	89,61
05/11/05	71	160,04	85,54	157,12	91,70
06/11/05	73	155,00	89,60	163,00	94,79
08/11/05	75	159,67	90,21	164,12	87,93
09/11/05	77-78	158,58	88,63	160,80	90,49
10/11/05	79-80	156,99	86,22	159,24	93,73
11/11/05	82	164,47	93,01	157,61	86,62
13/11/05	84	153,28	87,18	152,57	86,35
14/11/05	86	155,83	90,97	154,06	88,35
15/11/05	88	150,44	91,68	158,34	97,78
16/11/05	90	157,88	87,94	155,51	96,91
23/11/05	98	154,60	88,69	152,65	89,57
24/11/05	100	154,80	83,6	150,61	89,56
26/11/05	103	156,87	122,53	162,57	176,71
27/11/05	105	152,50	85,22	156,91	88,06
28/11/05	107	153,87	87,84	159,58	95,9

TESTE DE REPETIBILIDADE RADIOATIVA (LOW LEVEL = 100m)					
Base: Vilhena-RO					
DATA	VÔO	TÓRIO (Th)		URÂNIO (U)	
		INÍCIO	FIM	INÍCIO	FIM
29/11/05	108	156,62	90,46	162,15	95,58
03/12/05	111	155,19	92,2	157,11	95,32
04/12/05	112	154,77	81,00	155,23	84,17
05/12/05	113	153,87	90,28	158,45	90,01
06/12/05	114	157,82	89,93	158,83	91,16
10/12/05	115	152,96	81,86	153,85	87,23
12/12/05	116	147,63	84,69	153,97	92,59
13/12/05	117	157,6	90,32	147,44	93,27

Tabela 13 – Testes Diários de Repetibilidades Radioativas –PT-FZN – Base Vilhena

TESTE DE REPETIBILIDADE RADIOATIVA (LOW LEVEL = 100m)					
Base: Ji-Paraná-RO					
DATA	Vôo	TÓRIO (Th)		URÂNIO (U)	
		INÍCIO	FIM	INÍCIO	FIM
27/07/06	127	65,28	74,41	65,43	71,64
28/07/06	128	65,07	70,32	70,80	77,83
29/07/06	129	70,80	70,32	65,07	77,83
29/07/06	130	-	-	64,16	70,32
30/07/06	131	54,12	77,83	60,23	70,32
30/07/06	132	-	-	73,45	77,83
31/07/06	133	55,73	70,32	61,17	77,83
31/07/06	134	62,04	74,42	-	-
01/08/06	135	63,62	74,99	73,30	82,08
02/08/06	136	65,49	94,88	75,38	93,45
02/08/06	137	-	-	76,92	84,50
03/08/06	138	68,25	92,17	76,95	94,82
03/08/06	139	-	-	74,65	80,06
05/08/06	140	72,28	121,21	73,41	90,33
05/08/06	141	-	-	76,15	91,61
09/08/06	143	81,54	105,86	80,04	86,07
09/08/06	144	81,78	82,15	-	-
10/08/06	145	80,82	101,94	79,90	85,65
10/08/06	146	-	-	83,15	77,64
11/08/06	147	84,69	116,09	80,88	87,22
11/08/06	148	-	-	71,74	71,55
14/08/06	150	71,74	71,55	77,76	77,35
15/08/06	151	78,27	85,22	76,34	104,27
16/08/06	154	69,26	67,14	78,99	79,83
17/08/06	155	74,40	110,48	80,61	98,18
17/08/06	156	-	-	77,47	84,27
18/08/06	157	72,57	92,76	77,43	94,10
18/08/06	158	-	-	79,61	78,86
19/08/06	159	77,19	84,48	73,93	84,27
21/08/06	160	73,54	101,14	77,64	78,08
21/08/06	161	-	-	78,68	75,68
22/08/06	162	75,49	73,90	78,09	96,07
23/08/06	163	74,79	82,99	76,25	72,02

TESTE DE REPETIBILIDADE RADIOATIVA (<i>LOW LEVEL</i> = 100m)					
Base: Ji-Paraná-RO					
DATA	Vôo	TÓRIO (Th)		URÂNIO (U)	
		INÍCIO	FIM	INÍCIO	FIM
24/08/06	164	72,22	93,53	76,69	99,27
24/08/06	165	-	-	79,66	79,78
25/08/06	166	77,89	125,01	81,65	103,50
25/08/06	167	-	-	80,81	86,50
26/08/06	168	78,44	77,98	77,58	110,40

Tabela 14 – Testes Diários de Repetibilidades Radioativas –PT-FZN – Base Ji-Paraná

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}Th) para calcular a resolução dos “cristais detectores voltados para baixo” (*downward looking*), tanto para os cristais individuais (256 pol³) quanto para os “pacotes” ou “caixas” de 1024 pol³ cada, bem como o espectro do césio (^{137}Cs) para calcular a resolução dos “cristais detectores voltados para cima” (*upward looking*), tanto para os cristais individuais (256 pol³) quanto para o “pacote” ou “caixa” de 512 pol³ no caso deste projeto.

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

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

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

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

A resolução calculada a partir do tório deve ser menor que 7% e a resolução a partir do césio 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 de cada aeronave. A aeronave prefixo PR-PRS foi calibrada em 17/09/2005 e a aeronave PT-FZN foi calibrada em 16/12/2004 para Fase 1 e recalibrada para a Fase 2 em 17/03/2006. Essas calibrações obedeceram a duas etapas distintas:

- Calibração estática - Realizada no Aeroporto de Jacarepaguá (RJ). Após a determinação e aprovação dos cálculos da resolução dos cristais detectores *down* e *up* são realizados os testes que visam à determinação dos coeficientes de espalhamento Compton do sistema detector. Para tal, 4 (quatro) tanques de calibração transportáveis, constituídos por blocos de concreto com resposta radiométrica para os elementos potássio (^{40}K), urânio (^{238}U), tório (^{232}Th) e *background* são empregados. As concentrações dos tanques de calibração transportáveis utilizadas, de propriedade da LASA ENGENHARIA E PROSPECÇÕES S.A., estão indicadas na Tabela 15:

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

Tabela 15 - Concentração dos Tanques de Calibração Transportáveis

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 total de 2.560 polegadas cúbicas. Os valores encontrados para os coeficientes de espalhamento Compton estão resumidos na Tabela 16. O Anexo I-b, no final deste relatório, apresenta os resultados dessas calibrações.

AERONAVE	DATA	α	β	γ	a	b	g
PR-PRS	16/09/2005	$0,2635$ $\pm 0,0026$	$0,3585$ $\pm 0,0058$	$0,7337$ $\pm 0,0090$	$0,045$ $\pm 0,0046$	$0,0012$ $\pm 0,0027$	$0,0122$ $\pm 0,0019$
PT-FZN Fase 1	16/12/2004	$0,2685$ $\pm 0,0042$	$0,4257$ $\pm 0,0085$	$0,7732$ $\pm 0,0127$	$0,0752$ $\pm 0,0070$	$0,0175$ $\pm 0,0041$	$0,0156$ $\pm 0,0030$
PT-FZN Fase 2	17/03/2006	$0,2500$ $\pm 0,0021$	$0,4093$ $\pm 0,0051$	$0,7284$ $\pm 0,0071$	$0,0542$ $\pm 0,0033$	$0,0096$ $\pm 0,0020$	$0,0082$ $\pm 0,0014$

Tabela 16 - Coeficientes de Espalhamento *Compton*

- 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 3500, 5000, 7000, 8000, 10000, 12000 e 13000 pés, com duração de 15 minutos cada.

A Tabela 17, a seguir, resume os resultados obtidos pelas aeronaves nos vôos cósmicos. A apresentação dos resultados na forma de tabelas e gráficos encontra-se no Anexo I-c, no final deste relatório.

CANAL	COEFICIENTE	PR-PRS (03/12/05)	PT-FZN Fase 1 (30/12/04)	PT-FZN Fase 2 (29/04/06)
Contagem Total	a (cps)	154,340	958,610	123,650
	b	0,5616	0,668	0,5559
Potássio	a (cps)	18,188	20,790	16,438
	b	0,0286	0,0308	0,0291
Urânio	a (cps)	6,7745	4,5692	3,2924
	b	0,0243	0,0266	0,0250
Tório	a (cps)	1,7233	1,8858	3,7804
	b	0,0326	0,0377	0,0299
U <i>up</i>	a (cps)	1,1362	1,3533	0,6239
	b	0,0057	0,0075	0,0041

Tabela 17 - *Backgrounds* das Aeronaves e *Cosmic Stripping Ratios*

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

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

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

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

2.4 Compilação de Dados

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

- a) Transferência das leituras do magnetômetro terrestre para o computador de campo para processamento da variação diurna de acordo com o gradiente fixado no contrato, qual seja: 20 nT/ 5 min;
- b) Leitura dos arquivos dos vôos das aeronaves e transferência dos dados coletados para o computador de campo, para fins de verificação da qualidade da gravação e análise dos perfis coletados, no que se refere a desvios na altura de vôo, envoltória de ruídos e desvios de navegação, estabelecidos, respectivamente, em: 15 m para mais ou para menos, 0,5 nT e 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 Pentium;
- Impressora;
- Sistema de TV/Vídeo VHS.

2.5 Equipe Técnica na Base de Operações

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

Equipe PR-PRS	
Rodrigo Heidy Stemert	Coordenador de Equipe/Geofísico
Renato Cordani	
Eduardo Henrique Ferreira	
Antônio Cezar da Fonseca	Eletrônico
Eduardo Duarte de Freitas	Operador
Rodrigo Batista	
Pedro Gonçalves Gomes	
Ranilson Matos Costa	Piloto
Antonio Luiz Albuquerque	
Aguinaldo Eustáquio A. Vieira	Mecânico

Equipe PT-FZN	
Carlos Eduardo Barbosa Lemos Filho	Coordenador de Equipe/Geofísico
Diogo Alves de Sordi	
John Brans	
Julio César Gomes de Oliveira	
Leonardo de Souza do Nascimento	
Francisco Carlos Mateus	Eletrônico
Carlos Alberto Rodrigues da Silva	Operador
Carlos André Cavalcanti Diogo	
Nilton César Rodrigues Marques	
Rildo Andrade Araújo	
Altair Delfino da Silva	Piloto
Antônio da Silva Cavalcante	
Amauri Moreira dos Santos	
Naerton Luiz Rorato	
Edmílson Ribeiro Alves	Mecânico
Eliziário Osias	
Sergio Jesus de Grandi	
Tiago Bazileu	

3. PROCESSAMENTO DE DADOS

3.1 Fluxo de Processamento

No processamento de dados do Projeto Aerogeofísico Sudeste de Rondônia foi empregado o *software* OASIS MONTAJ versão 5.1.8 do sistema GEOSOFT, além das rotinas de pré-processamento proprietárias, que permitem a exportação do dado binário coletado em vôo para formato ASCII XYZ GEOSOFT. A Figura 10, no final do capítulo, mostra o fluxo de processamento utilizado para o levantamento.

3.1.1 Preparação do Banco de Dados do Levantamento

Os dados brutos gravados em formato binário na aeronave são convertidos diretamente para bancos de dados no formato de GDB's compatíveis com o OASIS MONTAJ, onde estão agrupadas informações de posicionamento corrigidas e todos os demais canais de informação registrados a bordo da aeronave, quais sejam: intensidade total do campo magnético, valores dos canais radiométricos, altura e altitude de vôo, temperatura, etc.

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

3.1.2 Processamento dos Dados Magnetométricos

3.1.2.1 Correção do Erro de Paralaxe

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

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

A equação utilizada é a seguinte:

$F_{c(t0)} = F_{c(t0 \pm Ip)}$, 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 PR-PRS e PT-FZN corresponderam a 0,6 e 0,4 segundos respectivamente. 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 24.119 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 5.1.8 do sistema GEOSOFT consiste, basicamente, no ajuste das linhas de controle com base na média das diferenças (ou diferença de 1ª ordem) com as linhas de vôo. Este procedimento assume que tais diferenças estão distribuídas de forma aleatória, de forma que um *trend* de no máximo 1ª ordem define o desnível entre as linhas de vôo e controle.

O procedimento compreende duas etapas distintas, conforme a seguir:

1º - As linhas de controle são niveladas por aplicação de valores que reduzam as diferenças com as linhas de vôo a valores mínimos. Este procedimento assume que existem cruzamentos suficientes para modelar adequadamente às 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 voo. Os cruzamentos onde o gradiente magnético excedeu a 2 nT/fiducial (0,025 nT/m) foram descartados pelo programa. Com base neste gradiente, o programa ainda analisou as interseções quanto à sua aplicabilidade, atribuindo peso mais baixo quanto mais alto fosse o gradiente. Deste modo, uma interseção situada em zona de forte gradiente magnético teve pouca ou nenhuma influência no nivelamento.

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

3.1.2.4 Micronivelamento dos Perfis

Os dados do levantamento foram ainda micronivelados para eliminação de qualquer resíduo de “desnivelamento” que tenha permanecido nos dados. O processo envolveu a geração de dois *grids* auxiliares, resultantes da aplicação de filtros passa-alta tipo Butterworth (comprimento de onda da ordem de 4 vezes o espaçamento das linhas de voo) e cosseno direcional atuando na direção das linhas de voo e perpendicularmente a elas, seguindo-se, então, a criação de um *grid* final decorrugado, que resultará do somatório dos *grids* produzidos em etapas distintas. Este último, subtraído de um *grid* normal irá, por sua vez, expressar o erro de nivelamento a ser subtraído aos dados pré-nivelados conforme o procedimento inicial acima.

3.1.2.5 Remoção do IGRF

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

Esta superfície foi definida com base no valor do IGRF, tendo sido considerada a altitude de 400 m, referidos ao ano de 2005 e atualizados para a data de 24/02/2006 (2006,502).

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

3.1.3 Processamento dos Dados Gamaespectrométricos

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

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):

$N = a + bC$, 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 16 – *Background* da Aeronave e *Cosmic Stripping Ratios*, item 2.3.6) foram aqueles definidos pelo vôo cósmico sobre o mar, em área distante da costa, cujos gráficos estão indicados no Anexo I-c.

3.1.3.6 Remoção do *Background* do Radônio

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- $u_r = a_uU_r + b_u$,
- $K_r = a_kU_r + b_k$,
- $T_r = a_tU_r + b_t$,
- $TC_r = a_{tc}U_r + b_{tc}$, onde:

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

No cálculo dos coeficientes a_{tc} , a_k , a_u e a_t (Tabela 18) foram utilizados os valores calculados a partir dos testes de *high level*. Os gráficos correspondentes a estes cálculos encontram-se no Anexo I-d.

CANAL	COEFICIENTE	PR-PRS	PT-FZN Fase 1	PT-FZN Fase 2
Contagem Total	a_{tc}	12,063	16,791	15,480
Potássio	a_k	0,7601	0,8103	0,8705
Urânio <i>up</i>	a_u	0,1681	0,2013	0,1676
Tório	a_t	0,0793	0,0513	0,1810

Tabela 18 - Constantes de Calibração do Radônio

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

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

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

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

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

T_g - contribuição do solo na janela do tório;

a_1 e a_2 - constantes de calibração requeridas.

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 19 abaixo.

COEFICIENTE	PR-PRS	PT-FZN Fase 1	PT-FZN Fase 2
a_1	0,035	0,040	0,031
a_2	0,015	0,024	0,015

Tabela 19 – Coeficientes *Skyshine*

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 16 – 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):

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

N_H é a radiação à distância H da fonte,

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

μ é o coeficiente de atenuação atmosférica,

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

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

que é a equação de uma reta de coeficiente angular $-\mu$ e coeficiente linear $\ln(N_o)$. Na determinação dos coeficientes de atenuação atmosférica (μ) para cada um dos canais radiométricos foram utilizados os valores apresentados na Tabela 20 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.

Canal Radiométrico	μ em m ⁻¹		
	PR-PRS (24/11/2005)	PT-FZN Fase 1 (18/12/2004)	PT-FZN Fase 2 (18/03/2006)
Contagem Total	-0,0060	-0,0064	-0,0068
Potássio	-0,0080	-0,0078	-0,0089
Urânio	-0,0081	-0,0085	-0,0079
Tório	-0,0058	-0,0061	-0,0068

Tabela 20 - Coeficientes de Atenuação Atmosférica

3.1.3.10 Conversão para Concentração de Elementos

As sensibilidades dos detectores das aeronaves PR-PRS e PT-FZN (fases 1 e 2) para as janelas do potássio, urânio e tório foram determinadas com base nas razões entre as medições efetuadas a bordo (N) e em terra (C), nos testes conduzidos respectivamente em 24/11/2005, 18/12/2004 e 18/03/2006, 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 21 a seguir corresponde à sensibilidade dos detectores analisados (volume total de 42 litros e dimensões de 10 cm x 10 cm x 40 cm cada), tomando por base a altura de vôo de 100 m sobre o terreno.

Canal Radiométrico	SENSIBILIDADE		
	PR-PRS (24/11/2005)	PT-FZN Fase 1 (18/12/2004)	PT-FZN Fase 2 (18/03/2006)
Contagem Total	228,70 cps / μ R/h CT	235,88 cps / μ R/h CT	229,60 cps/ μ R/h CT
Potássio	81,92 cps / %K	78,76 cps / %K	80,28 cps / %K
Urânio	10,56 cps / ppm eU	8,89 cps / ppm eU	12,59 cps / ppm eU
Tório	4,96 cps / ppm eTh	4,94 cps / ppm eTh	4,99 cps / ppm eTh

Tabela 21 - Coeficientes de Sensibilidade

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

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

K, **eU** e **eTh** correspondem às concentrações aparentes destes elementos definidas em terra, quando do levantamento da pista de calibração dinâmica. Os valores da concentração determinados para o canal de contagem total foram 14,35 $\mu\text{R/h}$ (PR-PRS), 14,03 $\mu\text{R/h}$ (PT-FZN Fase 1) e 14,12 $\mu\text{R/h}$ (PT-FZN Fase 2).

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.

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

As razões foram calculadas a partir dos valores radiométricos corrigidos, conforme descrito no item 3.1.3 deste capítulo. Para eliminação de indeterminações, ou incorreções devidas a valores anormalmente baixos, foi convencionada a fixação dos valores mínimos de K, U e Th em 5% da média destes canais na área de levantamento. A Tabela 22, a seguir, resume os valores utilizados:

Canal Radiométrico	VALOR MÍNIMO
K (%)	0,025
eU (ppm)	0,058
eTh (ppm)	0,358

Tabela 22 - Valores Mínimos para Cálculo das Razões Radiométricas

3.2 Interpolação e Contorno

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

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

3.3 Arquivo Final de Dados

Os dados finais dos perfis do levantamento foram gravados em DVD-ROM, em arquivos ASCII, nos formatos XYZ, da GEOSOFT, contendo as seguintes informações:

- Dados magnetométricos brutos e reduzidos da variação diurna.
- Dados magnetométricos nivelados, reduzidos do IGRF e micronivelados.
- Dados radiométricos brutos e corrigidos e respectivas razões.
- Altura e Altitude do Voo.

- 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
- Maria Filipa Perez da Gama - Geofísica Sênior

A direção geral das operações no Projeto Aerogeofísico Sudeste de Rondônia esteve a cargo de Jorge Dagoberto Hildebrand.

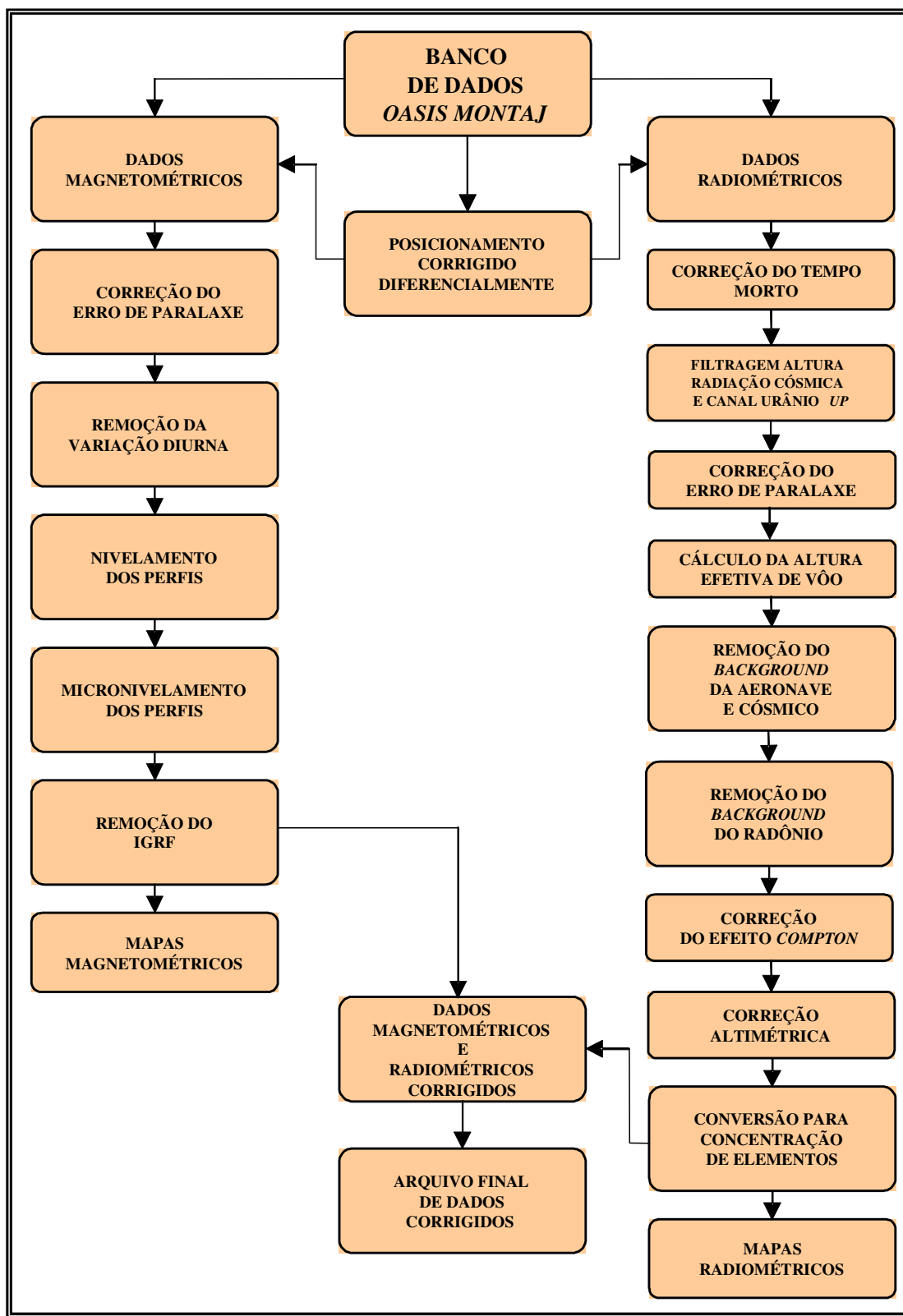


Figura 10 - Fluxograma do Processamento de Dados

4. CRONOGRAMA GERAL DAS OPERAÇÕES

O levantamento do Projeto Aerogeofísico Sudeste de Rondônia foi executado no período de 15 de agosto de 2005 a 27 de agosto de 2006. O processamento dos dados e elaboração do Relatório Final tiveram início após o término da fase de aquisição e foram concluídos em 15/11/2006.

A Figura 11 fornece o quadro comparativo entre o cronograma previsto e a duração efetiva do projeto.

Ano	2005					2006											
Etapa/Duração (mês)	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	
Calibração Inicial																	
Mobilização																	
Aquisição de Dados																	
Dynamic Calibration Range																	
Processamento e Relatório Final																	

Figura 11 – Cronograma Geral das Operações



5. PRODUTOS FINAIS

Os produtos finais relativos ao Projeto Aerogeofísico Sudeste de Rondônia 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 GEOSOFIT.

Os mapas foram elaborados de acordo com as especificações do Manual Técnico do DNPM. As informações geofísicas estão superpostas à rede de projeção UTM, traçada com retículas de 8 cm (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 SB.24 e SC.24 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 12 e 13 ilustram a articulação das folhas relativas aos mapas apresentados nas escalas 1:100.000 e 1:250.000, respectivamente.

A Tabela 23 abaixo apresenta os diversos tipos de mapas apresentados e suas características:

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	Contorno, imagem e planimetria	Contorno, imagem e planimetria	Imagem e planimetria
Razão Radiométrica eU/K	Contorno, imagem e planimetria	Contorno, imagem e planimetria	Imagem e planimetria
Razão Radiométrica eTh/K	Contorno, imagem e planimetria	Contorno, imagem e planimetria	Imagem e planimetria
Radiométrico Ternário	-	-	Imagem e planimetria
Modelo Digital do Terreno (Digital)	-	-	Imagem sombreada (pseudo-iluminação) e planimetria

Tabela 23 – Características da Apresentação dos Mapas Aerogeofísicos

As especificações dos intervalos de contorno utilizados nos mapas aerogeofísicos constam da Tabela 24 a seguir:

TEMA	PADRÃO (1:100.000)	PADRÃO (1:250.000)	FOLHA ÚNICA (1:500.000)
Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF)	10 e 50 nT	10 e 100 nT	-
1a.Derivada Vertical do Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF)	0,05 e 0,25 nT/m	0,05 e 0,25 nT/m	-
Sinal Analítico do Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF)	0,02 e 0,10 nT/m	0,05 e 0,25 nT/m	-
Radiométrico de Contagem Total	1 e 5 µR/h	2 e 10 µR/h	-
Radiométrico de Potássio	0,1 e 0,5 %	0,5 e 5,0 %	-
Radiométrico de Urânio	0,5 e 2,0 ppm	1 e 5 ppm	-
Radiométrico de Tório	1 e 5 ppm	2 e 10 ppm	-
Razão Radiométrica eU/eTh	0,05 e 0,25	0,2 e 1,0	-
Razão Radiométrica eU/K	5 e 25	10 e 50	-
Razão Radiométrica eTh/K	20 e 100	50 e 250	-

Tabela 24 – Características dos Intervalos de Contorno dos Mapas Aerogeofísicos

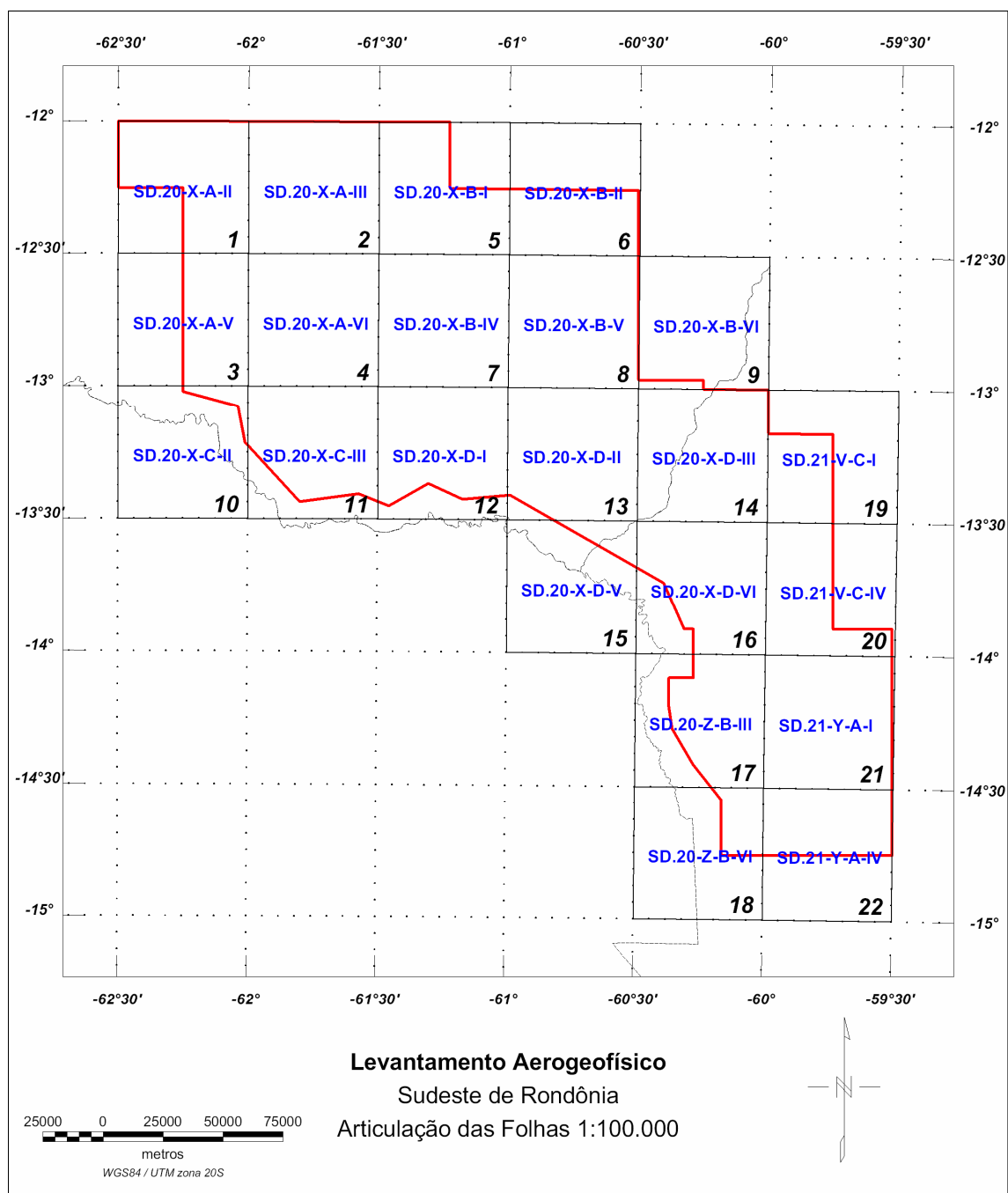


Figura 12 – Articulação das Folhas na Escala 1:100.000

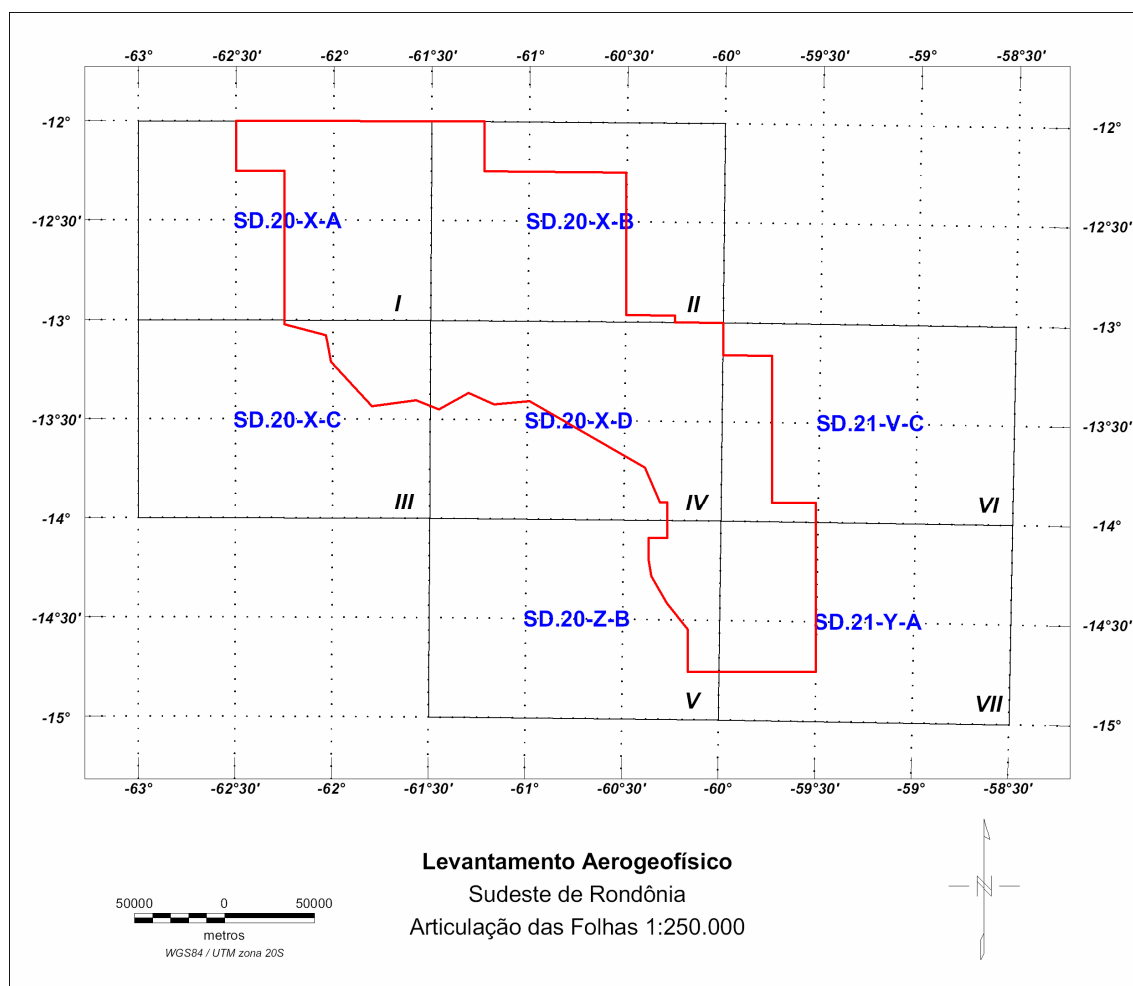


Figura 13 – Articulação das Folhas na Escala 1:250.000

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 14 e 15 respectivamente, com escala reduzida para tamanho A-4.

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

Os mapas radiométricos foram elaborados a partir das concentrações aparentes dos canais radiométricos de potássio, urânio, tório e contagem total. Nos mapas de escalas 1:100.000 e 1:250.000 a imagem se superpõe a 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 16.

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 para tamanho A-4, está sendo apresentado na Figura 17.

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

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

O mapa radiométrico da razão tório/potássio está elaborado em escala reduzida para tamanho A-4, sendo apresentado na Figura 18.

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 0°, com a planimetria superposta.

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

5.6 Relatório Final

O relatório final está sendo apresentado em 27 volumes (Volume I - Texto Técnico e demais como Anexos), em 4 (quatro) vias, contendo a descrição das operações conduzidas no Projeto Aerogeofísico Sudeste de Rondônia 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 19 (“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 Maria Filipa Perez da Gama e do gerente do contrato da CPRM – Serviço Geológico do Brasil.

5.7 Arquivos Digitais Finais

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

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

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

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

A listagem fornecida no Anexo VI apresenta as linhas de voo numeradas de 10010 a 14790 para a aeronave PT-FZN e de 24600 a 26470 para a aeronave PR-PRS. As linhas de controle estão numeradas de 19010 a 19310 para a aeronave PT-FZN e de 29010 a 29200 para a aeronave PR-PRS. Todas aprovadas e utilizadas no processamento, 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.

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 Reduzido do IGRF	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 25 – 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 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

Campo	Descrição	Unidade
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	$\mu R/h$
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 26 – Banco de Dados *Geosoft* (GDB) - Gamaespectrometria

5.8 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 Engenharia e Prospecções S/A., conforme determina a portaria Nº 637-SC-6/FA-61, do EMFA, de 05.03.1998.

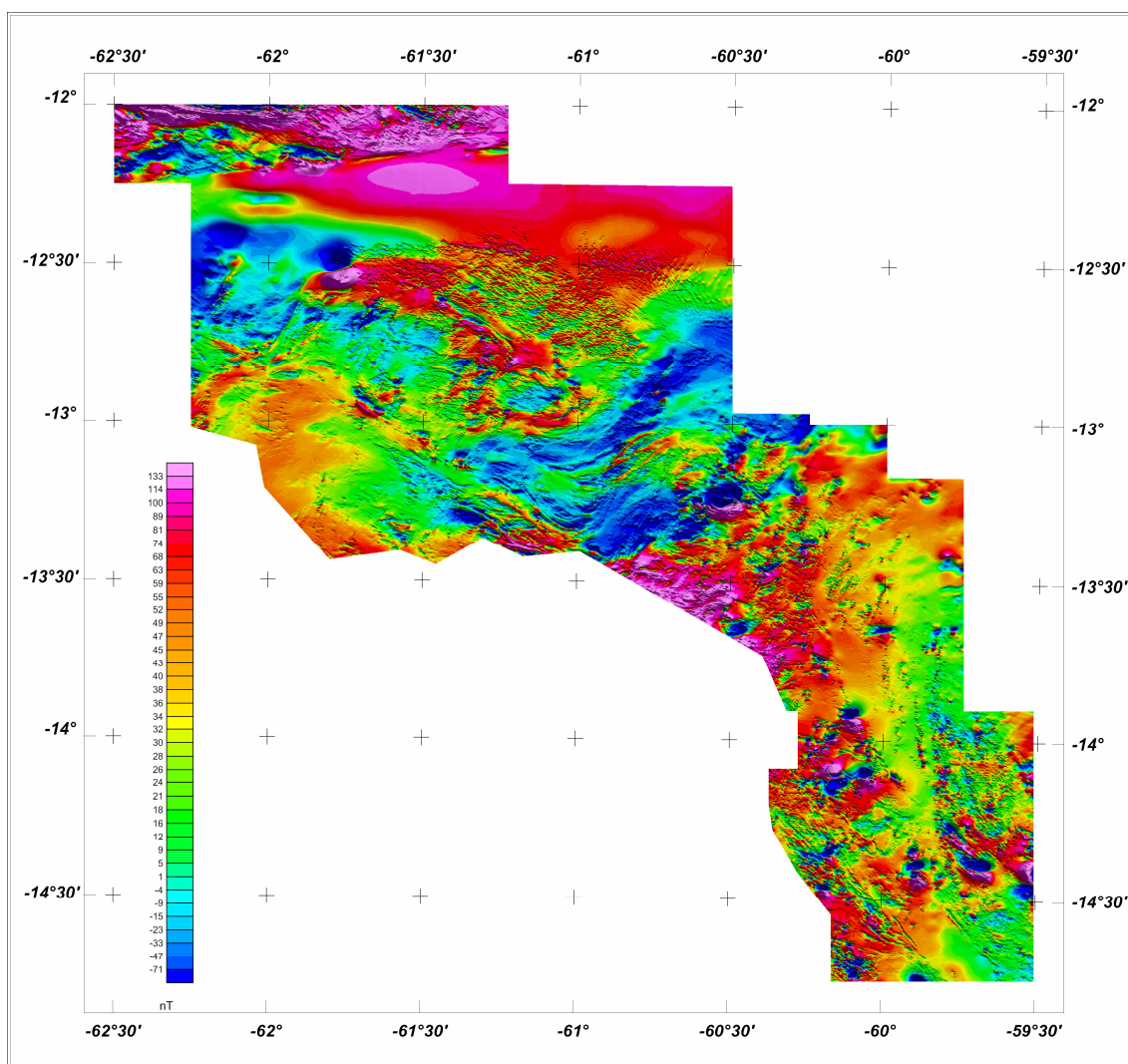


Figura 14 – Mapa Pseudo-Iluminado do Campo Magnético Total (reduzido do IGRF)
(Azimute da Fonte Luminosa: 45°; Inclinação: 45°)

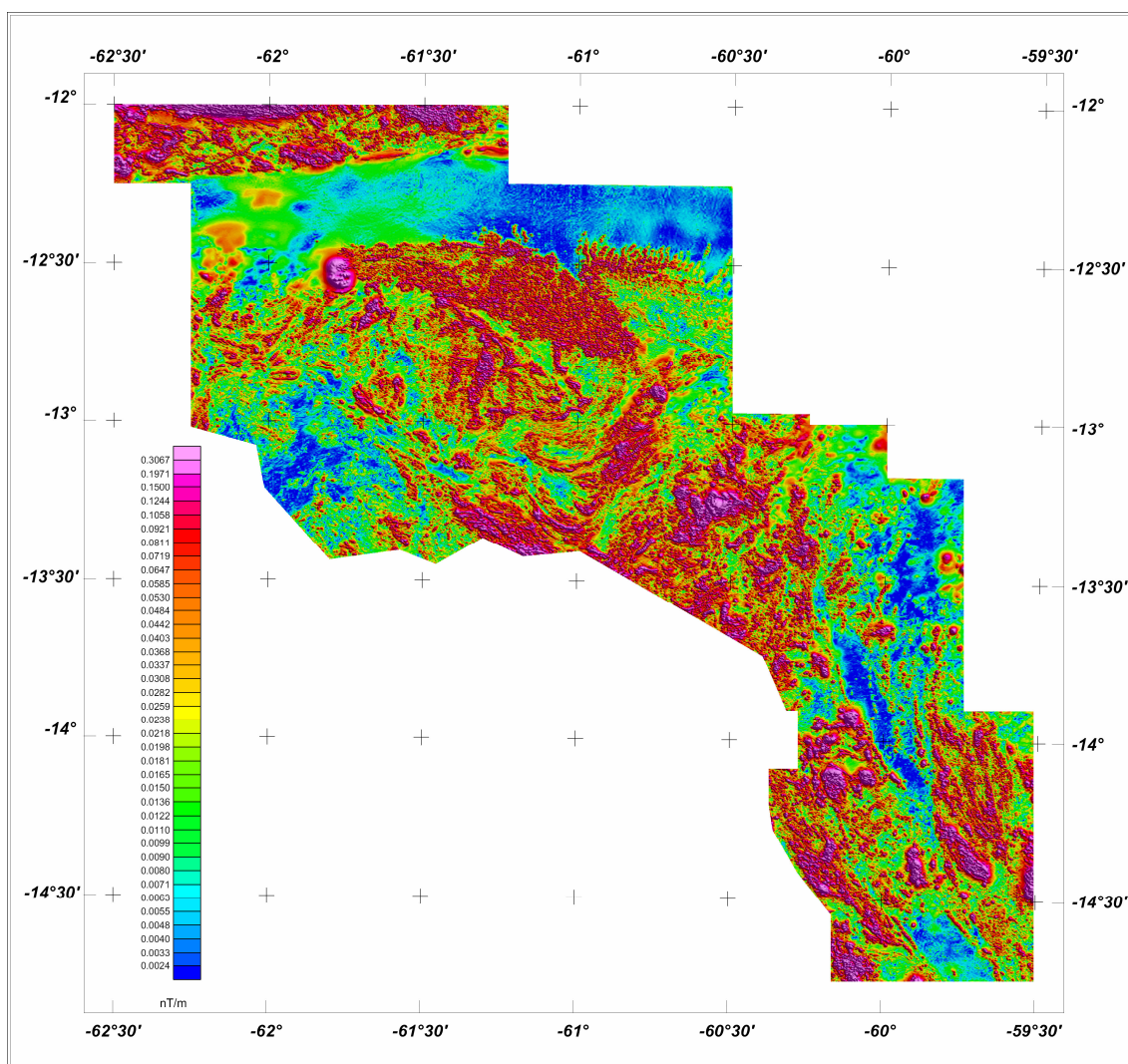


Figura 15 – Mapa do Sinal Analítico do Campo Magnético Total (reduzido do IGRF)
(Azimute da Fonte Luminosa: 45°; Inclinação: 45°)

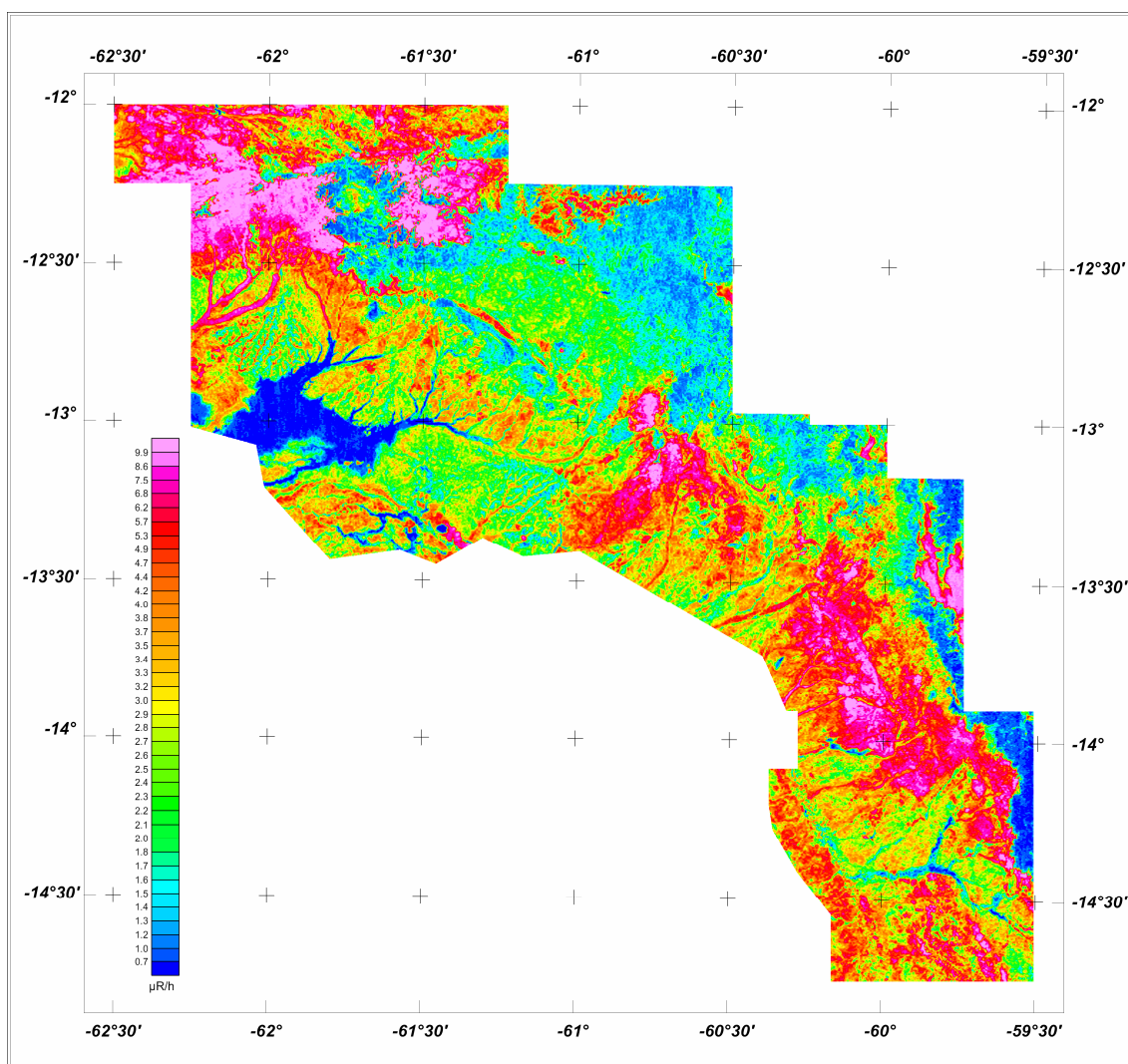


Figura 16 – Mapa Radiométrico da Taxa de Exposição do Canal de Contagem Total

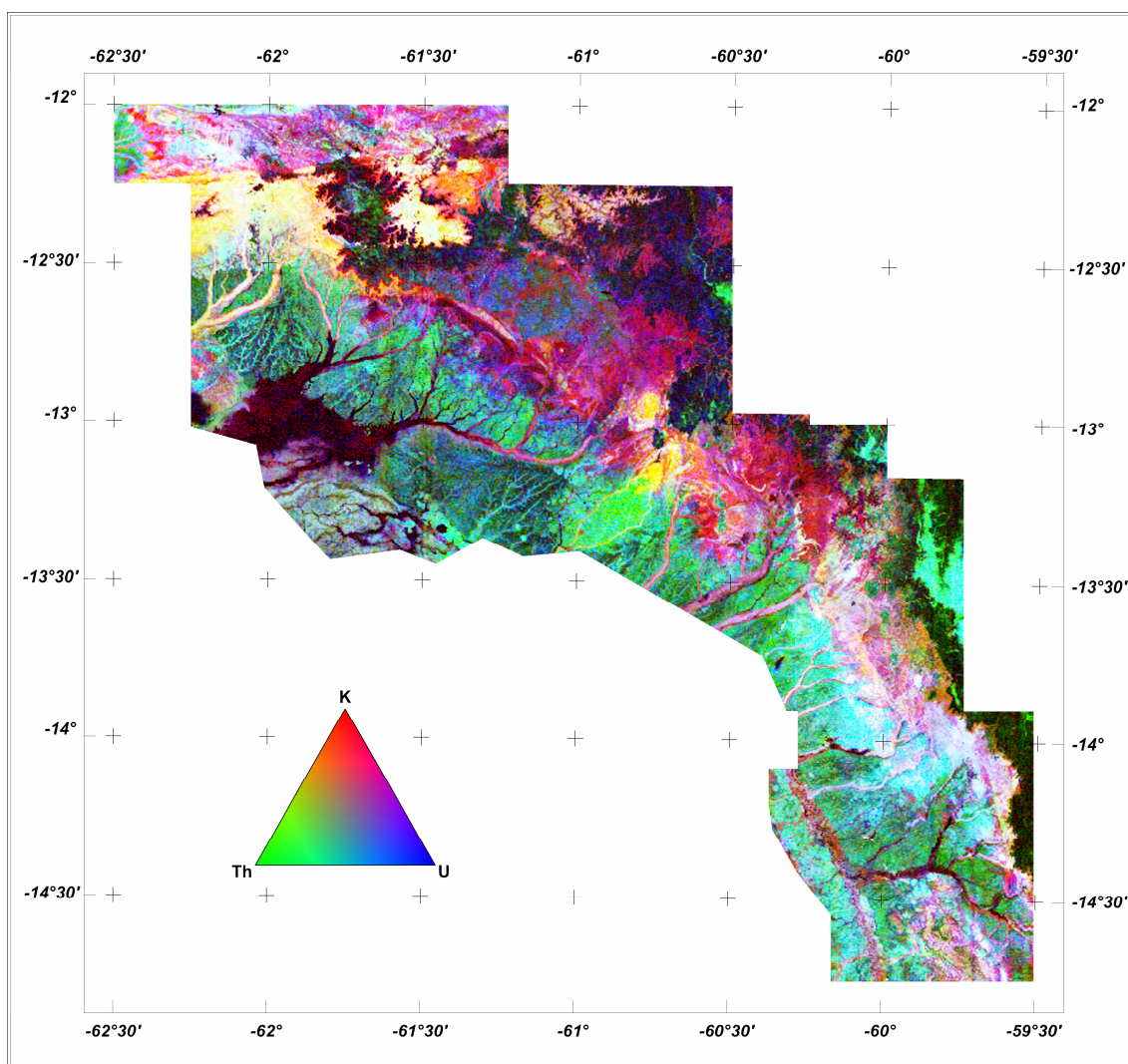


Figura 17 – Mapa Radiométrico Ternário (K-U-Th)

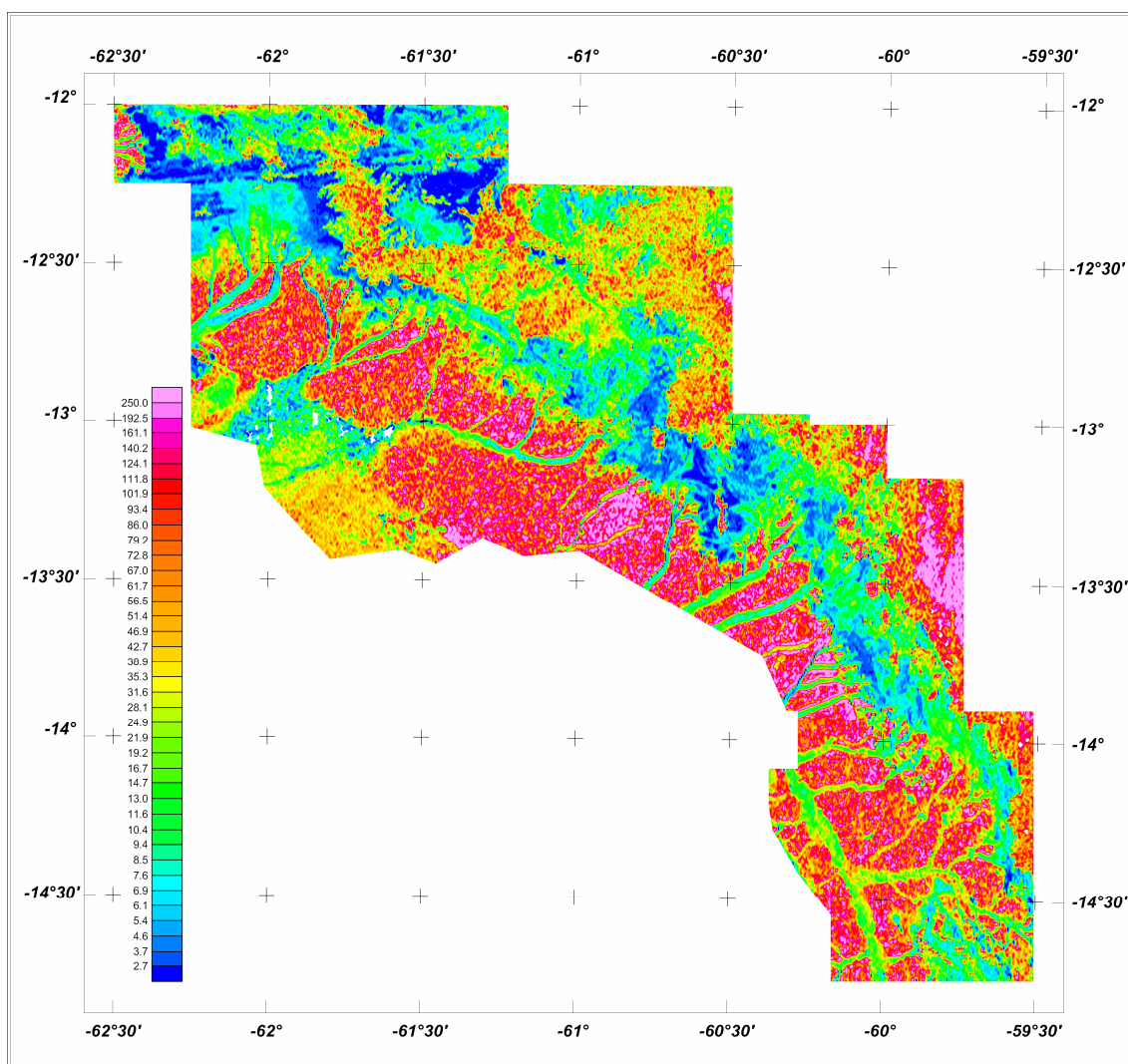


Figura 18 – Mapa Radiométrico da Razão Tório / Potássio

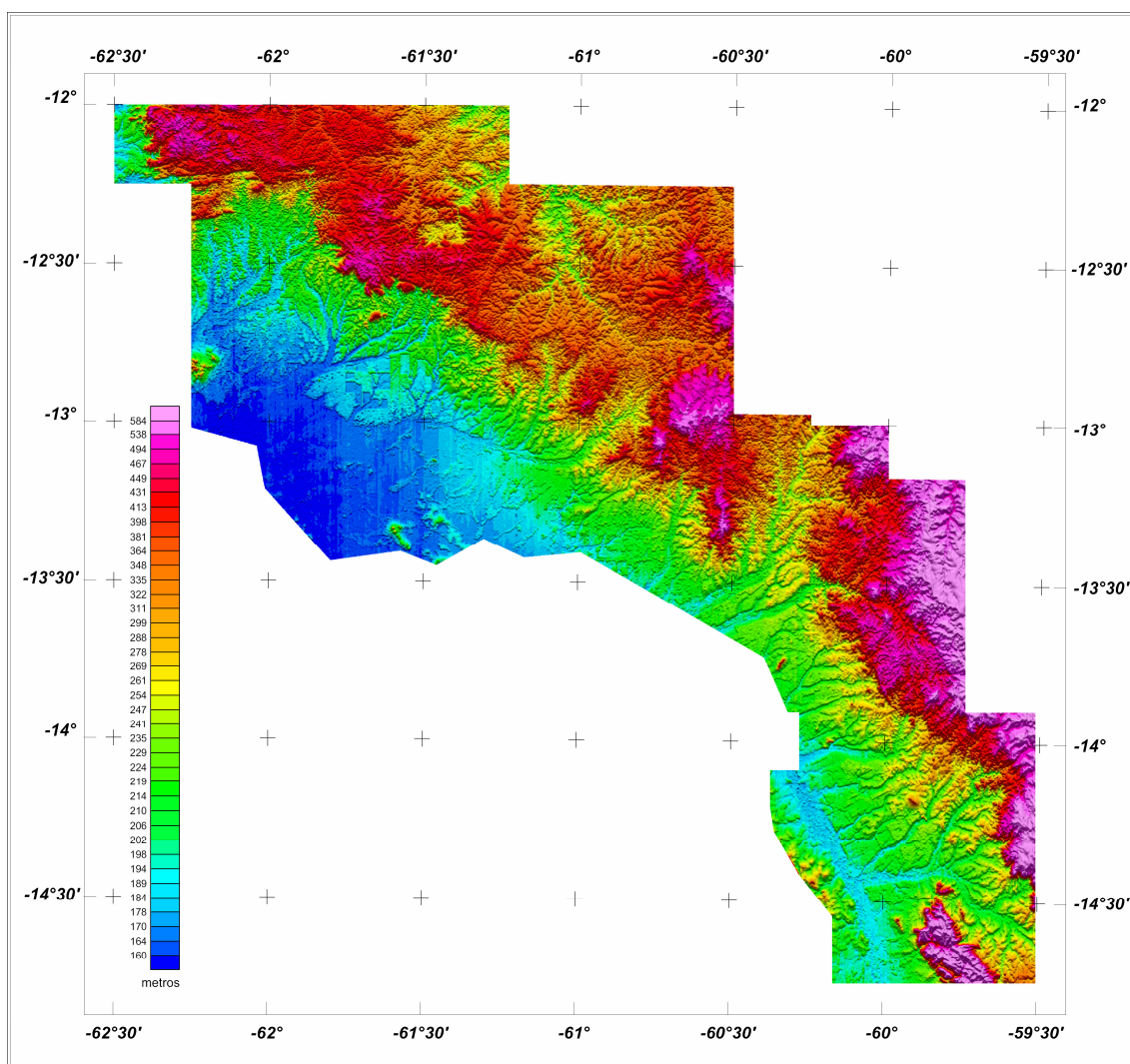


Figura 19 – Mapa Pseudo-Iluminado do Modelo Digital do Terreno
(Azimute da Fonte Luminosa: 0°; Inclinação: 45°)

6. PARTICIPAÇÃO DA CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL

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

Edmílson de Souza Rosa	Geólogo	SUREG-RE
João Batista Freitas de Andrade	Geólogo	DIGEOF/RJ
Ludwig Zellner	Assistente Especializado	DIGEOF/RJ

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

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CPRM - 1999** - Relatório sobre os serviços de geodésia e topografia para locação da linha de calibração dinâmica. Divisão de Cartografia - DICART. Rio de Janeiro, Brasil.
- Ford, K. L. & Santaguida, F. – 1997** – Gamma ray spectrometry as an indicator of potassic alteration zones associated with VHMS mineralization. In Proceedings of Exploration 97: Fourth Decennial International Conference on Mineral Exploration. Toronto, Canada.
- Geosoft - 2005** – Montaj Geophysics Levelling System: Tutorial and User Guide. www.geosoft.com. Toronto, Canada.
- Grasty, R. L. & Minty, B. R. S. - 1995** - A guide to the technical specifications for airborne gamma-ray surveys. AGSO, Australia.
- Grasty, R. L. & Hovgaard, J. - 1996** - The calibration of upward looking detectors in gamma ray surveys. SEG, 66 Annual Meeting Expanded Abstracts, L.A., USA.
- IAEA. - 1991** - Airborne gamma ray spectrometer surveying. International Atomic Energy Agency. Technical Reports Series No. 323. Vienna, Austria.
- IAEA. - 2003** – Guidelines for radioelement mapping using gamma ray spectrometry data. International Atomic Energy Agency. TECDOC-1363. Vienna, Austria.
- Reeves, C. V., Redford, S. W. & Milligan, P. R. - 1997** - Airborne geophysics: old methods, new images. In Proceedings of Exploration 97: Fourth Decennial International Conference on Mineral Exploration. Toronto, Canada. p. 13-30.

ANEXO I - RESUMO DO PROCESSO DE CALIBRAÇÃO DO GAMAESPECTRÔMETRO

ANEXO I-a

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

PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO
PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL (PGB)

PROJETO AEROGEOFÍSICO SUDESTE DE RONDÔNIA

CPRM CONTRATO Nº 066/PR/05

ANEXO I-a.1

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

AERONAVE PIPER PA31 - NAVAJO

PR-PRS

RIO DE JANEIRO-RJ
16 DE SETEMBRO DE 2005

Resolução do Sistema

DATE: 16/09/2005

Local:JPA

GR820 SPECTROMETER CALIBRATION							
Crystal	Peak	FWHM	Gain	Crystal	Peak	FWHM	Gain
A1	217,9	5,1	131	D1	54,4	10,3	110
A2	218,1	5,0	116	D2	55,6	10,5	125
A3	218,1	4,8	131				
A4	218,0	5,3	125				
B1	218,0	5,2	114				
B2	217,9	5,1	138				
B3	217,7	4,9	120				
B4	218,1	4,8	125				
C1	217,9	5,0	115				
C2	218,1	5,1	127				
DOWN	217,9	5,0		UP	55,0	10,3	

	GR-820	BOX A	BOX B	BOX C
S/N	8301	2530	2541	2507

Obs: Não há foto da resolução pois esse procedimento foi adotado posteriormente ao teste realizado.

PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO
PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL (PGB)

PROJETO AEROGEOFÍSICO SUDESTE DE RONDÔNIA

CPRM CONTRATO Nº 066/PR/05

ANEXO I-a.2

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

AERONAVE CESSNA 404 - TITAN

PT-FZN

RIO DE JANEIRO-RJ
16 DE DEZEMBRO DE 2004

Flight Log – Magnetometria e Espectrometria

Vôo _____ PAD _____ Projeto _____ Data __16/12/2004_____
 Base __RJ____ Cliente __CPRM____ Área _____
 Avião __PT-FZN____ Piloto _____ Operador __ALMIR, JORGE__

	GR-820	CRISTAL A	CRISTAL B	CRISTAL D	RO I	ELEMENT	CHANNE L	STAB.		
S/N	8208	2606	2625	2525	1	TOTAL COUNT	34-233	---		
CAL					2	POTASSIO	115-131	122		
ADC	131				3	URANIO	139-155	147		
					4	THORIO	202-233	218		
					8	URANIO UP	139-155	---		

CRISTAL A			CRISTAL B			CRISTAL D		
	FWHM	GAIN		FWHM	GAIN		FWHM	GAIN
A1	5.5	106	B1	5.5	63	D1 UP	9.3	124
A2	6.4	114	B2	5.2	104	D2 UP	9.4	115
A3	5.9	117	B3	5.1	107	D3	4.8	85
A4	4.9	106	B4	4.8	110	D4	4.8	108

	DOWN	UP
TOTAL	217.9	55.0
FWHM	5.1	9.6

REFERÊNCIA Th < 7%	REFERÊNCIA Cs < 12%
CRISTAIS A e B	CRISTAIS D1 e D2
CRISTAIS D3 e D4	

TESTE DE AMOSTRAS			I N I C I A L		
LINE	AMOSTRA	FID. INICIAL	HORA INICIAL	FID FINAL	HORA FINAL
11000	TH		12:26		12:28
11100	U		12:29		12:31
11200	BG		12:32		12:34
	TH SOURCE	294.411	U SOURCE	150.347	

TESTE DE AMOSTRAS			F I N A L		
LINE	AMOSTRA	FID. INICIAL	HORA INICIAL	FID FINAL	HORA FINAL
11000	TH		16:37		16:39
11100	U		16:40		16:42
11200	BG		16:34		16:36
	TH SOURCE	286.311	U SOURCE	170.347	

Obs: Não há foto da resolução pois esse procedimento foi adotado posteriormente ao teste realizado

PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO
PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL (PGB)

PROJETO AEROGEOFÍSICO SUDESTE DE RONDÔNIA

CPRM CONTRATO Nº 066/PR/05

ANEXO I-a.3

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

AERONAVE CESSNA 404 - TITAN

PT-FZN

RIO DE JANEIRO-RJ
17 DE MARÇO DE 2006

Flight Log – Magnetometry & Spectrometry

Flight__PADS Job__TESTE__ Date 17/03/2006
 Base__RJ Client_CPRM____ Area _PE-PI____
 Aircraft _PT-FZN_ Pilot_____ Operator _MARCELO_

	GR-820	BOX A	BOX B	BOX C	ROI	ELEMENT	CHANNEL	STAB
S/N	8262	2606	2625	2525	1	TOTAL COUNT	34-233	---
CAL					2	POTASSIUM	115-131	122
ADC	129				3	URANIUM	139-155	147
					4	THORIUM	202-233	218
					8	URANIUM UP	139-155	---

AMPLIFIER A			AMPLIFIER B			AMPLIFIER C		
XTAL	FWHM	GAIN	XTAL	FWHM	GAIN	XTAL	FWHM	GAIN
A1	5.1	137	B1	5.5	134	D1 UP	10.1	175
A2	5.9	138	B2	5.3	155	D2 UP	9.9	134
A3	5.7	140	B3	4.7	143	D3	4.8	157
A4	5.4	147	B4	4.7	143	D4	4.8	134

TOTAL	DOWN	UP
CANAL	218.0	55.1
FWHM	5.2	10.4

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

Spec 00010.msd

SAMPLE TEST			I N I T I A L		
LINE	SAMPLE	FID INITIAL	TIME INITIAL	FID FINAL	TIME FINAL
11	TH	405	12:02	585	12:05
12	U	711	12:07	891	12:10
13	BG	1020	12:12	1200	12:15

Spec 00010.msd

SAMPLE TEST			F I N A L		
LINE	SAMPLE	FID INITIAL	TIME INITIAL	FID FINAL	TIME FINAL
21	TH	5740	16:37	5920	16:40
22	U	6017	16:42	6197	16:45
23	BG	6284	16:46	6494	16:49

peak fwhm gain				peak fwhm gain			
A1	218.2	5.1	137	C1			
A2	218.3	5.9	138	C2			
A3	217.8	5.7	140	C3			
A4	217.9	5.4	147	C4			
B1	217.7	5.5	134	D1	55.0	10.1	175
B2	217.8	5.3	155	D2	55.1	9.9	134
B3	218.0	4.7	143	D3	218.5	4.8	157
B4	218.2	4.7	143<	D4	217.9	4.8	134
DN	218.0	5.2		UP	55.1	10.4	


EXPLORANIUM
17/03/2006

Foto tirada no dia 17/03/2006 no hangar em Jacarepaguá mostrando a resolução dos cristais do sistema Exploranium GR820 da aeronave PT-FZN.

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

ANEXO I-b

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

PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO
PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL (PGB)

PROJETO AEROGEOFÍSICO SUDESTE DE RONDÔNIA

CPRM CONTRATO Nº 066/PR/05

ANEXO I-b.1

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

AERONAVE PIPER PA31 - NAVAJO

PR-PRS

RIO DE JANEIRO-RJ
16 DE SETEMBRO DE 2005

Relatório Final da Calibração de determinação das constantes de efeito Compton (PADs).
AERONAVE PR-PRS, 16/09/2005.

Planilha contendo o resumo das contagens de cada elemento. Aeronave Piper Navajo PA31-350 – PT-PRS Obs.: Os valores abaixo foram corrigidos do <i>live time</i>					
Pacote de Cristais #1 (1,024 pol ³)			ELEMENTOS (cps)		
Num, Linha	Tanque	Tempo (s)	K (média)	U (média)	Th (média)
BG1	<i>Background</i>	600	244,638	61,081	114,958
TH1	Tório	600	275,173	91,238	217,237
U1	Urânio	600	287,188	121,965	117,747
K1	Potássio	600	333,795	62,963	114.568
Pacote de Cristais #2 (1,024 pol ³)			ELEMENTOS (cps)		
Num, Linha	Tanque	Tempo (s)	K (média)	U (média)	Th (média)
BG2	<i>Background</i>	600	308,945	54,385	97,490
TH2	Tório	600	387,147	113,025	302,983
U2	Urânio	600	415,992	197,703	106,213
K2	Potássio	600	551,187	53,107	94,608
Pacote de Cristais #3 (512 pol ³)			ELEMENTOS (cps)		
Num, Linha	Tanque	Tempo (s)	K (média)	U (média)	Th (média)
BG3	<i>Background</i>	600	204,083	49,171	90,408
TH3	Tório	600	229,868	61,315	149,872
U3	Urânio	600	230,465	84,305	92,977
K3	Potássio	600	269,970	44.315	89,853
Pacote de Cristais #1 (1,024 pol ³)			ELEMENTOS (Acumulado)		
Tanque		Tempo (s)	K	U	Th
<i>Background</i>		600	146783	36649	68975
Tório		600	165104	54743	130342
Urânio		600	172313	73179	70648
Potássio		600	200277	37778	68741

Pacote de Cristais #2 (1,024 pol ³)		ELEMENTOS (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th
<i>Background</i>	600	185367	32631	58494
Tório	600	232288	67815	181790
Urânio	600	249595	118622	63728
Potássio	600	330712	31864	56765
Pacote de Cristais #3 (512 pol ³)		ELEMENTOS (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th
<i>Background</i>	600	122450	26503	54245
Tório	600	137921	36789	89923
Urânio	600	138279	50583	55786
Potássio	600	161982	26589	53912
Pacotes de Cristais #1, #2 e #3 (2,560 pol ³)		ELEMENTOS (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th
<i>Background</i>	600	454600	95783	181714
Tório	600	535313	159347	402055
Urânio	600	560187	242384	190162
Potássio	600	692971	96231	179418

Detalhamento do arquivo STANDARD.DAT (referente aos PADS de Jacarepaguá).

Concentrations of Transportable Pads

4
B Pad
1.41 .01
0.97 .03
2.26 .10
K Pad
8.71 .09
0.32 .02
0.74 .10
U Pad
1.34 .02
52.9 1.0
3.40 .14
T Pad
1.34 .02
2.96 .06
136.0 2.1
1.17
1.17
1.19

Detalhamento dos arquivos de entrada e saída do PADWIN.EXE:

CAIXA A: ENTRADA.

Prospectors PR-PRS Caixa A - 16/09/2005

4
10
146783
36649
68975
10
200277
37778
68741
10
172313
73179
70648
10
165104
54743
130342

CAIXA A: SAÍDA.

"" 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

Prospectors PR-PRS Caixa A - 16/09/2005

WINDOW COUNTS:

	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS
B Pad	10.0	146783.	36649.	68975.
K Pad	10.0	200277.	37778.	68741.
U Pad	10.0	172313.	73179.	70648.
T Pad	10.0	165104.	54743.	130342.

1

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

7.400E+02 (1.229E+01)	4.987E+01 (1.488E+00)	1.334E+01 (4.796E-01)
2.431E+01 (3.820E+00)	7.010E+01 (1.495E+00)	1.250E+01 (3.005E-01)
6.541E+00 (5.226E+00)	2.224E+00 (7.376E-01)	4.586E+01 (7.933E-01)

INVERSE A-MATRIX:

1.385E-03 (2.355E-05)	-9.807E-04 (2.513E-05)	-1.357E-04 (1.263E-05)
-4.489E-04 (8.043E-05)	1.471E-02 (3.104E-04)	-3.878E-03 (1.096E-04)
-1.757E-04 (1.551E-04)	-5.733E-04 (2.050E-04)	2.201E-02 (3.761E-04)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 7.400E+02 (1.229E+01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 7.010E+01 (1.495E+00) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 4.586E+01 (7.933E-01) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 8.658E+02 (1.438E+01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 8.202E+01 (1.749E+00) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 5.457E+01 (9.441E-01) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): .2726 (.0053)

TH INTO K (BETA = A13/A33): .2910 (.0096)

U INTO K (GAMMA = A12/A22): .7113 (.0174)

U INTO TH (A = A32/A22): .0317 (.0105)

K INTO TH (B = A31/A11): .0088 (.0071)

K INTO U (G = A21/A11): .0329 (.0052)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 1.356E+04 (5.064E+01) COUNTS/M

U WINDOW : 3.534E+03 (2.415E+01) COUNTS/M

TH WINDOW : 6.782E+03 (3.333E+01) COUNTS/M

NUMBERS IN PARENTHESES ARE ESTIMATED STANDARD DEVIATIONS

CAIXA B: ENTRADA.

Prospectors PR-PRS Caixa B - 16/09/2005

4
10
185367
32631
58494
10
330712
31864
56765
10
249595
118622
63728
10
232288
67815
181790

CAIXA B: SAÍDA.

"" 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

Prospectors PR-PRS Caixa B - 16/09/2005

WINDOW COUNTS:

	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS
B Pad	10.0	185367.	32631.	58494.
K Pad	10.0	330712.	31864.	56765.
U Pad	10.0	249595.	118622.	63728.
T Pad	10.0	232288.	67815.	181790.

1

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

2.009E+03 (2.686E+01) 1.256E+02 (2.871E+00) 3.427E+01 (7.972E-01)
 9.159E+00 (3.661E+00) 1.651E+02 (3.270E+00) 2.386E+01 (4.528E-01)
 -3.797E+00 (5.051E+00) 8.053E+00 (7.566E-01) 9.207E+01 (1.493E+00)

INVERSE A-MATRIX:

4.992E-04 (6.704E-06) -3.756E-04 (6.469E-06) -8.847E-05 (3.287E-06)
 -3.107E-05 (1.169E-05) 6.159E-03 (1.213E-04) -1.584E-03 (3.806E-05)
 2.331E-05 (2.764E-05) -5.541E-04 (4.492E-05) 1.100E-02 (1.779E-04)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 2.009E+03 (2.686E+01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 1.651E+02 (3.270E+00) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 9.207E+01 (1.493E+00) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 2.351E+03 (3.142E+01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 1.931E+02 (3.826E+00) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 1.096E+02 (1.777E+00) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): .2591 (.0029)

TH INTO K (BETA = A13/A33): .3722 (.0065)

U INTO K (GAMMA = A12/A22): .7611 (.0099)

U INTO TH (A = A32/A22): .0488 (.0045)

K INTO TH (B = A31/A11): -.0019 (.0025)

K INTO U (G = A21/A11): .0046 (.0018)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 1.550E+04 (6.951E+01) COUNTS/M

U WINDOW : 3.036E+03 (2.382E+01) COUNTS/M

TH WINDOW : 5.639E+03 (3.251E+01) COUNTS/M

NUMBERS IN PARENTHESES ARE ESTIMATED STANDARD DEVIATIONS

CAIXA C: ENTRADA.

Prospectors PR-PRS Caixa C - 16/09/2005

4
10
122450
26503
54245
10
161982
26589
53912
10
138279
50583
55786
10
137921
36789
89923

CAIXA C: SAÍDA.

"" 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

Prospectors PR-PRS Caixa C - 16/09/2005

WINDOW COUNTS:

	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS
B Pad	10.0	122450.	26503.	54245.
K Pad	10.0	161982.	26589.	53912.
U Pad	10.0	138279.	50583.	55786.
T Pad	10.0	137921.	36789.	89923.

1

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

5.467E+02 (1.003E+01) 3.097E+01 (1.176E+00) 1.139E+01 (4.273E-01)
 6.753E+00 (3.208E+00) 4.623E+01 (1.040E+00) 7.007E+00 (2.179E-01)
 1.198E+00 (4.590E+00) 2.384E+00 (6.472E-01) 2.664E+01 (5.045E-01)

INVERSE A-MATRIX:

1.845E-03 (3.477E-05) -1.212E-03 (4.160E-05) -4.704E-04 (2.581E-05)
 -2.605E-04 (1.377E-04) 2.210E-02 (4.904E-04) -5.701E-03 (1.950E-04)
 -5.967E-05 (3.190E-04) -1.923E-03 (4.683E-04) 3.807E-02 (6.981E-04)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 5.467E+02 (1.003E+01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 4.623E+01 (1.040E+00) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 2.664E+01 (5.045E-01) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 6.396E+02 (1.174E+01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 5.408E+01 (1.216E+00) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 3.170E+01 (6.004E-01) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): .2630 (.0076)

TH INTO K (BETA = A13/A33): .4276 (.0152)

U INTO K (GAMMA = A12/A22): .6699 (.0232)

U INTO TH (A = A32/A22): .0516 (.0140)

K INTO TH (B = A31/A11): .0022 (.0084)

K INTO U (G = A21/A11): .0124 (.0059)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 1.142E+04 (4.542E+01) COUNTS/M

U WINDOW : 2.580E+03 (2.044E+01) COUNTS/M

TH WINDOW : 5.360E+03 (2.928E+01) COUNTS/M

NUMBERS IN PARENTHESES ARE ESTIMATED STANDARD DEVIATIONS

SOMA CAIXAS: ENTRADA.

Prospectors PR-PRS Caixas A+B+C - 16/09/2005

4
10
454600
95783
181714
10
692971
96231
179418
10
560187
242384
190162
10
535313
159347
402055

SOMA CAIXAS: SAÍDA.

"" 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

Prospectors PR-PRS Caixas A+B+C - 16/09/2005

WINDOW COUNTS:

	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS
B Pad	10.0	454600.	95783.	181714.
K Pad	10.0	692971.	96231.	179418.
U Pad	10.0	560187.	242384.	190162.
T Pad	10.0	535313.	159347.	402055.

1

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

3.296E+03 (4.354E+01)	2.065E+02 (4.655E+00)	5.900E+01 (1.310E+00)
4.022E+01 (6.334E+00)	2.814E+02 (5.540E+00)	4.336E+01 (7.944E-01)
3.941E+00 (8.951E+00)	1.266E+01 (1.320E+00)	1.646E+02 (2.649E+00)

INVERSE A-MATRIX:

3.062E-04 (4.063E-06)	-2.223E-04 (3.702E-06)	-5.119E-05 (1.773E-06)
-4.314E-05 (7.257E-06)	3.628E-03 (7.099E-05)	-9.404E-04 (2.186E-05)
-4.013E-06 (1.666E-05)	-2.738E-04 (2.570E-05)	6.150E-03 (9.877E-05)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 3.296E+03 (4.354E+01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 2.814E+02 (5.540E+00) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 1.646E+02 (2.649E+00) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 3.856E+03 (5.094E+01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 3.292E+02 (6.482E+00) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 1.958E+02 (3.153E+00) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): .2635 (.0026)

TH INTO K (BETA = A13/A33): .3585 (.0058)

U INTO K (GAMMA = A12/A22): .7337 (.0090)

U INTO TH (A = A32/A22): .0450 (.0046)

K INTO TH (B = A31/A11): .0012 (.0027)

K INTO U (G = A21/A11): .0122 (.0019)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 4.048E+04 (1.107E+02) COUNTS/M

U WINDOW : 9.151E+03 (4.085E+01) COUNTS/M

TH WINDOW : 1.778E+04 (5.741E+01) COUNTS/M

NUMBERS IN PARENTHESES ARE ESTIMATED STANDARD DEVIATIONS

PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO
PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL (PGB)

PROJETO AEROGEOFÍSICO SUDESTE DE RONDÔNIA

CPRM CONTRATO Nº 066/PR/05

ANEXO I-b.2

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

AERONAVE CESSNA 404 - TITAN

PT-FZN

RIO DE JANEIRO-RJ
30 DE DEZEMBRO DE 2004

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

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

Pacote de Cristais #1 (1,024 pol ³)			ELEMENTOS (cps)		
Num, Linha	Tanque	Tempo (s)	K (média)	U (média)	Th (média)
BG1	<i>Background</i>	600	372,054	87,390	165,156
TH1	Tório	600	435,959	132,139	318,113
U1	Urânio	600	452,031	194,822	173,438
K1	Potássio	600	542,497	86,840	163,992
Pacote de Cristais #2 (1,024 pol ³)			ELEMENTOS (cps)		
Num, Linha	Tanque	Tempo (s)	K (média)	U (média)	Th (média)
BG2	<i>Background</i>	600	425,233	96,892	187.754
TH2	Tório	600	506,220	153,793	384.687
U2	Urânio	600	528,427	235,965	197.320
K2	Potássio	600	657,350	98,553	189.848
Pacote de Cristais #3 (512 pol ³)			ELEMENTOS (cps)		
Num, Linha	Tanque	Tempo (s)	K (média)	U (média)	Th (média)
BG3	<i>Background</i>	600	254,575	58,317	108.268
TH3	Tório	600	309,857	92,535	219.070
U3	Urânio	600	319,261	137,906	118.680
K3	Potássio	600	388,263	60,178	111.307
Pacote de Cristais #1 (1,024 pol ³)			ELEMENTOS (Acumulado)		
Tanque		Tempo (s)	K	U	Th
<i>Background</i>		600	223232	52434	99093
Tório		600	261575	79283	190868
Urânio		600	271219	116893	104063
Potássio		600	325498	52104	98395

Pacote de Cristais #2 (1,024 pol ³)		ELEMENTOS (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th
<i>Background</i>	600	255140	58135	112652
Tório	600	303732	92276	230812
Urânio	600	317056	141579	118392
Potássio	600	394410	59132	113909
Pacote de Cristais #3 (512 pol ³)		ELEMENTOS (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th
<i>Background</i>	600	152745	34990	64961
Tório	600	185914	55521	131442
Urânio	600	191557	82744	71208
Potássio	600	232958	36107	66784
Pacotes de Cristais #1, #2 e #3 (2,560 pol ³)		ELEMENTOS (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th
<i>Background</i>	600	210372	48520	92235
Tório	600	250407	75693	184374
Urânio	600	259944	113739	97888
Potássio	600	317622	49114	93029

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

Rio de Janeiro, 16/12/2004 - Caixa 1 - PT-FZN

4

600

223232

52434

99093

600

325498

52104

98395

600

271219

116893

104063

600

261575

79283

190868

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

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

PROGRAM PADWIN

Concentrations of Transportable Pads

NUMBER OF PADS = 4

PAD CONCENTRATIONS:

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

GEOMETRIC CORRECTION FACTORS:

POTASSIUM	URANIUM	THORIUM
1.17	1.17	1.19

Rio de Janeiro, 16/12/2004 - Caixa 1 - PT-FZN

WINDOW COUNTS:

	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS
B Pad	600.0	223232.	52434.	99093.
K Pad	600.0	325498.	52104.	98395.
U Pad	600.0	271219.	116893.	104063.
T Pad	600.0	261575.	79283.	190868.

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

2.358E+01 (3.391E-01)	1.562E+00 (3.901E-02)	4.669E-01 (1.198E-02)
1.716E-01 (7.578E-02)	2.062E+00 (4.190E-02)	3.040E-01 (6.655E-03)
9.035E-02 (1.052E-01)	1.346E-01 (1.520E-02)	1.142E+00 (1.915E-02)

INVERSE A-MATRIX:

4.267E-02 (6.224E-04)	-3.172E-02 (6.352E-04)	-9.003E-03 (3.599E-04)
-3.106E-03 (1.683E-03)	4.958E-01 (9.994E-03)	-1.307E-01 (3.431E-03)
-3.010E-03 (3.973E-03)	-5.592E-02 (5.775E-03)	8.920E-01 (1.482E-02)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 2.358E+01 (3.391E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 2.062E+00 (4.190E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 1.142E+00 (1.915E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 2.759E+01 (3.968E-01) COUNTS/ M PER PCT K
U SENSITIVITY (A22) = 2.413E+00 (4.902E-02) COUNTS/ M PER PPM EU
TH SENSITIVITY (A33) = 1.359E+00 (2.278E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): .2663 (.0043)
TH INTO K (BETA = A13/A33): .4090 (.0086)
U INTO K (GAMMA = A12/A22): .7572 (.0130)
U INTO TH (A = A32/A22): .0652 (.0073)
K INTO TH (B = A31/A11): .0038 (.0045)
K INTO U (G = A21/A11): .0073 (.0032)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 3.362E+02 (1.113E+00) COUNTS/M
U WINDOW : 8.446E+01 (4.861E-01) COUNTS/M
TH WINDOW : 1.623E+02 (6.718E-01) COUNTS/M

NUMBERS IN PARENTHESES ARE ESTIMATED STANDARD DEVIATIONS

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

Rio de Janeiro, 16/12/2004 - Caixa 2 - PT-FZN

4

600

255140

58135

112652

600

394410

59132

113909

600

317056

141579

118392

600

303732

92276

230812

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

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

PROGRAM PADWIN

Concentrations of Transportable Pads

NUMBER OF PADS = 4

PAD CONCENTRATIONS:

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

GEOMETRIC CORRECTION FACTORS:

POTASSIUM	URANIUM	THORIUM
1.17	1.17	1.19

Rio de Janeiro, 16/12/2004 - Caixa 2 - PT-FZN

WINDOW COUNTS:

	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS
B Pad	600.0	255140.	58135.	112652.
K Pad	600.0	394410.	59132.	113909.
U Pad	600.0	317056.	141579.	118392.
T Pad	600.0	303732.	92276.	230812.

1

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

3.210E+01 (4.399E-01)	2.017E+00 (4.794E-02)	5.923E-01 (1.419E-02)
5.458E-01 (8.102E-02)	2.670E+00 (5.345E-02)	3.860E-01 (7.881E-03)
6.068E-01 (1.140E-01)	1.528E-01 (1.647E-02)	1.471E+00 (2.423E-02)

INVERSE A-MATRIX:

3.168E-02 (4.379E-04)	-2.356E-02 (4.346E-04)	-6.576E-03 (2.376E-04)
-4.655E-03 (1.013E-03)	3.837E-01 (7.628E-03)	-9.883E-02 (2.485E-03)
-1.259E-02 (2.445E-03)	-3.013E-02 (3.765E-03)	6.930E-01 (1.135E-02)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 3.210E+01 (4.399E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 2.670E+00 (5.345E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 1.471E+00 (2.423E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 3.756E+01 (5.146E-01) COUNTS/ M PER PCT K
U SENSITIVITY (A22) = 3.124E+00 (6.253E-02) COUNTS/ M PER PPM EU
TH SENSITIVITY (A33) = 1.750E+00 (2.884E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): .2625 (.0036)
TH INTO K (BETA = A13/A33): .4028 (.0075)
U INTO K (GAMMA = A12/A22): .7555 (.0112)
U INTO TH (A = A32/A22): .0572 (.0061)
K INTO TH (B = A31/A11): .0189 (.0035)
K INTO U (G = A21/A11): .0170 (.0025)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 3.767E+02 (1.266E+00) COUNTS/M
U WINDOW : 9.266E+01 (5.171E-01) COUNTS/M
TH WINDOW : 1.834E+02 (7.247E-01) COUNTS/M

NUMBERS IN PARENTHESES ARE ESTIMATED STANDARD DEVIATIONS

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

Rio de Janeiro, 16/12/2004 - Caixa 3 - PT-FZN

4

600

152745

34990

64961

600

232958

36107

66784

600

191557

82744

71208

600

185914

55521

131442

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

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

PROGRAM PADWIN

Concentrations of Transportable Pads

NUMBER OF PADS = 4

PAD CONCENTRATIONS:

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

GEOMETRIC CORRECTION FACTORS:

POTASSIUM	URANIUM	THORIUM
1.17	1.17	1.19

Rio de Janeiro, 16/12/2004 - Caixa 3 - PT-FZN

WINDOW COUNTS:

	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS
B Pad	600.0	152745.	34990.	64961.
K Pad	600.0	232958.	36107.	66784.
U Pad	600.0	191557.	82744.	71208.
T Pad	600.0	185914.	55521.	131442.

1

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

1.851E+01 (2.709E-01)	1.262E+00 (3.182E-02)	4.043E-01 (1.009E-02)
4.397E-01 (6.254E-02)	1.528E+00 (3.146E-02)	2.333E-01 (5.293E-03)
6.045E-01 (8.578E-02)	1.832E-01 (1.268E-02)	8.261E-01 (1.410E-02)

INVERSE A-MATRIX:

5.555E-02 (8.281E-04)	-4.410E-02 (9.309E-04)	-1.473E-02 (5.593E-04)
-1.012E-02 (2.447E-03)	6.854E-01 (1.405E-02)	-1.887E-01 (5.180E-03)
-3.841E-02 (5.839E-03)	-1.197E-01 (9.317E-03)	1.263E+00 (2.138E-02)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 1.851E+01 (2.709E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 1.528E+00 (3.146E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 8.261E-01 (1.410E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 2.166E+01 (3.169E-01) COUNTS/ M PER PCT K
U SENSITIVITY (A22) = 1.788E+00 (3.681E-02) COUNTS/ M PER PPM EU
TH SENSITIVITY (A33) = 9.830E-01 (1.678E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): .2825 (.0050)
TH INTO K (BETA = A13/A33): .4894 (.0100)
U INTO K (GAMMA = A12/A22): .8257 (.0146)
U INTO TH (A = A32/A22): .1199 (.0080)
K INTO TH (B = A31/A11): .0327 (.0046)
K INTO U (G = A21/A11): .0238 (.0034)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 2.263E+02 (9.118E-01) COUNTS/M
U WINDOW : 5.569E+01 (3.960E-01) COUNTS/M
TH WINDOW : 1.054E+02 (5.416E-01) COUNTS/M

NUMBERS IN PARENTHESES ARE ESTIMATED STANDARD DEVIATIONS

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

Rio de Janeiro, 16/12/2004 - Caixa 1+2+3 - PT-FZN

4

600

210372

48520

92235

600

317622

49114

93029

600

259944

113739

97888

600

250407

75693

184374

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 1, 2 e 3:

```

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

Concentrations of Transportable Pads

NUMBER OF PADS = 4

PAD CONCENTRATIONS:

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

GEOMETRIC CORRECTION FACTORS:

    POTASSIUM    URANIUM    THORIUM
        1.17        1.17        1.19

Rio de Janeiro, 16/12/2004 - Caixa 1+2+3 - PT-FZN

WINDOW COUNTS:

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

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

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

INVERSE A-MATRIX:

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

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

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

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

```

K SENSITIVITY (A11) = 2.894E+01 (4.094E-01) COUNTS/ M PER PCT K
U SENSITIVITY (A22) = 2.442E+00 (4.945E-02) COUNTS/ M PER PPM EU
TH SENSITIVITY (A33) = 1.364E+00 (2.280E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): **0.2685 (.0042)**
TH INTO K (BETA = A13/A33): **0.4257 (.0085)**
U INTO K (GAMMA = A12/A22): **0.7732 (.0127)**
U INTO TH (A = A32/A22): **0.0752 (.0070)**
K INTO TH (B = A31/A11): **0.0175 (.0041)**
K INTO U (G = A21/A11): **0.0156 (.0030)**

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 3.131E+02 (1.100E+00) COUNTS/M
U WINDOW : 7.760E+01 (4.687E-01) COUNTS/M
TH WINDOW : 1.504E+02 (6.497E-01) COUNTS/M

NUMBERS IN PARENTHESES ARE ESTIMATED STANDARD DEVIATIONS

PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO
PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL (PGB)

PROJETO AEROGEOFÍSICO SUDESTE DE RONDÔNIA

CPRM CONTRATO Nº 066/PR/05

ANEXO I-b.3

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

AERONAVE CESSNA 404 - TITAN

PT-FZN

RIO DE JANEIRO-RJ
17 DE MARÇO DE 2006

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

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

Pacote de Cristais #1 (1,024 pol ³)			ELEMENTOS (cps)		
Num, Linha	Tanque	Tempo (s)	K (média)	U (média)	Th (média)
BG1	<i>Background</i>	600	273,885	56,473	108,754
TH1	Tório	600	347,092	104,503	280,760
U1	Urânio	600	362,869	176,244	115,806
K1	Potássio	600	469,589	56,353	108,144
Pacote de Cristais #2 (1,024 pol ³)			ELEMENTOS (cps)		
Num, Linha	Tanque	Tempo (s)	K (média)	U (média)	Th (média)
BG2	<i>Background</i>	600	344,231	62,717	118,457
TH2	Tório	600	429,442	120,202	330,661
U2	Urânio	600	455,348	222,460	129,546
K2	Potássio	600	571,635	62,034	118,648
Pacote de Cristais #3 (512 pol ³)			ELEMENTOS (cps)		
Num, Linha	Tanque	Tempo (s)	K (média)	U (média)	Th (média)
BG3	<i>Background</i>	600	173,011	30,508	55,143
TH3	Tório	600	221,823	62,474	166,516
U3	Urânio	600	232,044	112,753	60,720
K3	Potássio	600	305,014	30,009	55,074
Pacote de Cristais #1 (1,024 pol ³)			ELEMENTOS (Acumulado)		
Tanque		Tempo (s)	K	U	Th
<i>Background</i>		600	164331	33884	65252
Tório		600	208255	62702	168456
Urânio		600	217721	105746	69484
Potássio		600	281753	33812	64886

Pacote de Cristais #2 (1,024 pol ³)		ELEMENTOS (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th
<i>Background</i>	600	206539	37630	71074
Tório	600	257665	72121	198397
Urânio	600	273209	133476	77728
Potássio	600	342981	37220	71189
Pacote de Cristais #3 (512 pol ³)		ELEMENTOS (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th
<i>Background</i>	600	103807	18305	33086
Tório	600	133094	37484	99910
Urânio	600	139226	67652	36432
Potássio	600	183008	18005	33044
Pacotes de Cristais #1, #2 e #3 (2,560 pol ³)		ELEMENTOS (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th
<i>Background</i>	600	474676	89819	169412
Tório	600	599014	172307	466762
Urânio	600	630157	306874	183643
Potássio	600	807743	89038	169120

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

Aeronave PT-FZN Caixa A - 17/03/2006

4

600

164331

33884

65252

600

281753

33812

64886

600

217721

105746

69484

600

208255

62702

168456

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

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

Concentrations of Transportable Pads									
NUMBER OF PADS = 4									
PAD CONCENTRATIONS:									
	PCT K		PPM EU		PPM TH				
B Pad	1.410 (.010)		.97 (.03)		2.26 (.10)				
K Pad	8.710 (.090)		.32 (.02)		.74 (.10)				
U Pad	1.340 (.020)		52.90 (1.00)		3.40 (.14)				
T Pad	1.340 (.020)		2.96 (.06)		136.00 (2.10)				
GEOMETRIC CORRECTION FACTORS:									
	POTASSIUM	URANIUM	THORIUM						
	1.17	1.17	1.19						
Aeronave PT-FZN Caixa A - 17/03/2006									
WINDOW COUNTS:									
	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS					
B Pad	600.0	164331.	33884.	65252.					
K Pad	600.0	281753.	33812.	64886.					
U Pad	600.0	217721.	105746.	69484.					
T Pad	600.0	208255.	62702.	168456.					
A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:									
	2.707E+01 (3.698E-01)	1.738E+00 (4.070E-02)	5.357E-01 (1.220E-02)						
	2.560E-01 (6.176E-02)	2.300E+00 (4.593E-02)	3.250E-01 (6.528E-03)						
	1.935E-01 (8.722E-02)	1.079E-01 (1.272E-02)	1.285E+00 (2.107E-02)						
INVERSE A-MATRIX:									
	3.726E-02 (5.129E-04)	-2.776E-02 (5.014E-04)	-8.511E-03 (2.698E-04)						
	-3.395E-03 (1.055E-03)	4.426E-01 (8.782E-03)	-1.106E-01 (2.761E-03)						
	-5.328E-03 (2.532E-03)	-3.299E-02 (3.846E-03)	7.890E-01 (1.287E-02)						
WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:									
	K SENSITIVITY (A11) = 2.707E+01 (3.698E-01) COUNTS/	M PER PCT K							
	U SENSITIVITY (A22) = 2.300E+00 (4.593E-02) COUNTS/	M PER PPM EU							
	TH SENSITIVITY (A33) = 1.285E+00 (2.107E-02) COUNTS/	M PER PPM TH							
WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:									
	K SENSITIVITY (A11) = 3.168E+01 (4.327E-01) COUNTS/	M PER PCT K							

U SENSITIVITY (A22) = 2.691E+00 (5.374E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 1.529E+00 (2.507E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): .2530 (.0034)

TH INTO K (BETA = A13/A33): .4170 (.0071)

U INTO K (GAMMA = A12/A22): .7559 (.0108)

U INTO TH (A = A32/A22): .0469 (.0055)

K INTO TH (B = A31/A11): .0071 (.0032)

K INTO U (G = A21/A11): .0095 (.0023)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 2.328E+02 (1.033E+00) COUNTS/M

U WINDOW : 5.315E+01 (3.976E-01) COUNTS/M

TH WINDOW : 1.055E+02 (5.575E-01) COUNTS/M

NUMBERS IN PARENTHESES ARE ESTIMATED STANDARD DEVIATIONS

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

Aeronave PT-FZN Caixa B - 17/03/2006

4

600

206539

37630

71074

600

342981

37220

71189

600

273209

133476

77728

600

257665

72121

198397

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

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

Concentrations of Transportable Pads				
NUMBER OF PADS = 4				
PAD CONCENTRATIONS:				
	PCT K	PPM EU	PPM TH	
B Pad	1.410 (.010)	.97 (.03)	2.26 (.10)	
K Pad	8.710 (.090)	.32 (.02)	.74 (.10)	
U Pad	1.340 (.020)	52.90 (1.00)	3.40 (.14)	
T Pad	1.340 (.020)	2.96 (.06)	136.00 (2.10)	
GEOMETRIC CORRECTION FACTORS:				
POTASSIUM	URANIUM	THORIUM		
1.17	1.17	1.19		
Aeronave PT-FZN Caixa B - 17/03/2006				
WINDOW COUNTS:				
	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS
B Pad	600.0	206539.	37630.	71074.
K Pad	600.0	342981.	37220.	71189.
U Pad	600.0	273209.	133476.	77728.
T Pad	600.0	257665.	72121.	198397.
A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:				
3.147E+01 (4.267E-01)	2.169E+00 (4.930E-02)	6.213E-01 (1.396E-02)		
2.596E-01 (6.580E-02)	3.068E+00 (6.062E-02)	3.843E-01 (7.510E-03)		
3.721E-01 (9.279E-02)	1.793E-01 (1.391E-02)	1.584E+00 (2.573E-02)		
INVERSE A-MATRIX:				
3.204E-02 (4.366E-04)	-2.223E-02 (3.799E-04)	-7.174E-03 (2.120E-04)		
-1.794E-03 (7.191E-04)	3.319E-01 (6.518E-03)	-7.980E-02 (1.969E-03)		
-7.322E-03 (1.882E-03)	-3.234E-02 (2.567E-03)	6.419E-01 (1.038E-02)		
WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:				
K SENSITIVITY (A11) = 3.147E+01 (4.267E-01) COUNTS/ M PER PCT K				
U SENSITIVITY (A22) = 3.068E+00 (6.062E-02) COUNTS/ M PER PPM EU				
TH SENSITIVITY (A33) = 1.584E+00 (2.573E-02) COUNTS/ M PER PPM TH				
WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:				
K SENSITIVITY (A11) = 3.682E+01 (4.992E-01) COUNTS/ M PER PCT K				

U SENSITIVITY (A22) = 3.590E+00 (7.093E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 1.885E+00 (3.062E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): .2426 (.0030)

TH INTO K (BETA = A13/A33): .3922 (.0065)

U INTO K (GAMMA = A12/A22): .7068 (.0090)

U INTO TH (A = A32/A22): .0584 (.0044)

K INTO TH (B = A31/A11): .0118 (.0029)

K INTO U (G = A21/A11): .0082 (.0021)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 2.963E+02 (1.172E+00) COUNTS/M

U WINDOW : 5.851E+01 (4.272E-01) COUNTS/M

TH WINDOW : 1.142E+02 (5.924E-01) COUNTS/M

NUMBERS IN PARENTHESES ARE ESTIMATED STANDARD DEVIATIONS

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

Aeronave PT-FZN Caixa C - 17/03/2006

4

600

103807

18305

33086

600

183008

18005

33044

600

139226

67652

36432

600

133094

37484

99910

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

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

Concentrations of Transportable Pads				
NUMBER OF PADS = 4				
PAD CONCENTRATIONS:				
	PCT K	PPM EU	PPM TH	
B Pad	1.410 (.010)	.97 (.03)	2.26 (.10)	
K Pad	8.710 (.090)	.32 (.02)	.74 (.10)	
U Pad	1.340 (.020)	52.90 (1.00)	3.40 (.14)	
T Pad	1.340 (.020)	2.96 (.06)	136.00 (2.10)	
GEOMETRIC CORRECTION FACTORS:				
POTASSIUM	URANIUM	THORIUM		
1.17	1.17	1.19		
Aeronave PT-FZN Caixa C - 17/03/2006				
WINDOW COUNTS:				
	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS
B Pad	600.0	103807.	18305.	33086.
K Pad	600.0	183008.	18005.	33044.
U Pad	600.0	139226.	67652.	36432.
T Pad	600.0	133094.	37484.	99910.
A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:				
1.826E+01 (2.582E-01)	1.154E+00 (2.843E-02)	3.574E-01 (8.787E-03)		
1.170E-01 (4.505E-02)	1.579E+00 (3.187E-02)	2.156E-01 (4.565E-03)		
1.715E-01 (6.172E-02)	8.937E-02 (9.078E-03)	8.315E-01 (1.383E-02)		
INVERSE A-MATRIX:				
5.515E-02 (7.861E-04)	-3.952E-02 (7.796E-04)	-1.345E-02 (4.651E-04)		
-2.571E-03 (1.666E-03)	6.445E-01 (1.293E-02)	-1.660E-01 (4.333E-03)		
-1.110E-02 (4.119E-03)	-6.112E-02 (6.199E-03)	1.223E+00 (2.023E-02)		
WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:				
K SENSITIVITY (A11) = 1.826E+01 (2.582E-01) COUNTS/ M PER PCT K				
U SENSITIVITY (A22) = 1.579E+00 (3.187E-02) COUNTS/ M PER PPM EU				
TH SENSITIVITY (A33) = 8.315E-01 (1.383E-02) COUNTS/ M PER PPM TH				
WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:				
K SENSITIVITY (A11) = 2.136E+01 (3.021E-01) COUNTS/ M PER PCT K				

U SENSITIVITY (A22) = 1.848E+00 (3.729E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 9.895E-01 (1.646E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): .2593 (.0039)

TH INTO K (BETA = A13/A33): .4298 (.0084)

U INTO K (GAMMA = A12/A22): .7305 (.0120)

U INTO TH (A = A32/A22): .0566 (.0056)

K INTO TH (B = A31/A11): .0094 (.0034)

K INTO U (G = A21/A11): .0064 (.0025)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 1.453E+02 (7.836E-01) COUNTS/M

U WINDOW : 2.832E+01 (2.908E-01) COUNTS/M

TH WINDOW : 5.294E+01 (3.939E-01) COUNTS/M

NUMBERS IN PARENTHESES ARE ESTIMATED STANDARD DEVIATIONS

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

Aeronave PT-FZN Caixa A+B+C - 17/03/2006

4

600

474676

89819

169412

600

807743

89038

169120

600

630157

306874

183643

600

599014

172307

466762

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 1, 2 e 3:

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

Concentrations of Transportable Pads				
NUMBER OF PADS = 4				
PAD CONCENTRATIONS:				
	PCT K	PPM EU	PPM TH	
B Pad	1.410 (.010)	.97 (.03)	2.26 (.10)	
K Pad	8.710 (.090)	.32 (.02)	.74 (.10)	
U Pad	1.340 (.020)	52.90 (1.00)	3.40 (.14)	
T Pad	1.340 (.020)	2.96 (.06)	136.00 (2.10)	
GEOMETRIC CORRECTION FACTORS:				
POTASSIUM	URANIUM	THORIUM		
1.17	1.17	1.19		
Aeronave PT-FZN Caixa A+B+C - 17/03/2006				
WINDOW COUNTS:				
	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS
B Pad	600.0	474676.	89819.	169412.
K Pad	600.0	807743.	89038.	169120.
U Pad	600.0	630157.	306874.	183643.
T Pad	600.0	599014.	172307.	466762.
A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:				
7.681E+01 (9.891E-01)	5.060E+00 (1.085E-01)	1.514E+00 (3.003E-02)		
6.328E-01 (1.063E-01)	6.947E+00 (1.354E-01)	9.249E-01 (1.636E-02)		
7.373E-01 (1.535E-01)	3.765E-01 (2.386E-02)	3.700E+00 (5.902E-02)		
INVERSE A-MATRIX:				
1.313E-02 (1.693E-04)	-9.398E-03 (1.430E-04)	-3.023E-03 (7.245E-05)		
-8.591E-04 (2.072E-04)	1.465E-01 (2.842E-03)	-3.628E-02 (8.341E-04)		
-2.528E-03 (5.435E-04)	-1.304E-02 (8.405E-04)	2.745E-01 (4.372E-03)		
WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:				
K SENSITIVITY (A11) = 7.681E+01 (9.891E-01) COUNTS/ M PER PCT K				
U SENSITIVITY (A22) = 6.947E+00 (1.354E-01) COUNTS/ M PER PPM EU				
TH SENSITIVITY (A33) = 3.700E+00 (5.902E-02) COUNTS/ M PER PPM TH				
WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:				
K SENSITIVITY (A11) = 8.987E+01 (1.157E+00) COUNTS/ M PER PCT K				

U SENSITIVITY (A22) = 8.128E+00 (1.585E-01) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 4.403E+00 (7.024E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): .2500 (.0021)

TH INTO K (BETA = A13/A33): .4093 (.0051)

U INTO K (GAMMA = A12/A22): .7284 (.0071)

U INTO TH (A = A32/A22): .0542 (.0033)

K INTO TH (B = A31/A11): .0096 (.0020)

K INTO U (G = A21/A11): .0082 (.0014)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 6.745E+02 (2.205E+00) COUNTS/M

U WINDOW : 1.400E+02 (7.005E-01) COUNTS/M

TH WINDOW : 2.726E+02 (9.844E-01) COUNTS/M

NUMBERS IN PARENTHESES ARE ESTIMATED STANDARD DEVIATIONS

ANEXO I - RESUMO DO PROCESSO DE CALIBRAÇÃO DO GAMAESPECTRÔMETRO

ANEXO I-c

DETERMINAÇÃO DOS *BACKGROUNDS* DA AERONAVE E CÓSMICO

PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL (PGB)

PROJETO AEROGEOFÍSICO SUDESTE DE RONDÔNIA

CPRM CONTRATO Nº 066/PR/05

ANEXO I-c.1

DETERMINAÇÃO DOS *BACKGROUNDS*
DA AERONAVE E CÓSMICO

AERONAVE PIPER PA31 - NAVAJO

PR-PRS

RIO DE JANEIRO-RJ
3 DE DEZEMBRO DE 2005

TESTE PARA DETERMINAÇÃO DO BACKGROUND DA AERONAVE E RAZÕES CÓSMICAS

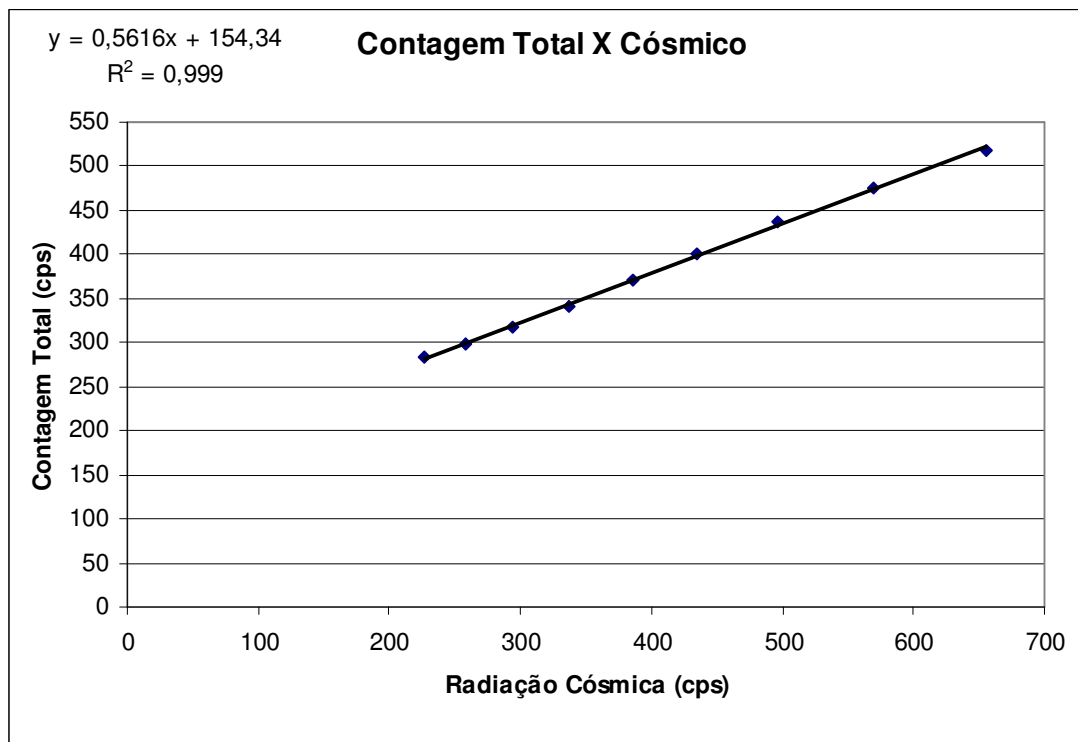
Local: Oiapoque, AP

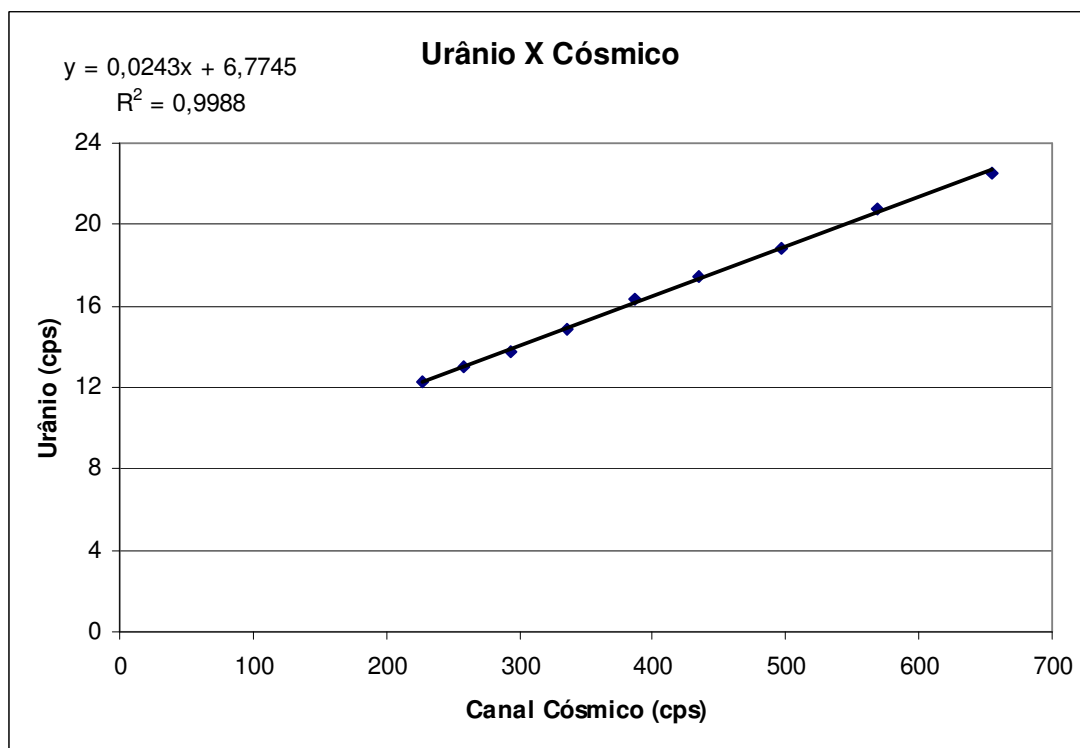
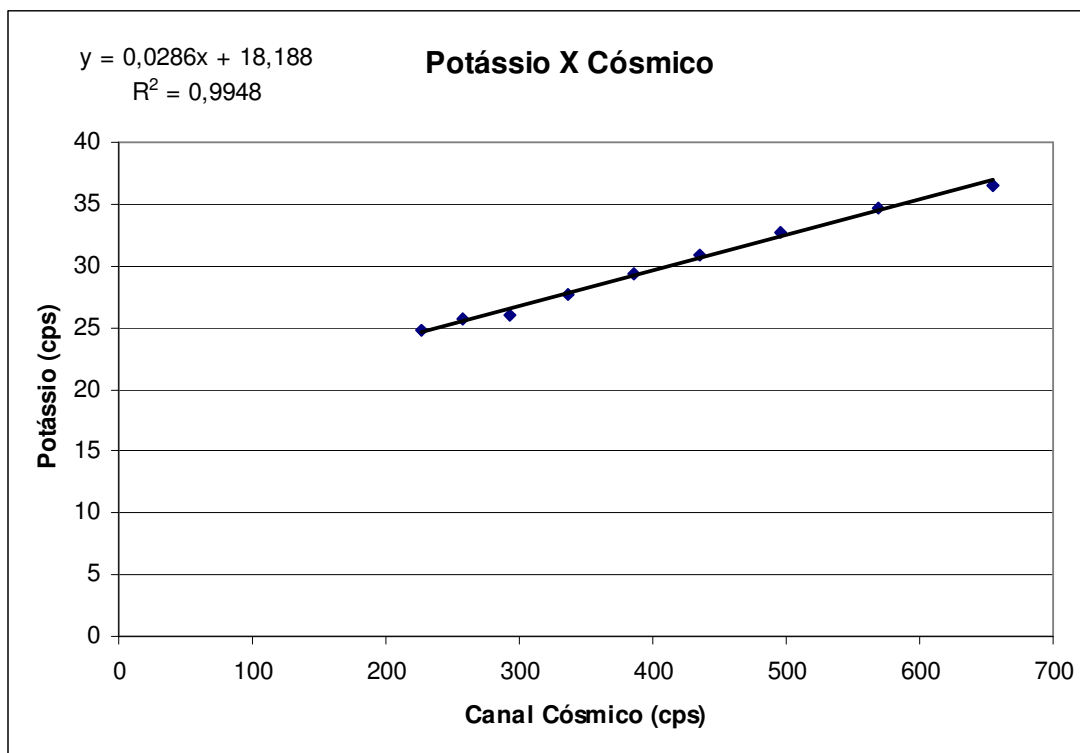
Data: 03 de dezembro de 2005

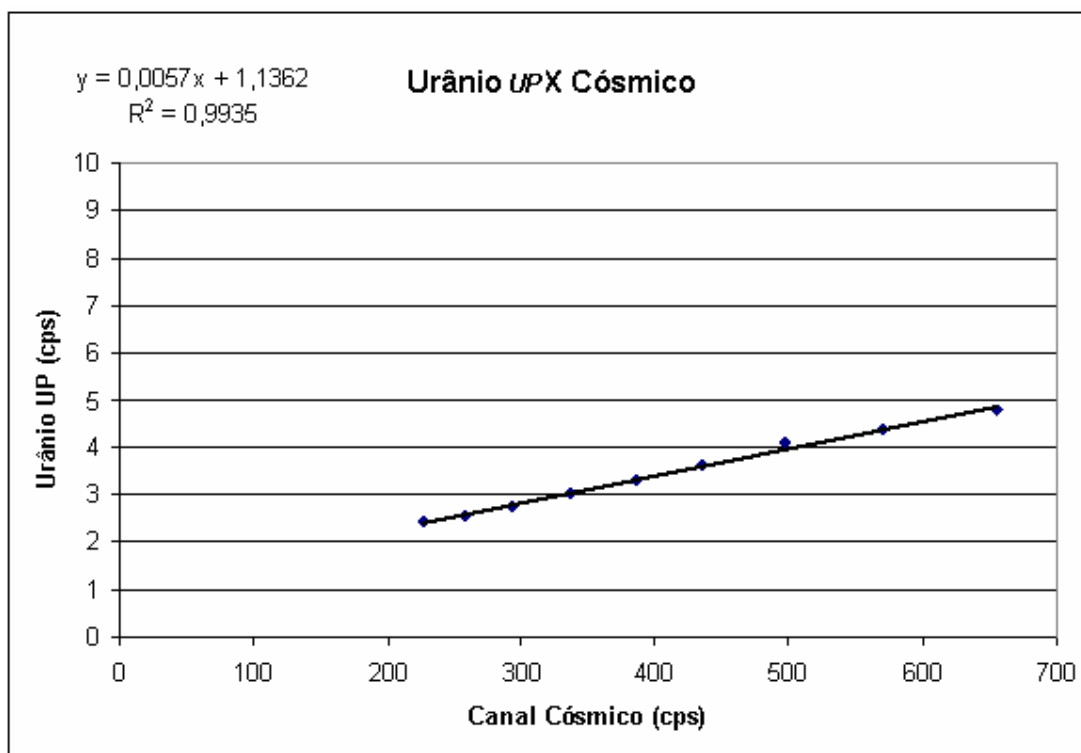
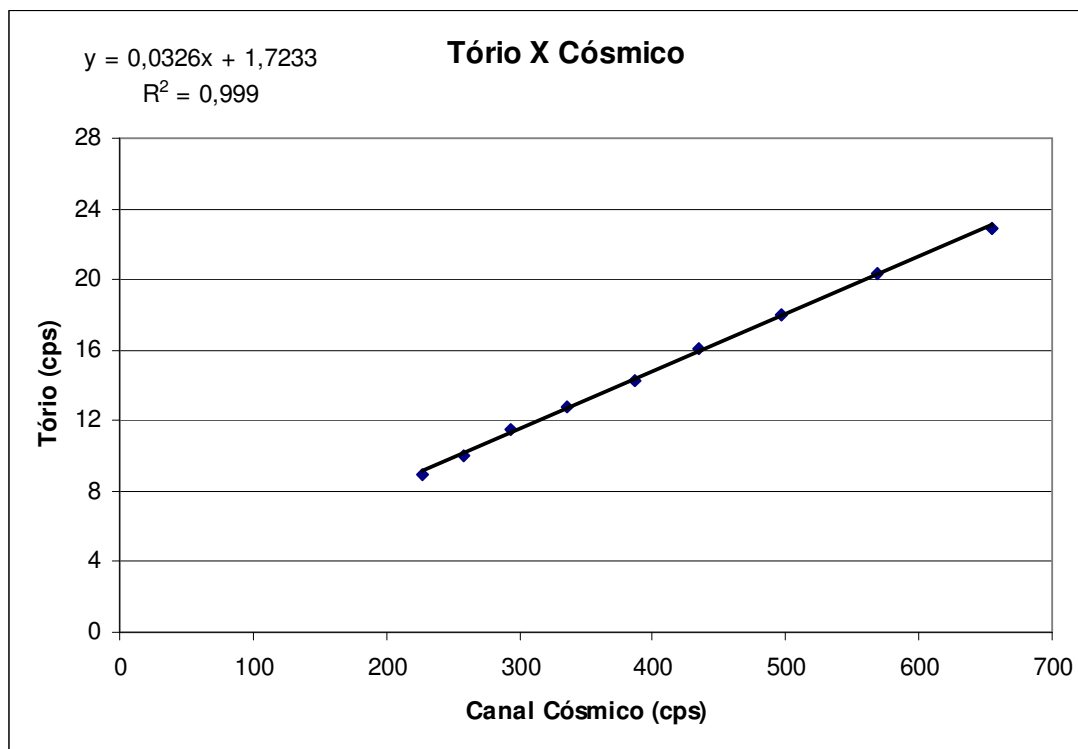
Aeronave: PR PRS

VALORES MÉDIOS EM CPS PARA CADA PASSAGEM DE ALTURA							
LINE	GPSALT(m)	TC (cps)	K (cps)	U (cps)	TH (cps)	UUP (cps)	CÓSMICO (cps)
4500	1406,24	283,14	24,76	12,29	8,98	2,46	227,35
5500	1724,38	298,63	25,72	13	9,97	2,58	257,89
6500	2052,24	317,66	26,06	13,78	11,5	2,75	293,35
7500	2370,18	340,73	27,65	14,86	12,75	3,03	336,43
8500	2691,20	370,96	29,31	16,33	14,25	3,31	386,39
9500	3015,54	400,03	30,93	17,42	16,11	3,65	435,28
10500	3338,27	437,99	32,75	18,86	17,94	4,1	496,33
11500	3664,19	475,31	34,63	20,73	20,37	4,4	569,22
12500	3993,37	518,59	36,53	22,48	22,89	4,77	655,13

RESULTADO		
CANAL	Background Aeronave	Stripping Cósmico
TC	154,34	0,5616
K	18,188	0,0286
U	6,7745	0,0243
Th	1,7233	0,0326
UUP	1,1362	0,0057







PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL (PGB)

PROJETO AEROGEOFÍSICO SUDESTE DE RONDÔNIA

CPRM CONTRATO Nº 066/PR/05

ANEXO I-c.2

DETERMINAÇÃO DOS *BACKGROUNDS*
DA AERONAVE E CÓSMICO

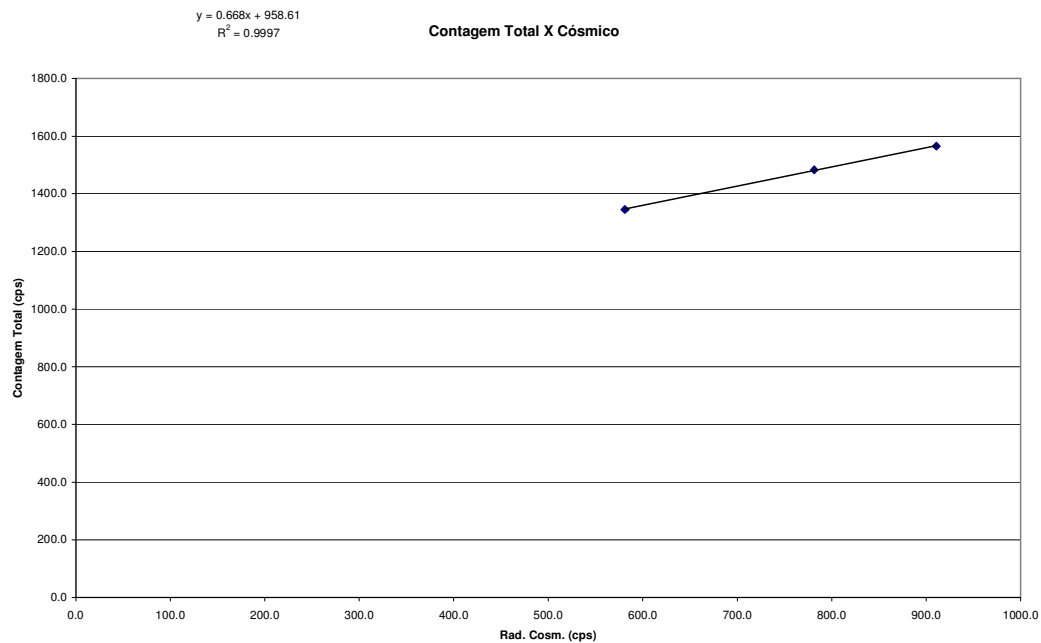
AERONAVE CESSNA 404 - TITAN

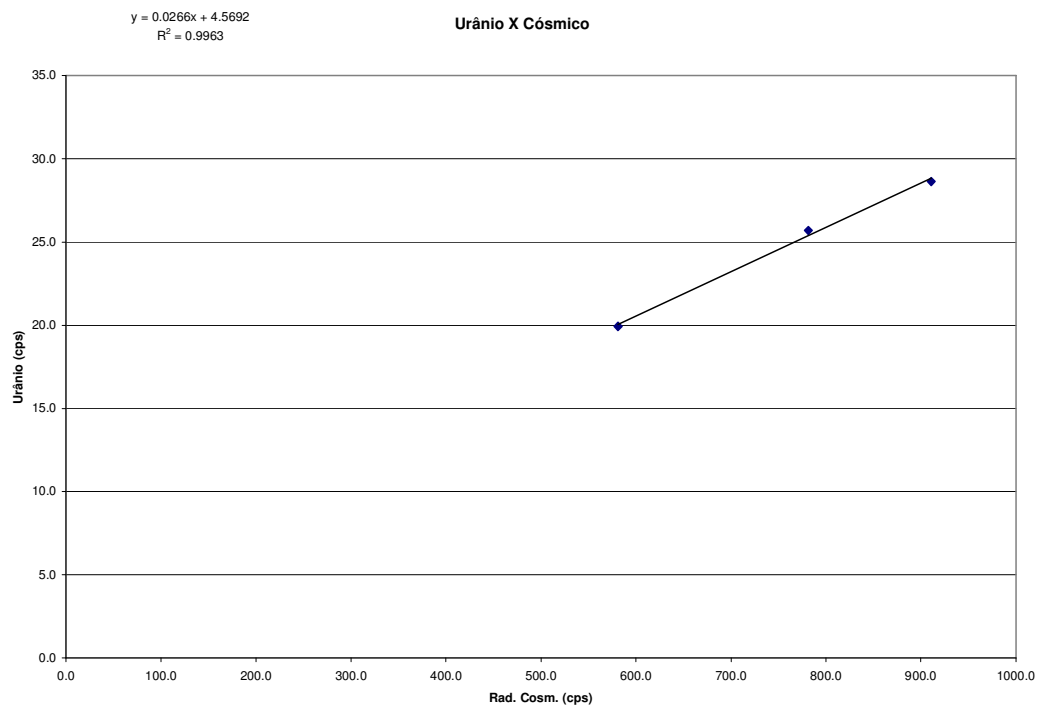
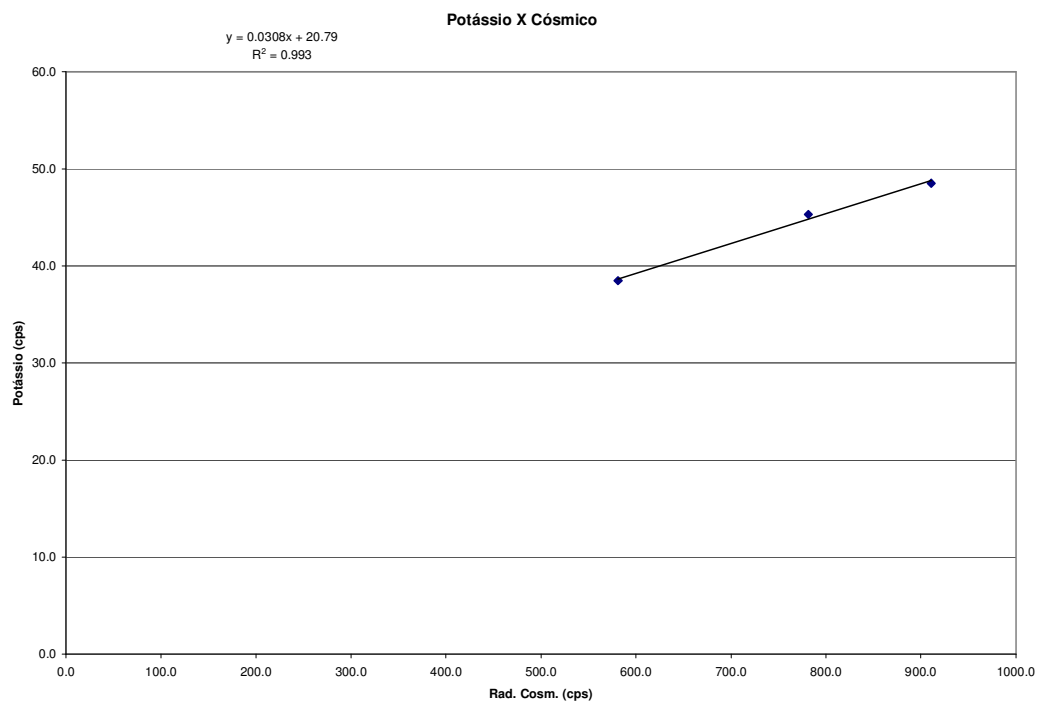
PT-FZN

RIO DE JANEIRO-RJ
30 DE DEZEMBRO DE 2004

RESULTADO DO VÔO CÔSMICO DA AERONAVE Cessna 404 –Titan – PT-FZN
(Vol. Pacote de Cristais: 2.560 pol³)
CPRM PROJETO Nº 032/PR/04
Rio de Janeiro-RJ em 30 DE DEZEMBRO DE 2004

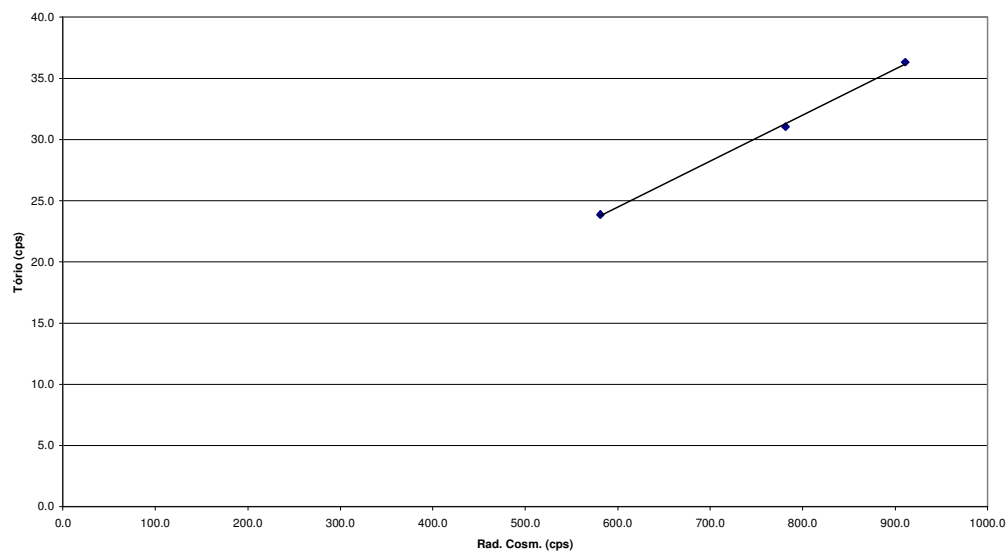
Altitude (m)	Cósmico (cps)	U (cps)	K (cps)	Th (cps)	Uup (cps)	CT (cps)
1117,4	220,3	12,2	27,5	11,6	3,6	1142,0
1765,4	285,7	13,7	29,8	13,8	4,1	1182,3
2414,3	376,5	16,7	33,1	16,8	4,9	1249,8
2738,6	433,5	17,7	34,7	18,9	5,1	1275,5
3393,7	581,3	19,9	38,5	23,9	5,7	1346,0
4047,8	781,5	25,7	45,3	31,1	7,4	1483,0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





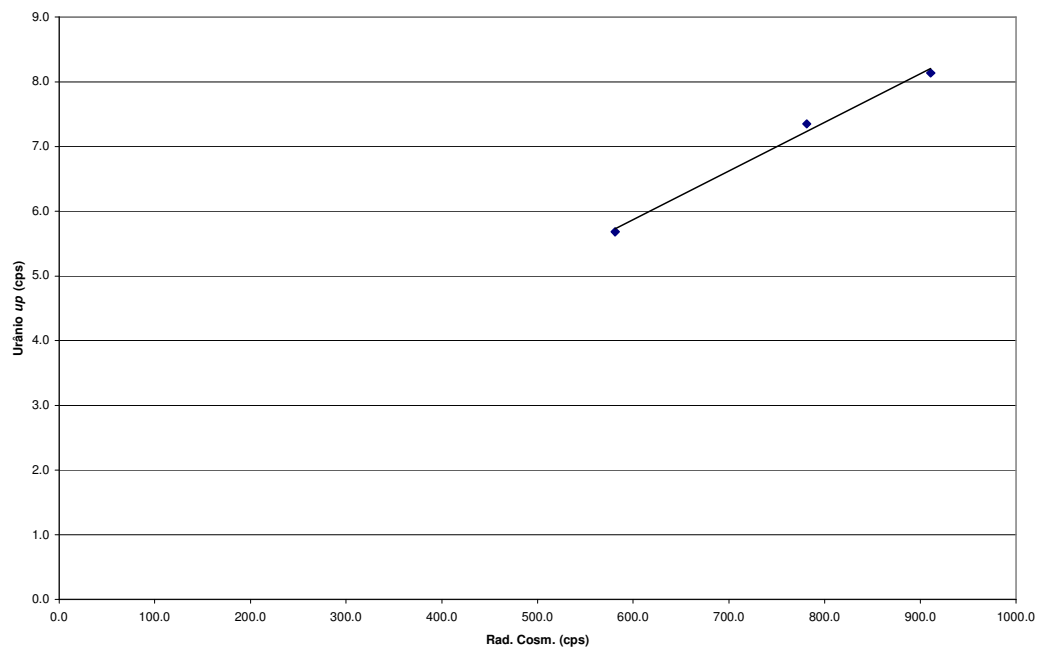
$y = 0.0377x + 1.8858$
 $R^2 = 0.9989$

Tório X Cósmico



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

Urânio "upward" X Cósmico



PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL (PGB)

PROJETO AEROGEOFÍSICO SUDESTE DE RONDÔNIA

CPRM CONTRATO Nº 066/PR/05

ANEXO I-c.3

DETERMINAÇÃO DOS *BACKGROUNDS*
DA AERONAVE E CÓSMICO

AERONAVE CESSNA 404 - TITAN

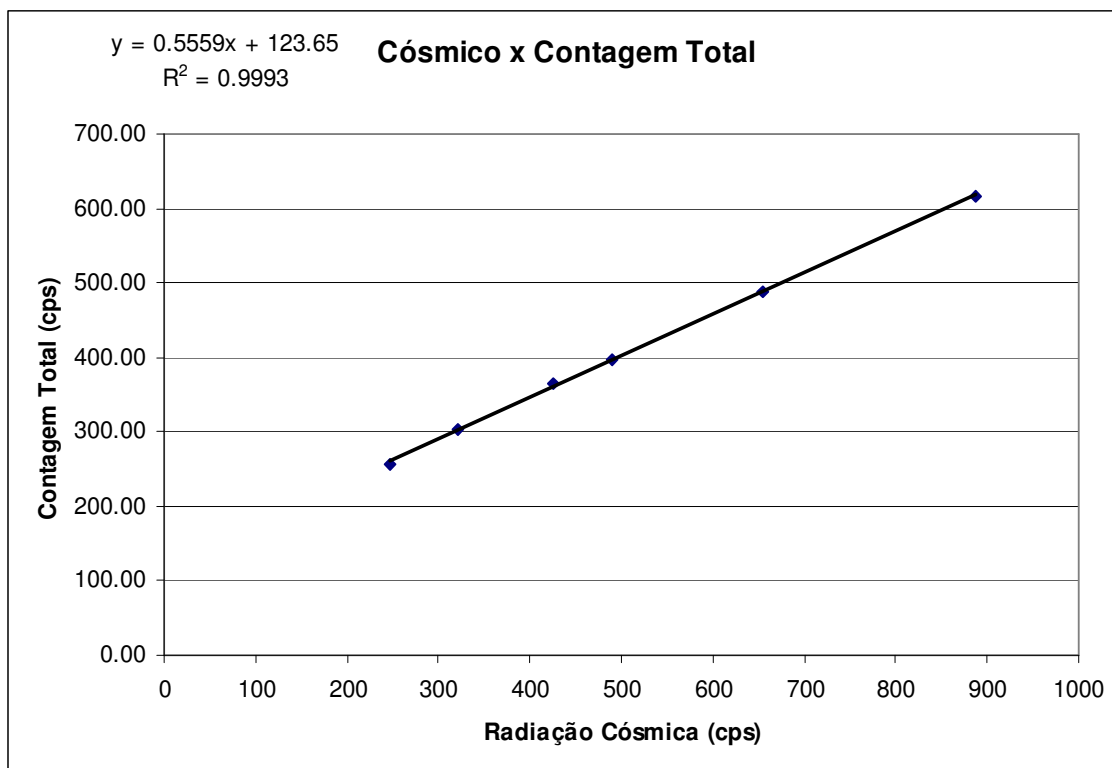
PT-FZN

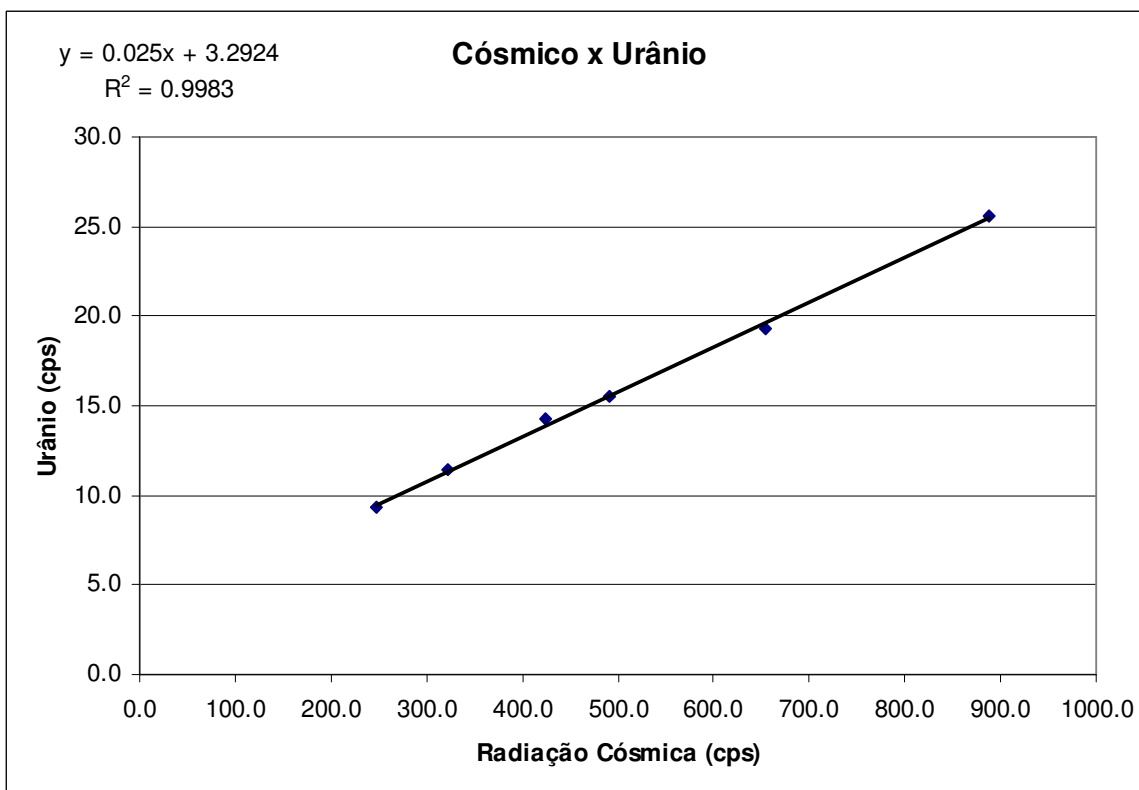
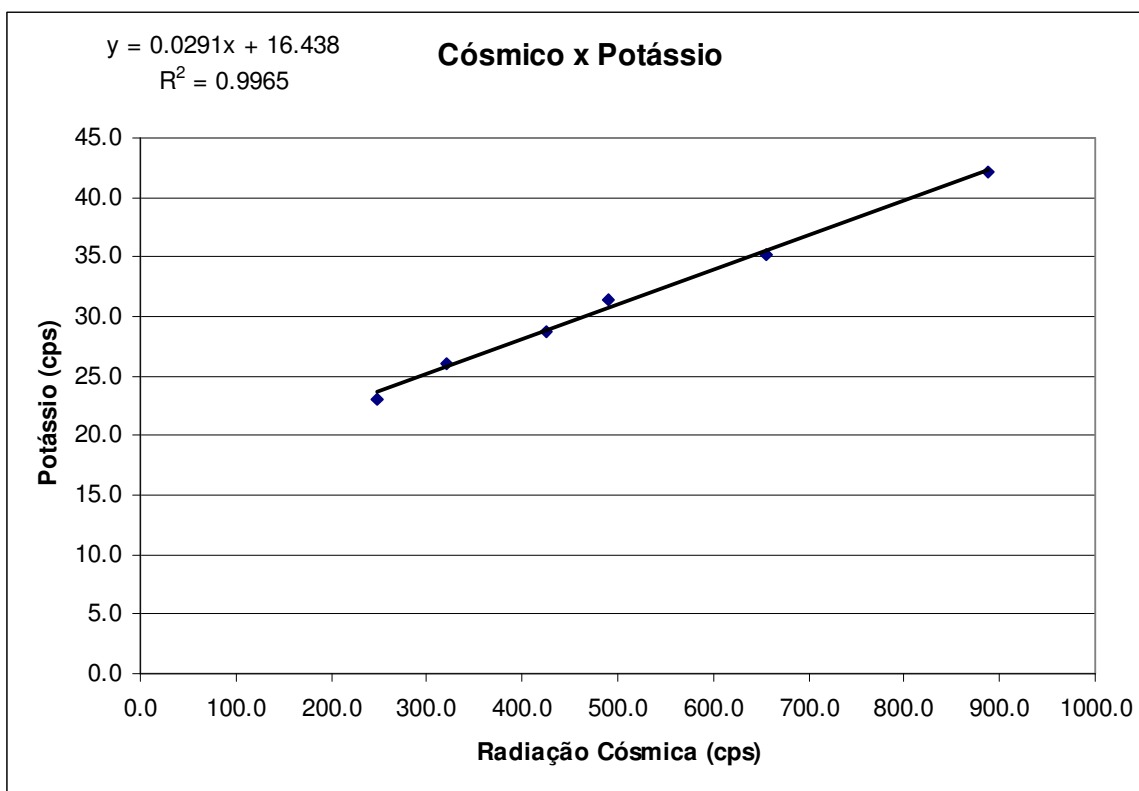
RIO DE JANEIRO-RJ
29 DE ABRIL DE 2006

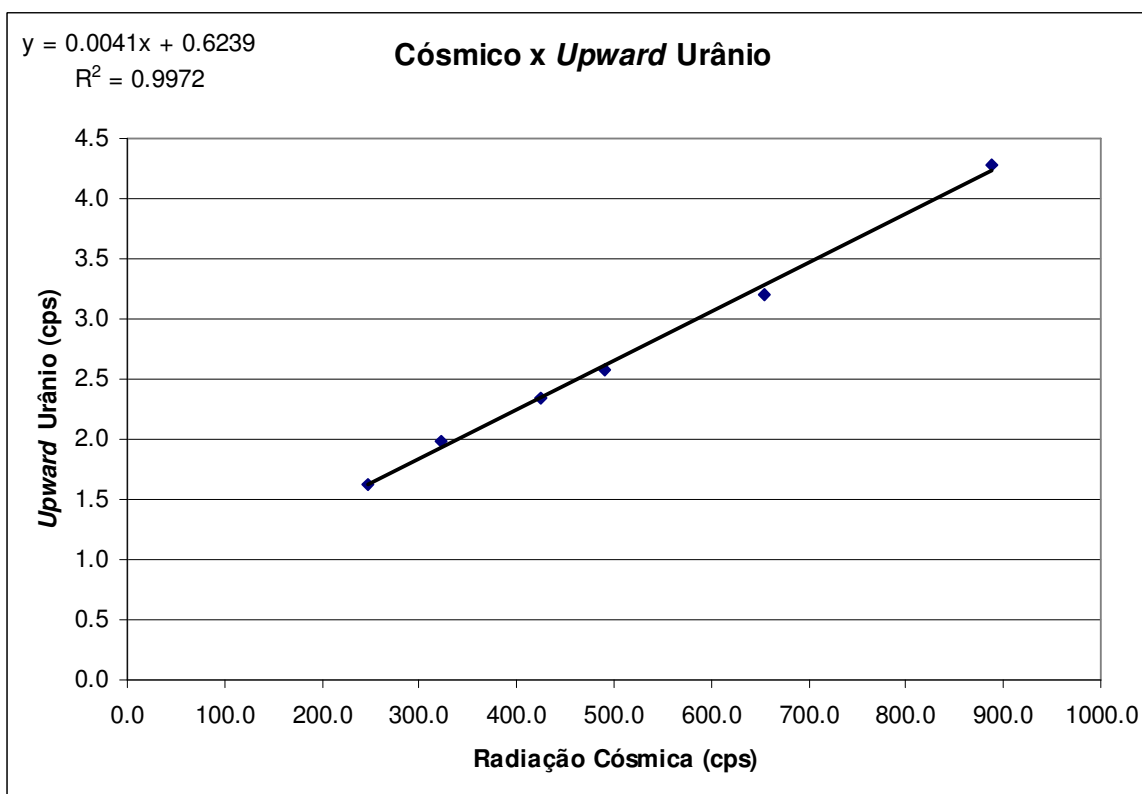
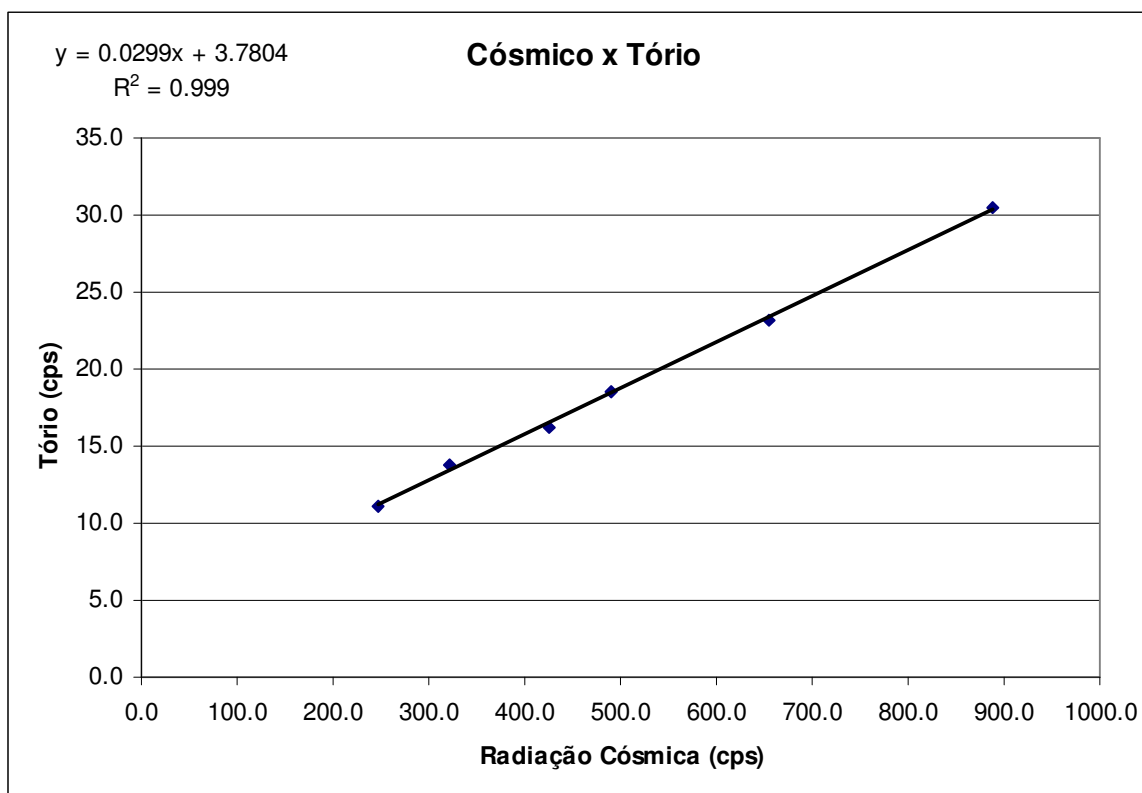
RESULTADO DO VÔO CÔSMICO DA AERONAVE Cessna 404 –Titan – PT-FZN
(Vol. Pacote de Cristais: 2.560 pol³)
CPRM PROJETO Nº 066/PR/05
Salvador-BA em 29 DE ABRIL DE 2006

Altitude (m)	Cósmico (cps)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)	Uup (cps)
1143,7	247,5	255,8	23,1	9,3	11,0	1,6
1778,5	321,6	303,8	26,1	11,4	13,7	2,0
2426,9	424,9	364,2	28,7	14,3	16,3	2,4
2750,4	490,2	397,9	31,4	15,5	18,5	2,6
3396,0	655,0	487,9	35,3	19,3	23,1	3,2
4056,0	888,4	615,4	42,2	25,6	30,5	4,3

RESULTADO		
CANAL	Background Aeronave	Stripping Cósmico
TC	123,65	0,5559
K	16,438	0,0291
U	3,2924	0,0250
Th	3,7804	0,0299
UUP	0,6239	0,0041







ANEXO I - RESUMO DO PROCESSO DE CALIBRAÇÃO DO GAMAESPECTRÔMETRO

ANEXO I-d

DETERMINAÇÃO DAS CONSTANTES DE CALIBRAÇÃO DO RADÔNIO

PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO
PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL (PGB)

PROJETO AEROGEOFÍSICO SUDESTE DE RONDÔNIA

CPRM CONTRATO Nº 066/PR/05

ANEXO I-d.1

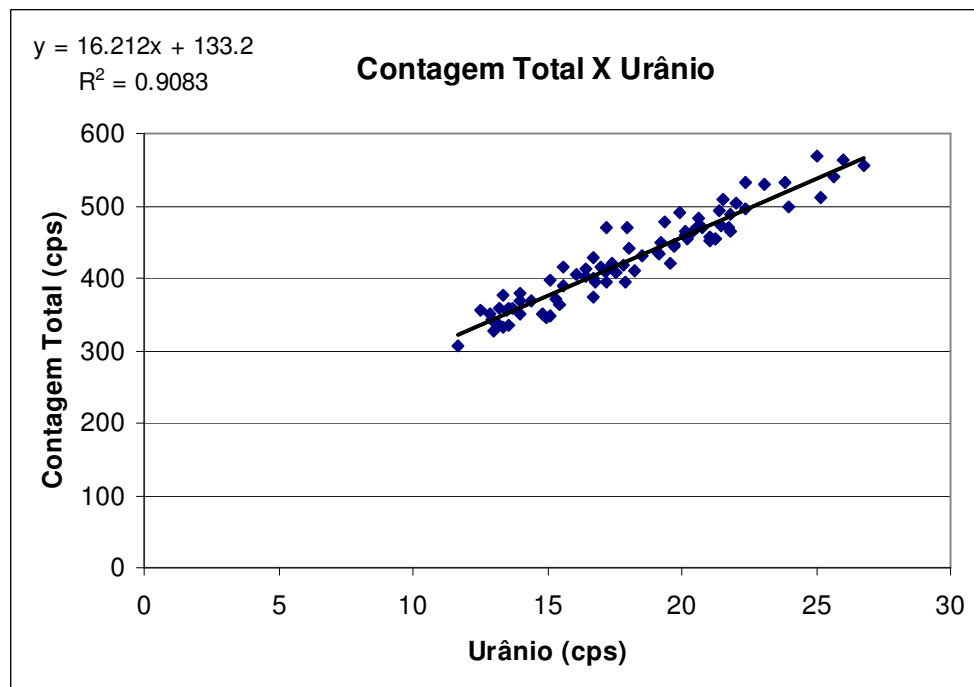
DETERMINAÇÃO DAS CONSTANTES
DE CALIBRAÇÃO DO RADÔNIO

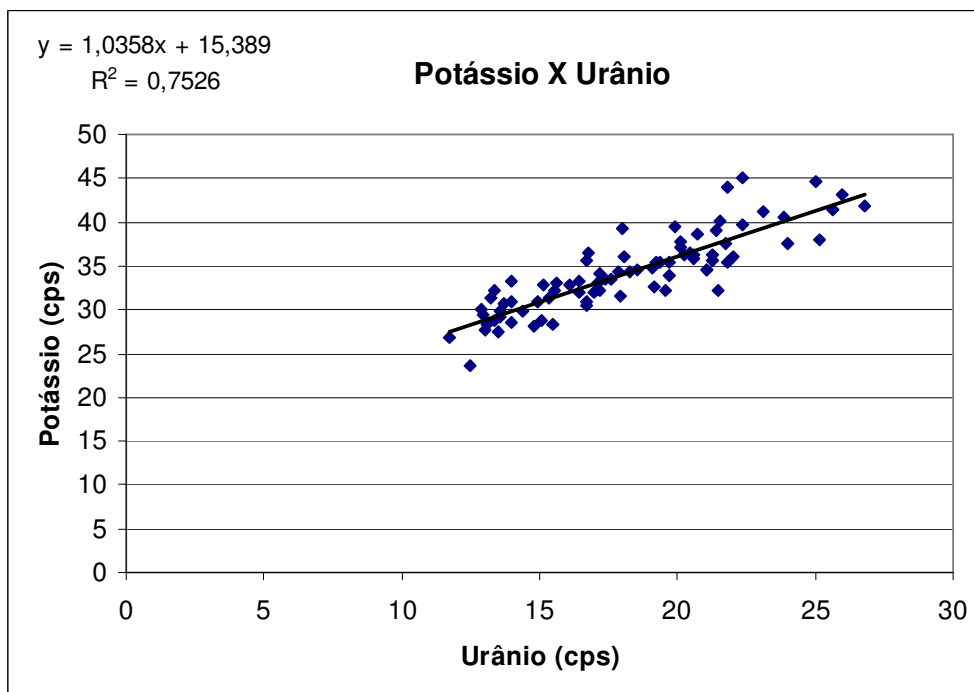
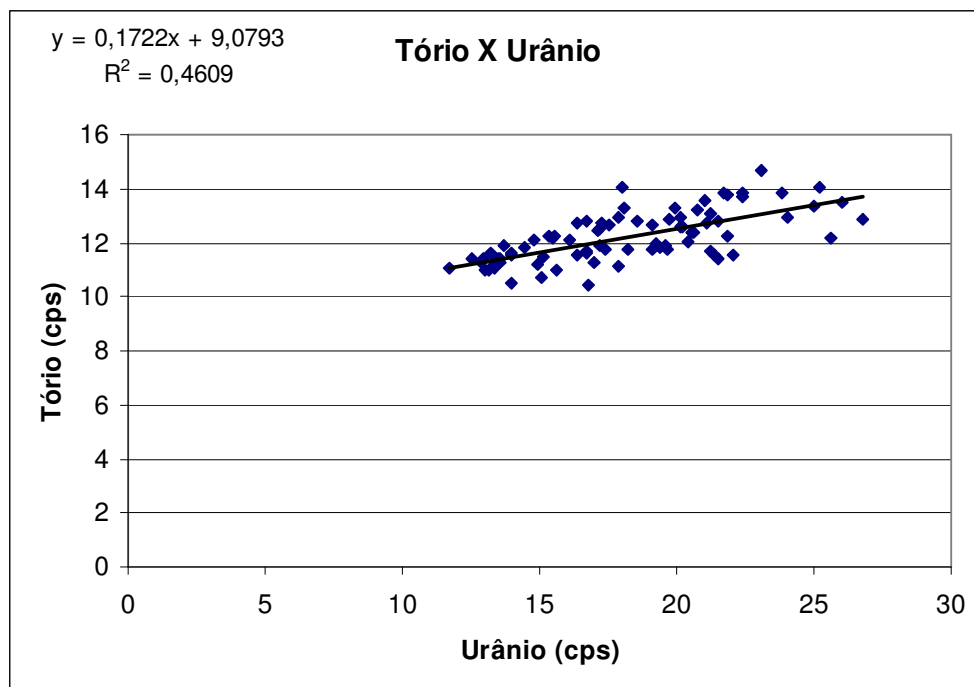
AERONAVE PIPER PA31 - NAVAJO

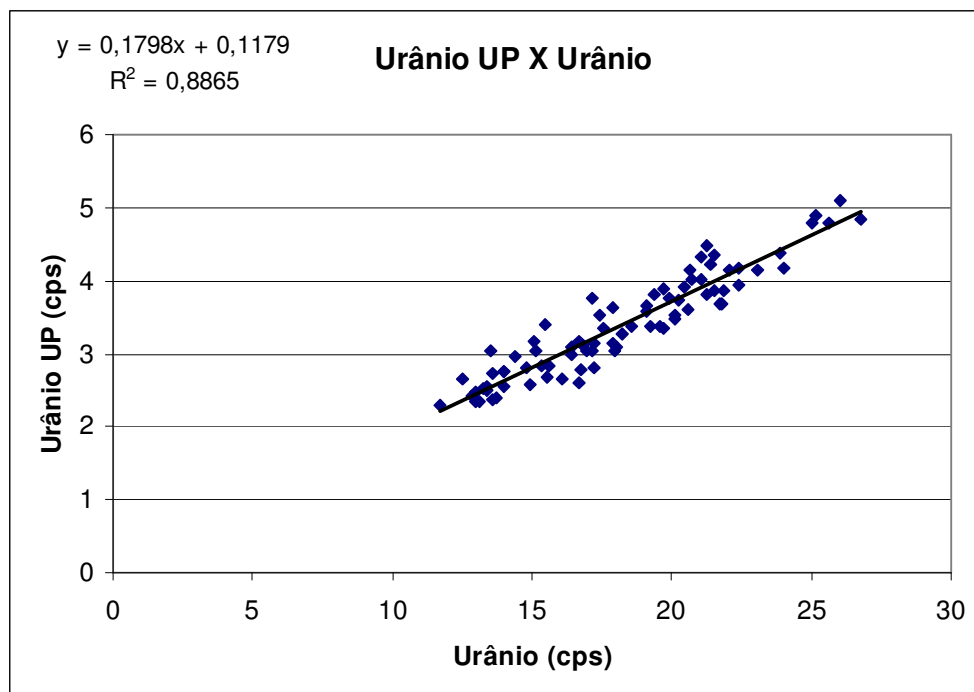
PR-PRS

Médias por vôo (cps)						
Vôo	Contagem Total	Potássio	Urânio	Tório	Urânio Upward	Cósmico
	474,49	28,77	21,84	6,66	4,57	185,02
310	559,04	32,88	26,99	9,05	5,63	170,09
312	566,47	41,26	26,99	6,25	5,95	167,88
312	581,22	34,73	30,76	7,25	7,06	170,96
313	550,06	34,79	28,74	7,89	6,19	183,49
313	574,90	34,03	30,60	6,74	6,71	167,13
314	446,76	27,87	20,78	8,32	4,46	193,70
314	600,84	37,37	34,99	9,86	6,96	163,93
315	490,13	30,97	24,18	7,35	5,27	200,22
315	578,84	35,05	29,82	8,32	6,27	187,82
316	428,74	27,64	21,14	7,17	4,83	185,94
316	647,76	39,42	37,14	9,86	7,39	171,98
317	473,38	28,21	21,98	6,38	4,76	184,79
317	460,76	36,53	22,99	6,17	5,20	185,96
318	451,06	33,06	20,24	9,13	4,69	187,83
318	600,03	34,60	35,46	8,05	6,65	187,38
319	550,63	36,57	30,62	7,89	6,63	179,98
319	630,21	39,77	39,31	8,46	7,79	188,87
320	600,87	33,93	35,79	6,61	6,75	201,10
320	459,90	30,90	19,33	8,71	4,83	197,26
321	440,78	27,10	23,05	9,11	4,87	200,44
321	424,10	26,06	18,47	7,28	4,19	197,73
322	435,54	26,43	20,80	8,14	4,66	196,53
322	600,75	36,30	35,01	7,36	6,82	181,03
324	405,17	25,94	20,25	7,11	4,24	203,69
324	598,51	37,04	32,33	8,16	6,23	201,43
325	483,64	30,91	24,88	7,16	5,45	199,92
325	656,18	40,79	36,75	8,60	7,13	201,14
326	418,15	26,80	20,03	6,71	4,28	201,02
326	511,26	33,18	28,00	7,75	6,73	193,64
327	408,74	25,65	19,80	7,00	4,72	207,43
327	494,15	31,77	26,03	7,46	5,25	199,31
328	494,65	31,56	24,80	6,99	5,56	199,37
328	629,78	40,30	35,04	8,45	6,84	204,58
329	440,51	27,59	20,78	6,56	4,71	200,41
329	585,27	34,21	28,02	6,89	6,00	186,58
332	439,78	24,41	17,58	6,25	4,14	194,54
333	500,11	29,50	24,44	6,50	4,68	178,78
334	439,09	27,97	21,71	6,96	4,95	201,16
335	527,42	29,77	24,06	6,33	5,13	178,30
336	410,34	26,16	20,31	6,86	4,73	196,67
337	503,84	28,91	23,92	6,73	4,58	194,20
338	401,14	25,34	19,26	6,61	4,43	199,99
339	489,77	31,78	26,69	7,40	5,80	194,92
340	439,49	25,91	18,42	6,18	3,85	155,51
341	597,75	36,71	32,23	9,87	6,15	180,95
342	410,67	26,46	21,02	6,82	4,83	211,12
343	475,09	30,25	25,96	6,67	4,93	179,53

Médias por voo (cps)						
Voo	Contagem Total	Potássio	Urânio	Tório	Urânio Upward	Cósmico
345	486,95	30,92	25,63	7,24	5,85	201,87
346	442,65	28,27	22,94	6,80	4,41	179,42
347	473,95	30,33	24,60	7,03	5,79	197,74
347	561,95	41,23	31,67	7,41	6,41	185,65
348	425,09	26,94	20,31	6,94	4,57	201,49
348	538,08	39,61	30,02	7,57	6,94	205,94
350	403,65	25,71	19,94	6,87	4,64	200,66
350	464,68	29,93	24,52	8,45	4,90	195,52
351	467,00	29,51	23,82	7,26	5,60	205,53
352	564,85	35,09	30,28	7,74	6,71	211,40
353	390,11	25,05	18,64	6,85	4,20	195,79
353	507,90	31,76	26,06	8,27	5,90	200,21
354	460,79	28,65	22,51	7,42	5,16	208,28
355	621,47	45,13	38,62	8,40	7,90	205,74
356	442,59	27,83	21,71	7,34	4,91	210,73
356	525,65	33,03	27,60	7,44	6,00	197,70







CANAL	COEFICIENTE	VALOR OBTIDO
Contagem Total	a_{tc}	16,2120
Potássio	a_k	1,0358
Urânio <i>upward</i>	a_u	0,1798
Tório	a_t	0,1722

PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO
PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL (PGB)

PROJETO AEROGEOFÍSICO SUDESTE DE RONDÔNIA

CPRM CONTRATO Nº 066/PR/05

ANEXO I-d.2

DETERMINAÇÃO DAS CONSTANTES
DE CALIBRAÇÃO DO RADÔNIO

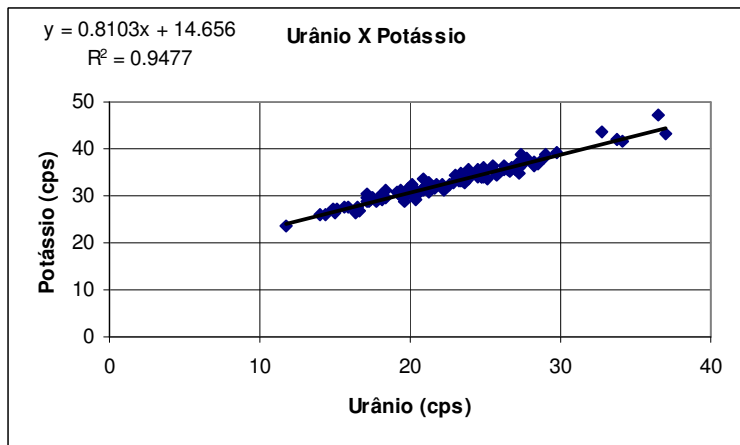
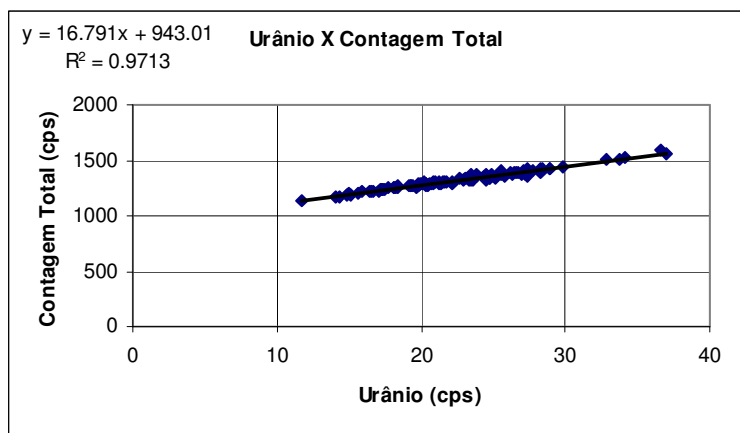
AERONAVE CESSNA 404 - TITAN

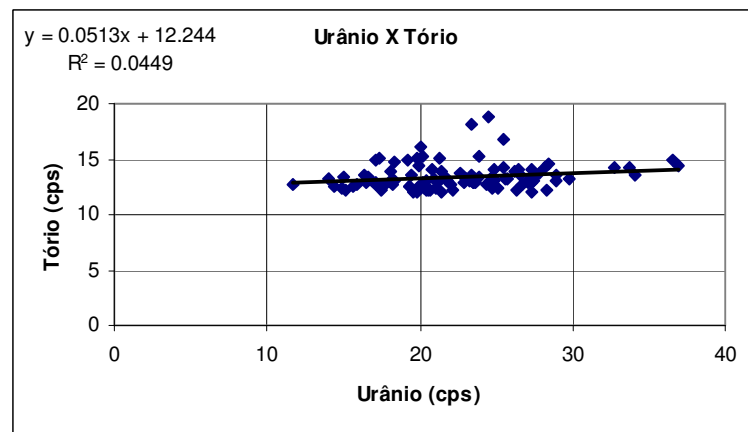
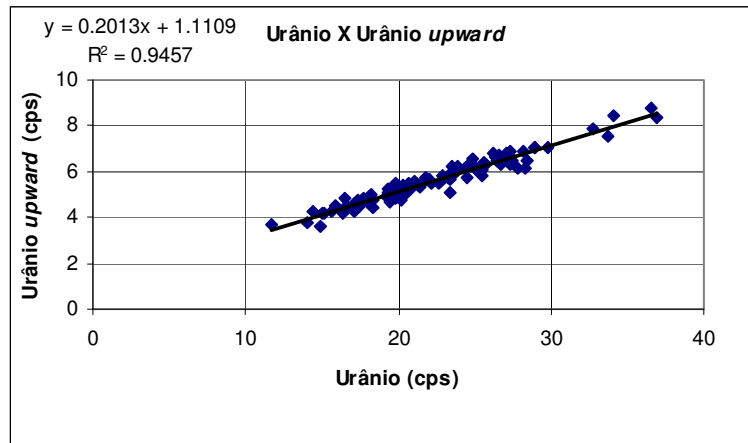
PT-FZN

Médias por vôo (cps)						
Vôo	Contagem Total	Potássio	Urânio	Tório	Urânio Upward	Cósmico
6	1409,31	36,86	27,30	12,92	6,41	213,00
6	1600,64	47,34	36,55	15,00	8,78	199,00
7	1242,80	30,21	17,16	12,96	4,55	217,00
7	1348,19	34,99	24,42	12,71	6,17	206,00
8	1337,28	33,87	23,34	13,05	5,68	219,00
9	1268,88	31,39	18,38	14,72	4,39	218,00
9	1312,49	33,00	21,28	15,16	5,45	218,00
15	1369,76	35,45	23,89	15,20	6,07	222,00
15	1430,74	38,80	27,37	14,13	6,63	193,00
30	1310,01	33,46	20,89	13,26	5,44	247,00
30	1375,12	33,85	24,86	14,04	6,32	242,00
31	1298,47	31,61	20,23	15,33	4,77	241,00
31	1334,82	33,07	23,24	13,10	5,73	241,00
33	1287,69	30,69	19,94	14,48	4,89	239,00
33	1281,09	30,21	20,53	12,20	5,15	239,00
34	1217,53	26,83	16,65	13,31	4,51	238,00
34	1277,76	29,88	19,77	12,36	5,46	213,00
35	1282,68	30,74	20,17	12,96	5,25	238,00
35	1417,01	37,29	28,24	14,24	6,85	239,00
36	1295,29	31,29	20,84	14,07	5,22	239,00
36	1325,03	33,12	23,34	13,57	5,89	238,00
37	1267,63	29,37	20,38	12,99	4,99	245,00
38	1353,47	33,41	23,90	13,33	6,21	242,00
38	1374,90	34,92	27,27	13,10	6,86	240,00
39	1336,34	32,28	22,61	13,67	5,47	240,00
39	1321,14	33,00	22,90	12,95	5,83	231,00
40	1390,08	35,67	26,44	14,09	6,51	243,00
40	1416,42	37,84	28,93	13,53	7,08	244,00
41	1377,81	35,74	25,56	13,28	6,42	243,00
42	1304,52	31,87	21,01	12,38	5,59	245,00
42	1527,52	41,80	34,13	13,54	8,44	246,00
46	1301,46	32,02	21,47	13,90	5,44	240,00
46	1307,79	32,53	21,77	13,06	5,76	240,00
47	1256,49	29,17	18,08	13,84	4,60	224,00
47	1392,71	36,31	28,29	12,26	6,13	216,00
48	1425,47	36,85	28,45	14,65	6,47	205,00
49	1288,72	31,44	19,83	15,03	4,83	232,00
49	1303,20	31,27	22,19	12,14	5,52	225,00
50	1287,24	30,29	20,30	12,60	5,41	206,00
51	1271,43	30,51	19,28	12,46	5,11	227,00
51	1287,19	31,21	20,70	12,19	5,46	213,00
52	1269,00	30,61	19,82	12,07	5,00	226,00
54	1501,26	41,90	33,75	14,19	7,55	226,00
54	1431,58	38,83	28,98	13,05	7,03	227,00
57	1245,54	29,68	17,15	14,88	4,26	228,00
57	1270,27	30,40	20,46	12,28	5,16	219,00
58	1239,00	29,11	17,34	15,06	4,55	230,00
58	1245,98	28,71	19,62	12,00	5,03	228,00

Médias por vôo (cps)						
Vôo	Contagem Total	Potássio	Urânio	Tório	Urânio Upward	Cósmico
60	1264,36	30,78	19,17	14,94	4,91	225,00
60	1341,62	33,46	25,09	12,40	6,04	215,00
61	1279,95	30,94	20,31	12,38	5,30	219,00
62	1366,19	34,90	23,43	18,09	5,10	224,00
62	1346,42	33,68	23,50	12,90	6,25	220,00
65	1379,61	35,71	24,52	18,89	5,73	221,00
65	1340,66	33,90	24,70	12,43	6,33	225,00
66	1400,43	36,56	25,48	16,85	5,83	221,00
66	1365,77	35,46	26,30	12,18	6,60	217,00
71	1261,61	30,29	18,09	13,01	4,91	244,00
71	1384,64	35,71	25,53	14,24	6,05	213,00
73	1258,00	29,84	18,18	12,68	5,03	241,00
73	1559,77	43,11	36,95	14,36	8,38	238,00
75	1242,11	29,58	17,37	12,63	4,76	236,00
75	1298,41	31,62	21,61	13,32	5,57	239,00
77	1225,80	28,72	17,10	12,77	4,47	240,00
77	1319,35	32,61	23,61	12,82	5,91	241,00
78	1289,40	31,46	21,38	12,06	5,36	213,00
79	1403,70	36,84	27,07	12,90	6,78	241,00
79	1356,90	35,49	24,92	12,98	6,56	241,00
82	1238,68	28,94	17,24	12,75	4,68	243,00
82	1516,08	43,42	32,77	14,21	7,84	216,00
84	1294,99	32,40	20,11	16,12	5,08	226,00
84	1387,79	36,09	26,74	12,70	6,34	212,00
86	1266,61	30,57	19,30	12,47	5,21	226,00
86	1394,97	36,86	27,50	13,11	6,49	205,00
88	1267,51	31,02	19,42	13,50	4,68	228,00
88	1385,43	35,04	26,61	13,64	6,70	206,00
90	1254,84	29,72	18,34	13,11	4,77	226,00
90	1360,07	36,08	24,82	13,24	6,22	208,00
98	1185,81	27,18	14,91	12,43	3,64	232,00
98	1407,86	38,20	27,81	13,68	6,15	207,00
100	1176,80	26,12	14,01	13,17	3,74	236,00
100	1337,59	34,27	23,05	13,14	5,76	204,00
105	1241,06	29,41	17,45	12,18	4,50	240,00
105	1386,40	36,24	26,24	13,83	6,77	208,00
107	1225,79	27,73	16,50	12,81	4,86	238,00
107	1328,54	33,91	24,44	12,82	6,20	217,00
108	1202,18	27,51	15,66	12,49	4,27	233,00
108	1437,36	39,04	29,78	13,29	7,02	217,00
111	1213,86	27,76	15,87	12,65	4,50	243,00
111	1349,09	34,29	25,77	13,15	6,28	196,00
112	1132,78	23,80	11,74	12,70	3,66	240,00
112	1340,40	33,83	24,75	13,32	6,19	214,00
113	1193,92	27,20	15,09	12,25	4,17	241,00
113	1293,01	32,40	22,09	12,68	5,66	217,00
114	1195,74	26,46	15,04	13,38	4,18	244,00
114	1319,74	33,17	23,47	12,81	5,78	218,00

Médias por voo (cps)						
Voo	Contagem Total	Potássio	Urânio	Tório	Urânio Upward	Cósmico
115	1176,26	25,92	14,34	12,51	4,24	247,00
115	1282,22	30,93	21,20	12,94	5,50	203,00
116	1213,87	26,58	16,38	13,50	4,14	250,00
116	1380,41	35,52	27,03	13,13	6,44	207,00
117	1253,65	28,89	17,78	12,75	4,85	245,00
117	1359,70	35,83	27,31	12,07	6,34	218,00





CANAL	COEFICIENTE	VALOR OBTIDO
Contagem Total	a_{tc}	16,791
Potássio	a_k	0,8103
Urânio <i>upward</i>	a_u	0,2013
Tório	a_t	0,0513

PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO
PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL (PGB)

PROJETO AEROGEOFÍSICO SUDESTE DE RONDÔNIA

CPRM CONTRATO Nº 066/PR/05

ANEXO I-d.3

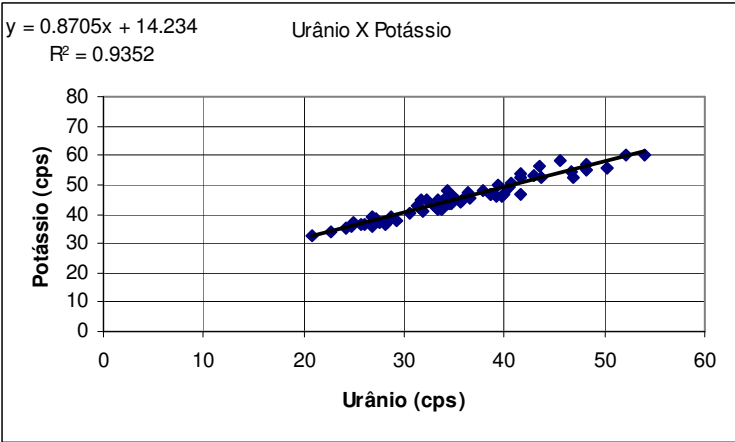
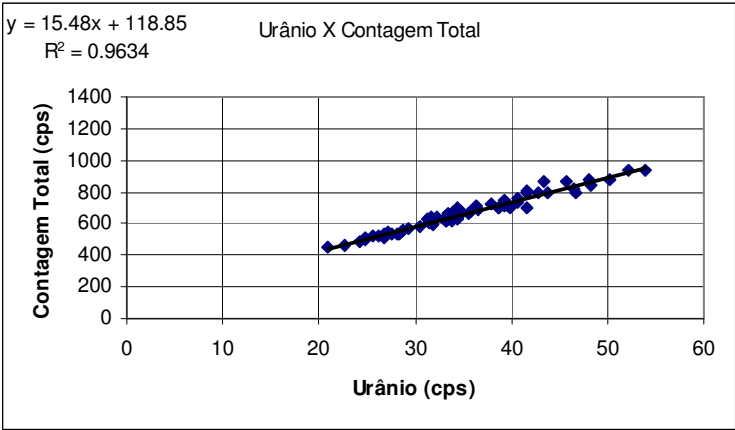
DETERMINAÇÃO DAS CONSTANTES
DE CALIBRAÇÃO DO RADÔNIO

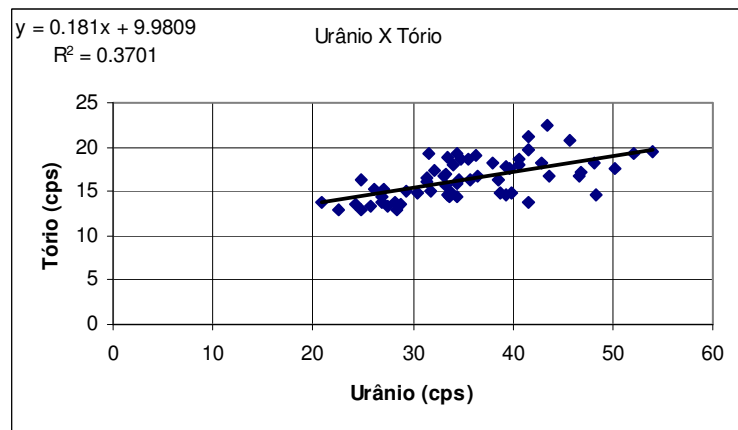
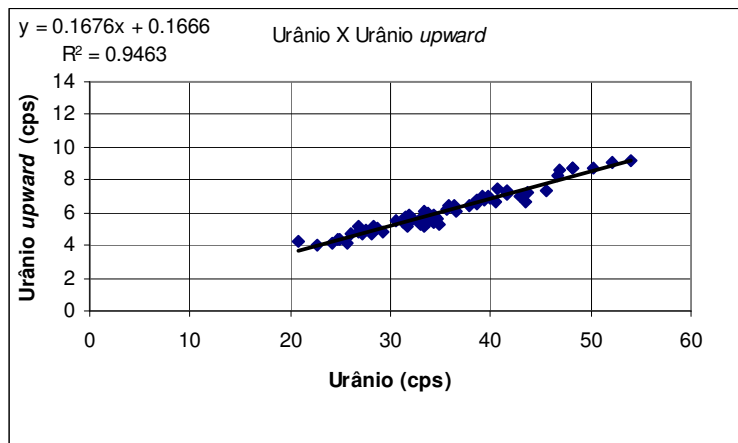
AERONAVE CESSNA 404 - TITAN

PT-FZN

Médias por voo (cps)						
Voo	Contagem Total	Potássio	Urânio	Tório	Urânio Upward	Cósmico
127	650,04	44,43	33,83	14,87	5,89	211,93
127	628,36	43,26	33,44	14,64	6,10	226,26
128	669,76	44,80	33,45	18,76	5,38	206,29
128	671,43	44,91	35,78	16,30	6,41	216,22
129	585,33	40,44	30,53	14,87	5,54	216,32
129	847,85	54,86	48,27	14,64	8,70	216,63
130	800,37	52,26	46,80	17,14	8,62	219,93
131	538,34	37,20	27,55	13,38	4,99	212,71
131	636,90	44,79	32,18	17,31	5,60	214,90
132	644,95	45,08	31,69	19,23	5,21	214,72
133	460,35	34,04	22,66	12,88	3,97	211,31
133	631,44	42,89	33,07	16,64	5,29	213,59
134	673,53	45,53	34,04	18,11	5,76	214,90
135	523,79	36,80	25,70	13,43	4,11	212,02
135	661,46	44,14	35,56	18,68	6,16	215,05
136	532,48	37,36	28,37	12,97	5,21	215,18
136	733,89	49,53	40,56	18,68	6,69	214,36
137	711,29	45,95	39,66	17,62	6,95	217,23
138	634,19	43,74	34,42	14,31	5,77	213,80
138	822,26	54,35	46,61	16,82	8,24	216,82
139	702,16	46,43	38,60	16,36	6,49	217,29
140	704,49	46,89	39,86	14,80	6,89	219,90
140	1225,04	75,60	-	20,33	12,02	220,23
141	746,42	50,04	39,29	17,75	6,75	221,16
143	590,66	41,02	31,85	14,99	5,90	216,00
143	937,28	60,08	52,16	19,19	9,01	219,00
144	706,62	47,31	36,36	19,02	6,43	217,00
145	613,97	42,14	33,27	15,62	5,71	219,00
145	874,79	57,11	48,17	18,22	8,68	223,00
146	760,46	50,78	40,65	18,11	7,41	226,00
147	698,52	46,62	38,68	14,81	6,77	214,00
147	933,23	60,31	54,01	19,39	9,14	222,00
148	807,88	53,97	41,62	21,16	7,16	221,00
148	639,51	43,39	34,34	15,96	5,81	223,00
150	719,29	47,72	37,90	18,25	6,42	223,00
150	615,12	41,69	33,29	16,92	5,22	219,00
151	798,50	52,90	42,86	18,14	7,03	218,00
154	557,69	38,79	28,75	13,54	5,03	215,00
154	860,79	56,18	43,44	22,45	6,63	213,00
155	708,00	46,07	39,25	14,69	6,98	215,00
155	866,18	58,15	45,65	20,70	7,31	211,00
156	625,21	42,80	31,32	16,54	5,42	216,00
157	568,40	37,84	29,32	15,10	4,86	213,00
157	692,47	45,29	36,58	16,73	6,05	220,00
158	799,03	52,24	41,55	19,61	7,30	218,00
159	507,83	36,83	24,85	16,28	4,35	216,00
159	646,91	43,83	34,62	16,27	5,60	214,00

Médias por voo (cps)						
Voo	Contagem Total	Potássio	Urânio	Tório	Urânio Upward	Cósmico
160	495,84	35,86	24,79	12,91	4,34	208,00
160	673,5	46,13	34,84	18,64	5,33	215,00
161	608,63	42,42	31,48	16,2	5,74	214,00
162	454,96	32,78	20,87	13,75	4,22	212,00
162	542,81	38,31	27,14	15,18	4,68	213,00
163	490,16	34,88	24,2	13,46	4,17	210,00
163	526,97	36,29	26,15	15,35	4,75	216,00
164	511,96	36,13	26,84	13,68	5,15	211,00
164	533,9	38,84	26,84	14,5	4,77	212,00
165	694,59	47,84	34,36	19,33	5,43	217,00
166	616,4	41,55	33,75	14,51	5,94	212,00
166	881,21	55,64	50,28	17,5	8,76	214,00
167	791,33	52,53	43,7	16,66	7,18	219,00
168	535,02	36,65	28,17	13,75	4,68	215,00
168	704,09	46,45	41,6	13,84	7,28	218,00





CANAL	COEFICIENTE	VALOR OBTIDO
Contagem Total	a_{tc}	15,480
Potássio	a_k	0,8705
Urânio <i>upward</i>	a_u	0,1676
Tório	a_t	0,1810

ANEXO I - RESUMO DO PROCESSO DE CALIBRAÇÃO DO GAMAESPECTRÔMETRO

ANEXO I-e

CALIBRAÇÃO DINÂMICA – RESULTADOS DOS TESTES

PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO
PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL (PGB)

PROJETO AEROGEOFÍSICO SUDESTE DE RONDÔNIA

CPRM CONTRATO Nº 066/PR/05

ANEXO I-e.1

CALIBRAÇÃO DINÂMICA – RESULTADOS DOS TESTES

AERONAVE PIPER PA31 - NAVAJO

PR-PRS

MARICÁ-RJ
24 DE NOVEMBRO DE 2005

CÁLCULO DO COEFICIENTE DE SENSIBILIDADE QUE CONVERTE OS VALORES EM cps PARA TAXAS DE CONCENTRAÇÃO DOS RADIOELEMENTOS POTÁSSIO, URÂNIO E TÓRIO

SUMÁRIO

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

Índice das Figuras, Quadros, Tabela e Mapa

- Figura 1 - Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Contagem Total
Figura 2 - Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Potássio
Figura 3 - Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Urânio
Figura 4 - Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Tório

- Quadro 1 - Resultado Estatístico do Levantamento Terrestre na Pista de Calibração
Quadro 2 - Resultado Estatístico do Levantamento Terrestre na Lagoa de Maricá
Quadro 3 - Resultado Estatístico do Levantamento Aéreo sobre a Pista de Calibração
Quadro 4 - Resultado Estatístico do Levantamento Terrestre na Pista de Calibração após a correção do *background*
Quadro 5 - Coeficientes de Sensibilidade

- Tabela 1 - Listagem dos Valores das Leituras do Levantamento Terrestre

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

1. Considerações Gerais

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

A conversão dos dados aerogamaespectrométricos de contagens por segundo (cps) para concentração de elementos exige a utilização de uma “pista de calibração dinâmica” (*dynamic calibration range – DCR*), para obtenção dos coeficientes de sensibilidade (contagens por segundo / unidade de concentração), bem como para a determinação dos coeficientes de atenuação atmosférica (μ), empregados na correção altimétrica dos canais radiométricos. Os sistemas gamaespectrométricos, tanto aéreo quanto portátil terrestre, devem ser calibrados aproximadamente a cada 12 meses.

A Prospectors efetuou os testes sobre a “pista de calibração dinâmica” no distrito de Inoã, município de Maricá (RJ), no dia 24 de Novembro de 2005.

2. Levantamento Terrestre

Na coleta de dados ao longo da pista de calibração foi utilizado um gamaespectrômetro portátil EXPLORANIUM, modelo GR-320, 512 canais, com detector de iodeto de sódio ativado a tálio NaI(Tl), medindo 76x76mm com resolução melhor que 8,5% para fotopico de Cs-137 (662 keV). As medidas foram armazenadas na memória interna do equipamento, bem como anotadas pelo operador em planilha apropriada.

Foram registradas 88 estações, sendo 82 sobre a pista de calibração e 6 sobre a Lagoa de Maricá, estas últimas com vistas a remover o *background* atmosférico da região. Algumas estações da pista de calibração não puderam ser levantadas por ausência de permissão por parte do proprietário. A Tabela 1 e o Mapa 1 proporcionam, respectivamente, uma visão dos valores das leituras das estações e a locação das mesmas na Pista de Calibração. Os Quadros 1 e 2 resumem os resultados obtidos no levantamento terrestre.

Estatística	CONCENTRAÇÃO				CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
	CT (*) ($\mu\text{R/h}$)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)				
Média	14,41	2,29	2,80	31,83	3979,80	728,32	197,87	278,49
Desvio Padrão	3,34	0,85	0,94	9,10	879,73	206,63	47,23	76,33
Erro na média (1)	0,35	0,09	0,10	0,99	95,66	22,82	5,22	8,45
Incerteza (%) (2)	0,03	0,04	0,04	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03

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

(*) Valor obtido através da expressão:

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

E = Taxa de Exposição ($\mu\text{R/h}$)

(1) Erro na média = Desvio Padrão / (Número de Estações)^{1/2}

(2) Incerteza = Erro na Média / Média

cpm = contagem por minuto

82 estações utilizadas no cálculo estatístico

CONCENTRAÇÃO								
Estatística	CT ($\mu\text{R/h}$)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)	CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
Média	0,06	-0,10*	-0,40*	0,20	60,16	-26,17*	-6,83*	1,50
Desvio Padrão	0,18	0,00	0,13	0,34	16,84	2,48	3,25	2,88
Erro na média	0,07	0,00	0,05	0,14	6,87	1,01	1,33	1,18
Incerteza (%)	0,18	0,00	-0,13	0,69	0,11	-0,04	-0,19	0,78

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

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

3. Levantamento Aéreo

Foi utilizada a aeronave PR-PRS. Foram realizadas 8 passagens sobre a pista de calibração e mar, nas seguintes altitudes: 330 (3 vezes), 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 da aeronave PR-PRS para as janelas de potássio, urânio e tório foi determinada com base na razão entre as medidas efetuadas a bordo (N) e em terra (C), com a aplicação da seguinte expressão: $S = N / C$, onde:

S corresponde à sensibilidade para cada janela,

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

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

Foram utilizados os dados aéreos relativos à média das três passagens na altura de 330 pés (100m) 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 abaixo:

ESTATÍSTICA *	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
MÉDIA	3281,79	187,61	29,56	156,82
DESVIO PADRÃO	299,33	32,77	12,93	14,01
ERRO NA MÉDIA	32,12	5,66	1,91	3,17
INCERTEZA (%)	0,01	0,02	0,05	0,02

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

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

ESTATÍSTICA	CONCENTRAÇÃO							
	CT ($\mu\text{R/h}$)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)	CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
MÉDIA	14,35	2,29	2,80	31,63	3979,80	728,32	197,87	276,99
DESVIO PADRÃO	3,36	0,85	0,94	9,33	884,78	206,63	47,23	78,43
ERRO NA MÉDIA	0,37	0,09	0,10	1,03	97,71	22,82	5,22	8,66
INCERTEZA (%)	0,03	0,04	0,04	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03

Quadro 4 – Resultado Estatístico do Levantamento Terrestre na Pista de Calibração após a correção do *background*

cpm = contagens por minuto

	CT (cps / $\mu\text{R/h}$)	K (cps / %)	U (cps / ppm)	Th (cps / ppm)
SENSIBILIDADE (S)	228,70	81,92	10,56	4,96

Quadro 5 – Coeficientes de Sensibilidade

As Figuras 1, 2, 3 e 4 apresentam os perfis comparativos dos levantamentos aéreo e terrestre:

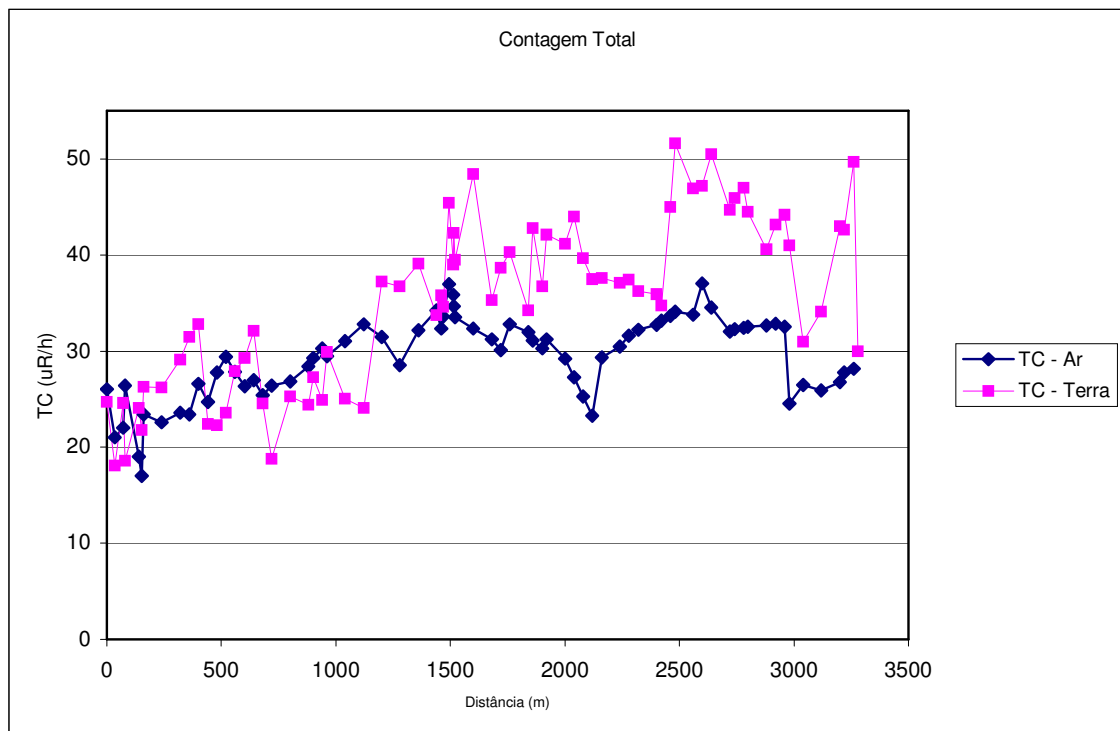


Figura 1 – Calibração dinâmica – Perfil comparativo – Contagem Total

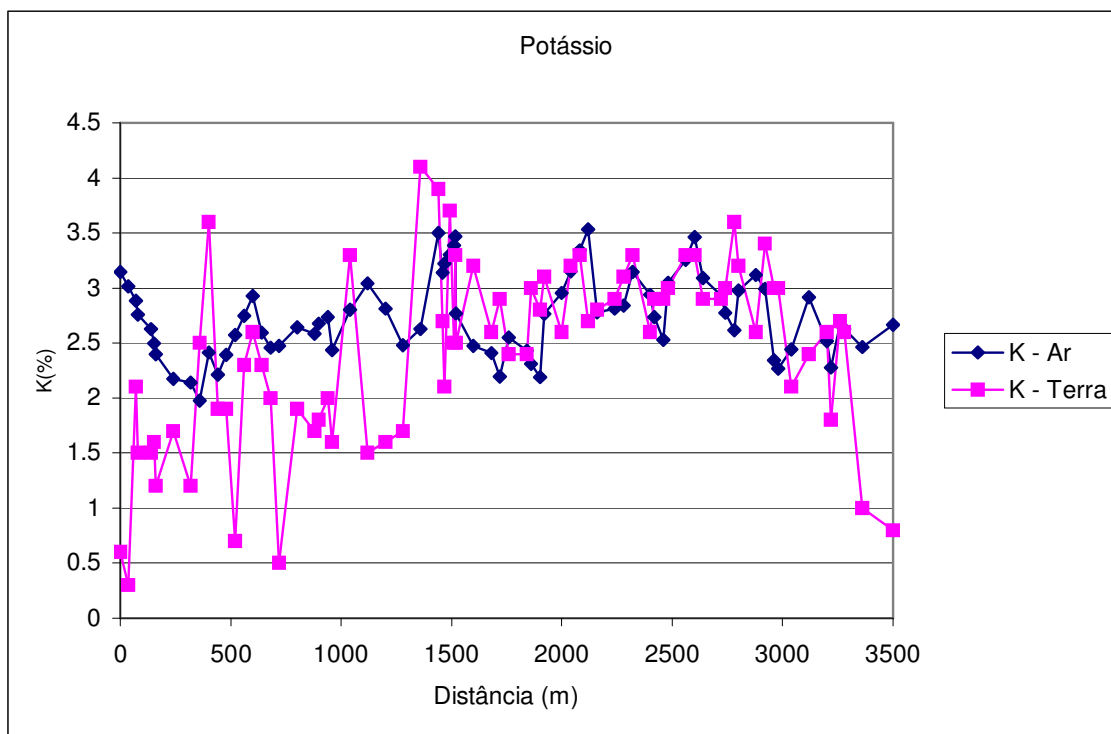


Figura 2 – Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Potássio

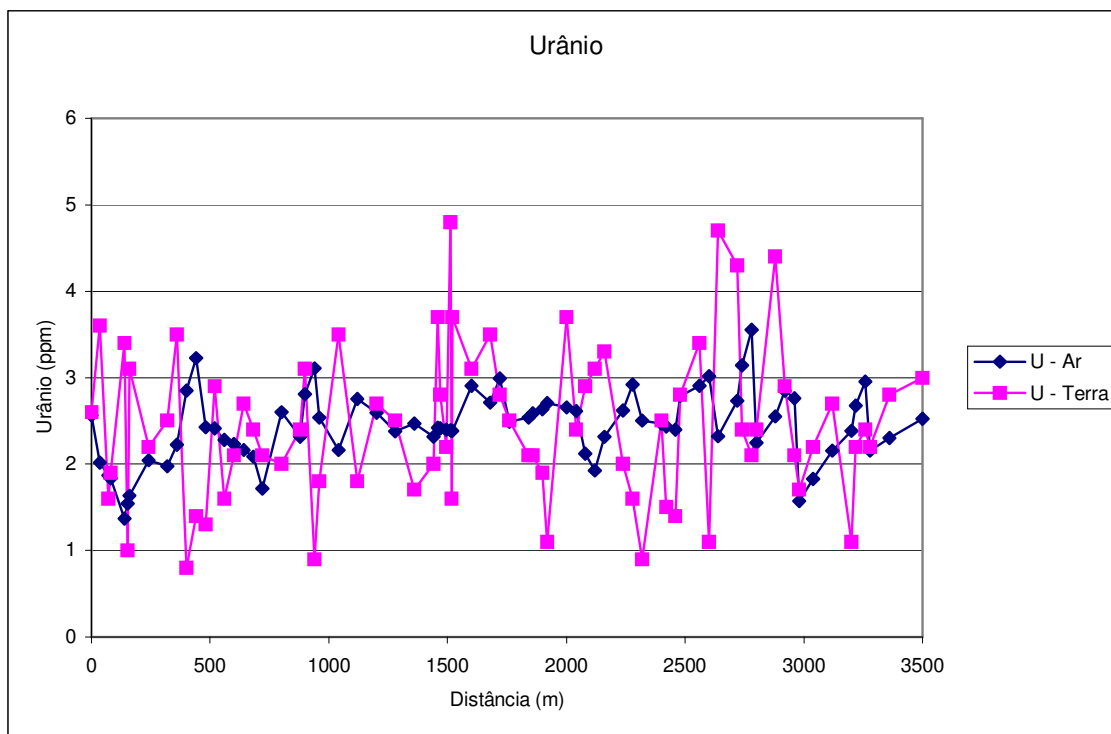


Figura 3 – Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Urânio

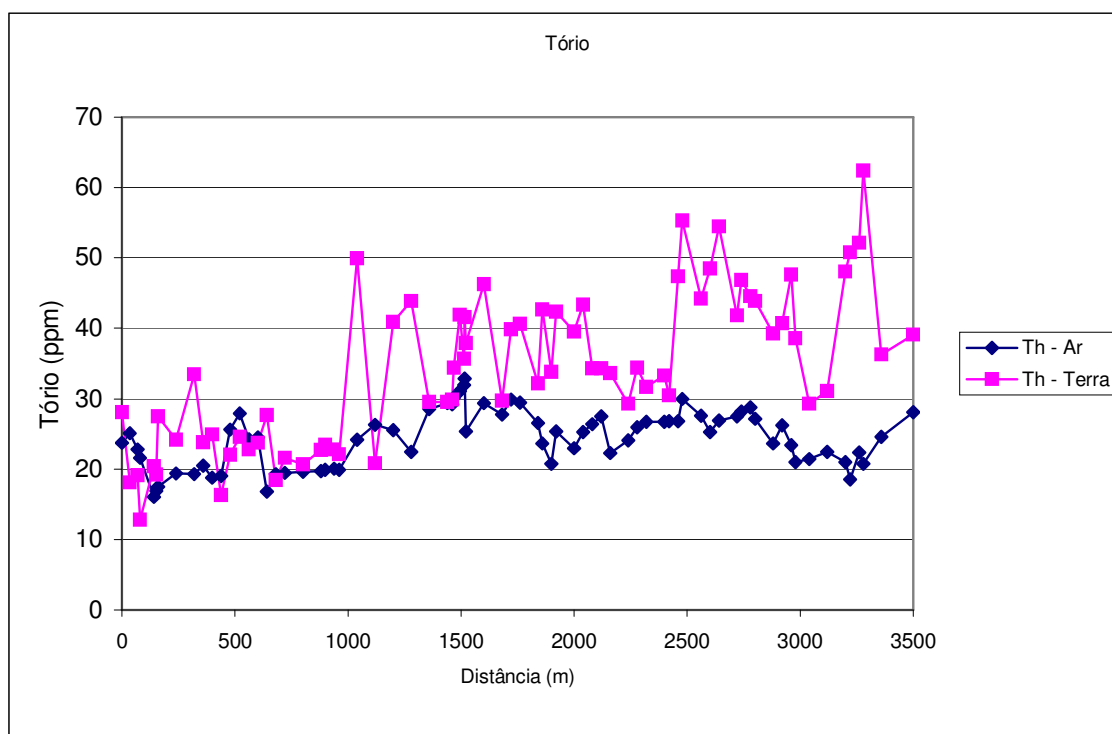


Figura 4 – Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Tório

**TABELA 1 – Listagem das Leituras do Levantamento Terrestre (Pista de Calibração Dinâmica)
Aeronave PR-PRS
DADOS BRUTOS**

Calibração Dinâmica em Maricá com Gamaespectrômetro EXPLORANIUM GR-320 NOV/05

Medidas terrestres e na Lagoa

PT GPS	Leitura	LAT S	LONG W	TC μ R/h	TC cpm	K %	K cpm	U ppm	U cpm	Th ppm	Th cpm
1	7,1	22.54.24.2	42.55.15.4	24.7	2866	0.6	345	2.6	177	28.1	242
2	E7N	22.54.25.9	42.55.16.0	18.1	2104	0.3	244	3.6	149	18.1	157
3	6,3	22.54.27.9	42.55.16.8	24.6	2805	2.1	579	1.6	117	19.1	165
4	6,2	22.54.28.9	42.55.17.7	18.6	2156	1.5	437	1.9	95	12.8	111
5	6,1	22.54.30.4	42.55.18.6	24.1	2797	1.5	507	3.4	156	20.4	177
6	E6N	22.54.31.7	42.55.19.6	21.8	2528	1.6	479	1.0	107	19.2	165
7	5,3	22.54.33.1	42.55.20.6	26.3	3055	1.2	478	3.1	184	27.5	238
8	5,2	22.54.34.7	42.55.21.2	26.2	3035	1.7	548	2.2	151	24.2	208
9	5,1	22.54.35.9	42.55.22.1	29.1	3374	1.2	501	2.5	200	33.5	288
10	E5N	22.54.37.1	42.55.23.6	31.5	3671	2.5	746	3.5	174	23.8	206
17	4,3	22.54.39.0	42.55.24.1	32.8	3809	3.6	927	0.8	128	24.9	209
18	4,2	22.54.40.6	42.55.24.5	22.4	2598	1.9	524	1.4	100	16.3	190
19	4,1	22.54.41.8	42.55.25.5	22.3	2586	1.9	459	1.3	126	22.0	189
20	E4N	22.54.43.0	42.55.26.6	23.6	2732	0.7	358	2.9	167	24.6	212
21	3,3	22.54.44.4	42.55.27.2	27.9	3240	2.3	658	1.6	134	22.8	196
22	3,2	22.54.45.2	42.55.28.6	29.3	3401	2.6	736	2.1	148	23.7	209
23	3,1	22.54.46.7	42.55.29.9	32,1	3723	2.3	708	2.7	177	27.7	238
24	E3	22.54.47.8	42.55.30.8	24.5	2843	2.0	582	2.4	128	18.4	159
26	2,3	22.54.49.6	42.55.31.1	18.8	2151	0.5	253	2.1	138	21.6	186
27	2,2	22.54.51.1	42.55.31.8	25.3	2939	1.9	557	2	132	20.7	178
28	2,1	22.54.52.9	42.55.33.1	24.4	2827	1.7	539	2.4	149	22.7	196
29	E2N	22.54.54.0	42.55.33.7	27.3	3167	1.8	571	3.1	165	23.5	203
30	1,3	22.54.55.5	42.55.34.3	24.9	2887	2	567	.9	121	22.8	196
31	1,2	22.54.57.1	42.55.35.2	29.9	2887	1.6	513	1.8	134	22.1	190
32	1,1	22.54.58.6	42.55.36.5	50.0	5798	3.3	1150	3.5	271	49.9	386
33	E1N	22.54.59.1	42.55.37.9	24.1	2801	1.5	471	1.8	129	20.8	179
34	13,1	22.55.13.0	42.55.43.6	37.2	4315	1.6	632	2.7	237	40.9	351
35	E13	22.55.13.0	42.55.43.6	36.7	4253	1.7	667	2.5	248	43.9	377
36	12,3	22.55.13.0	42.55.43.6	39.1	4530	4.1	1065	1.7	167	29.5	259
37	12,2	22.55.13.0	42.55.43.6	33.7	3914	3.9	907	2.0	150	29.5	211
38	E12	22.55.13.0	42.55.43.6	35.8	4149	2.7	818	3.7	205	29.9	259
39	11,3	22.55.14.2	42.55.44.5	34.6	4018	2.1	695	2.8	210	34.4	296
40	10,3	22.55.17.0	42.55.50.9	45.4	5271	3.7	1062	2.2	231	41.9	356
41	10,2	22.55.18.3	42.55.51.5	39.0	4520	2.5	829	4.8	252	35.7	309
42	10,1	22.55.19.9	42.55.52.7	42.3	4908	3.3	977	1.6	221	41.6	357
43	E10	22.55.21.6	42.55.53.8	39.5	4587	2.5	829	3.7	242	37.9	327
44	9,3	22.55.22.5	42.55.59.6	48.4	5619	3.2	1039	3.1	271	46.3	398
45	9,2	22.55.24.2	42.55.55.6	35.3	4091	2.6	789	3.5	201	29.7	256
46	9,1	22.55.25.6	42.55.56.4	38.7	4486	2.9	584	2.8	211	39.9	301
47	E9	22.55.27.1	42.55.57.6	40.3	4379	2.4	806	2.5	233	40.6	349
48	8,3	22.55.28.7	42.55.58.4	34.2	3966	2.4	730	2.1	186	32.2	277

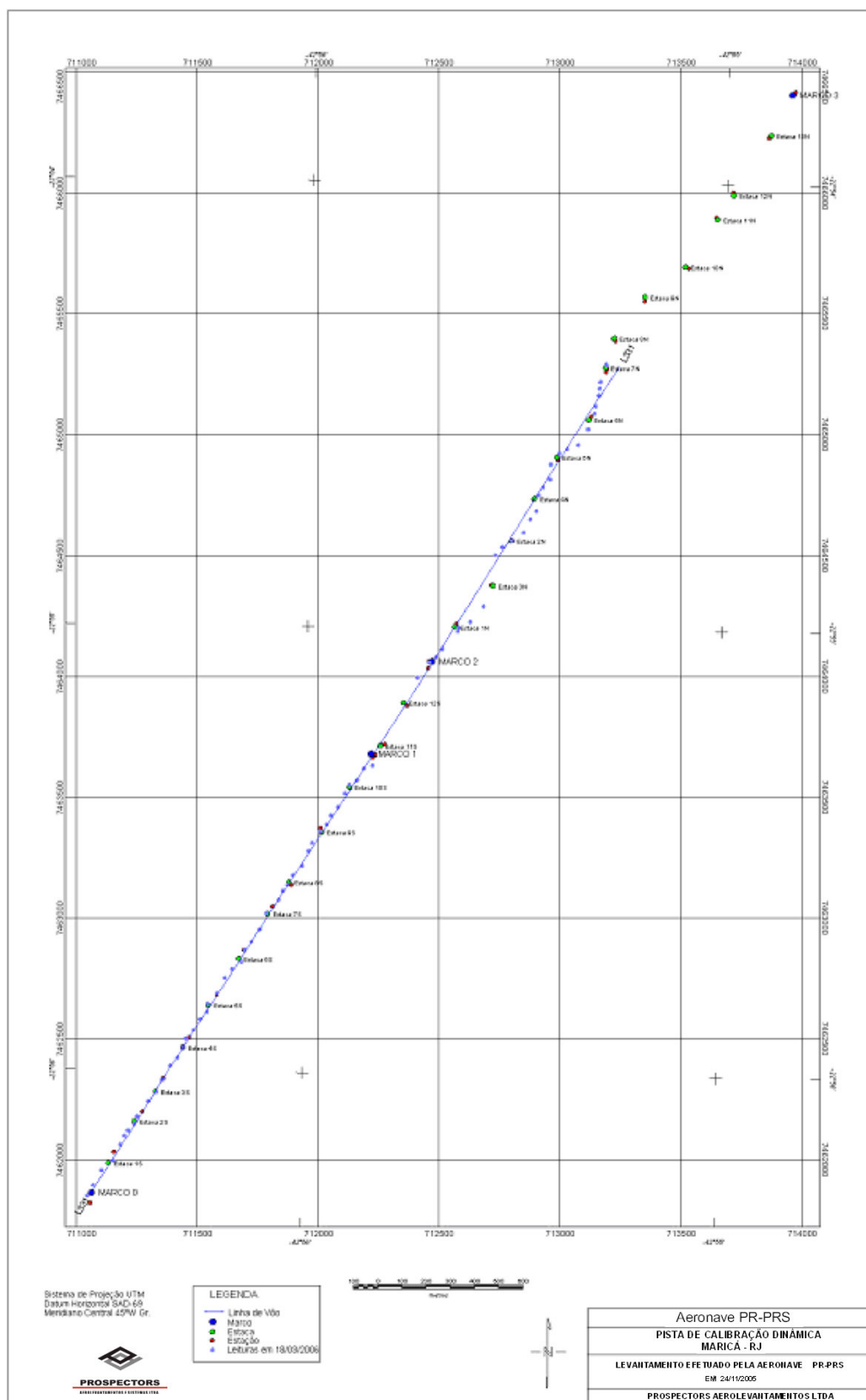
Calibração Dinâmica em Maricá com Gamaespectrômetro EXPLORANIUM GR-320 NOV/05

Medidas terrestres e na Lagoa

PT GPS	Leitura	LAT S	LONG W	TC μ R/h	TC cpm	K %	K cpm	U ppm	U cpm	Th ppm	Th cpm
49	8,2	22.55.29.9	42.55.59.4	42.8	4959	3	928	2.1	235	42.7	367
50	8,1	22.55.30.8	42.56.00.0	36.7	4257	2.8	831	1.9	190	33.8	294
51	E8	22.55.32.9	42.56.01.0	42.1	4883	3.1	937	1.1	215	42.3	362
52	7,,3	22.55.33.8	42.56.02.1	41.2	4777	2.6	863	3.7	250	39.5	341
53	7,2	22.55.35.2	42.56.03.0	44.0	5098	3.2	977	2.4	243	43.4	373
54	7,1	22.55.36.6	42.56.03.7	39.7	4602	3.3	946	2.9	211	34.3	295
55	E7	22.55.37.8	42.56.04.8	37.5	4355	2.7	827	3.1	215	34.3	296
56	6,3	22.55.39.0	42.56.05.6	37.6	4362	2.8	859	3.3	215	33.6	290
57	6,2	22.55.40.8	42.56.06.3	37.1	488	2.9	827	2.0	171	29.3	251
58	6,1	22.55.42.0	42.56.07.5	37.4	4343	3.1	899	1.6	187	34.4	295
59	E6	22.55.43.8	42.56.08.6	36.2	4201	3.3	910	0.9	162	31.7	272
60	5,3	22.55.45.0	42.56.08.9	35.9	4166	2.6	793	2.5	198	33.3	268
61	5,2	22.55.46.2	42.56.10.1	34.7	4031	2.9	824	1.5	167	30.5	252
62	5,1	22.55.47.6	42.56.11.1	45.0	5221	2.9	933	1.4	244	47.4	407
63	E5	22.55.48.5	42.56.12.0	51.6	5984	3.0	1027	2.8	306	55.3	475
64	4,3	22.55.50.2	42.56.13.0	46.9	5944	3.3	1032	3.4	265	44.2	380
65	4,2	22.55.51.6	42.56.13.5	47.2	5470	3.3	1020	1.1	245	48.5	418
66	4,1	22.55.53.0	42.56.14.8	50.5	5864	2.9	1032	4.7	237	54.5	469
67	E4	22.55.54.6	42.56.15.9	44.7	5185	2.9	946	4.3	271	41.8	366
68	3,3	22.55.56.0	42.56.16.7	45.9	5328	3.0	955	2.4	259	46.9	402
69	3,2	22.55.57.2	42.56.17.5	47.0	5455	3.6	1060	2.1	243	44.6	383
70	3,1	22.55.58.6	42.56.18.6	44.5	5164	3.2	977	2.4	246	43.9	377
71	E3	22.56.00.6	42.56.19.9	40.6	4715	2.6	871	4.4	261	39.3	339
72	2,3	22.56.01.5	42.56.20.4	43.2	5012	3.4	1012	2.9	240	40.7	350
73	2,2	22.56.02.6	42.56.21.2	44.2	5122	3.0	953	2.1	257	47.6	409
74	2,1	22.56.04.0	42.56.22.2	41.0	4759	3.0	900	1.7	209	38.6	331
75	E2	22.56.05.9	42.56.23.4	31.0	3599	2.1	668	2.2	175	29.3	252
76	1,3	22.56.07.1	42.56.24.4	34.1	3959	2.4	751	2.7	193	31.1	268
77	1,2	22.56.18.3	42.56.25.3	43.0	4991	2.6	871	1.1	241	48.1	412
78	1,1	22.56.09.8	42.56.26.0	42.6	4995	1.8	740	2.2	273	50.8	436
79	E1	22.56.11.3	42.56.26.8	49.7	5764	2.7	940	2.4	285	52.2	448
80	0,3	22.56.12.3	42.56.27.6	52.7	6111	2.6	962	2.2	324	62.4	535
81	0,2	22.56.13.7	42.56.28.4	32.5	3775	1.0	991	2.8	218	36.3	312
82	0,1	22.56.15.3	42.56.29.8	32.3	3744	0.8	967	3.0	246	39.1	317
83	MO	22.56.16.6	42.56.30.1	37.5	4384	2.4	781	3.4	230	36.4	313
84	Lagoa	22.56.27.0	42.49.28.1	0.6	66	-0,1	-25	-0,2	-1	0,5	4
84	Lagoa	22.56.27.9	42.49.29.3	0.7	82	0	-16	-0,6	-9	0,5	4
84	Lagoa	22.56.29.0	42.49.19.7	0.3	36	-0,1	-23	-0,6	-9	0,3	3
84	Lagoa	22.56.29.2	42.49.20.6	0.4	95	-0,1	-23	-0,5	-8	0,2	1
84	Lagoa	22.56.29.6	42.49.21.2	0.2	28	-0,1	-29	-0,6	-12	-0,2	-2
84	Lagoa	22.56.28.0	42.49.17.3	0.3	31	-0,1	-30	-0,5	-9	0,1	1

cpm = contagens por minuto

ppm = partes por milhão



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

PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO
PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL (PGB)

PROJETO AEROGEOFÍSICO SUDESTE DE RONDÔNIA

CPRM CONTRATO Nº 066/PR/05

ANEXO I-e.2

CALIBRAÇÃO DINÂMICA – RESULTADOS DOS TESTES

AERONAVE CESSNA 404 - TITAN

PT-FZN

MARICÁ-RJ
18 DE DEZEMBRO DE 2004

CÁLCULO DAS TAXAS DE CONCENTRAÇÃO DOS RADIOELEMENTOS

POTÁSSIO, URÂNIO E TÓRIO

SUMÁRIO

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

Índice das Figuras, Quadros, Tabela e Mapa

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

1 Considerações Gerais

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

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

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

No dia 18 de dezembro de 2004 a Lasa Engenharia e Prospecções S.A. efetuou os testes sobre a “pista de calibração dinâmica” no distrito de Inoã, município de Maricá (RJ).

2 Levantamento Terrestre

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

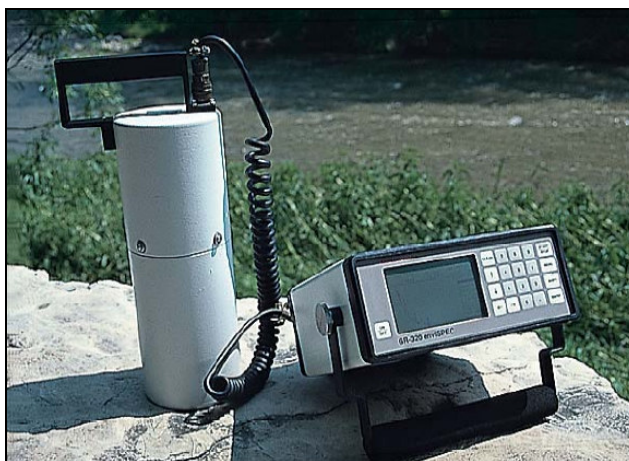


Figura 1 – Gamaespectrômetro Portátil EXPLORANIUM GR-320

Foram registradas 83 estações, sendo 75 sobre a pista de calibração e 8 sobre a Lagoa de Maricá, estas últimas com vistas a remover o *background* atmosférico da região. Devido a impossibilidade de chegada ao local, não foram efetuadas medições entre a estaca 11S e as imediações do marco 2, sendo consideradas, para fins estatísticos, 75 estações. A Tabela 1 e o Mapa 1 proporcionam, respectivamente, uma visão dos valores das leituras das estações e a localização das mesmas na Pista de Calibração. A Figura 2 ilustra a coleta de dados terrestres. Os Quadros 1 e 2 resumem os resultados obtidos no levantamento terrestre.



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

ESTATÍSTICA	CONCENTRAÇÃO				CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
	CT(*) (μR/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)				
MÉDIA	14,24	2,12	2,81	32,11	3958,83	732,54	206,86	280,52
DESVIO PADRÃO	3,13	0,73	0,90	8,56	854,60	191,79	39,54	74,14
ERRO NA MÉDIA(1)	0,36	0,08	0,10	0,99	98,68	22,15	4,57	8,56
INCERTEZA (%) (2)	0,03	0,04	0,04	0,03	0,02	0,03	0,02	0,03

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

- (*) Valor obtido através da expressão:

$$E = 1,505K + 0,653eU + 0,287eTh$$
 E = Taxa de Exposição (μR/h)
- (1) Erro na média = Desvio Padrão / (Número de Estações)^{1/2}
- (2) Incerteza = Erro na Média/ Média
- cpm = contagem por minuto
- 75 estações utilizadas no cálculo estatístico

ESTATÍSTICA	CONCENTRAÇÃO				CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
	CT (μ R/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)				
MÉDIA	-0,38	-0,06*	-0,30*	0,73	129,13	-16,25*	-2,38*	6,25
DESVIO PADRÃO	0,16	0,07	0,16	0,71	38,80	7,52	3,89	5,99
ERRO NA MÉDIA	0,06	0,03	0,06	0,25	13,72	2,66	1,38	2,12
INCERTEZA (%)	0,00	0,00	0,00	0,35	0,11	0,00	0,00	0,00

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

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

3 Levantamento Aéreo

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

4 Correção Altimétrica (Coeficientes de Atenuação Atmosférica)

Esse procedimento é comentado no próximo resumo.

5 Conversão para Concentração de Elementos

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

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

S corresponde à sensibilidade para cada janela,

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

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

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

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

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

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

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

ESTATÍSTICA *	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
MÉDIA	3309,44	166,98	24,97	155,07
DESVIO PADRÃO	301,04	22,69	11,95	21,38
ERRO NA MÉDIA	45,91	3,31	1,74	3,12
INCERTEZA (%)	0,01	0,02	0,07	0,02

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

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

ESTATÍSTICA	CONCENTRAÇÃO				CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
	CT (μ R/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)				
MÉDIA	14,03	2,12	2,81	31,38	3829,70	732,54	206,86	274,27
DESVIO PADRÃO	3,13	0,73	0,90	8,56	854,60	191,79	39,54	74,14
ERRO NA MÉDIA	0,36	0,08	0,10	0,99	98,68	22,15	4,57	8,56
INCERTEZA (%)	0,03	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03

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

cpm = contagens por minuto

	CT (cps / μ R/h)	K (cps / %)	U (cps / ppm)	Th (cps / ppm)
SENSIBILIDADE (S)	235,88	78,76	8,89	4,94

Quadro 5 – Coeficientes de Sensibilidade

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

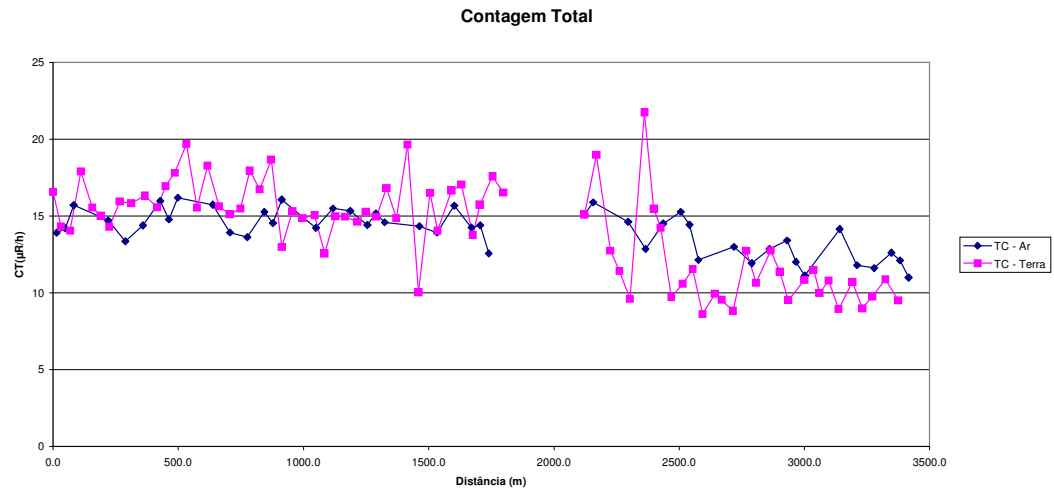


Figura 3 – Calibração dinâmica – Perfil comparativo – Contagem Total

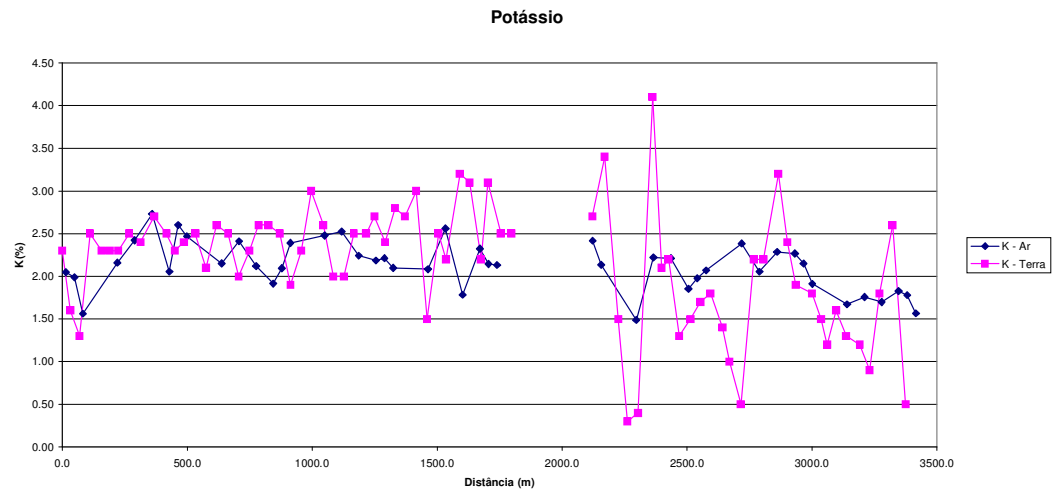


Figura 4 – Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Potássio

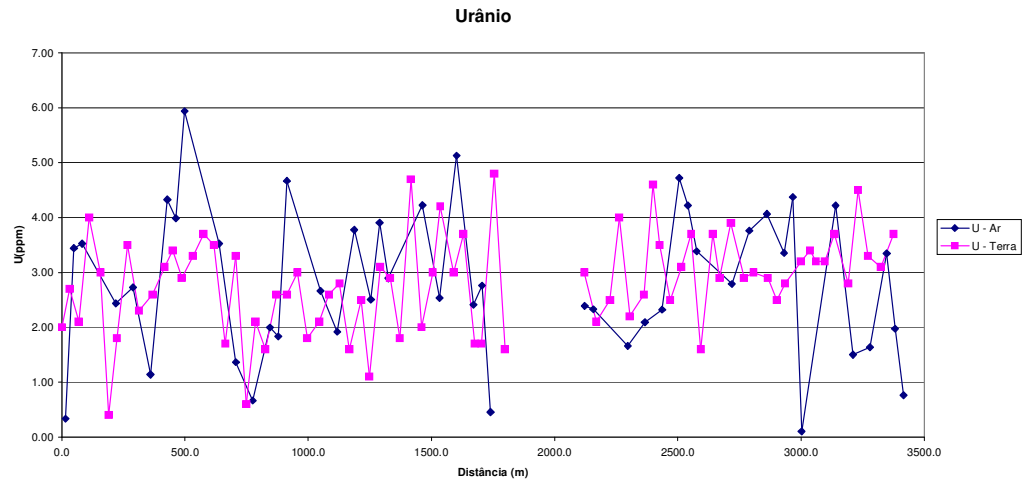


Figura 5 – Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Urânio

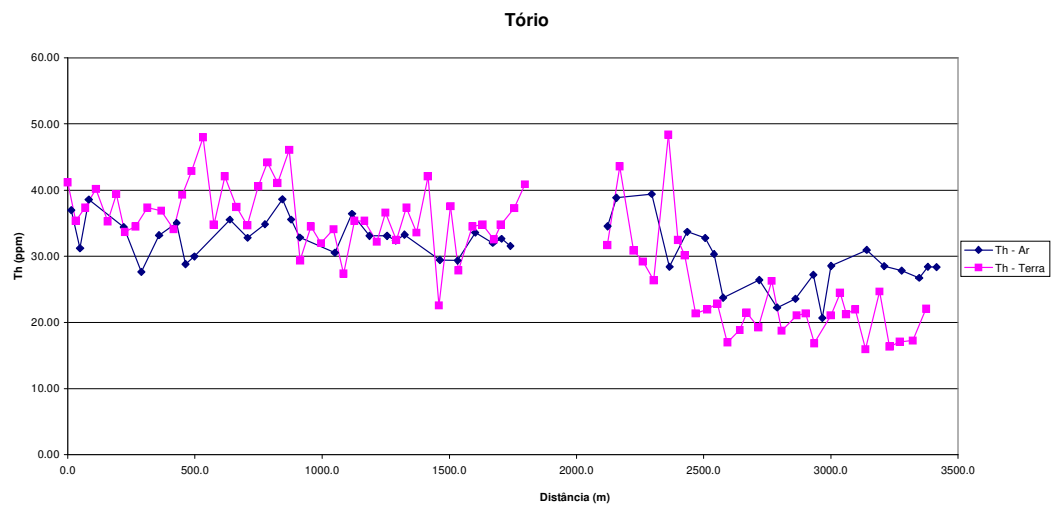


Figura 6 – Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Tório

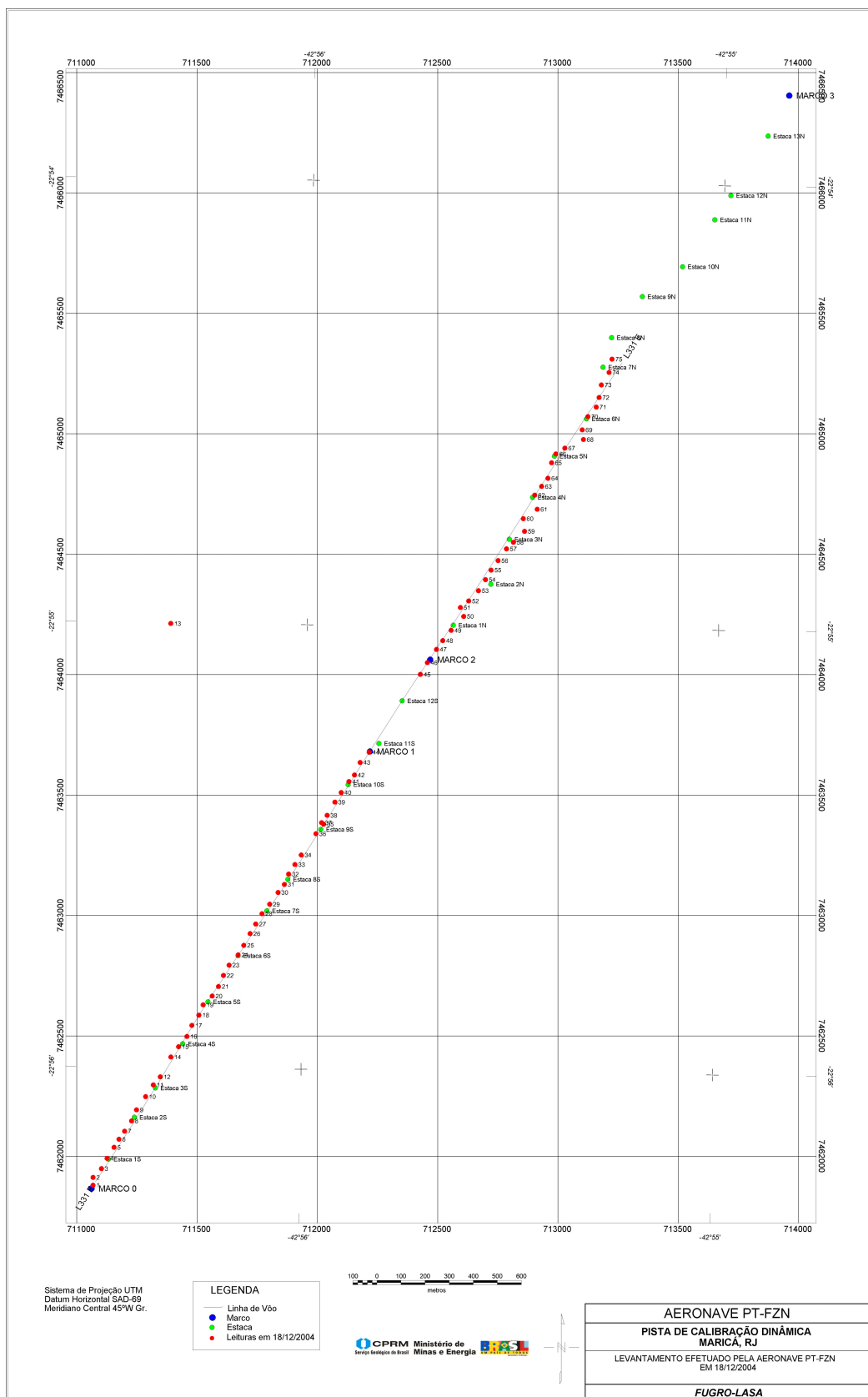
TABELA 1 - LISTAGEM DAS LEITURAS DO LEVANTAMENTO TERRESTRE
PISTA DE CALIBRAÇÃO DINÂMICA – 18/12/2004
DADOS BRUTOS

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	711068	7461880	16,79	2,30	2,00	41,90	4555	804	235	365
2		711068	7461912	14,53	1,60	2,70	36,10	3909	617	222	315
3		711103	7461949	14,26	1,30	2,10	38,10	3994	569	220	332
4	Estaca 1S	711126	7461992	18,11	2,50	4,00	40,90	4911	871	268	358
5		711155	7462037	15,75	2,30	3,00	36,00	4348	792	227	315
6		711176	7462071	15,23	2,30	0,40	40,10	4335	747	196	348
7		711199	7462104	14,51	2,30	1,80	34,40	4097	757	196	300
8	Estaca 2S	711228	7462147	16,15	2,50	3,50	35,20	4465	829	233	308
9		711249	7462193	16,05	2,40	2,30	38,10	4471	807	224	333
10		711286	7462248	16,55	2,70	2,60	37,60	4773	866	226	327
11	Estaca 3S	711318	7462297	15,77	2,50	3,10	34,80	4477	811	223	304
12		711347	7462330	17,16	2,30	3,40	40,00	4797	823	253	349
13		711365	7462367	18,02	2,40	2,90	43,60	4801	855	261	381
14		711391	7462412	19,89	2,50	3,30	48,70	5186	915	292	425
15	Estaca 4S	711423	7462455	15,77	2,10	3,70	35,50	4255	749	237	311
16		711458	7462498	18,48	2,60	3,50	42,80	5065	898	269	374
17		711479	7462544	15,84	2,50	1,70	38,20	4479	813	211	333
18		711508	7462586	15,32	2,00	3,30	35,40	4126	718	220	309
19	Estaca 5S	711525	7462629	15,71	2,30	0,60	41,30	4527	767	206	359
20		711563	7462665	18,17	2,60	2,10	44,90	5121	880	252	391
21		711589	7462705	16,95	2,60	1,60	41,80	4734	865	227	364
22		711610	7462751	18,89	2,50	2,60	46,80	5048	888	270	408
23		711633	7462794	13,20	1,90	2,60	30,10	3828	658	191	263
24	Estaca 6S	711671	7462836	15,52	2,30	3,00	35,20	4236	785	222	308
25		711694	7462876	15,08	3,00	1,80	32,70	4278	886	188	285
26		711720	7462925	15,27	2,60	2,10	34,80	4285	827	205	304
27		711744	7462964	12,77	2,00	2,60	28,10	3580	667	182	245
28	Estaca 7S	711770	7463007	15,20	2,00	2,80	36,10	4238	712	223	315
29		711802	7463047	15,17	2,50	1,60	36,10	4327	789	201	314
30		711837	7463095	14,84	2,50	2,50	32,90	4148	800	203	287
31		711863	7463129	15,49	2,70	1,10	37,30	4422	847	197	325
32	Estaca 8S	711881	7463172	15,16	2,40	3,10	33,20	4132	782	216	290
33		711907	7463211	17,04	2,80	2,90	38,10	4626	893	234	333
34		711933	7463251	15,08	2,70	1,80	34,30	4369	828	196	299
35		712025	7463296	19,87	3,00	4,70	42,80	5430	1006	291	374
36	Estaca 9S	711994	7463339	10,25	1,50	2,00	23,30	2940	506	148	204
37		712018	7463385	16,71	2,50	3,00	38,30	4559	843	237	335
38		712041	7463416	14,26	2,20	4,20	28,60	3862	740	215	251
39		712073	7463471	16,88	3,20	3,00	35,20	4881	974	223	308
40		712099	7463510	17,27	3,10	3,70	35,50	4707	965	237	311
41	Estaca 10S	712131	7463556	13,98	2,20	1,70	33,30	3989	725	190	291
42		712154	7463583	15,96	3,10	1,70	35,50	4562	924	200	310
43		712178	7463635	17,80	2,50	4,80	38,00	4837	867	271	333
44	Marco 1	712216	7463678	16,75	2,50	1,60	41,60	4628	835	224	358
45		712428	7464001	15,32	2,70	3,00	32,40	4202	844	209	283
46	Marco 2	712457	7464050	19,20	3,40	2,10	44,30	5403	1064	249	387
47		712495	7464105	12,96	1,50	2,50	31,60	3517	571	196	276
48		712521	7464141	11,64	0,30	4,00	29,90	3038	326	217	263
49	Estaca 1N	712556	7464184	9,82	0,40	2,20	27,10	2754	303	170	236
50		712608	7464242	21,96	4,10	2,60	49,10	6125	1248	280	428
51		712595	7464279	15,69	2,10	4,60	33,20	4281	744	244	291
52		712629	7464306	14,46	2,20	3,50	30,90	4101	741	212	271
53		712670	7464348	9,93	1,30	2,50	22,10	2779	458	151	194
54	Estaca 2N	712699	7464394	10,80	1,50	3,10	22,70	3005	527	165	199
55		712722	7464434	11,75	1,70	3,70	23,60	3267	591	181	207

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)
56		712751	7464473	8,83	1,80	1,60	17,70	2708	538	115	155
57		712786	7464522	10,15	1,40	3,70	19,60	2554	497	163	173
58	Estaca 3N	712815	7464549	9,77	1,00	2,90	22,20	2654	409	160	194
59		712861	7464595	9,04	0,50	3,90	20,00	2478	306	169	176
60		712856	7464647	12,95	2,20	2,90	27,00	3543	708	182	236
61		712914	7464686	10,87	2,20	3,00	19,50	3233	660	150	171
62	Estaca 4N	712903	7464745	12,97	3,20	2,90	21,80	3653	889	157	191
63		712932	7464782	11,59	2,40	2,50	22,10	3289	707	151	193
64		712958	7464815	9,74	1,90	2,80	17,60	2775	584	137	155
65		712974	7464879	11,06	1,80	3,20	21,80	3153	598	163	191
66	Estaca 5N	712991	7464916	11,71	1,50	3,40	25,20	3308	554	184	221
67		713029	7464940	10,21	1,20	3,20	22,00	2782	466	164	193
68		713106	7464976	11,01	1,60	3,20	22,70	3059	542	168	200
69		713101	7465016	9,17	1,30	3,70	16,70	2534	457	149	147
70	Estaca 6N	713125	7465071	10,92	1,20	2,80	25,40	2948	469	173	222
71		713159	7465111	9,20	0,90	4,50	17,10	2525	386	166	151
72		713171	7465151	9,97	1,80	3,30	17,80	2894	566	147	157
73		713181	7465203	11,10	2,60	3,10	18,00	3264	740	144	159
74	Estaca 7N	713213	7465255	9,71	0,50	3,70	22,80	2519	326	178	200
75		713225	7465310	11,23	0,80	1,90	30,60	3229	403	180	267
76	*	722971	7461424	-0,24	-0,10	-0,10	1,50	175	-4	5	13
77	*	722956	7461403	-0,28	0,00	-0,30	0,40	144	-11	-3	3
78	*	722967	7461387	-0,24	-0,10	-0,10	0,40	128	-21	0	4
79	*	723005	7461399	-0,23	0,10	-0,40	0,50	107	-23	-6	4
80	*	723021	7461380	-0,34	-0,10	-0,20	-0,30	74	-24	-6	-2
81	*	723025	7461405	-0,62	-0,10	-0,50	0,70	95	-20	-6	6
82	*	722996	7461424	-0,43	-0,10	-0,30	0,60	122	-19	-3	5
83	*	722957	7461452	-0,62	-0,10	-0,50	2,00	188	-8	0	17

* *Background* na Lagoa de Maricá

cpm= Contagem por minuto; ppm = parte por milhão



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

PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO
PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL (PGB)

PROJETO AEROGEOFÍSICO SUDESTE DE RONDÔNIA

CPRM CONTRATO Nº 066/PR/05

ANEXO I-e.3

CALIBRAÇÃO DINÂMICA – RESULTADOS DOS TESTES

AERONAVE CESSNA 404 - TITAN

PT-FZN

MARICÁ-RJ
18 DE MARÇO DE 2006

CÁLCULO DAS TAXAS DE CONCENTRAÇÃO DOS RADIOELEMENTOS

POTÁSSIO, URÂNIO E TÓRIO

SUMÁRIO

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

Índice das Figuras, Quadros, Tabela e Mapa

- Figura 1 - Gamaespectrômetro Portátil GR-320
Figura 2 - Coleta de Dados Terrestres na Pista de Calibração Dinâmica
Figura 3 - Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Contagem Total
Figura 4 - Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Potássio
Figura 5 - Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Urânio
Figura 6 - Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Tório

- Quadro 1 - Resultado Estatístico do Levantamento Terrestre na Pista de Calibração
Quadro 2 - Resultado Estatístico do Levantamento Terrestre na Lagoa de Maricá
Quadro 3 - Resultado Estatístico do Levantamento Aéreo Sobre a Pista de Calibração
Quadro 4 - Resultado Estatístico do Levantamento Terrestre na Pista de Calibração após a correção do *background*
Quadro 5 - Coeficientes de Sensibilidade

- Tabela 1 - Listagem dos Valores das Leituras do Levantamento Terrestre

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

1 Considerações Gerais

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

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

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

No dia 18 de março de 2006 a Lasa Engenharia e Prospecções S.A. efetuou os testes sobre a “pista de calibração dinâmica” no distrito de Inoã, município de Maricá (RJ).

2 Levantamento Terrestre

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



Figura 1 – Gamaespectrômetro Portátil EXPLORANIUM GR-320

Foram registradas 81 estações, sendo 73 sobre a pista de calibração e 8 sobre a Lagoa de Maricá, estas últimas com vistas a remover o *background* atmosférico da região. Devido a impossibilidade de chegada ao local, não foram efetuadas medições entre a estaca 11S e as imediações do marco 2, sendo consideradas, para fins estatísticos, 73 estações. A Tabela 1 e o Mapa 1 proporcionam, respectivamente, uma visão dos valores das leituras das estações e a locação das mesmas na Pista de Calibração. A Figura 2 ilustra a coleta de dados terrestres. Os Quadros 1 e 2 resumem os resultados obtidos no levantamento terrestre.



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

ESTATÍSTICA	CONCENTRAÇÃO				CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
	CT(*) (μ R/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)				
MÉDIA	14,79	2,21	2,65	33,90	3606,71	711,89	237,10	265,41
DESVIO PADRÃO	3,40	0,61	0,86	9,87	869,53	168,75	60,22	75,15
ERRO NA MÉDIA(1)	0,40	0,07	0,10	1,15	101,77	19,75	7,05	8,80
INCERTEZA (%) (2)	0,03	0,03	0,04	0,03				

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

- (*) Valor obtido através da expressão:

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

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

ESTATÍSTICA	CONCENTRAÇÃO				CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
	CT (μR/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)				
MÉDIA	0,67	-0,06*	0,30	1,65	-194,50*	-1,25*	15,00	13,25
DESVIO PADRÃO	0,11	0,05	0,18	0,48	32,29	5,50	3,59	3,77
ERRO NA MÉDIA	0,04	0,02	0,06	0,17	11,42	1,94	1,27	1,33
INCERTEZA (%)	0,07	0,00	0,21	0,10				

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

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

3 Levantamento Aéreo

Foi utilizada a aeronave PT-FZN, equipada com 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 Correção Altimétrica (Coeficientes de Atenuação Atmosférica)

Esse procedimento é comentado no próximo resumo.

5 Conversão para Concentração de Elementos

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

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

S corresponde à sensibilidade para cada janela,

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

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

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

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

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

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

ESTATÍSTICA *	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
MÉDIA	3242,01	177,42	29,58	161,08
DESVIO PADRÃO	267,83	31,16	10,48	19,11
ERRO NA MÉDIA	37,14	4,32	1,45	2,65
INCERTEZA (%)	0,01	0,02	0,05	0,02

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

* tempo morto, background, stripping e atenuação corrigidos

ESTATÍSTICA	CONCENTRAÇÃO				CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
	CT (μ R/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)				
MÉDIA	14,12	2,21	2,35	32,25	3606,71	711,89	222,10	252,16
DESVIO PADRÃO	3,40	0,61	0,86	9,87	869,53	168,75	60,22	75,15
ERRO NA MÉDIA	0,40	0,07	0,10	1,15	101,77	19,75	7,05	8,80
INCERTEZA (%)	0,03	0,03	0,04	0,03				

Quadro 4 – Resultado Estatístico do Levantamento Terrestre na Pista de Calibração após a correção do *background*

cpm = contagens por minuto

	CT (cps / μ R/h)	K (cps / %)	U (cps / ppm)	Th (cps / ppm)
SENSIBILIDADE (S)	229,60	80,28	12,59	4,99

Quadro 5 – Coeficientes de Sensibilidade

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

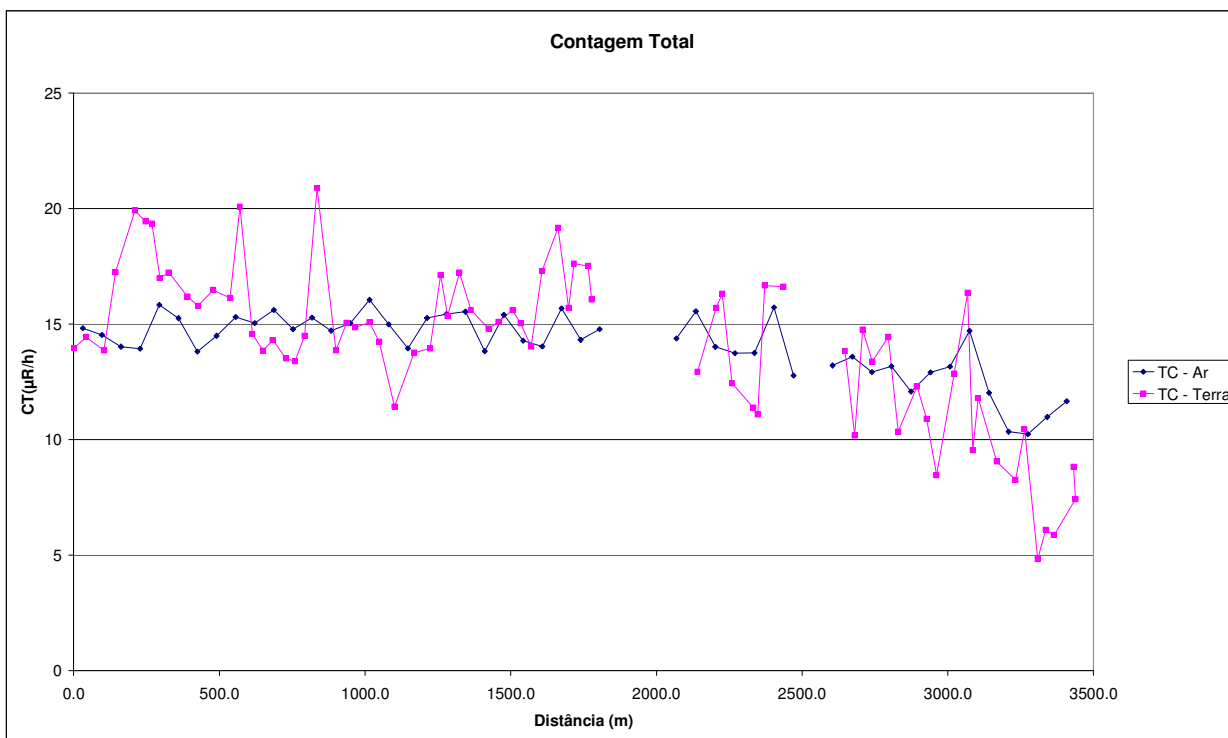


Figura 3 – Calibração dinâmica – Perfil comparativo – Contagem Total

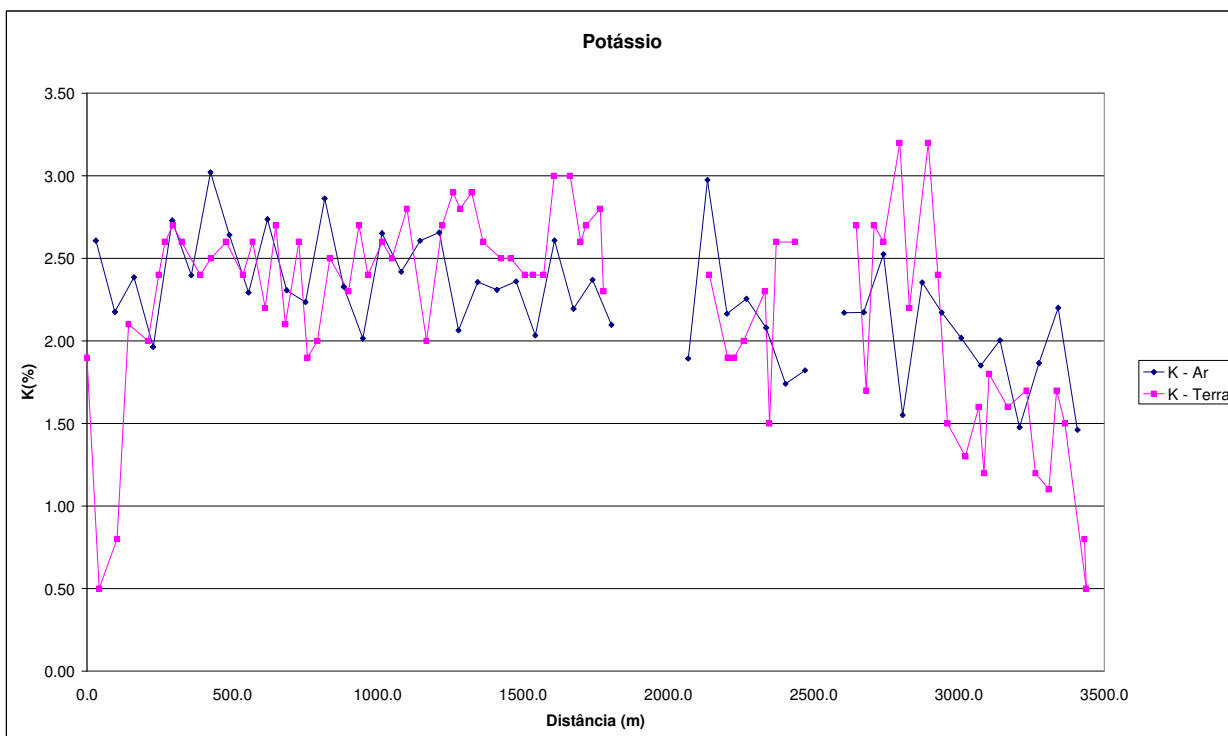


Figura 4 – Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Potássio

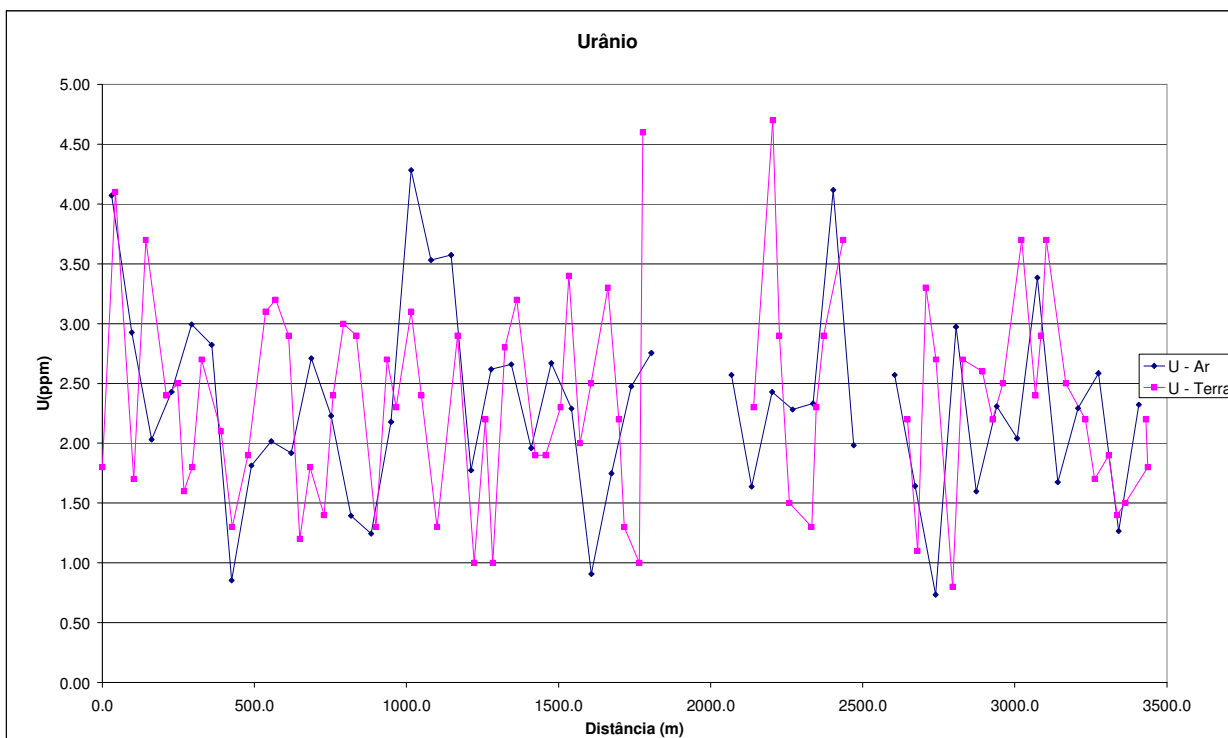


Figura 5 – Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Urânio

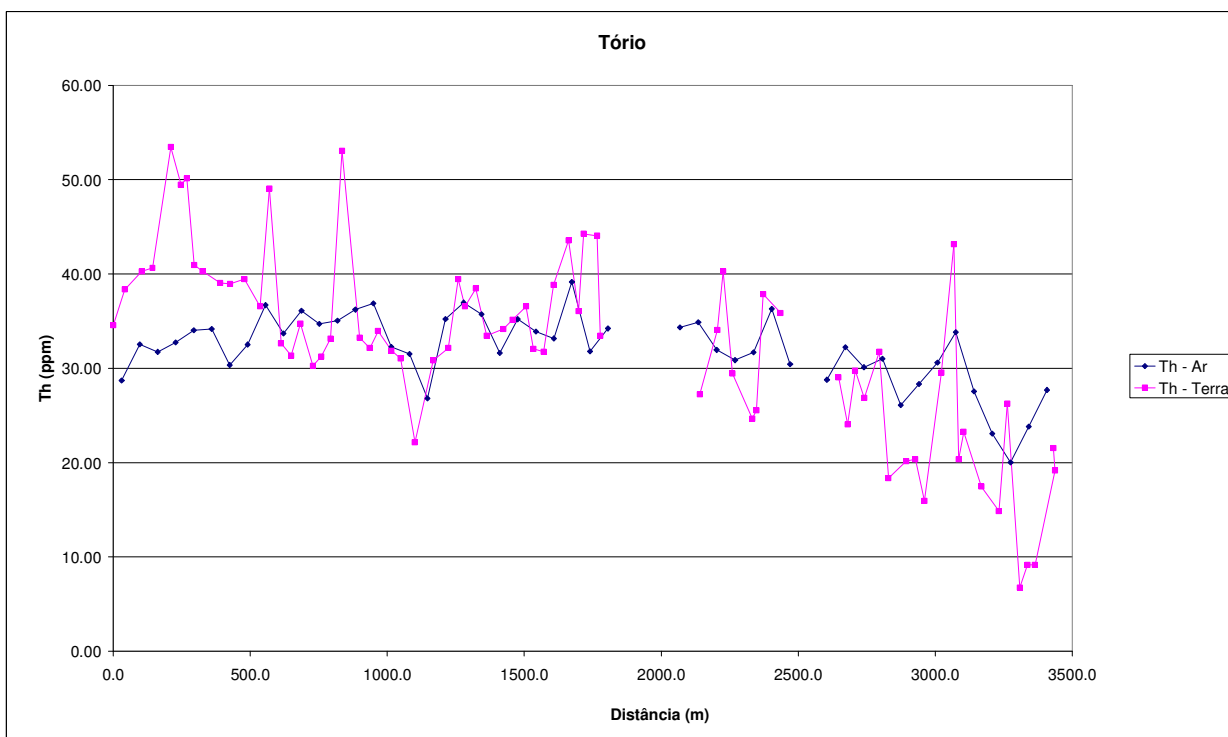


Figura 6 – Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Tório

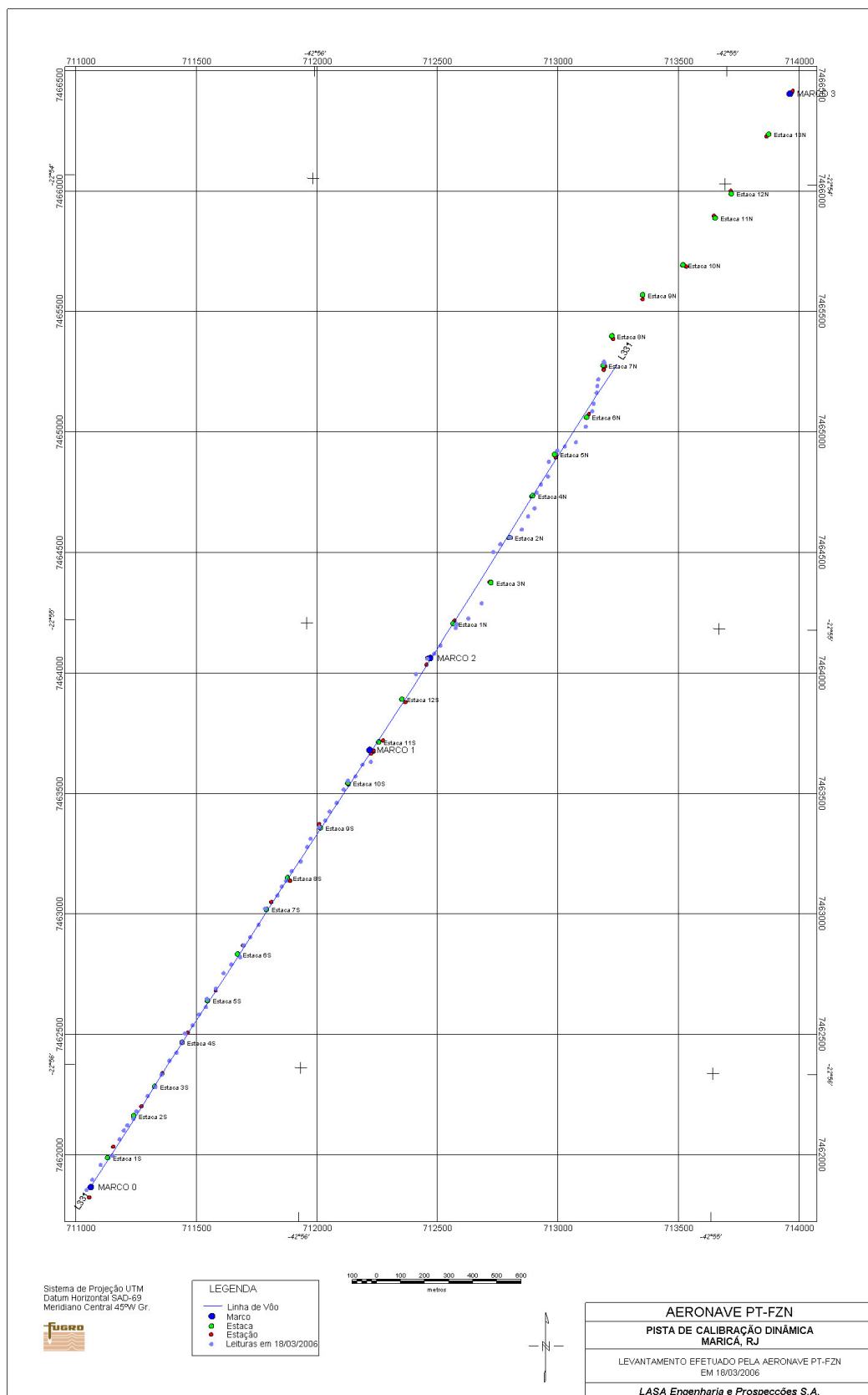
**TABELA 1 - LISTAGEM DAS LEITURAS DO LEVANTAMENTO TERRESTRE
PISTA DE CALIBRAÇÃO DINÂMICA – 18/03/2006
DADOS BRUTOS**

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	711044,3	7461854,2	14,6	1,9	2,1	36,2	3612	655	240	282
2		711067,7	7461897,0	15,1	0,5	4,4	40,0	3330	410	308	314
3		711102,7	7461958,0	14,5	0,8	2,0	41,9	3241	418	245	327
4		711151,7	7461997,3	17,9	2,1	4,0	42,3	4302	773	313	330
5	Estaca 1S	711181,2	7462064,6	20,6	2,0	2,7	55,1	4986	794	353	430
6		711198,8	7462101,3	20,1	2,4	2,8	51,1	4814	847	333	399
7		711213,3	7462122,6	20,0	2,6	1,9	51,8	4897	879	319	403
8		711239,4	7462150,0	17,7	2,7	2,1	42,6	4444	863	273	331
9	Estaca 2S	711251,2	7462180,6	17,9	2,6	3,0	41,9	4218	858	289	326
10		711297,7	7462244,5	16,9	2,4	2,4	40,7	4031	779	268	313
11		711329,5	7462281,0	16,5	2,5	1,6	40,6	4000	799	251	315
12		711355,9	7462332,9	17,1	2,6	2,2	41,1	4238	823	268	320
13	Estaca 3S	711388,1	7462391,0	16,8	2,4	3,4	38,2	3929	785	278	298
14		711417,1	7462424,4	20,7	2,6	3,5	50,7	5022	899	348	396
15		711440,5	7462467,1	15,2	2,2	3,2	34,3	3704	716	253	267
16		711452,4	7462503,9	14,5	2,7	1,5	33,0	3568	799	210	256
17	Estaca 4S	711484,2	7462537,3	15,0	2,1	2,1	36,4	3708	699	241	284
18		711510,5	7462583,1	14,2	2,6	1,7	31,9	3578	762	208	247
19		711539,4	7462613,4	14,1	1,9	2,7	32,9	3321	635	234	256
20		711542,7	7462647,2	15,2	2,0	3,3	34,8	3746	681	257	272
21	Estaca 5S	711580,4	7462689,8	21,6	2,5	3,2	54,7	5252	898	362	427
22		711612,6	7462754,0	14,5	2,3	1,6	34,9	3745	722	222	271
23		711644,5	7462790,4	15,7	2,7	3,0	33,8	3630	819	245	263
24		711682,0	7462820,7	15,5	2,4	2,6	35,6	3840	766	247	277
25	Estaca 6S	711696,9	7462869,7	15,7	2,6	3,4	33,5	3790	820	252	261
26		711723,0	7462903,2	14,9	2,5	2,7	32,7	3573	764	234	255
27		711758,0	7462955,0	12,1	2,8	1,6	23,8	3055	767	163	184
28		711784,6	7463022,3	14,4	2,0	3,2	32,5	3549	674	244	254
29	Estaca 7S	711836,6	7463077,0	14,6	2,7	1,3	33,8	3628	794	211	263
30		711854,2	7463113,7	17,8	2,9	2,5	41,1	4392	890	275	320
31		711871,7	7463138,0	16,0	2,8	1,3	38,2	3962	826	211	296
32		711895,0	7463177,7	17,9	2,9	3,1	40,1	4451	914	281	312
33	Estaca 8S	711932,6	7463217,2	16,3	2,6	3,5	35,1	3909	826	264	273
34		711959,2	7463278,3	15,5	2,5	2,2	35,8	3774	777	238	279
35		711973,9	7463312,0	15,8	2,5	2,2	36,8	3929	787	244	286
36		712008,8	7463360,7	16,3	2,4	2,6	38,2	4074	786	260	297
37	Estaca 9S	712034,8	7463388,0	15,7	2,4	3,7	33,7	3872	782	260	263
38		712052,4	7463424,7	14,7	2,4	2,3	33,4	3677	766	258	261
39		712081,4	7463461,2	18,0	3,0	2,8	40,5	4401	913	277	315
40		712110,7	7463516,2	19,8	3,0	3,6	45,2	4899	959	320	352
41	Estaca 10S	712128,3	7463552,9	16,4	2,6	2,5	37,7	4132	824	257	293
42		712159,9	7463570,9	18,3	2,7	1,6	45,9	4650	865	281	357
43		712189,1	7463619,7	18,2	2,8	1,3	45,7	4651	868	273	355
44	Marco 1	712223,5	7463631,5	16,7	2,3	4,9	35,1	4209	796	292	274
45		712411,0	7463995,1	13,6	2,4	2,6	28,9	3420	727	211	225
46	Marco 2	712457,5	7464059,0	16,4	1,9	5,0	35,7	3770	698	298	279
47		712486,3	7464080,2	17,0	1,9	3,2	41,9	4077	705	294	327
48		712512,5	7464113,6	13,1	2,0	1,8	31,1	3049	629	205	242
49		712576,2	7464186,6	12,1	2,3	1,6	26,3	2921	662	176	204
50	Estaca 1N	712579,3	7464201,9	11,8	1,5	2,6	27,2	2822	514	201	212
51		712628,1	7464225,9	17,3	2,6	3,2	39,5	4337	833	281	307
52		712683,1	7464289,7	17,3	2,6	4,0	37,5	4128	847	287	293
53		712731,7	7464501,3	14,5	2,7	2,5	30,7	3576	792	219	239
54		712760,7	7464534,8	10,8	1,7	1,4	25,7	1939	318	167	200
55	Estaca 2N	712801,0	7464561,9	15,4	2,7	3,6	31,4	3888	833	247	245

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)
56		712849,9	7464595,1	14,1	2,6	3,0	28,5	3389	786	218	222
57		712876,3	7464650,1	15,1	3,2	1,1	33,4	3834	892	203	259
58		712902,4	7464683,5	11,0	2,2	3,0	20,0	3233	660	150	171
59	Estaca 4N	712911,9	7464748,0	13,0	3,2	2,9	21,8	3653	889	157	191
60		712929,5	7464781,6	11,6	2,4	2,5	22,0	3289	707	151	193
61		712958,5	7464815,1	9,1	1,5	2,8	17,6	2775	584	137	155
62		712962,2	7464876,6	13,5	1,3	4,0	31,2	3071	538	254	244
63	Estaca 5N	712997,0	7464922,2	17,0	1,6	2,7	44,8	4080	640	297	349
64		713028,6	7464940,2	10,2	1,2	3,2	22,0	2782	466	164	193
65		713074,5	7464958,0	12,5	1,8	4,0	24,9	2798	598	220	195
66		713115,3	7465022,1	9,7	1,6	2,8	19,1	2154	496	162	149
67	Estaca 6N	713141,9	7465086,3	8,9	1,7	2,5	16,5	2225	517	142	128
68		713148,0	7465117,0	11,1	1,2	2,0	27,9	2513	440	191	218
69		713160,1	7465163,0	5,5	1,1	2,2	8,4	1185	322	92	66
70		713163,3	7465190,6	6,8	1,7	1,7	10,8	1636	457	89	84
71		713166,5	7465218,3	6,5	1,5	1,8	10,8	1520	412	98	85
72	Estaca 7N	713190,4	7465291,8	8,1	0,5	2,1	20,8	1713	261	156	163
73		713193,1	7465285,6	9,5	0,8	2,5	23,2	1780	268	181	183
74	*	722956,1	7461393,4	0,6	0,0	0,5	1,0	-205	6	17	8
75	*	722967,4	7461387,1	0,8	-0,1	0,3	2,5	-212	-5	19	20
76	*	722976,1	7461399,3	0,5	-0,1	0,3	1,6	-186	1	15	13
77	*	722981,9	7461402,3	0,5	0,0	0,1	1,4	-221	1	10	11
78	*	722993,3	7461405,2	0,6	0,0	0,1	1,8	-188	3	11	14
79	*	722996,3	7461411,3	0,7	-0,1	0,6	1,5	-121	-2	20	12
80	*	723005,0	7461423,5	0,4	-0,1	0,3	1,3	-205	-2	13	11
81	*	723014,0	7461451,0	0,6	-0,1	0,2	2,1	-218	-12	15	17

* *Background* na Lagoa de Maricá

cpm= Contagem por minuto; ppm = parte por milhão



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

ANEXO I - RESUMO DO PROCESSO DE CALIBRAÇÃO DO GAMAESPECTRÔMETRO

ANEXO I-f

ATENUAÇÃO ATMOSFÉRICA – RESULTADO DOS TESTES

PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO
PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL (PGB)

PROJETO AEROGEOFÍSICO SUDESTE DE RONDÔNIA

CPRM CONTRATO Nº 066/PR/05

ANEXO I-f.1

RESUMO DO RESULTADO DOS TESTES DE CALIBRAÇÃO DINÂMICA
ATENUAÇÃO ATMOSFÉRICA

AERONAVE PIPER PA31 - NAVAJO

PR-PRS

RIO DE JANEIRO-RJ
24 DE NOVEMBRO DE 2005

SUMÁRIO

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

Índice do Quadro, Tabelas e Figuras

Quadro 1 - Coeficientes de Atenuação Atmosférica

Tabela 1 - Cálculo dos Coeficientes de Atenuação Atmosférica
a) Médias em cps
b) Médias em Logarítimo

Figura 1 - Coeficientes de Atenuação
a) Contagem Total
b) Potássio
c) Urânio
d) Tório

1 - Cálculo das Constantes de Atenuação Atmosférica para a Aeronave PR-PRS

Durante os vôos sobre a pista de calibração dinâmica (*dynamic calibration range – DCR*) realizados em 24.11.2005 nas proximidades de Maricá (RJ), também foram realizados vôos em diversas alturas (de 330 a 800 pés com intervalo de 100 pés) sobre a mencionada pista de calibração objetivando a correção altimétrica dos dados radiométricos através da determinação dos coeficientes de atenuação atmosférica (μ) dos radioelementos potássio, urânio e tório, bem como para o canal de contagem total.

A correção altimétrica tem por objetivo referenciar os valores radiométricos à altura nominal do aerolevantamento (100 m), eliminando falsas anomalias ocasionadas por elevações ou depressões 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 são efetuadas regressões lineares dos logaritmos neperianos dos valores radiométricos $\ln(N_H)$ em relação às alturas de vôo (de 330 (três passagens), 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).

Abaixo segue a tabela 1a com os valores radiométricos nas diferentes altitudes, com as seguintes correções aplicadas:

- Tempo morto
- Background
- Espalhamento Compton

LINHA	Altura efetiva	TC (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
300	100,95	3291,72	190,03	31,36	159,50
301	99,34	3258,89	184,36	28,65	155,14
302	98,99	3308,00	188,51	28,82	156,76
400	132,33	2741,73	138,40	25,67	130,61
500	159,42	2311,46	114,56	16,95	112,84
600	187,33	1957,22	100,14	12,22	96,04
700	218,84	1582,26	70,80	13,03	78,49
800	245,06	1375,43	58,08	9,00	66,66

Tabela 1a – Cálculo dos Coeficientes de Atenuação Atmosférica

Abaixo a tabela 1b com o Ln (logaritmo neperiano) dos valores acima.

Linha	Altura efetiva (m)	Ln TC (cps)	Ln K (cps)	Ln U (cps)	Ln Th (cps)
300	100,95	8,10	5,25	3,45	5,07
301	99,34	8,09	5,22	3,36	5,04
302	98,99	8,10	5,24	3,36	5,05
400	132,33	7,92	4,93	3,25	4,87
500	159,42	7,75	4,74	2,83	4,73
600	187,33	7,58	4,61	2,50	4,56
700	218,84	7,37	4,26	2,57	4,36
800	245,06	7,23	4,06	2,20	4,20

Tabela 1b – Cálculo dos Coeficientes de Atenuação Atmosférica

Os valores de μ são correspondentes ao coeficiente angular das equações das retas obtidas pelos gráficos abaixo, conforme a mostra a tabela a seguir.

COEFICIENTES DE ATENUAÇÃO PR-PRS	
TC	-0,0060
K	-0,0080
U	-0,0081
Th	-0,0058

Quadro 1 - Coeficientes de Atenuação Atmosférica (μ em m^{-1})

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

1a. MÉDIAS SOBRE A ÁGUA*				
ALTURA (pés)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
330	232,14	25,15	8,04	9,22
331	234,70	24,41	7,82	9,33
332	230,89	23,49	7,79	9,25
400	241,78	24,11	8,49	9,15
500	244,08	23,75	8,70	9,37
600	248,51	23,46	8,91	9,25
700	254,34	23,10	9,85	9,39
800	250,25	22,88	9,40	9,60

** valores corrigidos do tempo morto*

1b. MÉDIAS SOBRE A TERRA*				
ALTURA (pés)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
330	3523,86	313,26	91,66	168,72
331	3493,59	303,96	83,60	164,47
332	3538,89	303,61	84,12	166,01
400	2983,51	256,53	74,46	139,76
500	2555,54	230,93	61,24	122,21
600	2205,73	201,09	53,98	105,29
700	1836,60	153,99	46,13	87,88
800	1625,68	130,19	39,18	76,26

** valores corrigidos do tempo morto*

1c. MÉDIAS TERRA-ÁGUA*				
ALTURA (pés)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
330	3291,72	190,03	31,36	159,50
331	3258,89	184,36	28,65	155,14
332	3308,00	188,51	28,82	156,76
400	2741,73	138,40	25,67	130,61
500	2311,46	114,56	16,95	112,84
600	1957,22	100,14	12,22	96,04
700	1582,26	70,80	13,03	78,49
800	1375,43	58,08	9,00	66,66

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

Tabela 1 – Cálculo dos Coeficientes de Atenuação Atmosférica

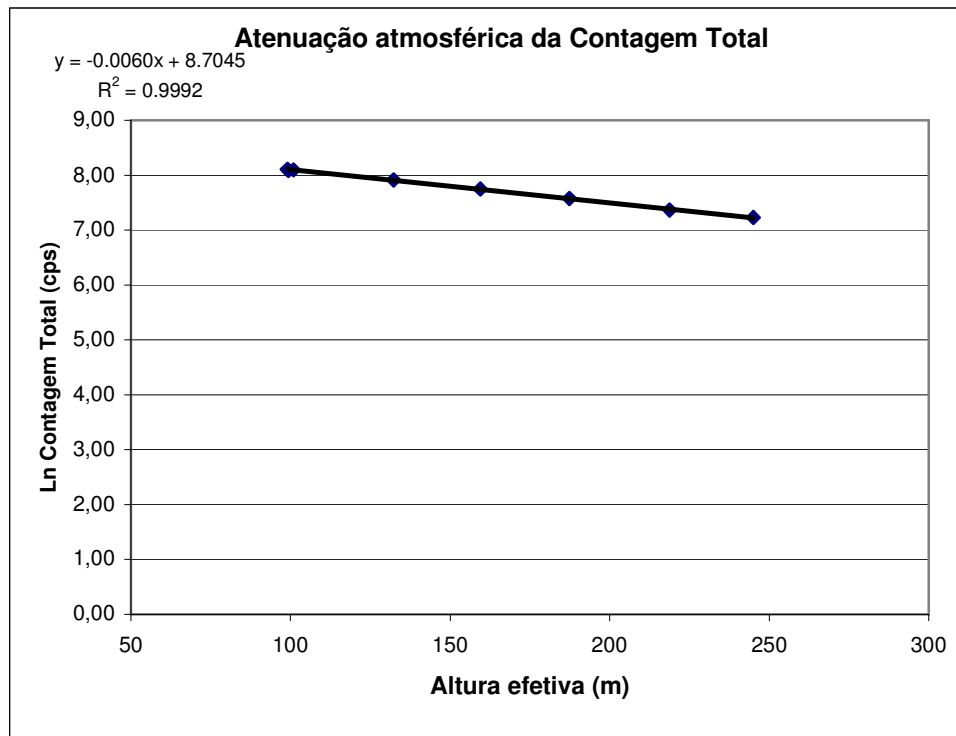


Figura 1a - Coeficiente de Atenuação - Contagem Total

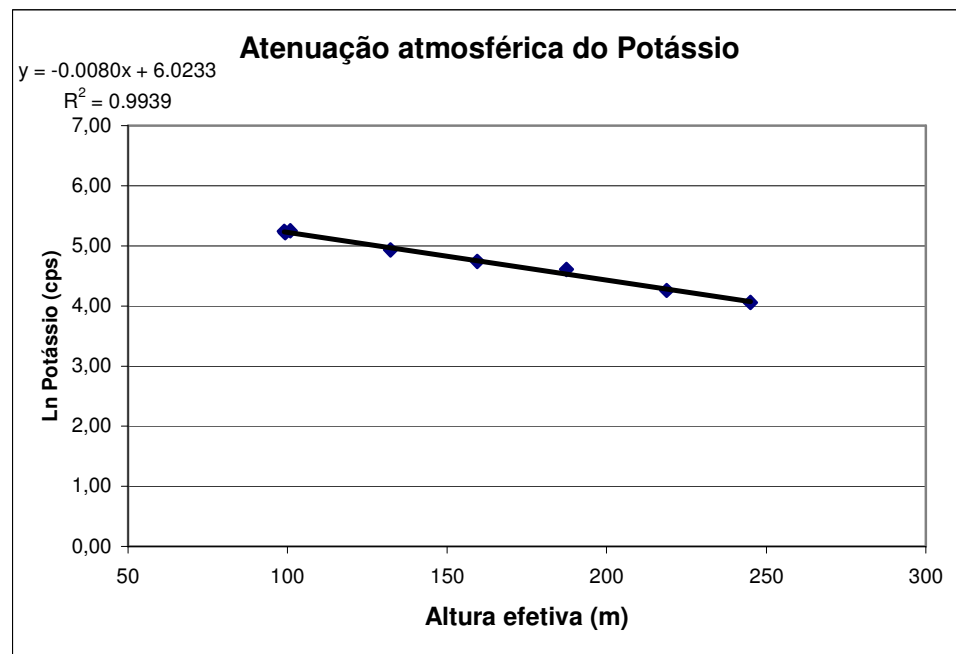


Figura 1b - Coeficiente de Atenuação - Potássio

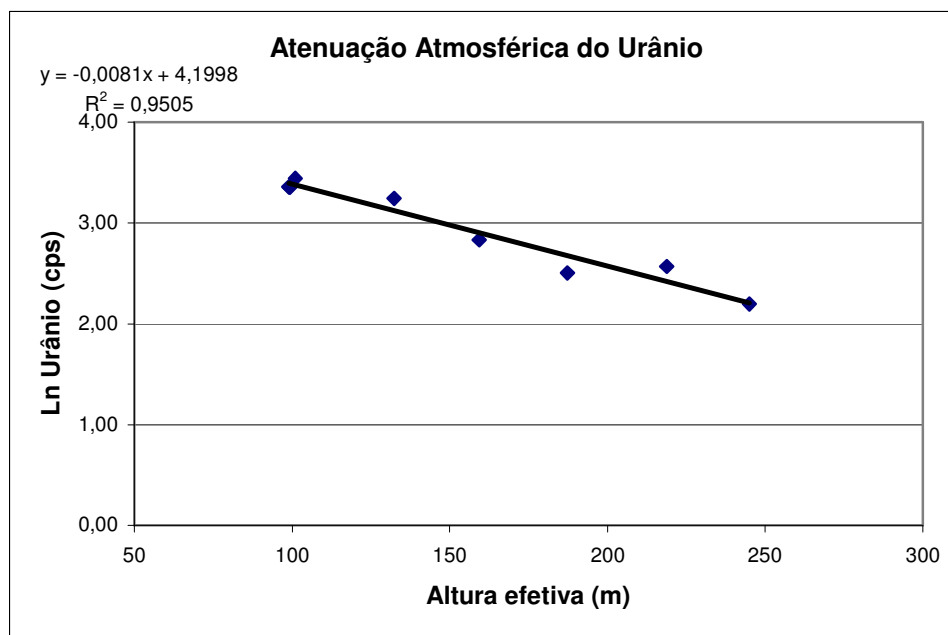


Figura 1c - Coeficiente de Atenuação - Urânio

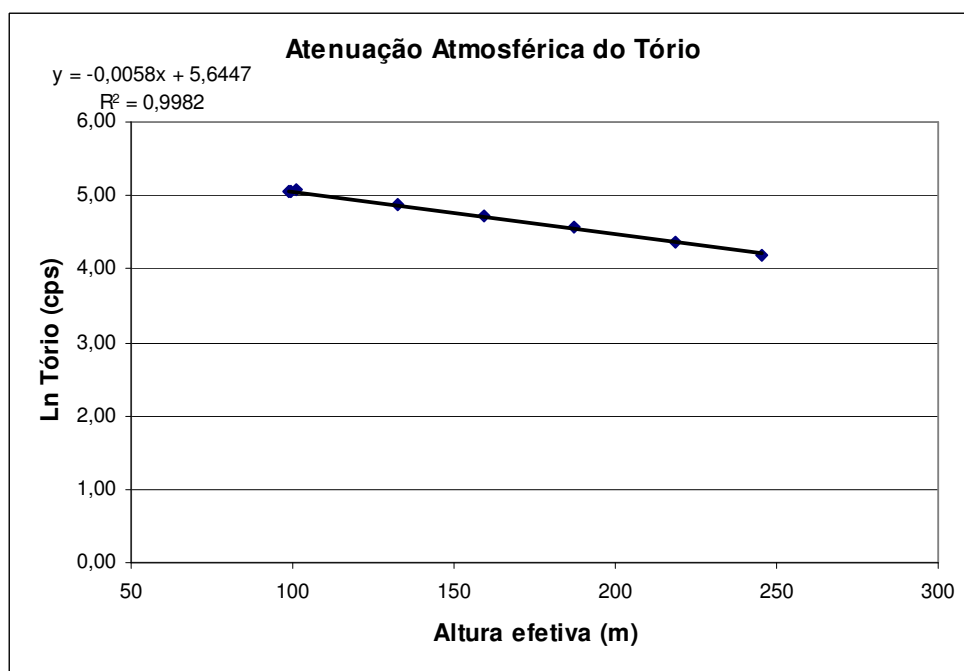


Figura 1d - Coeficiente de Atenuação - Tório

PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO
PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL (PGB)

PROJETO AEROGEOFÍSICO SUDESTE DE RONDÔNIA

CPRM CONTRATO Nº 066/PR/05

ANEXO I-f.2

RESUMO DO RESULTADO DOS TESTES DE CALIBRAÇÃO DINÂMICA
ATENUAÇÃO ATMOSFÉRICA

AERONAVE CESSNA 404 - TITAN

PT-FZN

RIO DE JANEIRO-RJ
18 DE DEZEMBRO DE 2004

SUMÁRIO

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

Índice do Quadro, Tabelas e Figuras

Quadro 1 - Coeficientes de Atenuação Atmosférica

Tabela 1 - Cálculo dos Coeficientes de Atenuação Atmosférica

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

Figura 1 - Coeficientes de Atenuação

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

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

Durante os vôos sobre a pista de calibração dinâmica (*dynamic calibration range – DCR*) realizados em 18.12.2004 nas proximidades de Maricá (RJ), objetivando a determinação dos coeficientes de sensibilidade para converter os dados aerogamaespectrométricos, medidos em contagens por segundo (cps), para concentração de elementos (% K, ppm para eU e eTh e $\mu\text{R/h}$ para o canal de contagem total), também são realizados vôos em diversas alturas (de 330 a 800 pés com intervalo de 100 pés) sobre a mencionada pista de calibração objetivando a correção altimétrica dos dados radiométricos através da determinação dos coeficientes de atenuação atmosférica (μ) dos radioelementos potássio, urânio e tório, bem como para o canal de contagem total.

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

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

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

N_H é a radiação à distância H da fonte,

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

μ é o coeficiente de atenuação atmosférica,

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

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

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

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

Canal Radiométrico	μ em m^{-1}
Contagem Total	-0,0064
Potássio	-0,0078
Urânio	-0,0085
Tório	-0,0061

Quadro 1 - Coeficientes de Atenuação Atmosférica

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

1a, MÉDIAS SOBRE A ÁGUA*				
ALTURA (pés)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
330	1191,07	33,63	14,48	10,27
331	1185,63	33,17	15,53	10,50
332	1189,82	34,31	14,69	9,22
400	1198,64	34,13	15,57	10,07
500	1190,54	33,18	15,66	10,01
600	1201,67	31,51	15,95	10,35
700	1197,76	31,33	15,75	9,98
800	1201,42	31,73	15,41	10,73

** valores corrigidos do tempo morto*

1b, MÉDIAS SOBRE A TERRA*				
ALTURA (pés)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
330	4635,02	305,92	90,26	164,57
331	4683,90	311,79	94,36	173,43
332	4653,45	305,22	94,02	166,08
400	4285,06	271,67	85,45	149,72
500	3768,28	225,78	73,34	127,29
600	3516,71	204,30	70,56	119,22
700	3005,58	165,73	58,50	94,60
800	3164,69	177,14	60,99	101,32

** valores corrigidos do tempo morto*

1c, MÉDIAS TERRA-ÁGUA*				
ALTURA (pés)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
330	3443,95	174,42	27,32	154,30
331	3498,27	176,31	27,73	162,93
332	3463,63	169,39	29,94	156,86
400	3086,42	147,06	24,92	139,65
500	2577,74	116,43	18,43	117,27
600	2315,04	100,65	17,45	108,87
700	1807,82	77,18	12,51	84,63
800	1963,27	84,62	13,69	90,59

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

Tabela 1 – Cálculo dos Coeficientes de Atenuação Atmosférica

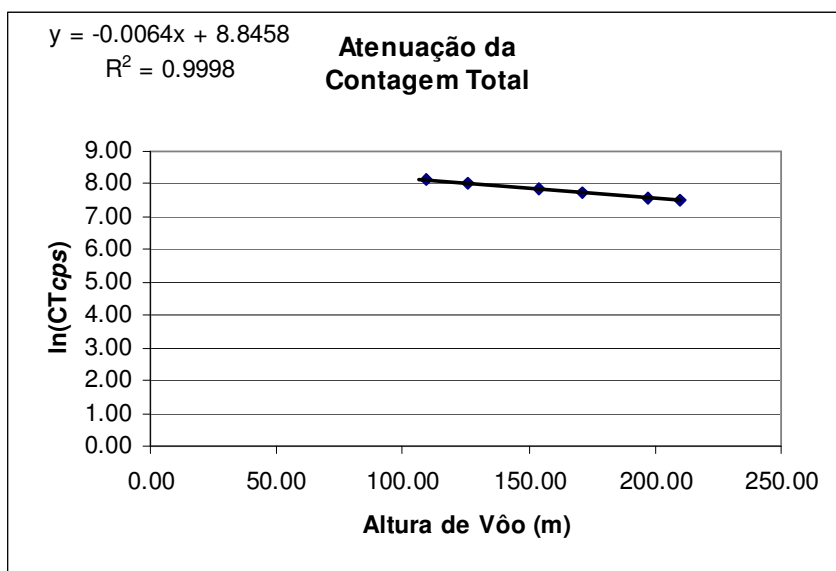


Figura 1a - Coeficiente de Atenuação - Contagem Total

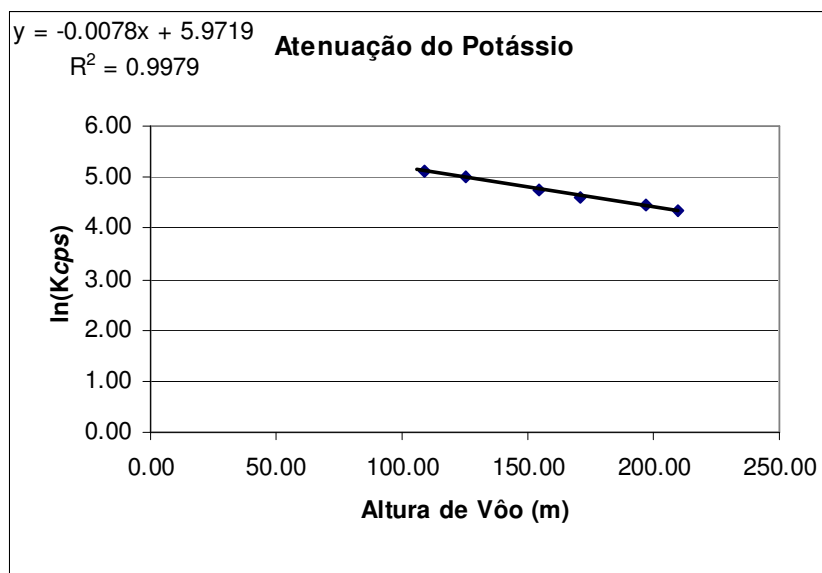


Figura 1b- Coeficiente de Atenuação - Potássio

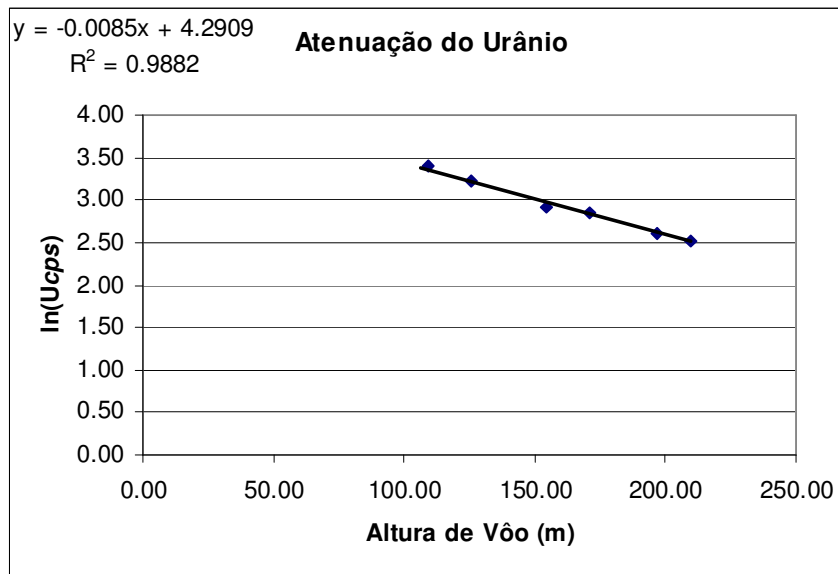


Figura 1c - Coeficiente de Atenuação –Urânio

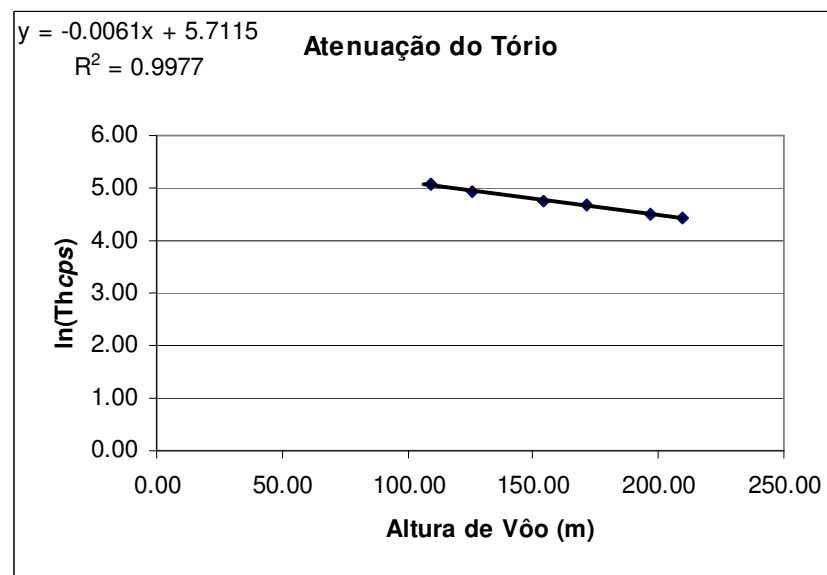


Figura 1d - Coeficiente de Atenuação - Tório

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

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

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

Dividindo-se (2) por (1), obtem-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.

PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO
PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL (PGB)

PROJETO AEROGEOFÍSICO SUDESTE DE RONDÔNIA

CPRM CONTRATO Nº 066/PR/05

ANEXO I-f.3

RESUMO DO RESULTADO DOS TESTES DE CALIBRAÇÃO DINÂMICA
ATENUAÇÃO ATMOSFÉRICA

AERONAVE CESSNA 404 - TITAN

PT-FZN

RIO DE JANEIRO-RJ
18 DE MARÇO DE 2006

SUMÁRIO

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

Índice do Quadro, Tabelas e Figuras

Quadro 1 - Coeficientes de Atenuação Atmosférica

Tabela 1 - Cálculo dos Coeficientes de Atenuação Atmosférica
d) Médias sobre a Água
e) Médias sobre a Terra
f) Médias Terra - Água

Figura 1 - Coeficientes de Atenuação
a) Contagem Total
b) Potássio
c) Urânio
d) Tório

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

Durante os vôos sobre a pista de calibração dinâmica (*dynamic calibration range – DCR*) realizados em 18.03.2006 nas proximidades de Maricá (RJ), objetivando a determinação dos coeficientes de sensibilidade para converter os dados aerogamaespectrométricos, medidos em contagens por segundo (cps), para concentração de elementos (% K, ppm para eU e eTh e $\mu\text{R/h}$ para o canal de contagem total), também são realizados vôos em diversas alturas (de 330 a 800 pés com intervalo de 100 pés) sobre a mencionada pista de calibração objetivando a correção altimétrica dos dados radiométricos através da determinação dos coeficientes de atenuação atmosférica (μ) dos radioelementos potássio, urânio e tório, bem como para o canal de contagem total.

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

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

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

N_H é a radiação à distância H da fonte,

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

μ é o coeficiente de atenuação atmosférica,

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

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

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

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

Canal Radiométrico	μ em m^{-1}
Contagem Total	-0,0068
Potássio	-0,0089
Urânio	-0,0079
Tório	-0,0068

Quadro 1 - Coeficientes de Atenuação Atmosférica

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

1a. MÉDIAS SOBRE A ÁGUA*				
ALTURA (pés)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
330	241,16	25,26	8,07	9,26
331	235,70	24,51	7,85	9,37
332	231,87	23,59	7,82	9,29
400	242,81	24,21	8,53	9,19
500	245,12	23,85	8,74	9,41
600	249,57	23,56	8,95	9,29
700	255,42	23,20	9,89	9,43
800	251,32	22,98	9,44	9,64

** valores corrigidos do tempo morto*

1b. MÉDIAS SOBRE A TERRA*				
ALTURA (pés)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
330	3478,62	302,52	85,71	170,12
331	3567,85	310,84	86,46	174,33
332	3612,81	312,45	90,33	178,35
400	3103,91	268,89	76,59	152,30
500	2567,30	218,46	66,53	125,46
600	2276,41	190,73	59,33	108,63
700	1967,75	161,93	52,52	93,85
800	1611,35	125,48	44,08	77,06

** valores corrigidos do tempo morto*

1c. MÉDIAS TERRA-ÁGUA*				
ALTURA (pés)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
330	3237,46	177,40	29,53	160,86
331	3332,15	184,98	29,59	164,96
332	3380,94	183,53	32,41	169,07
400	2861,10	155,55	23,83	143,12
500	2322,19	118,68	19,85	116,05
600	2026,84	100,69	16,95	99,34
700	1712,33	81,75	13,31	84,42
800	1360,03	55,86	10,28	67,42

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

Tabela 1 – Cálculo dos Coeficientes de Atenuação Atmosférica

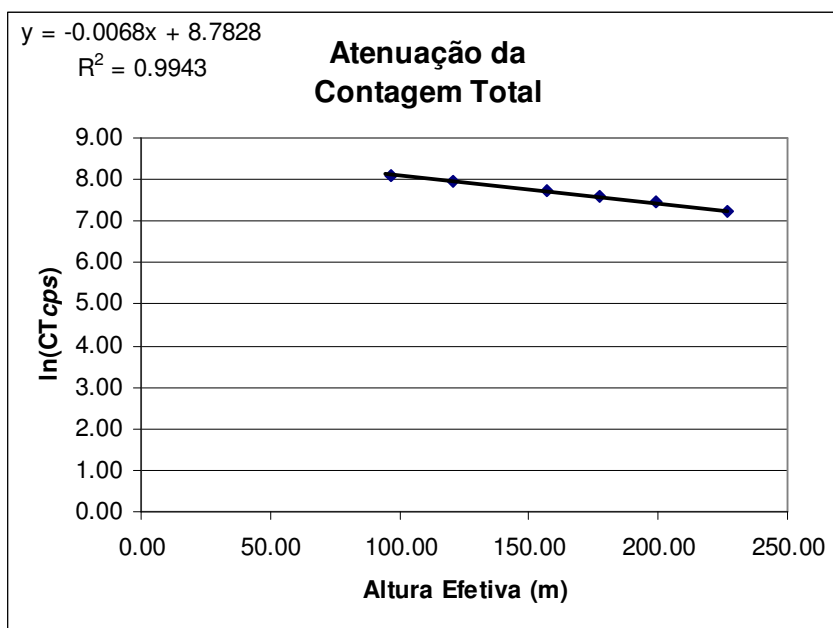


Figura 1a - Coeficiente de Atenuação - Contagem Total

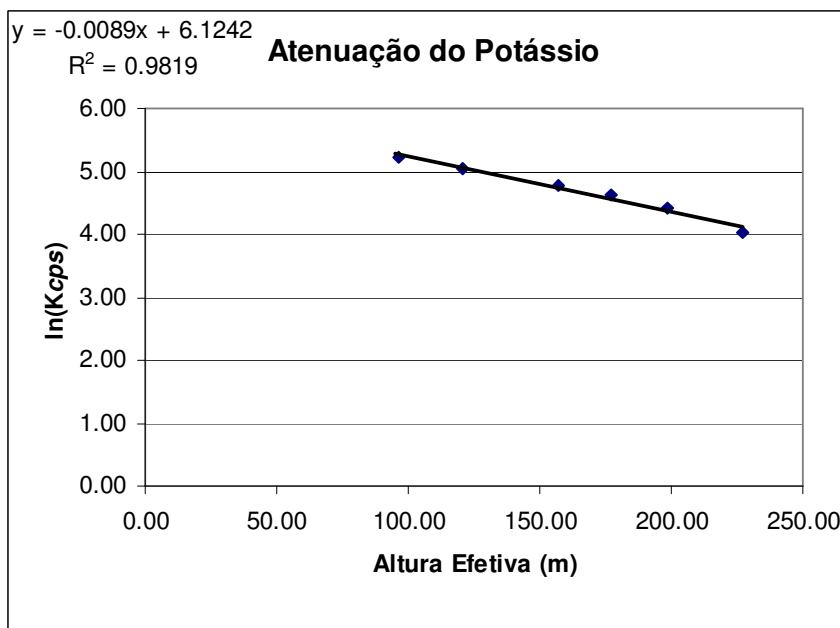


Figura 1b- Coeficiente de Atenuação - Potássio

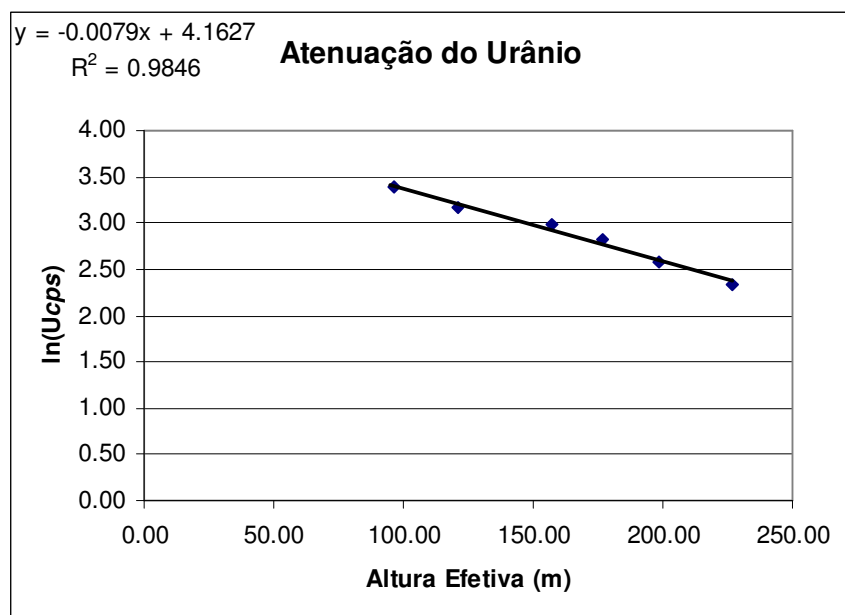


Figura 1c - Coeficiente de Atenuação –Urânio

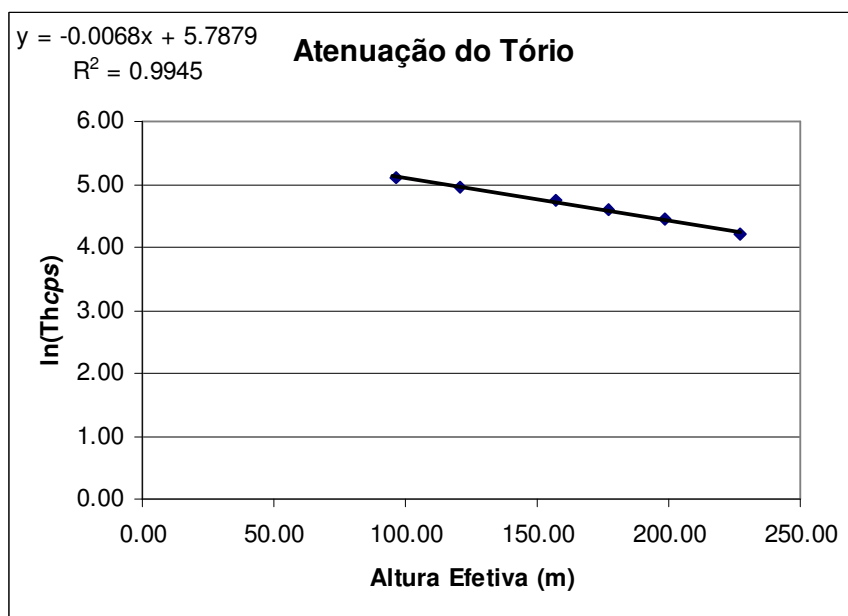


Figura 1d - Coeficiente de Atenuação - Tório

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

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

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

Dividindo-se (2) por (1), obtem-se:

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

onde:

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

ANEXO II – TESTES CONTRATUAIS

Anexo II-a – Teste de Altímetros

Anexo II-a.1– Teste de Altímetros

PR-PRS

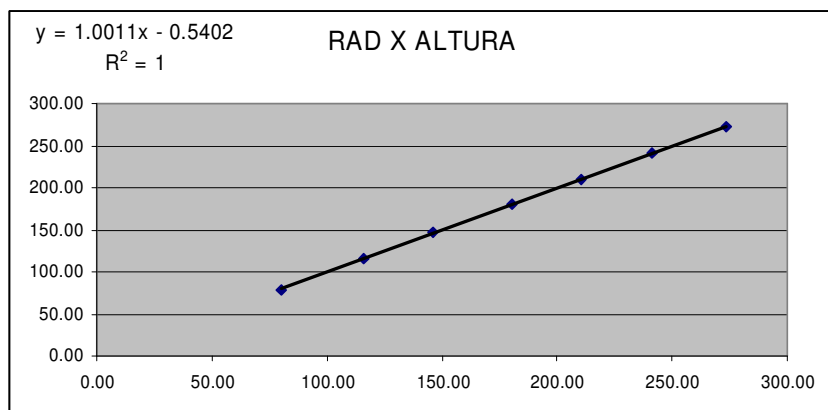
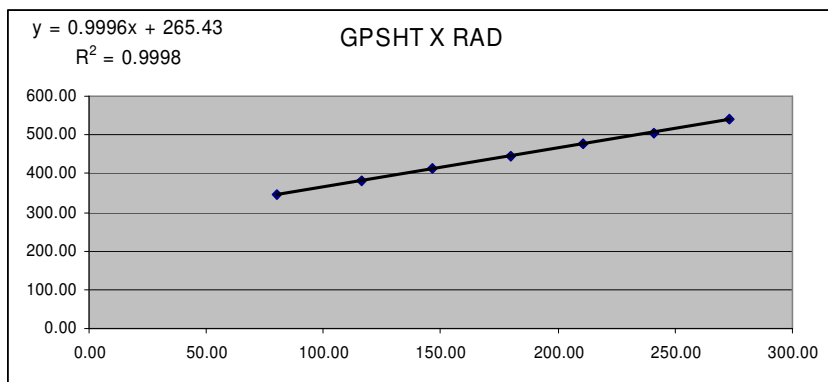
Nº Projeto	AGFW10-2005
Base	Pontes e Lacerda - MT
Aeronave	PR-PRS
Data	27/09/2005
Nº Voo	308

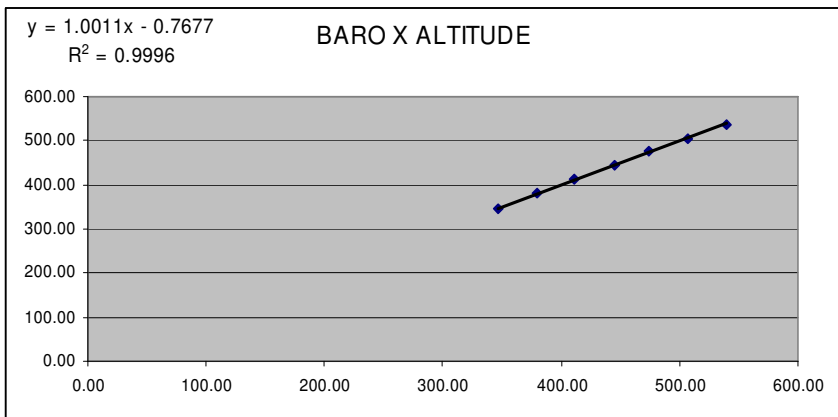
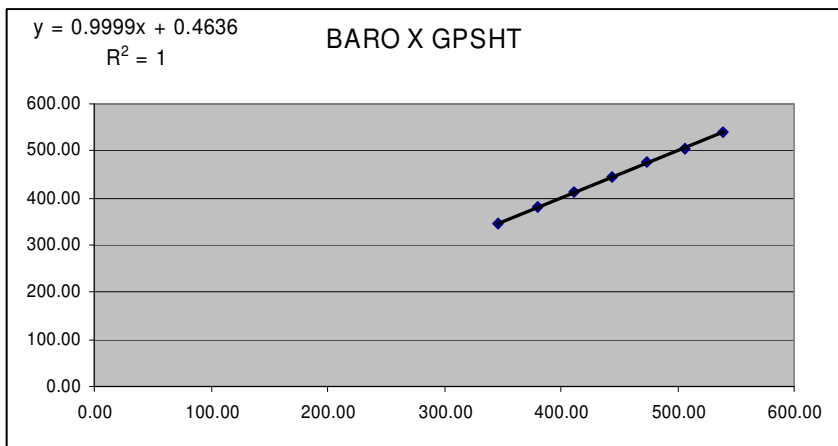
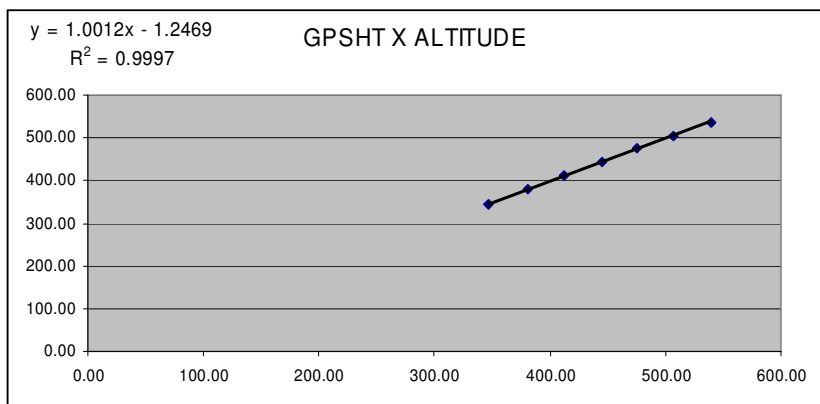
Altitude da Pista: 265 m.

Altura: Altura Teórica

Altitude: altitude teórica corrigida com a pista

LINHA	GPSHT (m)	RAD (m)	BARO (m)	ALTURA (m)	ALTITUDE (m)
200	346,90	80,16	346,74	79,25	344,25
300	380,50	115,89	380,07	115,82	380,82
400	411,80	146,39	411,01	146,30	411,30
500	444,60	180,20	444,53	179,83	444,83
600	475,20	210,66	474,16	210,31	475,31
700	506,40	241,07	506,24	240,79	505,79
800	539,70	273,18	539,47	272,80	537,80





Anexo II-a.2– Teste de Altímetros

PT-FZN

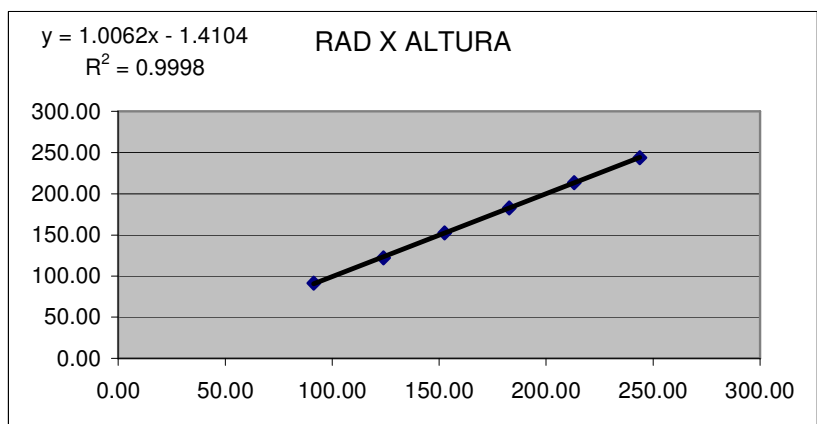
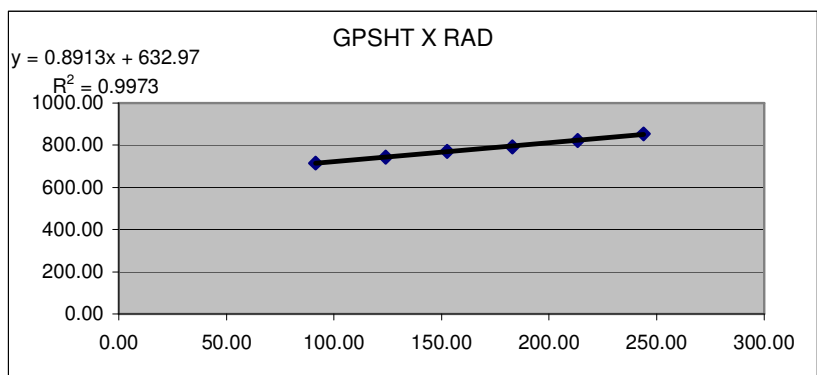
Nº Projeto	2524
Base	Vilhena - RO
Aeronave	PT-FZN
Data	26-08-05
Nº Voo	3

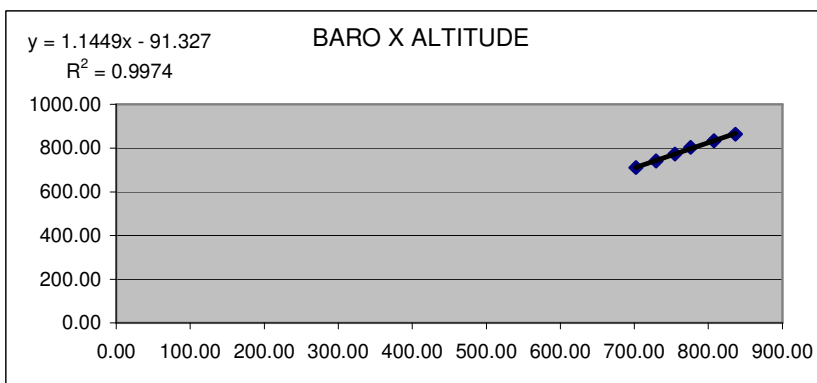
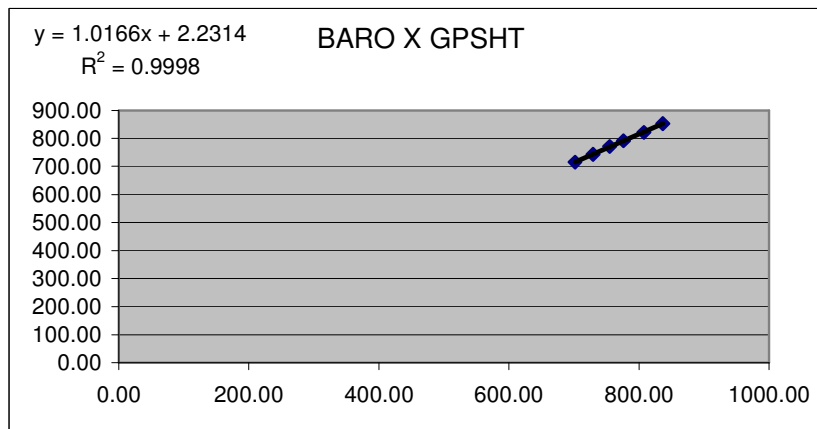
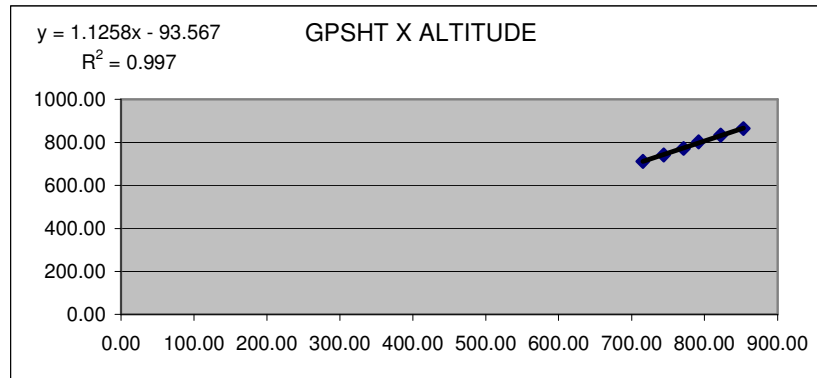
Altitude da Pista: 620 m.

Altura: Altura Teórica

Altitude: altitude teórica corrigida com a pista

LINHA	GPSHT (m)	RAD (m)	BARO (m)	ALTURA (m)	ALTITUDE (m)
300	715,34	91,48	701,86	91,44	711,44
400	743,61	124,00	729,29	121,92	741,92
500	770,80	152,57	755,07	152,40	772,40
600	791,42	182,90	776,19	182,88	802,88
700	821,94	213,28	807,56	213,36	833,36
800	853,17	243,86	836,56	243,84	863,84





ANEXO II – TESTES CONTRATUAIS

Anexo II-b – Compensação Magnética

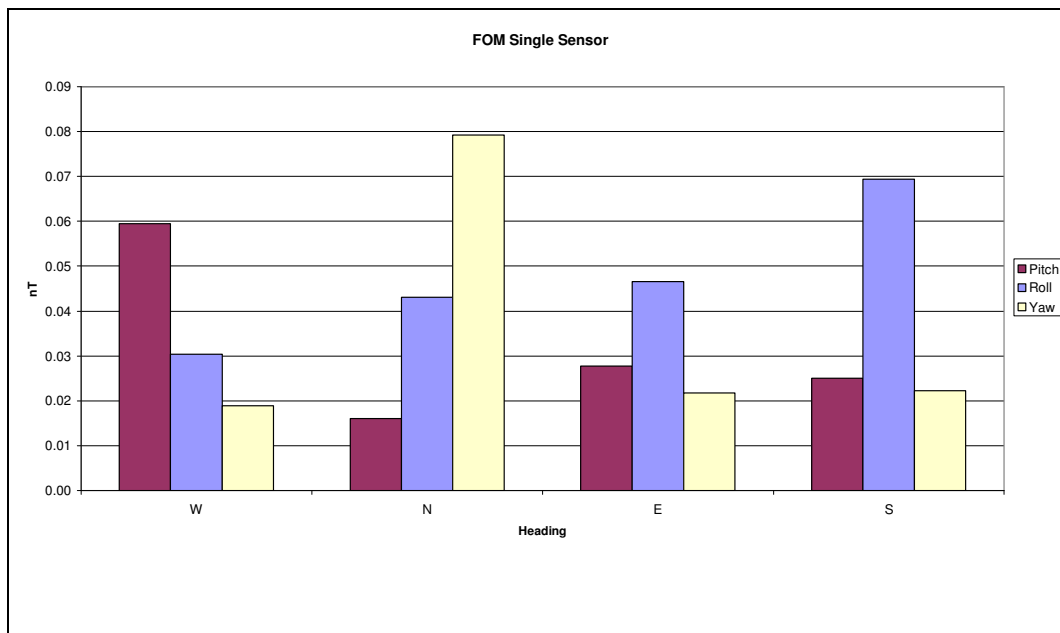
Anexo II-b.1 – Compensação Magnética

PR-PRS

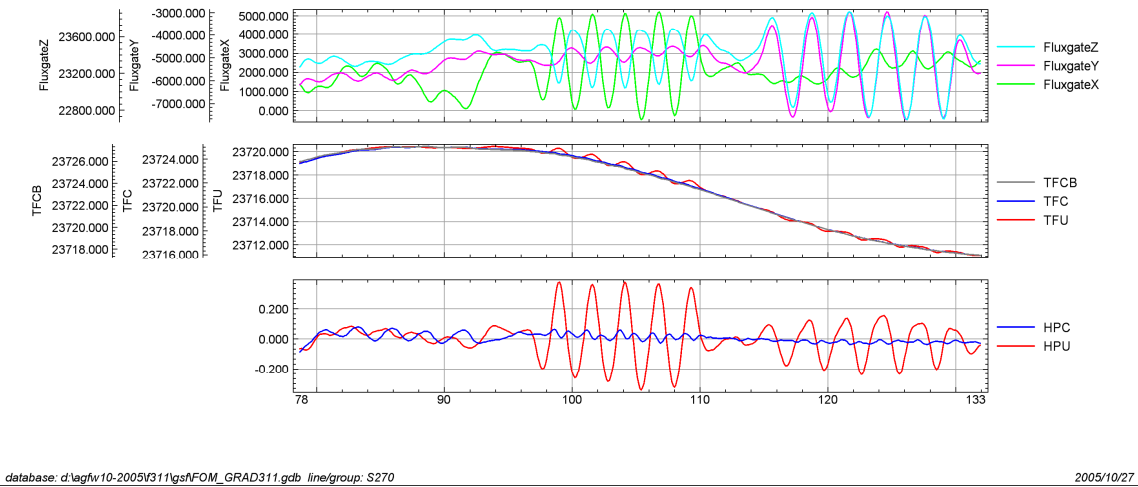
N° Projeto	AGFW10-2005
Base	Pontes e Lacerda-MT
Aeronave	PR-PRS
Data	02/10/2005
N° Vôo	311

STINGER SENSOR

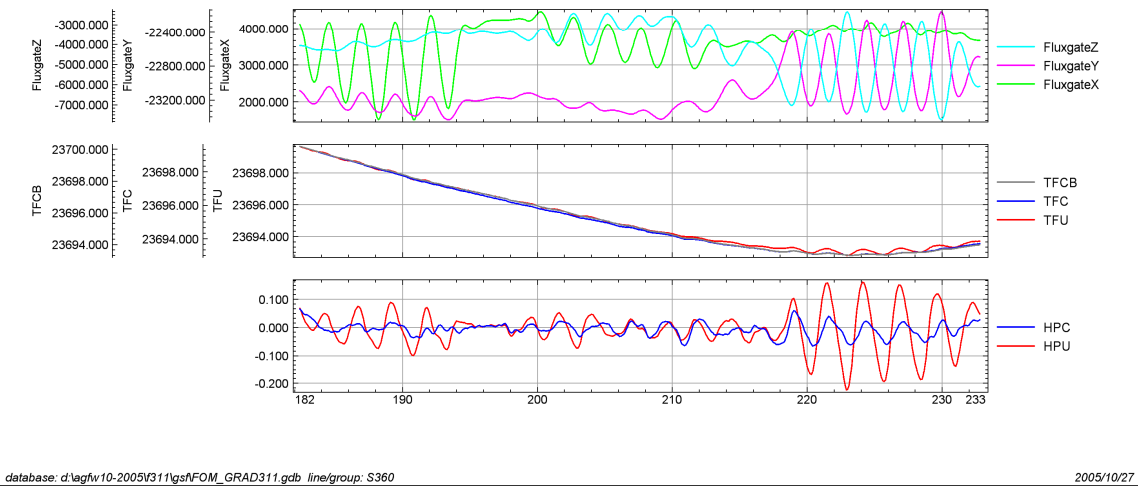
Line Number	Direction	PITCH (nT)	ROLL (nT)	YAW (nT)	FOM
270	W	0,06	0,03	0,02	0,11
360	N	0,02	0,04	0,08	0,14
90	E	0,03	0,05	0,02	0,10
180	S	0,03	0,07	0,02	0,12
TOTAL					0,46



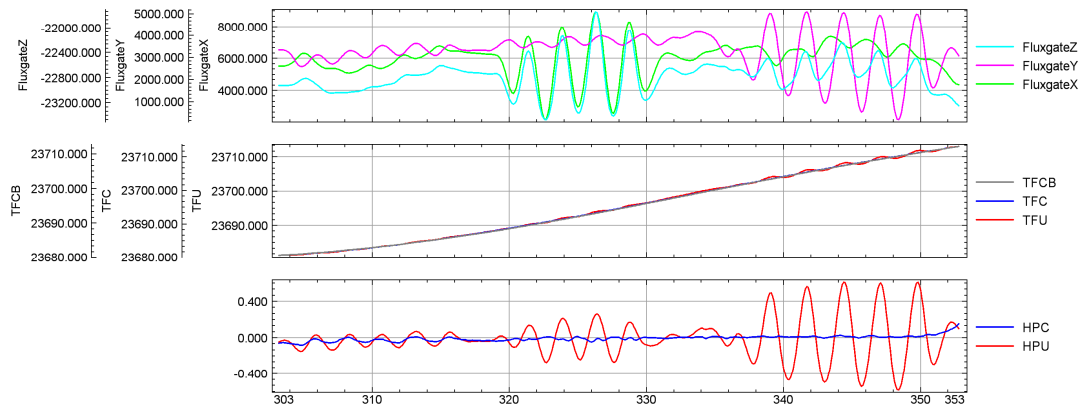
FOM02 - W



FOM02 - N



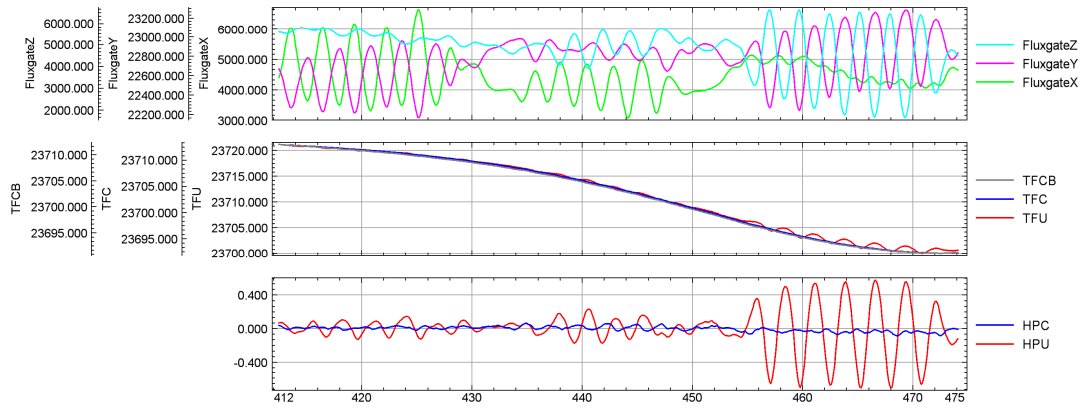
FOM02 - E



database: d:\agf\w10-2005\311\qst\FOM_GRAD311.gdb line/group: S90

2005/10/27

FOM02 - S



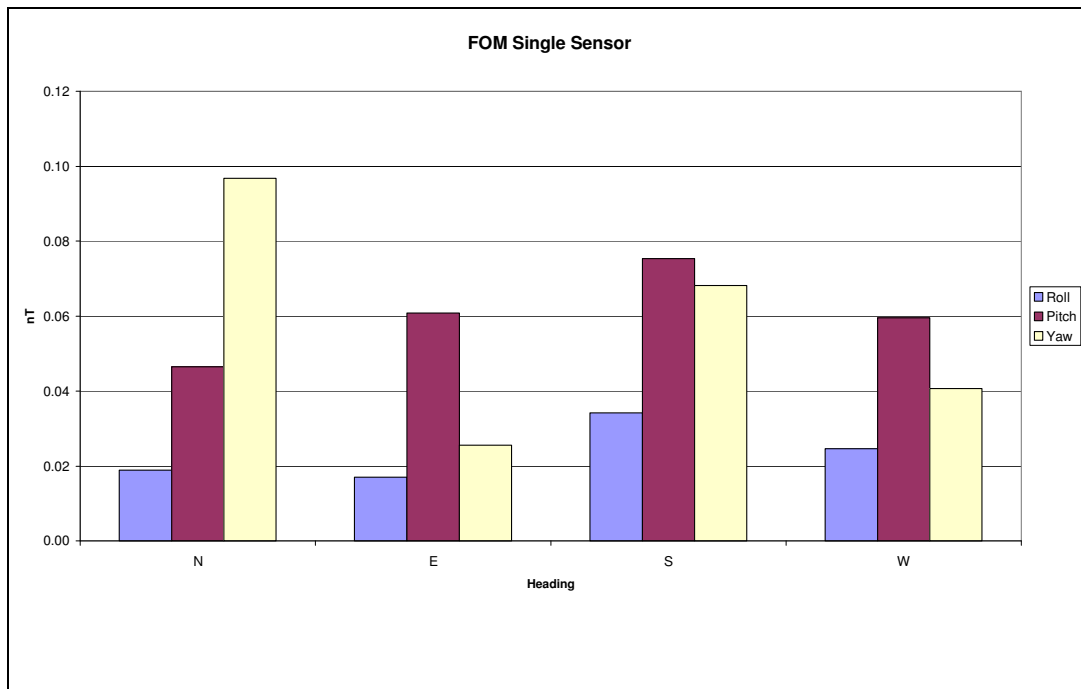
database: d:\agf\w10-2005\311\qst\FOM_GRAD311.gdb line/group: S180

2005/10/27

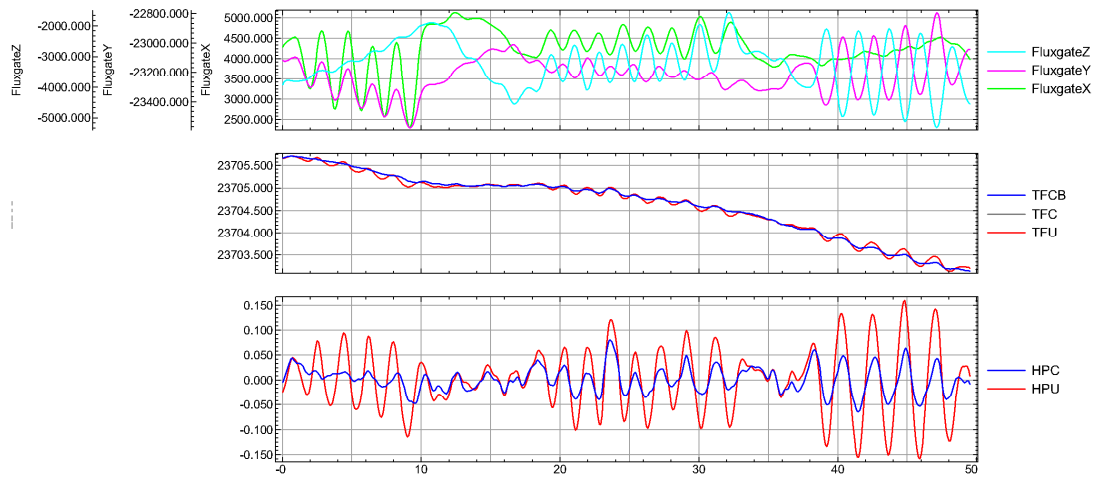
N° Projeto	AGFW10-2005
Base	Pontes e Lacerda-MT
Aeronave	PR-PRS
Data	21/09/2005
N° Voo	303

SENSOR STINGER

Line Number	Direction	ROLL (nT)	PITCH (nT)	YAW (nT)	FOM
360	N	0,02	0,05	0,10	0,16
90	E	0,02	0,06	0,03	0,10
180	S	0,03	0,08	0,07	0,18
270	W	0,02	0,06	0,04	0,12
TOTAL					0,57



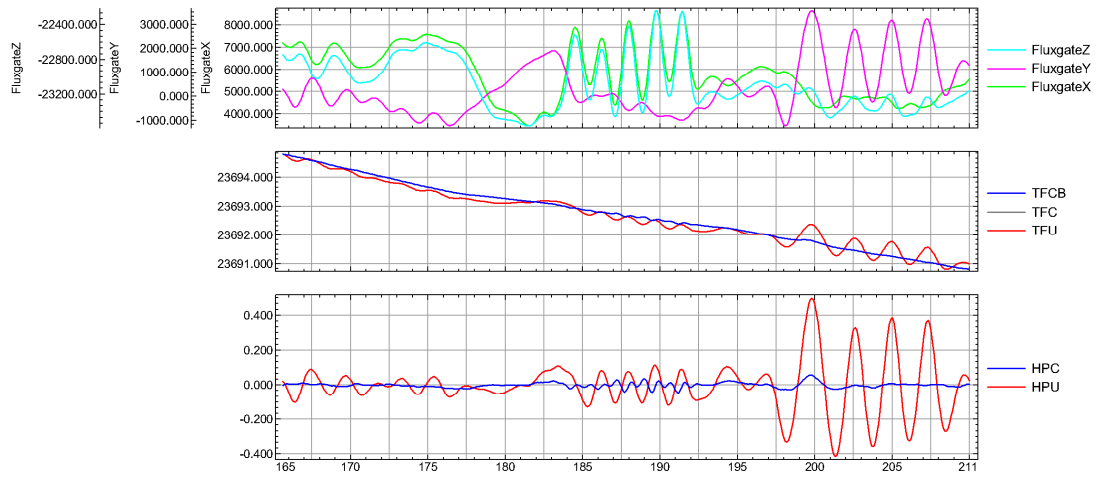
FOM01 - N



database: FOM01B.gdb line/group: S360

2005/09/23

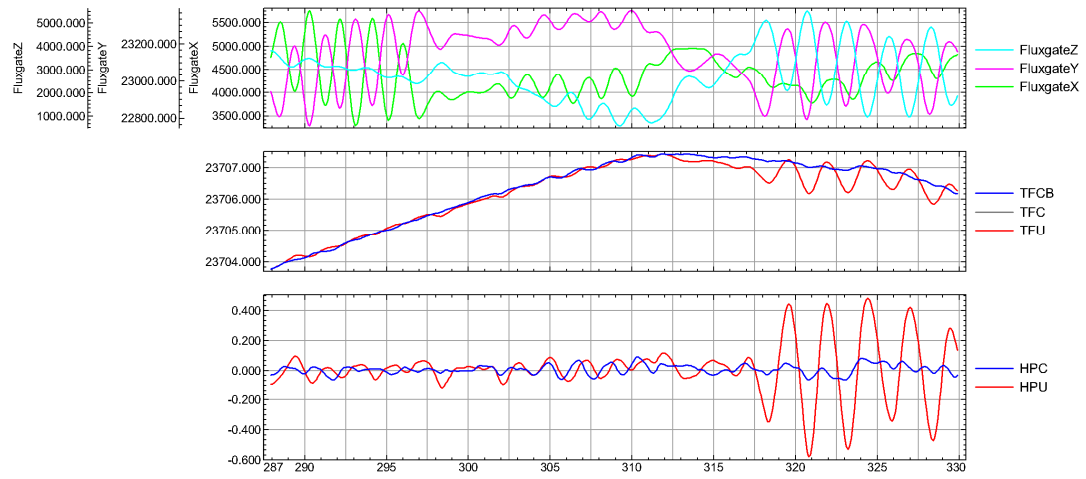
FOM01 - E



database: FOM01B.gdb line/group: S90

2005/09/23

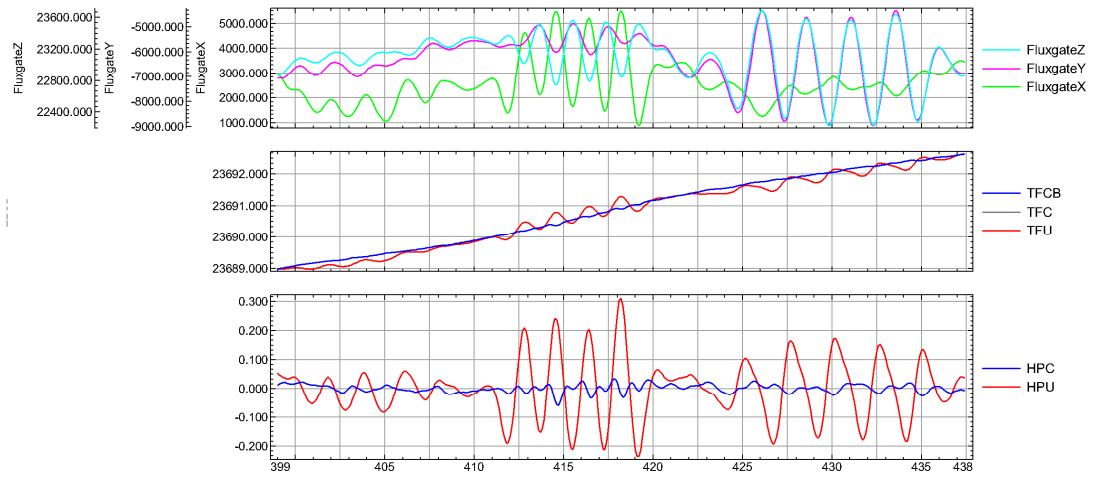
FOM01 - S



database: FOM01B.gdb line/group: S180

2005/09/23

FOM01 - W



database: FOM01B.gdb line/group: S270

2005/09/23

Anexo II-b.2 – Compensação Magnética

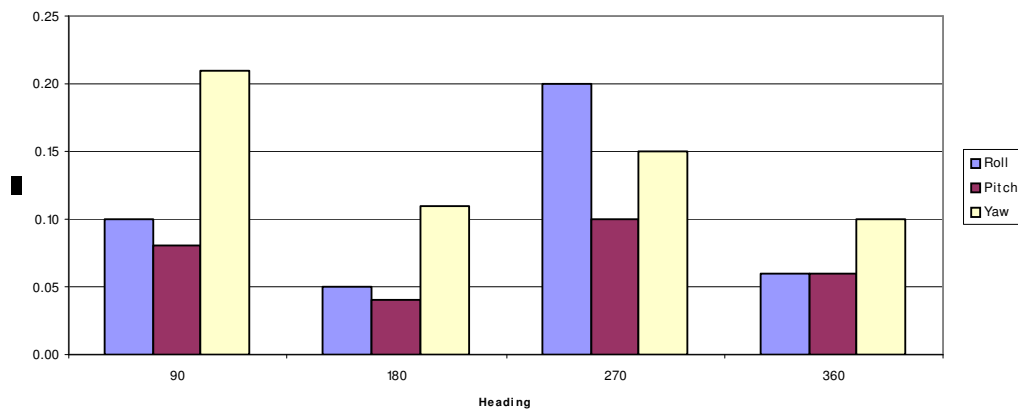
PT-FZN

Nº Job	2524
Base	Vilhena - RO
Aeronave	PT-FZN
Data	26/08/2005
nº Voo	004

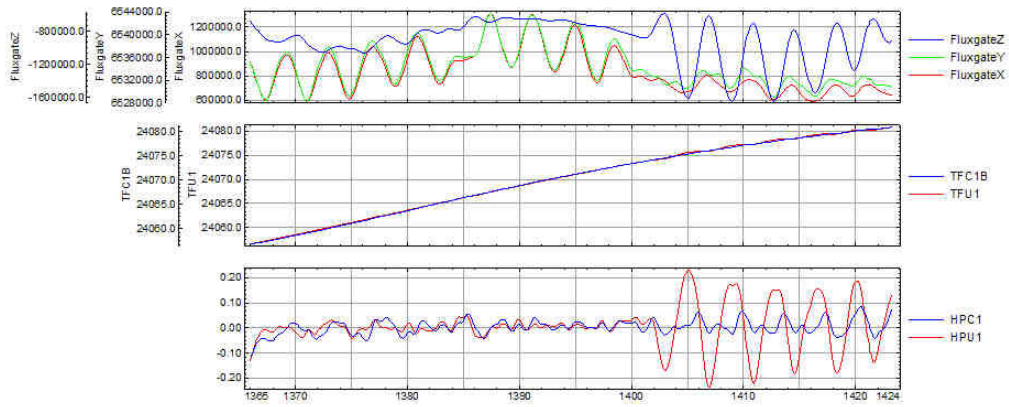
SENSOR STINGER

Line Number	Direction	ROLL (nT)	PITCH (nT)	YAW (nT)	FOM
90	90	0,10	0,08	0,21	0,39
180	180	0,05	0,04	0,11	0,20
270	270	0,20	0,10	0,15	0,45
360	360	0,06	0,06	0,10	0,22
TOTAL					1,26

FOM Single Sensor



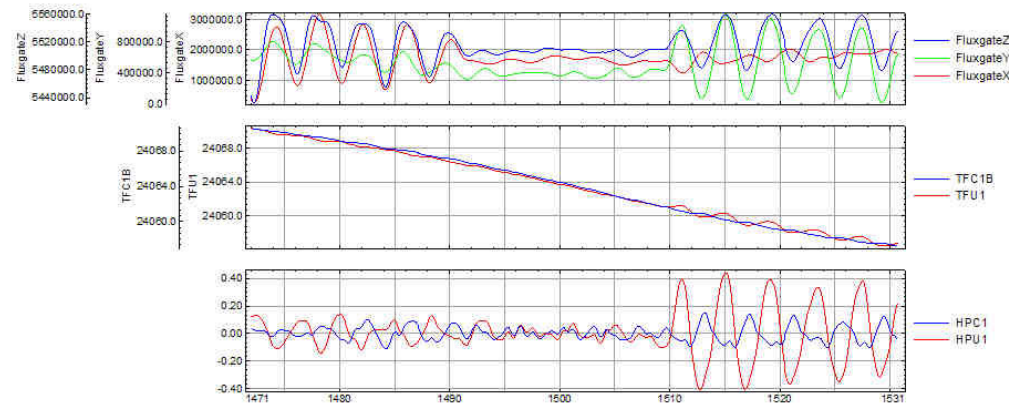
FOM004 - N



database: C:\Job_2524\Oasis\FOM004.gdb line/group: L361

2005/09/27

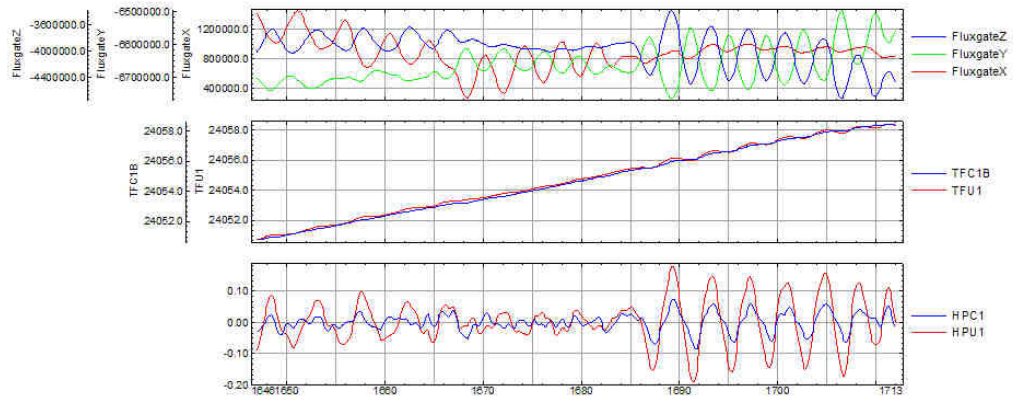
FOM004 - E



database: C:\Job_2524\Oasis\FOM004.gdb line/group: L91

2005/09/27

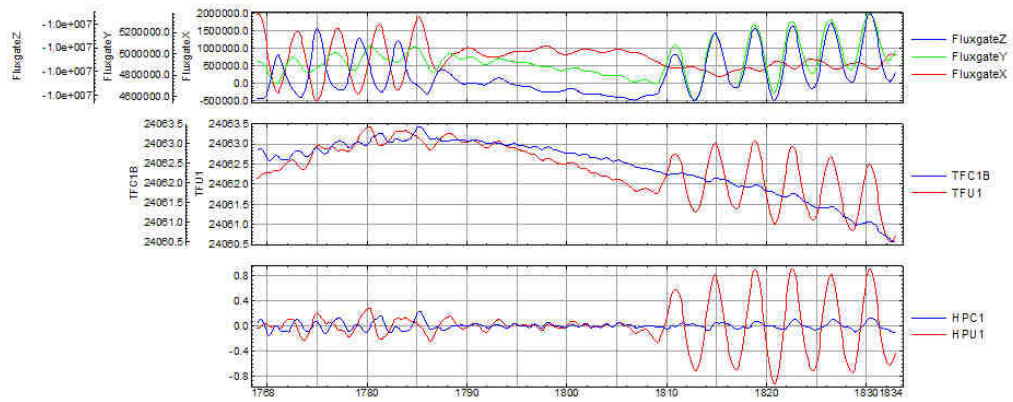
FOM004 - S



database: C:\obj_2524\Oasis\FOM004.gdb line/group: L181

2005/09/27

FOM004 - W



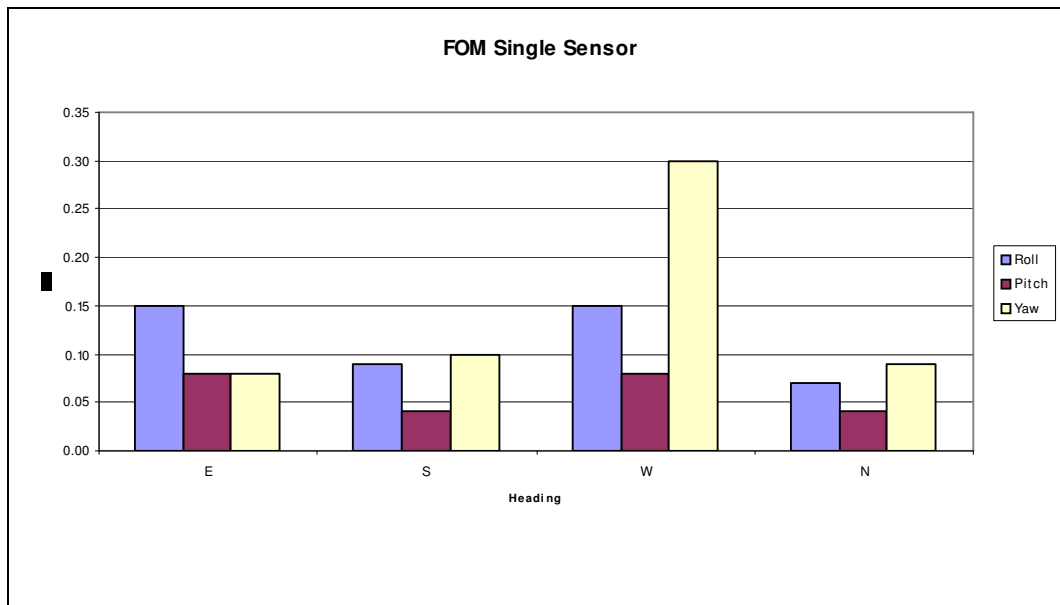
database: C:\obj_2524\Oasis\FOM004.gdb line/group: L271

2005/09/27

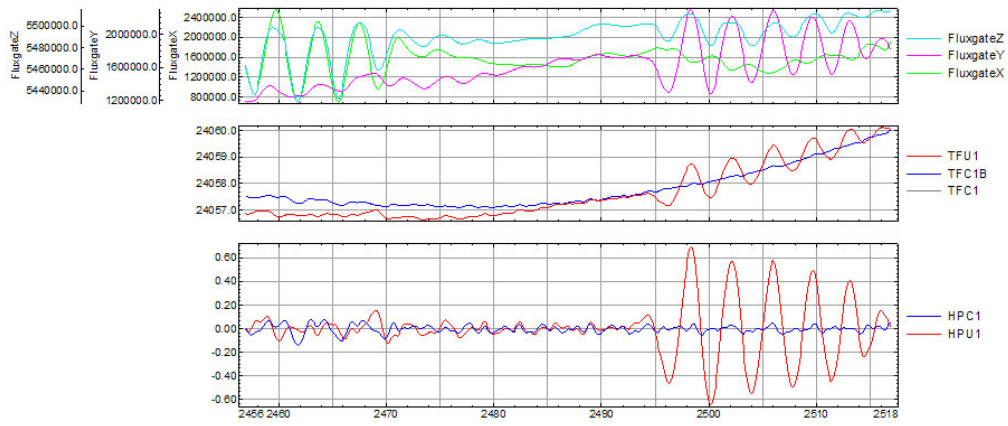
Nº Job	2524
Base	Vilhena - RO
Aeronave	PT-FZN
Data	03/09/2005
nº Voo	014

SENSOR STINGER

Line Number	Direction	ROLL (nT)	PITCH (nT)	YAW (nT)	FOM
90	E	0,15	0,08	0,08	0,31
180	S	0,09	0,04	0,10	0,23
270	W	0,15	0,08	0,30	0,53
360	N	0,07	0,04	0,09	0,20
TOTAL					1,27



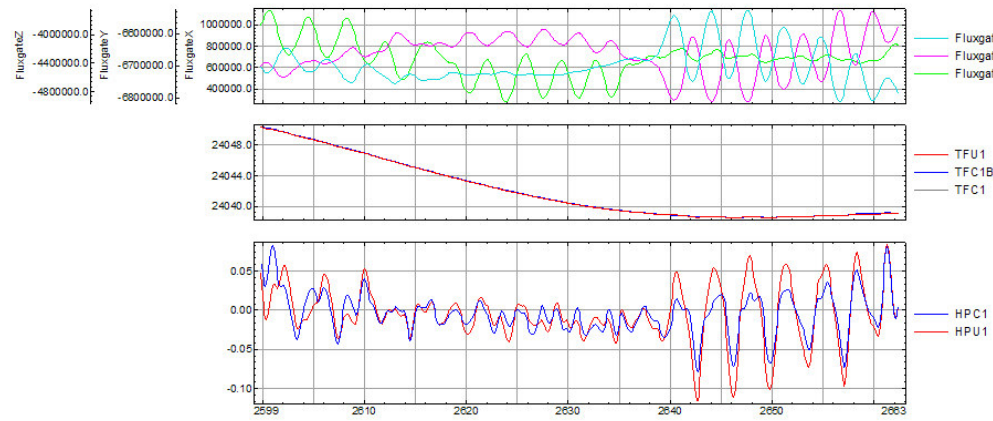
FOM014 - E



database: C:\Job_2524\Oasis\FOM014.gdb line/group: L91

2005/09/04

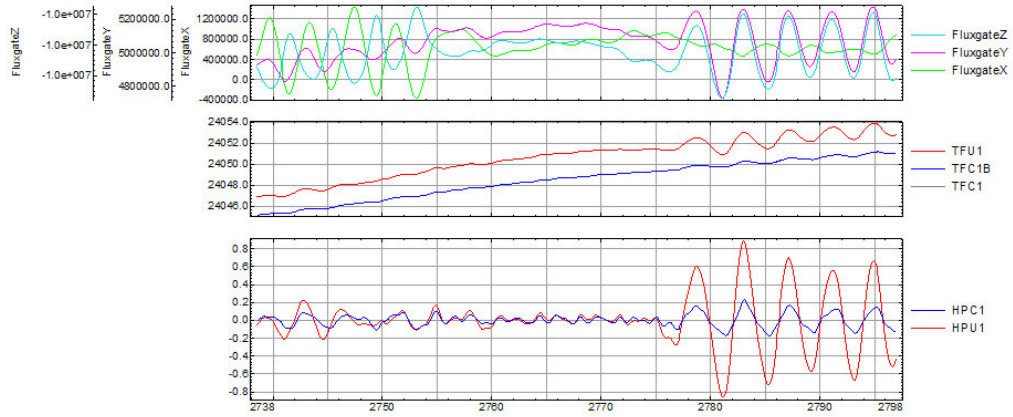
FOM014 - S



database: C:\Job_2524\Oasis\FOM014.gdb line/group: L181

2005/09/04

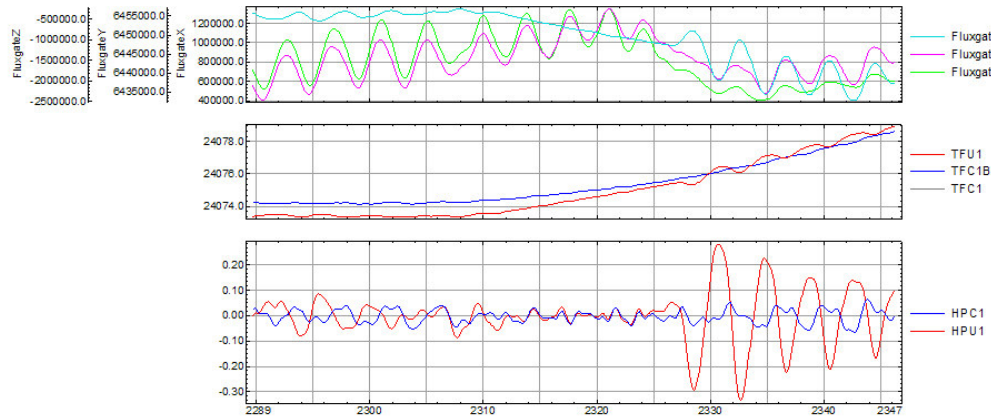
FOM014 - W



database: C:\Job_2524\Oasis\FOM014.gdb line/group: L271

2005/09/04

FOM014 - N



database: C:\Job_2524\Oasis\FOM014.gdb line/group: L361

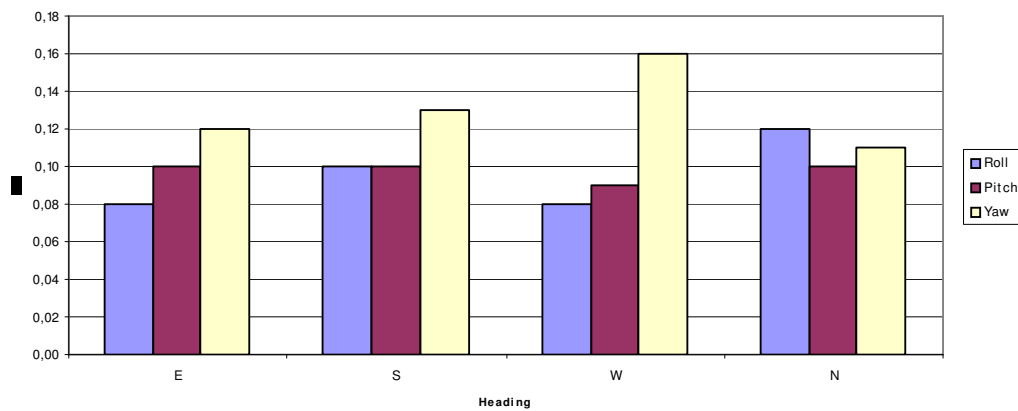
2005/09/04

Nº Job	2524
Base	Vilhena - RO
Aeronave	PT-FZN
Data	24/09/2005
nº Voo	029

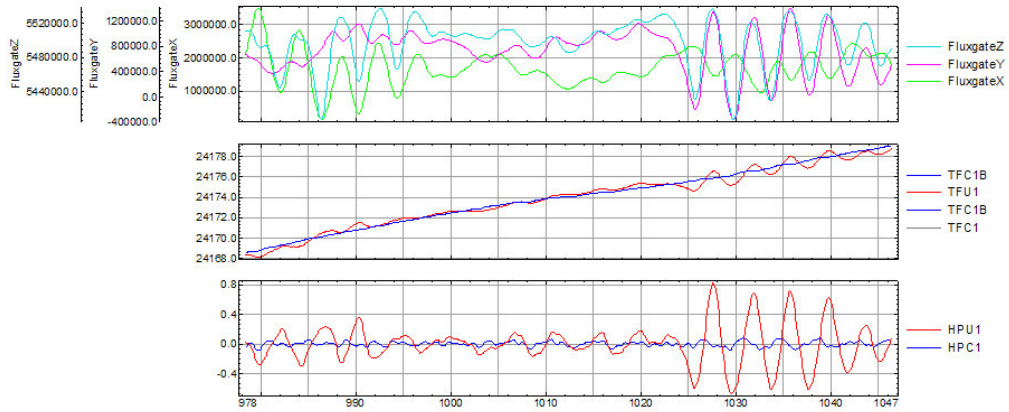
SENSOR STINGER

Line Number	Direction	ROLL (nT)	PITCH (nT)	YAW (nT)	FOM
90	E	0,08	0,10	0,12	0,30
180	S	0,10	0,10	0,13	0,33
270	W	0,08	0,09	0,16	0,33
360	N	0,12	0,10	0,11	0,33
TOTAL					1,29

FOM Single Sensor



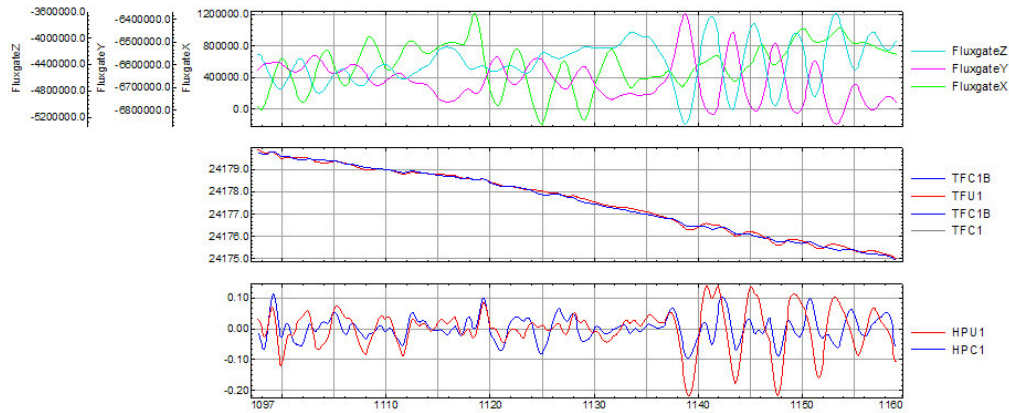
FOM029 - E



database: C:\Job_2524\Casis\FOM029.grb line/group: L91

2005/09/25

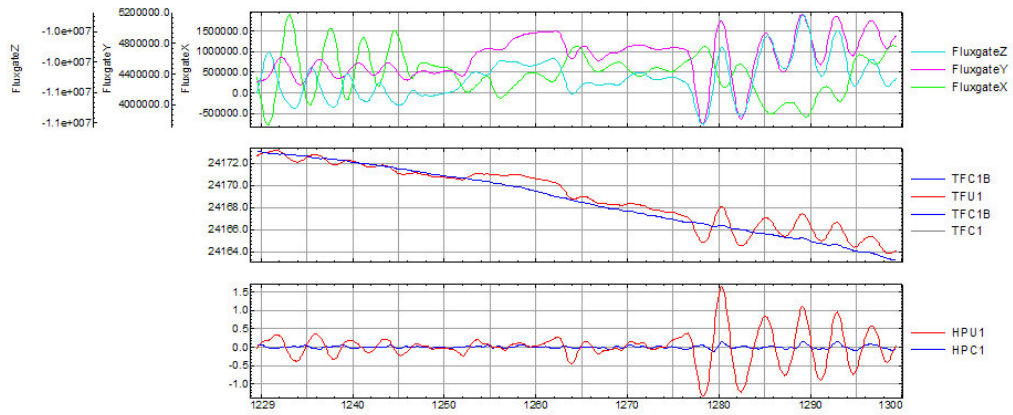
FOM029 - S



database: C:\Job_2524\Casis\FOM029.grb line/group: L181

2005/09/25

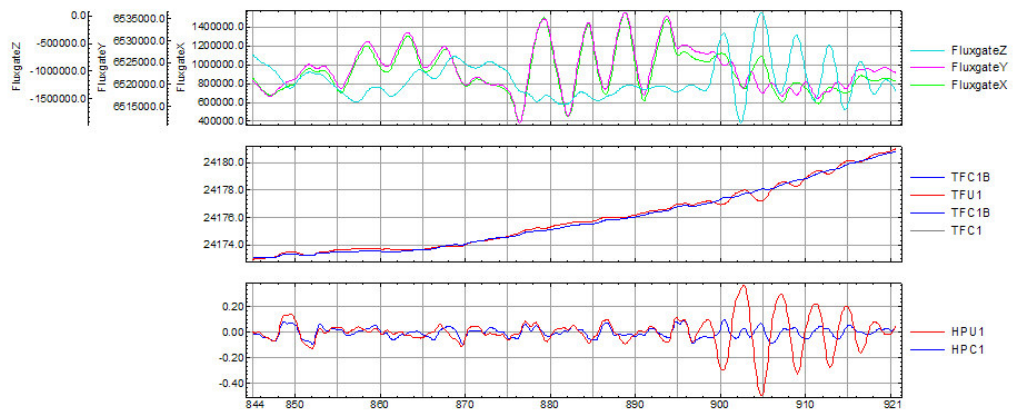
FOM029 - W



database: C:\Job_2524\Oasis\FOM029.gdb line/group: L271

2005/09/25

FOM029 - N



database: C:\Job_2524\Oasis\FOM029.gdb line/group: L361

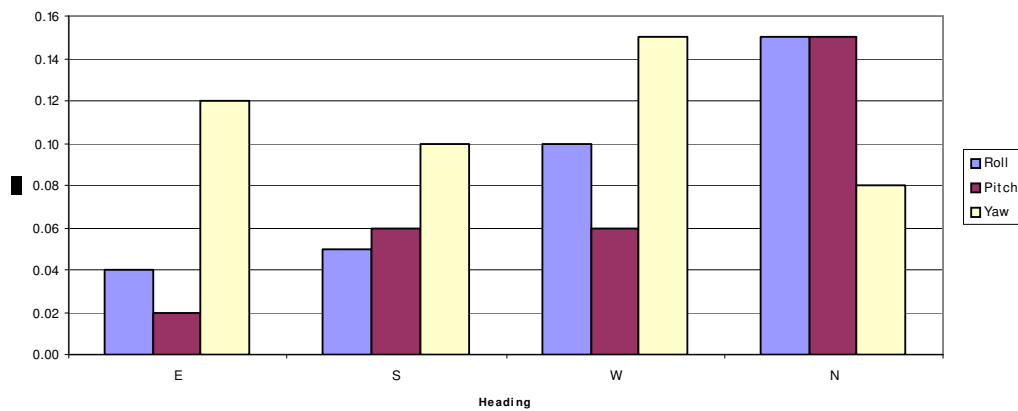
2005/09/25

Nº Job	2524
Base	Vilhena - RO
Aeronave	PT-FZN
Data	07/10/2005
nº Voo	045

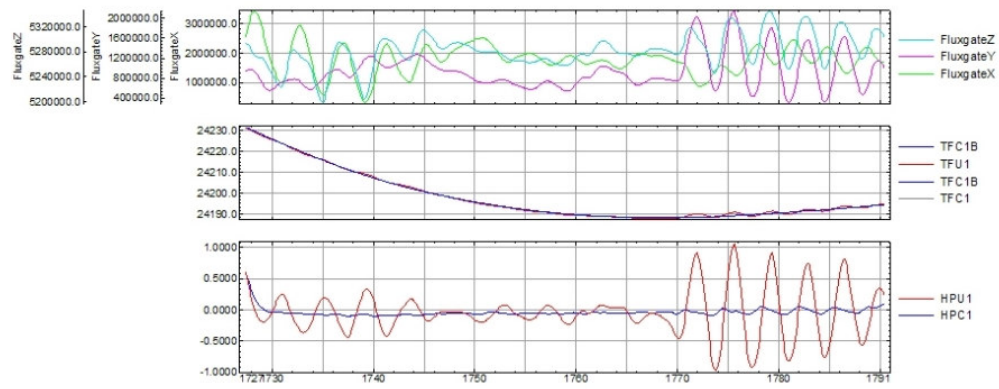
SENSOR STINGER

Line Number	Direction	ROLL (nT)	PITCH (nT)	YAW (nT)	FOM
90	E	0,04	0,02	0,12	0,18
180	S	0,05	0,06	0,10	0,21
270	W	0,10	0,06	0,15	0,31
360	N	0,15	0,15	0,08	0,38
TOTAL					1,08

FOM Single Sensor



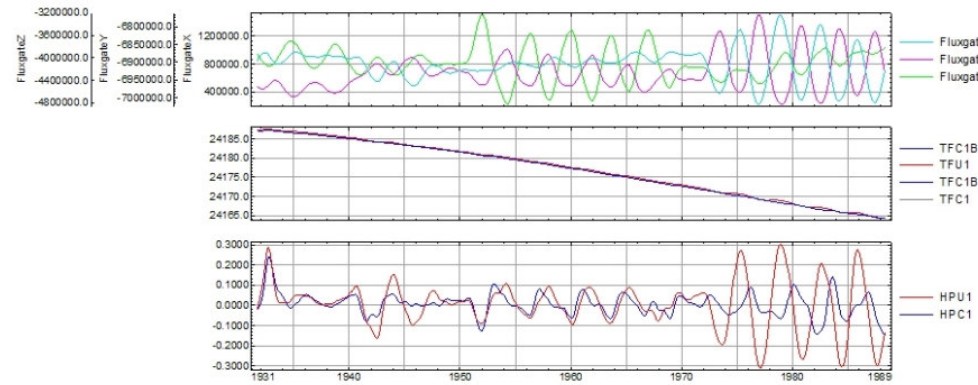
FOM045 - E



database: FOM045.gdb line/group: L91

2005/10/07

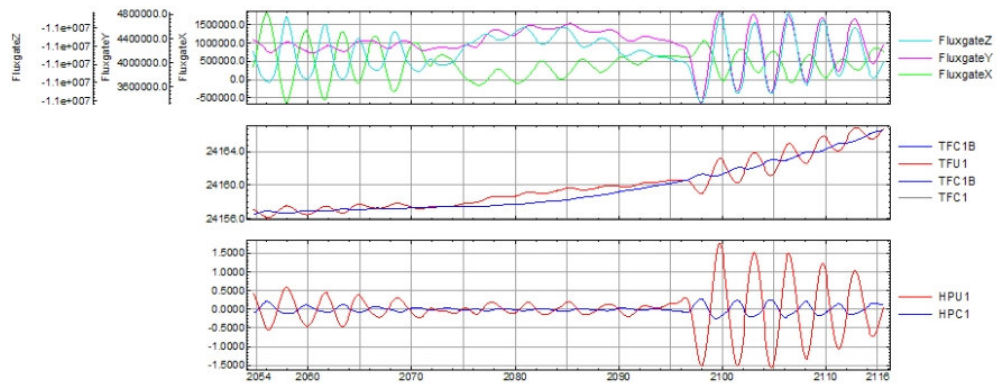
FOM045 - S



database: FOM045.gdb line/group: L181

2005/10/07

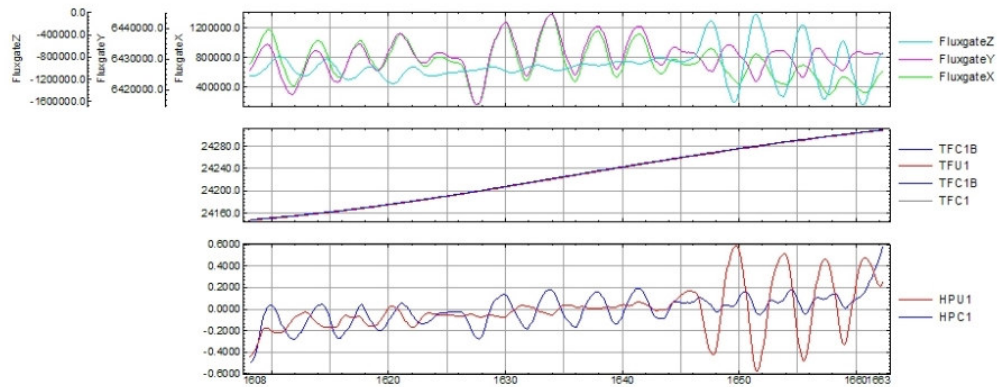
FOM045 - W



database: FOM045.gdb line/group: L271

2005/10/07

FOM045 - N



database: FOM045.gdb line/group: L361

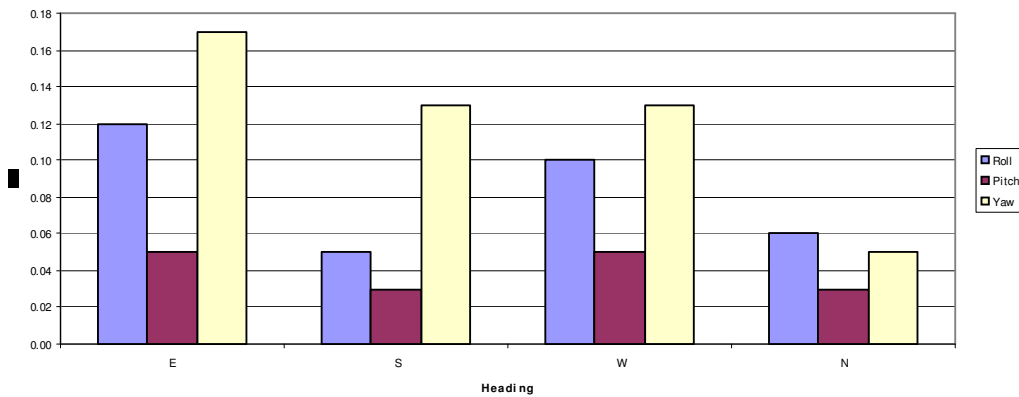
2005/10/07

Job Number	2524
Base	Ji-Paraná - RO
Aircraft	PT-FZN
Date	27/07/2006
Calibration Flt.	126

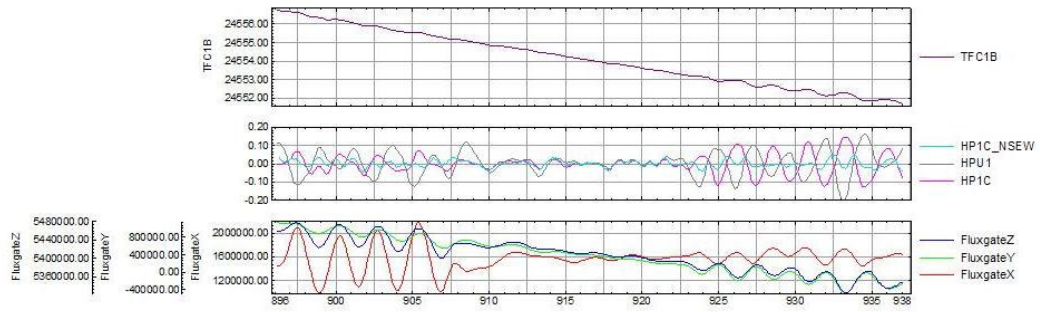
SENSOR STINGER

Line Number	Direction	ROLL (nT)	PITCH (nT)	YAW (nT)	FOM
91	E	0,12	0,05	0,17	0,34
181	S	0,05	0,03	0,13	0,21
271	W	0,10	0,05	0,13	0,28
361	N	0,06	0,03	0,05	0,14
TOTAL					0,97

FOM Single Sensor



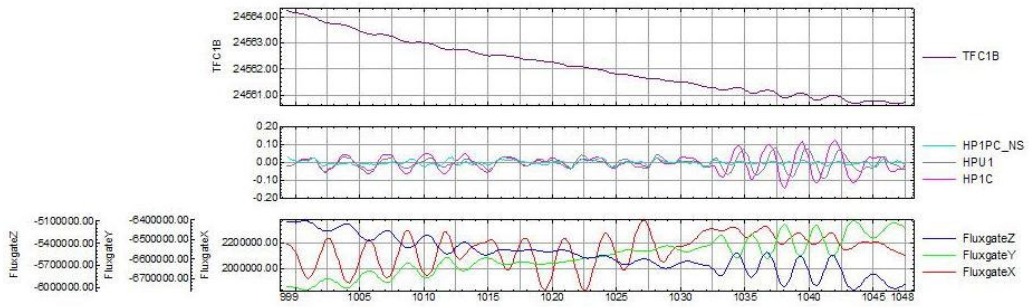
FOM126 091 E



Database: C:\Job_2524\Teses\FOM\FOM126\FOM126_cort.gdb_line\group_L91

2006/07/28

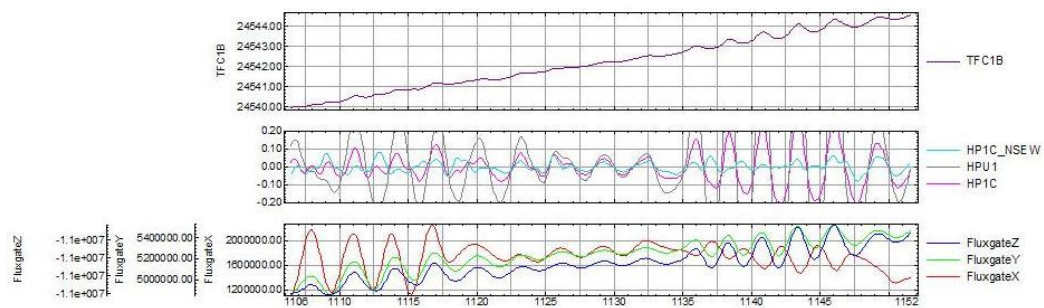
FOM126 181 S



Database: C:\Job_2524\Teses\FOM\FOM126\FOM126_cort.gdb_line\group_L181

2006/07/28

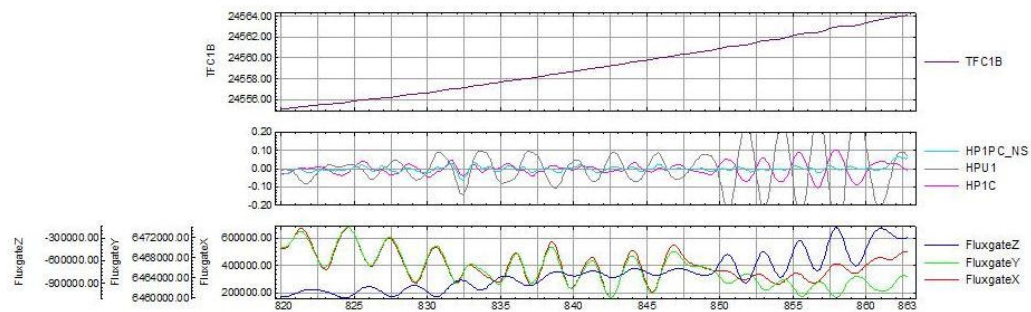
FOM126 271 W



Database: C:\Job_2524\Testes\FOM\FOM126\FOM126_cort.qdb line/group: L271

2006/07/28

FOM126 361 N



Database: C:\Job_2524\Testes\FOM\FOM126\FOM126_cort.qdb line/group: L361

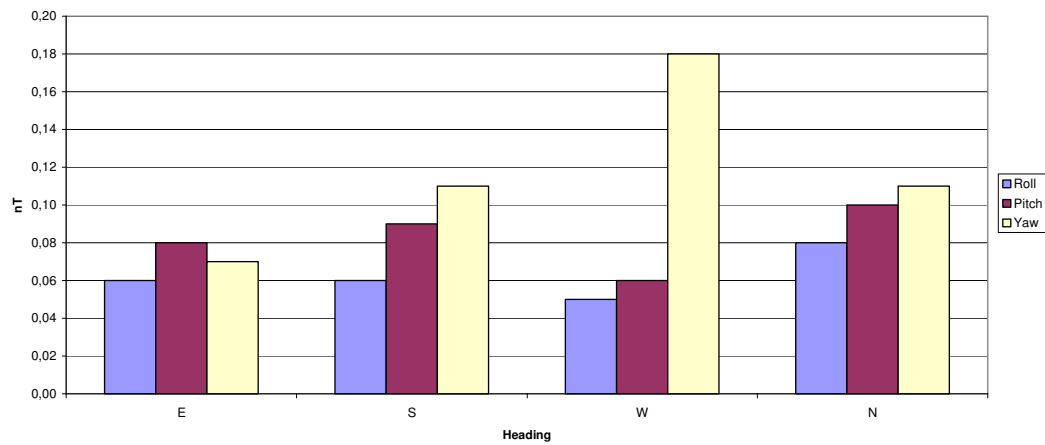
2006/07/28

Job Number	2524
Base	Ji-Paraná - RO
Aircraft	PT-FZN
Date	14/8/2006
Calibration Flt.	149

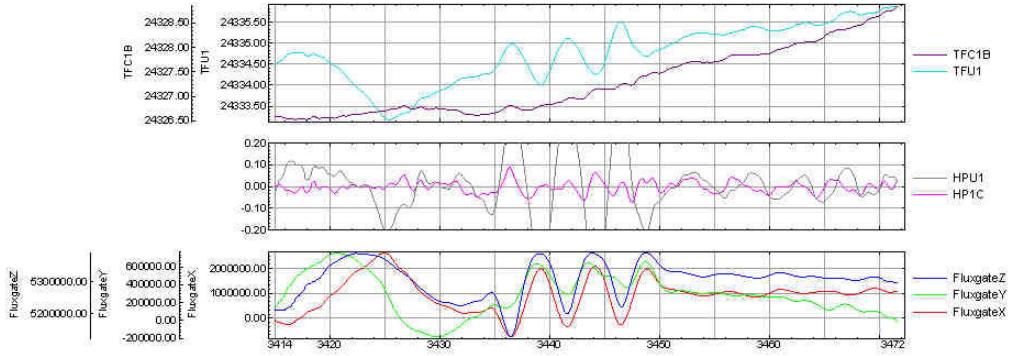
SENSOR STINGER

Line Number	Direction	ROLL (nT)	PITCH (nT)	YAW (nT)	FOM
91	E	0,06	0,08	0,07	0,21
181	S	0,06	0,09	0,11	0,26
271	W	0,05	0,06	0,18	0,29
361	N	0,08	0,10	0,11	0,29
TOTAL					1,05

FOM Single Sensor



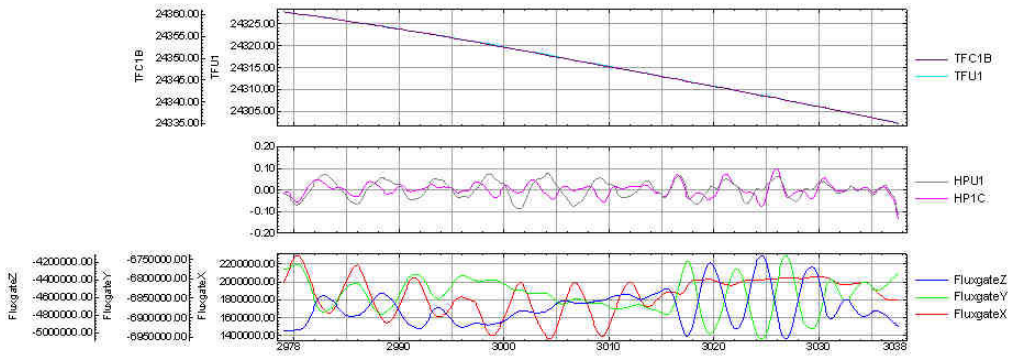
FOM149 - 91E



database: C:\Job_2524\Casis\FOM149\FOM149.gdb line/group: L91

2006/09/14

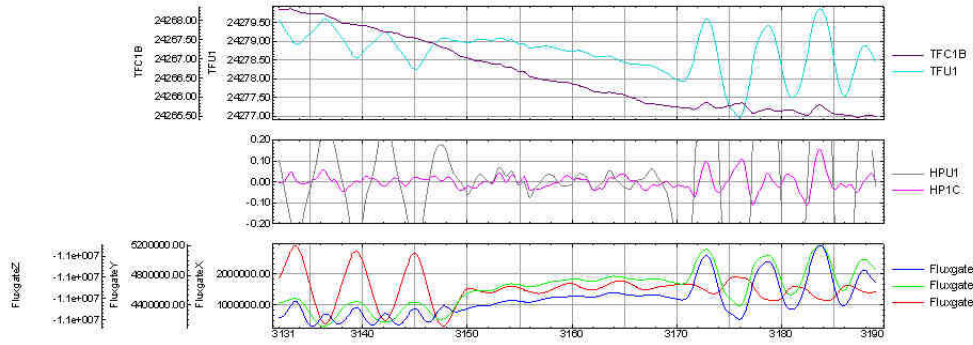
FOM149 - 181S



database: C:\Job_2524\Casis\FOM149\FOM149.gdb line/group: L181

2006/09/14

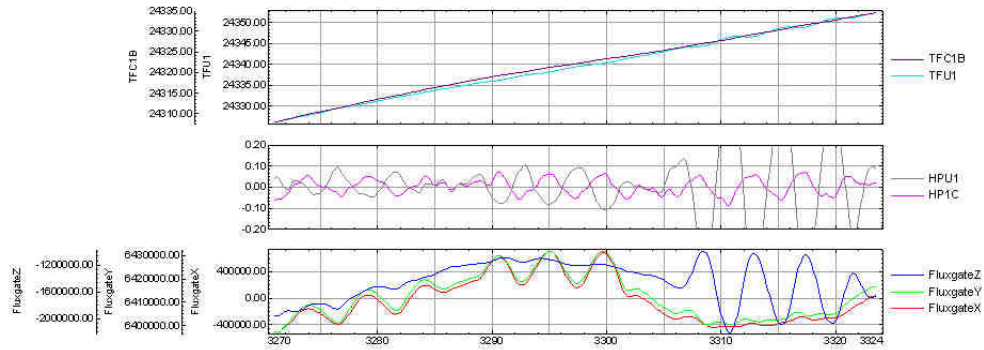
FOM149 - 271W



database: C:\Vol_2524\Oasis\FOM149\FOM149.gdb line/group: L271

2006/09/14

FOM149 - 361N



database: C:\Vol_2524\Oasis\FOM149\FOM149.gdb line/group: L361

2006/09/14

ANEXO II – TESTES CONTRATUAIS

Anexo II-c – Teste de Paralaxe

Anexo II-c.1 – Teste de Paralaxe

PR-PRS

Nº Projeto	AGFW10-2005
Base	Pontes e Lacerda-MT
Aeronave	PR-PRS
Data	16/11/2005
Nº Voo	357

LINHA	DIREÇÃO	ANOMALIA:	A
10	N	FIDUCIAL	1404,6
		Delta (m)	88,90
		Veloc. (ms ⁻¹)	8,06
		LAG x 2 (s)	1,20

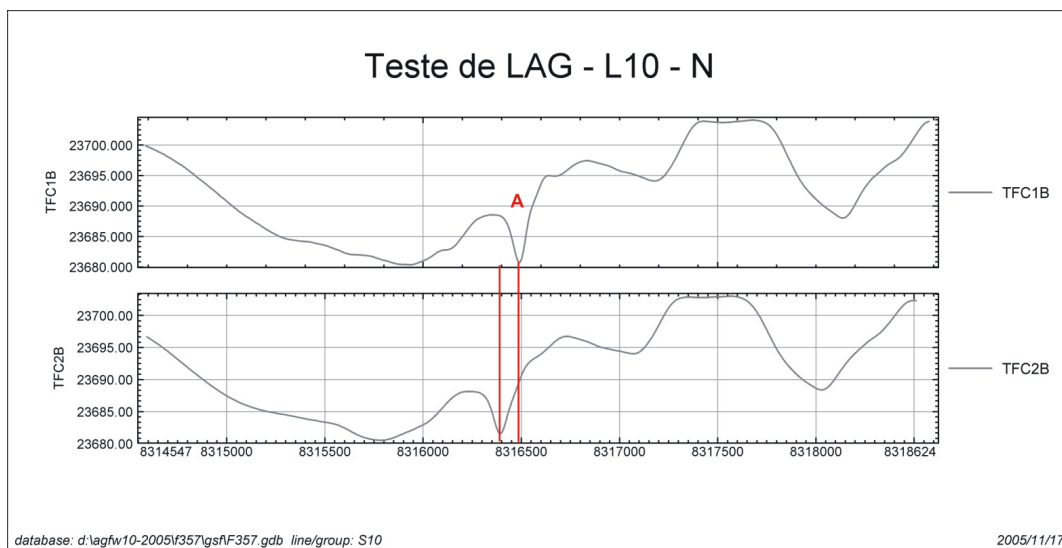
LINHA	DIREÇÃO	ANOMALIA:	A
30	E	FIDUCIAL	757,00
		Delta (m)	87,40
		Veloc. (ms ⁻¹)	7,92
		LAG x 2 (s)	1,20

LINHA	DIREÇÃO	ANOMALIA:	A
20	S	FIDUCIAL	1619,90
		Delta (m)	90,80
		Veloc. (ms ⁻¹)	7,56
		LAG x 2 (s)	1,20

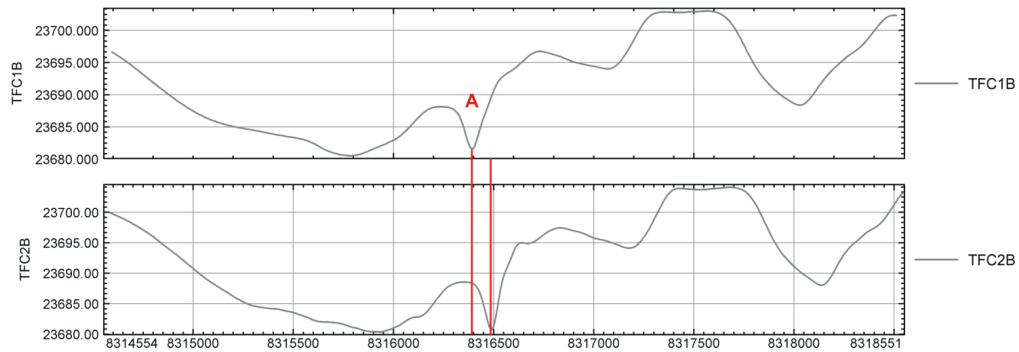
LINHA	DIREÇÃO	ANOMALIA:	A
40	W	FIDUCIAL	970,00
		Delta (m)	84,30
		Veloc. (ms ⁻¹)	7,68
		LAG x 2 (s)	1,20

MÉDIA LAG (s) 0,60

MÉDIA LAG (s) 0,60



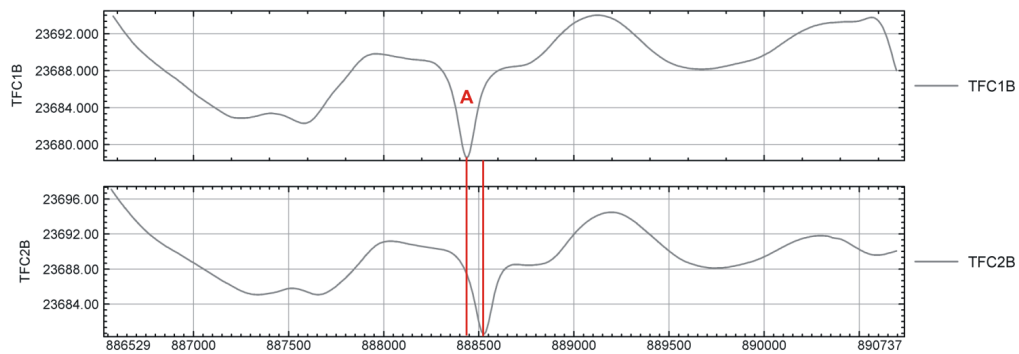
Teste de LAG - L20 - S



database: d:\agfw10-2005\F357\gs\F357.gdb line/group: S20

2005/11/17

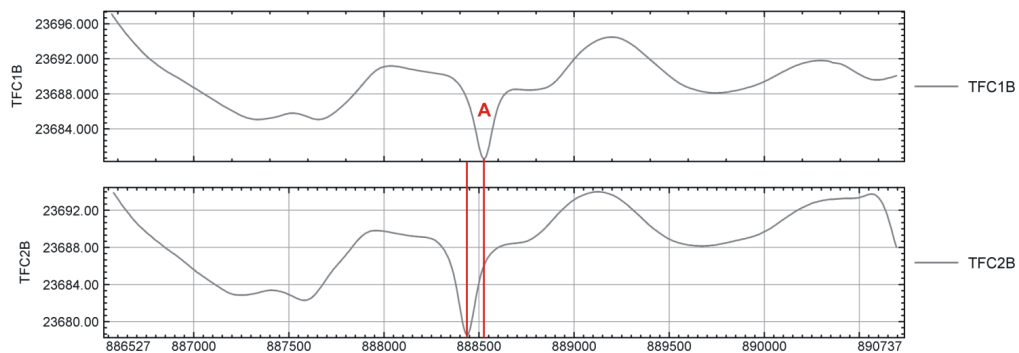
Teste de LAG - L30 - E



database: d:\agfw10-2005\F357\gs\F357.gdb line/group: S30

2005/11/17

Teste de LAG - L40- W



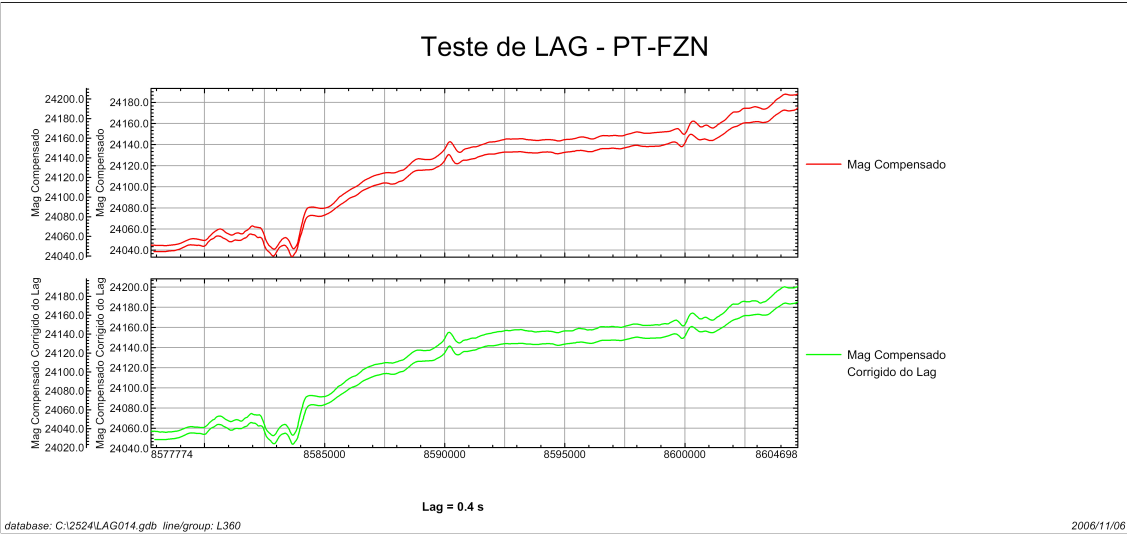
database: d:\agfw10-2005\F357\gs\F357.gdb line/group: S40

2005/11/17

Anexo II-c.2– Teste de Paralaxe

PT-FZN

Nº Projeto	2524
Base	Vilhena - RO
Aeronave	PT-FZN
Data	03/09/2005
nº Voo	014



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 compõe o acervo do Projeto Aerogeofísico Sudeste de Rondônia.

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

Mídia	Conteúdo
DVD#01	- Banco de Dados <i>Geosoft</i> - Grids - Arquivos XYZ - Relatório Final
DVD#02	- Arquivos de Plotagem HPGL - Arquivo de Metadados do Projeto - Arquivos de Poligonais das Folhas 1:100.000 e 1:250.000 <i>Geosoft</i> PLY
DVD#03	- Arquivos de Mapas <i>Geosoft</i> na escala 1:100.000 - Arquivos com as Articulações da Folhas 1:100.000(PDF)
DVD#04	- Arquivos de Mapas <i>Geosoft</i> na escala 1:250.000 e 1:500.000 - Arquivos com as Articulações da Folhas 1:250.000(PDF)

Estrutura dos Arquivos de Mapas:

- A codificação para os arquivos de mapas é apresentada a seguir, onde o asterisco presente na tabela anterior refere-se aos seguintes temas:
1068_1DV = 1ª Derivada Vertical do Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF)
1068_MAG = Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF)
1068_SINAL = Sinal Analítico do Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF)
1068_MDT = Modelo Digital do Terreno
1068_TC = Contagem Total ($\mu\text{R/h}$)
1068_K = Potássio (%)
1068_U = Urânio (ppm)
1068_TH = Tório (ppm)
1068_THK = Razão Tório/Potássio
1068_UTH = Razão Urânio/Tório
1068_UK = Razão Urânio/Potássio
1068_TERN = Ternário (K-U-Th)
1068_PATH = Traços das Linhas de Vão

Exemplos:

1068_SD20XA2_MAG.MAP – *Geosoft* MAP da Folha SD.22-X-A-II Escala 1:100.000 do Campo Magnético Total (Reduzido IGRF)

1068_SD20XA_SINAL.MAP – *Geosoft* MAP da Folha SD.22-X-A Escala 1:250.000 do Sinal Analítico do Campo Magnético Total (Reduzido IGRF)

1068_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* ©.
- prefixo 1068 em todos os arquivos corresponde ao nº do projeto na Base Aero da CPRM.

Arquivos de GRIDS:

Arquivo	Conteúdo	Unidade
1068_MAG.grd	Campo Magnético Total (Reduzido IGRF)	nT
1068_1DV.grd	1ª Derivada Vertical do Campo Magnético Total	nT/m
1068_SINAL.grd	Sinal Analítico do Campo Magnético Total	nT/m
1068_CT.grd	Taxa de Exposição da Contagem Total	µR/h
1068_Kperc.grd	Concentração de Potássio	%
1068_eU.grd	Concentração de Urânio	ppm
1068_eTH.grd	Concentração de Tório	ppm
1068_THKRAZAO.grd	Razão Tório/Potássio	-
1068_UKRAZAO.grd	Razão Urânio/Potássio	-
1068_UTHRAZAO.grd	Razão Urânio/Tório	-
1068_MDT.grd	Modelo Digital do Terreno	m

Arquivos de Banco de Dados GDB:

Arquivo	Conteúdo
1068_GamaLine.gdb	Banco de dados de gamaespectrometria com as linhas de voo
1068_GamaTie.gdb	Banco de dados de gamaespectrometria com as linhas de controle
1068_MagLine.gdb	Banco de dados de magnetometria com as linhas de voo
1068_MagTie.gdb	Banco de dados de magnetometria com as linhas de controle
1068_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
1068_GamaLine.XYZ	Gamaespectrometria Linhas de Voo
1068_GamaTie.XYZ	Gamaespectrometria Linhas de Contrôlo
1068_MagLine.XYZ	Magnetometria Linhas de Voo
1068_MagTie.XYZ	Magnetometria Linhas de Contrôlo

Arquivos de Cruzamentos :

Arquivo	Conteúdo
1068_Cruzamentos.XYZ	Cruzamentos do Nivelamento Magnetométrico

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

ANEXO V – FORMATO DE GRAVAÇÃO DOS DADOS DO PROJETO

FOLHA 1 DE 1

[illegible]

FOLHA 1 DE 1

[illegible]

FOLHA 1 DE 1

ARQUIVO XYZ(FORMATO DIGITAL DO ARQUIVO FINAL DOS DADOS DE CRUZAMENTOS ENTRE AS LINHAS DE VÃO E LINHAS DE CONTROLE)

[illegible]

FOLHA 1 DE 1

[illegible]

FOLHA 1 DE 1

[illegible]

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

Linha	Vôo	Fiducial Inicial	Fiducial Final
10010	6	5079	5426
10020	6	5568	5966
10030	6	6127	6479
10040	6	6612	7004
10050	6	7128	7481
10060	6	7623	8017
10070	6	8149	8500
10080	6	8642	9044
10090	6	9163	9514
10100	6	9653	10056
10110	6	10194	10541
10120	7	5197	5546
10130	7	5675	6075
10140	7	6213	6564
10150	7	6700	7110
10160	7	7241	7590
10170	7	7729	8142
10180	7	8278	8626
10190	7	8775	9185
10200	7	9335	9679
10210	9	6352	6703
10220	9	6825	7221
10230	9	7351	7696
10240	9	7836	8236
10250	9	8372	8717
10260	9	8851	9263
10270	9	9414	9760
10280	31	5351	5763
10290	31	5885	6210
10300	33	5040	5409
10310	33	5542	5914
10320	33	6026	6405
10330	33	6509	6878
10340	33	6995	7369
10350	33	7474	7841
10360	33	7943	8316
10370	33	8422	8790
10380	33	8894	9266
10390	33	9379	9748
10400	33	9857	10228
10410	34	6111	6478
10420	34	6584	6969
10430	34	7081	7448
10440	34	7561	7947
10450	34	8062	8430
10460	34	8537	8922
10470	34	9023	9388
10480	34	9541	9928
10490	34	10024	10388
10500	34	10563	10944
10510	34	11071	11437
10520	34	11550	11939
10530	34	12052	12419
10540	34	12511	12895
10550	34	4544	5991
10560	34	13014	14422
10570	9	4534	6077
10580	33	10383	11810
10590	35	4075	5465
10600	35	5556	7024
10610	35	7336	8720

Linha	Vôo	Fiducial Inicial	Fiducial Final
10620	35	8820	10282
10630	35	10413	11794
10640	35	11874	13338
10650	35	13443	14829
10660	35	14924	16382
10670	38	3971	5387
10681	156	1690	3219
10691	156	3354	4775
10700	168	7677	9112
10710	168	5981	7528
10720	168	4397	5833
10730	168	2666	4242
10740	168	1064	2510
10750	167	10060	11573
10760	167	8476	9906
10770	167	6791	8348
10780	167	5212	6642
10790	167	3511	5094
10800	167	1920	3369
10810	166	7001	8566
10820	166	5386	6847
10830	166	3647	5208
10840	166	2056	3510
10850	165	11927	13403
10860	165	10229	11805
10870	165	8574	10092
10880	165	6868	8439
10890	165	5147	6710
10900	165	1958	3530
10910	164	3510	4621
10911	165	3697	4196
10920	164	2213	3274
10921	165	4522	5043
10930	163	13175	14655
10940	163	11449	13007
10950	163	9816	11308
10960	163	8034	9600
10970	163	6322	7824
10980	162	9881	11113
10981	163	2801	3124
10991	163	3276	4848
11000	162	6506	8049
11010	162	5052	6116
11011	163	2144	2480
11012	163	4972	5264
11020	162	3031	4599
11030	162	1211	2573
11031	163	5797	6154
11040	161	7799	9458
11050	161	5902	7682
11060	161	4069	5758
11070	161	1953	3748
11080	160	12620	14319
11090	160	10139	11995
11100	160	8284	9990
11110	160	6279	8158
11120	160	4356	6081
11130	159	2805	3414
11131	160	2951	4229
11141	158	7985	9693
11151	158	5954	7836

Linha	Vôo	Fiducial Inicial	Fiducial Final
11160	158	4000	5745
11170	158	1966	3856
11180	157	9006	10799
11190	157	6818	8761
11200	157	4882	6659
11210	157	2394	4374
11220	155	12677	14473
11230	155	10618	12565
11240	155	8495	10298
11250	155	6393	8375
11260	155	4413	6223
11270	155	2293	4284
11280	154	8990	10852
11290	154	6993	8861
11300	151	8123	10137
11310	151	3627	5404
11320	150	8032	9897
11330	150	6020	7897
11340	150	3991	5897
11350	150	1981	3853
11360	148	8005	9923
11370	148	6028	7889
11380	148	3924	5893
11390	148	1902	3794
11400	147	11921	12892
11401	151	5635	6733
11410	147	10675	11587
11411	151	6908	7904
11420	147	8546	10533
11430	147	6434	8319
11440	147	4268	6299
11450	147	2242	4136
11460	146	8106	10012
11470	146	6042	7996
11480	146	3962	5911
11490	146	1870	3836
11500	145	10854	12870
11510	145	8801	10735
11520	145	6630	8671
11530	145	2018	3992
11540	144	8145	10164
11550	144	6078	8015
11560	144	3909	5950
11570	144	1821	3770
11580	143	11974	13113
11581	145	4167	5157
11590	143	10740	11727
11591	145	5566	6540
11600	143	8392	10492
11610	143	6340	8257
11620	143	4100	6185
11630	143	2048	3964
11640	142	12667	14726
11650	142	10636	12524
11660	142	8437	10494
11670	142	6376	8295
11680	142	4152	6237
11690	142	2100	3999
11700	141	6134	8078
11710	141	1583	3566
11720	140	12005	13058

Linha	Vôo	Fiducial Inicial	Fiducial Final
11721	141	3685	4640
11730	140	10742	11788
11731	141	5030	6015
11740	140	8617	10600
11750	140	6382	8363
11760	140	4266	6238
11770	140	2147	4137
11780	139	6501	8442
11790	139	1959	3994
11800	138	11830	12876
11801	139	4134	5085
11810	138	10573	11652
11811	139	5402	6397
11820	138	8543	10445
11830	138	6423	8411
11840	138	4366	6287
11850	138	2212	4224
11860	137	8117	10002
11870	137	6045	7994
11880	137	4005	5927
11890	137	1900	3880
11900	136	10698	12618
11910	136	8588	10578
11920	136	6530	8459
11930	136	1911	3891
11940	135	14514	15426
11941	136	4013	5068
11950	135	13337	14301
11951	136	5216	6300
11960	135	11288	13213
11970	135	9183	11169
11980	135	2312	4319
11990	134	4136	6012
12000	134	2002	4001
12010	130	2562	4222
12011	151	2338	2751
12020	130	4373	5773
12021	151	1762	2199
12030	130	6775	7314
12031	131	5880	6984
12032	151	1166	1579
12040	130	7500	8376
12041	131	4584	5582
12042	159	1470	1825
12050	131	2366	4444
12060	131	7170	8990
12070	131	9123	11157
12080	131	11289	13123
12090	132	2010	4058
12100	132	4198	6054
12110	132	6202	8261
12120	132	8393	10236
12130	133	2409	3677
12131	135	7029	7845
12140	133	4653	5583
12141	135	7913	8928
12150	133	6663	8731
12160	133	8860	10723
12170	133	10856	11835
12171	135	5813	6940
12180	133	12068	12944

Linha	Vôo	Fiducial Inicial	Fiducial Final
12181	135	4562	5621
12190	129	11440	13292
12200	129	9190	11306
12210	129	7165	9045
12220	129	2370	4465
12230	128	12192	13121
12231	129	4587	5638
12240	128	11004	11914
12241	129	5846	7043
12250	128	8837	10860
12260	128	6735	8699
12270	128	4540	6570
12280	128	2417	4382
12290	117	8898	10867
12300	117	6806	8804
12310	117	4743	6710
12320	117	2661	4659
12330	116	16044	17930
12340	116	13939	15958
12350	116	11943	13827
12360	116	9837	11845
12370	116	7849	9738
12380	116	5764	7756
12390	116	3755	5650
12400	115	11928	13184
12401	116	17995	18710
12410	115	9856	11832
12420	115	7862	9738
12430	115	5792	7759
12440	114	13069	14404
12441	115	5024	5669
12450	111	11442	13264
12460	111	9292	11340
12470	111	7368	9198
12480	114	11878	12982
12481	115	3734	4556
12490	114	10423	11627
12491	115	2871	3634
12500	114	8478	10308
12510	114	6385	8380
12520	114	4454	6272
12530	113	12999	13694
12531	114	2996	4360
12540	113	11066	12866
12550	113	8929	10973
12560	113	7019	8802
12570	113	4818	6846
12580	113	2916	4686
12590	112	16770	18728
12600	112	14837	16665
12610	112	12758	14727
12620	112	10833	12655
12630	112	8776	10729
12640	112	6865	8670
12650	112	4754	6738
12660	112	2834	4643
12670	111	5204	7220
12680	111	3288	5101
12691	108	13113	14943
12700	107	5393	6743
12701	108	15042	15729

Linha	Vôo	Fiducial Inicial	Fiducial Final
12710	107	2750	3299
12711	108	10860	12864
12720	105	13082	14997
12730	105	11066	12972
12740	105	9014	10948
12750	105	6984	8902
12760	105	4811	6770
12770	105	2776	4698
12781	108	8782	10648
12791	108	6638	8684
12801	108	4982	6519
12811	108	3158	4873
12820	100	12951	14640
12830	100	11272	12821
12840	100	9465	11176
12850	100	7698	9246
12860	100	5844	7581
12870	98	13464	14351
12871	100	4932	5726
12880	98	12444	13238
12881	100	3556	4472
12890	98	10614	12340
12900	98	8956	10501
12910	98	7102	8845
12920	98	5422	6980
12930	98	3568	5309
12940	90	15043	15925
12941	98	2660	3450
12950	90	14033	14836
12951	100	2681	3481
12960	90	12210	13920
12970	90	9583	11146
12980	90	7751	9471
12990	90	6055	7335
12991	90	11247	11601
13000	90	4241	5936
13010	90	2533	4126
13020	88	13928	15659
13030	88	12266	13796
13040	88	10431	12154
13050	88	8640	10171
13060	88	6801	8519
13070	88	5139	6682
13080	88	3301	5031
13090	86	11027	12650
13100	86	9325	10931
13110	86	7586	9223
13120	86	5860	7466
13130	86	4106	5756
13140	86	2378	3996
13150	84	13636	15245
13160	84	11949	13536
13170	84	10231	11839
13180	84	8543	10126
13190	84	6705	8336
13200	84	5027	6598
13210	84	3248	4901
13220	82	14004	14947
13221	88	2504	3180
13230	82	12876	13803
13231	84	2463	3118

Linha	Vôo	Fiducial Inicial	Fiducial Final
13240	82	11175	12783
13250	82	9509	11075
13260	82	7774	9394
13270	82	6102	7667
13280	82	4349	5977
13290	82	2685	4245
13300	80	11309	12575
13301	154	5247	5590
13310	80	9617	11213
13320	80	7932	9204
13321	154	4489	4818
13330	80	6198	7815
13340	80	4504	5791
13341	154	4028	4368
13350	80	2783	4408
13360	79	9671	11310
13370	79	7922	9578
13380	79	6155	7810
13390	79	2178	3840
13400	78	7263	8079
13401	79	3928	4813
13410	78	6326	7147
13411	79	5214	6078
13420	78	4573	6228
13430	78	2826	4466
13440	77	13039	14667
13450	77	11260	12928
13461	77	9519	11121
13470	77	7716	9410
13480	77	6000	7613
13490	75	14655	16290
13500	75	12862	14552
13510	75	11093	12728
13520	75	9282	10991
13530	75	7546	9182
13540	75	5720	7445
13550	75	3969	5612
13560	75	2129	3833
13570	73	13896	14797
13571	77	2179	2679
13572	154	3232	3553
13580	73	11325	12276
13581	77	3160	4008
13590	73	9594	10276
13591	77	4721	5798
13600	73	7750	9501
13610	73	5987	7654
13620	73	4139	5886
13630	73	2340	4034
13640	66	14776	16570
13650	66	13005	14666
13660	66	11107	12905
13670	66	9316	10992
13680	66	7391	9201
13690	66	5587	7282
13700	66	3655	5475
13710	65	12542	13341
13711	66	2608	3540
13720	65	10618	12428
13730	65	8786	10498
13740	65	6829	8670

Linha	Vôo	Fiducial Inicial	Fiducial Final
13750	65	5010	6709
13760	65	3013	4887
13770	62	14537	15354
13771	65	1954	2899
13780	62	12611	14417
13790	62	10756	12511
13800	62	8811	10635
13810	62	6939	8704
13820	62	4984	6829
13830	62	3099	4856
13840	61	4900	5824
13841	62	1985	2970
13850	61	3426	4787
13851	71	1972	2434
13860	60	14799	15727
13861	61	1925	2886
13870	60	12922	14689
13880	60	10933	12791
13890	60	8922	10711
13900	60	6965	8803
13910	60	5013	6849
13920	60	3054	4894
13930	58	15535	16347
13931	60	1866	2940
13940	58	13506	15414
13950	58	11592	13372
13960	58	9578	11479
13970	58	7676	9474
13980	58	5613	7542
13990	58	3549	5389
14000	57	15239	16223
14001	58	2395	3391
14010	57	13286	15112
14020	57	11275	13166
14030	57	9303	11152
14040	57	7273	9182
14050	57	5253	7134
14060	57	3181	5123
14070	54	9839	10766
14071	57	2085	3057
14080	54	7691	9714
14090	54	5705	7511
14100	54	3548	5578
14110	52	7154	8133
14111	54	2499	3440
14120	52	5126	7030
14130	52	3073	4990
14140	51	11633	12647
14141	52	1997	2945
14150	51	9584	11490
14160	51	7525	9447
14170	51	5472	7387
14180	51	3393	5348
14190	50	4642	5462
14191	51	2062	3202
14200	50	2532	4463
14210	49	11233	12218
14211	50	1363	2396
14220	49	9222	11103
14230	49	7096	9086
14240	49	5052	6964

Linha	Vôo	Fiducial Inicial	Fiducial Final
14250	49	2926	4923
14260	48	4668	5702
14261	49	1873	2786
14270	48	2539	4544
14280	47	12026	12925
14281	48	1348	2397
14290	47	9858	11883
14300	46	10856	11669
14301	47	8594	9731
14310	46	9949	10729
14311	47	6877	8140
14320	46	9093	9793
14321	47	5475	6743
14330	46	8168	8977
14331	47	3468	4736
14340	46	7219	8054
14341	47	2173	3321
14350	42	11813	12802
14351	46	6191	7123
14360	42	9645	11716
14370	42	8601	9541
14380	42	7427	8507
14390	42	6360	7302
14400	42	5169	6249
14410	42	4048	5010
14420	42	2833	3925
14430	42	1766	2739
14440	41	9498	10542
14450	41	8374	9391
14460	46	4787	5843
14470	46	3660	4698
14480	46	2480	3547
14490	46	1333	2375
14500	41	7173	8247
14510	41	6038	7069
14520	41	4831	5922
14530	41	3665	4712
14540	41	2482	3563
14550	41	1296	2359
14560	40	12842	13935
14570	40	11654	12727
14580	40	10442	11567
14590	40	9241	10341
14602	40	7999	9147
14612	40	6755	7883
14622	40	5475	6662
14632	40	4225	5383
14642	40	2908	4109
14652	40	1611	2787
14662	39	12575	13748
14672	39	11236	12476
14682	39	9910	11126
14692	39	8541	9812
14702	39	7159	8405
14712	39	5753	7066
14722	39	4345	5627
14732	39	2928	4248
14742	39	1539	2813
14752	38	8161	8842
14753	39	13934	14571
14762	37	2174	3516

Linha	Vôo	Fiducial Inicial	Fiducial Final
14772	37	812	2057
14782	36	9547	10896
14792	36	5247	6618
19110	36	4855	5001
19120	36	4501	4703
19130	36	3790	4208
19140	36	3006	3633
19150	36	1844	2679
19160	34	15184	17331
19170	34	1765	3939
19180	33	12228	14574
19190	33	1561	3771
19200	9	1703	4394
19210	30	4156	6376
19220	30	1439	3896
19230	31	1467	3678
19231	31	4203	4510
19240	15	1562	4040
19250	9	10238	12591
19260	8	4011	6423
19270	8	1320	3756
19280	7	9905	12248
19290	6	10866	12576
19300	7	3008	4790
19310	6	3019	4812
24600	354	5573	5750
24610	354	5231	5449
24620	354	4785	5040
24630	354	4389	4663
24640	354	3919	4204
24650	354	3515	3806
24660	351	15076	15388
24670	351	14668	14969
24680	351	14175	14516
24690	351	13740	14062
24700	351	13238	13604
24710	351	12787	13128
24720	351	12274	12662
24730	351	11790	12151
24740	351	11246	11659
24750	351	10757	11140
24760	351	10182	10617
24770	351	9673	10076
24780	351	9045	9499
24790	351	7671	8094
24800	353	8153	10095
24810	353	5964	7943
24820	353	3286	3724
24821	353	4302	5832
24830	351	5305	7299
24840	351	3196	5179
24850	350	10569	11366
24851	350	11735	12977
24860	350	8507	10459
24870	350	6220	8268
24880	350	3036	4590
24881	355	3542	3973
24890	348	10049	12067
24900	348	7884	9930
24910	348	5276	5535
24911	348	5955	7704

Linha	Vôo	Fiducial Inicial	Fiducial Final
24920	348	3144	5175
24930	347	11181	13150
24940	347	8591	9404
24941	347	9761	11029
24950	347	6367	8364
24960	347	4120	6228
24970	346	9374	9759
24971	346	10176	11787
24980	346	7110	9249
24990	346	4923	6945
25000	346	1715	2087
25001	346	2506	3021
25002	346	3426	4721
25010	345	10234	12031
25011	354	6231	6467
25020	345	7930	10132
25030	345	5620	7672
25031	354	2283	2586
25040	345	2921	5425
25050	343	9890	12298
25060	343	6751	7667
25061	343	8146	9645
25070	343	3589	5091
25071	343	5704	6631
25080	343	1024	3458
25090	342	11384	12152
25091	342	12716	14397
25100	342	8211	9350
25101	342	9891	11127
25110	342	4781	5540
25111	342	6261	7969
25120	342	2312	4648
25130	341	6767	9247
25140	341	3500	5630
25141	341	6253	6520
25150	341	910	3381
25160	340	6840	7616
25161	340	8169	9766
25170	340	2303	3196
25171	340	3989	4855
25172	340	6015	6703
25181	340	198	2163
25182	354	7048	7482
25190	339	6591	6974
25191	339	7634	9758
25200	339	4117	6438
25210	339	880	1640
25211	339	2163	3875
25221	338	5309	6063
25222	338	6655	8223
25230	338	2480	4951
25240	338	30	2360
25250	337	4597	5097
25251	337	5717	7015
25252	354	7850	8380
25260	337	1518	4091
25270	336	2517	4357
25271	355	4838	5482
25280	335	5839	6695
25281	335	7156	8302
25282	335	9035	9321

Linha	Vôo	Fiducial Inicial	Fiducial Final
25290	335	3145	5726
25300	335	723	3006
25310	334	9869	12389
25320	334	6804	8704
25321	334	9323	9733
25330	334	4197	6695
25340	333	5947	8201
25350	333	3242	5737
25360	333	394	2713
25370	332	9538	11050
25371	332	173	1109
25372	332	157	313
25380	332	7089	9426
25390	332	3051	3635
25391	332	4171	5765
25392	332	6697	6980
25393	355	5921	6043
25400	329	17063	17457
25402	329	17840	19479
25403	355	6276	6658
25411	329	13704	14991
25412	329	15576	16926
25420	329	10750	13164
25430	329	7959	10617
25440	329	4725	6589
25441	329	7152	7706
25451	313	969	2102
25452	355	1778	3062
25460	329	1910	4311
25461	355	7657	7917
25470	328	14410	16395
25480	328	12109	14329
25490	328	9310	10395
25491	328	10867	11844
25500	328	6946	9224
25510	328	4780	6863
25520	328	1728	3697
25521	328	4243	4537
25530	327	11548	11942
25531	327	12329	14045
25540	327	8422	10653
25550	327	6192	8318
25560	327	1489	2830
25561	327	5020	5945
25570	326	16766	18049
25571	326	18613	19343
25580	326	13634	14077
25581	326	14519	16328
25590	326	10068	11132
25591	326	11730	12075
25592	326	12726	13345
25600	326	7720	9983
25610	326	4771	6660
25611	326	7348	7519
25620	326	2437	4691
25630	325	16767	18483
25631	355	8254	8654
25640	325	14129	16380
25650	325	11930	14051
25660	325	8482	9687
25661	325	10612	11652

Linha	Vôo	Fiducial Inicial	Fiducial Final
25670	325	5610	7303
25671	325	7871	8300
25680	325	2846	5080
25690	324	14181	16199
25700	324	11301	11963
25701	324	12496	13991
25710	324	9172	11224
25720	324	6937	9096
25730	324	4529	6642
25740	324	2265	4447
25750	322	15338	17420
25760	322	12436	12639
25761	322	13091	15071
25770	322	10257	12359
25780	322	8012	10183
25790	322	4448	5551
25791	322	6048	6915
25792	322	7637	7806
25800	322	2181	4369
25810	321	7506	9178
25811	321	9740	10159
25820	321	5232	7424
25830	321	3009	5147
25840	321	78	1516
25841	321	2023	2794
25850	321	2566	2848
25851	321	3311	5203
25860	321	283	2287
25861	354	8858	9061
25870	320	6600	8380
25871	355	9007	9273
25880	320	2058	2765
25881	320	3241	3642
25882	320	4341	4890
25883	320	5461	5990
25884	355	9456	9622
25890	319	15082	16840
25891	319	17309	17598
25900	319	12713	15006
25910	319	9864	10596
25911	319	11127	12468
25920	319	7467	9783
25930	319	5253	7346
25940	319	2172	2988
25941	319	3465	5003
25950	318	16144	17950
25951	318	18555	18862
25960	318	13204	14529
25961	318	15006	15912
25970	318	11008	13133
25980	318	7988	9342
25981	318	9946	10875
25990	318	6734	7881
26000	318	4800	5233
26001	318	5692	6504
26010	318	3501	4677
26020	318	2179	3423
26030	317	17550	18725
26040	317	15445	15977
26041	317	16559	17207
26050	317	12941	13316

Linha	Vôo	Fiducial Inicial	Fiducial Final
26051	317	13818	14065
26052	317	14711	15289
26060	317	11672	12851
26070	317	10364	11561
26080	317	9096	10277
26090	317	7205	7835
26091	317	8387	8968
26100	317	5276	6061
26101	317	6597	7000
26110	317	3975	5177
26120	317	2670	3873
26130	316	10101	10588
26131	316	11101	11788
26141	316	8895	10031
26150	316	6931	8139
26160	316	5701	6855
26170	316	3169	3313
26171	316	3854	4096
26172	316	4643	5485
26180	316	1923	3079
26190	316	613	1826
26200	316	136	907
26201	316	32	432
26210	316	4436	5651
26220	316	2465	3267
26221	316	3801	4201
26230	315	17066	18276
26240	315	15845	16984
26250	315	14006	14390
26251	315	14821	15651
26260	315	12769	13924
26270	315	11146	12366
26280	315	9905	11059
26290	315	7407	7683
26291	315	8027	8980
26300	315	6162	7323
26310	315	4819	6060
26320	315	3547	4693
26330	315	2191	3460
26340	315	938	2068
26350	314	4066	4684
26351	354	10803	11322
26360	314	2813	3967
26370	314	978	1476
26371	314	1909	2577
26380	314	10144	10720
26381	314	31	671
26390	314	8833	10006
26400	314	6880	7722
26401	314	8203	8601
26410	314	5502	6679
26420	314	3479	3784
26421	314	4241	5182
26430	314	2204	3395
26440	314	1596	1998
26441	354	9587	10404
26450	313	1241	2581
26460	310	6057	7289
26470	310	4497	5813
29010	310	2083	3059
29020	310	3249	4161

Linha	Vôo	Fiducial Inicial	Fiducial Final
29030	312	1895	2873
29040	312	120	1139
29050	312	1339	2480
29060	312	117	1201
29061	353	14204	14316
29070	312	1521	2750
29080	312	2997	3743
29081	353	14644	15051
29090	312	4735	5843
29100	312	6045	6770
29101	313	3348	3740
29110	313	4033	4829
29120	313	5027	5266
29121	313	5500	6030
29130	313	6271	7063
29140	313	7248	8022
29150	313	8244	9035
29160	313	9224	9995
29170	313	10215	10993
29180	313	11185	11967
29190	313	12487	12916
29200	313	13124	13569