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

RONDONÓPOLIS – DOM AQUINO

RELATÓRIO FINAL DO LEVANTAMENTO E PROCESSAMENTO DOS DADOS MAGNETOMÉTRICOS E GAMAESPECTROMÉTRICOS

VOLUME I

TEXTO TÉCNICO

2012
LASA PROSPECÇÕES S.A.
PROSPECTORS AEROLEVANTAMENTOS E SISTEMA LTDA

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Edison Lobão
Ministro

Márcio Pereira Zimmermann
Secretário Executivo

Cláudio Scliar
Secretário de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

CPRM - Serviço Geológico do Brasil

Manoel Barretto da Rocha Neto
Diretor-Presidente

Roberto Ventura Santos
Diretor de Geologia e Recursos Minerais – DGM

Antonio Carlos Bacelar Nunes
Diretor de Relações Institucionais e Desenvolvimento – DRI

Thales de Queiros Sampaio
Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial – DHT

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

Reginaldo Alves dos Santos
Departamento de Geologia – DEGEO

Maria Laura Vereza de Azevedo
Divisão de Geofísica – DIGEOF

Ludwig Zellner
Assistente – DGM

João Batista Freitas de Andrade
Coordenador – DIGEOF

SUPERINTENDÊNCIA DE GOIÂNIA

Maria Abadia Camargo
Superintendente

Gilmar José Rizzoto
Gerência de Geologia e Recursos Minerais

FISCALIZAÇÃO DA AQUISIÇÃO DE DADOS

Alexandre Lisboa Lago
Ludwig Zellner
Luiz Gustavo Rodrigues Pinto

REVISÃO E COMPATIBILIZAÇÃO GERAL DOS RESULTADOS OBTIDOS

Alexandre Lisboa Lago
Diogo Alves de Sordi

APRESENTAÇÃO

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

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

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

O desenvolvimento deste produto abrangeu uma área de 53.187,58 km² nos Estados do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. Os trabalhos nesta área foram realizados através do recobrimento de 114.461,36 km de perfis de alta resolução e foram realizados com os métodos magnetométrico e gamaespectrométrico, com linhas de voo e controle espaçadas de 500 m e 10.000 m, respectivamente, orientadas nas direções N-S e E-W.

ROBERTO VENTURA SANTOS
Diretor de Geologia e Recursos Minerais

RESUMO

O Governo Federal, através do Plano Plurianual 2004/2007 (PPA 2004-2007), definiu as políticas públicas setoriais dos seus diversos Ministérios por meio dos Programas e respectivas Ações, que foram mantidos e ampliados no PPA 2008-2011.

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

Dentro do Programa de Aceleração do Crescimento – PAC 2009/2010, a CPRM – Serviço Geológico do Brasil, em 01 de setembro de 2011, celebrou com o Consórcio LASA-PROSPECTORS (LASA Prospecções S/A e Prospectors Aerolevantamentos e Sistemas Ltda.) o contrato nº 031/PR/11 para executar o serviço de aquisição e processamento de dados aeromagnetométricos e aerogamaespectrométricos do *Projeto Aerogeofísico Rondonópolis-Dom Aquino*, o qual localiza-se na região centro-oeste do Brasil, compreendendo a parte sul do Estado de Mato Grosso e a parte norte do Estado de Mato Grosso do Sul.

Para a etapa de aquisição de dados foram utilizadas 3 (três) aeronaves, os Piper Navajo PA31, prefixos PR-PRS e PR-LDS e o Cessna Caravan C-208B, prefixo PR-FAS, as quais realizaram o projeto no período de 27/09/2011 a 14/02/2012, totalizando 114.461,36 km de perfis.

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

Para o recobrimento do projeto foram utilizadas cerca de 450 h de voo, que resultaram no levantamento efetivo de 114.461,36 km de perfis aprovados pela Fiscalização da CPRM - Serviço Geológico do Brasil em uma área de cerca de 53.187,58 km^2. O processamento de dados e a elaboração do Relatório Final foram realizados entre os meses de fevereiro e março de 2012.

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

- Escalas 1:100.000 e 1:250.000: Mapas de Contorno do Campo Magnético Total Reduzido do IGRF (Campo Total, Primeira Derivada Vertical e Sinal Analítico) e de Contorno Radiométrico em Concentração de Elementos (Contagem Total, Potássio, Urânio, Tório).

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

Complementando os produtos finais, estão sendo também entregues 03 (três) coleções de 18 Mapas Digitais de Traço de Linhas de Voo (escala 1:100.000) , mapas das razões eU/eTh, eU/K e eTh/K , nas escalas 1:100.000 e 1:250.000, bem como os arquivos digitais referentes aos metadados, os arquivos XYZ (perfis) e em malhas (*grids*), estes últimos no tamanho de 125 x 125m, ambos no formato *GEOSOFT*, como também os arquivos digitais de todos os mapas do projeto nas citadas escalas e o arquivo do texto, figuras e tabelas do Volume I do Relatório Final do Projeto em formato PDF, todos os arquivos estão gravados em DVD-ROM.

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

RELATÓRIO FINAL DO LEVANTAMENTO E PROCESSAMENTO DOS DADOS MAGNETOMÉTRICOS E GAMAESPECTROMÉTRICOS

PROJETO AEROGEOFÍSICO

RONDONÓPOLIS-DOM AQUINO

ÍNDICE DOS VOLUMES

VOLUME I — **TEXTO TÉCNICO E ANEXOS**

VOLUME II — **ANEXOS – ESCALA: 1:100.000**
- MAPA DE CONTORNO DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF) (Folhas 1 a 18)

VOLUME III — **ANEXOS – ESCALA: 1:100.000**
- MAPA DE CONTORNO DA 1ª DERIVADA VERTICAL DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF) (Folhas 1 a 18)

VOLUME IV — **ANEXOS – ESCALA: 1:100.000**
- MAPA DE CONTORNO DO SINAL ANALÍTICO DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF) (Folhas 1 a 18)

VOLUME V — **ANEXOS – ESCALA: 1:100.000**
- MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA TAXA DE EXPOSIÇÃO DO CANAL DE CONTAGEM TOTAL (Folhas 1 a 18)

VOLUME VI — **ANEXOS – ESCALA: 1:100.000**
- MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DE POTÁSSIO (Folhas 1 a 18)

VOLUME VII — **ANEXOS – ESCALA: 1:100.000**
- MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DE URÂNIO (Folhas 1 a 18)

VOLUME VIII — **ANEXOS – ESCALA: 1:100.000**
- MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DE TÓRIO (Folhas 1 a 18)

VOLUME IX — **ANEXOS – ESCALA: 1:100.000**
- MAPA RADIOMÉTRICO DA RAZÃO URÂNIO/TÓRIO (Folhas 1 a 18)

VOLUME X — **ANEXOS – ESCALA: 1:100.000**
- MAPA RADIOMÉTRICO DA RAZÃO URÂNIO/POTÁSSIO (Folhas 1 a 18)

VOLUME XI — **ANEXOS – ESCALA: 1:100.000**
- MAPA RADIOMÉTRICO DA RAZÃO TÓRIO/POTÁSSIO (Folhas 1 a 18)

VOLUME XII — **ANEXOS – ESCALA: 1:250.000**

- MAPA DE CONTORNO DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF) (Folhas I a III)
- MAPA DE CONTORNO DA 1ª DERIVADA VERTICAL DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF) (Folhas I a III)
- MAPA DE CONTORNO DO SINAL ANALÍTICO DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF) (Folhas I a III)

VOLUME XIII — **ANEXOS – ESCALA: 1:250.000**

- MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA TAXA DE EXPOSIÇÃO DO CANAL DE CONTAGEM TOTAL (Folhas I a III)
- MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DE POTÁSSIO (Folhas I a III)
- MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DE URÂNIO (Folhas I a III)
- MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DE TÓRIO (Folhas I a III)

VOLUME XIV — **ANEXOS – ESCALA: 1:250.000**

- MAPA RADIOMÉTRICO DA RAZÃO URÂNIO/TÓRIO (Folhas I a III)
- MAPA RADIOMÉTRICO DA RAZÃO URÂNIO/POTÁSSIO (Folhas I a III)
- MAPA RADIOMÉTRICO DA RAZÃO TÓRIO/POTÁSSIO (Folhas I a III)

VOLUME XV — **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)

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

RELATÓRIO FINAL DO LEVANTAMENTO E PROCESSAMENTO DOS DADOS MAGNETOMÉTRICOS E GAMAESPECTROMÉTRICOS

PROJETO AEROGEOFÍSICO

RONDONÓPOLIS-DOM AQUINO

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 ---- 7

2.2.4 Sistema de Vídeo ---- 8

2.2.5 Altímetros (Radar Altímetro e Barômetro) ---- 8

2.2.6 Sistema de Navegação e Posicionamento ---- 9

2.2.7 Sistema de Aquisição ---- 9

2.2.7 Magnetômetro Terrestre ---- 11

2.3 PLANEJAMENTO E MOBILIZAÇÃO ---- 11

2.3.1 Elaboração do Plano de Voo ---- 11

2.3.2 Estatística das Operações ---- 13

2.3.3 Mapa do Projeto de Voo ---- 16

2.3.4 Testes dos Equipamentos ---- 16

2.3.5 Cálculo da Resolução dos Cristais Detectores (*downward* e *upward*) ---- 31

2.3.6 Calibração dos Detectores *Downward Looking* ---- 31

2.3.7 Calibração dos Detectores *Upward Looking* ---- 34

2.4 COMPILAÇÃO DE DADOS ---- 34

2.5 EQUIPE TÉCNICA NA BASE DE OPERAÇÕES ---- 35

3. PROCESSAMENTO DE DADOS ---- 37

3.1 FLUXO DE PROCESSAMENTO ---- 37

3.1.1 Preparação do Banco de Dados do Levantamento ---- 37

3.1.2 Processamento dos Dados Magnetométricos ---- 37

3.1.2.1 Correção do Erro de Paralaxe ---- 37

3.1.2.2 Remoção da Variação Magnética Diurna ---- 38
3.1.2.3 Nivelamento dos Perfis ---- 38
3.1.2.4 Micronivelamento dos Perfis ---- 39
3.1.2.5 Remoção do IGRF ---- 39
3.1.3 Processamento dos Dados Gamaespectrométricos ---- 40
3.1.3.1 Correção do Tempo Morto ---- 40
3.1.3.2 Aplicação de Filtragem ---- 40
3.1.3.3 Correção do Erro de Paralaxe ---- 40
3.1.3.4 Cálculo da Altura Efetiva (h_e) de Voo ---- 40
3.1.3.5 Remoção do *Background* da Aeronave e Cósmico ---- 41
3.1.3.6 Remoção do *Background* do Radônio ---- 41
3.1.3.7 Estimativa dos Coeficientes *Skyshine* (a_1 e a_2) ---- 42
3.1.3.8 Correção do Efeito *Compton* ---- 43
3.1.3.9 Correção Altimétrica (Coeficiente de Atenuação Atmosférica) ---- 43
3.1.3.10 Conversão para Concentração de Elementos ---- 44
3.1.3.11 Determinação das Razões eU/eTh, eU/K e eTh/K ---- 45
3.2 Interpolação e Contorno ---- 46
3.4 Arquivo Final de Dados ---- 46
3.5 Equipe Envolvida no Processamento dos Dados ---- 47

4. CRONOGRAMA GERAL DAS OPERAÇÕES ---- 49

5. PRODUTOS FINAIS ---- 50

5.1 Mapas de Contorno do Campo Magnético Total e do Sinal Analítico do Campo Magnético Total (reduzidos do IGRF) ---- 54
5.2 Mapas Radiométricos dos Canais de Potássio, Urânio, Tório e Contagem Total ---- 56
5.3 Mapa Radiométrico Ternário ---- 57
5.4 Mapas das Razões Radiométricas eU/eTh, eU/K e eTh/K ---- 58
5.5 Mapa de Pseudo-Iluminação do Modelo Digital do Terreno ---- 59
5.6 Mapa de Traço de Linhas de Voo ---- 60
5.7 Relatório Final ---- 60
5.8 Arquivos Digitais Finais ---- 60
5.9 Arquivos de Poligonais ---- 63
5.10 Produtos Originais ---- 64

6. PARTICIPAÇÃO DA CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL ---- 65

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS ---- 66

ANEXOS

ANEXO I - RESUMO DO PROCESSO DE CALIBRAÇÃO DO GAMAESPECTRÔMETRO

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

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

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

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

ANEXO I-e – Calibração Dinâmica – Resultado dos Testes

ANEXO I-f – Atenuação Atmosférica – Resultados dos Teste

ANEXO II – TESTES CONTRATUAIS

Anexo II-a – Teste de Altímetros

Anexo II-b – Compensação Magnética

Anexo II-c – Teste de Paralaxe

ANEXO III – QUADRO SINÓPTICOS DAS OPERAÇÕES DE CAMPO

ANEXO IV – CONTEÚDO DOS DVD-ROMs

ANEXO V – FORMATO DE GRAVAÇÃO DOS DADOS DO PROJETO

ANEXO VI – LISTAGEM DAS LINHAS APROVADAS E UTILIZADAS NO PROCESSAMENTO

ÍNDICE DAS FIGURAS

Figura 1 – Localização da Área do Projeto Aerogeofísico. 1
Figura 2 – Vértices do Projeto e Área de Atuação de cada Aeronave. 3
Figura 3 – Aeronave Cessna Caravan C208-B – PR-FAS. 4
Figura 4 – Aeronave Piper Navajo PA31 – PR-LDS. 4
Figura 5 – Aeronave Piper Navajo PA31 – PR-PRS. 5
Figura 6 – Mapa das Linhas de Voo 12
Figura 7 – Gráfico da Estatística das Operações – PR-FAS. 14
Figura 8 – Gráfico da Estatística das Operações – PR-LDS. 14
Figura 9 – Gráfico da Estatística das Operações – PR-PRS. 15
Figura 10 – Gráfico da Estatística Geral do Projeto. 15
Figura 11 – Movimentos de *Roll, Pitch e Yaw.* 17
Figura 12 – Parâmetros Utilizados no Oasis para Determinação das Razões 46
Figura 13 – Fluxograma do Processamento de Dados. 48
Figura 14 – Cronograma Geral das Operações – Lasa. 49
Figura 15 – Articulação das Folhas na Escala 1:100.000. 51
Figura 16 – Articulação das Folhas na Escala 1:250.000. 52
Figura 17 – Mapa Pseudo-Iluminado do Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF) (Azimute da Fonte Luminosa: 45º; Inclinação: 45º) 54
Figura 18 – Mapa do Sinal Analítico do Campo Magnético Total (reduzido do IGRF). 55
Figura 19 – Mapa Radiométrico da Taxa de Exposição do Canal de Contagem Total. 56
Figura 20 – Mapa Radiométrico Ternário (K-U-Th) – (*CMY Invertido*). 57
Figura 21 – Mapa Radiométrico da Razão Tório/Potássio. 58
Figura 22 – Mapa Pseudo-Iluminado do Modelo Digital do Terreno. 59

ÍNDICE DAS TABELAS

Tabela 1 – Coordenadas do Projeto (WGS84). 4
Tabela 2 – Equipamentos Utilizados. 6
Tabela 3 – Amostragem - Magnetometria. 7
Tabela 4 – Faixas Energéticas e os Canais Correspondentes 8
Tabela 5 – Amostragem - Gamaespectrometria. 8
Tabela 6 – Radar Altímetro e Barômetros Empregados. 9
Tabela 7 – Variáveis do Sistema de Aquisição. 10
Tabela 8 – Operações por Aeronave. 13
Tabela 9 – Estatística das Operações. 13
Tabela 10 – Divisão das Linhas por Aeronave. 16
Tabela 11 – Testes de Manobras – Aeronave PR-FAS. 18
Tabela 12 – Testes de Manobras – Aeronave PR-LDS. 18
Tabela 13 – Testes de Manobras – Aeronave PR-PRS. 18
Tabela 14 – Testes Diários com Amostras Radioativas no Solo – Aeronave PR-FAS. 19
Tabela 15 – Testes Diários com Amostras Radioativas no Solo – Aeronave PR-LDS. 21
Tabela 16 – Testes Diários de Repetibilidades Radioativas – PR-FAS. 23
Tabela 17 – Testes Diários de Repetibilidades Radioativas – PR-LDS. 25
Tabela 18 – Testes Diários de Repetibilidades Radioativas – PR-PRS. 28
Tabela 19 – Concentração dos Tanques de Calibração Transportáveis. 32
Tabela 20 – Coeficientes de Espalhamento *Compton*. 32
Tabela 21 – *Backgrounds* das Aeronaves e *Cosmic Stripping Ratios*. 33
Tabela 22 – Valores da Correção de Paralaxe Aplicados. 38
Tabela 23 – Constantes de Calibração do Radônio. 42
Tabela 24 – Coeficientes *Skyshine*. 43
Tabela 25 – Coeficientes de Atenuação Atmosférica. 44
Tabela 26 – Coeficientes de Sensibilidade. 45
Tabela 27 – Valores Mínimos para Cálculo das Razões Radiométricas. 45
Tabela 28 – Características da Apresentação dos Mapas Aerogeofísicos. 53
Tabela 29 – Características dos Intervalos de Contorno dos Mapas Aerogeofísicos. 53
Tabela 30 – Banco de Dados *Geosoft* (GDB) – Magnetometria. 61
Tabela 31 – Banco de Dados *Geosoft* (GDB) – Gamaespectrometria. 62
Tabela 32 – Banco de Dados *Geosoft* (GDB) – Gamaespectrometria 256 Canais. 63
Tabela 33 – Arquivo de Cruzamentos XYZ – Magnetometria. 63
Tabela 34 – Folhas Cartográficas. 64

1. INTRODUÇÃO

A área do Projeto Aerogeofísico Rondonópolis–Dom Aquino, abrangeu parte da região Centro-Oeste do Brasil, compreendendo a parte sul do Estado de Mato Grosso e a parte norte do Estado do Mato Grosso do Sul, conforme mostra a Figura 1.

Figura 1 – Localização da Área do Projeto Aerogeofísico.

O levantamento aerogeofísico constou do recobrimento de 114.461,36 km de perfis aeromagnetométricos e aerogamaespectrométricos de alta resolução, com linhas de voo e controle espaçadas de 500 m e 10 km, respectivamente, orientadas nas direções N-S e E-W. A Figura 2 e a Tabela 1 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.

Três equipes participaram do levantamento, utilizando as seguintes aeronaves: Piper Navajo PA 31, prefixo PR-PRS, Piper Navajo PA 31, prefixo PR-LDS e Cessna Caravan C-208B, prefixo PR-FAS. Cada aeronave foi responsável por determinada área de prospecção, como mostra a Figura 2.

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

AERONAVE	INÍCIO	FINAL	LINHAS DE VOO (km)	LINHAS DE CONTROLE (km)	TOTAL (km)
PR-FAS[1]	16/Out/11	02/Nov/11	27.109,22	-	27.109,22
	27/Dez/11	14/Fev/12			
PR-LDS	27/Set/11	08/Dez/11	29.355,48	5.562,14	34.917,62
PR-PRS	28/Set/11	16/Dez/11	52.434,52	-	52.434,52
TOTAL					114.461,36

As equipes utilizaram como base de operações a cidade de Rondonópolis no estado do Mato Grosso.

[1] *A aeronave PR-FAS atuou em dois períodos distintos. A paralisação foi por questões meteorológicas na região do projeto.*

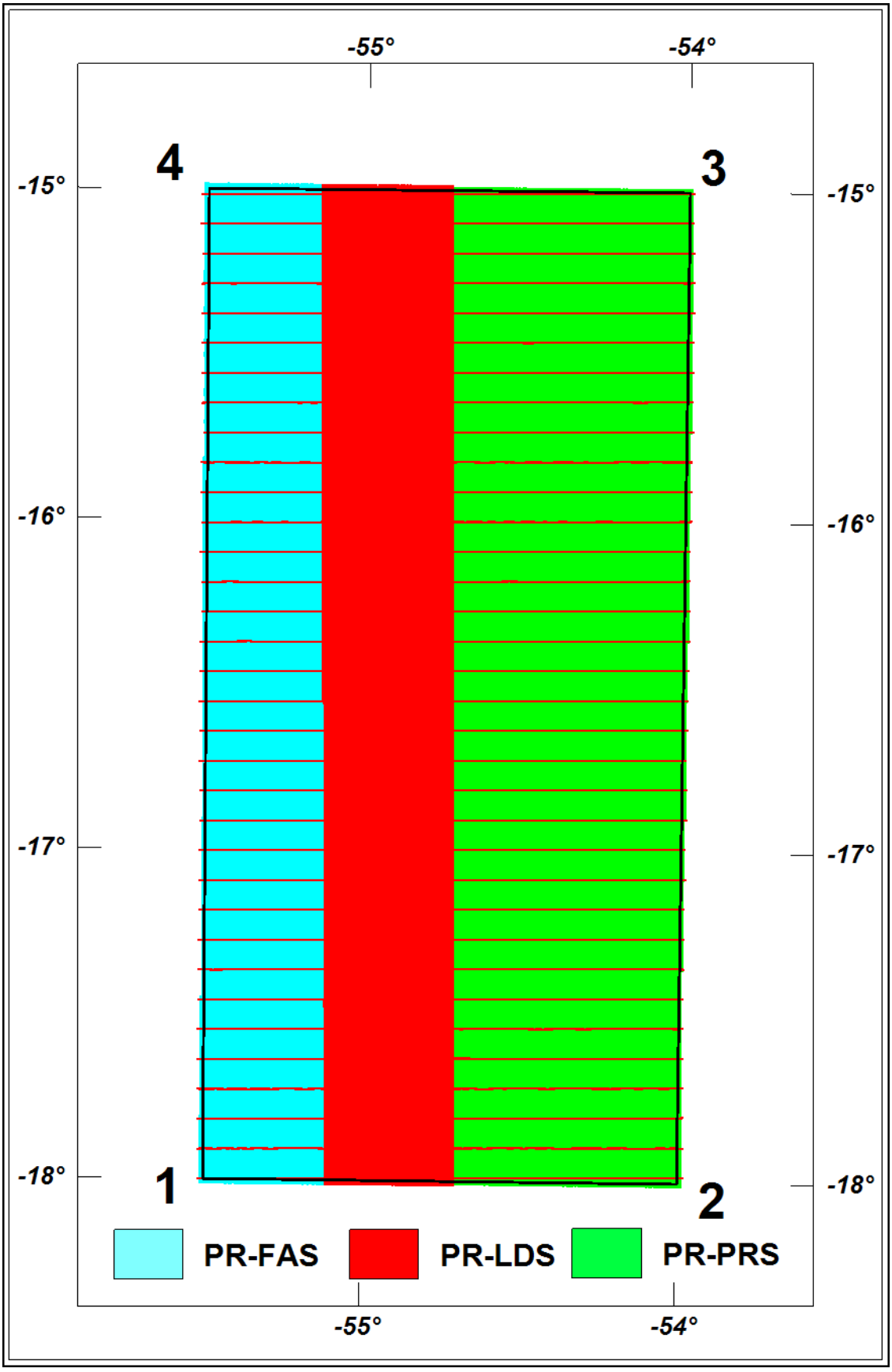


Figura 2 – Vértices do Projeto e Área de Atuação de cada Aeronave.

Tabela 1 – Coordenadas do Projeto (WGS84).

Vértice	Este (UTM Zona 21 Sul)	Norte (UTM Zona 21 Sul)	Longitude	Latitude
1	658808.71	8009171.97	-55º 30’ 00”	-18º 00’ 00”
2	817706.11	8007242.53	-54º 00’ 00”	-18º 00’ 00”
3	822650.96	8339486.31	-54º 00’ 00”	-15º 00’ 00”
4	661277.27	8341127.52	-55º 30’ 00”	-15º 00’ 00”

Foram utilizadas as seguintes aeronaves para a execução destes projetos: Cessna Caravan C208-B, prefixo PR-FAS (Figura 3), Piper Navajo PA31, prefixos PR-LDS (Figura 4) e PR-PRS (Figura 5).

Figura 3 – Aeronave Cessna Caravan C208-B – PR-FAS.

Figura 4 – Aeronave Piper Navajo PA31 – PR-LDS.

Figura 5 – Aeronave Piper Navajo PA31 – PR-PRS.

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

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

As calibrações dos sistemas detectores aerogamaespectrométricos foram realizadas em duas etapas: a primeira, estática, com emprego de fontes padronizadas (tanques de calibração transportáveis ou *transportable calibration pads* para o *background*, potássio, urânio e tório), foi conduzida no aeroporto de Jacarepaguá, Rio de Janeiro (RJ). A calibração dinâmica foi executada na região de Maricá (RJ), sobre a pista de calibração dinâmica (*Dynamic Calibration Range - DCR)* que resultou de levantamento terrestre.

O processamento dos dados foi desenvolvido no escritório sede da LASA Prospecções S.A., no Rio de Janeiro, e envolveu a aplicação das rotinas do sistema Oasis Montaj, versão 7.3 (GEOSOFT, 2011), utilizado para a compilação das informações coletadas e apresentação dos resultados na forma de mapas nas escalas 1:100.000, 1:250.000 e 1:500.000, arquivos de banco de dados e *grids*.

2. AQUISIÇÃO DE DADOS

2.1 CARACTERÍSTICAS DO LEVANTAMENTO

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

- Direção das linhas de voo: N-S
- Espaçamento entre as linhas de voo: 500 m
- Direção das linhas de controle: E-W
- Espaçamento entre as linhas de controle: 10 km
- Intervalo entre medições geofísicas consecutivas: 0,1 s (magnetômetro) e 1,0 s (espectrômetro).
- Altura média de voo: 100 m
- Velocidade aproximada de voo e espaçamento entre amostras (1s):
  - PR-FAS: 242 km/h 67,22 m
  - PR-LDS: 268 km/h 74,44 m
  - PR-PRS: 253 km/h 70,28 m

2.2 EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

A Tabela 2, a seguir, apresenta os equipamentos utilizados pelas aeronaves durante a execução do Projeto Aerogeofísico Rondonópolis-Dom Aquino.

Tabela 2 – Equipamentos Utilizados.

Prefixo da Aeronave	**PR-FAS**	**PR-LDS**	**PR-PRS**
Fabricante da Aeronave	Cessna	Piper	
Modelo da Aeronave	Caravan 208B	Navajo PA31	
Aeromagnetômetro	Scintrex CS-3		Geometrics G822A
Gamaespectrômetro	Exploranium GR-820		Radiation Solution RS-500
Volume dos Cristais Detectores de Iodeto de Sódio	2.048 pol³ *down* e 512 pol³ *up*	2.560 pol³ *down* e 512 pol³ *up*	2.560 pol³ *down* e 512 pol³ *up*
Sistema de Navegação	Trimble AgGPS 132 DGPS "*Realtime*"		AG-Nav P151 Guia "Realtime"
Sistema de Aquisição GPS	Trimble AgGPS 132 DGPS "*Realtime*"		TeeJet RX-410-P "Realtime"
Câmera de Vídeo	Panasonic WV-484		Panasonic CCTV CP-484
Radar Altímetro	Collins ALT-50		Free Flight Systems TRA-3000
Altímetro Barométrico	Fugro/Enviro		Honeywell PPT
Magnetômetro Terrestre	GEM Systems GSM-19		
Sistema de Aquisição	FASDAS		RMS DAARC500 e Data Logger IEI

2.2.1 Aeronaves

O levantamento foi efetuado por duas aeronaves Piper Navajo, modelo PA31, prefixos PR-LDS e PR-PRS e uma aeronave Cessna modelo CARAVAN C-208B prefixo PR-FAS.

O Piper Navajo, modelo PA31, 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 260 km/h e possui autonomia de 6,0 horas

O Cessna, modelo 208 – Grand Caravan é uma aeronave turbo-hélice, monomotor, de asa alta e trem de pouso fixo, equipada com turbina Pratt & Whitney, PT6A-114, de 675 SHP. Opera a uma velocidade média de 240 km/h e possui autonomia de 6:30 h.

2.2.2 Aeromagnetômetros

Sistema aeromagnético acoplado a um sensor de vapor de césio montado na cauda (tipo *stinger*) 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:

Sensor:	Scintrex CS-3	Geometrics G822A
Resolução:	0,001 nT	
Faixa:	20.000 – 95.000 nT	
Montagem:	*Stinger*	

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

Tabela 3 – Amostragem - Magnetometria.

Aeronave	Amostragem a cada:
PR-FAS:	6,7 m
PR-LDS:	7,4 m
PR-PRS:	7,0 m

2.2.3 Aerogamaespectrômetros

Foram utilizados gamaespectrômetros Exploranium GR-820 (PR-FAS e PR-LDS) e Radiation Solution RS-500 (PR-PRS).

Os gamaespectrômetros, possuem 256 canais espectrais, onde o espectro de cada um dos cristais detectores é analisado individualmente para determinação precisa dos fotopicos de potássio, urânio e tório. Uma correção linear é aplicada individualmente a cada cristal, mantendo o espectro permanentemente alinhado. As radiações gama

detectadas são somadas e as leituras reduzidas a uma única saída de 256 canais espectrais.

A correspondência entre as janelas dos gamaespectrômetros e as respectivas faixas de energia é mostrada na Tabela 4, a seguir:

Tabela 4 – Faixas Energéticas e os Canais Correspondentes

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

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

Tabela 5 – Amostragem - Gamaespectrometria.

Aeronave	Amostragem a cada:
PR-FAS:	67 m
PR-LDS:	74 m
PR-PRS:	70 m

2.2.4 Sistema de Vídeo

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

2.2.5 Altímetros (Radar Altímetro e Barômetro)

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

Tabela 6 – Radar Altímetro e Barômetros Empregados.

Aeronave	Radar Altímetro	Barômetro
PR-FAS	Collins ALT-50	Fugro/Enviro
PR-LDS		
PR-PRS	Free-Flight Systems TRA-3000	Honneywell PPT

2.2.6 Sistema de Navegação e Posicionamento

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

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

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

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

2.2.7 Sistema de Aquisição

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

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

Tabela 7 – Variáveis do Sistema de Aquisição.

Taxa de Amostragem (Hz)	**Parâmetro**	**Unidade**
1	Fiducial	-
1	Número da Linha	-
10	Campo magnético compensado	nT
10	Campo magnético bruto	nT
10	Componente X *fluxgate*	mV
10	Componente Y *fluxgate*	mV
10	Componente Z *fluxgate*	mV
1	Radar altímetro	µV
1	Temperatura	µV
1	Barômetro	µV
1	Temperatura	ºC
1	Altura de voo	ft
1	Altitude barométrica	ft
1	Horário UTC (GPS)	s
1	Latitude (GPS)	Graus decimais
1	Longitude (GPS)	Graus decimais
1	Qualidade da correção GPS	-
1	Número de satélites	-
1	*Horizontal Dilution of Precision*	-
1	Altitude (GPS)	m
1	Código de erro do gamaespectrômetro	-
1	Número de detectores *Down*	-
1	Número de detectores *Up*	-
1	*Sample Time*	ms
1	*Live Time*	ms
1	Radiação cósmica	cps
1	Resolução do sistema	-
1	Contagem Total	cps
1	Potássio	cps
1	Urânio	cps
1	Tório	cps
1	Urânio *Up*	cps
1	256 canais *Down*	cps
1	256 canais *Up*	cps

2.2.7 Magnetômetro Terrestre

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

Os magnetômetros foram instalados no aeroporto de Rondonópolis (MT) em locais de gradiente magnético suave, livre de objetos móveis e de interferência cultural.

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

2.3 PLANEJAMENTO E MOBILIZAÇÃO

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

- Seleção da base de operações, instalada na cidade de Rondonópolis no estado do Mato Grosso;
- Obtenção da autorização do aerolevantamento junto ao Ministério da Defesa;
- Preparação do plano de voo e obtenção dos materiais necessários ao levantamento;
- Ajuste dos equipamentos às especificações contratuais;
- Realização dos testes pré-levantamento previstos contratualmente.

O levantamento recebeu do Ministério da Defesa duas autorizações: a primeira de nº 177/2011/MD de 16/09/2011, e a segunda autorização nº 187/2011/MD de 29/09/2011, respectivamente para as empresas Lasa Prospecções S/A e Prospectors Aerolevantamentos e Sistemas Ltda.

2.3.1 Elaboração do Plano de Voo

Para a cobertura completa da área relativa ao Projeto Aerogeofísico Rondonópolis-Dom Aquino, foram programadas 332 linhas de voo (108.633,51 km) e 34 linhas de controle (5.532,58 km), totalizando 114.166,09 km de perfis geofísicos planejados. A Figura 6 apresenta o arranjo das linhas distribuídas sobre a poligonal envoltória da área.

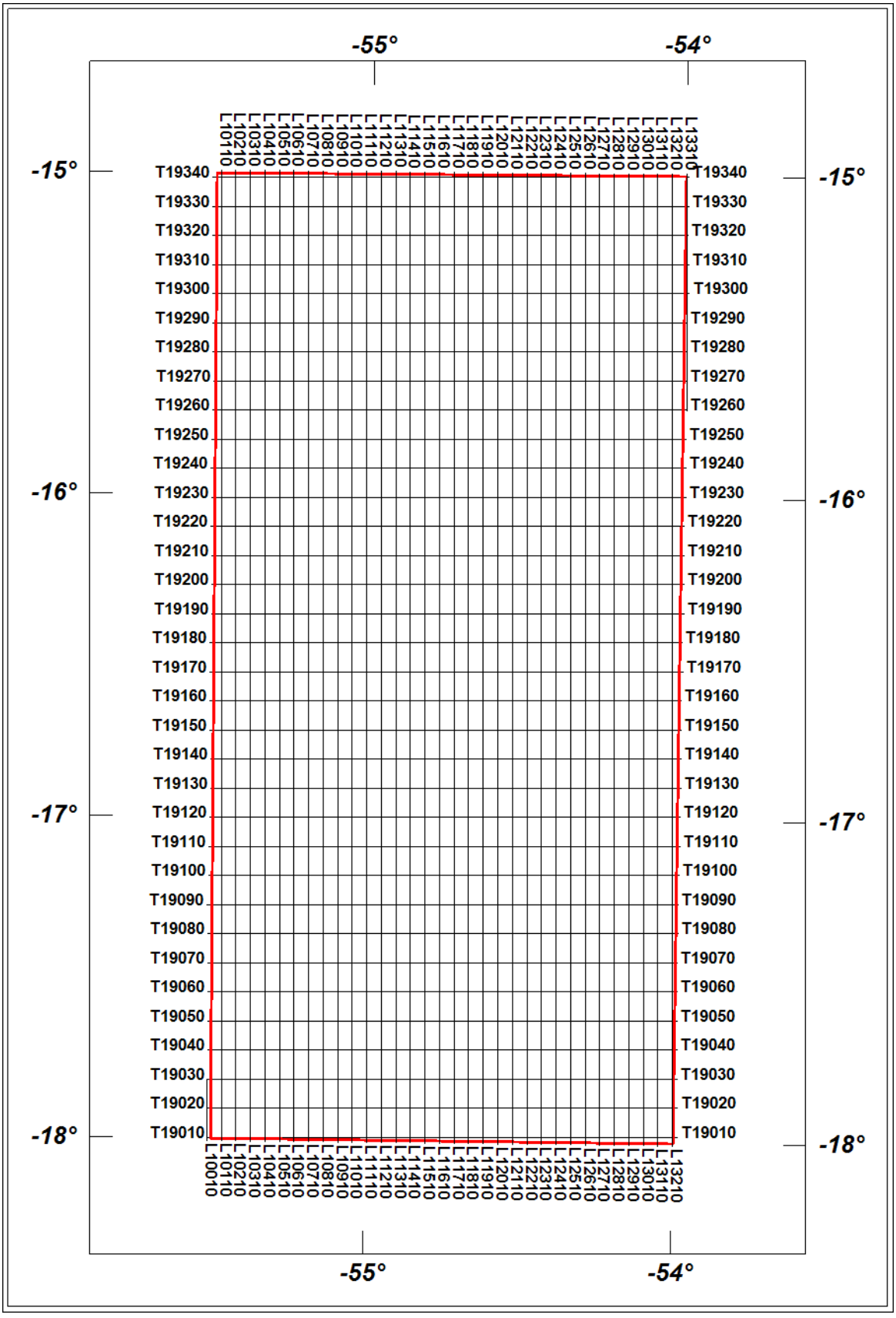


Figura 6 – Mapa das Linhas de Voo.

2.3.2 Estatística das Operações

O Projeto Aerogeofísico foi executado entre 27/09/2011 e 14/02/2012 totalizando 141 dias corridos. A aeronave PR-FAS efetuou seus trabalhos em duas etapas. Esta interrupção aconteceu devido as condições meteorológicas impróprias para aquisição de dados na área do projeto.

Foram gastas cerca de 450 horas de voo produtivo para a aquisição dos dados e testes. A aeronave PR-LDS foi a responsável pela aquisição dos dados de linhas de controle. A Tabela 8 e a Tabela 9 e os gráficos da Figura 7, Figura 8, Figura 9 e Figura 10 a seguir, mostram as estatísticas obtidas durante a fase de aquisição dos dados.

Tabela 8 – Operações por Aeronave.

AERONAVE	INÍCIO	FINAL	Nº de Horas Produtivas	LINHAS DE VOO (km)	LINHAS DE CONTROLE (km)	TOTAL (km)
PR-FAS	16/Out/11	02/Nov/11	112,20	27.109,22	-	27.109,22
	27/Dez/11	14/Fev/12				
PR-LDS	27/Set/11	08/Dez/11	130,45	29.355,48	5.562,14	34.917,62
PR-PRS	28/Set/11	16/Dez/11	207,31	52.434,52	-	52.434,52
TOTAL			**449,96**	**108.899,22**	**5.562,14**	**114.461,36**

Tabela 9 – Estatística das Operações.

Item	Indicadores do Levantamento	AERONAVES					
		PR-FAS		PR-LDS		PR-PRS	
		Nº Dias	%	Nº Dias	%	Nº Dias	%
1	Produção	33	49%	51	70%	49	61%
2	Meteorologia	24	35%	15	21%	12	15%
3	Manutenção de Aeronave	6	9%	5	7%	1	1%
4	Tempestade Magnética	0	0%	0	0%	0	0%
5	Falha de Equipamento	0	0%	1	1%	10	12%
6	Testes Contratuais	2	3%	1	1%	2	3%
7	Outros	3	4%	0	0%	6	8%
*	Total*	68	100%	73	100%	80	100%

* *Número de dias despendido pela aeronave.*

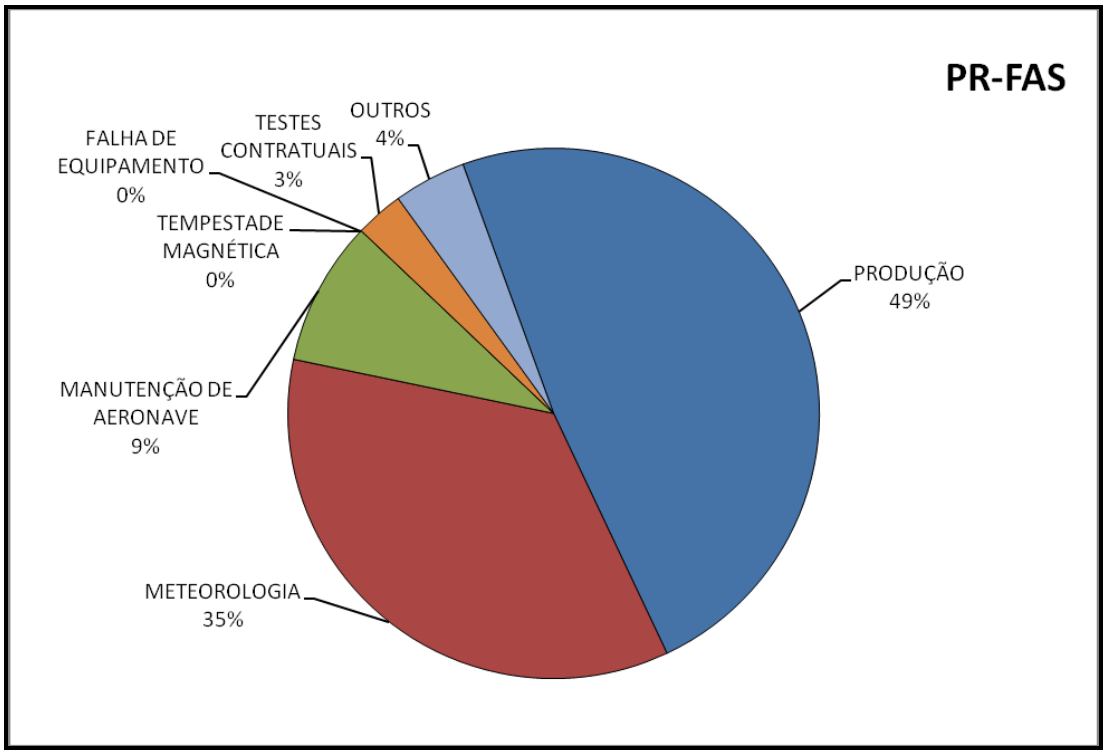


Figura 7 – Gráfico da Estatística das Operações – PR-FAS.

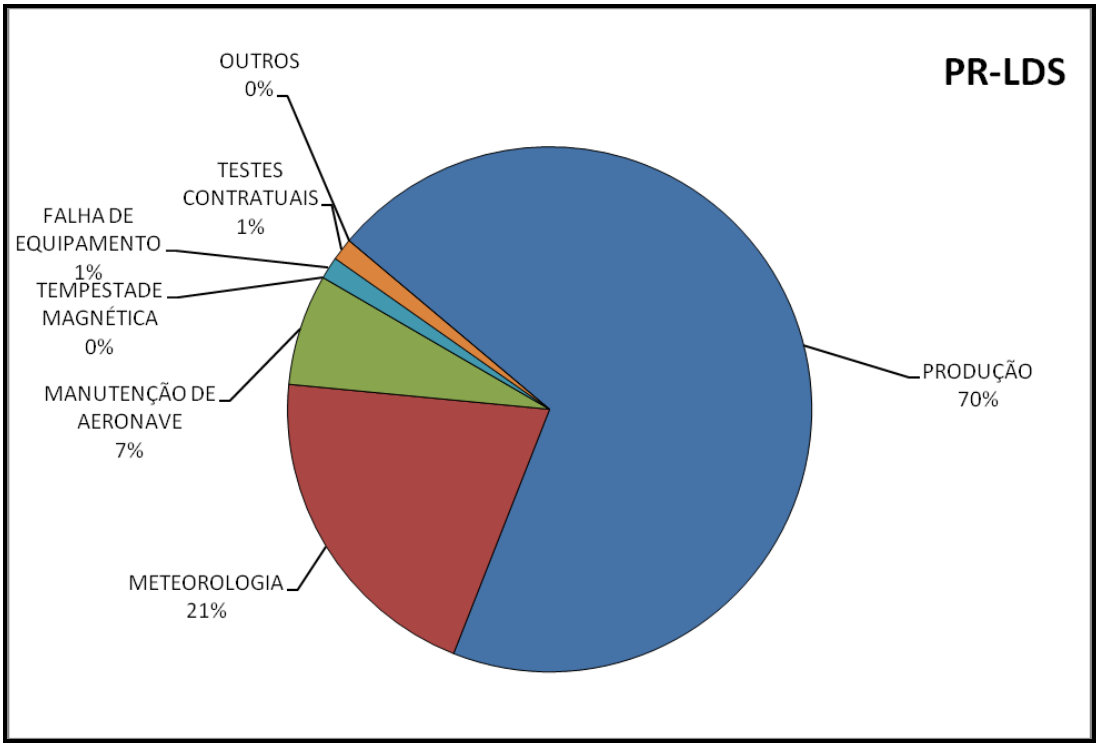


Figura 8 – Gráfico da Estatística das Operações – PR-LDS.

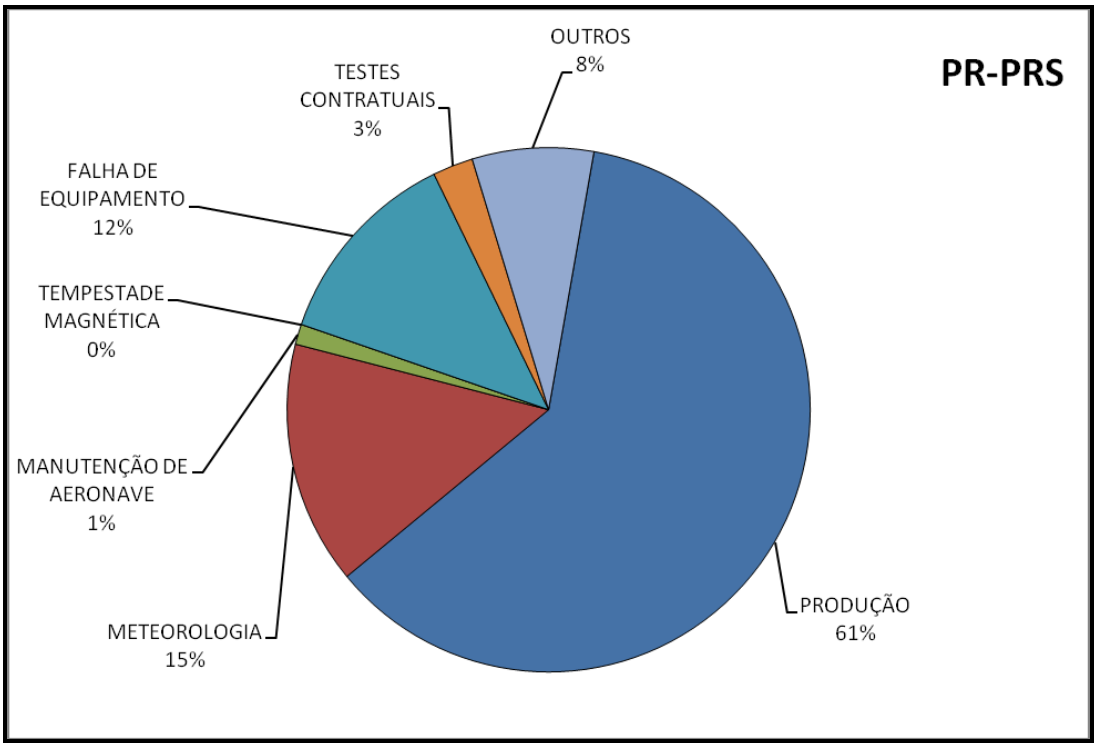


Figura 9 – Gráfico da Estatística das Operações – PR-PRS.

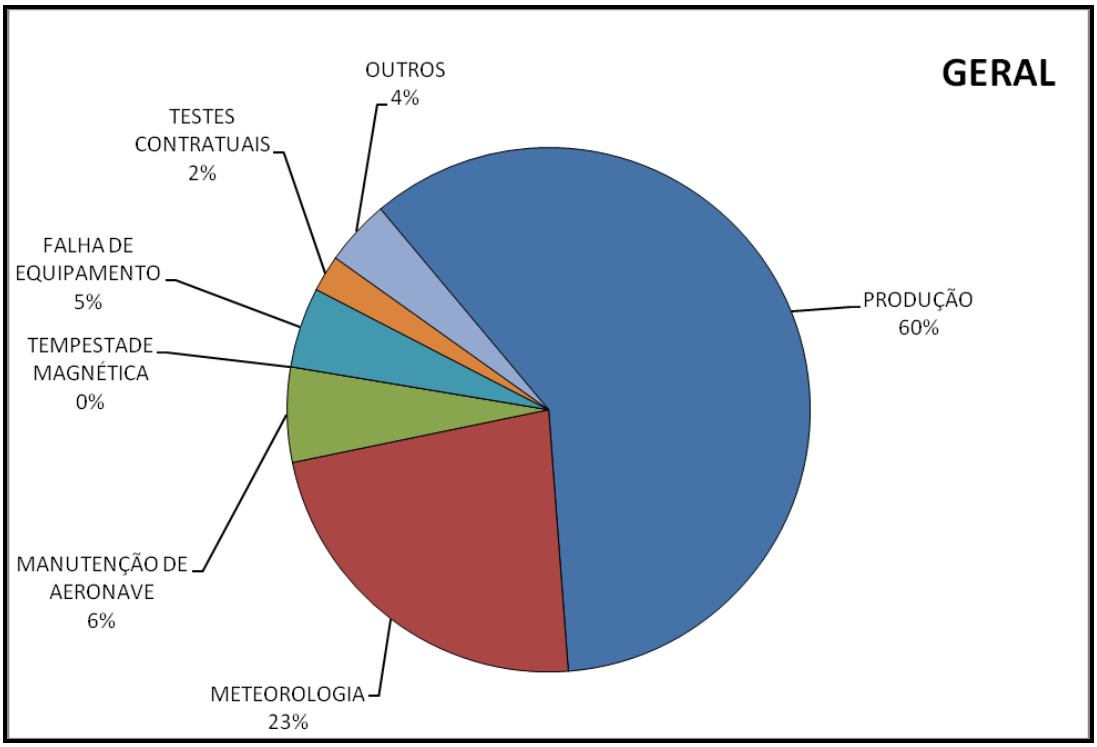


Figura 10 – Gráfico da Estatística Geral do Projeto.

2.3.3 Mapa do Projeto de Voo

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

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

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

Tabela 10 – Divisão das Linhas por Aeronave.

PREFIXO DA AERONAVE	LINHAS DE VOO	VOOS
PR-FAS	10010 a 10841 (L)[2]	603 a 649
PR-LDS	10840 a 11711 (L) 19010 a 19341 (T)[3]	4 a 60
PR-PRS	11725 a 13320 (L)	306 a 364

2.3.4 Testes dos Equipamentos

a) Teste Altimétrico

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

b) Compensação Magnética Dinâmica

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

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

[2] *(L) Linha de Produção*
[3] *(T) Linha de Controle – Tie Line*

Os efeitos produzidos em cada uma das direções de voo são medidos pelos magnetômetros *fluxgate*, instalados no *stinger* de cada aeronave e usados para medir o acoplamento dos três eixos com o *background* do campo magnético na região. Os sensores *fluxgate* são muito sensíveis às mudanças de atitude sendo usados para monitorar acuradamente os efeitos decorrentes de tais mudanças. A resposta de freqüência 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 11) são conduzidas para cada uma das direções de voo do levantamento, com o objetivo de variar o acoplamento *fluxgate*/vetor campo, e acumular medições ao longo das diferentes manobras e direções. Estes dados são então processados com técnicas de regressão para determinar um conjunto de coeficientes de compensação do sistema.

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

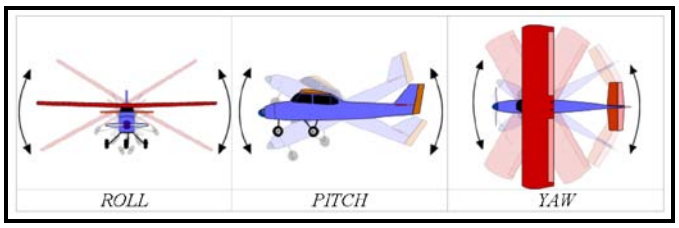


Figura 11 – Movimentos de *Roll, Pitch e Yaw*.

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

c) Determinação dos Coeficientes de Compensação Magnética

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

Para avaliação da qualidade da compensação magnética da aeronave foram realizados os testes do tipo Manobras, antes do início das operações e após cada manutenção efetuada na parte elétrica das aeronaves. O desempenho do sistema aeromagnético, determinado pela soma das amplitudes pico a pico dos doze registros, não poderá exceder a 2 nT após a correção da variação diurna. Os

resultados obtidos estão resumidos na Tabela 11, Tabela 12 e Tabela 13 a seguir e os resultados completos podem ser consultados no Anexo II-b.

Tabela 11 – Testes de Manobras – Aeronave PR-FAS.

DATA	AZIMUTE	*ROLL*(nT)	*PITCH* (nT)	*YAW* (nT)	TOTAL (nT)
18/10/2011	90º	0,03	0,03	0,05	0,11
	180º	0,03	0,03	0,05	0,11
	270º	0,03	0,03	0,03	0,09
	360º	0,04	0,04	0,05	0,13
				Somatório	**0,44**
DATA	**AZIMUTE**	***ROLL*(nT)**	***PITCH* (nT)**	***YAW* (nT)**	**TOTAL (nT)**
29/12/2011	90º	0,04	0,04	0,05	0,13
	180º	0,04	0,03	0,03	0,10
	270º	0,02	0,03	0,04	0,09
	360º	0,03	0,04	0,04	0,11
				Somatório	**0,43**

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

DATA	AZIMUTE	*ROLL*(nT)	*PITCH* (nT)	*YAW* (nT)	TOTAL (nT)
27/09/2011	90º	0,04	0,04	0,04	0,12
	180º	0,07	0,07	0,03	0,17
	270º	0,07	0,07	0,10	0,24
	360º	0,07	0,09	0,09	0,25
				Somatório	**0,78**
DATA	**AZIMUTE**	***ROLL*(nT)**	***PITCH* (nT)**	***YAW* (nT)**	**TOTAL (nT)**
26/10/2011	90º	0,04	0,04	0,03	0,11
	180º	0,05	0,06	0,05	0,16
	270º	0,06	0,05	0,07	0,18
	360º	0,06	0,05	0,06	0,17
				Somatório	**0,62**

Tabela 13 – Testes de Manobras – Aeronave PR-PRS.

DATA	AZIMUTE	*ROLL*(nT)	*PITCH* (nT)	*YAW* (nT)	TOTAL (nT)
30/09/2011	90º	0,06	0,10	0,05	0,21
	180º	0,03	0,04	0,04	0,11
	270º	0,04	0,08	0,05	0,17
	360º	0,04	0,09	0,08	0,21
				Somatório	**0,70**

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 conseqüência, o fator de defasagem é determinado pela análise da separação espacial. A componente que normalmente influencia no comportamento do erro paralaxe, é a posição da antena do receptor GPS.

Quando o erro paralaxe é introduzido pelo sistema de aquisição de dados, uma vez que alguns instrumentos necessitam de um tempo para armazenar os sinais na forma digital, ocorre então atrasos entre o tempo da amostragem e o tempo da gravação propriamente dito, resultando num valor do paralaxe com sinal oposto ao produzido pela diferença de posição entre a antena GPS e o sensor magnetométrico.

Os dados magnetométricos desta linha voada em sentidos inversos são representados em formas de perfis empilhados. O eixo horizontal dos perfis plotados refere-se às coordenadas geográficas mostrando, assim, a correlação das anomalias corrigidas independentemente do sentido voado. A calibração resultou em um fator de defasagem de 0,30 segundos para as aeronaves PR-FAS, PR-PRS e 0,70 segundos para a aeronave PR-LDS. Os testes são apresentados no Anexo II-c.

e) Teste com Amostras Radioativas no Solo

Com vistas a controlar o comportamento do desempenho do sistema gamaespectrométrico dos cristais voltados para baixo, testes com amostras de mão de urânio e tório são realizados antes do início e após os voos operacionais. As amostras são colocadas sobre o mesmo local, próximo aos cristais detectores, com a aeronave estacionada no mesmo local. A Tabela 14 e a Tabela 15 apresentam os resultados desses testes, para as aeronaves de prefixos PR-FAS e PR-LDS, respectivamente. O gamaespectrômetro Radiation Solution RS-500 não requer este teste uma vez que este equipamento consegue a estabilização com o Tório natural, presente no ambiente.

Tabela 14 – Testes Diários com Amostras Radioativas no Solo – Aeronave PR-FAS.

Base: Rondonópolis (MT)		**Aeronave: PR-FAS**		
DATA	**HORÁRIO**	**VOO**	**TÓRIO**	**URÂNIO**
18-Out-11	INÍCIO	603	253,07	205,86
	FIM		254,60	211,84
19-Out-11	INÍCIO	604 / 605	252,23	208,47
	FIM		254,29	211,63
20-Out-11	INÍCIO	606	255,34	210,27
	FIM		255,92	210,84
21-Out-11	INÍCIO	608 / 609	253,91	205,64
	FIM		250,14	215,04
22-Out-11	INÍCIO	610 / 611	254,41	206,76
	FIM		255,04	212,57
24-Out-11	INÍCIO	612	254,99	208,85
	FIM		249,85	208,15

Base: Rondonópolis (MT)		Aeronave: PR-FAS		
DATA	**HORÁRIO**	**VOO**	**TÓRIO**	**URÂNIO**
26-Out-11	INÍCIO	613	253,94	213,34
	FIM		253,49	210,68
27-Out-11	INÍCIO	614	253,50	211,94
	FIM		254,17	209,63
28-Out-11	INÍCIO	615	254,50	214,45
	FIM		250,91	213,39
29-Dez-11	INÍCIO	620	224,71	212,73
	FIM		-	-
02-Jan-12	INÍCIO	621 / 622	221,44	208,80
	FIM		219,92	209,63
03-Jan-12	INÍCIO	623	219,59	208,25
	FIM		221,40	207,91
04-Jan-12	INÍCIO	624	220,48	209,37
	FIM		225,85	210,23
05-Jan-12	INÍCIO	626	220,82	207,84
	FIM		221,69	208,28
06-Jan-12	INÍCIO	627	218,72	203,85
	FIM		-	-
08-Jan-12	INÍCIO	628	220,38	206,43
	FIM		-	-
15-Jan-12	INÍCIO	630	221,11	209,13
	FIM		221,53	211,33
16-Jan-12	INÍCIO	631	221,22	205,44
	FIM		-	-
18-Jan-12	INÍCIO	633	220,94	211,02
	FIM		221,67	210,18
19-Jan-12	INÍCIO	634	220,67	212,09
	FIM		-	-
21-Jan-12	INÍCIO	635	219,01	209,01
	FIM		222,22	215,22
23-Jan-12	INÍCIO	636	220,63	207,01
	FIM		223,82	210,26
24-Jan-12	INÍCIO	637	219,51	205,17
	FIM		222,74	212,62
28-Jan-12	INÍCIO	638	220,68	207,55
	FIM		222,07	210,58
30-Jan-12	INÍCIO	639	219,77	207,84
	FIM		-	-
01-Fev-12	INÍCIO	640	218,06	207,12
	FIM		220,56	214,71
03-Fev-12	INÍCIO	641	220,47	209,72
	FIM		-	-

Base: Rondonópolis (MT)		Aeronave: PR-FAS		
DATA	**HORÁRIO**	**VOO**	**TÓRIO**	**URÂNIO**
04-Fev-12	INÍCIO	642	218,08	204,52
	FIM		221,73	210,07
05-Fev-12	INÍCIO	643	219,89	204,72
	FIM		224,91	206,58
06-Fev-12	INÍCIO	644	225,01	210,06
	FIM		224,22	210,15
08-Fev-12	INÍCIO	645	217,57	209,81
	FIM		224,54	210,01
09-Fev-12	INÍCIO	646	222,37	207,89
	FIM		222,80	207,11
10-Fev-12	INÍCIO	647	224,42	213,19
	FIM		-	-
13-Fev-12	INÍCIO	648	222,46	208,87
	FIM		223,60	223,53
14-Fev-12	INÍCIO	649	220,42	209,51
	FIM		222,17	218,14

Tabela 15 – Testes Diários com Amostras Radioativas no Solo – Aeronave PR-LDS.

Base: Rondonópolis (MT)		Aeronave: PR-LDS		
DATA	**HORÁRIO**	**VOO**	**TÓRIO**	**URÂNIO**
29-Set-11	INÍCIO	005	754,30	178,37
	FIM		761,26	180,20
29-Set-11	INÍCIO	005	754,30	178,37
	FIM		770,71	177,95
30-Set-11	INÍCIO	006 / 007	769,40	189,34
	FIM		763,48	208,34
01-Out-11	INÍCIO	008	753,32	178,21
	FIM		764,76	182,82
02-Out-11	INÍCIO	009	756,41	178,56
	FIM		773,17	184,67
03-Out-11	INÍCIO	010 / 011	773,83	177,71
	FIM		772,93	175,70
04-Out-11	INÍCIO	012	767,64	181,47
	FIM		766,45	183,55
05-Out-11	INÍCIO	013	768,47	178,74
	FIM		765,34	184,27
06-Out-11	INÍCIO	014 / 015	778,82	180,11
	FIM		771,64	184,92
09-Out-11	INÍCIO	016	764,07	178,24
	FIM		772,72	182,80

Base: Rondonópolis (MT)		Aeronave: PR-LDS		
DATA	**HORÁRIO**	**VOO**	**TÓRIO**	**URÂNIO**
11-Out-11	INÍCIO	017	771,22	181,96
	FIM		-	-
12-Out-11	INÍCIO	019	752,70	180,07
	FIM		774,10	186,83
13-Out-11	INÍCIO	020 / 021	771,93	181,64
	FIM		761,35	178,05
15-Out-11	INÍCIO	022 / 023	767,48	177,76
	FIM		764,07	183,11
17-Out-11	INÍCIO	024 / 025	763,96	178,49
	FIM		764,02	180,60
18-Out-11	INÍCIO	026 / 027	758,26	178,98
	FIM		767,89	179,91
19-Out-11	INÍCIO	028 / 029	766,78	173,67
	FIM		766,78	179,40
20-Out-11	INÍCIO	030	766,36	180,13
	FIM		758,56	181,98
26-Out-11	INÍCIO	035	768,51	176,54
	FIM		752,61	185,40
27-Out-11	INÍCIO	036 / 037	767,42	182,96
	FIM		762,37	182,33
28-Out-11	INÍCIO	038 / 039	755,77	187,67
	FIM		773,36	183,75
29-Out-11	INÍCIO	040 / 041	772,70	195,38
	FIM		772,52	182,88
31-Out-11	INÍCIO	042	766,75	176,88
	FIM		772,29	178,60
01-Nov-11	INÍCIO	043 / 044	772,88	182,27
	FIM		768,79	179,32
02-Nov-11	INÍCIO	045 / 046	773,14	178,73
	FIM		776,29	181,91
03-Nov-11	INÍCIO	047	775,05	190,49
	FIM		779,17	184,76
04-Nov-11	INÍCIO	048	778,83	183,81
	FIM		775,34	185,99
06-Nov-11	INÍCIO	049	776,01	180,13
	FIM		764,74	176,61
08-Nov-11	INÍCIO	050	751,61	178,39
	FIM		767,16	185,31
09-Nov-11	INÍCIO	051	767,06	181,16
	FIM		-	-
10-Nov-11	INÍCIO	053	765,73	183,06
	FIM		769,77	188,60

Base: Rondonópolis (MT)		Aeronave: PR-LDS		
DATA	**HORÁRIO**	**VOO**	**TÓRIO**	**URÂNIO**
11-Nov-11	INÍCIO	054	769,39	206,08
	FIM		755,52	180,01
12-Nov-11	INÍCIO	055	751,62	181,01
	FIM		775,41	182,92
13-Nov-11	INÍCIO	056	770,80	183,07
	FIM		776,33	181,89
14-Nov-11	INÍCIO	057	772,61	182,22
	FIM		773,26	183,11
16-Nov-11	INÍCIO	058 / 059	752,95	177,31
	FIM		773,92	179,74
17-Nov-11	INÍCIO	060	769,05	176,25
	FIM		769,80	178,73

d) Teste de Repetibilidade Radioativa

Estes testes foram realizados diariamente com a finalidade de verificar a repetibilidade e a consistência das medições dos equipamentos geofísicos, tendo sido registrados na forma digital e analógica.

Consistem na perfilagem sobre um mesmo segmento de linha, no início e no fim de cada voo, com extensão mínima de 5 km, ao longo da pista de pouso do aeroporto utilizado para as operações, na altura do levantamento (100 m).

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

Os valores médios em cps, obtidos em cada canal radiométrico, estão relacionados na Tabela 16, Tabela 17 e Tabela 18 a seguir, para as aeronaves de prefixos PR-FAS, PR-LDS e PR-PRS respectivamente.

Tabela 16 – Testes Diários de Repetibilidades Radioativas – PR-FAS.

TESTE DE REPETIBILIDADE RADIOATIVA *(LOW LEVEL = 100m)*				
Base: Rondonópolis (MT)		**Aeronave : PR-FAS**		
DATA	**HORÁRIO**	**VOO**	**TÓRIO**	**URÂNIO**
18-Out-11	INÍCIO	603	71,25	47,24
	FIM		78,34	50,44
19-Out-11	INÍCIO	604	74,25	49,59
	FIM		74,41	50,84
19-Out-11	INÍCIO	605	-	-
	FIM		77,99	51,18
20-Out-11	INÍCIO	606	73,54	52,29
	FIM		72,41	51,84

TESTE DE REPETIBILIDADE RADIOATIVA *(LOW LEVEL = 100m)*				
Base: Rondonópolis (MT)		**Aeronave : PR-FAS**		
DATA	**HORÁRIO**	**VOO**	**TÓRIO**	**URÂNIO**
21-Out-11	INÍCIO	608	74,47	50,00
	FIM		76,57	54,85
21-Out-11	INÍCIO	609	-	-
	FIM		87,44	58,85
22-Out-11	INÍCIO	610	75,36	51,78
	FIM		76,43	55,93
22-Out-11	INÍCIO	611	-	-
	FIM		75,44	53,41
24-Out-11	INÍCIO	612	70,43	50,54
	FIM		73,30	53,12
26-Out-11	INÍCIO	613	72,44	50,38
	FIM		76,35	53,22
27-Out-11	INÍCIO	614	74,14	57,05
	FIM		77,44	53,23
28-Out-11	INÍCIO	615	73,83	59,55
	FIM		74,82	55,10
29-Dez-11	INÍCIO	620	73,47	54,29
	FIM		78,14	76,45
02-Jan-12	INÍCIO	621	72,90	53,92
	FIM		75,05	58,68
02-Jan-12	INÍCIO	622	-	-
	FIM		72,47	54,32
03-Jan-12	INÍCIO	623	72,44	52,68
	FIM		74,21	54,30
04-Jan-12	INÍCIO	624	71,24	57,86
	FIM		73,98	59,67
05-Jan-12	INÍCIO	626	74,26	59,55
	FIM		70,85	58,89
06-Jan-12	INÍCIO	627	72,76	59,10
	FIM		71,19	63,36
08-Jan-12	INÍCIO	628	74,89	58,70
	FIM		73,65	67,32
15-Jan-12	INÍCIO	630	70,27	56,75
	FIM		71,38	57,57
16-Jan-11	INÍCIO	631	71,18	54,84
	FIM		70,11	57,69
18-Jan-12	INÍCIO	633	71,19	53,68
	FIM		71,32	55,11
19-Jan-12	INÍCIO	634	69,25	50,83
	FIM		-	

TESTE DE REPETIBILIDADE RADIOATIVA *(LOW LEVEL = 100m)*				
Base: Rondonópolis (MT)		**Aeronave : PR-FAS**		
DATA	**HORÁRIO**	**VOO**	**TÓRIO**	**URÂNIO**
21-Jan-12	INÍCIO	635	68,33	51,79
	FIM		69,64	57,55
23-Jan-12	INÍCIO	636	-	-
	FIM		72,68	55,67
24-Jan-12	INÍCIO	637	71,10	53,91
	FIM		73,17	55,88
28-Jan-12	INÍCIO	638	70,55	51,53
	FIM		70,14	53,09
30-Jan-12	INÍCIO	639	71,72	57,13
	FIM		71,61	56,42
01-Fev-12	INÍCIO	640	73,26	54,25
	FIM		72,18	56,59
03-Fev-12	INÍCIO	641	73,51	52,08
	FIM		71,88	52,94
04-Fev-12	INÍCIO	642	73,68	54,37
	FIM		73,82	58,20
05-Fev-12	INÍCIO	643	72,86	51,28
	FIM		73,74	52,19
06-Fev-12	INÍCIO	644	70,66	53,11
	FIM		74,53	55,22
08-Fev-12	INÍCIO	645	73,42	52,21
	FIM		75,41	55,31
09-Fev-12	INÍCIO	646	73,53	54,31
	FIM		73,22	58,12
10-Fev-12	INÍCIO	647	73,78	61,30
	FIM		76,01	58,10
13-Fev-12	INÍCIO	648	70,43	55,27
	FIM		72,82	65,69
14-Fev-12	INÍCIO	649	70,90	52,99
	FIM		70,88	61,29

Tabela 17 – Testes Diários de Repetibilidades Radioativas – PR-LDS.

TESTE DE REPETIBILIDADE RADIOATIVA *(LOW LEVEL = 100m)*				
Base: Rondonópolis (MT)		**Aeronave : PR-LDS**		
DATA	**HORÁRIO**	**VOO**	**TÓRIO**	**URÂNIO**
28-Set-11	INÍCIO	004	117,83	86,13
	FIM		114,67	80,50
29-Set-11	INÍCIO	005	119,41	82,19
	FIM		119,87	83,81

TESTE DE REPETIBILIDADE RADIOATIVA *(LOW LEVEL = 100m)*				
Base: Rondonópolis (MT)		**Aeronave : PR-LDS**		
DATA	**HORÁRIO**	**VOO**	**TÓRIO**	**URÂNIO**
30-Set-11	INÍCIO	006	117,73	89,80
	FIM		119,13	87,07
30-Set-11	INÍCIO	007	-	-
	FIM		115,74	91,97
01-Out-11	INÍCIO	008	123,02	84,61
	FIM		122,87	86,37
02-Out-11	INÍCIO	009	114,87	77,00
	FIM		115,00	81,13
03-Out-11	INÍCIO	010	116,48	78,49
	FIM		116,08	79,50
03-Out-11	INÍCIO	011	-	-
	FIM		109,68	74,70
04-Out-11	INÍCIO	012	115,86	81,39
	FIM		113,61	83,69
05-Out-11	INÍCIO	013	115,64	83,26
	FIM		120,87	88,27
06-Out-11	INÍCIO	014	115,58	82,14
	FIM		111,71	80,99
06-Out-11	INÍCIO	015	-	-
	FIM		119,83	83,14
09-Out-11	INÍCIO	016	115,59	77,84
	FIM		121,31	85,97
11-Out-11	INÍCIO	017	111,18	83,63
	FIM		104,02	80,36
11-Out-11	INÍCIO	018	-	-
	FIM		107,27	80,56
12-Out-11	INÍCIO	019	106,11	76,64
	FIM		109,12	85,69
13-Out-11	INÍCIO	020	111,47	83,29
	FIM		113,86	82,59
13-Out-11	INÍCIO	021	-	-
	FIM		111,74	77,57
15-Out-11	INÍCIO	022	106,83	77,26
	FIM		111,64	79,92
15-Out-11	INÍCIO	023	-	-
	FIM		106,64	76,11
17-Out-11	INÍCIO	024	112,13	77,17
	FIM		109,27	77,58
17-Out-11	INÍCIO	025	-	-
	FIM		111,34	78,51

TESTE DE REPETIBILIDADE RADIOATIVA *(LOW LEVEL = 100m)*				
Base: Rondonópolis (MT)		**Aeronave : PR-LDS**		
DATA	**HORÁRIO**	**VOO**	**TÓRIO**	**URÂNIO**
18-Out-11	INÍCIO	026	118,57	79,90
	FIM		117,63	78,95
18-Out-11	INÍCIO	027	-	-
	FIM		110,99	76,57
19-Out-11	INÍCIO	028	117,92	78,92
	FIM		112,48	78,17
19-Out-11	INÍCIO	029	-	-
	FIM		114,19	80,51
20-Out-11	INÍCIO	030	122,05	85,53
	FIM		115,77	83,43
26-Out-11	INÍCIO	035	111,65	73,82
	FIM		112,14	79,22
27-Out-11	INÍCIO	036	108,65	85,63
	FIM		109,25	81,14
27-Out-11	INÍCIO	037	-	-
	FIM		112,40	79,17
28-Out-11	INÍCIO	038	111,15	90,5
	FIM		112,97	87,76
28-Out-11	INÍCIO	039	-	-
	FIM		111,02	74,72
29-Out-11	INÍCIO	040	113,80	92,67
	FIM		107,03	79,68
29-Out-11	INÍCIO	041	-	-
	FIM		113,50	80,83
31-Out-11	INÍCIO	042	105,29	69,43
	FIM		110,23	75,53
01-Nov-11	INÍCIO	043	109,14	75,31
	FIM		108,55	80,83
01-Nov-11	INÍCIO	044	-	-
	FIM		114,50	79,28
02-Nov-11	INÍCIO	045	104,19	73,27
	FIM		115,62	81,69
02-Nov-11	INÍCIO	046	-	-
	FIM		111,80	79,54
03-Nov-11	INÍCIO	047	107,26	87,50
	FIM		103,65	82,74
04-Nov-11	INÍCIO	048	98,34	68,02
	FIM		114,10	81,25
06-Nov-11	INÍCIO	049	112,44	79,11
	FIM		115,45	80,95

TESTE DE REPETIBILIDADE RADIOATIVA *(LOW LEVEL = 100m)*				
Base: Rondonópolis (MT)		**Aeronave : PR-LDS**		
DATA	**HORÁRIO**	**VOO**	**TÓRIO**	**URÂNIO**
08-Nov-11	INÍCIO	050	111,41	76,02
	FIM		109,98	82,20
09-Nov-11	INÍCIO	051	111,71	80,62
	FIM		108,76	87,35
10-Nov-11	INÍCIO	053	114,21	83,75
	FIM		113,53	87,55
11-Nov-11	INÍCIO	054	116,19	82,45
	FIM		111,38	81,19
12-Nov-11	INÍCIO	055	116,61	87,09
	FIM		114,68	81,27
13-Nov-11	INÍCIO	056	116,03	84,61
	FIM		117,40	87,51
14-Nov-11	INÍCIO	057	117,94	86,68
	FIM		117,72	86,11
16-Nov-11	INÍCIO	058	117,14	76,75
	FIM		112,26	75,85
16-Nov-11	INÍCIO	059	-	-
	FIM		107,82	73,86
17-Nov-11	INÍCIO	060	116,18	76,03
	FIM		111,26	77,37

Tabela 18 – Testes Diários de Repetibilidades Radioativas – PR-PRS.

TESTE DE REPETIBILIDADE RADIOATIVA *(LOW LEVEL = 100m)*				
Base: Rondonópolis (MT)		**Aeronave : PR-PRS**		
DATA	**HORÁRIO**	**VOO**	**TÓRIO**	**URÂNIO**
03-Out-11	INÍCIO	306	86,25	69,02
	FIM		81,29	66,28
04-Out-11	INÍCIO	308	85,29	74,27
	FIM		79,44	71,70
06-Out-11	INÍCIO	309	79,70	65,21
	FIM		81,00	67,16
07-Out-11	INÍCIO	311	80,57	67,86
	FIM		86,60	69,20
08-Out-11	INÍCIO	312	83,14	78,29
	FIM		-	-
09-Out-11	INÍCIO	313	85,70	78,97
	FIM		-	-
12-Out-11	INÍCIO	316	80,57	67,86
	FIM		86,60	69,20
13-Out-11	INÍCIO	317	83,36	74,96
	FIM		79,75	69,44

TESTE DE REPETIBILIDADE RADIOATIVA *(LOW LEVEL = 100m)*				
Base: Rondonópolis (MT)		**Aeronave : PR-PRS**		
DATA	**HORÁRIO**	**VOO**	**TÓRIO**	**URÂNIO**
14-Out-11	INÍCIO	318	79,37	84,05
	FIM		75,40	68,69
15-Out-11	INÍCIO	319	79,46	67,41
	FIM		77,57	67,70
17-Out-11	INÍCIO	321	80,26	63,78
	FIM		80,28	66,01
18-Out-11	INÍCIO	322	90,71	73,90
	FIM		78,15	64,61
19-Out-11	INÍCIO	323	81,57	69,40
	FIM		81,24	68,85
20-Out-11	INÍCIO	324	79,55	71,34
	FIM		79,66	67,96
21-Out-11	INÍCIO	325	79,33	70,01
	FIM		81,81	72,94
24-Out-11	INÍCIO	326	81,33	72,13
	FIM		80,01	67,31
26-Out-11	INÍCIO	327	80,79	81,72
	FIM		85,58	73,60
27-Out-11	INÍCIO	328	87,59	76,17
	FIM		78,80	67,59
28-Out-11	INÍCIO	329	87,50	86,82
	FIM		-	-
01-Nov-11	INÍCIO	331	83,09	70,18
	FIM		79,18	71,02
02-Nov-11	INÍCIO	332	79,74	62,47
	FIM		-	-
10-Nov-11	INÍCIO	334	80,88	73,91
	FIM		82,29	74,21
11-Nov-11	INÍCIO	335	82,61	75,15
	FIM		79,00	72,68
12-Nov-11	INÍCIO	336	85,27	81,64
	FIM		75,71	69,46
13-Nov-11	INÍCIO	337	87,69	75,21
	FIM		85,27	73,24
14-Nov-11	INÍCIO	338	84,46	78,17
	FIM		81,46	71,57
16-Nov-11	INÍCIO	340	87,97	67,41
	FIM		77,21	64,49
17-Nov-11	INÍCIO	341	84,74	72,31
	FIM		78,66	64,93
18-Nov-11	INÍCIO	342	82,76	86,34
	FIM		82,26	73,54
19-Nov-11	INÍCIO	343	83,52	92,59

TESTE DE REPETIBILIDADE RADIOATIVA *(LOW LEVEL = 100m)*				
Base: Rondonópolis (MT)		**Aeronave : PR-PRS**		
DATA	**HORÁRIO**	**VOO**	**TÓRIO**	**URÂNIO**
	FIM		77,30	70,57
20-Nov-11	INÍCIO	344	80,51	83,27
	FIM		79,78	71,64
21-Nov-11	INÍCIO	345	89,35	81,70
	FIM		80,83	74,60
23-Nov-11	INÍCIO	346	89,72	70,13
	FIM		79,35	66,46
24-Nov-11	INÍCIO	347	86,19	77,15
	FIM		78,68	64,31
25-Nov-11	INÍCIO	348	91,36	89,68
	FIM		84,16	73,41
26-Nov-11	INÍCIO	349	92,99	90,45
	FIM		83,86	73,94
27-Nov-11	INÍCIO	350	88,82	75,69
	FIM		81,71	75,11
28-Nov-11	INÍCIO	351	87,19	80,99
	FIM		80,19	73,77
30-Nov-11	INÍCIO	352	91,65	78,97
	FIM		84,01	78,80
01-Dez-11	INÍCIO	353	86,33	76,92
	FIM		77,64	73,26
02-Dez-11	INÍCIO	354	82,79	71,41
	FIM		77,82	64,44
03-Dez-11	INÍCIO	355	82,17	71,48
	FIM		83,06	67,61
04-Dez-11	INÍCIO	356	84,57	67,26
	FIM		77,33	67,96
05-Dez-11	INÍCIO	357	82,72	73,39
	FIM		77,81	72,83
06-Dez-11	INÍCIO	358	85,17	81,90
	FIM		79,32	70,27
08-Dez-11	INÍCIO	359	87,33	86,43
	FIM		81,05	70,24
09-Dez-11	INÍCIO	360	86,82	68,83
	FIM		76,03	66,18
10-Dez-11	INÍCIO	361	79,21	67,29
	FIM		80,51	77,07
11-Dez-11	INÍCIO	362	76,60	70,80
	FIM		81,77	79,04
12-Dez-11	INÍCIO	363	84,38	76,75
	FIM		76,28	73,65
15-Dez-11	INÍCIO	364	79,06	63,40
	FIM		71,81	61,68

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

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

Para os atuais gamaespectrômetros auto-estabilizados, costuma-se usar o espectro do tório (^{208}Tl) para calcular a resolução dos "cristais detectores voltados para baixo" (*downward looking*), tanto para os cristais individuais (256 pol³) quanto para os "pacotes" ou "caixas" de 1024 pol³ cada, bem como o espectro do 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 x FWHM (canais) / 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 x FWHM (energia) / 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 pacotes de cristais detectores *downward looking* ficaram abaixo de 7% e para os cristais detectores *upward looking* ficaram abaixo de 12%, sendo, portanto estes testes aprovados. Os resultados dos testes de resolução encontram-se no Anexo I-a.

2.3.6 Calibração dos Detectores *Downward Looking*

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

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

transportáveis utilizados, de propriedade da LASA Prospecções S.A., estão indicadas na Tabela 19:

Tabela 19 – Concentração dos Tanques de Calibração Transportáveis.

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

Para a determinação dos coeficientes de espalhamento *Compton*, a aeronave foi estacionada sobre os tanques de calibração transportáveis que foram seqüencialmente posicionados sob cada pacote detector, aí permanecendo por 10 minutos para acumulação de dados na seguinte ordem: *background*, Th, U, K e *background*. Os dados acumulados foram processados pelo programa PADWIN, fornecido pelo fabricante dos tanques calibradores (EXPLORANIUM), resultando nos valores dos coeficientes *Compton* para cada pacote de detectores e para o total de pacotes. Os valores encontrados para os coeficientes de espalhamento *Compton* estão resumidos na Tabela 20. O Anexo I-b, no final deste relatório, apresenta os resultados dessas calibrações.

Tabela 20 – Coeficientes de Espalhamento *Compton.*

AERONAVE	DATA	α	β	γ	a	b	g
PR-FAS	02-Jun-11	0,2302	0,3994	0,7245	0,0690	0,0047	0,0047
PR-LDS	16-Out-10	0,2477	0,3920	0,7373	0,0471	0,0030	0,0041
PR-PRS	29-Jul-11	0,2989	0,4265	0,8011	0,0723	0,0044	0,0068

- Calibração dinâmica - Realizada com vistas à determinação dos *backgrounds* da aeronave e cósmico (*cosmic flight*), e identificação dos coeficientes de sensibilidade do detector, com o levantamento de um perfil situado em zona radiometricamente conhecida (*Dynamic Calibration Range - DCR*) na altura nominal do levantamento (100 m), bem como a várias alturas com vistas à correção altimétrica. Os referidos testes são comentados a seguir:

a) Voo Cósmico *(Cosmic Flight)*

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

N = a + bC, onde:

N é a contagem (em cps) em determinada janela;
a é o *background* (em cps) da aeronave em determinada janela;
b é a razão entre a contagem em determinada janela e a contagem no canal cósmico;

C é a contagem na janela cósmica.

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

A Tabela 21, a seguir, resume os resultados obtidos pelas aeronaves nos voos cósmicos. A apresentação dos resultados na forma de tabelas e gráficos encontra-se no Anexo I-c, no final deste relatório.

Tabela 21 – *Backgrounds* das Aeronaves e *Cosmic Stripping Ratios.*

CANAL	COEFICIENTE	PR-FAS	PR-LDS	PR-PRS
		02/Jun/11	17/Out/10	03/Ago/11
Contagem Total	a (cps)	87,7701	134,3538	21,9800
	b	0,5681	0,7645	1,1739
Potássio	a (cps)	15,1134	17,3907	7,7100
	b	0,0286	0,0397	0,0828
Urânio	a (cps)	1,4530	4,9209	0,0000
	b	0,0278	0,0351	0,0506
Tório	a (cps)	0,0000	0,0000	0,0000
	b	0,0322	0,0403	0,0593
Urânio *upward*	a (cps)	0,1343	0,9059	0,7500
	b	0,0076	0,0072	0,0097

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

Este teste envolve uma série de passagens consecutivas sobre a pista de calibração dinâmica definida pela CPRM em Maricá (RJ), com passagens sucessivas nas alturas de 330, 400, 500, 600, 700 e 800 pés e duas passagens adicionais a 330 pés, correspondente à altura padrão do levantamento (100 m). Na seqüência dos perfis também são realizadas passagens sobre o Oceano Atlântico na mesma altura de voo observada sobre a pista de calibração dinâmica, com vistas à determinação do *background*.

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

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

2.3.7 Calibração dos Detectores *Upward Looking*

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

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

2.4 COMPILAÇÃO DE DADOS

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

a) Transferência das leituras do magnetômetro terrestre para o computador de campo para processamento da variação diurna de acordo com o gradiente fixado no contrato, qual seja: 15 nT / 5 min;

b) Leitura dos arquivos dos voos das aeronaves e transferência dos dados coletados para o computador de campo, para fins de verificação da qualidade da gravação e análise dos perfis coletados, no que se refere a desvios na altura de voo, envoltória de ruídos e desvios de navegação, estabelecidos respectivamente, em: 15 m para mais ou para menos, 0,2 nT e 50 m em relação à linha teórica;

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

2.5 EQUIPE TÉCNICA NA BASE DE OPERAÇÕES

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

EQUIPE: LASA PROSPECÇÕES S/A	
Maria Filipa Perez da Gama	Supervisor
Daniel Santos da Silva	Coordenadores
Julio Cesar Gomes de Oliveira	
Renata Sicotti Maas	
Edson Rangel de Lima	Engenheiro Eletrônico
Almir Luiz de Moura	Operadores
Carlos Alberto Rodrigues da Silva	
Marcos Vinícius dos Santos Gomes	
Nilton Cesar Rodrigues Marques	
Sandro Jorge Rodrigues da Silva Sinfrônio	
Alan Jarriê Rodrigues de Oliveira	Pilotos
Andre Alvim Monteiro	
Antonio da Silva Cavalcante	
Antonio da Silva Cavalcante Junior	
Carlos Eduardo de Oliveira Duque	
Elias Vieira de Souza	
Luiz Bologna Júnior	
Reginaldo Pianowski	
José Antônio de Oliveira Nascimento	Mecânicos
Severino José Leal Filho	
Tiago Bazileu	

EQUIPE: PROSPECTORS AEROLEVANTAMENTOS E SISTEMAS LTDA	
Edmilson Linguanotto	Coordenadores
Fabiano Della Justina	
Luis Simões	
Marcelo Di Santi	Operadores
Rubens Leal	
Evandro Costa	Pilotos
José Hermes de Melo	
Ranílson Costa	
Agnaldo Vieira	Mecânicos
Maurício Amorim	
Ronaldo Silva	
Walter Garrone	

3. PROCESSAMENTO DE DADOS

3.1 FLUXO DE PROCESSAMENTO

No processamento de dados do Projeto Aerogeofísico Rondonópolis-Dom Aquino foi empregado o *software* OASIS MONTAJ versão 7.3 do sistema *GEOSOFT*, além das rotinas de pré-processamento proprietárias, que permitem a exportação do dado binário coletado em voo para os formatos GDB e ASCII XYZ *GEOSOFT*. A Figura 13 no final do capítulo, mostra o fluxo de processamento utilizado para o levantamento.

3.1.1 Preparação do Banco de Dados do Levantamento

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

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

3.1.2 Processamento dos Dados Magnetométricos

3.1.2.1 Correção do Erro de Paralaxe

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

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

A equação utilizada é a seguinte:

$\mathbf{Fc_{(t0)} = Fc_{(t0 \pm Ip)}}$, 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 estão especificados na Tabela 22 abaixo. Estas diferenças significativas são devidas às diferenças encontradas nos sistemas de aquisição. Os resultados dos testes para determinação encontram-se no Anexo II-c, no final deste relatório.

Tabela 22 – Valores da Correção de Paralaxe Aplicados.

Aeronave	Correção Paralaxe Aplicada (s)
PR-FAS	0,30
PR-LDS	0,70
PR-PRS	0,30

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 23.199 nT para toda a área. Os valores resultantes correspondem à intensidade total do campo magnético corrigido da variação diurna.

3.1.2.3 Nivelamento dos Perfis

A aplicação do nivelamento através do *software* OASIS MONTAJ versão 7.3 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 voo. Este procedimento assume que tais diferenças estão distribuídas de forma aleatória, de forma que um *trend* de no máximo 1ª ordem define o desnível entre as linhas de voo e controle.

O procedimento compreende duas etapas distintas, conforme a seguir:

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

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

Nesta fase é criada uma Tabela de Interseções que contém as diferenças entre as linhas de controle niveladas e a linhas de voo nos pontos de cruzamento. Tal procedimento é conduzido pelo procedimento XLEVEL GX. Estes valores são armazenados no banco de dados e utilizados no cálculo das correções a serem aplicadas às linhas de voo. Os cruzamentos onde o gradiente magnético excedeu a 2 nT/fiducial (0,025 nT/m) foram descartados pelo programa. Com base neste gradiente, o programa ainda analisou as interseções quanto à sua aplicabilidade, atribuindo peso mais baixo quanto mais alto fosse o gradiente. Deste modo, uma interseção situada em zona de forte gradiente magnético teve pouca ou nenhuma influência no nivelamento.

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

3.1.2.4 Micronivelamento dos Perfis

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

3.1.2.5 Remoção do IGRF

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

Esta superfície foi definida com base no valor do IGRF, tendo sido considerada a altitude de 500 m, referida ao ano de 2010 e atualizada para a data de 06/12/2011 (2011,933).

O campo magnético total corrigido para cada um dos pontos amostrados foi obtido pela subtração, ao campo total micronivelado, do valor do IGRF calculado para o

ponto. Os valores resultantes são os valores anômalos do campo (campo magnético total reduzido do IGRF).

3.1.3 Processamento dos Dados Gamaespectrométricos

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

3.1.3.1 Correção do Tempo Morto

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

3.1.3.2 Aplicação de Filtragem

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

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

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

3.1.3.3 Correção do Erro de Paralaxe

Não foram encontrados erro de paralaxe nos dados radiométricos coletados pelas aeronaves PR-FAS, PR-LDS e PR-PRS.

3.1.3.4 Cálculo da Altura Efetiva (h_e) de Voo

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

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

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

T - temperatura do ar medida em ºC,

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

3.1.3.6 Remoção do *Background* do Radônio

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

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

$\mathbf{U_r}$ - *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,

$\mathbf{a_1, a_2, a_u, a_t, b_u, b_t}$ - coeficientes de proporcionalidade, sendo que $\mathbf{b_u}$ e $\mathbf{b_t}$ são zerados e $\mathbf{a_1}$ e $\mathbf{a_2}$ 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):

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

$\mathbf{u_r}$ é a componente do radônio no urânio *up*, $\mathbf{U_r}$, $\mathbf{K_r}$, $\mathbf{T_r}$ e $\mathbf{TC_r}$ 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" ($\mathbf{b_u}$, $\mathbf{b_k}$, $\mathbf{b_t}$ e $\mathbf{b_{tc}}$) devem ser zeradas (IAEA, 1991, p. 27).

No cálculo dos coeficientes $\mathbf{a_{tc}}$, $\mathbf{a_k}$, $\mathbf{a_u}$ e $\mathbf{a_t}$ (Tabela 23) foram utilizados os valores calculados a partir dos testes de *high level*. Os gráficos correspondentes a estes cálculos encontram-se no Anexo I-d.

Tabela 23 – Constantes de Calibração do Radônio.

CANAL	COEFICIENTE	PR-FAS	PR-LDS	PR-PRS
Contagem Total	$\mathbf{a_{tc}}$	13,020	12,360	15,030
Potássio	$\mathbf{a_k}$	0,687	0,906	0,868
Urânio *up*	$\mathbf{a_u}$	0,232	0,144	0,183
Tório	$\mathbf{a_t}$	0,079	0,386	0,098

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:

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

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

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

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

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

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

Os valores obtidos no levantamento em pauta estão demonstrados na Tabela 24 abaixo.

Tabela 24 – Coeficientes *Skyshine*.

COEFICIENTE	PR-FAS	PR-LDS	PR-LDS	PR-PRS
a_1	0,026	0,027	0,025	0,036
a_2	0,015	0,014	0,016	0,010

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 20, 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):

$$N_H = N_o \, , \, e^{-\mu H} \quad (1)$$, 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 **-μ** 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 25 obtidos durante os testes realizados em Maricá (RJ). Os gráficos apresentando a correlação logarítmica entre as contagens e a altura de voo encontram-se no Anexo I-f.

Tabela 25 – Coeficientes de Atenuação Atmosférica.

Canal Radiométrico	**PR-FAS (03/06/11)**	**PR-LDS (05/02/11)**	**PR-PRS (03/08/11)**
Contagem Total	-0,0068	-0,0061	-0,0067
Potássio	-0,0089	-0,0077	-0,0085
Urânio	-0,0070	-0,0086	-0,0082
Tório	-0,0068	-0,0059	-0,0071

Durante a execução do levantamento determinados trechos de linhas de voo tiveram que ser sobrevoados com altura de voo superior a cláusula contratual de 100 m devido às condições topográficas da região e a própria segurança da aeronave. Os pontos onde a altura de voo excedeu a 300 m foram considerados com altura de voo igual a 300 m. (*IAEA – Technical Report Nº323 - Vienna, 1991*).

3.1.3.10 Conversão para Concentração de Elementos

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

S = N/C, 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 26 a seguir corresponde à sensibilidade dos detectores, tomando por base a altura de voo de 100 m sobre o terreno.

Tabela 26 – Coeficientes de Sensibilidade.

	SENSIBILIDADE		
Canal Radiométrico	**PR-FAS (23/05/10)**	**PR-LDS (01/02/10)**	**PR-LDS (17/10/11)**
Contagem Total (cps / µR/h CT)	171,62	275,07	241,19
Potássio (cps / % K)	53,80	86,88	68,21
Urânio (cps / ppm eU)	8,82	13,74	12,48
Tório (cps / ppm eTh)	4,00	6,25	4,70

Para calcular a "taxa de exposição"(*Exposure Rate)* do canal de contagem total (em µR/h) utiliza-se a fórmula abaixo (IAEA, 1991):

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

K, **eU** e **eTh** correspondem às concentrações aparentes destes elementos definidas em terra, quando do levantamento da pista de calibração dinâmica. Os valores da concentração determinados para o canal de contagem total na pista de calibração foram 14,11 µR/h (PR-FAS), 14,75 µR/h (PR-LDS) e 12,95 µR/h (PR-PRS). Os gráficos comparativos dos perfis após a conversão da amostragem para concentração aparente, acompanham o texto descritivo do procedimento de calibração apresentado no Anexo I-e.

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

As razões foram calculadas a partir dos valores radiométricos corrigidos, conforme descrito no item 3.1.3 deste capítulo. Para eliminação de indeterminações, ou incorreções devidas a valores anormalmente baixos, foi convencionada a fixação dos valores mínimos de K, U e Th em 5% da média destes canais na área de levantamento e aplicado também um filtro passa-baixa de 1 amostra. A Tabela 27, a seguir, resume os valores utilizados, bem como a Figura 12:

Tabela 27 – Valores Mínimos para Cálculo das Razões Radiométricas.

Canal Radiométrico	**VALOR MÍNIMO**
K (%)	0,017
eU (ppm)	0,055
eTh (ppm)	0,393

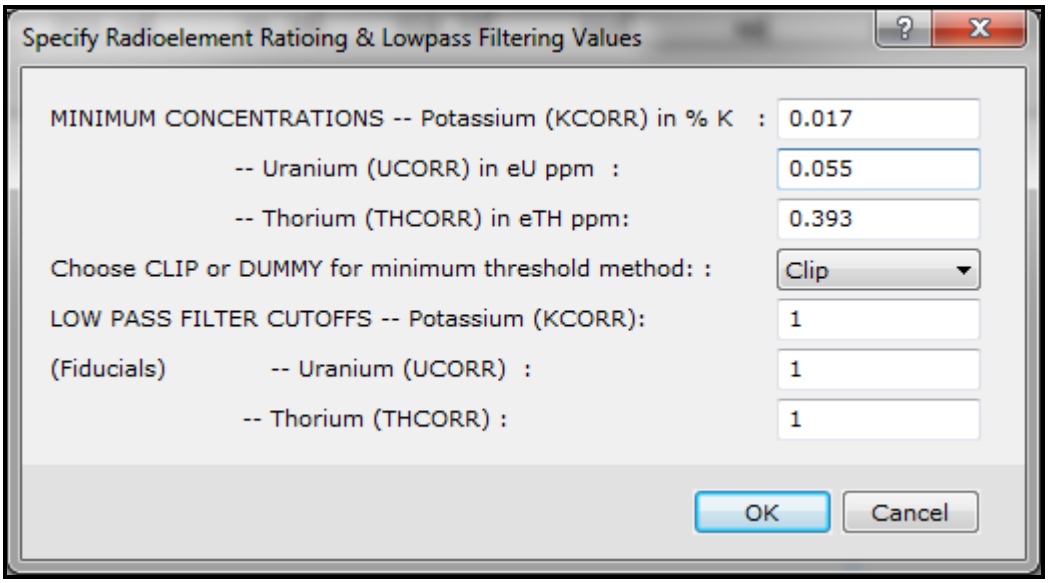


Figura 12 – Parâmetros Utilizados no Oasis para Determinação das Razões.

3.2 INTERPOLAÇÃO E CONTORNO

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

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

3.4 ARQUIVO FINAL DE DADOS

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

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

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

3.5 EQUIPE ENVOLVIDA NO PROCESSAMENTO DOS DADOS

Participaram dos trabalhos de processamento os seguintes técnicos:

- César Marinho Costa - Gerente de Processamento de Dados

A direção geral das operações no Projeto Aerogeofísico Rondonópolis-Dom Aquino esteve a cargo de Jorge Dagoberto Hildenbrand.

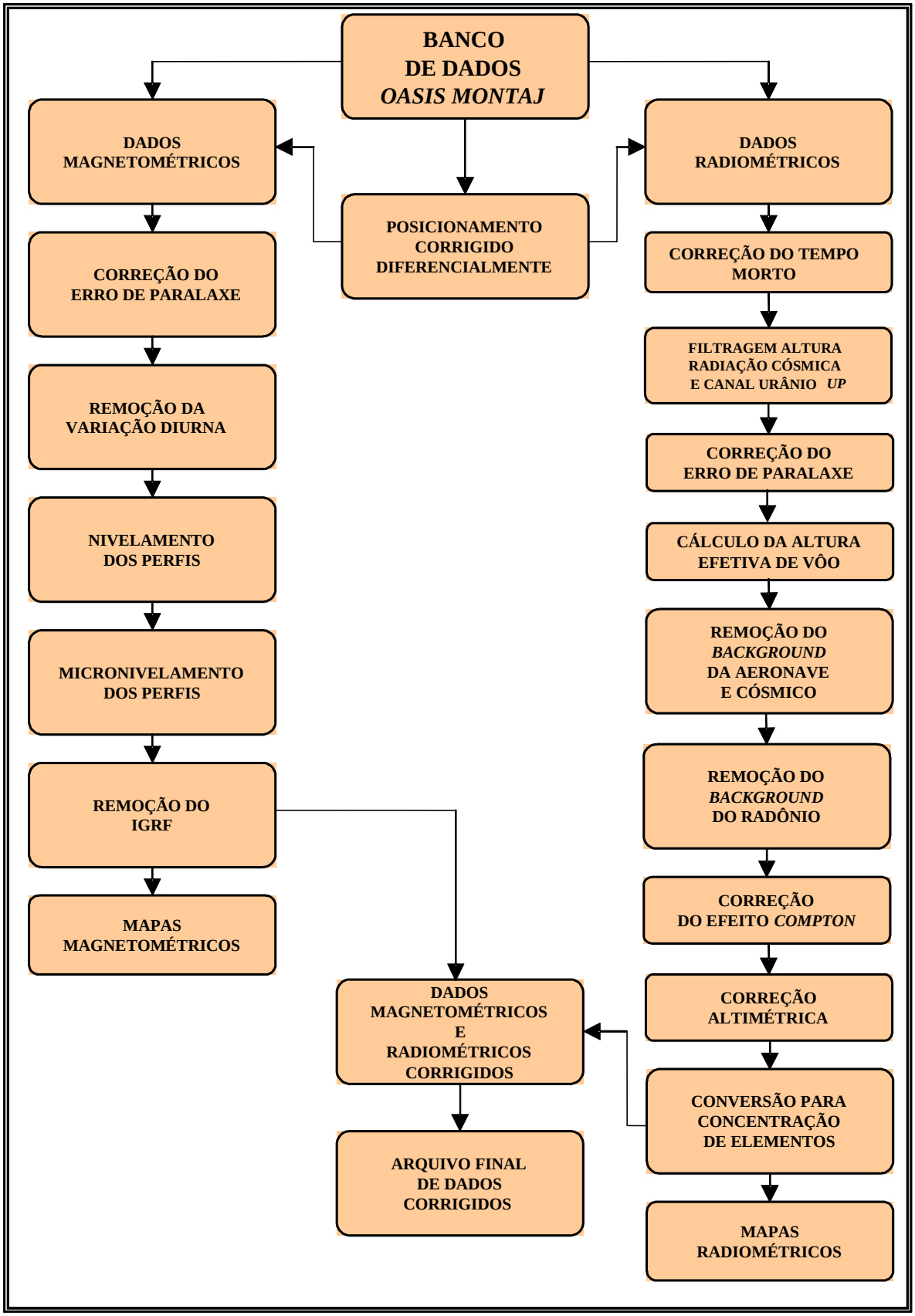


Figura 13 – Fluxograma do Processamento de Dados.

4. CRONOGRAMA GERAL DAS OPERAÇÕES

O levantamento do Projeto Aerogeofísico Rondonópolis-Dom Aquino foi executado no período de 27 de setembro de 2011 a 14 de fevereiro de 2012. O processamento dos dados e elaboração do Relatório Final tiveram início após o término da fase de aquisição e foram concluídos em 15/04/2012.

Todas as aeronaves estavam com suas calibrações atualizadas, não necessitando portanto, executar os processos de *Dynamic Calibration Range* durante o transcorrer do projeto.

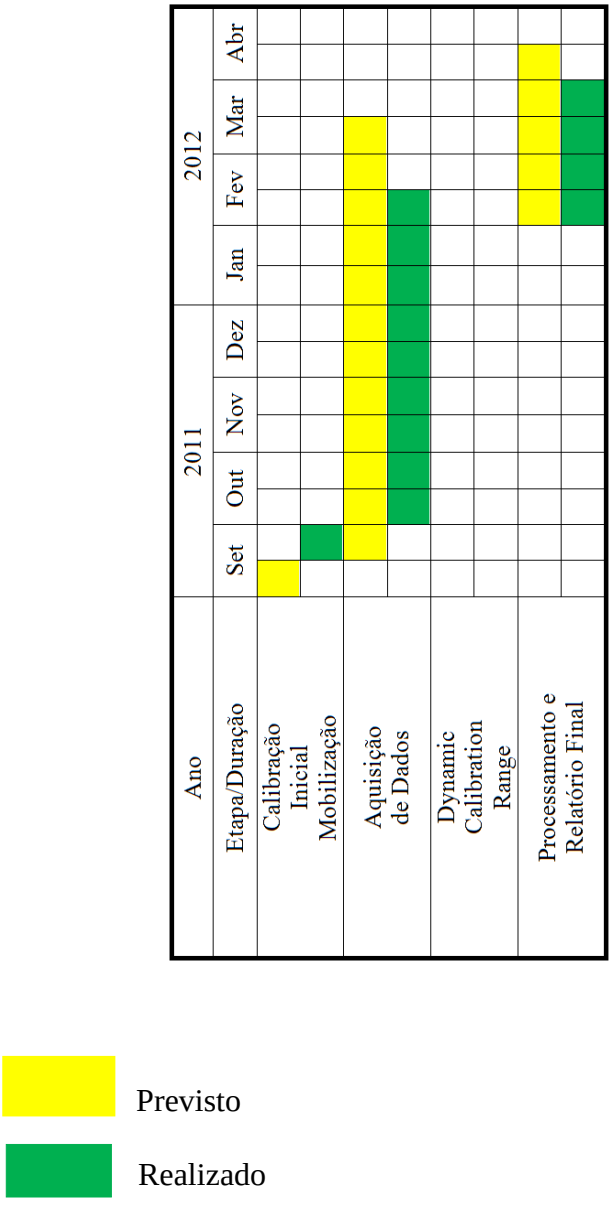


Figura 14 – Cronograma Geral das Operações – Lasa.

5. PRODUTOS FINAIS

Os produtos finais relativos ao Projeto Aerogeofísico Rondonópolis-Dom Aquino estão sendo apresentados, na forma de mapas, nas escalas 1:100.000, 1:250.000 e 1:500.000, que seguem em anexo ao presente relatório. Os resultados na forma de mapas são acompanhados dos arquivos digitais finais do levantamento, gravados em DVD-ROM, no formato *GEOSOFT*.

Os mapas foram elaborados de acordo com as especificações do Manual Técnico do DNPM (1985). As informações geofísicas estão superpostas à rede de projeção UTM, traçada com retículas de 8 cm (8 km em 1:100.000, 20 km em 1:250.000 e 40 km em 1:500.000), à rede geográfica, indicada por cruzetas dispostas a cada 10, 15 e 30 minutos, respectivamente, para as escalas 1:100.000, 1:250.000 e 1:500.000, e às informações planimétricas, obtidas dos arquivos digitais das folhas ao milionésimo SD.21 e SE.21 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.

Os produtos finais com informações cartesianas que compõe o Projeto Aerogeofísico Rondonópolis-Dom Aquino (Banco de Dados, Mapas e Grids) encontram-se referenciados ao Datum WGS-84 com as coordenadas métricas projetadas em UTM zona 21S (Meridiano Central 57º W).

A Figura 15 e a Figura 16 ilustram a articulação das folhas relativas aos mapas apresentados nas escalas 1:100.000 e 1:250.000, respectivamente.

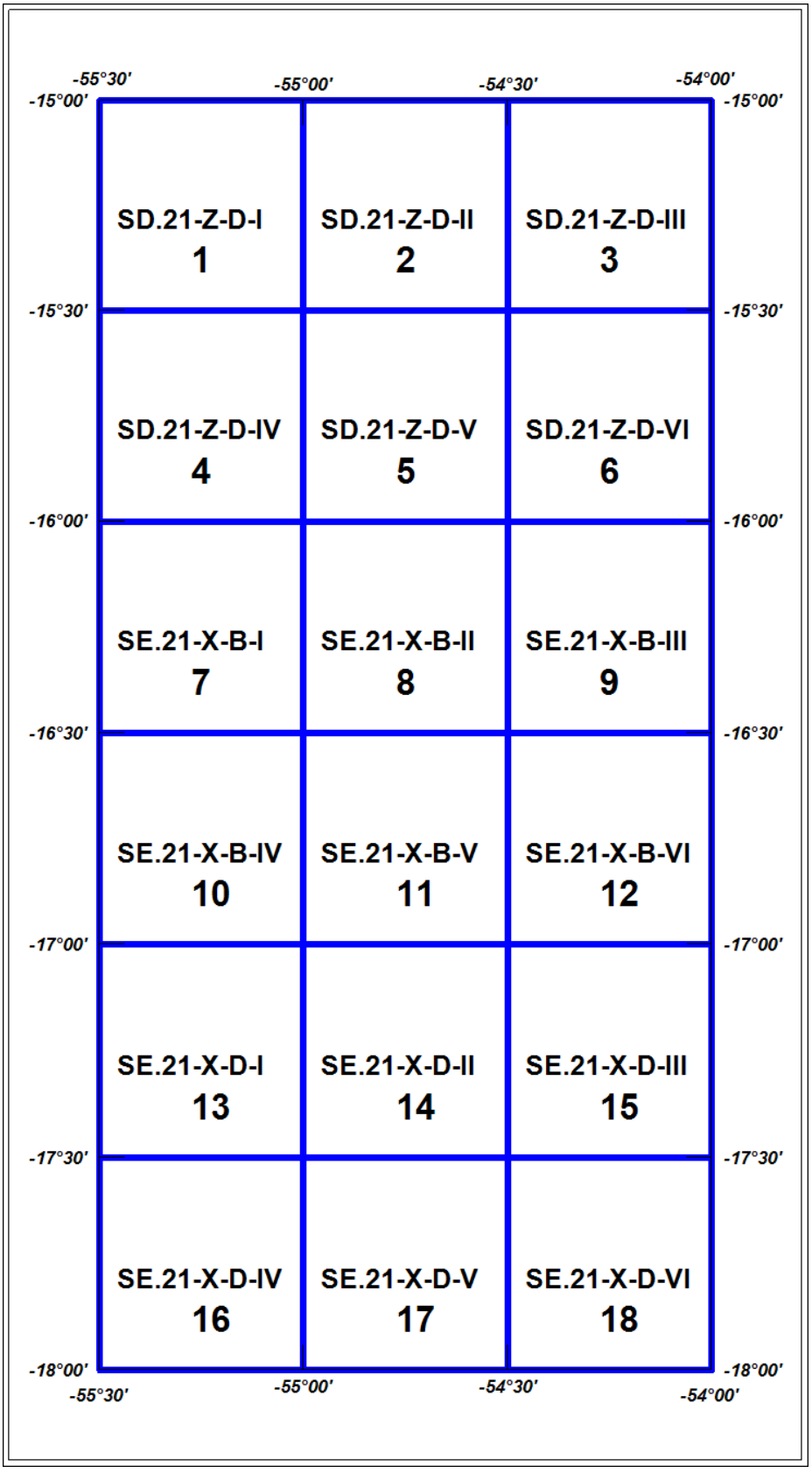


Figura 15 – Articulação das Folhas na Escala 1:100.000.

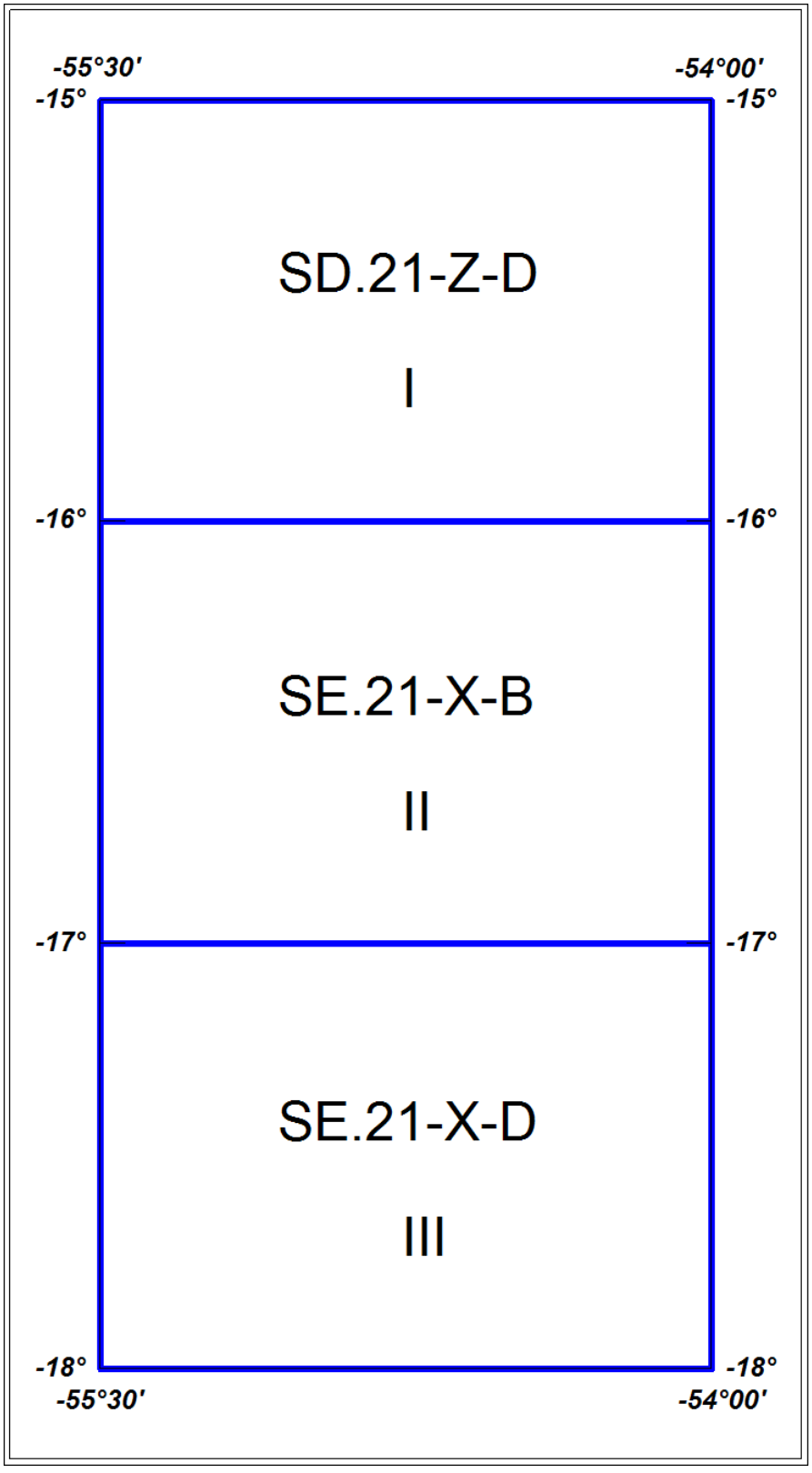


Figura 16 – Articulação das Folhas na Escala 1:250.000.

A Tabela 28 apresenta os diversos tipos de mapas apresentados e suas características:

Tabela 28 – Características da Apresentação dos Mapas Aerogeofísicos.

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

As especificações dos intervalos de contorno utilizados constam da Tabela 29 a seguir:

Tabela 29 – Características dos Intervalos de Contorno dos Mapas Aerogeofísicos.

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

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

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

Na escala 1:500.000, os mapas magnetométricos foram elaborados na forma de pseudo-iluminação projetada perpendicularmente às estruturas principais definidas pela magnetometria. Foram adotados os ângulos de 45º para azimute e de 45º para inclinação da fonte de iluminação aplicada.

A título de ilustração, as imagens magnetométricas do Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF) e do Sinal Analítico estão sendo apresentados na Figura 17 e na Figura 18 respectivamente, com escala reduzida para tamanho A-4.

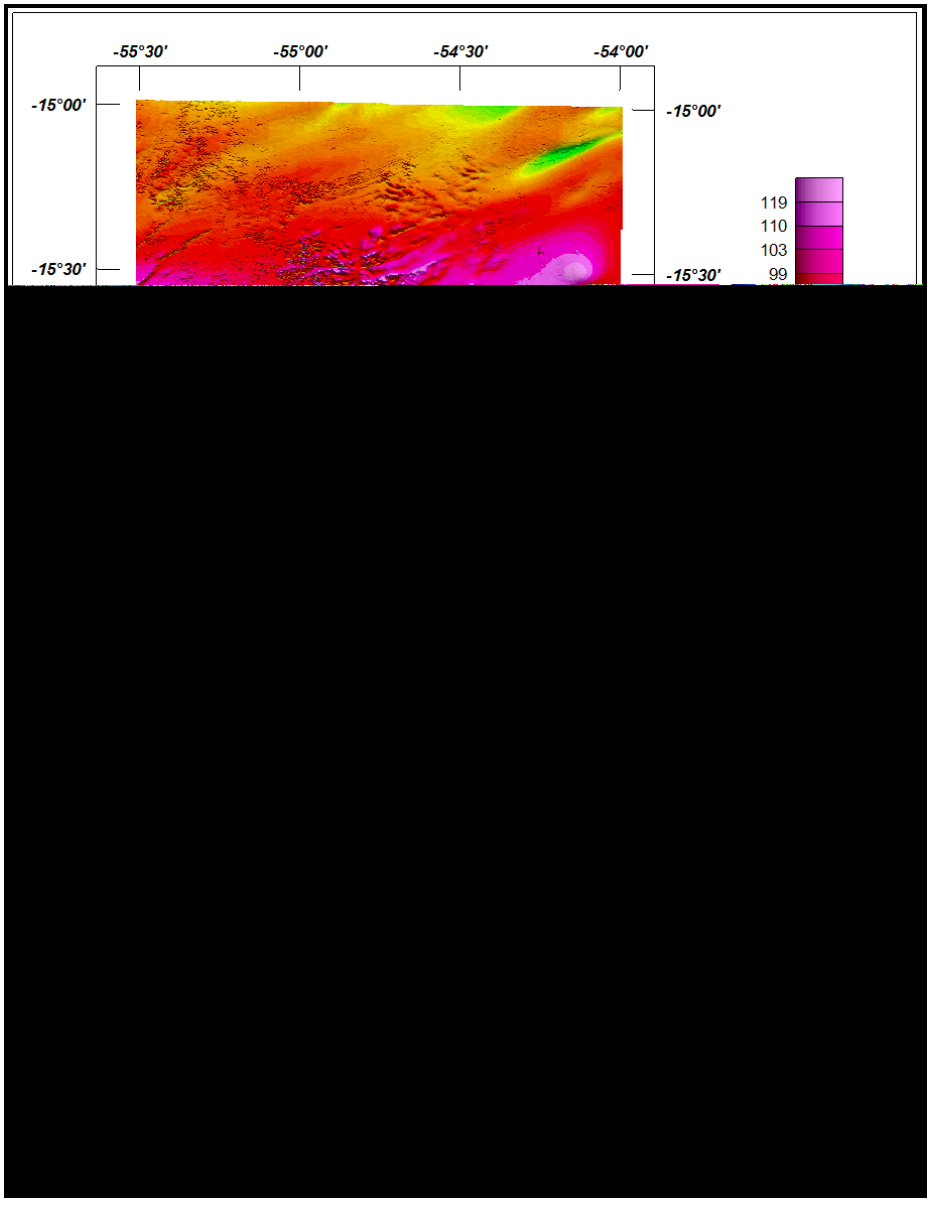


Figura 17 – Mapa Pseudo-Iluminado do Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF) (Azimute da Fonte Luminosa: 45º; Inclinação: 45º)

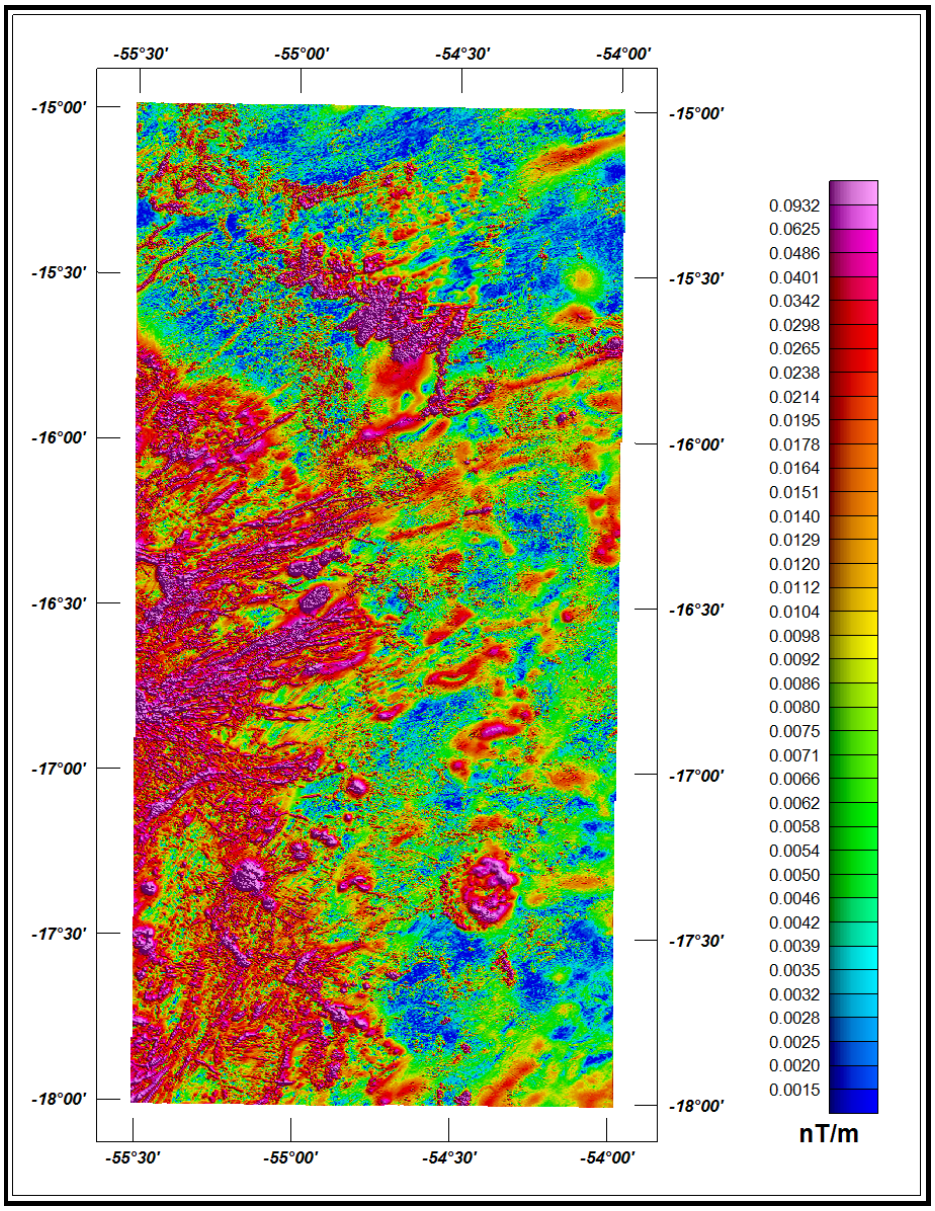


Figura 18 – Mapa do Sinal Analítico do Campo Magnético Total (reduzido do IGRF).
(Azimute da Fonte Luminosa: 45º; Inclinação: 45º)

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

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

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

O mapa do canal radiométrico de Contagem Total, foi elaborado em escala reduzida para tamanho A-4, sendo apresentado na Figura 19.

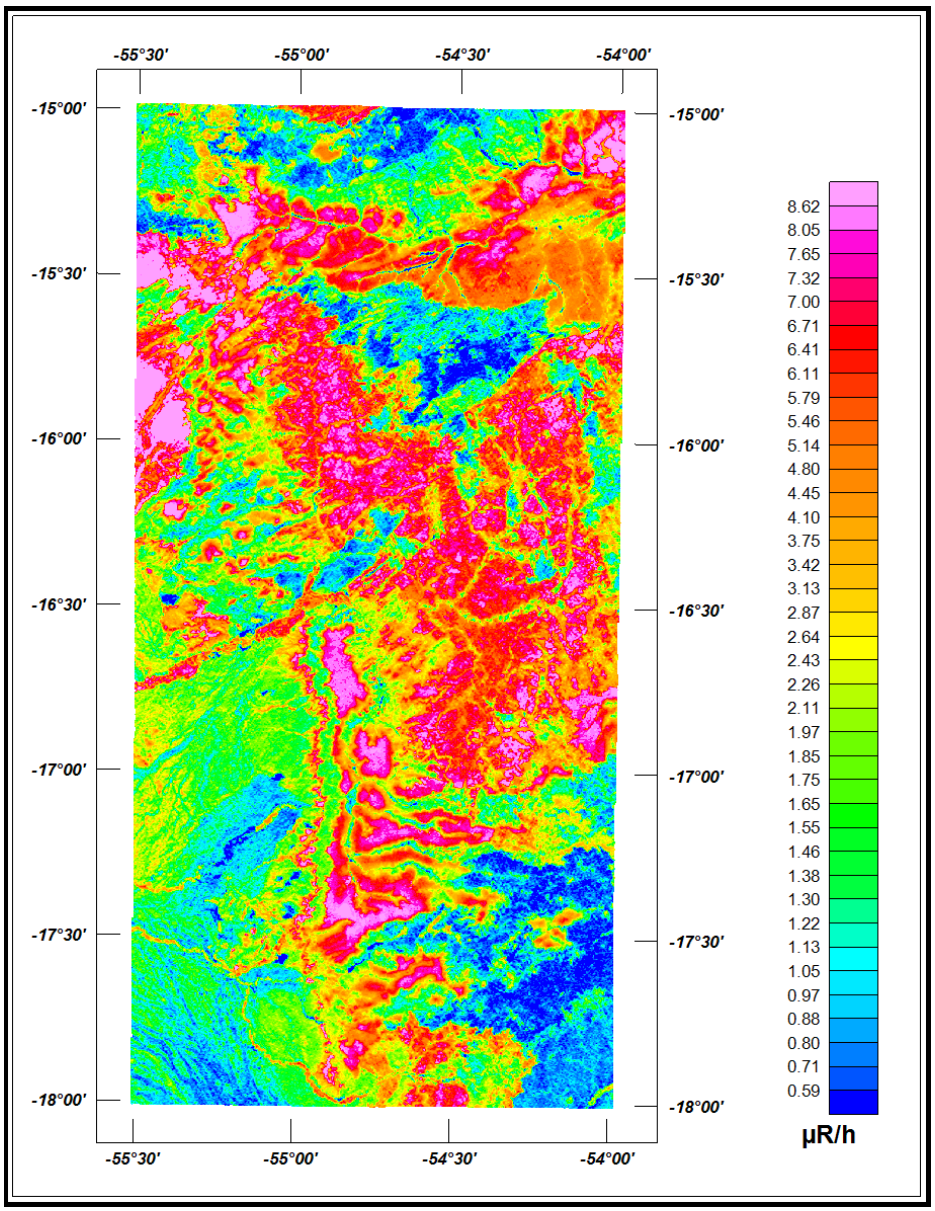


Figura 19 – Mapa Radiométrico da Taxa de Exposição do Canal de Contagem Total.

5.3 MAPA RADIOMÉTRICO TERNÁRIO

Mapa elaborado apenas na escala 1:500.000 (folha única), expressa a razão entre os três canais radiométricos (K, U e Th), cujas variações são indicadas por diferentes matizes de cores. As tonalidades variam entre o vermelho (100% K), azul (100% eU) e verde (100% eTh). A cor branca representa a presença dos três elementos (K, U e Th) e a cor preta ausência dos três citados elementos.

O mapa radiométrico ternário, elaborado em escala reduzida para tamanho A-4, está sendo apresentado na Figura 20.

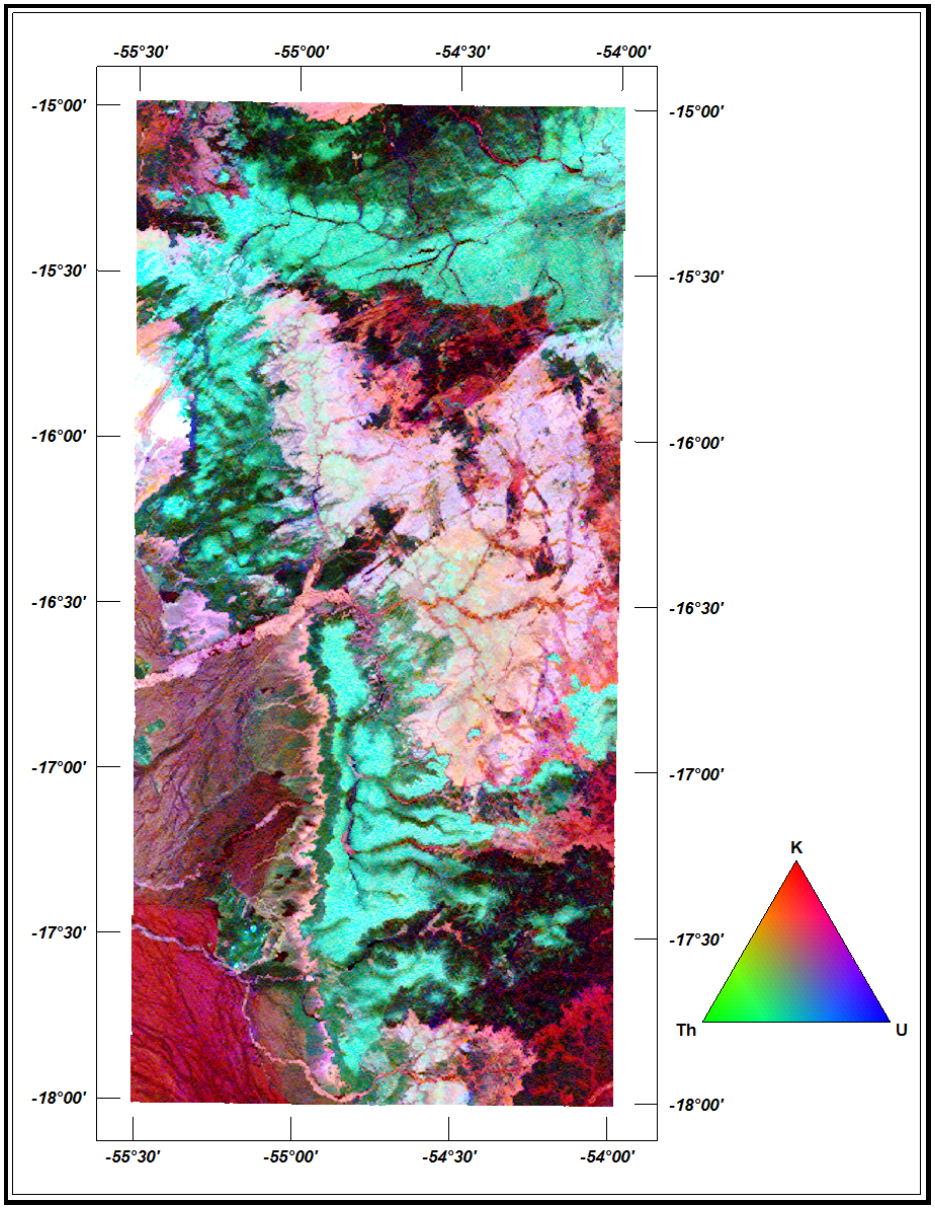


Figura 20 – Mapa Radiométrico Ternário (K-U-Th) – (*CMY Invertido*).

5.4 MAPAS DAS RAZÕES RADIOMÉTRICAS EU/ETH, EU/K E ETH/K

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

O mapa radiométrico da razão Tório/Potássio foi elaborado em escala reduzida para tamanho A-4, estão sendo apresentados na Figura 21.

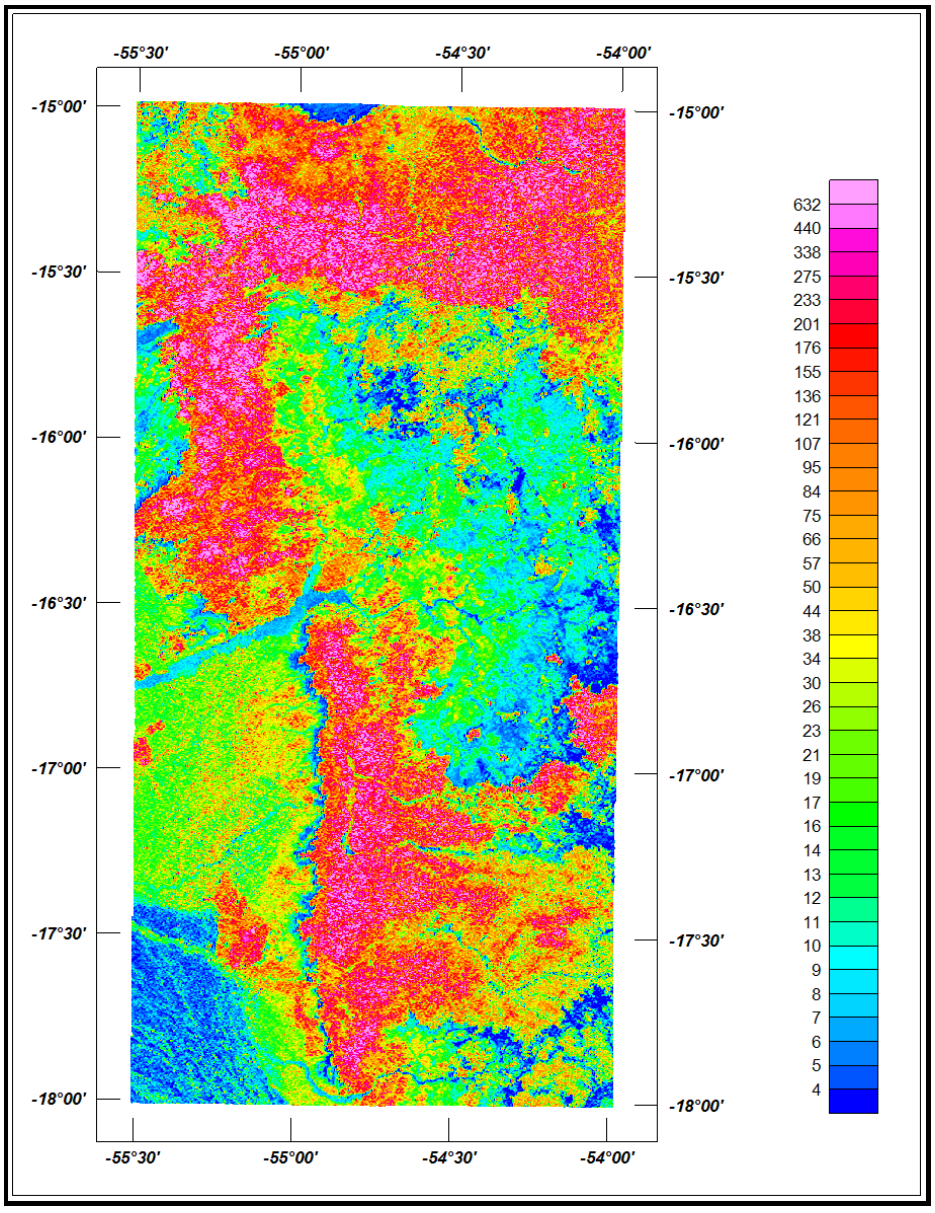


Figura 21 – Mapa Radiométrico da Razão Tório/Potássio.

5.5 MAPA DE PSEUDO-ILUMINAÇÃO DO MODELO DIGITAL DO TERRENO

Este mapa, obtido através da subtração dos canais de Altura GPS e Radar Altímetro, está sendo apresentado na escala de 1:500.000 em cores e pseudo-iluminado, com inclinação da fonte de luz de 45º e direção da mesma em 45º, 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 22.

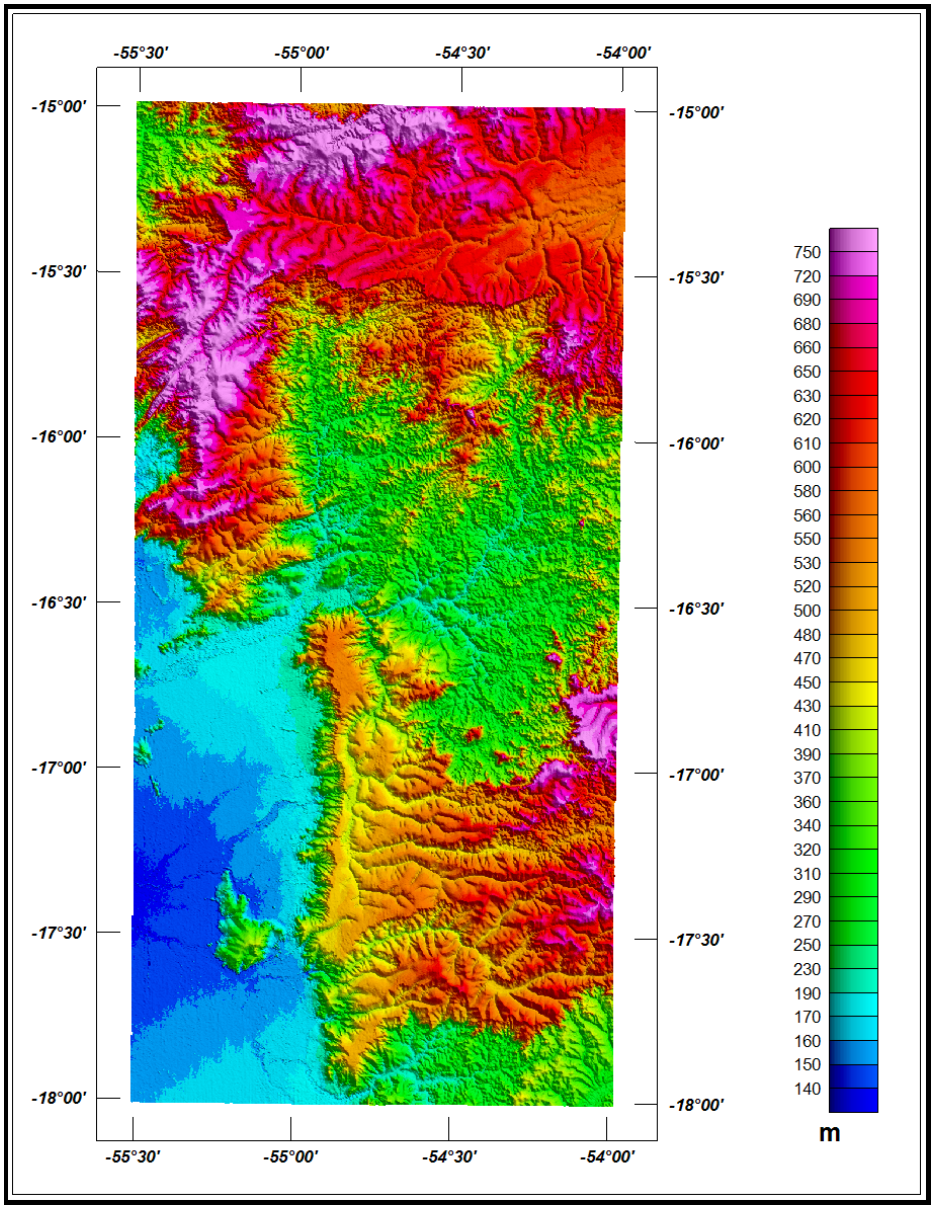


Figura 22 – Mapa Pseudo-Iluminado do Modelo Digital do Terreno.

(Azimute da Fonte Luminosa: 45º; Inclinação: 45º)

5.6 MAPA DE TRAÇO DE LINHAS DE VOO

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

5.7 RELATÓRIO FINAL

O relatório final está sendo apresentado em 15 volumes (Volume I - Texto Técnico e demais como Anexos), em 3 (três) vias, contendo a descrição das operações conduzidas no Projeto Aerogeofísico Rondonópolis-Dom Aquino 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 22 ("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 Luiz Paulo Pousa de Moura e do geólogo Alexandre Lisboa Lago da CPRM – Serviço Geológico do Brasil.

5.8 ARQUIVOS DIGITAIS FINAIS

Os dados obtidos no processamento de dados estão sendo apresentados em 4 (quatro) DVD-ROMs em 3 (três) cópias. A descrição do conteúdo das informações gravadas nos DVD-ROMs está sendo apresentada no Anexo IV. A descrição detalhada do formato dos arquivos XYZ e do padrão da CPRM (cruzamentos) é apresentada no Anexo V.

Os dados digitais dos bancos de dados magnetométrico e gamaespectrométrico da *GEOSOFT* (GDB) são apresentados, respectivamente, na Tabela 30, Tabela 31 e Tabela 32.

Os arquivos de malha (*grids*), os bancos de dados, bem como os arquivos XYZ e cruzamentos estão sendo apresentados com as coordenadas métricas referenciada a zona UTM 21S (meridiano central 57º WGr). Maiores informações estão expostas no arquivo Leiame.PDF presente em cada mídia DVD, bem como no Anexo IV.

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

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

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

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

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

Tabela 30 – Banco de Dados *Geosoft* (GDB) – Magnetometria.

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

Tabela 31 – Banco de Dados *Geosoft* (GDB) – Gamaespectrometria.

Campo	**Descrição**	**Unidade**
X	Coordenada UTM Leste	m
Y	Coordenada UTM Norte	m
FIDUCIAL	Fiducial	-
GPSALT	Altitude GPS	m
BARO	Altitude Barométrica	m
ALTURA	Altura do Voo (Radar Altímetro)	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 *UP*	cps
LIVE_TIME	Tempo de Amostragem	ms
COSMICO	Radiação Cósmica	cps
TEMP	Temperatura	graus Celsius
CTCOR	Contagem Total Corrigido	cps
KCOR	Potássio Corrigido	cps
UCOR	Urânio Corrigido	cps
THCOR	Tório Corrigido	cps
CTEXP	Taxa de Exposição da Contagem Total	µR/h
KPERC	Potássio em porcentagem	%
eU	Urânio em ppm	ppm
eTH	Tório em ppm	ppm
THKRAZAO	Razão entre Tório e Potássio	-
UKRAZAO	Razão entre Urânio e Potássio	-
UTHRAZAO	Razão entre Urânio e Tório	-
LONGITUDE	Longitude	graus decimais
LATITUDE	Latitude	graus decimais
DATA	Data	ano/mês/dia
HORA	Hora	hh:mm:ss

Tabela 32 – Banco de Dados *Geosoft* (GDB) – Gamaespectrometria 256 Canais.

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

Tabela 33 – Arquivo de Cruzamentos XYZ – Magnetometria.

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

5.9 ARQUIVOS DE POLIGONAIS

Estão sendo entregues também, no formato *Geosoft PLY*, os arquivos correspondentes ao corte das folhas 1:100.000 e 1:250.000. Esses arquivos contemplam os pares cartesianos (X e Y) que definem o polígono relativo ao corte padrão das folhas IBGE. A sintaxe dos arquivos compreende sua codificação, seguida da extensão “ply”. A Tabela 34 apresenta a relação destes arquivos.

Tabela 34 – Folhas Cartográficas.

Arquivo	Conteúdo
SD21ZD1.PLY	Polígono referente a folha SD.21-Z-D-I
SD21ZD2.PLY	Polígono referente a folha SD.21-Z-D-II
SD21ZD3.PLY	Polígono referente a folha SD.21-Z-D-III
SD21ZD4.PLY	Polígono referente a folha SD.21-Z-D-IV
SD21ZD5.PLY	Polígono referente a folha SD.21-Z-D-V
SD21ZD6.PLY	Polígono referente a folha SD.21-Z-D-VI
SE21XB1.PLY	Polígono referente a folha SE.21-X-B-I
SE21XB2.PLY	Polígono referente a folha SE.21-X-B-II
SE21XB3.PLY	Polígono referente a folha SE.21-X-B-III
SE21XB4.PLY	Polígono referente a folha SE.21-X-B-IV
SE21XB5.PLY	Polígono referente a folha SE.21-X-B-V
SE21XB6.PLY	Polígono referente a folha SE.21-X-B-VI
SE21XD1.PLY	Polígono referente a folha SE.21-X-D-I
SE21XD2.PLY	Polígono referente a folha SE.21-X-D-II
SE21XD3.PLY	Polígono referente a folha SE.21-X-D-III
SE21XD4.PLY	Polígono referente a folha SE.21-X-D-IV
SE21XD5.PLY	Polígono referente a folha SE.21-X-D-V
SE21XD6.PLY	Polígono referente a folha SE.21-X-D-VI
SD21ZD.PLY	Polígono referente a folha SD.21-Z-D
SE21XB.PLY	Polígono referente a folha SE.21-X-B
SE21XD.PLY	Polígono referente a folha SE.21-X-D

5.10 PRODUTOS ORIGINAIS

Os originais obtidos no levantamento, tais como fitas de vídeo e fitas originais, contendo dados brutos e os registros analógicos permanecerão sob a guarda e conservação da Lasa Prospecções S/A, conforme determina a Portaria Nº 637-SC-6/FA-61, do EMFA, de 05.03.1998.

6. PARTICIPAÇÃO DA CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL

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

Alexandre Lisboa Lago	Geólogo	DIGEOF/ERJ
Ludwig Zellner	Assistente Especializado	DIGEOF/ERJ
Luiz Gustavo Rodrigues Pinto	Geofísico	SUREG/SP

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

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

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

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

IAEA. - 1991 - Airborne gamma ray spectrometer surveying. International Atomic Energy Agency. Technical Reports Series No. 323. Vienna, Austria.

IAEA. - 2003 – Guidelines for radioelement mapping using gamma ray spectrometry data. International Atomic Energy Agency. TECDOC-1363. Vienna, Austria.

ANEXO I - RESUMO DO PROCESSO DE CALIBRAÇÃO DO GAMAESPECTRÔMETRO

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

Aeronave: PR-FAS
Data da Calibração: 02/06/11

Foto tirada no dia 02/06/2011 no hangar em Jacarepaguá mostrando a resolução dos cristais do sistema Exploranium GR820 da aeronave PR-FAS

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

Spectrometer Calibration Sheet

Flight___PAD Job_____ Date 02/06/2011
Base___RJ_____ Client_____ Area _____
Aircraft _PR-FAS__ Pilot_____ Operator: Carlos Alberto

	GR-820	BOX A	BOX B	BOX D
S/N	8262	2661	2662	
CAL				
ADC	128			

ROI	ELEMENT	CHANNEL	STAB
1	TOTAL COUNT	34-233	---
2	POTASSIUM	115-131	122
3	URANIUM	139-155	147
4	THORIUM	202-233	218
8	URANIUM UP	139-155	---

BOX A			BOX B			BOX D		
XTAL	FWHM	GAIN	XTAL	FWHM	GAIN	XTAL	FWHM	GAIN
A1	5.3	117	B1	5.5	130	D3 UP	9.6	114
A2	4.7	121	B2	5.8	129	D4 UP	10.7	118
A3	4.9	129	B3	5.3	119			
A4	5.1	111	B4	4.3	100			

TOTAL	DOWN	UP
CANAL	218.0	54.9
FWHM	5.1	10.3

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

Spec219309200.msd

SAMPLE TEST			INITIAL		
LINE	SAMPLE	FID INITIAL	TIME INITIAL	FID FINAL	TIME FINAL
11	TH	1165	12:12	1285	12:14
12	U	1394	12:16	1514	12:18
13	BG	1677	12:20	1798	12:22

Spec219309202.msd

SAMPLE TEST			FINAL		
LINE	SAMPLE	FID INITIAL	TIME INITIAL	FID FINAL	TIME FINAL
21	TH	74	15:50	194	15:52
22	U	298	15:53	418	15:55
23	BG	502	15:57	622	15:59

Aeronave: PR-LDS
Data da Calibração:16/10/10

Foto tirada no dia 16/10/2010 no hangar em Jacarepaguá mostrando a resolução dos cristais do sistema Exploranium GR820 da aeronave PR-LDS

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

FUGRO

Flight Log – Magnetometry & Spectrometry

Flight _____ Job _____ Date: 16.10.2010
Base: Rio de Janeiro Client _____ Area : Hangar
Aircraft: PR-LDS Pilot _____ Operator : Carlos e Almir

	GR-820	BOX A	BOX B	BOX D
S/N	8234	2653	0650	0735
CAL				
ADC	133			

ROI	ELEMENT	CHANNEL	STAB
1	TOTAL COUNT	34-233	---
2	POTASSIUM	115-131	122
3	URANIUM	139-155	147
4	THORIUM	202-233	218
8	URANIUM UP	139-155	---

AMPLIFIER A			AMPLIFIER B			AMPLIFIER D		
XTAL	FWHM (%)	GAIN	XTAL	FWHM (%)	GAIN	XTAL	FWHM (%)	GAIN
A1	5.7	107	B1	5.7	116	D1 Up	9.6	121
A2	6.2	101	B2	5.4	115	D2 Up	8.0	111
A3	5.4	108	B3	5.6	118	D3 Down	4.8	135
A4	5.3	114	B4	5.4	115	D4 Down	4.9	107

TOTAL	DOWN	UP
CANAL	218.0	55.0
FWHM (%)	5.6	8.6

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

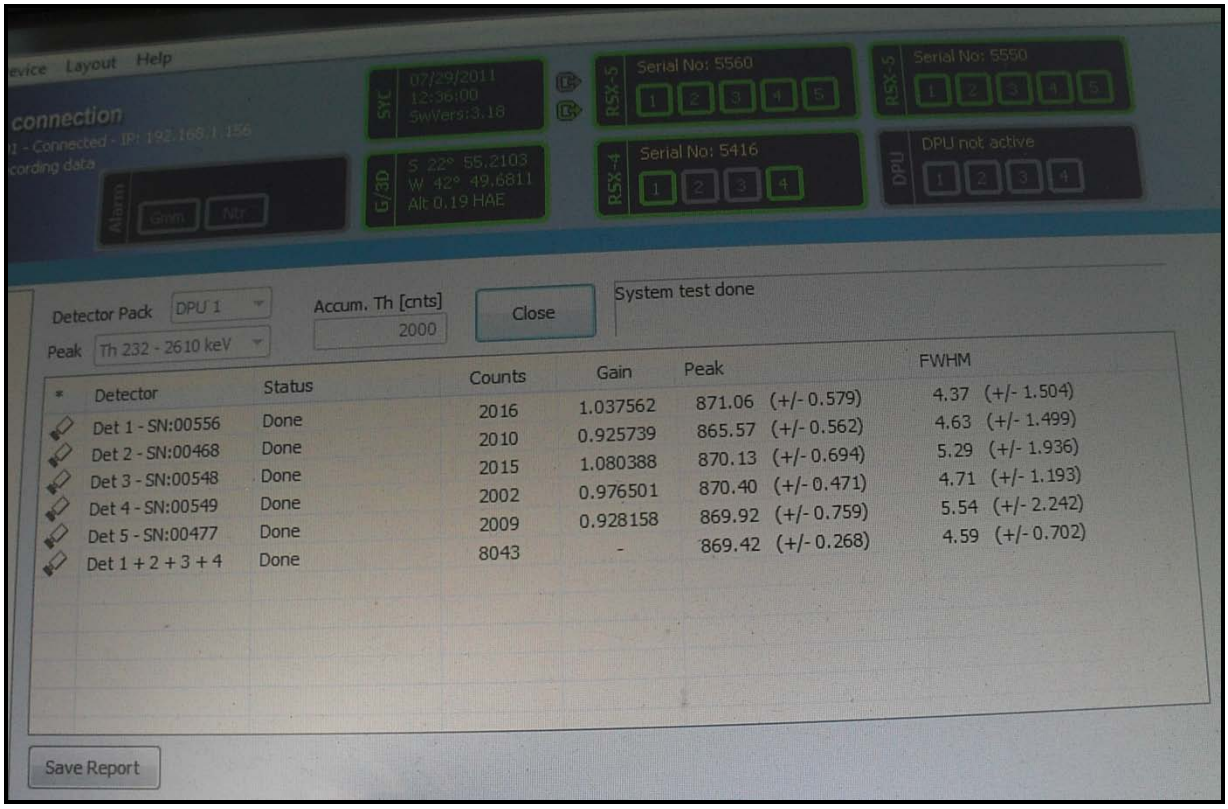
SPEC00031.MSD

SAMPLE TEST			I N I T I A L		
LINE	SAMPLE	FID INITIAL	TIME INITIAL	FID FINAL	TIME FINAL
11	TH	3797	13:08	3917	13:10
12	U	3987	13:11	4107	13:13
13	BG	4174	13:14	4294	13:16

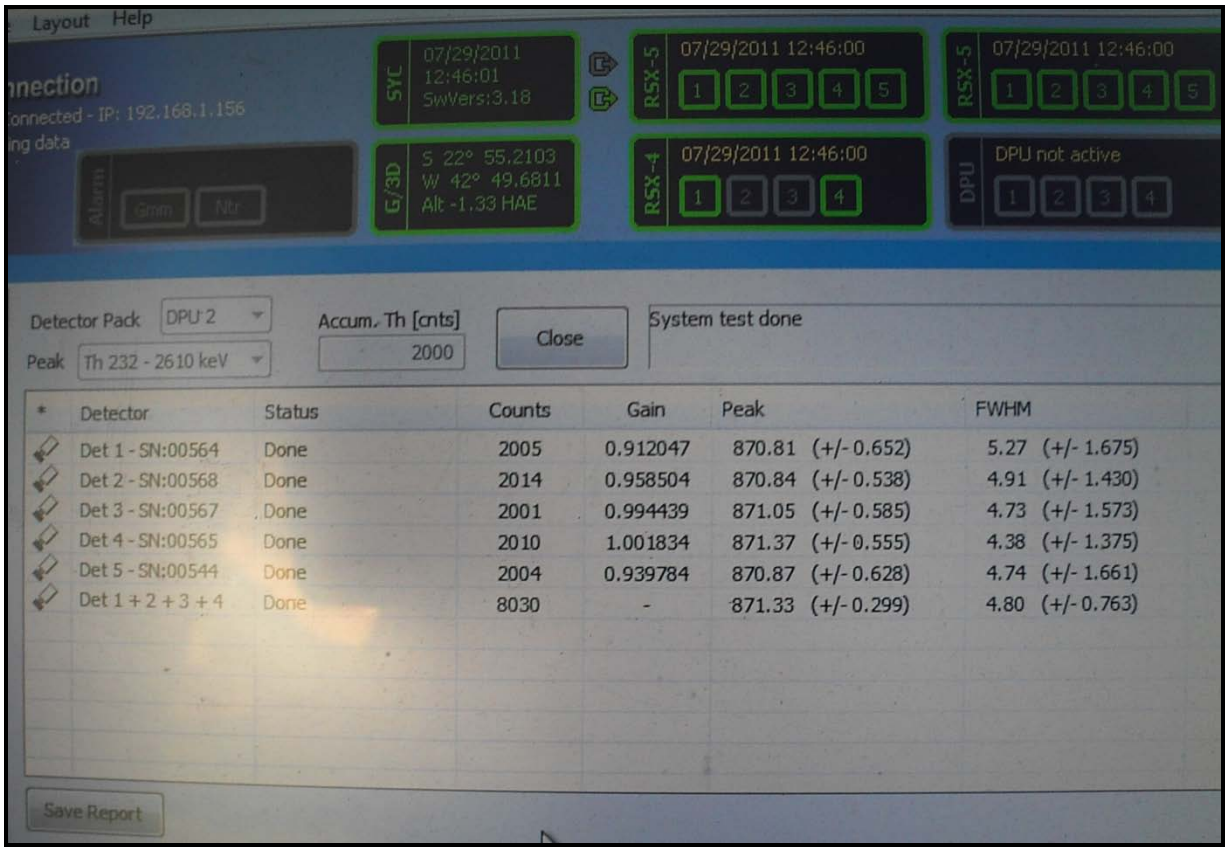
SPEC032.MSD

SAMPLE TEST			F I N A L		
LINE	SAMPLE	FID INITIAL	TIME INITIAL	FID FINAL	TIME FINAL
21	TH	21600	19:17	21720	19:19
22	U	21814	19:21	21934	19:23
23	BG	22029	19:24	22149	19:26

Aeronave: PR-PRS
Data da Calibração:29/07/11

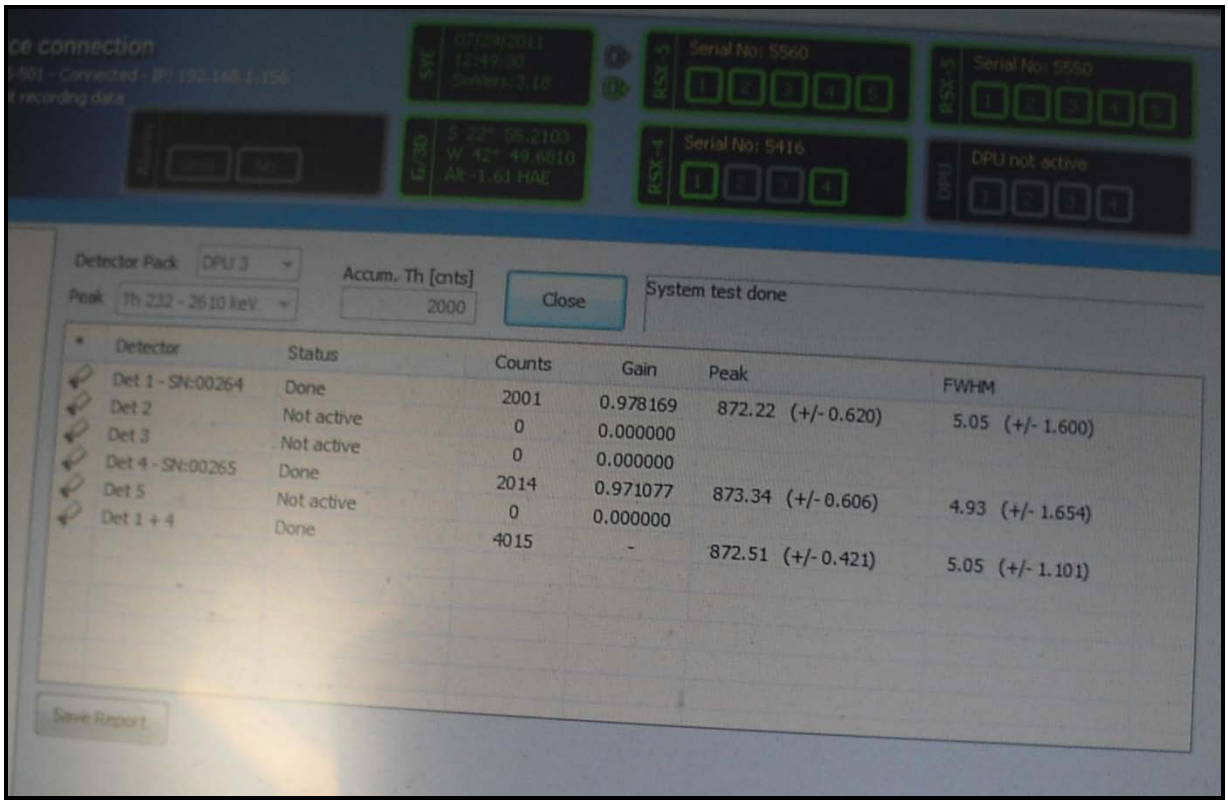


Arquivo (formato *.jpg) gravado no dia 29/07/2011 no hangar em Maricá-RJ mostrando a resolução dos cristais do sistema RadiationSolutions RS-500 da aeronave PR-PRS (Caixa A).



*	Detector	Status	Counts	Gain	Peak	FWHM
	Det 1 - SN:00564	Done	2005	0.912047	870.81 (+/- 0.652)	5.27 (+/- 1.675)
	Det 2 - SN:00568	Done	2014	0.958504	870.84 (+/- 0.538)	4.91 (+/- 1.430)
	Det 3 - SN:00567	Done	2001	0.994439	871.05 (+/- 0.585)	4.73 (+/- 1.573)
	Det 4 - SN:00565	Done	2010	1.001834	871.37 (+/- 0.555)	4.38 (+/- 1.375)
	Det 5 - SN:00544	Done	2004	0.939784	870.87 (+/- 0.628)	4.74 (+/- 1.661)
	Det 1 + 2 + 3 + 4	Done	8030	-	871.33 (+/- 0.299)	4.80 (+/- 0.763)

Arquivo (formato *.jpg) gravado no dia 29/07/2011 no hangar em Maricá-RJ mostrando a resolução dos cristais do sistema RadiationSolutions RS-500 da aeronave PR-PRS (Caixa B).



*	Detector	Status	Counts	Gain	Peak	FWHM
	Det 1 - SN:00264	Done	2001	0.978169	872.22 (+/- 0.620)	5.05 (+/- 1.600)
	Det 2	Not active	0	0.000000		
	Det 3	Not active	0	0.000000		
	Det 4 - SN:00265	Done	2014	0.971077	873.34 (+/- 0.606)	4.93 (+/- 1.654)
	Det 5	Not active	0	0.000000		
	Det 1 + 4	Done	4015	-	872.51 (+/- 0.421)	5.05 (+/- 1.101)

Arquivo (formato *.jpg) gravado no dia 29/07/2011 no hangar em Maricá-RJ mostrando a resolução dos cristais do sistema RadiationSolutions RS-500 da aeronave PR-PRS (Caixa C).

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

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

Aeronave: PR-FAS
Data da Calibração: 21/05/10

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

Aeronave PR-FAS

Planilha contendo o Resumo das Contagens de Cada Elemento Aeronave Cesnna Caravan C208B - PR-FAS Obs.: Os valores abaixo foram corrigidos do *live time*					
Pacote de Cristais A (1.024 pol³)			**Elementos (cps)**		
Num. Linha	**Tanque**	**Tempo (s)**	**K (média)**	**U (média)**	**Th (média)**
BG1	*Background*	1	348,010	76,090	161,274
TH1	Tório	1	395,926	108,638	284,001
U1	Urânio	1	410,176	163,720	167,365
K1	Potássio	1	492,280	75,893	160,945
Pacote de Cristais B (1.024 pol³)			**Elementos (cps)**		
Num. Linha	**Tanque**	**Tempo (s)**	**K (média)**	**U (média)**	**Th (media)**
BG2	*Background*	1	341,253	65,872	139,400
TH2	Tório	1	399,568	100,387	277,729
U2	Urânio	1	411,006	163,713	148,287
K2	Potássio	1	504,998	64,539	138,059

Planilha contendo o Resumo das Contagens de Cada Elemento **Aeronave Cesnna Caravan C208B - PR-FAS** Obs.: Os valores abaixo foram corrigidos do *live time*				
Pacote de Cristais A (1.024 pol³)		**Elementos (Acumulado)**		
Tanque	**Tempo (s)**	**K**	**U**	**Th**
Background	600	208806	45654	96764
Tório	600	237556	65183	170401
Urânio	600	246106	98232	100419
Potássio	600	295368	45536	96567
Pacote de Cristais B (1.024 pol³)		**Elementos (Acumulado)**		
Tanque	**Tempo (s)**	**K**	**U**	**Th**
Background	600	204752	39523	83640
Tório	600	239741	60232	166637
Urânio	600	246604	98228	88972
Potássio	600	302999	38723	82835
Pacotes de Cristais A+B (2.048 pol³)		**Elementos (Acumulado)**		
Tanque	**Tempo (s)**	**K**	**U**	**Th**
Background	600	413557	85177	180404
Tório	600	477296	125415	337038
Urânio	600	492709	196460	189391
Potássio	600	598367	84259	179402

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

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

PROGRAM PADWIN

Concentrations of Transportable Pads

NUMBER OF PADS = 4

PAD CONCENTRATIONS:

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

GEOMETRIC CORRECTION FACTORS:

POTASSIUM	URANIUM	THORIUM
1.17	1.17	1.19

Aeronave PR-FAS Caixa A - 02/06/2011

WINDOW COUNTS:

	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS
B Pad	600.0	208806.	45654.	96764.
K Pad	600.0	295368.	45536.	96567.
U Pad	600.0	246106.	98232.	100419.
T Pad	600.0	237556.	65183.	170401.

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

1.994E+01 (2.969E-01)	1.216E+00 (3.308E-02)	3.506E-01 (1.046E-02)
1.684E-01 (7.051E-02)	1.683E+00 (3.466E-02)	2.184E-01 (5.439E-03)
1.545E-01 (1.032E-01)	9.740E-02 (1.471E-02)	9.163E-01 (1.576E-02)

INVERSE A-MATRIX:

5.053E-02 (7.638E-04)	-3.589E-02 (8.071E-04)	-1.078E-02 (4.838E-04)
-4.005E-03 (2.248E-03)	6.054E-01 (1.235E-02)	-1.428E-01 (4.107E-03)
-8.093E-03 (5.722E-03)	-5.830E-02 (8.475E-03)	1.108E+00 (1.878E-02)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:
K SENSITIVITY (A11) = 1.994E+01 (2.969E-01) COUNTS/ M PER PCT K
U SENSITIVITY (A22) = 1.683E+00 (3.466E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 9.163E-01 (1.576E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 2.333E+01 (3.474E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 1.969E+00 (4.055E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 1.090E+00 (1.875E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): .2384 (.0049)

TH INTO K (BETA = A13/A33): .3827 (.0101)

U INTO K (GAMMA = A12/A22): .7227 (.0148)

U INTO TH (A = A32/A22): .0579 (.0087)

K INTO TH (B = A31/A11): .0077 (.0052)

K INTO U (G = A21/A11): .0084 (.0035)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 3.179E+02 (1.048E+00) COUNTS/M

U WINDOW : 7.373E+01 (4.512E-01) COUNTS/M

TH WINDOW : 1.589E+02 (6.582E-01) COUNTS/M

NUMBERS IN PARENTHESES ARE ESTIMATED STANDARD DEVIATIONS

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

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

PROGRAM PADWIN

Concentrations of Transportable Pads

NUMBER OF PADS = 4

PAD CONCENTRATIONS:

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

GEOMETRIC CORRECTION FACTORS:

POTASSIUM	URANIUM	THORIUM
1.17	1.17	1.19

Aeronave PR-FAS Caixa B - 02/06/2011

WINDOW COUNTS:

	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS
B Pad	600.0	204752.	39523.	83640.
K Pad	600.0	302999.	38723.	82835.
U Pad	600.0	246604.	98228.	88972.
T Pad	600.0	239741.	60232.	166637.

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

2.264E+01 (3.257E-01)	1.364E+00 (3.542E-02)	4.276E-01 (1.129E-02)
3.259E-02 (6.556E-02)	1.879E+00 (3.814E-02)	2.301E-01 (5.426E-03)
4.434E-02 (9.649E-02)	1.485E-01 (1.408E-02)	1.032E+00 (1.737E-02)

INVERSE A-MATRIX:

4.423E-02 (6.438E-04)	-3.122E-02 (6.604E-04)	-1.136E-02 (3.947E-04)
-5.439E-04 (1.643E-03)	5.421E-01 (1.092E-02)	-1.206E-01 (3.343E-03)
-1.822E-03 (4.204E-03)	-7.667E-02 (6.494E-03)	9.867E-01 (1.643E-02)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:
K SENSITIVITY (A11) = 2.264E+01 (3.257E-01) COUNTS/ M PER PCT K
U SENSITIVITY (A22) = 1.879E+00 (3.814E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 1.032E+00 (1.737E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 2.649E+01 (3.811E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 2.199E+00 (4.462E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 1.228E+00 (2.067E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): .2230 (.0041)

TH INTO K (BETA = A13/A33): .4143 (.0091)

U INTO K (GAMMA = A12/A22): .7261 (.0134)

U INTO TH (A = A32/A22): .0790 (.0073)

K INTO TH (B = A31/A11): .0020 (.0043)

K INTO U (G = A21/A11): .0014 (.0029)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 3.070E+02 (1.066E+00) COUNTS/M

U WINDOW : 6.348E+01 (4.223E-01) COUNTS/M

TH WINDOW : 1.369E+02 (6.167E-01) COUNTS/M

NUMBERS IN PARENTHESES ARE ESTIMATED STANDARD DEVIATIONS

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

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

PROGRAM PADWIN

Concentrations of Transportable Pads

NUMBER OF PADS = 4

PAD CONCENTRATIONS:

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

GEOMETRIC CORRECTION FACTORS:

POTASSIUM	URANIUM	THORIUM
1.17	1.17	1.19

Aeronave PR-FAS Caixa A+B - 02/06/2011

WINDOW COUNTS:

	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS
B Pad	600.0	413558.	85177.	180404.
K Pad	600.0	598367.	84259.	179402.
U Pad	600.0	492710.	196460.	189391.
T Pad	600.0	477297.	125415.	337038.

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

4.259E+01 (5.776E-01)	2.581E+00 (6.126E-02)	7.782E-01 (1.836E-02)
2.010E-01 (9.741E-02)	3.562E+00 (7.075E-02)	4.485E-01 (9.272E-03)
1.988E-01 (1.439E-01)	2.459E-01 (2.113E-02)	1.948E+00 (3.190E-02)

INVERSE A-MATRIX:

2.359E-02 (3.223E-04)	-1.670E-02 (3.048E-04)	-5.575E-03 (1.717E-04)
-1.044E-03 (6.830E-04)	2.860E-01 (5.647E-03)	-6.543E-02 (1.655E-03)
-2.275E-03 (1.760E-03)	-3.440E-02 (2.726E-03)	5.221E-01 (8.490E-03)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 4.259E+01 (5.776E-01) COUNTS/ M PER PCT K
U SENSITIVITY (A22) = 3.562E+00 (7.075E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 1.948E+00 (3.190E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 4.983E+01 (6.757E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 4.168E+00 (8.278E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 2.319E+00 (3.796E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): .2302 (.0033)

TH INTO K (BETA = A13/A33): .3994 (.0073)

U INTO K (GAMMA = A12/A22): .7245 (.0106)

U INTO TH (A = A32/A22): .0690 (.0058)

K INTO TH (B = A31/A11): .0047 (.0034)

K INTO U (G = A21/A11): .0047 (.0023)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 6.250E+02 (1.630E+00) COUNTS/M

U WINDOW : 1.372E+02 (6.285E-01) COUNTS/M

TH WINDOW : 2.958E+02 (9.199E-01) COUNTS/M

NUMBERS IN PARENTHESES ARE ESTIMATED STANDARD DEVIATIONS

Coeficientes de Espalhamento *Compton*

RESULTADO	
Coeficiente	**Valor Obtido em 02/06/2011**
α	0,2302 ± 0,0033
β	0,3994 ± 0,0073
γ	0,7245 ± 0,0106
a	0,0690 ± 0,0058
b	0,0047 ± 0,0034
g	0,0047 ± 0,0023

Aeronave: PR-LDS
Data da Calibração: 16/10/10

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

Aeronave PR-LDS

Planilha contendo o Resumo das Contagens de Cada Elemento Aeronave Piper Navajo PA 31-350 - PR-LDS Obs.: Os valores abaixo foram corrigidos do *live time*					
Pacote de Cristais A (1.024 pol³)			**Elementos (cps)**		
Num. Linha	**Tanque**	**Tempo (s)**	**K (média)**	**U (média)**	**Th (média)**
BG1	*Background*	1	303,861	57,726	108,885
TH1	Tório	1	384,927	113,533	314,438
U1	Urânio	1	408,931	202,301	117,468
K1	Potássio	1	546,719	56,467	107,900
Pacote de Cristais B (1.024 pol³)			**Elementos (cps)**		
Num. Linha	**Tanque**	**Tempo (s)**	**K (média)**	**U (média)**	**Th (media)**
BG2	*Background*	1	317,880	55,985	102,532
TH2	Tório	1	399,249	111,702	308,773
U2	Urânio	1	424,103	202,819	111,391
K2	Potássio	1	558,751	53,998	99,875
Pacote de Cristais D (512 pol³)			**Elementos (cps)**		
Num. Linha	**Tanque**	**Tempo (s)**	**K (média)**	**U (média)**	**Th (media)**
BG3	*Background*	1	212,553	51,171	96,108
TH3	Tório	1	241,003	70,552	161,310
U3	Urânio	1	246,164	98,067	98,592
K3	Potássio	1	286,425	51,157	95,808

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

Planilha contendo o Resumo das Contagens de Cada Elemento **Aeronave Piper Navajo PA 31-350 - PR-LDS** Obs.: Os valores abaixo foram corrigidos do *live time*				
Pacote de Cristais A (1.024 pol³)		**Elementos (Acumulado)**		
Tanque	**Tempo (s)**	**K**	**U**	**Th**
Background	600	182317	34636	65331
Tório	600	230956	68120	188663
Urânio	600	245359	121381	70481
Potássio	600	328031	33880	64740
Pacote de Cristais B (1.024 pol³)		**Elementos (Acumulado)**		
Tanque	**Tempo (s)**	**K**	**U**	**Th**
Background	600	190728	33591	61519
Tório	600	239549	67021	185264
Urânio	600	254462	121691	66835
Potássio	600	335251	32399	59925
Pacote de Cristais D (512 pol³)		**Elementos (Acumulado)**		
Tanque	**Tempo (s)**	**K**	**U**	**Th**
Background	600	127532	30703	57665
Tório	600	144602	42331	96786
Urânio	600	147698	58840	59155
Potássio	600	171855	30694	57485
Pacotes de Cristais A+B+D (2.560 pol³)		**Elementos (Acumulado)**		
Tanque	**Tempo (s)**	**K**	**U**	**Th**
Background	600	500576	98929	184515
Tório	600	615107	177472	470713
Urânio	600	647519	301912	196471
Potássio	600	835137	96973	182150

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

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

PROGRAM PADWIN

Concentrations of Transportable Pads

NUMBER OF PADS = 4

PAD CONCENTRATIONS:

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

GEOMETRIC CORRECTION FACTORS:

POTASSIUM	URANIUM	THORIUM
1.17	1.17	1.19

Aeronave PR-LDS Caixa A - 16/10/2010

WINDOW COUNTS:

	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS
B Pad	600.0	182317.	34636.	65331.
K Pad	600.0	328031.	33880.	64740.
U Pad	600.0	245359.	121381.	70481.
T Pad	600.0	230956.	68120.	188663.

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

3.357E+01 (4.483E-01)	2.056E+00 (4.716E-02)	5.931E-01 (1.350E-02)
1.529E-01 (6.273E-02)	2.776E+00 (5.500E-02)	3.761E-01 (7.295E-03)
1.964E-01 (8.879E-02)	1.319E-01 (1.315E-02)	1.535E+00 (2.493E-02)

INVERSE A-MATRIX:

2.992E-02 (4.014E-04)	-2.186E-02 (3.790E-04)	-6.205E-03 (1.995E-04)
-1.142E-03 (7.096E-04)	3.653E-01 (7.195E-03)	-8.905E-02 (2.174E-03)
-3.731E-03 (1.737E-03)	-2.858E-02 (2.762E-03)	6.599E-01 (1.068E-02)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 3.357E+01 (4.483E-01) COUNTS/ M PER PCT K
U SENSITIVITY (A22) = 2.776E+00 (5.500E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 1.535E+00 (2.493E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 3.928E+01 (5.245E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 3.248E+00 (6.435E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 1.827E+00 (2.967E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): .2450 (.0030)

TH INTO K (BETA = A13/A33): .3864 (.0065)

U INTO K (GAMMA = A12/A22): .7405 (.0098)

U INTO TH (A = A32/A22): .0475 (.0046)

K INTO TH (B = A31/A11): .0059 (.0026)

K INTO U (G = A21/A11): .0046 (.0019)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 2.532E+02 (1.154E+00) COUNTS/M

U WINDOW : 5.397E+01 (4.078E-01) COUNTS/M

TH WINDOW : 1.050E+02 (5.686E-01) COUNTS/M

NUMBERS IN PARENTHESES ARE ESTIMATED STANDARD DEVIATIONS

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

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

PROGRAM PADWIN

Concentrations of Transportable Pads

NUMBER OF PADS = 4

PAD CONCENTRATIONS:

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

GEOMETRIC CORRECTION FACTORS:

POTASSIUM	URANIUM	THORIUM
1.17	1.17	1.19

Aeronave PR-LDS Caixa B - 16/10/2010

WINDOW COUNTS:

	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS
B Pad	600.0	190728.	33591.	61519.
K Pad	600.0	335251.	32399.	59925.
U Pad	600.0	254462.	121691.	66835.
T Pad	600.0	239549.	67021.	185264.

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

3.330E+01 (4.461E-01)	2.077E+00 (4.767E-02)	5.949E-01 (1.360E-02)
5.691E-02 (6.167E-02)	2.819E+00 (5.581E-02)	3.747E-01 (7.260E-03)
-3.108E-02 (8.616E-02)	1.368E-01 (1.288E-02)	1.540E+00 (2.499E-02)

INVERSE A-MATRIX:

3.006E-02 (4.045E-04)	-2.184E-02 (3.782E-04)	-6.297E-03 (2.011E-04)
-6.955E-04 (6.921E-04)	3.594E-01 (7.073E-03)	-8.718E-02 (2.128E-03)
6.684E-04 (1.699E-03)	-3.236E-02 (2.662E-03)	6.569E-01 (1.062E-02)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 3.330E+01 (4.461E-01) COUNTS/ M PER PCT K
U SENSITIVITY (A22) = 2.819E+00 (5.581E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 1.540E+00 (2.499E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 3.897E+01 (5.220E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 3.299E+00 (6.530E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 1.833E+00 (2.974E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): .2433 (.0029)

TH INTO K (BETA = A13/A33): .3863 (.0066)

U INTO K (GAMMA = A12/A22): .7368 (.0097)

U INTO TH (A = A32/A22): .0485 (.0045)

K INTO TH (B = A31/A11): -.0009 (.0026)

K INTO U (G = A21/A11): .0017 (.0019)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 2.676E+02 (1.166E+00) COUNTS/M

U WINDOW : 5.232E+01 (4.026E-01) COUNTS/M

TH WINDOW : 9.896E+01 (5.540E-01) COUNTS/M

NUMBERS IN PARENTHESES ARE ESTIMATED STANDARD DEVIATIONS

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

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

PROGRAM PADWIN

Concentrations of Transportable Pads

NUMBER OF PADS = 4

PAD CONCENTRATIONS:

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

GEOMETRIC CORRECTION FACTORS:

POTASSIUM	URANIUM	THORIUM
1.17	1.17	1.19

Aeronave PR-LDS Caixa D - 16/10/2010

WINDOW COUNTS:

	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS
B Pad	600.0	127532.	30703.	57665.
K Pad	600.0	171855.	30694.	57485.
U Pad	600.0	147698.	58840.	59155.
T Pad	600.0	144602.	42331.	96786.

1

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

1.022E+01 (1.790E-01)	6.564E-01 (2.154E-02)	2.083E-01 (7.414E-03)
1.055E-01 (5.753E-02)	9.003E-01 (1.984E-02)	1.316E-01 (3.955E-03)
6.362E-02 (7.901E-02)	3.722E-02 (1.112E-02)	4.870E-01 (9.064E-03)

INVERSE A-MATRIX:

9.871E-02 (1.782E-03)	-7.102E-02 (2.055E-03)	-2.304E-02 (1.311E-03)
-9.793E-03 (6.749E-03)	1.130E+00 (2.454E-02)	-3.012E-01 (9.981E-03)
-1.215E-02 (1.605E-02)	-7.710E-02 (2.238E-02)	2.079E+00 (3.760E-02)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 1.022E+01 (1.790E-01) COUNTS/ M PER PCT K
U SENSITIVITY (A22) = 9.003E-01 (1.984E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 4.870E-01 (9.064E-03) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 1.196E+01 (2.095E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 1.053E+00 (2.321E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 5.795E-01 (1.079E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): .2702 (.0074)

TH INTO K (BETA = A13/A33): .4277 (.0143)

U INTO K (GAMMA = A12/A22): .7291 (.0209)

U INTO TH (A = A32/A22): .0413 (.0123)

K INTO TH (B = A31/A11): .0062 (.0077)

K INTO U (G = A21/A11): .0103 (.0056)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 1.970E+02 (7.783E-01) COUNTS/M

U WINDOW : 4.985E+01 (3.670E-01) COUNTS/M

TH WINDOW : 9.488E+01 (5.037E-01) COUNTS/M

NUMBERS IN PARENTHESES ARE ESTIMATED STANDARD DEVIATIONS

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

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

PROGRAM PADWIN

Concentrations of Transportable Pads

NUMBER OF PADS = 4

PAD CONCENTRATIONS:

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

GEOMETRIC CORRECTION FACTORS:

POTASSIUM	URANIUM	THORIUM
1.17	1.17	1.19

Aeronave PR-LDS Caixa A+B+D - 16/10/2010

WINDOW COUNTS:

	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS
B Pad	600.0	500577.	98930.	184515.
K Pad	600.0	835137.	96973.	182150.
U Pad	600.0	647519.	301912.	196471.
T Pad	600.0	615107.	177472.	470713.

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

7.710E+01 (9.940E-01)	4.789E+00 (1.041E-01)	1.396E+00 (2.870E-02)
3.153E-01 (1.094E-01)	6.496E+00 (1.269E-01)	8.823E-01 (1.577E-02)
2.290E-01 (1.569E-01)	3.058E-01 (2.385E-02)	3.562E+00 (5.691E-02)

INVERSE A-MATRIX:

1.302E-02 (1.682E-04)	-9.468E-03 (1.473E-04)	-2.758E-03 (7.321E-05)
-5.243E-04 (2.281E-04)	1.561E-01 (3.033E-03)	-3.847E-02 (8.867E-04)
-7.918E-04 (5.756E-04)	-1.280E-02 (9.318E-04)	2.842E-01 (4.533E-03)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 7.710E+01 (9.940E-01) COUNTS/ M PER PCT K
U SENSITIVITY (A22) = 6.496E+00 (1.269E-01) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 3.562E+00 (5.691E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 9.021E+01 (1.163E+00) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 7.600E+00 (1.484E-01) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 4.239E+00 (6.772E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): .2477 (.0022)

TH INTO K (BETA = A13/A33): .3920 (.0053)

U INTO K (GAMMA = A12/A22): .7373 (.0077)

U INTO TH (A = A32/A22): .0471 (.0036)

K INTO TH (B = A31/A11): .0030 (.0020)

K INTO U (G = A21/A11): .0041 (.0014)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 7.178E+02 (2.233E+00) COUNTS/M

U WINDOW : 1.561E+02 (7.194E-01) COUNTS/M

TH WINDOW : 2.989E+02 (1.008E+00) COUNTS/M

NUMBERS IN PARENTHESES ARE ESTIMATED STANDARD DEVIATIONS

Coeficientes de Espalhamento *Compton*

RESULTADO	
Coeficiente	**Valor Obtido em 16/10/2010**
α	0,2477 ± 0,0022
β	0,3920 ± 0,0053
γ	0,7373 ± 0,0077
a	0,0471 ± 0,0036
b	0,0030 ± 0,0020
g	0,0041 ± 0,0014

Aeronave: PR-PRS
Data da Calibração: 16/10/10

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

Aeronave PR-PRS

Planilha contendo o Resumo das Contagens de Cada Elemento
Aeronave Piper Navajo PA 31-350 - PR-PRS
Obs.: Os valores abaixo foram corrigidos do *live time*

Pacote de cristais A (1.024 pol³)			**Elementos (cps)**		
Num. Linha	**Tanque**	**Tempo (s)**	**K (média)**	**U (média)**	**Th (média)**
BG1	*Background*	600	281,15	48,08	81,06
TH1	Tório	600	381,61	125,13	277,34
U1	Urânio	600	414,48	201,10	116,62
K1	Potássio	600	441,56	40,62	69,88

Pacote de cristais B (1.024 pol³)			**Elementos (cps)**		
Num. Linha	**Tanque**	**Tempo (s)**	**K (média)**	**U (média)**	**Th (média)**
BG2	*Background*	600	252,37	43,66	73,74
TH2	Tório	600	317,46	93,43	199,86
U2	Urânio	600	337,26	141,27	97,49
K2	Potássio	600	352,77	39,78	67,46

Pacote de cristais C (512 pol³)			**Elementos (cps)**		
Num. Linha	**Tanque**	**Tempo (s)**	**K (média)**	**U (média)**	**Th (média)**
BG3	*Background*	600	182,33	28,76	51,10
TH3	Tório	600	205,59	46,21	93,97
U3	Urânio	600	210,72	61,32	59,17
K3	Potássio	600	214,96	27,48	49,28

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

Planilha contendo o Resumo das Contagens de Cada Elemento				
Aeronave Piper Navajo PA 31-350 - PR-PRS				
Obs.: Os valores abaixo foram corrigidos do *live time*				
Pacote de cristais A (1.024 pol³)		**Elementos (Acumulado)**		
Tanque	**Tempo (s)**	**K**	**U**	**Th**
Background	600	168692	28845	48636
Tório	600	228968	75080	166405
Urânio	600	248688	120657	69969
Potássio	600	264937	24372	41927
Pacote de cristais B (1.024 pol³)		**Elementos (Acumulado)**		
Tanque	**Tempo (s)**	**K**	**U**	**Th**
Background	600	151419	26197	44243
Tório	600	190474	56057	119913
Urânio	600	202358	84763	58494
Potássio	600	211661	23870	40475
Pacote de cristais C (512 pol³)		**Elementos (Acumulado)**		
Tanque	**Tempo (s)**	**K**	**U**	**Th**
Background	600	109399	17254	30661
Tório	600	123356	27724	56384
Urânio	600	126429	36789	35501
Potássio	600	128975	16489	29568
Pacotes de cristais A, B e C (2.560 pol³)		**Elementos (Acumulado)**		
Tanque	**Tempo (s)**	**K**	**U**	**Th**
Background	600	429509	72295	123539
Tório	600	542798	158861	342702
Urânio	600	577475	242209	163964
Potássio	600	605573	64731	111970

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

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

PROGRAM PADWIN

Concentrations of Transportable Pads

NUMBER OF PADS = 4

PAD CONCENTRATIONS:

	PCT K	PPM EU	PPM TH
B Pad	.700 (.000)	2.00 (.20)	8.80 (.30)
K Pad	6.400 (.200)	.10 (.10)	1.40 (.20)
U Pad	.900 (.100)	60.50 (.60)	26.50 (.40)
T Pad	.800 (.000)	9.80 (.50)	142.82 (.00)

GEOMETRIC CORRECTION FACTORS:

POTASSIUM	URANIUM	THORIUM
1.17	1.17	1.19

Maricá-RJ, 29/07/2011 - Caixa A - PR-PRS

WINDOW COUNTS:

	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS
B Pad	600.0	168692.	28845.	48636.
K Pad	600.0	264937.	24372.	41927.
U Pad	600.0	248688.	120657.	69969.
T Pad	600.0	228968.	75080.	166405.

1

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

2.960E+01 (1.060E+00)1.993E+00 (5.888E-02) 6.115E-01 (1.154E-02)
7.913E-02 (1.290E-01)2.485E+00 (2.940E-02) 4.303E-01 (1.087E-02)
-1.709E-02 (1.336E-01)1.677E-01 (1.534E-02) 1.455E+00 (6.427E-03)

INVERSE A-MATRIX:

3.385E-02 (1.209E-03)-2.672E-02 (1.242E-03) -6.327E-03 (4.108E-04)
-1.170E-03 (1.763E-03)4.115E-01 (4.727E-03) -1.212E-01 (3.544E-03)
5.325E-04 (3.133E-03)-4.773E-02 (3.978E-03) 7.013E-01 (3.099E-03)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:
K SENSITIVITY (A11) = 2.960E+01 (1.060E+00) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 2.485E+00 (2.940E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 1.455E+00 (6.427E-03) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 3.463E+01 (1.240E+00) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 2.908E+00 (3.439E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 1.731E+00 (7.648E-03) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): .2958 (.0074)

TH INTO K (BETA = A13/A33): .4203 (.0079)

U INTO K (GAMMA = A12/A22): .8019 (.0222)

U INTO TH (A = A32/A22): .0675 (.0061)

K INTO TH (B = A31/A11): -.0006 (.0045)

K INTO U (G = A21/A11): .0027 (.0044)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 2.511E+02 (1.232E+00) COUNTS/M

U WINDOW : 3.926E+01 (7.229E-01) COUNTS/M

TH WINDOW : 6.793E+01 (7.002E-01) COUNTS/M

NUMBERS IN PARENTHESES ARE ESTIMATED STANDARD DEVIATIONS

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

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

PROGRAM PADWIN

Concentrations of Transportable Pads

NUMBER OF PADS = 4

PAD CONCENTRATIONS:

	PCT K	PPM EU	PPM TH
B Pad	.700 (.000)	2.00 (.20)	8.80 (.30)
K Pad	6.400 (.200)	.10 (.10)	1.40 (.20)
U Pad	.900 (.100)	60.50 (.60)	26.50 (.40)
T Pad	.800 (.000)	9.80 (.50)	142.82 (.00)

GEOMETRIC CORRECTION FACTORS:

POTASSIUM	URANIUM	THORIUM
1.17	1.17	1.19

Maricá-RJ, 29/07/2011 - Caixa B - PR-PRS

WINDOW COUNTS:

	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS
B Pad	600.0	151419.	26197.	44243.
K Pad	600.0	211661.	23870.	40475.
U Pad	600.0	202358.	84763.	58494.
T Pad	600.0	190474.	56057.	119913.

1

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

1.855E+01 (6.775E-01)1.267E+00 (3.883E-02) 3.981E-01 (8.913E-03)
2.096E-01 (9.721E-02)1.583E+00 (1.975E-02) 2.790E-01 (7.336E-03)
1.515E-01 (1.085E-01)1.230E-01 (1.172E-02) 9.338E-01 (5.310E-03)

INVERSE A-MATRIX:

5.447E-02 (1.989E-03)-4.278E-02 (2.030E-03) -1.043E-02 (7.317E-04)
-5.788E-03 (3.417E-03)6.511E-01 (7.952E-03) -1.921E-01 (5.897E-03)
-8.074E-03 (6.376E-03)-7.881E-02 (7.645E-03) 1.098E+00 (6.287E-03)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:
K SENSITIVITY (A11) = 1.855E+01 (6.775E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 1.583E+00 (1.975E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 9.338E-01 (5.310E-03) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 2.171E+01 (7.926E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 1.853E+00 (2.310E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 1.111E+00 (6.319E-03) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): .2988 (.0079)

TH INTO K (BETA = A13/A33): .4263 (.0096)

U INTO K (GAMMA = A12/A22): .8004 (.0232)

U INTO TH (A = A32/A22): .0777 (.0073)

K INTO TH (B = A31/A11): .0082 (.0058)

K INTO U (G = A21/A11): .0113 (.0052)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 2.333E+02 (9.787E-01) COUNTS/M

U WINDOW : 3.789E+01 (5.227E-01) COUNTS/M

TH WINDOW : 6.517E+01 (5.510E-01) COUNTS/M

NUMBERS IN PARENTHESES ARE ESTIMATED STANDARD DEVIATIONS

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

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

PROGRAM PADWIN

Concentrations of Transportable Pads

NUMBER OF PADS = 4

PAD CONCENTRATIONS:

	PCT K	PPM EU	PPM TH
B Pad	.700 (.000)	2.00 (.20)	8.80 (.30)
K Pad	6.400 (.200)	.10 (.10)	1.40 (.20)
U Pad	.900 (.100)	60.50 (.60)	26.50 (.40)
T Pad	.800 (.000)	9.80 (.50)	142.82 (.00)

GEOMETRIC CORRECTION FACTORS:

POTASSIUM	URANIUM	THORIUM
1.17	1.17	1.19

Maricá-RJ, 29/07/2011 - Caixa C - PR-PRS

WINDOW COUNTS:

	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS
B Pad	600.0	109399.	17254.	30661.
K Pad	600.0	128975.	16489.	29568.
U Pad	600.0	126429.	36789.	35501.
T Pad	600.0	123356.	27724.	56384.

1

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

6.052E+00 (2.592E-01)4.208E-01 (1.748E-02) 1.446E-01 (6.020E-03)
8.091E-02 (6.048E-02)5.262E-01 (8.654E-03) 9.952E-02 (3.339E-03)
1.063E-01 (7.765E-02)4.150E-02 (7.455E-03) 3.174E-01 (3.623E-03)

INVERSE A-MATRIX:

1.676E-01 (7.286E-03)-1.313E-01 (7.412E-03) -3.519E-02 (3.721E-03)
-1.554E-02 (2.084E-02)1.961E+00 (3.252E-02) -6.078E-01 (2.388E-02)
-5.410E-02 (4.167E-02)-2.124E-01 (4.458E-02) 3.242E+00 (3.730E-02)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 6.052E+00 (2.592E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 5.262E-01 (8.654E-03) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 3.174E-01 (3.623E-03) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 7.081E+00 (3.033E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 6.156E-01 (1.013E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 3.777E-01 (4.311E-03) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): .3136 (.0110)

TH INTO K (BETA = A13/A33): .4555 (.0196)

U INTO K (GAMMA = A12/A22): .7997 (.0333)

U INTO TH (A = A32/A22): .0789 (.0141)

K INTO TH (B = A31/A11): .0176 (.0128)

K INTO U (G = A21/A11): .0134 (.0100)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 1.760E+02 (7.023E-01) COUNTS/M

U WINDOW : 2.677E+01 (3.007E-01) COUNTS/M

TH WINDOW : 4.815E+01 (3.768E-01) COUNTS/M

NUMBERS IN PARENTHESES ARE ESTIMATED STANDARD DEVIATIONS

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

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

PROGRAM PADWIN

Concentrations of Transportable Pads

NUMBER OF PADS = 4

PAD CONCENTRATIONS:

	PCT K	PPM EU	PPM TH
B Pad	.700 (.000)	2.00 (.20)	8.80 (.30)
K Pad	6.400 (.200)	.10 (.10)	1.40 (.20)
U Pad	.900 (.100)	60.50 (.60)	26.50 (.40)
T Pad	.800 (.000)	9.80 (.50)	142.82 (.00)

GEOMETRIC CORRECTION FACTORS:

POTASSIUM	URANIUM	THORIUM
1.17	1.17	1.19

Maricá-RJ, 29/07/2011 - Caixa A+B+C - PR-PRS

WINDOW COUNTS:

	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS
B Pad	600.0	429509.	72295.	123539.
K Pad	600.0	605573.	64731.	111970.
U Pad	600.0	577475.	242209.	163964.
T Pad	600.0	542798.	158861.	342702.

1

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

5.421E+01 (1.931E+00)3.681E+00 (1.066E-01) 1.154E+00 (1.995E-02)
3.700E-01 (2.300E-01)4.595E+00 (5.288E-02) 8.088E-01 (1.961E-02)
2.410E-01 (2.336E-01)3.322E-01 (2.685E-02) 2.706E+00 (1.002E-02)

INVERSE A-MATRIX:

1.856E-02 (6.596E-04)-1.462E-02 (6.719E-04) -3.549E-03 (2.175E-04)
-1.230E-03 (9.198E-04)2.234E-01 (2.490E-03) -6.625E-02 (1.862E-03)
-1.502E-03 (1.606E-03)-2.612E-02 (2.014E-03) 3.780E-01 (1.374E-03)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:
K SENSITIVITY (A11) = 5.421E+01 (1.931E+00) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 4.595E+00 (5.288E-02) COUNTS/ M PER PPM EU
TH SENSITIVITY (A33) = 2.706E+00 (1.002E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 6.342E+01 (2.259E+00) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 5.376E+00 (6.186E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 3.220E+00 (1.192E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): .2989 (.0071)

TH INTO K (BETA = A13/A33): .4265 (.0073)

U INTO K (GAMMA = A12/A22): .8011 (.0215)

U INTO TH (A = A32/A22): .0723 (.0057)

K INTO TH (B = A31/A11): .0044 (.0043)

K INTO U (G = A21/A11): .0068 (.0042)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 6.604E+02 (2.131E+00) COUNTS/M

U WINDOW : 1.039E+02 (1.295E+00) COUNTS/M

TH WINDOW : 1.813E+02 (1.228E+00) COUNTS/M

NUMBERS IN PARENTHESES ARE ESTIMATED STANDARD DEVIATIONS

Coeficientes de Espalhamento *Compton*

RESULTADO	
Coeficiente	**Valor Obtido em 29/07/2011**
α	0,2989 ± 0,0071
β	0,4265 ± 0,0073
γ	0,8011 ± 0,0215
a	0,0723 ± 0,0057
b	0,0044 ± 0,0043
g	0,0068 ± 0,0042

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

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

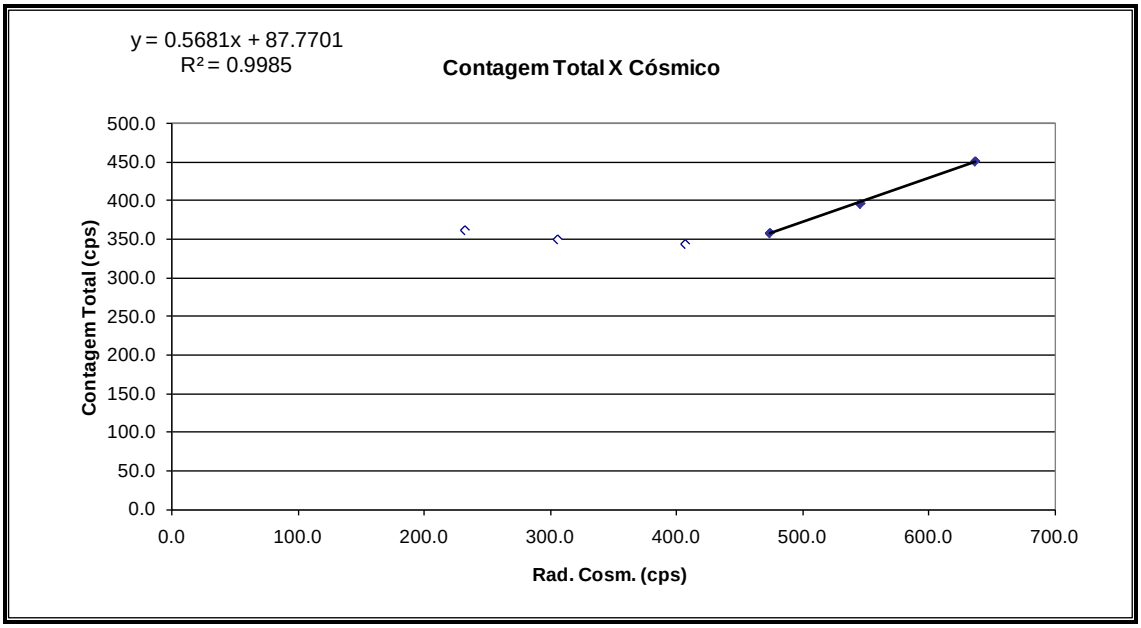
Aeronave: PR-FAS
Data da Calibração: 13/08/10

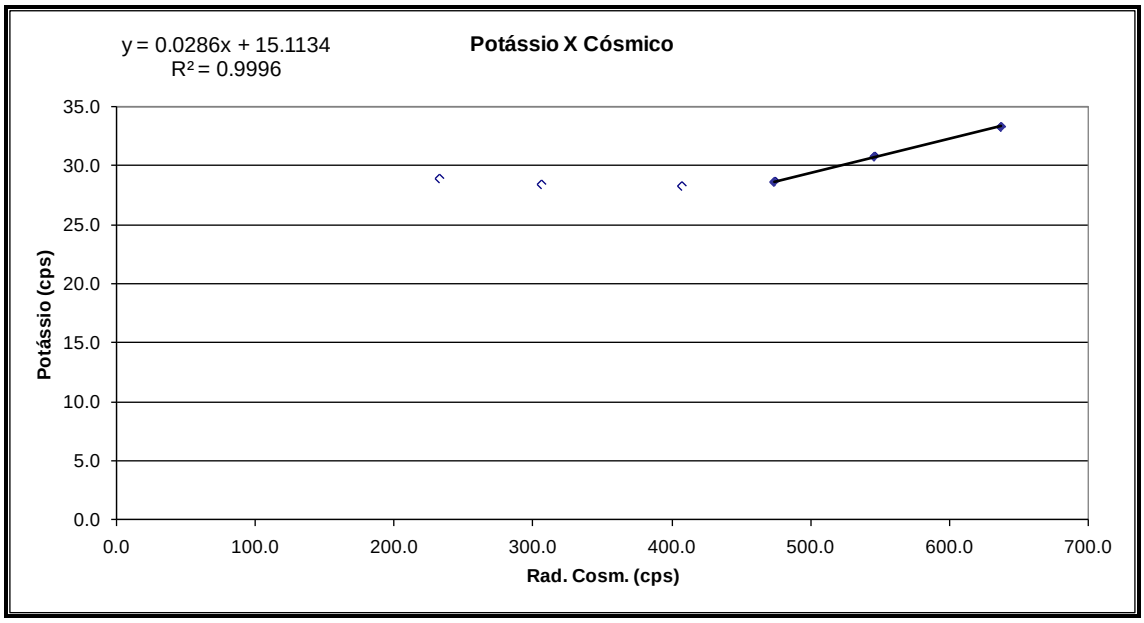
RESULTADO DO VOO CÓSMICO
(Vol. Pacote de Cristais: 2.048 pol)

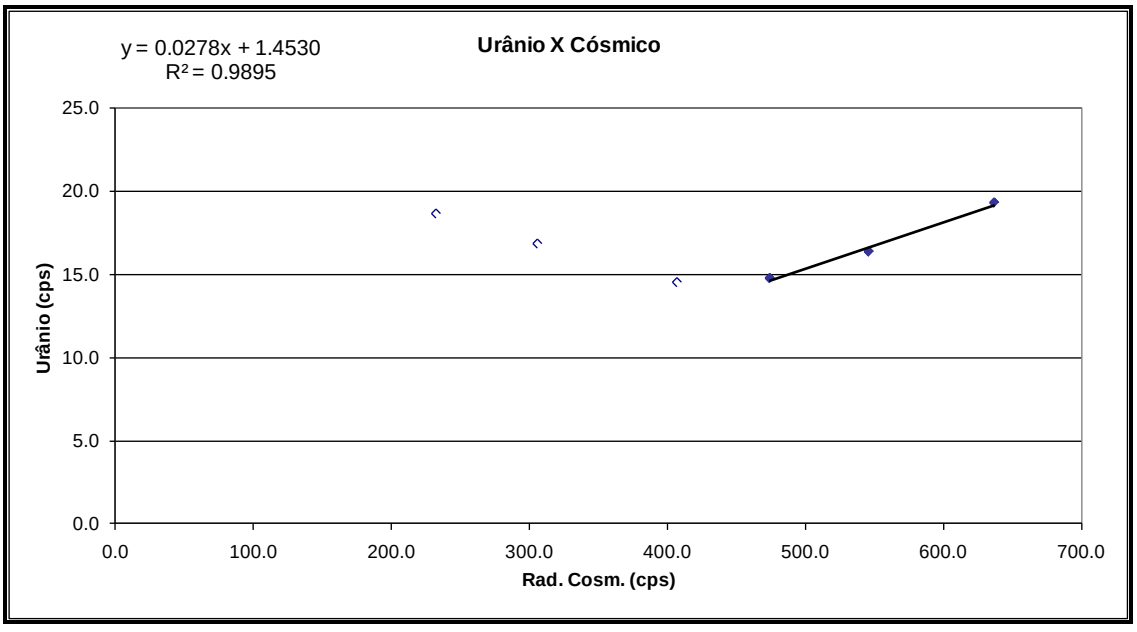
Rio de Janeiro, 02 de junho de 2011

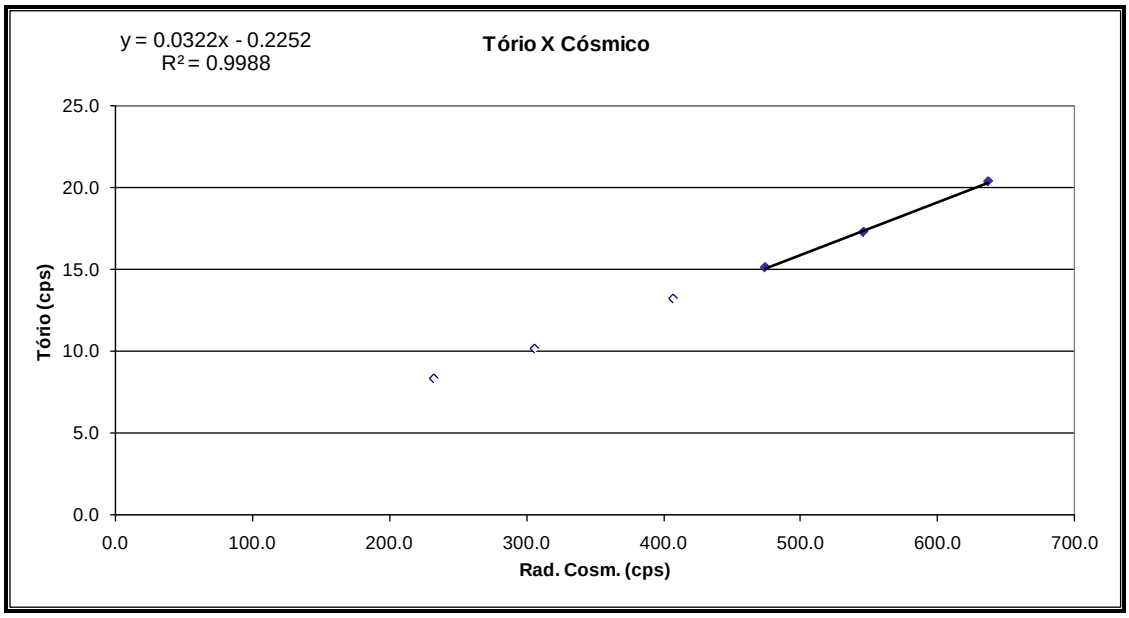
Altitude (m)	Cósmico (cps)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)	Uup (cps)
1596,5	232,471	362,043	28,896	18,651	8,339	4,187
2232,0	305,932	350,292	28,398	16,861	10,162	3,983
2856,1	407,020	344,308	28,257	14,560	13,215	3,495
3179,6	474,197	358,320	28,641	14,807	15,125	3,719
3487,3	545,973	395,911	30,780	16,386	17,278	4,284
3814,5	636,876	450,503	33,299	19,305	20,359	4,953

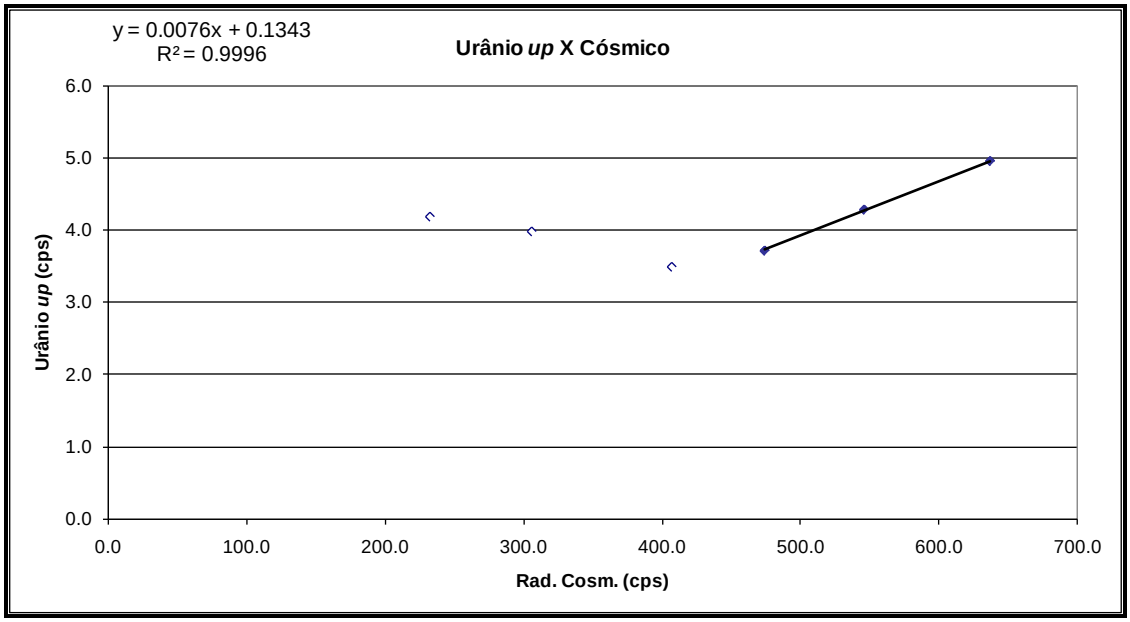
Obs: Canais corrigidos do Live Time




y = 0.0286x + 15.1134
R² = 0.9996
Potássio X Cósmico
Potássio (cps)
Rad. Cosm. (cps)
35.0
30.0
25.0
20.0
15.0
10.0
5.0
0.0
0.0
100.0
200.0
300.0
400.0
500.0
600.0
700.0


y = 0.0278x + 1.4530
R² = 0.9895
Urânio X Cósmico
Urânio (cps)
Rad. Cosm. (cps)
25.0
20.0
15.0
10.0
5.0
0.0
0.0
100.0
200.0
300.0
400.0
500.0
600.0
700.0





RESULTADO		
CANAL	***Background*** **Aeronave**	***Stripping*** **Cósmico**
CT	87,7701	0,5681
K	15,1134	0,0286
U	1,4530	0,0278
Th	0,0000*	0,0322
U*up*	0,1343	0,0076

** Valor considerado como zero para efeitos de processamento*

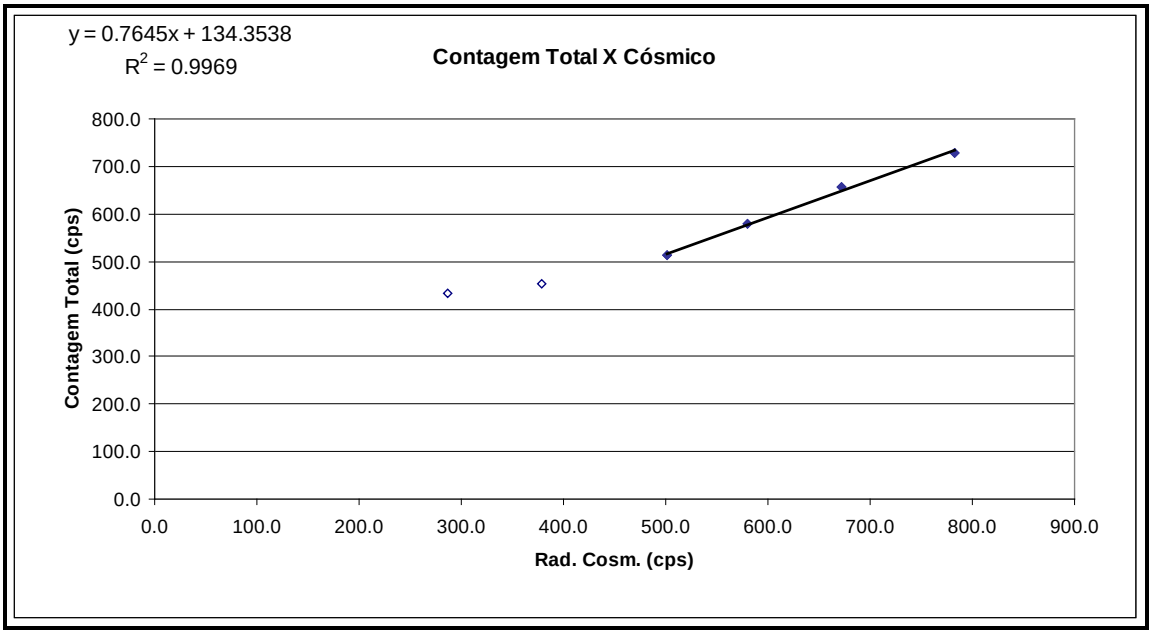
Aeronave: PR-LDS
Data da Calibração: 17/10/10

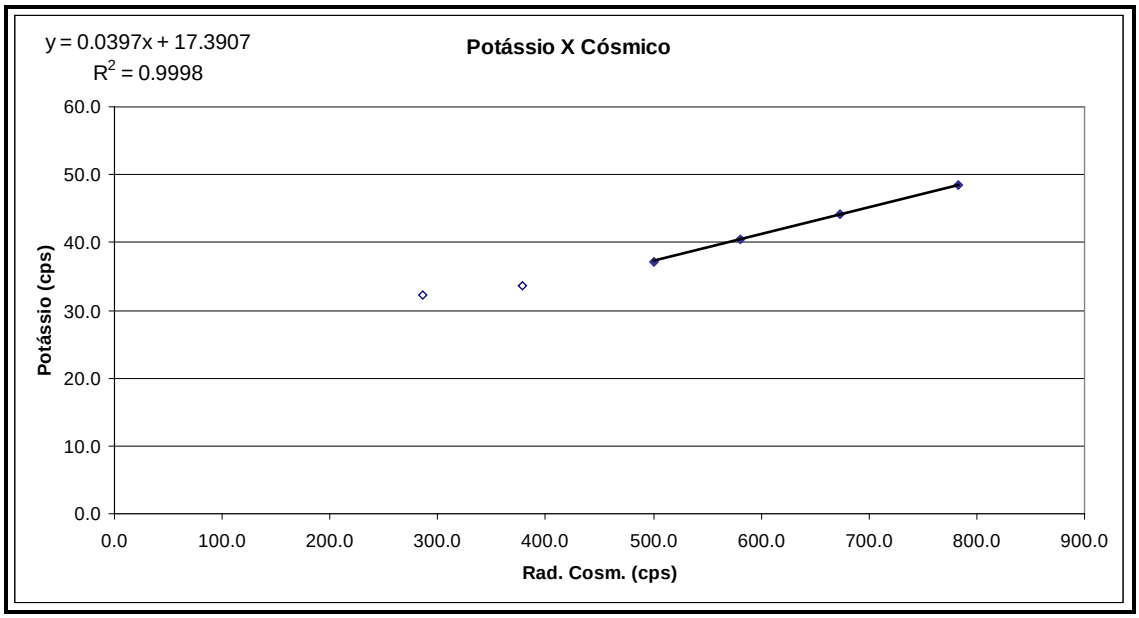
RESULTADO DO VOO CÓSMICO

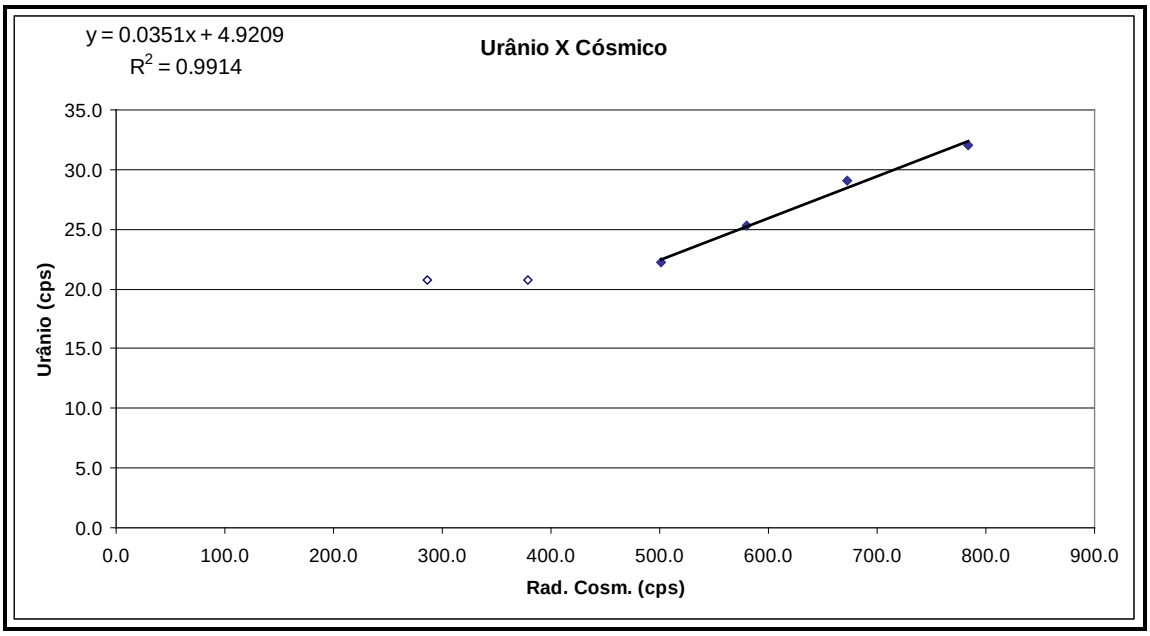
(Vol. Pacote de Cristais: 2.560 pol^3)

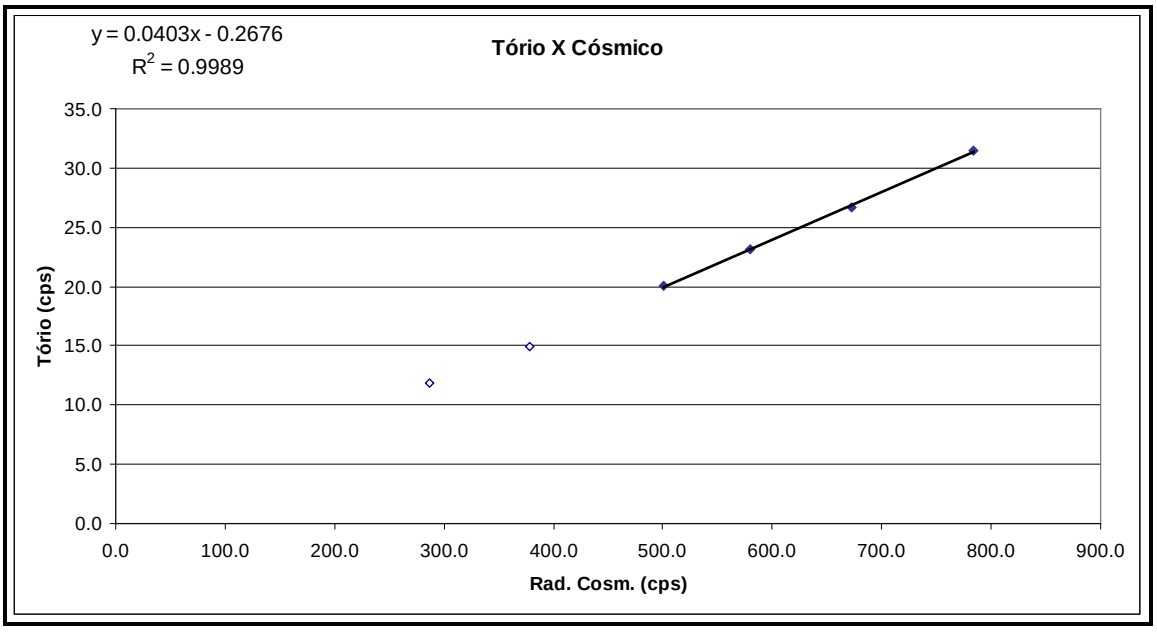
Rio de Janeiro, 27 de outubro de 2010

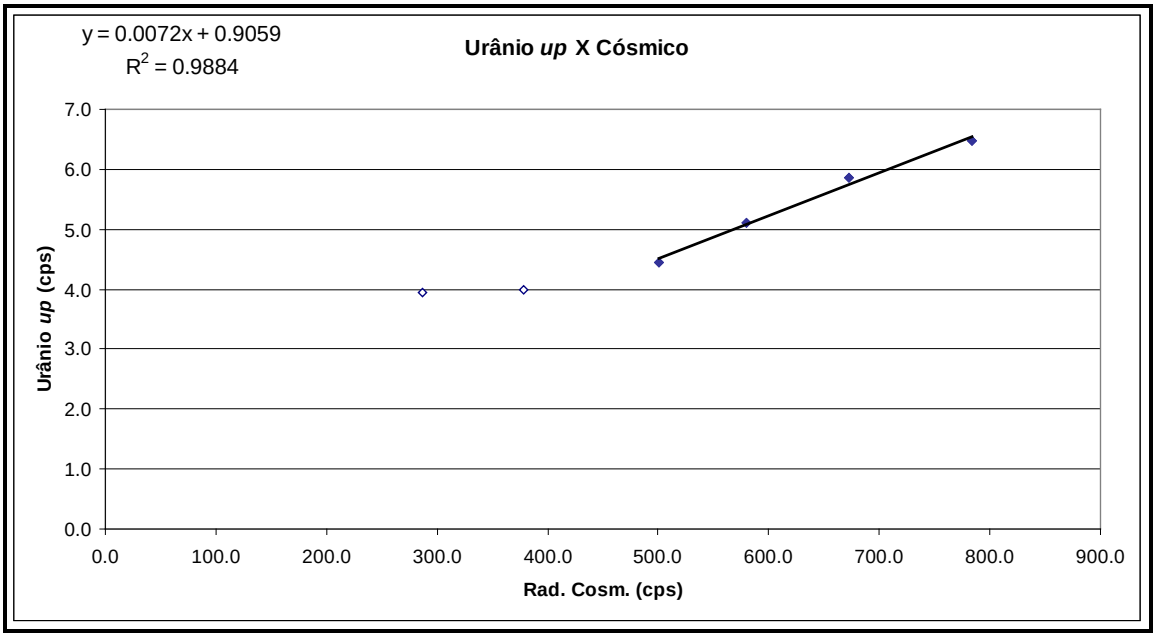
Altitude (m)	Cósmico (cps)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)	Uup (cps)
1579,93	286,576	431,912	32,297	20,796	11,840	3,942
2228,88	378,574	453,625	33,571	20,718	14,924	3,979
2870,39	501,151	514,421	37,206	22,222	20,035	4,446
3193,88	580,088	578,253	40,481	25,362	23,118	5,113
3515,78	672,598	655,693	44,104	29,028	26,632	5,871
3846,53	783,325	728,799	48,428	32,049	31,459	6,465




y = 0.0397x + 17.3907
R2 = 0.9998
Potássio X Cósmico
Potássio (cps)
60.0
50.0
40.0
30.0
20.0
10.0
0.0
0.0
100.0
200.0
300.0
400.0
500.0
600.0
700.0
800.0
900.0
Rad. Cosm. (cps)


y = 0.0351x + 4.9209
R2 = 0.9914
Urânio X Cósmico
Urânio (cps)
35.0
30.0
25.0
20.0
15.0
10.0
5.0
0.0
0.0
100.0
200.0
300.0
400.0
500.0
600.0
700.0
800.0
900.0
Rad. Cosm. (cps)





RESULTADO		
CANAL	***Background*** **Aeronave**	***Stripping*** **Cósmico**
CT	134,3538	0,7645
K	17,3907	0,0397
U	4,9209	0,0351
Th	0,0000*	0,0403
U*up*	0,9059	0,0072

**Valor considerado como zero para efeitos de processamento*

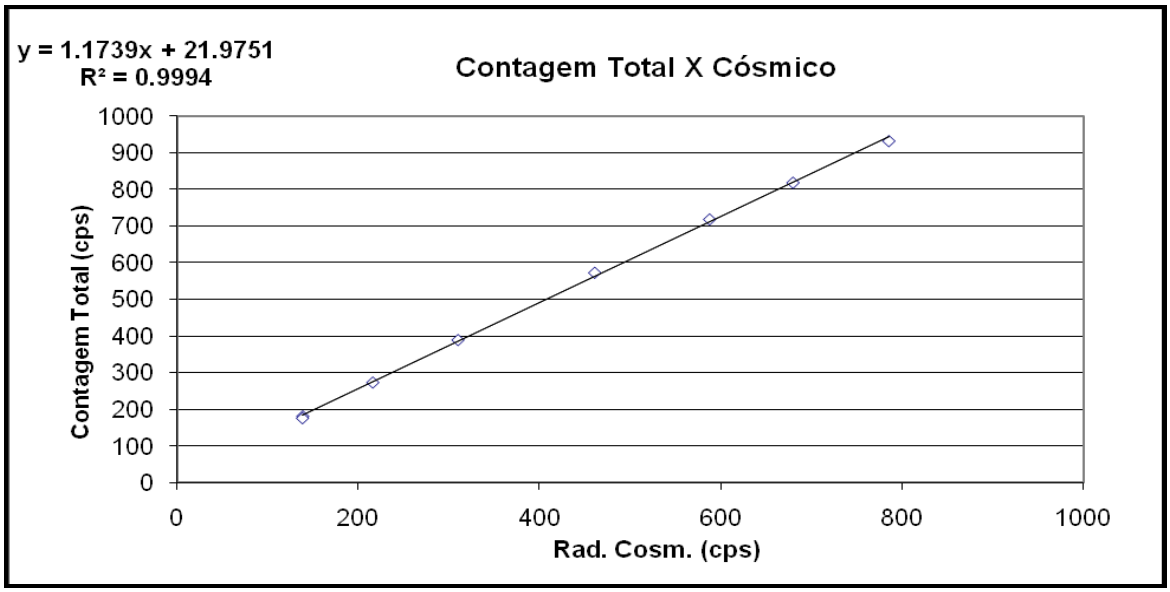
Aeronave: PR-PRS
Data da Calibração: 03/08/11

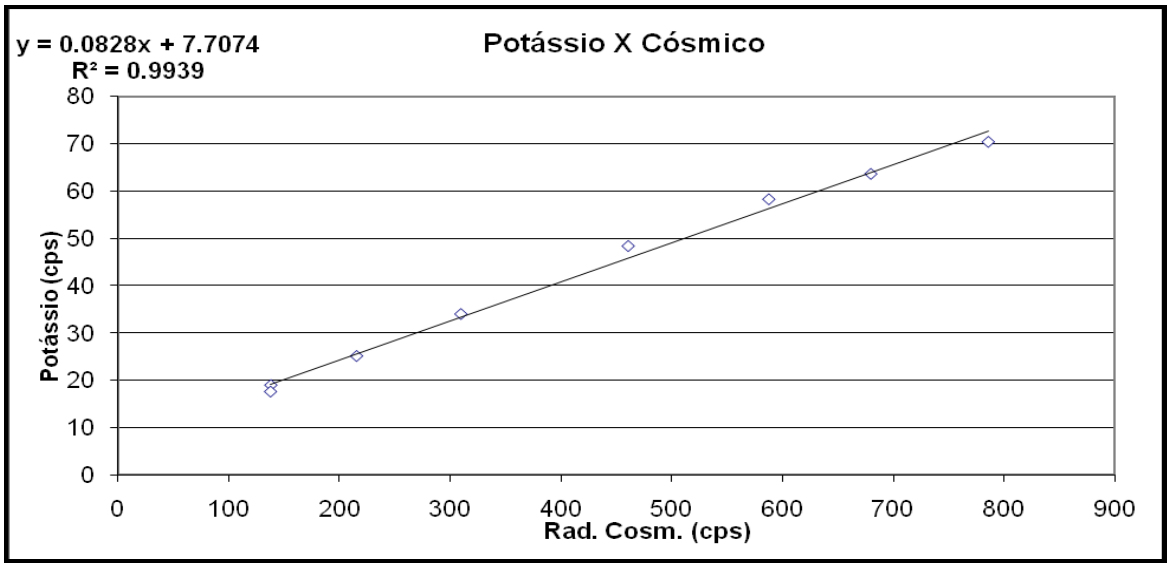
RESULTADO DO VOO CÓSMICO
(Vol. Pacote de Cristais: 2.560 pol^3)

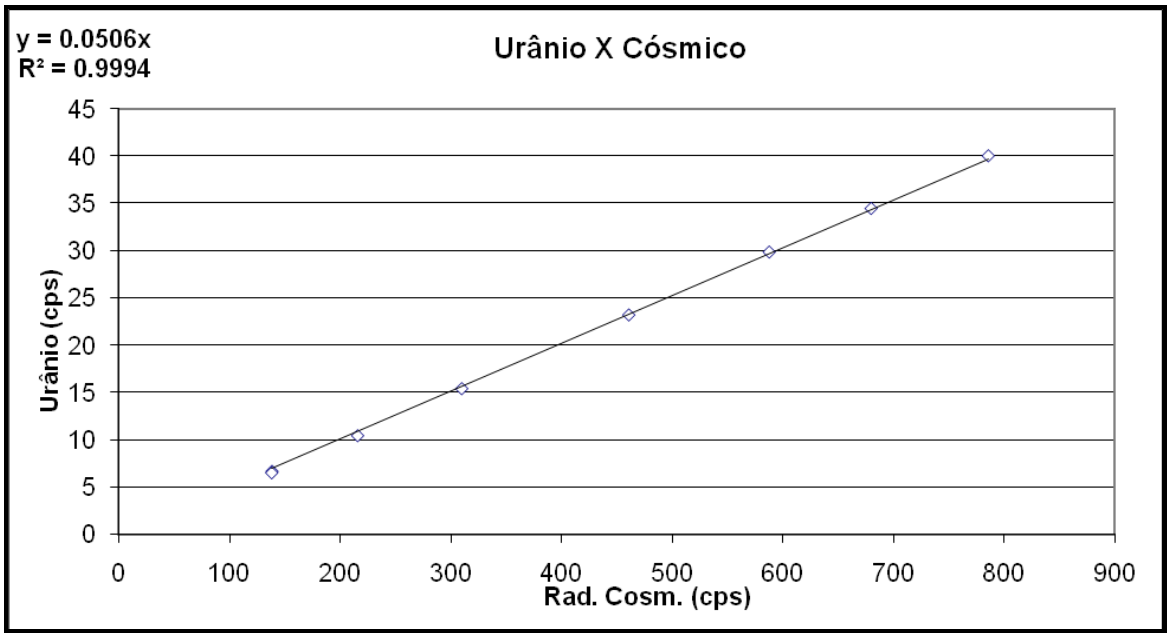
Ubatuba – SP, 03 de Agosto de 2011

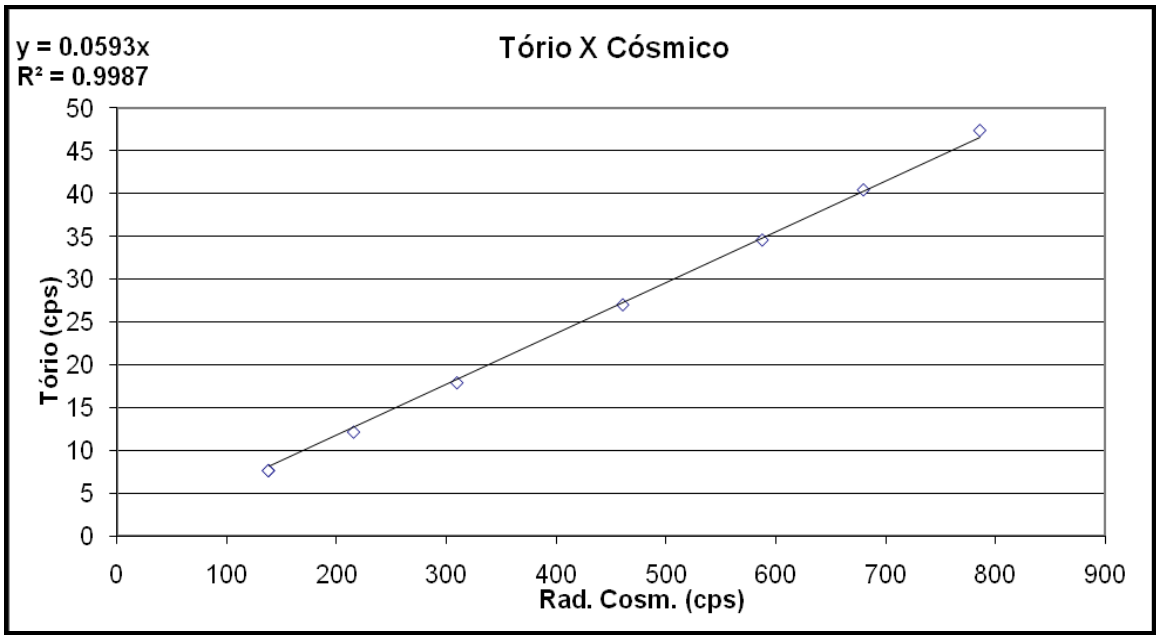
Altitude (m)	Cósmico (cps)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)	Uup (cps)
1646,90	138,25	181,72	18,93	6,67	7,63	1,57
1954,00	138,00	176,50	17,55	6,51	7,61	2,43
2276,30	215,62	274,08	25,09	10,44	12,13	3,16
2586,30	309,73	390,01	33,98	15,41	17,90	3,62
2883,20	460,76	573,60	48,37	23,21	27,04	5,33
3194,70	587,70	719,36	58,27	29,86	34,62	6,26
3526,10	679,81	819,53	63,64	34,47	40,50	7,47
3858,50	785,74	933,07	70,42	40,03	47,45	8,39

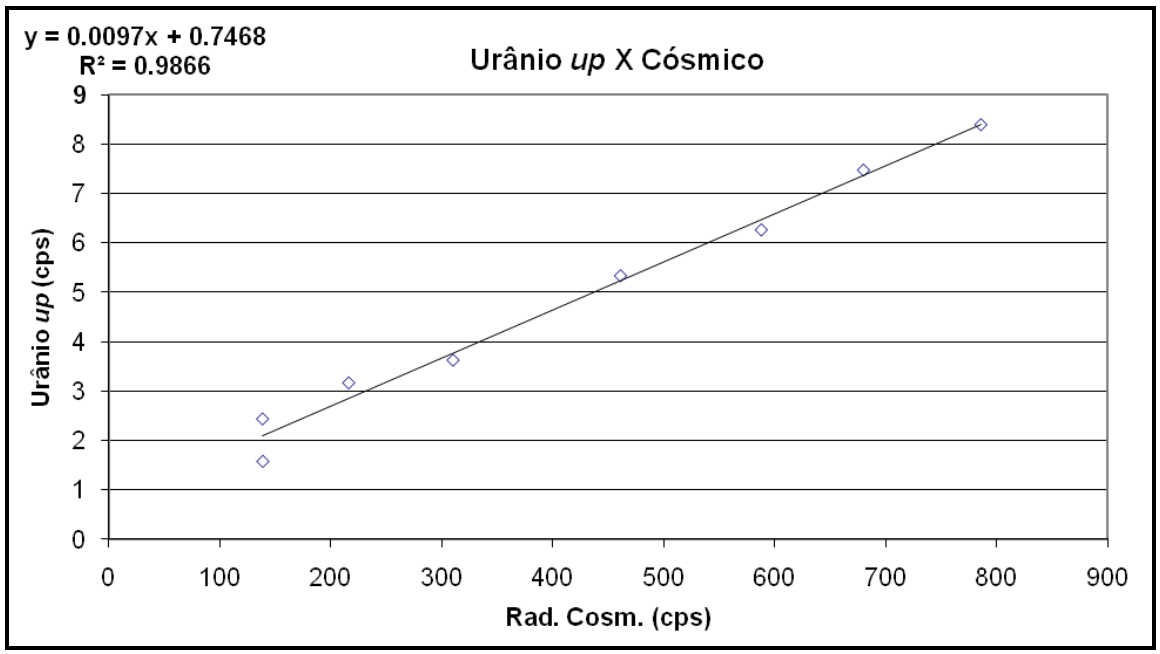
Obs: Canais corrigidos do Live Time




y = 0.0828x + 7.7074
R² = 0.9939
Potássio X Cósmico
Potássio (cps)
Rad. Cosm. (cps)
0
10
20
30
40
50
60
70
80
0
100
200
300
400
500
600
700
800
900


y = 0.0506x
R² = 0.9994
Urânio X Cósmico
Urânio (cps)
Rad. Cosm. (cps)
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
0
100
200
300
400
500
600
700
800
900





RESULTADO		
CANAL	***Background*** **Aeronave**	***Stripping*** **Cósmico**
CT	21,98	1,1739
K	7,71	0,0828
U	0,00	0,0506
Th	0,00	0,0593
U*up*	0,75	0,0097

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

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

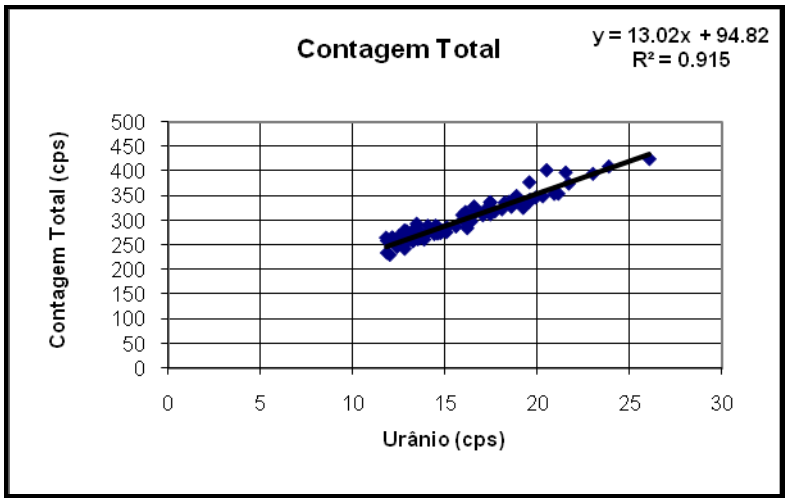
Aeronave: PR-FAS

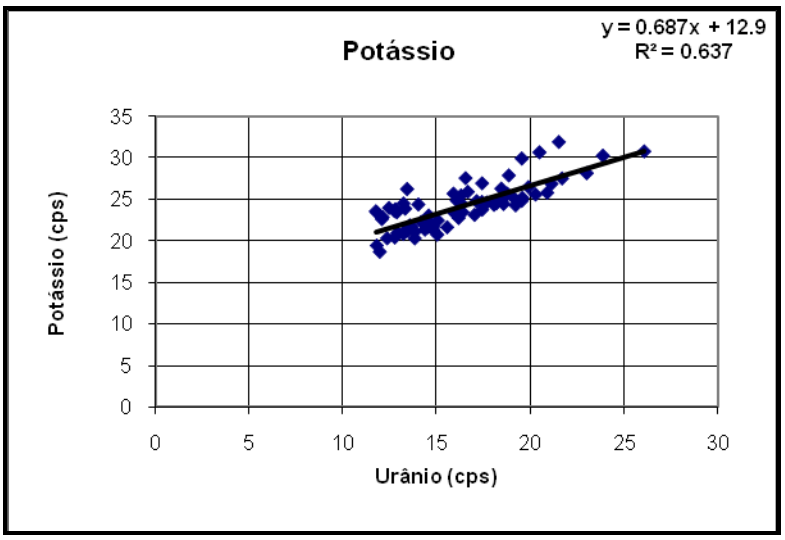
Médias por Voo (cps)

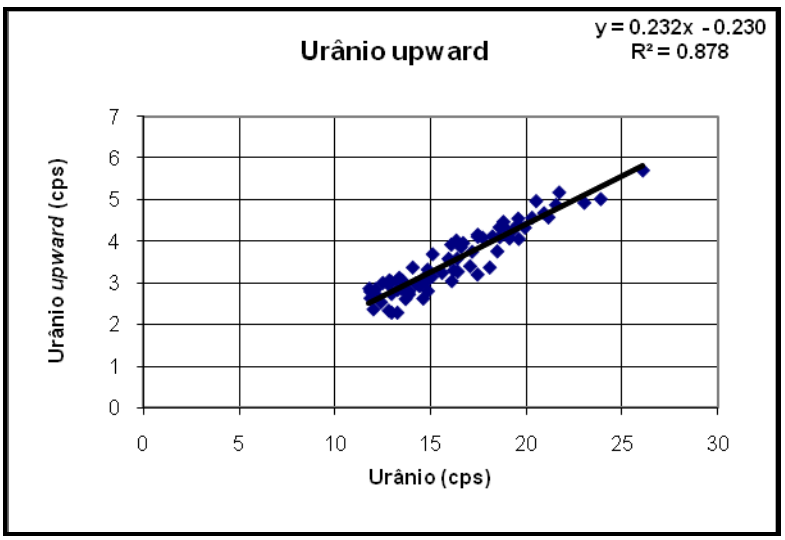
Voo	Urânio	Tório	Urânio Upward	Potássio	Contagem Total	Cósmico
603	12,79	9,38	2,96	23,53	280,00	204
	13,26	7,40	3,06	24,46	272,21	198
604	11,85	8,28	2,63	23,36	258,74	207
	16,56	8,32	3,86	27,52	328,87	209
605	-	-	-	-	-	-
	14,05	8,46	3,37	24,34	289,57	210
606	12,91	7,74	3,03	23,39	278,85	209
	20,49	9,87	4,97	30,64	403,05	210
608	12,83	8,47	3,06	23,76	278,35	212
	17,44	7,76	4,16	26,90	336,89	215
609	-	-	-	-	-	-
	19,55	8,46	4,55	29,89	378,33	189
610	13,45	9,24	2,86	26,20	293,67	186
	21,52	8,51	4,88	31,89	398,33	188
611	-	-	-	-	-	-
	18,86	9,15	4,32	27,85	350,32	212
612	11,79	9,24	2,86	23,51	265,16	213
	15,92	8,49	3,58	25,65	311,55	214
613	12,11	8,74	2,85	22,58	265,61	212
	16,68	7,90	3,96	25,87	321,89	185
614	12,49	7,84	3,00	23,92	268,57	209
	16,32	8,86	4,02	25,43	306,50	217
615	12,15	8,05	2,70	22,79	264,99	209
	13,35	8,18	3,12	23,83	283,66	213
620	15,09	8,07	3,69	22,40	286,57	210
	19,22	8,05	4,25	24,23	325,89	213
621	13,25	7,62	2,83	20,78	258,88	210
	19,90	8,14	4,33	26,44	347,33	196
622	-	-	-	-	-	-
	15,58	7,54	3,24	21,59	288,17	188
623	13,86	8,12	2,72	20,24	261,27	211
	15,06	8,00	3,15	20,69	276,34	210
624	12,80	7,79	2,33	20,35	242,40	209
	17,15	8,74	3,75	24,74	321,25	211
626	14,83	7,99	3,32	21,65	279,03	211
	18,78	8,81	4,47	25,64	346,48	211
627	14,58	7,77	3,09	21,62	273,53	209
	20,90	8,60	4,68	25,76	354,64	210
628	16,40	8,18	3,27	23,40	297,96	210
	26,06	9,02	5,71	30,75	425,81	211
630	12,95	7,59	2,73	20,90	259,55	210
	18,58	7,88	4,34	24,41	328,18	195
631	14,74	7,34	3,02	21,86	274,60	194
	20,28	8,36	4,57	25,54	349,52	176

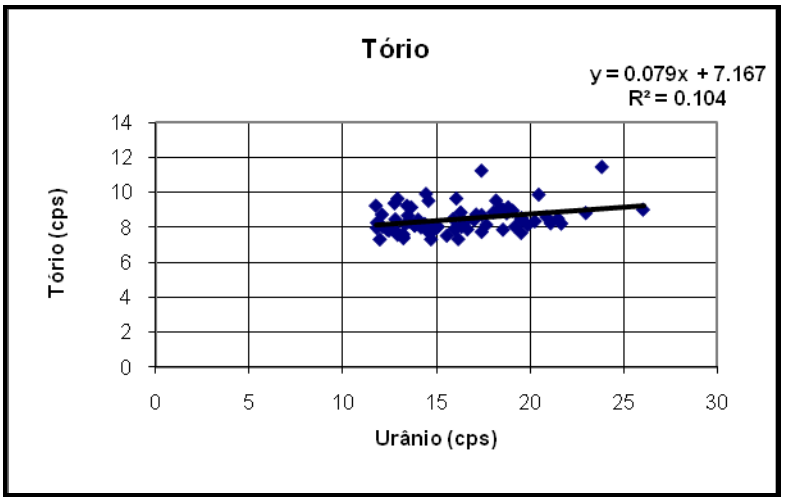
CPRM
Serviço Geológico do Brasil

Voo	Urânio	Tório	Urânio Upward	Potássio	Contagem Total	Cósmico
633	11,84	7,98	2,79	19,38	234,16	208
	18,59	9,01	4,10	25,14	331,75	206
634	14,84	7,81	2,80	21,29	277,36	214
	23,00	8,83	4,93	28,12	395,66	197
635	13,59	8,32	2,85	21,82	263,42	211
	19,55	7,70	4,41	24,78	338,32	189
636	12,39	7,89	2,53	20,25	246,39	207
	19,10	8,96	4,07	25,19	336,14	213
637	13,87	8,12	2,80	21,04	267,95	209
	19,58	8,54	4,06	25,14	342,75	186
638	12,00	7,33	2,36	18,62	230,23	208
	17,44	8,72	4,11	23,71	312,76	210
639	15,98	7,90	3,55	23,27	302,94	195
	18,46	9,10	3,76	26,26	338,84	200
640	13,25	7,49	2,28	20,95	257,70	207
	21,13	8,24	4,58	26,83	354,94	184
641	14,20	8,01	2,98	22,23	280,74	202
	16,06	7,96	3,92	23,16	299,16	199
642	12,95	9,64	2,28	20,84	257,64	199
	16,36	8,04	3,58	24,40	305,74	202
643	13,50	8,68	3,06	21,16	262,18	202
	14,40	8,21	2,92	21,31	272,71	198
644	17,43	11,23	3,20	24,64	337,89	200
	18,07	8,87	3,37	24,29	323,22	197
645	14,47	9,91	3,00	21,99	289,82	199
	17,69	8,16	4,09	24,57	318,74	202
646	13,68	9,15	2,61	21,66	275,65	200
	18,21	9,53	4,12	24,48	336,99	200
647	14,60	9,52	2,62	23,00	286,82	201
	17,04	8,43	3,40	23,08	310,89	201
648	16,09	9,65	3,04	24,81	317,77	198
	23,86	11,44	5,02	30,23	410,69	205
649	16,19	7,35	3,30	22,70	284,57	210
	21,69	8,23	5,18	27,49	375,63	199


Contagem Total
y = 13.02x + 94.82
R² = 0.915
Contagem Total (cps)
500
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
0
5
10
15
20
25
30
Urânio (cps)


Potássio
y = 0.687x + 12.9
R² = 0.637
Potássio (cps)
35
30
25
20
15
10
5
0
0
5
10
15
20
25
30
Urânio (cps)


Urânio upward
y = 0.232x - 0.230
R² = 0.878
Urânio upward (cps)
7
6
5
4
3
2
1
0
0
5
10
15
20
25
30
Urânio (cps)



CANAL	COEFICIENTE	VALOR OBTIDO
Contagem Total	$\mathbf{a_{tc}}$	13,020
Potássio	$\mathbf{a_{k}}$	0,687
Urânio *upward*	$\mathbf{a_{u}}$	0,232
Tório	$\mathbf{a_{t}}$	0,079

Aeronave: PR-LDS

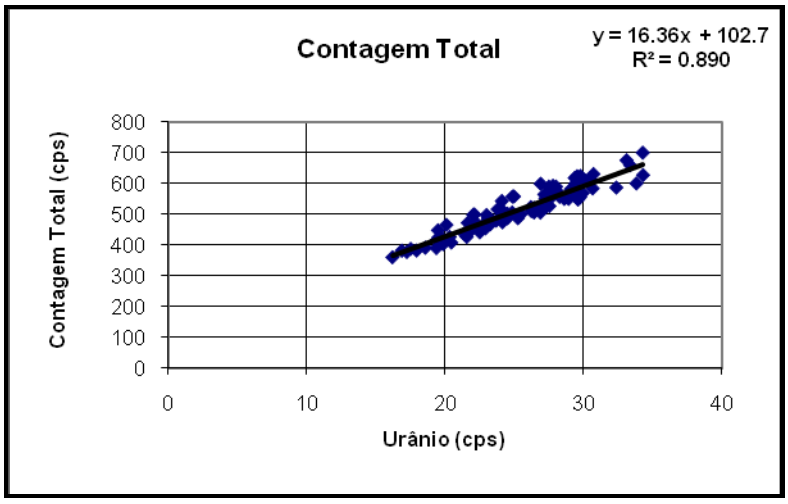
Médias por Voo (cps)

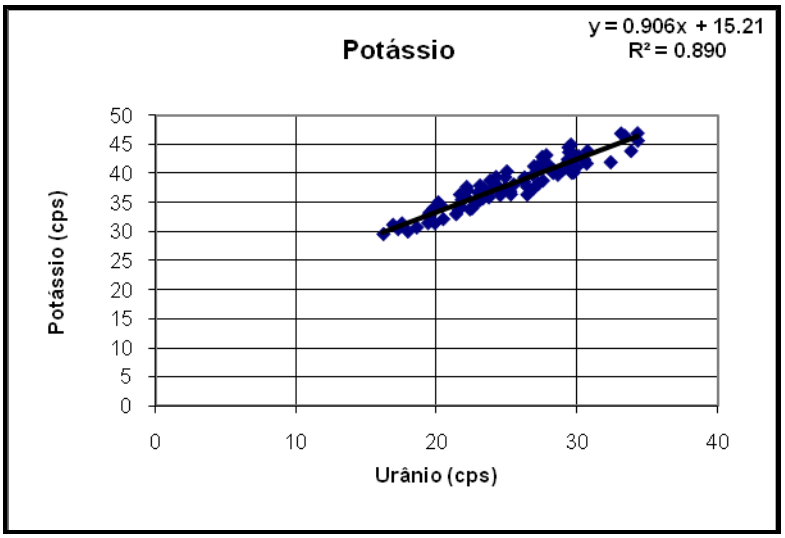
Voo	Urânio	Tório	Urânio Upward	Potássio	Contagem Total	Cósmico
4	26,42	12,99	4,46	37,68	523,11	218
	27,17	18,47	4,42	41,20	566,14	215
5	22,12	20,94	3,57	37,65	501,69	233
	24,15	12,67	3,99	38,01	476,17	214
6	26,84	14,04	3,79	39,69	521,87	216
	29,27	15,54	4,68	41,74	567,89	216
7	-	-	-	-	-	-
	22,17	15,45	3,96	37,05	477,32	246
8	17,52	12,21	3,42	31,40	390,24	219
	27,50	17,23	3,98	42,82	591,65	212
9	18,57	11,89	3,20	30,70	393,99	221
	22,35	14,23	3,71	33,81	456,61	222
10	16,20	11,54	3,03	29,56	362,93	224
	23,79	19,48	3,49	38,77	518,36	229
11	-	-	-	-	-	-
	19,51	14,73	3,51	32,78	426,49	233
12	23,07	13,43	3,87	35,42	484,38	220
	28,27	17,28	4,70	40,05	558,74	228
13	27,68	13,58	5,00	41,61	557,56	219
	28,93	13,23	5,29	40,59	552,15	225
14	17,24	11,51	3,40	30,42	380,09	223
	27,54	14,50	4,60	38,72	528,77	226
15	-	-	-	-	-	-
	21,37	12,38	4,10	32,99	439,62	227
16	24,21	13,92	4,22	39,36	511,44	220
	27,25	14,07	4,39	40,74	553,26	221
17	21,56	11,15	3,73	33,74	428,86	221
	26,20	13,46	4,68	38,57	525,26	225
18	-	-	-	-	-	-
	28,61	14,15	4,54	39,74	551,99	225
19	21,77	10,90	3,84	35,41	447,40	226
	29,94	13,43	5,23	41,05	570,55	229
20	23,70	12,87	3,94	35,86	481,55	221
	30,66	12,95	5,47	41,67	585,81	225
21	-	-	-	-	-	-
	24,51	12,58	4,90	36,24	489,28	232
22	19,42	12,33	3,18	32,88	419,33	222
	27,23	12,61	4,57	38,20	523,77	223
23	-	-	-	-	-	-
	22,92	12,46	4,00	35,13	456,78	230
24	19,76	13,59	3,30	33,98	426,56	228
	25,26	12,87	4,30	36,39	489,53	222
25	-	-	-	-	-	-
	28,02	22,88	4,24	41,26	591,66	223

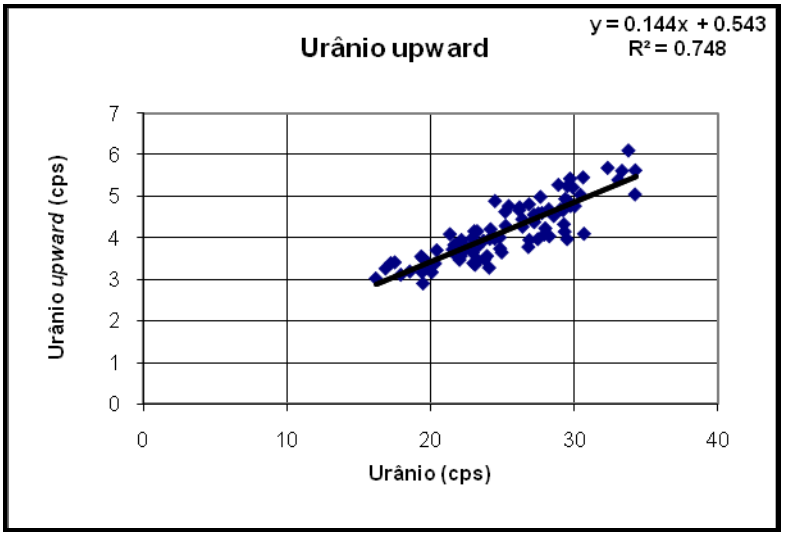
CPRM
Serviço Geológico do Brasil

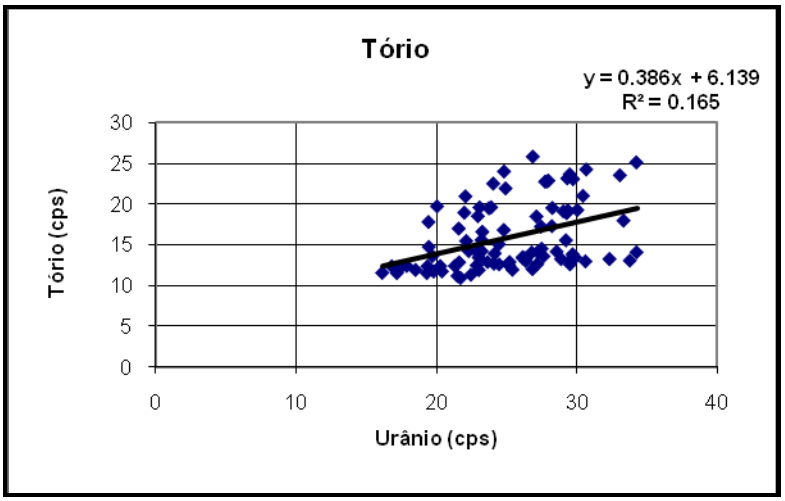
Voo	Urânio	Tório	Urânio Upward	Potássio	Contagem Total	Cósmico
26	16,88	12,33	3,27	31,16	384,48	222
	29,60	13,16	4,90	40,07	549,95	224
27	-	-	-	-	-	-
	20,33	12,37	3,39	34,37	428,78	226
28	24,87	24,00	3,75	39,31	559,46	227
	30,48	21,00	5,05	42,36	615,53	231
29	-	-	-	-	-	-
	21,67	12,83	3,84	34,34	440,85	226
30	22,95	14,11	3,65	36,67	470,24	229
	29,41	19,21	4,95	43,60	601,09	230
35	24,50	15,04	3,99	37,09	504,29	227
	29,09	19,10	4,70	40,89	583,44	228
36	24,98	21,92	3,66	40,32	559,92	223
	29,75	13,81	5,44	40,16	557,34	228
37	-	-	-	-	-	-
	27,79	22,75	4,61	43,11	594,26	231
38	26,91	25,83	3,96	41,21	600,88	221
	33,11	23,54	5,41	46,82	676,93	229
39	-	-	-	-	-	-
	23,27	15,57	4,17	35,68	484,46	232
40	29,54	23,65	3,98	44,91	625,43	229
	26,43	13,35	4,28	36,33	508,02	231
41	-	-	-	-	-	-
	25,23	12,44	4,64	36,85	498,14	225
42	17,94	12,39	3,12	30,00	384,88	229
	19,86	11,70	3,40	31,42	405,66	226
43	22,04	18,93	3,48	35,96	500,55	231
	26,89	12,00	4,82	37,40	507,25	235
44	-	-	-	-	-	-
	27,94	22,78	4,09	40,99	582,72	226
45	20,10	19,71	3,18	35,02	467,96	227
	28,30	19,51	4,05	40,53	566,97	228
46	-	-	-	-	-	-
	24,85	16,80	4,02	37,50	508,10	227
47	30,08	19,26	4,78	42,94	612,82	224
	32,37	13,23	5,70	41,89	588,62	229
48	29,78	23,06	4,78	43,09	626,16	204
	25,47	11,92	4,78	38,05	502,71	229
49	23,00	18,51	3,40	36,78	499,50	224
	29,32	18,87	4,34	42,37	581,21	225
50	23,32	16,58	3,47	37,38	485,90	228
	29,56	12,58	5,26	41,49	553,71	224
51	29,37	23,15	4,16	44,44	619,69	225
	33,82	13,04	6,12	43,81	602,04	223
53	30,72	24,25	4,11	43,83	632,40	228
	34,30	14,07	5,64	45,58	628,96	234
54	23,28	14,20	3,79	36,14	470,14	228
	26,23	13,33	4,75	39,30	512,83	232
55	21,64	16,98	3,64	36,34	474,41	227
	23,07	11,88	4,17	37,89	467,79	222

Voo	Urânio	Tório	Urânio Upward	Potássio	Contagem Total	Cósmico
56	24,10	22,51	3,29	38,36	545,00	219
	34,28	25,12	5,06	46,86	701,38	227
57	23,95	19,59	3,57	37,31	515,85	228
	33,37	17,96	5,63	46,43	660,92	212
58	23,12	19,58	3,36	35,79	490,82	234
	22,51	11,30	3,79	33,99	443,66	228
59	-	-	-	-	-	-
	19,37	11,51	3,56	31,44	392,64	227
60	19,49	17,79	2,91	33,28	450,40	228
	20,45	11,71	3,71	32,13	410,75	217


Contagem Total
y = 16.36x + 102.7
R² = 0.890
Contagem Total (cps)
800
700
600
500
400
300
200
100
0
0
10
20
30
40
Urânio (cps)


Potássio
y = 0.906x + 15.21
R² = 0.890
Potássio (cps)
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
0
10
20
30
40
Urânio (cps)


Urânio upward
y = 0.144x + 0.543
R² = 0.748
Urânio upward (cps)
7
6
5
4
3
2
1
0
0
10
20
30
40
Urânio (cps)



CANAL	COEFICIENTE	VALOR OBTIDO
Contagem Total	a_{tc}	16,360
Potássio	a_k	0,906
Urânio *upward*	a_u	0,144
Tório	a_t	0,386

Aeronave: PR-PRS

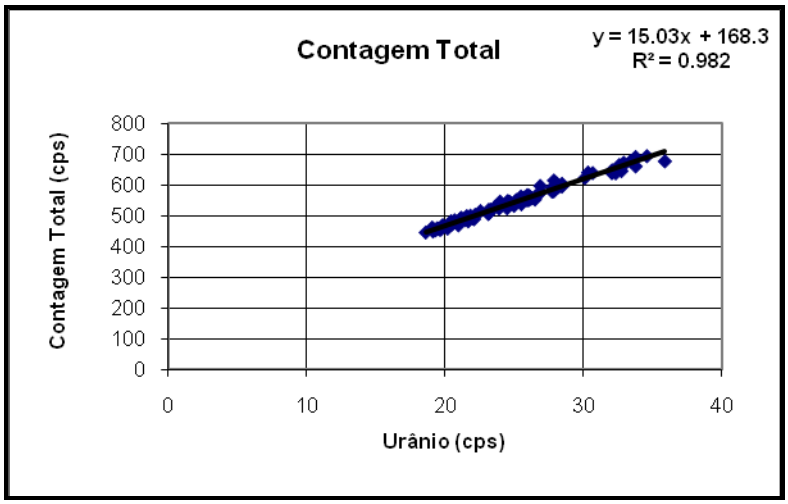
Médias por Voo (cps)

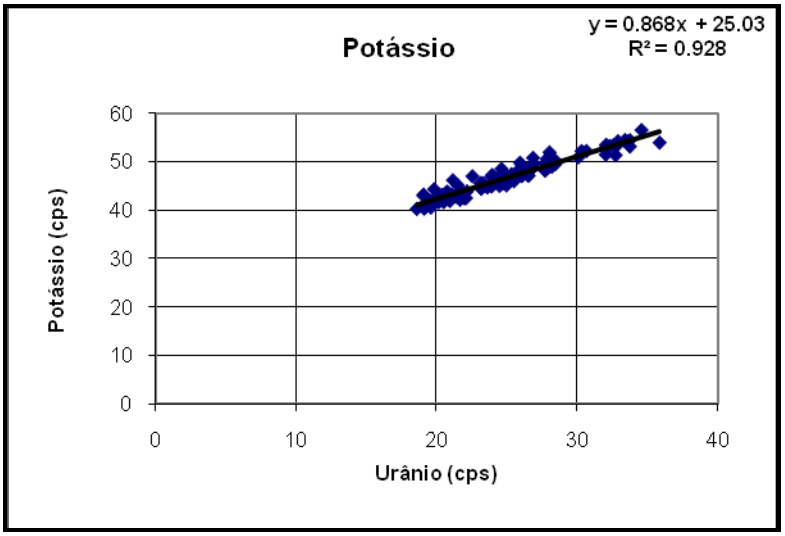
Voo	Urânio	Tório	Urânio Upward	Potássio	Contagem Total	Cósmico
306	19,82	16,24	3,73	44,39	469,88	231,30
	28,02	17,04	5,42	51,91	605,28	236,40
308	26,25	15,70	5,30	47,62	556,88	251,27
	25,92	16,65	5,24	49,79	567,10	263,12
309	22,54	15,80	4,65	47,04	515,40	252,89
	26,06	16,14	4,95	49,22	565,13	250,81
311	21,47	14,92	4,30	45,29	486,29	254,73
	24,60	16,25	5,01	48,55	546,63	251,45
312	21,15	14,85	4,32	46,23	493,92	256,30
	-	-	-	-	-	-
313	19,05	15,02	3,75	43,08	461,94	251,75
	-	-	-	-	-	-
316	25,73	15,75	5,00	47,85	559,82	254,62
	26,90	16,10	5,00	49,66	577,06	259,16
317	21,98	14,97	4,16	42,52	491,91	256,73
	28,18	16,06	5,63	48,97	594,26	255,86
318	26,11	16,28	5,17	47,25	559,92	259,88
	30,30	17,02	6,15	52,17	640,36	256,12
319	20,16	15,26	4,00	42,13	459,30	254,32
	26,03	15,84	5,20	47,07	551,95	253,47
321	21,81	16,26	4,34	43,93	500,76	255,72
	25,99	15,53	5,28	47,63	551,24	253,36
322	19,11	15,89	3,82	40,43	449,94	257,70
	25,49	16,56	5,12	46,02	537,77	251,16
323	22,15	15,85	4,38	43,95	503,51	255,68
	24,40	16,61	4,72	46,89	534,17	251,68
324	20,50	15,75	3,88	41,77	473,21	254,33
	25,32	16,28	4,96	47,47	550,61	256,35
325	21,38	15,79	4,03	42,87	489,54	252,81
	28,42	16,67	5,76	50,28	603,61	253,86
326	20,37	15,24	3,86	43,22	473,47	242,17
	23,11	15,44	4,59	44,82	506,91	250,24
327	20,42	15,90	3,97	42,54	482,71	226,75
	25,06	16,74	4,81	46,21	547,69	234,22
328	20,95	15,29	4,29	41,99	469,60	245,37
	27,71	17,46	5,52	49,73	591,44	233,42
329	24,49	16,90	4,49	46,01	547,74	226,38
	-	-	-	-	-	-
331	21,66	15,26	3,90	42,23	482,71	248,70
	25,86	16,17	5,07	47,67	551,40	239,46
332	19,77	15,52	4,02	41,62	466,68	233,96
	-	-	-	-	-	-
334	27,84	16,81	5,09	50,62	614,33	235,72
	32,04	16,43	6,17	53,45	639,82	237,95

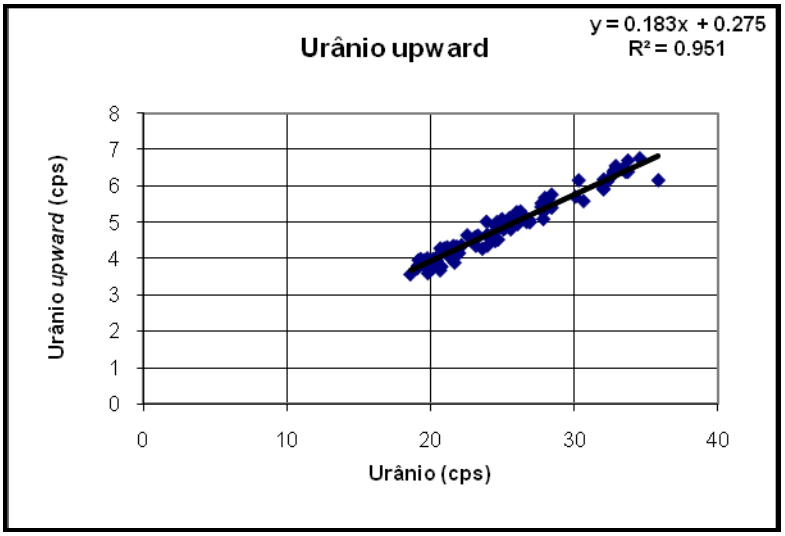
CPRM
Serviço Geológico do Brasil

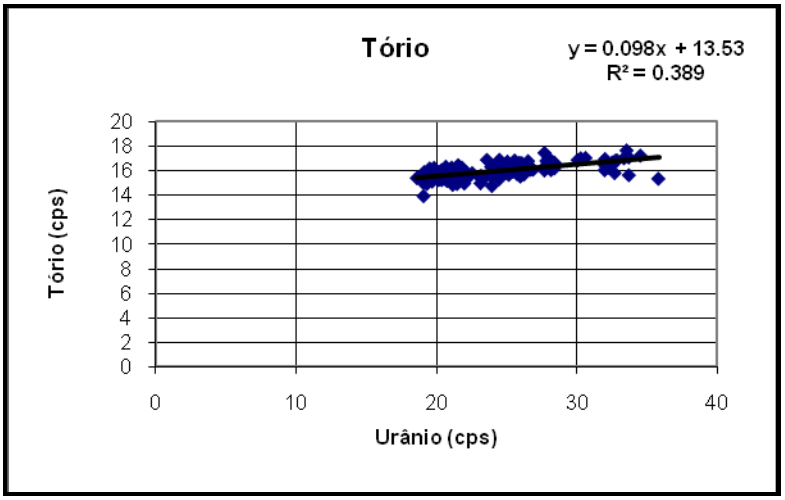
Voo	Urânio	Tório	Urânio Upward	Potássio	Contagem Total	Cósmico
335	23,95	15,78	4,36	47,29	546,01	240,56
	32,30	16,27	6,12	53,23	637,61	258,70
336	19,69	15,12	3,78	42,01	455,95	242,73
	28,42	16,19	5,40	49,50	594,85	241,65
337	21,54	16,45	4,14	43,51	498,83	236,51
	33,57	17,66	6,38	54,09	680,48	241,44
338	22,08	15,24	4,33	42,58	489,68	239,57
	27,95	16,70	5,67	48,96	587,68	248,01
340	20,75	15,18	3,79	43,88	480,16	249,67
	23,11	15,56	4,60	45,66	507,30	254,25
341	19,51	16,19	3,85	42,05	458,54	253,62
	25,00	16,40	4,98	46,99	537,94	252,85
342	20,36	16,05	4,03	42,23	470,07	257,53
	30,07	16,87	5,70	50,88	622,67	250,55
343	23,18	15,57	4,55	44,49	515,35	254,52
	33,38	17,02	6,47	54,42	677,17	252,37
344	25,16	15,67	4,84	46,44	551,46	253,03
	27,70	16,03	5,42	48,19	578,97	250,43
345	25,46	15,92	4,97	46,61	562,55	240,78
	33,73	17,09	6,69	54,41	690,34	238,02
346	21,58	15,13	4,36	43,71	497,75	237,92
	26,85	16,12	5,07	50,79	597,11	238,99
347	20,67	15,29	4,29	43,12	485,81	241,56
	30,64	17,05	5,58	52,19	638,51	234,85
348	20,66	16,33	3,69	43,66	479,86	239,35
	26,68	16,08	5,01	48,28	570,00	240,91
349	24,69	15,96	4,53	45,53	543,70	242,02
	32,55	16,69	6,24	53,36	664,51	239,49
350	20,15	15,27	3,75	41,73	468,77	238,04
	34,55	17,24	6,75	56,46	693,03	238,24
351	26,53	16,79	5,08	47,13	563,72	242,73
	32,71	15,81	6,37	51,33	644,85	240,17
352	23,60	16,89	4,28	44,74	529,62	239,90
	32,88	16,85	6,54	54,17	671,72	237,02
353	21,08	16,26	4,23	43,34	489,74	238,60
	32,03	16,96	5,90	52,96	647,26	237,14
354	18,59	15,41	3,58	40,37	446,48	239,42
	24,96	15,86	5,09	45,17	532,92	244,63
355	19,15	15,58	3,97	40,68	456,86	241,51
	27,83	16,44	5,28	48,63	579,72	239,56
356	19,59	15,34	3,97	40,66	456,18	239,98
	26,47	16,40	5,18	47,27	552,97	240,29
357	24,46	15,30	4,92	45,06	524,70	243,42
	32,77	16,82	6,42	53,19	659,67	236,19
358	19,30	14,92	4,00	41,00	453,60	238,04
	23,29	15,29	4,64	45,65	519,99	235,83
359	19,80	15,50	3,61	41,41	466,95	239,90
	26,09	16,62	5,03	47,60	554,63	239,19
360	19,41	15,13	3,95	41,93	459,85	237,72
	25,57	16,84	4,81	47,56	557,23	242,95

Voo	Urânio	Tório	Urânio Upward	Potássio	Contagem Total	Cósmico
361	23,90	16,32	4,64	44,96	531,48	240,18
	33,73	15,64	6,38	53,10	660,23	243,77
362	23,95	14,76	4,66	45,19	536,22	236,61
	35,84	15,35	6,15	53,90	676,48	238,36
363	23,14	14,98	4,36	44,60	519,81	238,10
	32,01	16,05	5,93	51,45	638,76	242,69
364	19,07	13,93	3,75	43,30	455,42	241,11
	23,88	15,62	5,02	46,95	523,62	270,51


Contagem Total
y = 15.03x + 168.3
R² = 0.982
Contagem Total (cps)
800
700
600
500
400
300
200
100
0
0
10
20
30
40
Urânio (cps)


Potássio
y = 0.868x + 25.03
R² = 0.928
Potássio (cps)
60
50
40
30
20
10
0
0
10
20
30
40
Urânio (cps)


Urânio upward
y = 0.183x + 0.275
R² = 0.951
Urânio upward (cps)
8
7
6
5
4
3
2
1
0
0
10
20
30
40
Urânio (cps)



CANAL	COEFICIENTE	VALOR OBTIDO
Contagem Total	$\mathbf{a_{tc}}$	15,030
Potássio	$\mathbf{a_k}$	0,868
Urânio *upward*	$\mathbf{a_u}$	0,183
Tório	$\mathbf{a_t}$	0,098

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

ANEXO I-e – Calibração Dinâmica – Resultados dos Testes

CÁLCULO DAS TAXAS DE CONCENTRAÇÃO DOS RADIOELEMENTOS

POTÁSSIO, URÂNIO E TÓRIO

SUMÁRIO

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

Índice das Figuras, Quadros, Tabela e Mapa

Figura 1 - Gamaespectrômetro Portátil GR-320
Figura 2 - Coleta de Dados Terrestres na Pista de Calibração Dinâmica
Figura 3 - Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Contagem Total

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

Tabela 1 - Listagem dos Valores das Leituras do Levantamento Terrestre

Mapa 1 - 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 μR/h) são utilizadas técnicas de calibração para os sistemas gamaespectrométricos aéreo e terrestre transferidas por consultores especialistas canadenses a técnicos da CPRM, da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) e das empresas de levantamento aerogeofísico, reunidos em um *workshop* patrocinado pela CPRM, em conjunto com o Geological Survey of Canada, em junho de 1997.

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

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

2. LEVANTAMENTO TERRESTRE

Na coleta de dados ao longo da pista de calibração foram utilizados um gamaespectrômetro portátil EXPLORANIUM, modelo GR-320, 256 canais, com detector de iodeto de sódio ativado a tálio NaI(TI), medindo 76x76mm com resolução melhor que 8,5% para fotopico de Cs-137 (662 keV), como mostra a Figura 1 (Aeronaves PR-FAS e PR-LDS) e um gamaespectrômetro portátil *RadiationSolutions*, modelo RS-230 Super-SPEC, 1024 canais, com detector de Óxido de Germanato de Bismuto (BGO) com 6,3 pol^3, como mostra a Figura 2 (Aeronave PR-PRS). As medidas foram armazenadas na memória interna do equipamento, bem como anotadas pelo operador em planilha apropriada.

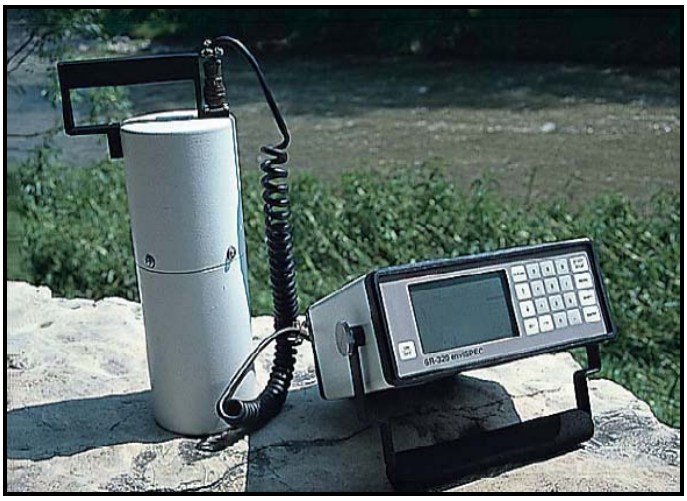


Figura 1 – Gamaespectrômetro Portátil EXPLORANIUM GR-320.

Figura 2 -– Gamaespectrômetro Portátil RadiationSolutions RS-230 Super-SPEC.

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

Figura 3 – Coleta de Dados Terrestres sobre a Pista de Calibração Dinâmica.

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

Aeronave	Data da Calibração
PR-FAS	03/06/2011
PR-LDS	17/10/2010
PR-PRS	03/08/2011

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

Aeronave	ESTATÍSTICA	CT(*) (µR/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)	CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
PR-FAS	Nº de Amostras: 68								
	MÉDIA	13,30	2,22	2,45	29,11	3677,81	662,99	188,01	256,47
	DESVIO PADRÃO	3,06	0,66	0,84	8,63	795,21	165,87	46,11	74,74
	ERRO NA MÉDIA(1)	0,37	0,08	0,10	1,05	96,43	20,11	5,59	9,06
	INCERTEZA (%) (2)	0,03	0,04	0,04	0,04				
PR-LDS	Nº de Amostras: 68								
	MÉDIA	12,93	2,17	2,32	28,41	3593,18	660,84	182,46	251,65
	DESVIO PADRÃO	2,54	0,58	0,73	7,86	694,78	136,44	40,42	69,74
	ERRO NA MÉDIA(1)	0,31	0,07	0,09	0,95	84,25	16,55	4,90	8,46
	INCERTEZA (%) (2)	0,02	0,03	0,04	0,03				
PR-PRS	Nº de Amostras: 83								
	MÉDIA	12,60	2,11	2,86	26,29	5333,93	562,83	112,49	231,90
	DESVIO PADRÃO	2,47	0,49	0,53	6,39	1024,01	131,88	21,09	56,43
	ERRO NA MÉDIA(1)	0,27	0,05	0,06	0,70	112,40	14,48	2,32	6,19
	INCERTEZA (%) (2)	0,02	0,03	0,02	0,03				

- (*) 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)^{½}
- (2) Incerteza = Erro na Média/ Média
- cpm = contagem por minuto

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

Aeronave	ESTATÍSTICA	CT(*) (µR/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)	CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
PR-FAS	**Nº de Amostras: 6**								
	MÉDIA	0,06	0,03*	0,28*	0,98	158,13	-8,00	-0,88	8,38
	DESVIO PADRÃO	0,10	0,05	0,29	0,40	11,39	5,26	3,60	3,42
	ERRO NA MÉDIA(1)	0,03	0,02	0,10	0,14	4,03	1,86	1,27	1,21
	INCERTEZA (%) (2)	0,57	0,00	0,00	0,15				
PR-LDS	**Nº de Amostras: 8**								
	MÉDIA	0,08	-0,06*	-0,23*	1,11	164,75	-4,19	1,13	9,63
	DESVIO PADRÃO	0,08	0,05	0,18	0,31	7,23	8,52	2,95	2,62
	ERRO NA MÉDIA(1)	0,03	0,02	0,06	0,11	2,55	3,01	1,04	0,92
	INCERTEZA (%) (2)	0,36	0,00	0,00	0,10				
PR-PRS	**Nº de Amostras: 6**								
	MÉDIA	0,81	0,10	0,62	0,90	317,00	25,67	23,67	7,33
	DESVIO PADRÃO	0,16	0,00	0,16	0,37	67,73	3,56	6,41	3,33
	ERRO NA MÉDIA(1)	0,07	0,00	0,07	0,15	27,65	1,45	2,62	1,36
	INCERTEZA (%) (2)	0,81	0,10	0,62	0,90	317,00	25,67	23,67	7,33

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

3. LEVANTAMENTO AÉREO

Foram utilizados nas aeronaves gamaespectrômetro (vide item 2.2.3), com cristais detectores de NaI com 2.048/2.560 pol^3 *down* e 512 pol^3 *up*. Foram realizadas 8 passagens sobre a pista de calibração e mar, nas seguintes altitudes: 330, 400, 500, 600, 700 e 800 pés. A razão pela qual foram voadas linhas em várias altitudes foi o aproveitamento dos dados para calcular também os coeficientes de atenuação atmosférica (*attenuation coefficients*), os quais são utilizados para a correção altimétrica dos dados radiométricos.

4. CONVERSÃO PARA CONCENTRAÇÃO DE ELEMENTOS

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

S = N / C, onde:

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

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

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

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

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

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

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

AERONAVE	ESTATÍSTICA *	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
PR-FAS	MÉDIA	2232,81	119,43	21,60	112,50
	DESVIO PADRÃO	183,89	24,55	8,71	14,83
	ERRO NA MÉDIA	14,27	1,91	0,68	1,15
	INCERTEZA (%)	0,01	0,02	0,03	0,01
PR-LDS	MÉDIA	3471,38	188,52	31,88	170,60
	DESVIO PADRÃO	318,63	40,38	10,28	23,79
	ERRO NA MÉDIA	22,82	2,89	0,74	1,70
	INCERTEZA (%)	0,01	0,02	0,02	0,01
PR-PRS	MÉDIA	2842,22	137,40	28,03	119,43
	DESVIO PADRÃO	9,87	2,79	2,03	2,34
	ERRO NA MÉDIA	5,70	1,61	1,17	1,35
	INCERTEZA (%)	0,00	0,01	0,04	0,01

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

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

Aeronave	ESTATÍSTICA	CT (µR/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)	CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
PR-FAS	MÉDIA	13,01	2,22	2,45	28,13	3519,68	670,99	188,89	248,09
	DESVIO PADRÃO	3,06	0,66	0,85	8,56	795,21	165,87	46,11	74,74
	ERRO NA MÉDIA(1)	0,37	0,08	0,10	1,04	96,43	20,11	5,59	9,06
	INCERTEZA (%) (2)	0,03	0,04	0,04	0,04				
PR-LDS	MÉDIA	12,62	2,17	2,32	27,30	3428,43	665,03	181,33	242,02
	DESVIO PADRÃO	2,54	0,58	0,75	7,84	694,78	136,44	40,42	69,74
	ERRO NA MÉDIA(1)	0,31	0,07	0,09	0,95	84,25	16,55	4,90	8,46
	INCERTEZA (%) (2)	0,02	0,03	0,04	0,03				
PR-PRS	MÉDIA	11,78	2,01	2,25	25,39	5016,93	537,16	88,83	224,57
	DESVIO PADRÃO	3,90	0,70	0,76	8,89	1614,98	185,89	30,31	78,58
	ERRO NA MÉDIA(1)	0,41	0,07	0,08	0,94	171,19	19,70	3,21	8,33
	INCERTEZA (%) (2)	0,04	0,04	0,04	0,04				

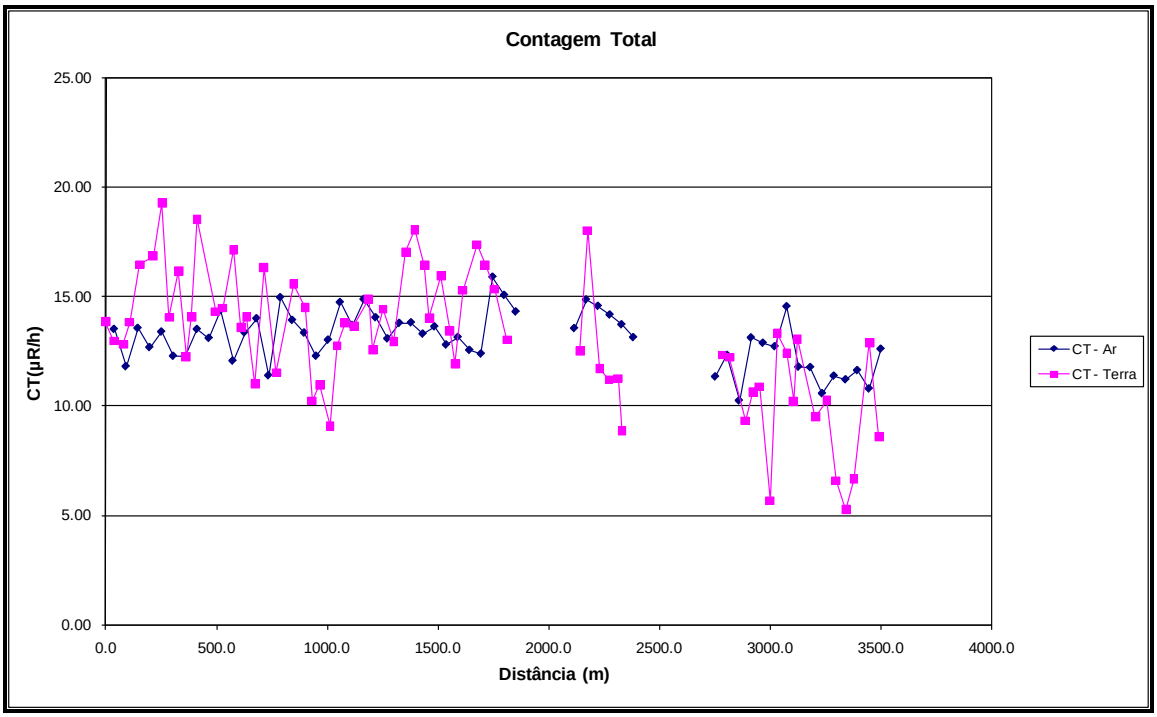
cpm = contagens por minuto

Quadro 5 – Coeficientes de Sensibilidade.

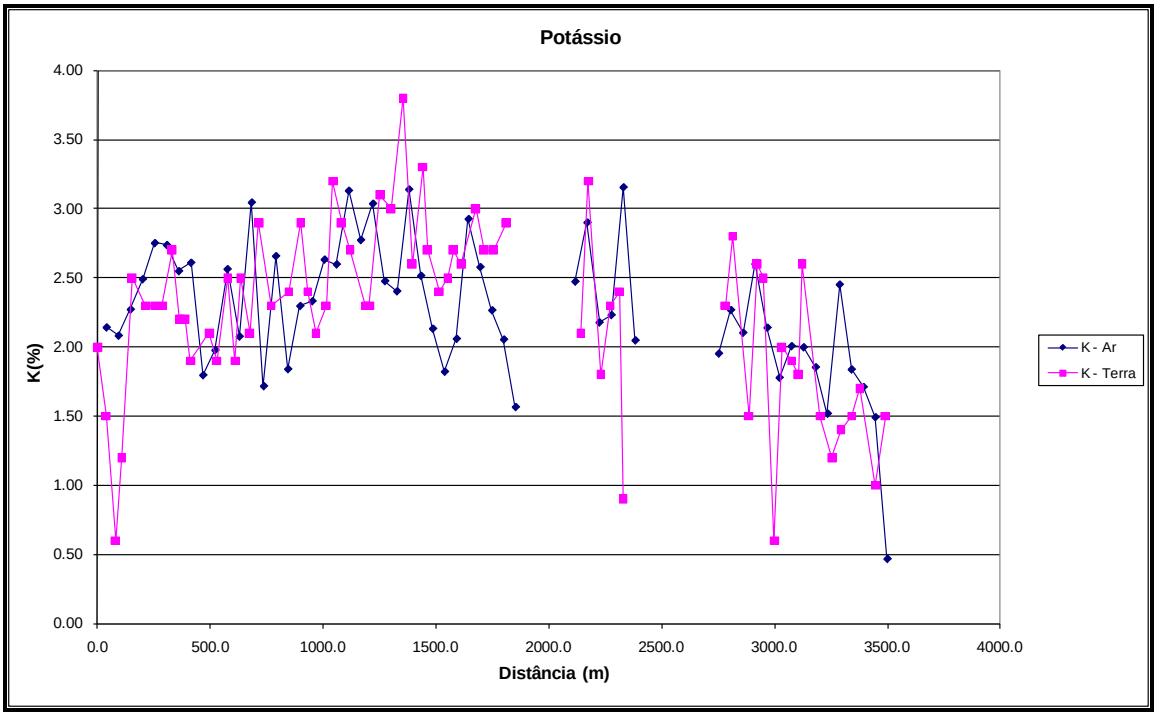
AERONAVE	SENSIBILIDADE (S)			
	CT (cps / µR/h)	K (cps / %)	U (cps / ppm)	Th (cps / ppm)
PR-FAS	171,62	53,80	8,82	4,00
PR-LDS	275,07	86,88	13,74	6,25
PR-PRS	241,19	68,21	12,48	4,70

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

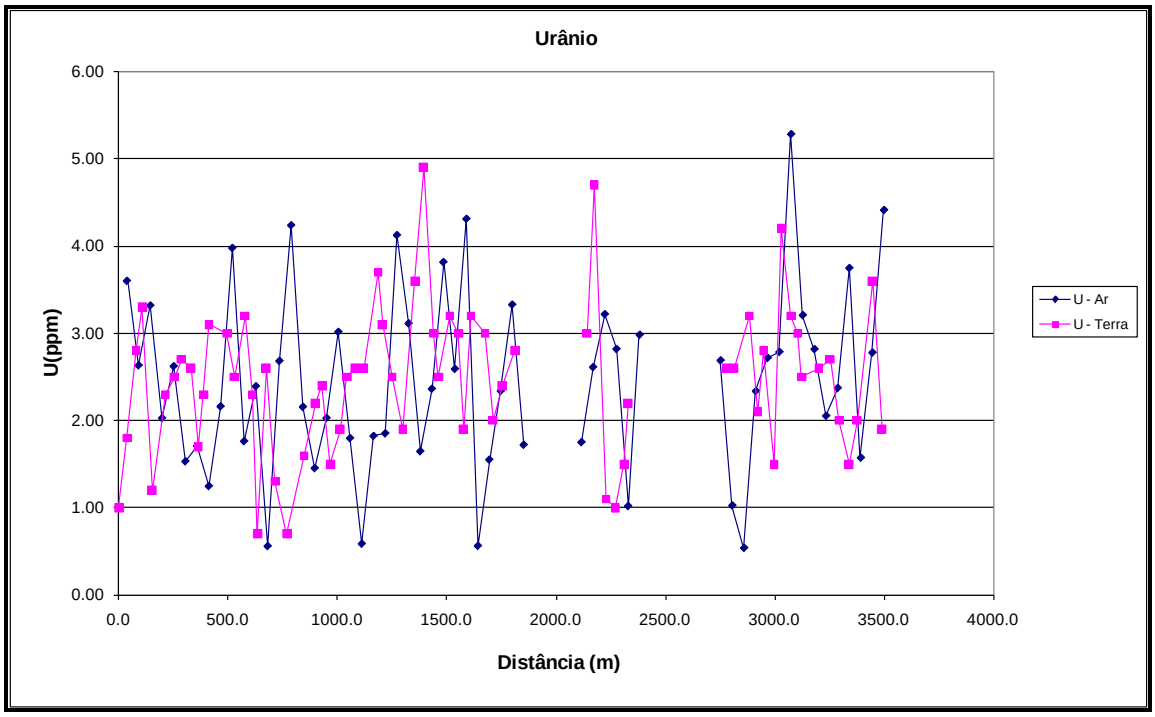
Aeronave: PR-FAS



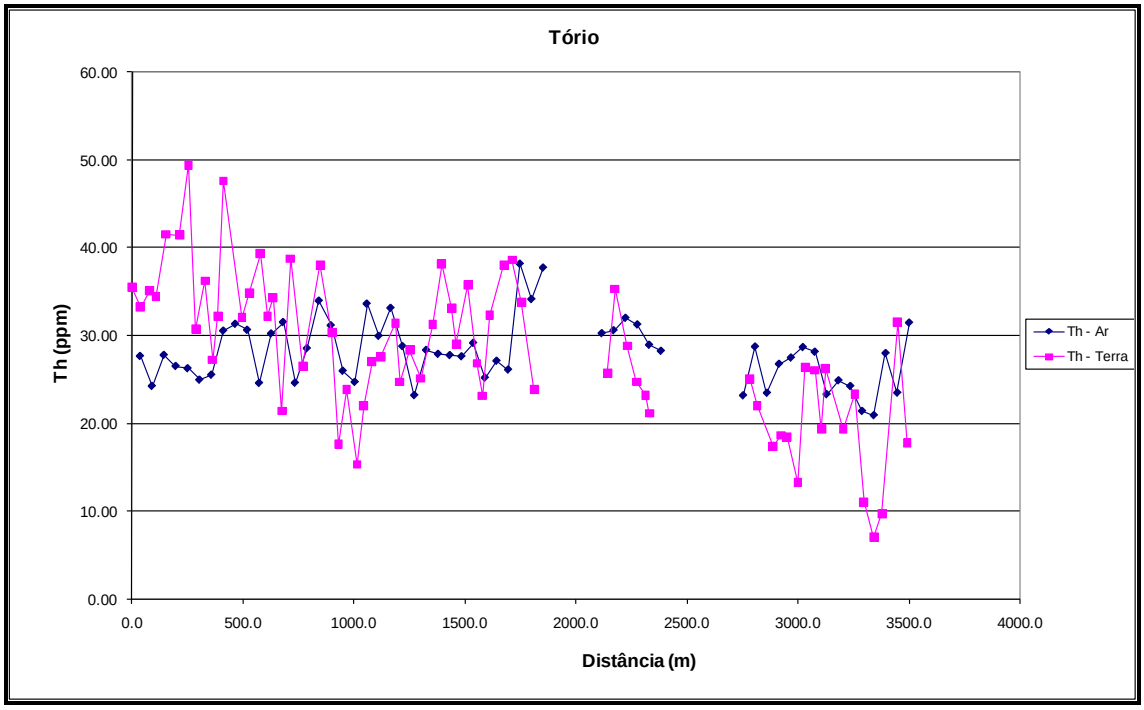
Calibração dinâmica – Perfil comparativo – Contagem Total.



Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Potássio.



Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Urânio.



Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Tório.

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

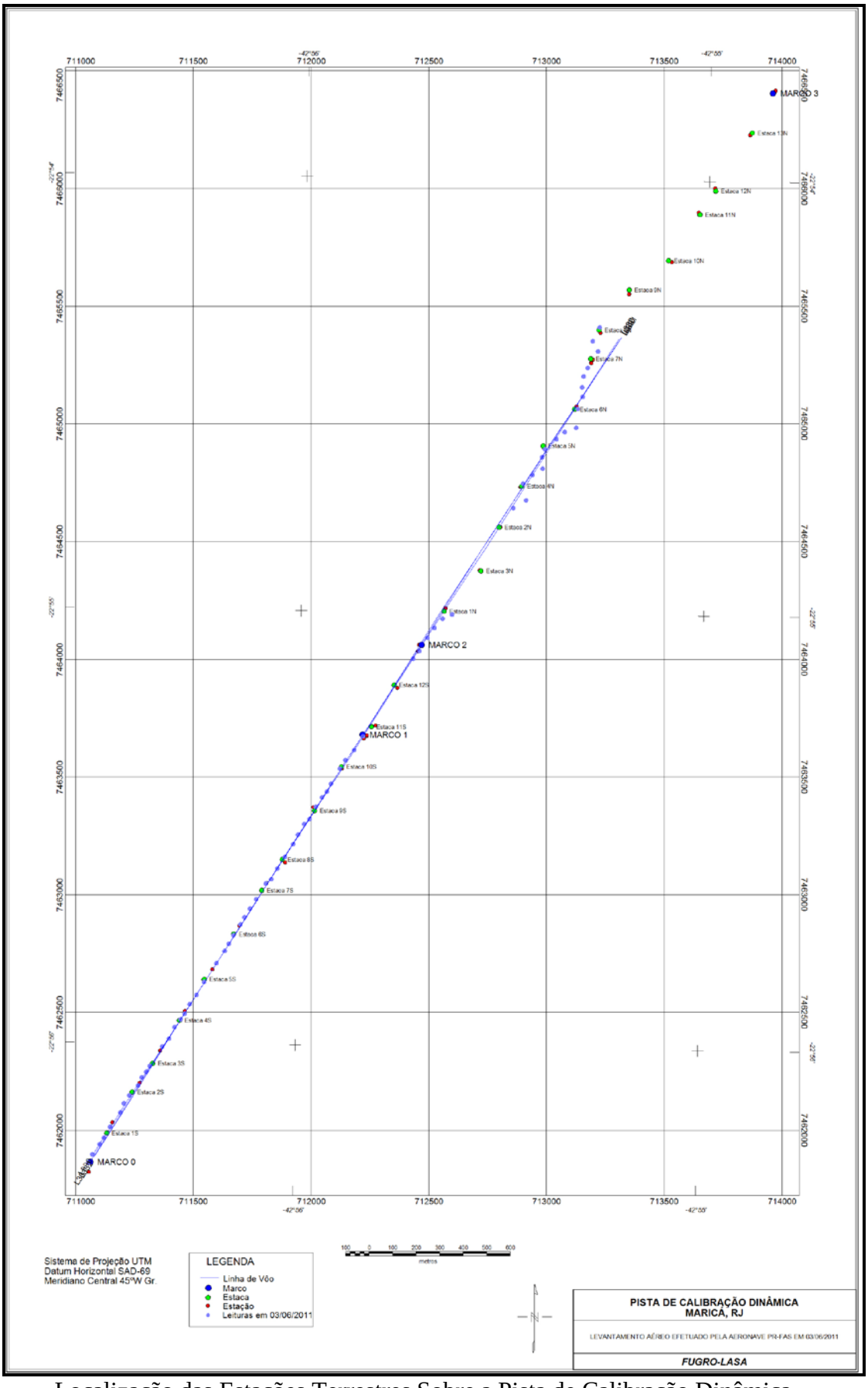
TABELA 1 - LISTAGEM DAS LEITURAS DO LEVANTAMENTO TERRESTRE
PISTA DE CALIBRAÇÃO DINÂMICA – 03/06/2011
DADOS BRUTOS

Estação	Estaca	UTM Leste (m)	UTM Norte (m)	CT (µR/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)	CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
1	Marco 0	711008,7	7461817,2	14,1	2,0	1,0	36,5	4060	639	197	321
2		711026,3	7461853,9	13,2	1,5	1,8	34,2	3604	531	200	300
3		711058,2	7461896,5	13,1	0,6	2,8	36,1	3506	391	230	318
4		711075,7	7461923,9	14,1	1,2	3,3	35,4	3722	517	234	312
5	Estaca 1S	711102,0	7461969,7	16,7	2,5	1,2	42,5	4575	791	230	373
6		711145,6	7462030,6	17,1	2,3	2,3	42,4	4595	758	249	373
7		711160,4	7462070,4	19,6	2,3	2,5	50,4	5168	812	292	443
8		711183,7	7462104,0	14,3	2,3	2,7	31,7	3934	719	205	280
9	Estaca 2S	711221,3	7462146,5	16,4	2,7	2,6	37,2	4607	187	231	327
10		711236,0	7462180,2	12,5	2,2	1,7	28,2	3582	646	170	248
11		711256,3	7462204,5	14,3	2,2	2,3	33,2	3988	691	205	292
12		711270,9	7462228,9	18,8	1,9	3,1	48,6	5122	731	294	427
13	Estaca 3S	711323,4	7462311,2	14,6	2,1	3,0	33,0	3948	679	218	291
14		711352,3	7462344,7	14,8	1,9	2,5	35,8	3967	652	221	315
15		711375,8	7462393,6	17,4	2,5	3,2	40,3	4507	808	257	355
16		711402,0	7462427,1	13,9	1,9	2,3	33,2	3690	629	204	292
17	Estaca 4S	711419,4	7462451,4	14,4	2,5	0,7	35,3	4263	744	184	309
18		711439,9	7462491,1	11,3	2,1	2,6	22,4	3165	616	159	198
19		711469,0	7462530,7	16,6	2,9	1,3	39,7	4677	855	218	348
20		711501,1	7462585,7	11,8	2,3	0,7	27,5	3380	661	147	241
21	Estaca 5S	711553,5	7462664,9	15,8	2,4	1,6	39,0	4479	755	220	343
22		711588,4	7462716,8	14,8	2,9	2,2	31,3	4123	823	193	275
23		711605,9	7462747,3	10,5	2,4	2,4	18,6	3049	648	137	165
24		711626,4	7462783,9	11,3	2,1	1,5	24,8	3168	606	149	218
25	Estaca 6S	711655,6	7462829,7	9,4	2,3	1,9	16,3	2680	599	115	144
26		711673,1	7462860,2	13,0	3,2	2,5	23,0	3786	837	159	203
27		711696,4	7462896,8	14,1	2,9	2,6	28,0	3936	811	186	247
28		711722,6	7462936,4	13,9	2,7	2,6	28,5	3913	773	188	251
29	Estaca 7S	711763,4	7463003,5	15,2	2,3	3,7	32,4	4058	735	228	286
30		711786,5	7463021,7	12,9	2,3	3,1	25,7	3687	688	183	227
31		711812,8	7463067,5	14,7	3,1	2,5	29,3	4102	851	190	258
32		711844,8	7463116,2	13,2	3,0	1,9	26,1	3913	802	164	230
33	Estaca 8S	711879,8	7463171,1	17,3	3,8	3,6	32,2	4140	829	224	285
34		711900,3	7463210,8	18,3	2,6	4,9	39,1	4217	807	248	283
35		711926,6	7463256,6	16,7	3,3	3,0	34,1	4678	936	224	301
36		711949,7	7463277,8	14,3	2,7	2,5	30,0	4190	789	197	270
37	Estaca 9S	711976,1	7463329,8	16,2	2,4	3,2	36,7	4382	777	239	324
38		712002,3	7463369,4	13,7	2,5	3,0	27,8	3866	747	192	245
39		712022,6	7463393,7	12,2	2,7	1,9	24,1	3576	729	154	213
40		712040,2	7463427,3	15,6	2,6	3,2	33,3	4157	784	222	294
41	Estaca 10S	712078,1	7463491,4	17,7	3,0	3,0	39,0	4914	907	246	344
42		712101,4	7463528,0	16,7	2,7	2,0	39,6	4782	835	231	348
43		712139,1	7463570,6	15,6	2,7	2,4	34,8	4304	807	214	306
44	Marco 1	712177,0	7463628,5	13,3	2,9	2,8	24,8	3783	799	174	219
45		712389,7	7463957,8	12,8	2,1	3,0	26,7	3548	656	188	236
46	Estaca 13S	712415,8	7463991,3	18,3	3,2	4,7	36,3	5138	971	266	321
47		712450,8	7464046,2	12,0	1,8	1,1	29,8	3267	558	166	262
48		712479,9	7464088,9	11,5	2,3	1,0	25,7	3388	640	144	266

Estação	Estaca	UTM Leste (m)	UTM Norte (m)	CT (µR/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)	CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
49		712514,6	7464128,4	11,5	2,4	1,5	24,2	3227	673	146	213
50	Estaca 1N	712554,8	7464146,3	9,1	0,9	2,2	22,1	2491	351	149	195
51		712814,8	7464598,0	10,8	2,3	2,6	19,5	2982	642	144	173
52		712869,5	7464631,1	12,5	2,8	2,6	23,0	3541	757	162	203
53	Estaca 4N	712856,2	7464702,0	9,6	1,5	3,2	18,3	2599	476	180	163
54		712896,6	7464738,4	10,9	2,6	2,1	19,6	3114	693	136	173
55		712939,8	7464765,5	11,2	2,5	2,8	19,4	3107	696	148	172
56		712937,6	7464814,7	6,0	0,6	1,5	14,2	1685	230	98	125
57	Estaca 5N	712949,5	7464848,4	13,6	2,0	4,2	27,3	3546	651	201	242
58		712998,5	7464890,8	12,7	1,9	3,2	27,0	3485	615	192	239
59		713033,2	7464921,1	10,5	1,8	3,0	20,3	2818	551	156	180
60		713081,9	7464938,8	13,4	2,6	2,5	27,2	3830	754	179	240
61	Estaca 6N	713088,7	7465018,8	9,8	1,5	2,6	20,3	2897	484	151	185
62		713109,4	7465070,8	10,5	1,2	2,7	24,3	2959	443	169	215
63		713107,1	7465110,8	6,9	1,4	2,0	12,0	1991	408	97	107
64		713113,5	7465156,9	5,5	1,5	1,5	8,0	1580	385	67	71
65	Estaca 7N	713131,1	7465193,5	6,9	1,7	2,0	10,7	2075	450	90	96
66		713174,8	7465263,7	12,1	1,0	1,9	32,5	3318	434	195	286
67		713152,6	7465307,1	8,9	1,5	1,9	18,7	2484	461	127	165
68		713182,0	7465365,1	12,0	0,7	3,3	30,6	3078	373	212	270
1	*	722903,8	7461390,5	0,0	0,0	-0,8	1,7	165	-11	-7	14
2	*	722903,8	7461390,5	-0,1	-0,1	-0,2	0,8	140	-15	-1	7
3	*	722903,8	7461390,5	0,2	0,0	-0,1	1,0	144	-3	3	9
4	*	722903,8	7461390,5	0,0	0,0	-0,5	1,3	158	-9	-4	11
5	*	722903,8	7461390,5	0,2	0,0	0,1	0,4	170	-2	3	3
6	*	722903,8	7461390,5	0,1	0,0	-0,3	1,0	170	-1	0	9
7	*	722903,8	7461390,5	0,0	0,0	-0,4	1,0	164	-11	-3	9
8	*	722903,8	7461390,5	0,0	-0,1	0,0	0,6	154	-12	2	5

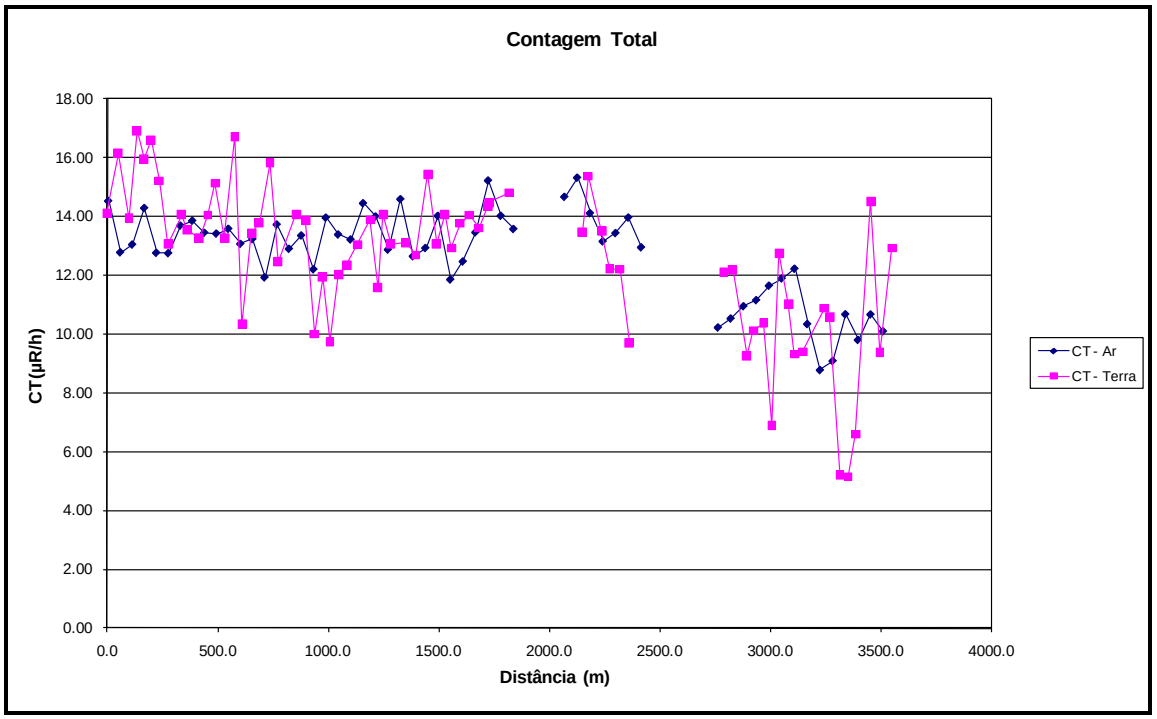
**Background* na Lagoa de Maricá

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

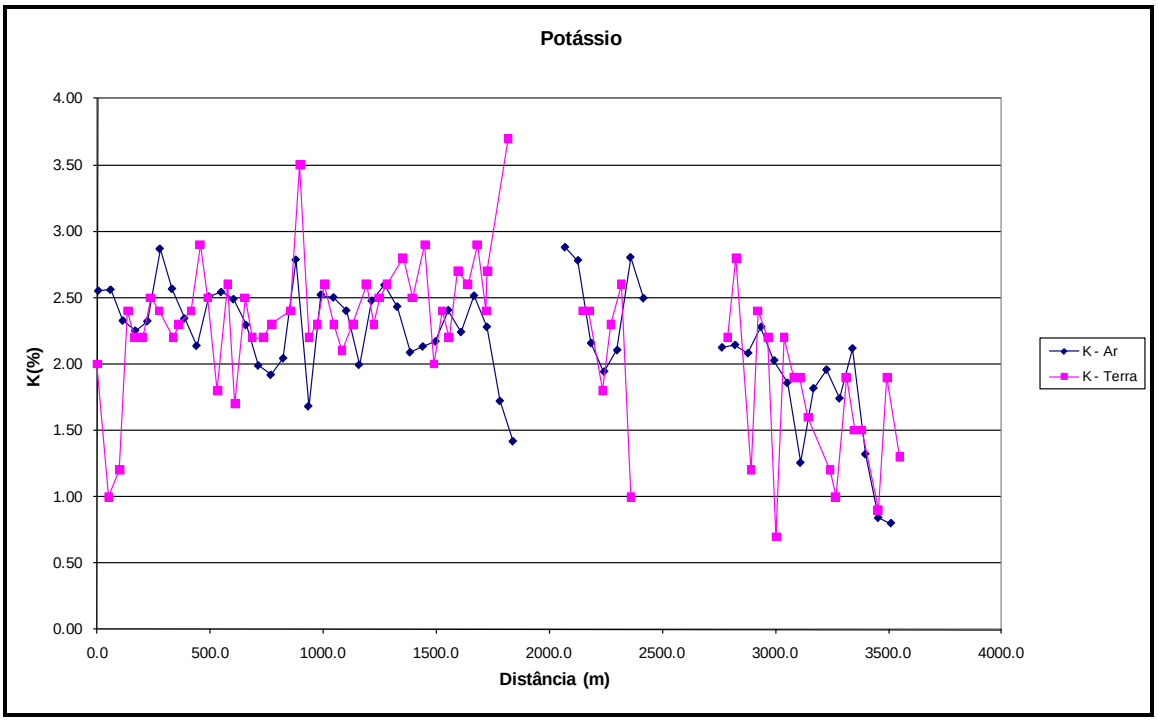


Localização das Estações Terrestres Sobre a Pista de Calibração Dinâmica.

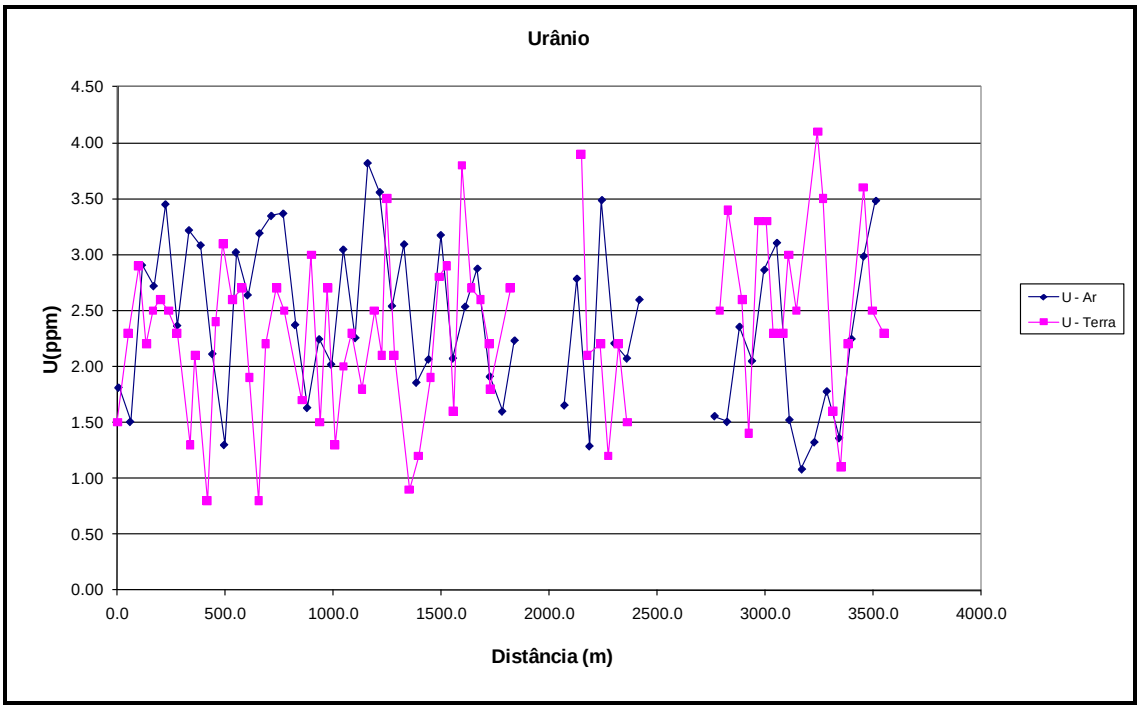
Aeronave: PR-LDS



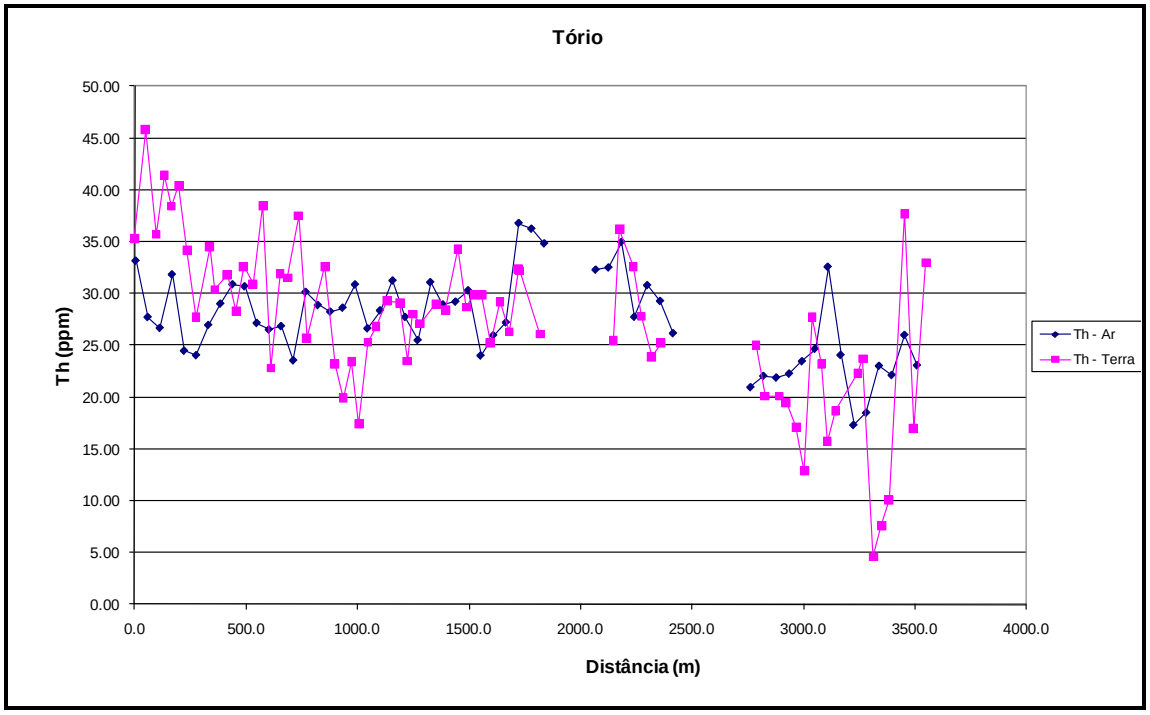
Calibração dinâmica – Perfil comparativo – Contagem Total.



Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Potássio.



Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Urânio.



Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Tório.

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

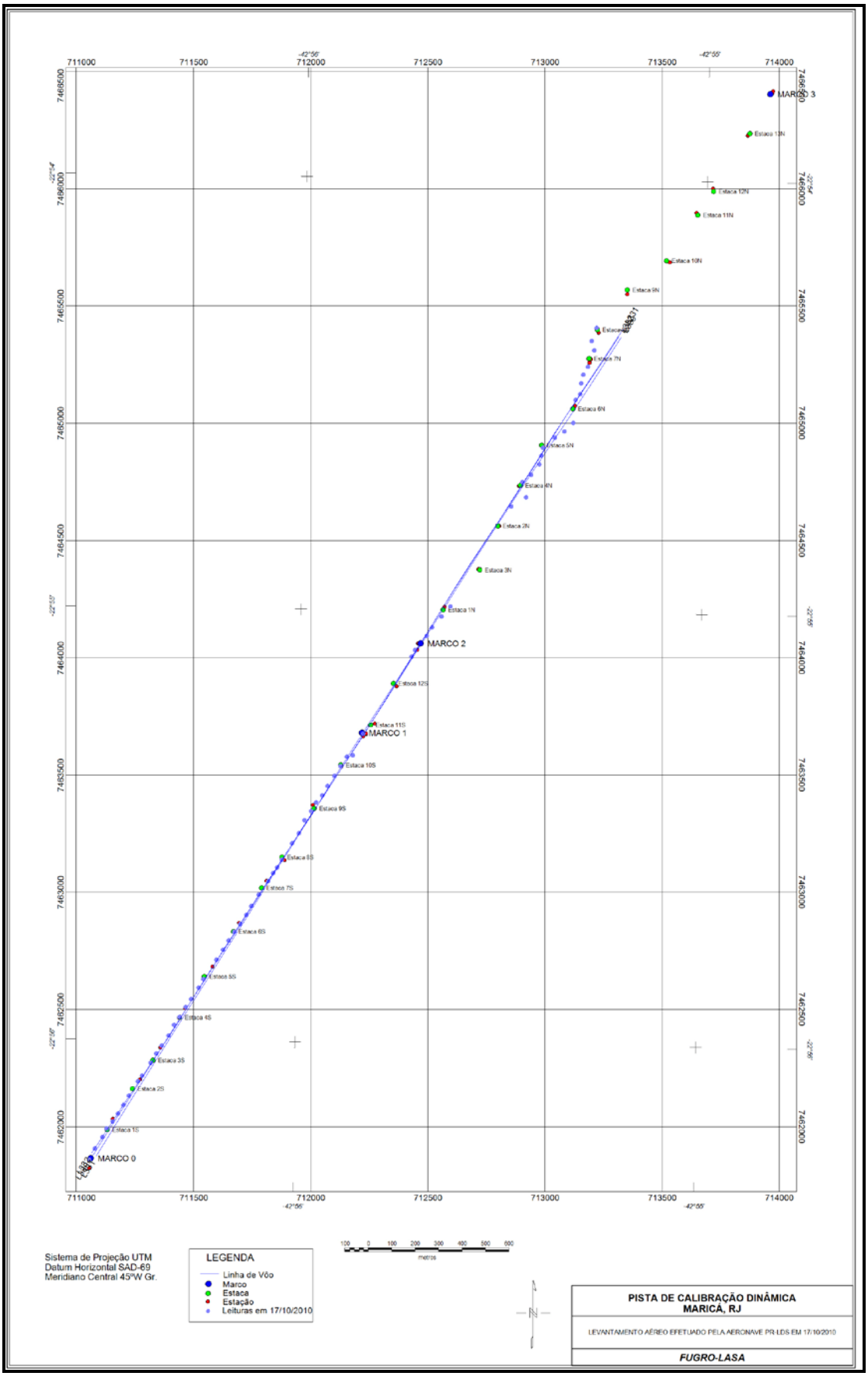
TABELA 1 - LISTAGEM DAS LEITURAS DO LEVANTAMENTO TERRESTRE
PISTA DE CALIBRAÇÃO DINÂMICA – 17/10/2010
DADOS BRUTOS

Estação	Estaca	UTM Leste (m)	UTM Norte (m)	CT (µR/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)	CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
1	Marco 0	711011,5	7461814,1	14,4	2,0	1,5	36,4	3973	652	205	319
2		711035,0	7461863,0	16,5	1,0	2,3	46,9	4385	520	277	413
3		711067,0	7461911,7	14,3	1,2	2,9	36,8	3797	513	234	324
4		711084,6	7461948,4	17,2	2,4	2,2	42,5	4713	782	249	373
5	Estaca 1S	711110,7	7461978,8	16,3	2,2	2,5	39,5	4468	724	239	348
6		711133,9	7462012,3	16,9	2,2	2,6	41,5	4539	750	251	365
7		711157,3	7462048,9	15,5	2,5	2,5	35,3	4281	759	218	311
8		711180,6	7462088,6	13,4	2,4	2,3	28,8	3685	705	183	254
9	Estaca 2S	711218,5	7462149,6	14,4	2,2	1,3	35,6	4048	690	197	312
10		711236,0	7462174,0	13,9	2,3	2,1	31,5	3747	692	193	277
11		711273,8	7462228,9	13,6	2,4	0,8	32,9	3991	705	176	289
12		711297,1	7462268,5	14,4	2,9	2,4	29,4	4854	876	208	347
13	Estaca 3S	711320,4	7462302,0	15,5	2,5	3,1	33,7	4072	782	223	297
14		711349,5	7462344,7	13,6	1,8	2,6	32,0	3823	614	205	282
15		711372,9	7462390,5	17,0	2,6	2,7	39,6	4617	820	245	348
16		711396,2	7462424,1	10,7	1,7	1,9	23,9	2952	533	152	211
17	Estaca 4S	711422,5	7462466,8	13,8	2,5	0,8	33,0	3788	733	175	289
18		711445,7	7462500,3	14,1	2,2	2,2	32,6	3849	695	200	287
19		711477,8	7462549,1	16,2	2,2	2,7	38,6	4302	736	238	340
20		711498,2	7462585,7	12,8	2,3	2,5	26,8	3550	683	178	237
21	Estaca 5S	711553,5	7462668,0	14,4	2,4	1,7	33,7	4028	726	196	296
22		711582,6	7462710,7	14,2	3,5	3,0	24,3	4076	928	175	215
23		711606,0	7462750,4	10,3	2,2	1,5	21,0	3014	616	131	185
24		711629,3	7462787,0	12,3	2,3	2,7	24,5	3372	676	170	216
25	Estaca 6S	711655,4	7462820,4	10,1	2,6	1,3	18,5	2915	677	115	163
26		711681,6	7462860,1	12,3	2,3	2,0	26,4	3516	671	166	232
27		711702,1	7462896,7	12,7	2,1	2,3	27,9	3643	638	180	246
28		711734,1	7462945,5	13,4	2,3	1,8	30,4	3761	681	182	268
29	Estaca 7S	711774,8	7463003,4	14,2	2,6	2,5	30,2	3881	761	194	266
30		711795,3	7463036,9	11,9	2,3	2,1	24,6	3363	661	161	217
31		711812,7	7463061,3	14,4	2,5	3,5	29,1	3908	743	208	258
32		711833,1	7463094,9	13,4	2,6	2,1	28,2	3857	741	176	248
33	Estaca 8S	711876,9	7463165,0	13,4	2,8	0,9	30,1	3908	782	164	264
34		711906,0	7463207,7	13,0	2,5	1,2	29,5	3696	702	167	259
35		711929,5	7463262,7	15,8	2,9	1,9	35,4	4463	852	208	311
36		711958,6	7463302,3	13,4	2,0	2,8	29,8	3652	652	198	263
37	Estaca 9S	711979,1	7463339,0	14,4	2,4	2,9	31,0	3877	731	207	274
38		712005,1	7463369,4	13,3	2,2	1,6	31,0	3752	676	181	272
39		712028,5	7463409,0	14,1	2,7	3,8	26,3	3892	794	201	233
40		712057,6	7463451,7	14,4	2,6	2,7	30,3	3857	758	198	267
41	Estaca 10S	712083,9	7463494,4	13,9	2,9	2,6	27,4	3858	805	182	242
42		712110,1	7463534,1	14,7	2,4	2,2	33,5	4210	741	206	295
43		712135,8	7463539,8	14,8	2,7	1,8	33,3	4112	791	196	293
44	Marco 1	712179,8	7463631,5	15,1	3,7	2,7	27,2	4333	984	184	240

Estação	Estaca	UTM Leste (m)	UTM Norte (m)	CT (µR/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)	CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
45		712386,9	7463960,9	13,8	2,4	3,9	26,6	3698	729	203	236
46	Estaca 13S	712401,5	7463988,4	15,7	2,4	2,1	37,3	4255	743	221	328
47		712450,8	7464049,3	13,8	1,8	2,2	33,7	3685	611	205	296
48		712474,1	7464085,9	12,5	2,3	1,2	28,9	3493	674	162	254
49		712514,7	7464131,4	12,5	2,6	2,2	25,0	3543	737	163	220
50	Estaca 1N	712552,3	7464174,0	10,0	1,0	1,5	26,3	2395	377	157	231
51		712812,0	7464601,1	11,7	2,2	2,5	23,6	3339	644	162	208
52		712875,3	7464640,2	12,5	2,8	3,4	21,2	3647	761	167	188
53	Estaca 4N	712859,1	7464705,1	9,6	1,2	2,6	21,2	2590	427	153	188
54		712896,6	7464735,3	10,4	2,4	1,4	20,6	3132	641	126	182
55		712931,4	7464781,0	10,7	2,2	3,3	18,2	3021	625	152	162
56		712940,5	7464817,8	7,2	0,7	3,3	14,0	1911	289	130	125
57	Estaca 5N	712946,7	7464851,5	13,1	2,2	2,3	28,8	3667	666	184	254
58		712998,6	7464893,9	11,3	1,9	2,3	24,3	3018	574	162	214
59		713038,9	7464921,0	9,6	1,9	3,0	16,8	2699	556	138	149
60		713076,4	7464957,4	9,7	1,6	2,5	19,8	2640	483	143	175
61	Estaca 6N	713086,4	7465055,7	11,2	1,2	4,1	23,4	2944	458	192	207
62		713106,7	7465080,0	10,9	1,0	3,5	24,8	2822	415	186	219
63		713110,2	7465126,1	5,5	1,9	1,6	5,7	1730	455	59	51
64		713119,3	7465162,9	5,5	1,5	1,1	8,7	1724	381	64	77
65	Estaca 7N	713139,7	7465196,5	6,9	1,5	2,2	11,2	2001	419	97	99
66		713166,3	7465266,9	14,4	0,9	3,0	38,8	3784	468	245	342
67		713155,5	7465307,0	9,7	1,9	2,5	18,1	2672	538	135	161
68		713176,2	7465362,1	13,2	1,3	2,3	34,1	3548	515	209	300
1	*	722917,9	7461381,1	-0,1	-0,1	-0,3	1,0	155	-11	-1	9
2	*	722917,9	7461381,1	0,2	-0,1	0,1	0,9	161	10	7	8
3	*	722917,9	7461381,1	0,1	-0,1	-0,2	1,3	168	-12	2	11
4	*	722917,9	7461381,1	0,1	-0,1	-0,2	1,2	167	-16	2	10
5	*	722917,9	7461381,1	0,0	-0,1	-0,1	0,7	157	-1	2	6
6	*	722917,9	7461381,1	0,2	0,0	-0,4	1,5	170	1	0	13
7	*	722917,9	7461381,1	0,1	0,0	-0,2	0,8	163	-1	0	7
8	*	722912,2	7461381,1	0,1	0,0	-0,5	1,5	177	-4	-3	13

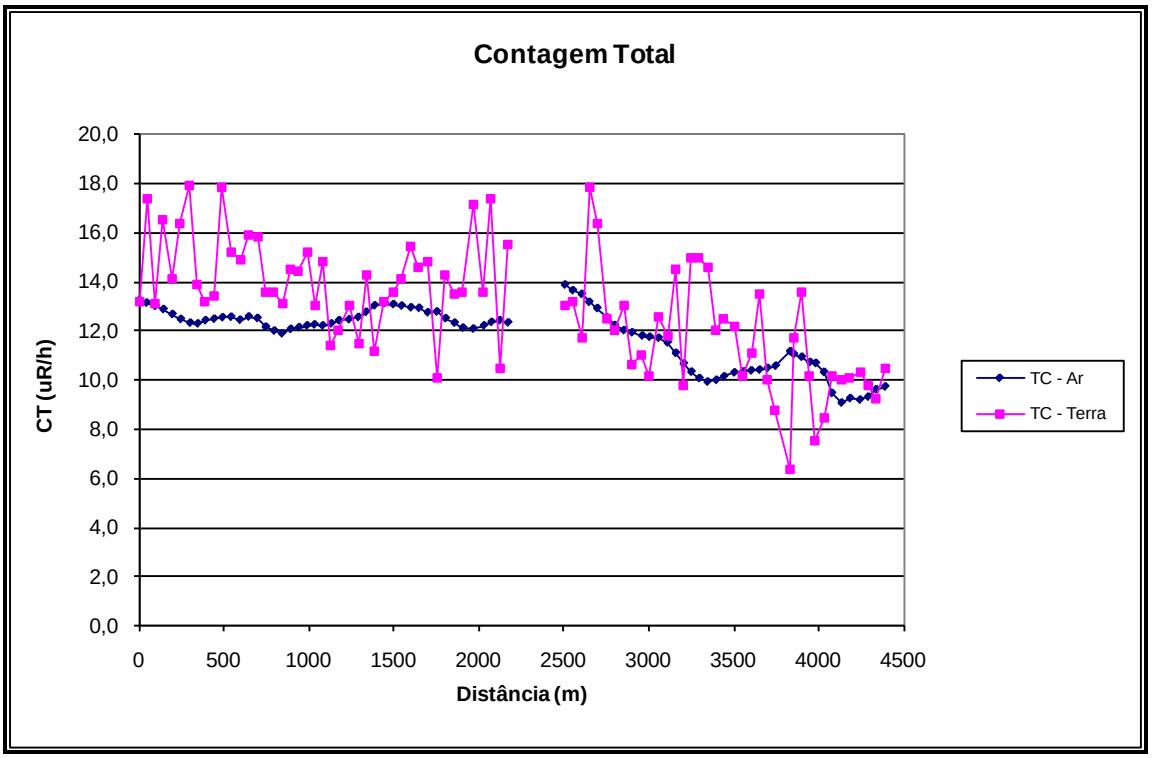
**Background na Lagoa de Maricá*

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

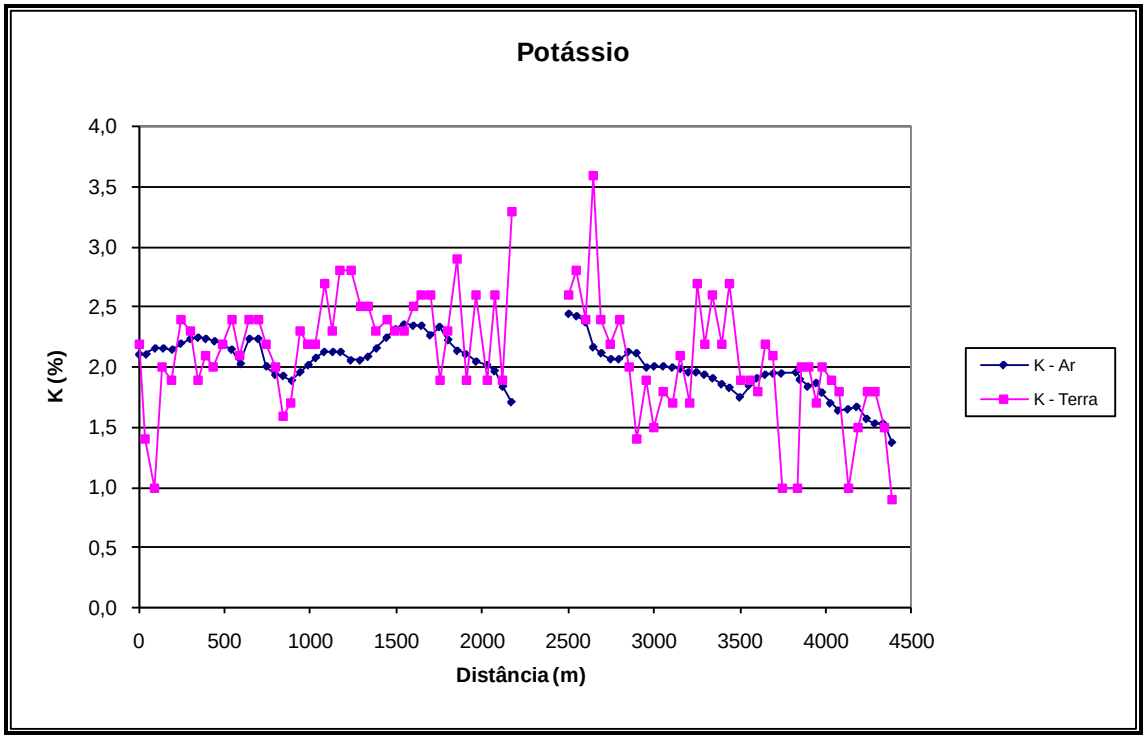


Localização das Estações Terrestres Sobre a Pista de Calibração Dinâmica.

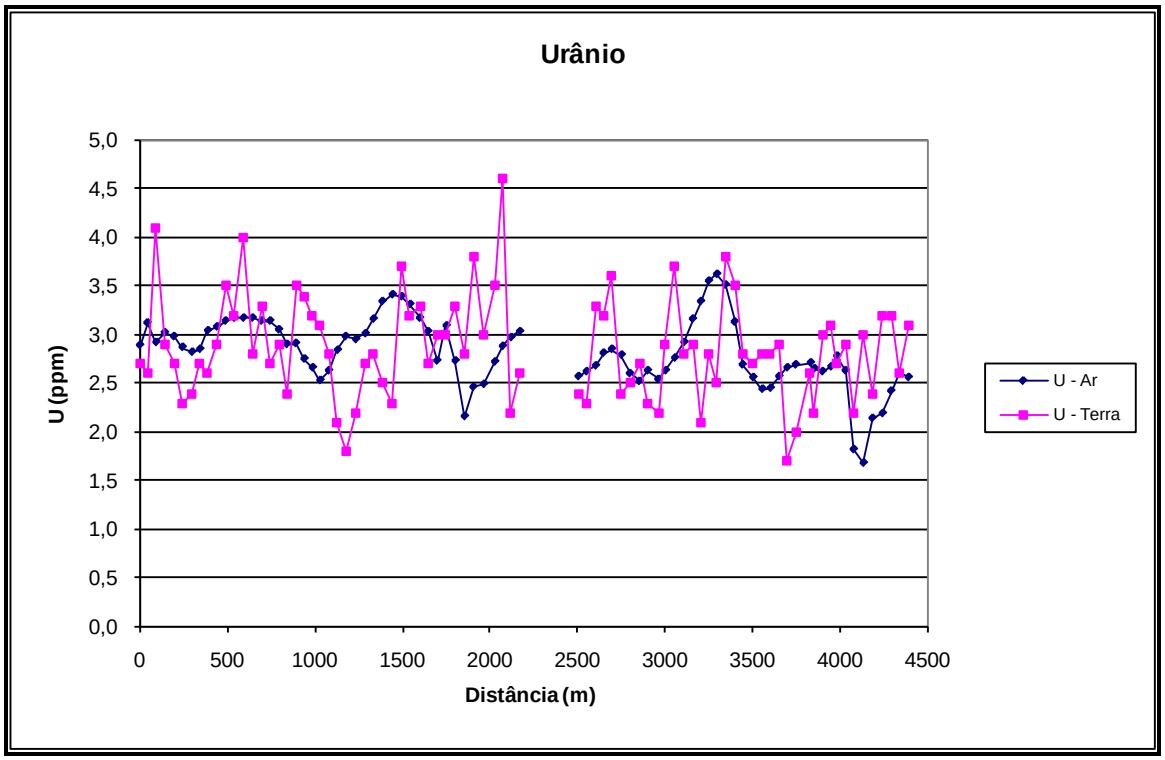
Aeronave: PR-PRS



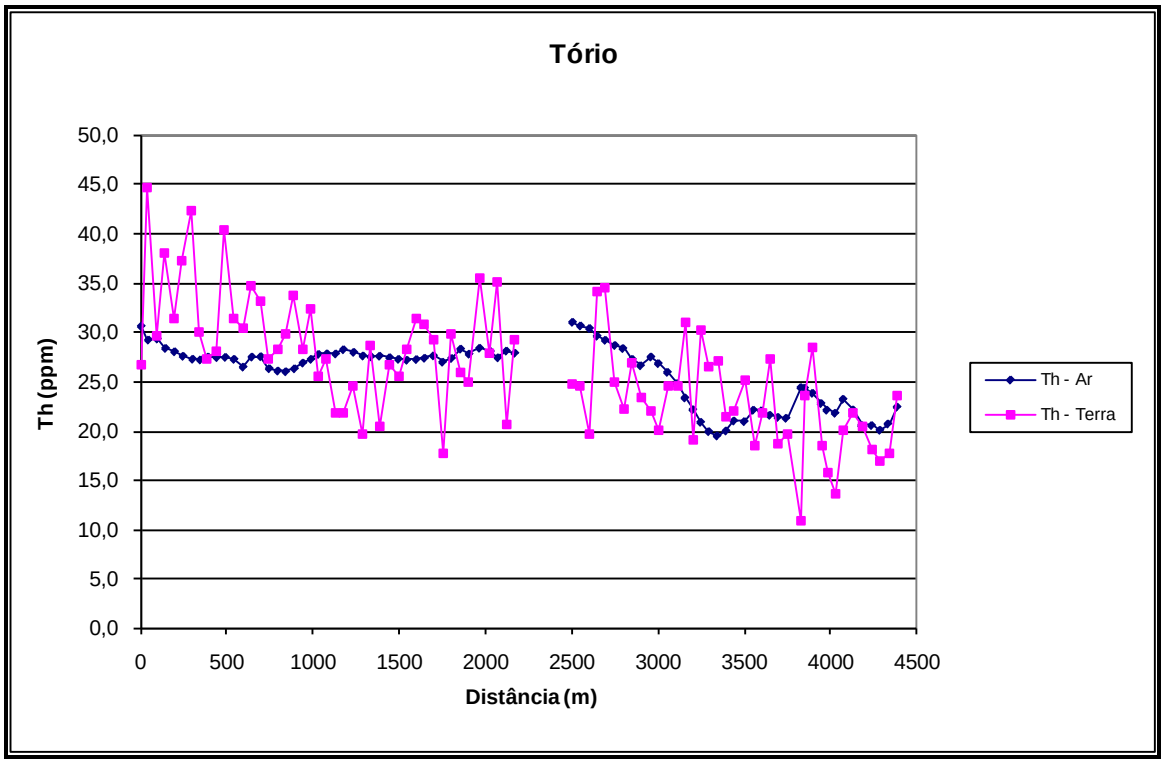
Calibração dinâmica – Perfil comparativo – Contagem Total.



Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Potássio.



Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Urânio.



Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Tório.

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

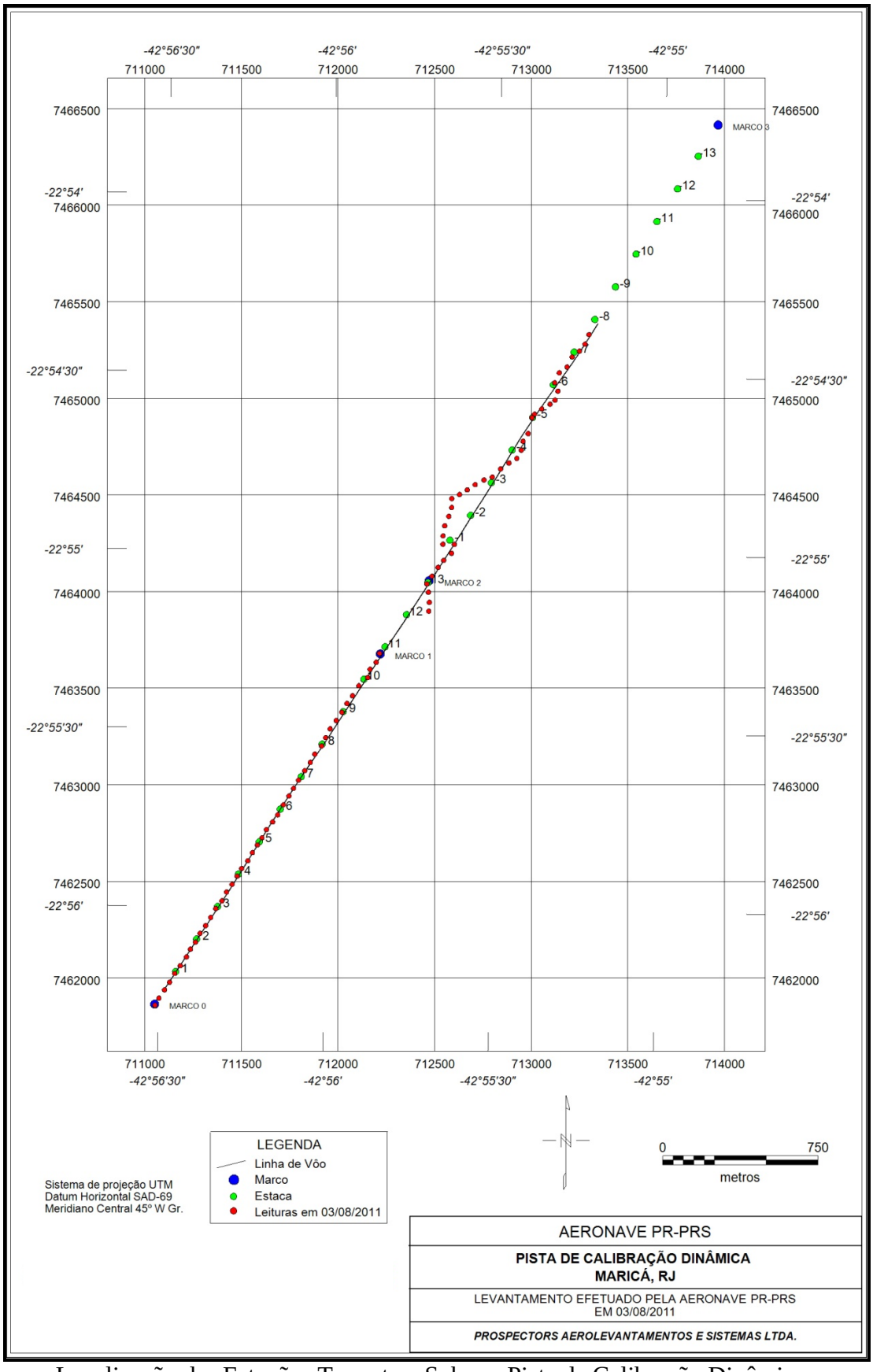
TABELA 1 - LISTAGEM DAS LEITURAS DO LEVANTAMENTOTERRESTRE
PISTA DE CALIBRAÇÃO DINÂMICA – 03/08/2011
DADOS BRUTOS

Estação	UTM LESTE(m)	UTM NORTE(m)	CT (µR/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)	CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
1	711008,62	7461814,10	13,2	2,2	2,7	26,8	5466	586	106	236
2	711029,08	7461850,73	17,4	1,4	2,6	44,7	7206	372	102	395
3	711058,18	7461893,40	13,1	1,0	4,1	29,7	5425	266	161	262
4	711084,38	7461933,04	16,5	2,0	2,9	38,0	6833	532	114	335
5	711110,67	7461978,82	14,1	1,9	2,7	31,4	5839	506	106	277
6	711139,73	7462018,42	16,4	2,4	2,3	37,3	6791	639	90	329
7	711171,72	7462064,12	17,9	2,3	2,4	42,3	7413	612	94	373
8	711192,22	7462103,84	13,9	1,9	2,7	30,1	5756	506	106	266
9	711218,38	7462140,39	13,2	2,1	2,6	27,3	5466	559	102	241
10	711241,82	7462186,22	13,4	2,0	2,9	28,1	5549	532	114	248
11	711270,88	7462225,81	17,8	2,2	3,5	40,4	7371	586	138	357
12	711297,13	7462268,52	15,2	2,4	3,2	31,4	6294	639	126	277
13	711323,42	7462314,31	14,9	2,1	4,0	30,4	6170	559	157	268
14	711355,32	7462353,86	15,9	2,4	2,8	34,8	6584	639	110	307
15	711378,76	7462399,69	15,8	2,4	3,3	33,2	6543	639	130	293
16	711407,82	7462439,28	13,6	2,2	2,7	27,4	5632	586	106	242
17	711434,07	7462481,99	13,6	2,0	2,9	28,4	5632	532	114	251
18	711457,42	7462521,66	13,1	1,6	2,4	29,9	5425	426	94	264
19	711489,33	7462561,21	14,5	1,7	3,5	33,7	6005	452	138	297
20	711512,73	7462603,96	14,4	2,3	3,4	28,4	5963	612	134	251
21	711538,94	7462643,60	15,2	2,2	3,2	32,4	6294	586	126	286
22	711562,25	7462680,19	13,0	2,2	3,1	25,5	5383	586	122	225
23	711585,65	7462722,94	14,8	2,7	2,8	27,3	6129	719	110	241
24	711617,55	7462762,50	11,4	2,3	2,1	21,9	4721	612	82	193
25	711643,72	7462799,05	12,0	2,8	1,8	21,8	4969	745	71	192
26	711672,95	7462850,95	13,0	2,8	2,2	24,6	5383	745	86	217
27	711702,09	7462896,70	11,5	2,5	2,7	19,8	4762	666	106	175
28	711725,45	7462936,37	14,3	2,5	2,8	28,7	5922	666	110	253
29	711751,70	7462979,08	11,2	2,3	2,5	20,5	4638	612	98	181
30	711783,73	7463027,86	13,2	2,4	2,3	26,7	5466	639	90	236
31	711812,84	7463070,53	13,6	2,3	3,7	25,6	5632	612	146	226
32	711836,24	7463113,28	14,1	2,3	3,2	28,3	5839	612	126	250
33	711871,04	7463155,86	15,4	2,5	3,3	31,5	6377	666	130	278
34	711891,59	7463198,65	14,6	2,6	2,7	30,8	6046	692	106	272
35	711915,03	7463244,48	14,8	2,6	3,0	29,3	6129	692	118	259
36	711946,98	7463287,11	10,1	1,9	3,0	17,7	4182	506	118	156
37	711976,09	7463329,78	14,3	2,3	3,3	29,8	5922	612	130	263
38	712002,38	7463375,56	13,5	2,9	2,8	25,9	5590	772	110	228
39	712031,44	7463415,15	13,6	1,9	3,8	25,0	5632	506	150	221
40	712063,52	7463467,01	17,1	2,6	3,0	35,5	7081	692	118	313
41	712109,72	7463509,44	13,6	1,9	3,5	28,0	5632	506	138	247
42	712121,72	7463552,35	17,4	2,6	4,6	35,2	7206	692	181	311
43	712153,59	7463588,82	10,5	1,9	2,2	20,7	4348	506	86	182
44	712171,34	7463634,73	15,5	3,3	2,6	29,2	6419	879	102	258
45	712425,23	7463852,70	13,0	2,6	2,4	24,8	5383	692	94	219
46	712428,72	7463898,80	13,2	2,8	2,3	24,6	5466	745	90	217
47	712423,76	7463951,18	11,7	2,4	3,3	19,7	4845	639	130	174
48	712415,82	7463994,37	17,8	3,6	3,2	34,2	7371	959	126	302
49	712442,03	7464034,00	16,4	2,4	3,6	34,6	6791	639	142	305

Estação	UTM LESTE(m)	UTM NORTE(m)	CT (µR/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)	CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
50	712474,03	7464079,70	12,5	2,2	2,4	25,0	5176	586	94	221
51	712503,04	7464116,22	12,0	2,4	2,5	22,3	4969	639	98	197
52	712543,46	7464152,57	13,0	2,0	2,7	26,9	5383	532	106	237
53	712558,36	7464198,52	10,6	1,4	2,3	23,4	4389	372	90	206
54	712498,52	7464199,36	11,0	1,9	2,2	22,0	4555	506	86	194
55	712499,12	7464242,43	10,2	1,5	2,9	20,2	4224	399	114	178
56	712508,41	7464294,61	12,6	1,8	3,7	24,6	5218	479	146	217
57	712529,05	7464343,55	11,8	1,7	2,8	24,5	4886	452	110	216
58	712543,95	7464389,49	14,5	2,1	2,9	31,1	6005	559	114	274
59	712544,60	7464435,64	9,8	1,7	2,1	19,2	4058	452	82	169
60	712584,80	7464456,61	15,0	2,7	2,8	30,2	6212	719	110	266
61	712625,04	7464480,66	15,0	2,2	2,5	26,6	6212	586	98	235
62	712665,33	7464507,79	14,6	2,6	3,8	27,1	6046	692	150	239
63	712711,28	7464531,75	12,0	2,2	3,5	21,5	4969	586	138	190
64	712754,24	7464546,53	12,5	2,7	2,8	22,1	5176	719	110	195
65	712797,60	7464589,00	12,2	1,9	2,7	25,1	5052	506	106	221
66	712840,78	7464619,16	10,2	1,9	2,8	18,6	4224	506	110	164
67	712881,02	7464643,21	11,1	1,8	2,8	21,9	4596	479	110	193
68	712904,43	7464685,96	13,5	2,2	2,9	27,4	5590	586	114	242
69	712913,63	7464731,98	10,0	2,1	1,7	18,8	4141	559	67	166
70	712939,84	7464771,61	8,8	1,0	2,0	19,8	3644	266	78	175
71	712960,96	7464854,39	6,4	1,0	2,6	11,0	2650	266	102	97
72	712972,62	7464872,69	11,7	2,0	2,2	23,7	4845	532	86	209
73	713010,06	7464899,85	13,6	2,0	3,0	28,5	5632	532	118	251
74	713053,16	7464923,86	10,2	1,7	3,1	18,5	4224	452	122	163
75	713079,11	7464945,03	7,5	2,0	2,7	15,8	3106	532	106	139
76	713094,01	7464990,98	8,5	1,9	2,9	13,7	3520	506	114	121
77	713077,52	7465034,29	10,2	1,8	2,2	20,1	4224	479	86	177
78	713101,06	7465086,27	10,0	1,0	3,0	21,8	4141	266	118	192
79	713141,39	7465116,47	10,1	1,5	2,4	20,5	4182	399	94	181
80	713167,78	7465168,40	10,3	1,8	3,2	18,2	4265	479	126	160
81	713205,27	7465198,64	9,8	1,8	3,2	16,9	4058	479	126	149
82	713234,29	7465235,16	9,2	1,5	2,6	17,8	3810	399	102	157
83	713254,93	7465284,10	10,5	0,9	3,1	23,6	4348	239	122	208
1*	722686,16	7463055,39	0,6	0,1	0,4	1,0	248	28	15	8
2*	722689,01	7463055,35	0,6	0,1	0,6	0,5	248	19	23	4
3*	722697,47	7463049,07	0,7	0,1	0,5	1,0	289	27	19	8
4*	722703,21	7463052,06	0,8	0,1	0,6	0,9	331	25	23	7
5*	722706,15	7463058,18	1,0	0,1	0,8	1,5	414	29	31	13
6*	722757,22	7463042,04	0,9	0,1	0,8	0,5	372	26	31	4

**Background* na Lagoa de Maricá

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



Localização das Estações Terrestres Sobre a Pista de Calibração Dinâmica.

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

ANEXO I-f – Atenuação Atmosférica – Resultado dos Testes

1. CÁLCULO DAS CONSTANTES DE ATENUAÇÃO ATMOSFÉRICA

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

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

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

$\mathbf{N_H = N_0 \, . \, e^{-\mu H}}$ (1), onde:

$\mathbf{N_H}$ é a radiação à distância H da fonte,
$\mathbf{N_0}$ 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:

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

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

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

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

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

Dividindo-se (2) por (1), obtém-se:

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

onde:

- $\mathbf{N_{100}}$ é a taxa de contagem normalizada para a altura do levantamento (100m) para um determinado canal;
- $\mathbf{N_H}$ 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;
- $\mathbf{H_{100}}$ é a altura nominal de voo (100m);
- **H** é a altura medida.

A seguir são apresentados os resultado dos testes de atenuação atmosférica das aeronaves que participaram do Projeto Aerogeofísico Rondonópolis-Dom Aquino.

Aeronave: PR-FAS

Data: 03/06/11

MÉDIAS SOBRE A TERRA*				
ALTURA (pés)	**CT (cps)**	**K (cps)**	**U (cps)**	**Th (cps)**
330	2612,289	225,510	69,907	123,521
331	2664,577	227,536	71,511	125,928
332	2690,145	229,523	72,673	126,060
400	2345,896	199,484	66,340	109,108
500	1990,121	162,530	57,736	90,202
600	1735,060	139,354	53,025	77,946
700	1539,367	124,418	47,325	69,244
800	1390,216	110,147	44,701	60,731
MÉDIAS SOBRE A ÁGUA*				
ALTURA (pés)	**CT (cps)**	**K (cps)**	**U (cps)**	**Th (cps)**
330	291,388	26,609	15,168	5,380
331	297,586	26,951	15,874	5,241
332	300,778	27,614	15,468	5,291
400	290,453	26,376	15,147	5,388
500	292,938	26,294	14,973	5,447
600	294,042	25,838	15,679	5,199
700	293,673	25,228	15,678	5,323
800	294,969	25,084	15,540	5,405
MÉDIAS TERRA-ÁGUA*				
ALTURA (pés)	**CT (cps)**	**K (cps)**	**U (cps)**	**Th (cps)**
330	2320,901	198,901	54,739	118,141
331	2366,991	200,585	55,637	120,687
332	2389,367	201,909	57,205	120,769
400	2055,443	173,108	51,193	103,720
500	1697,183	136,236	42,763	84,755
600	1441,018	113,516	37,346	72,747
700	1245,694	99,190	31,647	63,921
800	1095,247	85,063	29,161	55,326

** Valores corrigidos do Tempo Morto.*

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

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

Cálculo dos Coeficientes de Atenuação Atmosférica.

Linha	**Altura Efetiva (m)**	**CT (cps)**	**K (cps)**	**U (cps)**	**Th (cps)**
330	93,71	2320,901	127,070	22,131	118,141
331	91,17	2366,991	127,549	22,476	120,687
332	90,15	2389,367	127,670	24,080	120,769
400	112,05	2055,443	106,798	21,637	103,720
500	138,88	1697,183	80,395	17,490	84,755
600	164,07	1441,018	64,345	14,753	72,747
700	185,62	1245,694	56,468	11,131	63,921
800	205,96	1095,247	46,164	10,841	55,326

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

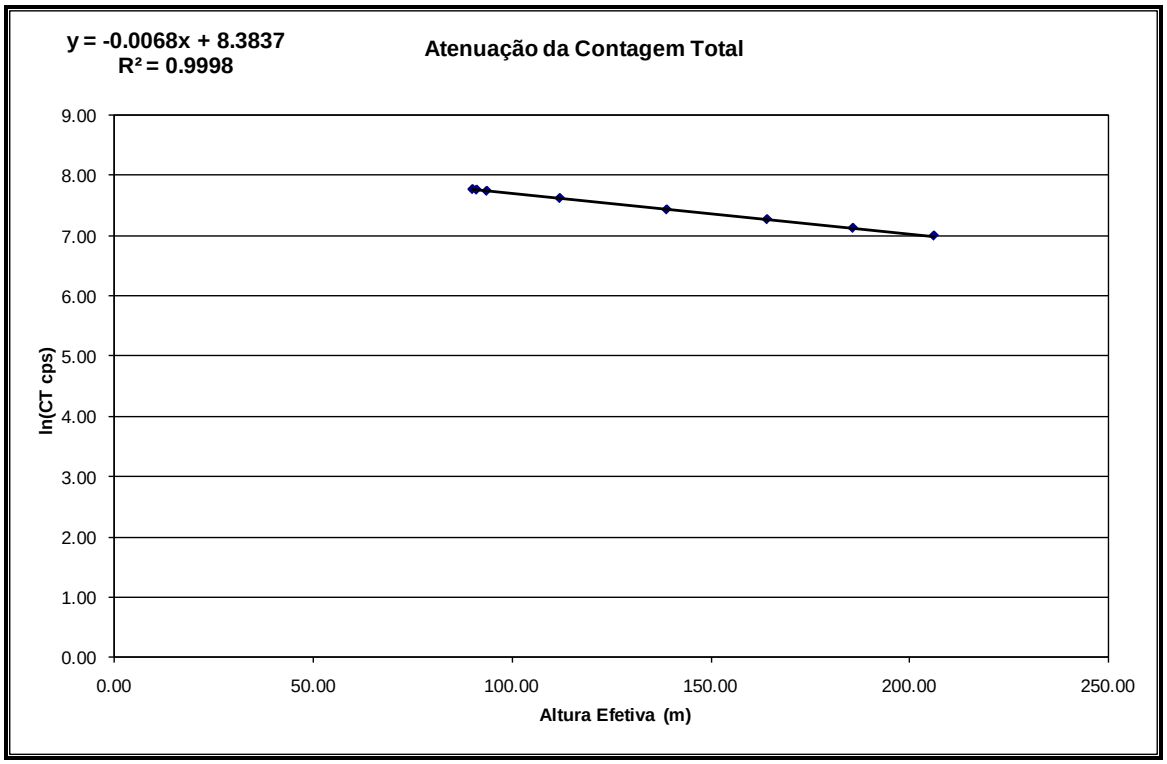
Cálculo dos Coeficientes de Atenuação Atmosférica.

Linha	**Altura Efetiva (m)**	**ln CT (cps)**	**ln K (cps)**	**ln U (cps)**	**ln Th (cps)**
330	93,71	7,750	4,845	3,097	4,772
331	91,17	7,769	4,849	3,112	4,793
332	90,15	7,779	4,849	3,181	4,794
400	112,05	7,628	4,671	3,074	4,642
500	138,88	7,437	4,387	2,862	4,440
600	164,07	7,273	4,164	2,691	4,287
700	185,62	7,127	4,034	2,410	4,158
800	205,96	6,999	3,832	2,383	4,013

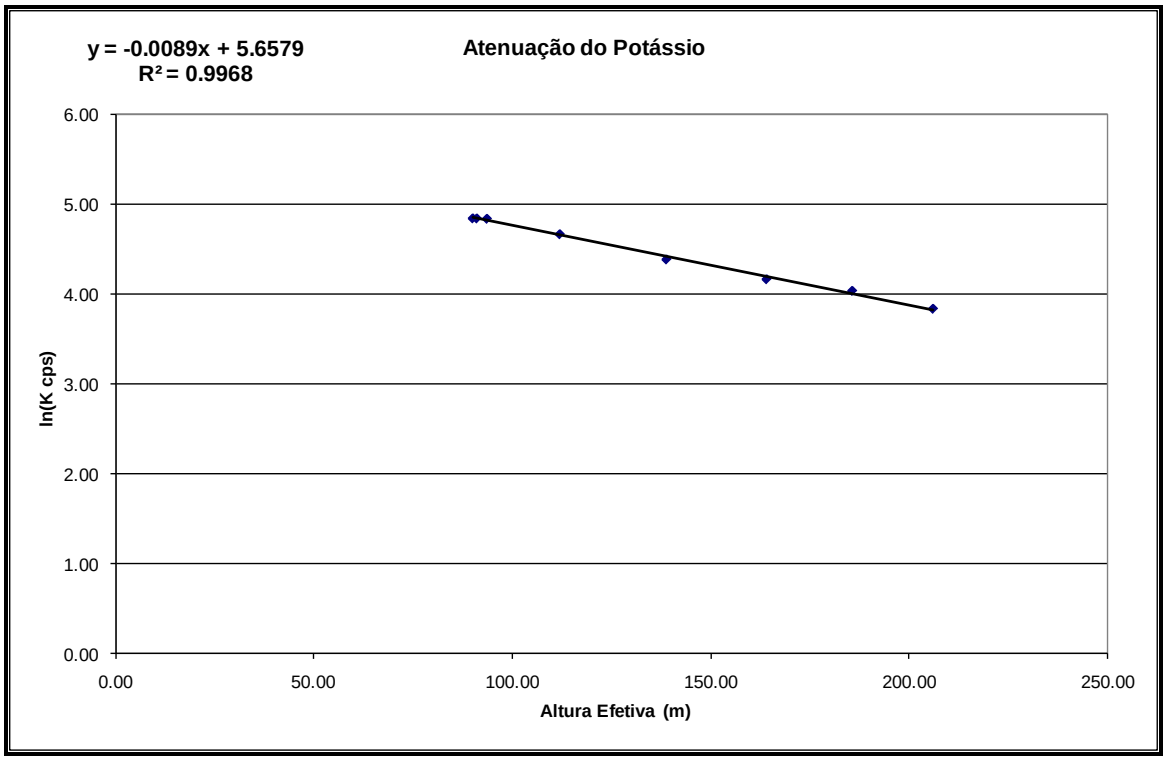
Os valores de μ obtidos são correspondentes aos coeficientes angulares das equações das retas obtidas pelos gráficos das figuras a seguir conforme mostra o próximo quadro.

Coeficientes de Atenuação Atmosférica.

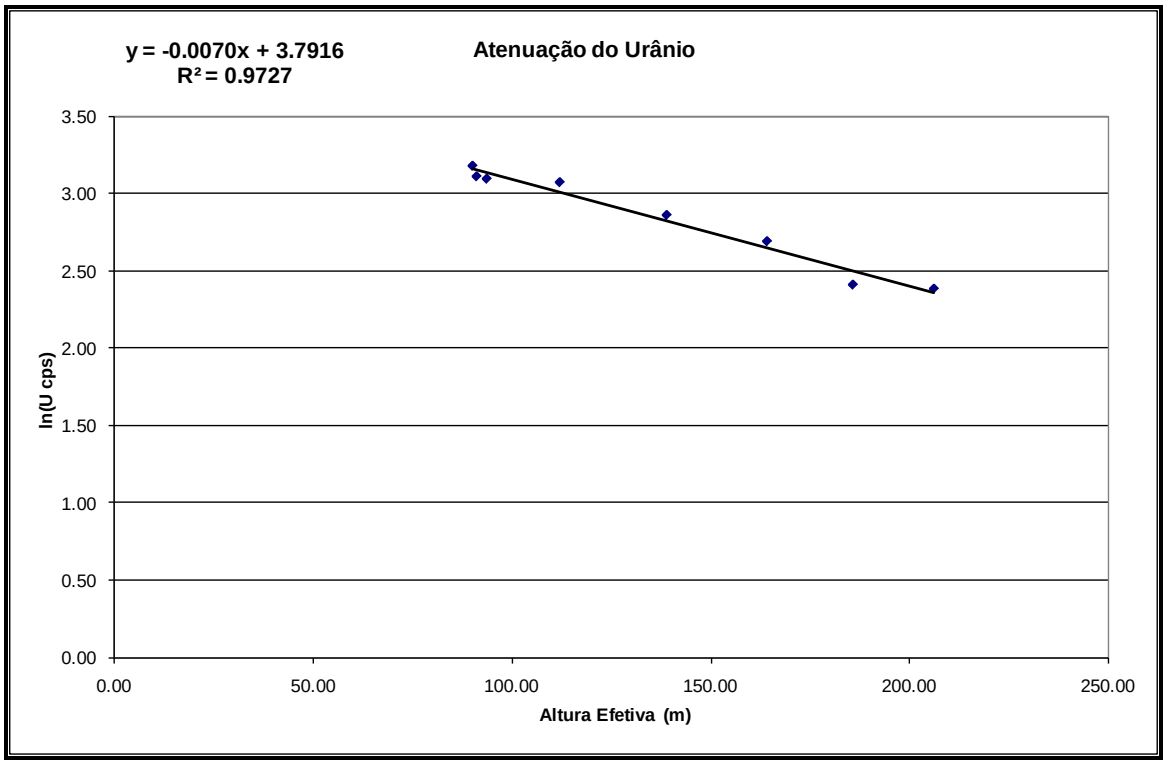
Canal Radiométrico	**μ em m^{-1}**
Contagem Total	-0,0068
Potássio	-0,0089
Urânio	-0,0070
Tório	-0,0068



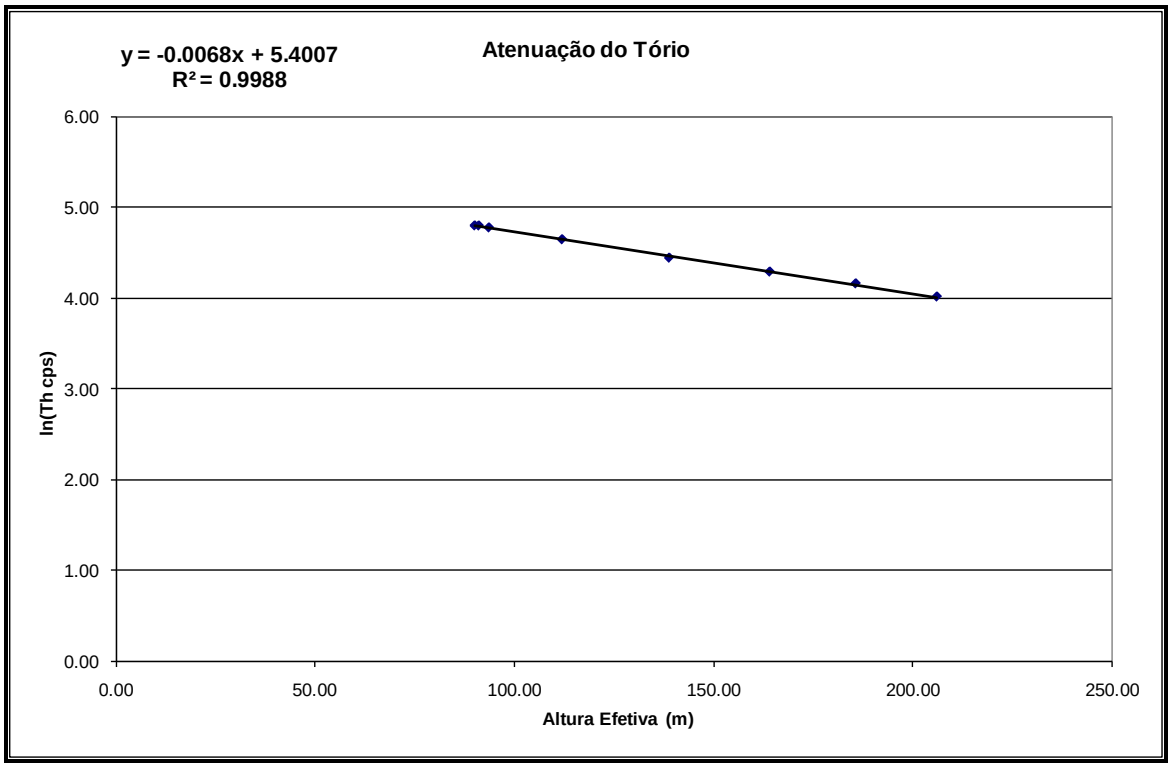
Coeficiente de Atenuação – Contagem Total.



Coeficiente de Atenuação – Potássio.



Coeficiente de Atenuação – Urânio.



Coeficiente de Atenuação – Tório.

Aeronave: PR-LDS

Data da Calibração: 05/02/11

MÉDIAS SOBRE A TERRA*				
ALTURA (pés)	**CT (cps)**	**K (cps)**	**U (cps)**	**Th (cps)**
330	4217,584	360,433	104,892	202,858
331	4308,846	366,817	108,462	203,267
332	4402,372	379,407	109,792	206,845
400	3840,114	320,033	97,051	179,539
500	3315,049	272,077	84,758	154,083
600	2813,711	235,261	74,979	130,899
700	2602,519	208,069	70,135	123,032
800	2268,566	179,983	60,837	105,878
MÉDIAS SOBRE A ÁGUA*				
ALTURA (pés)	**CT (cps)**	**K (cps)**	**U (cps)**	**Th (cps)**
330	283,101	28,745	11,774	7,473
331	279,448	27,464	11,391	7,691
332	276,298	28,387	11,233	7,542
400	283,794	27,036	11,884	7,695
500	287,152	27,228	12,475	7,333
600	291,449	26,798	12,309	7,787
700	296,327	27,622	13,143	7,495
800	301,276	26,489	13,424	8,076
MÉDIAS TERRA-ÁGUA*				
ALTURA (pés)	**CT (cps)**	**K (cps)**	**U (cps)**	**Th (cps)**
330	3934,483	331,688	93,118	195,385
331	4032,548	338,430	97,229	195,725
332	4118,578	352,371	97,908	199,150
400	3552,962	292,805	84,576	172,206
500	3023,600	245,279	72,449	146,296
600	2517,384	207,639	61,836	123,404
700	2301,243	181,580	56,711	114,956
800	1964,579	152,608	47,225	98,261

** Valores corrigidos do Tempo Morto.*

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

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

Cálculo dos Coeficientes de Atenuação Atmosférica.

Linha	Altura Efetiva (m)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
330	79,19	3934,483	215,663	37,195	195,385
331	75,51	4029,398	220,419	41,388	195,576
332	72,79	4126,074	230,331	42,097	199,303
400	92,85	3556,320	187,392	34,790	171,844
500	118,80	3027,897	153,576	27,426	146,750
600	151,37	2522,262	128,756	23,137	123,112
700	166,98	2306,192	106,501	18,940	115,537
800	192,17	1967,290	90,794	13,985	97,802

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

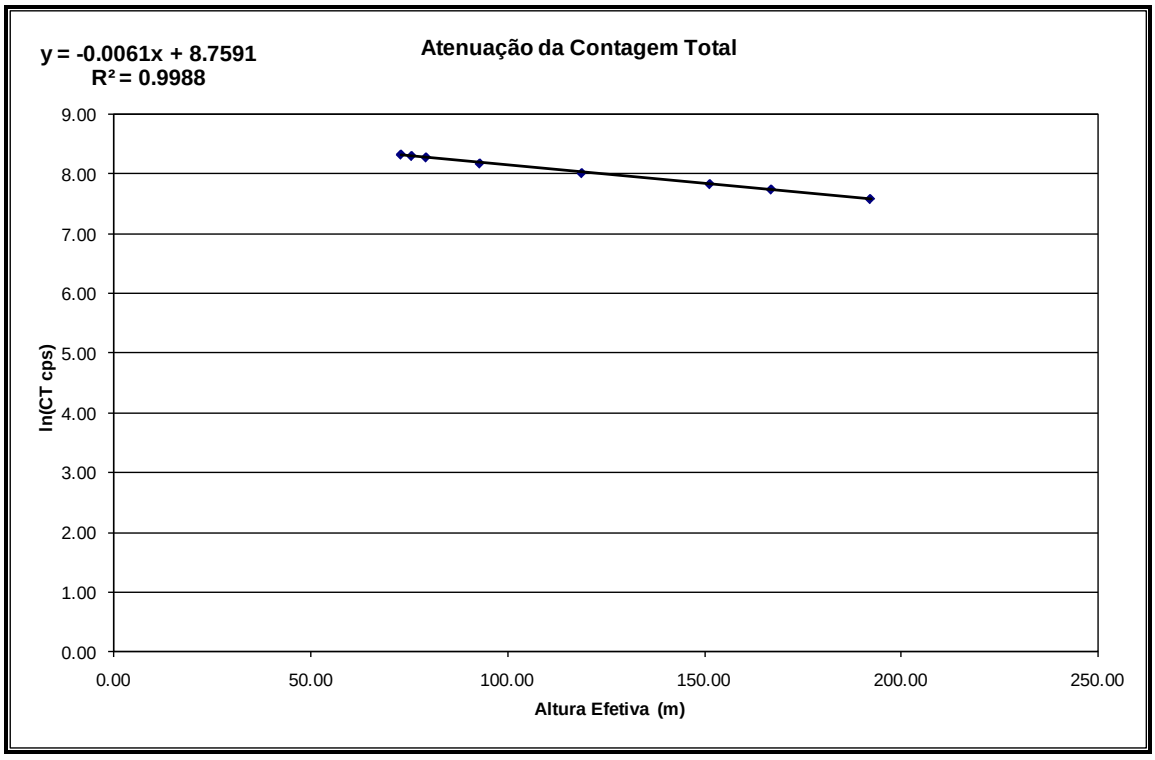
Cálculo dos Coeficientes de Atenuação Atmosférica.

Linha	Altura Efetiva (m)	ln CT (cps)	ln K (cps)	ln U (cps)	ln Th (cps)
330	79,19	8,278	5,374	3,616	5,275
331	75,51	8,301	5,396	3,723	5,276
332	72,79	8,325	5,440	3,740	5,295
400	92,85	8,176	5,233	3,549	5,147
500	118,80	8,016	5,034	3,311	4,989
600	151,37	7,833	4,858	3,141	4,813
700	166,98	7,743	4,668	2,941	4,750
800	192,17	7,584	4,509	2,638	4,583

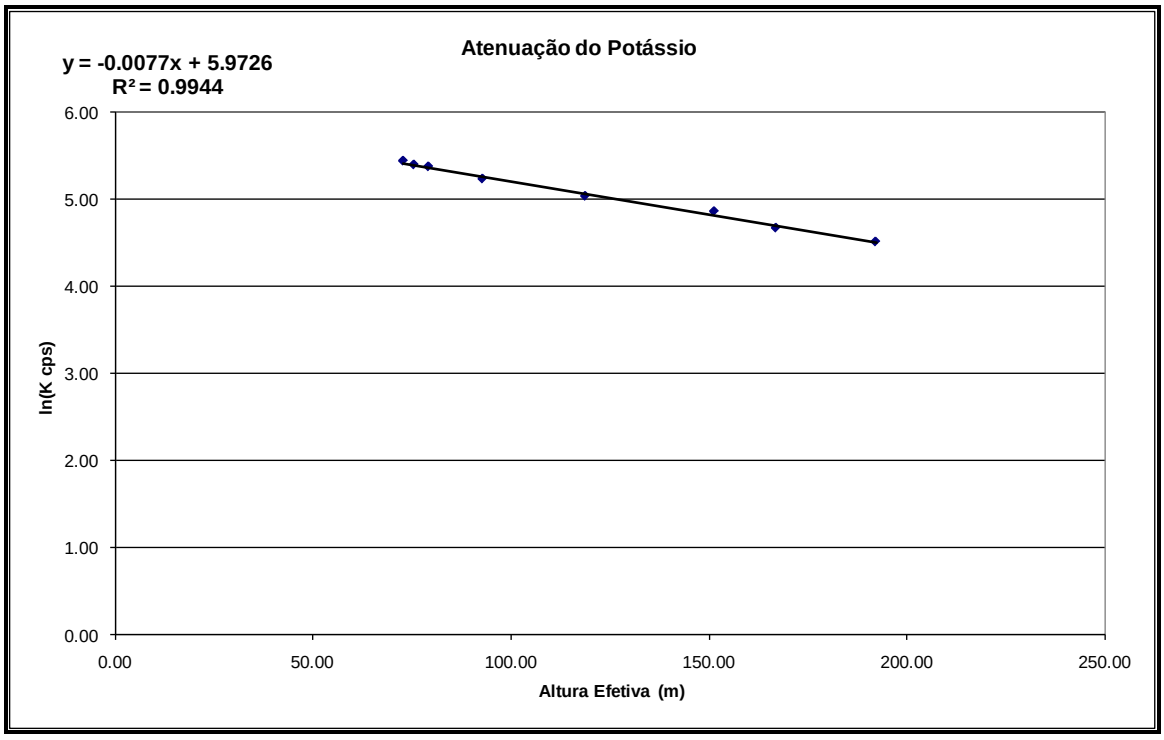
Os valores de μ obtidos são correspondentes aos coeficientes angulares das equações das retas obtidas pelos gráficos das figuras a seguir conforme mostra o próximo quadro.

Coeficientes de Atenuação Atmosférica.

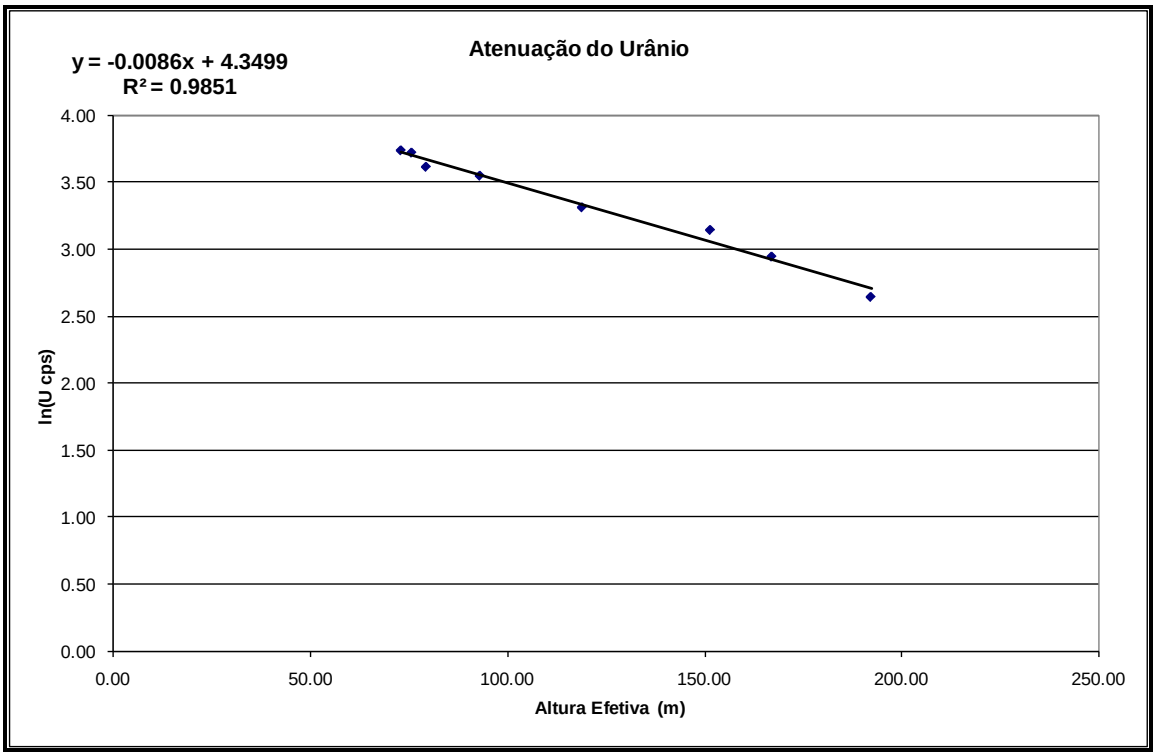
Canal Radiométrico	μ em m^{-1}
Contagem Total	-0,0061
Potássio	-0,0077
Urânio	-0,0086
Tório	-0,0059



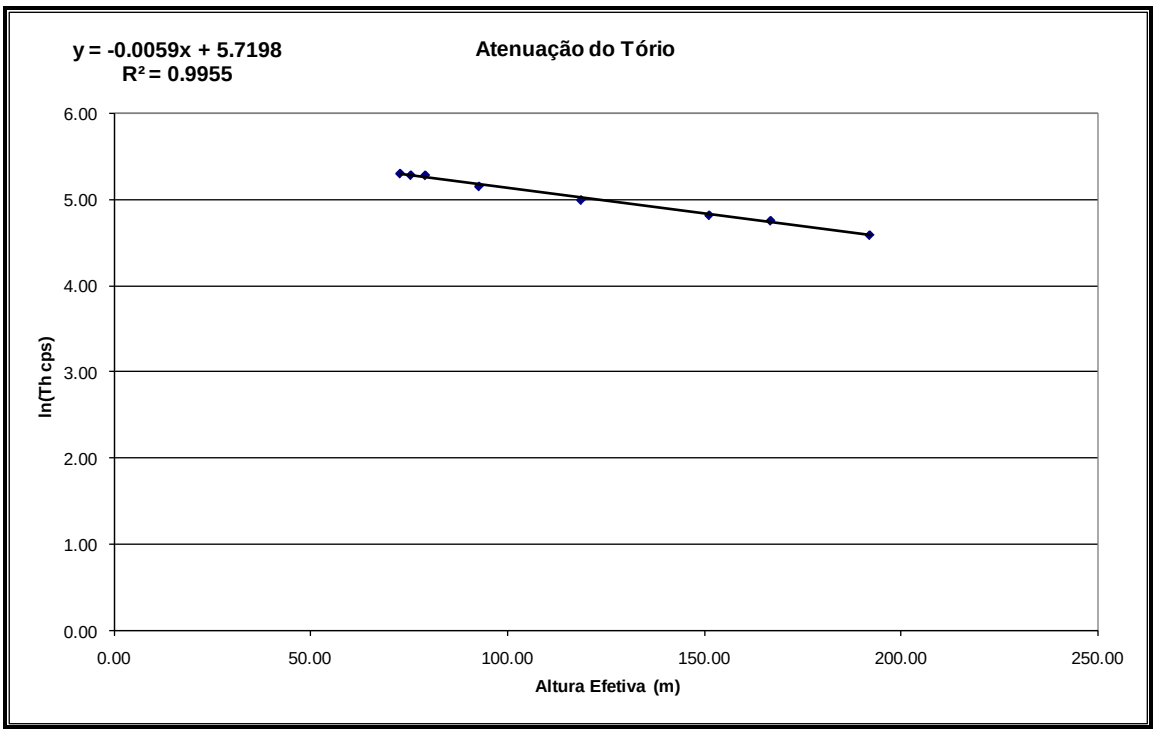
Coeficiente de Atenuação – Contagem Total.



Coeficiente de Atenuação – Potássio.



Coeficiente de Atenuação – Urânio.



Coeficiente de Atenuação – Tório.

Aeronave: PR-PRS

Data da Calibração: 03/08/11

MÉDIAS SOBRE A TERRA*				
ALTURA (pés)	**CT (cps)**	**K (cps)**	**U (cps)**	**Th (cps)**
330	3365,93	274,34	88,75	143,82
331	3364,88	272,34	92,23	141,91
332	3355,09	273,84	90,49	138,82
400	3022,34	246,40	81,29	126,82
500	2528,30	198,88	71,57	104,27
600	2227,80	177,11	64,06	91,98
700	1906,67	152,24	55,98	78,84
800	1615,40	128,38	48,51	67,89
MÉDIAS SOBRE A ÁGUA*				
ALTURA (pés)	**CT (cps)**	**K (cps)**	**U (cps)**	**Th (cps)**
330	373,55	40,18	15,78	9,15
331	380,31	40,45	15,87	9,33
332	380,80	40,83	16,13	9,55
400	373,87	40,66	15,07	9,23
500	373,08	39,10	15,78	9,58
600	370,63	40,41	15,88	9,46
700	367,98	38,38	14,97	9,61
800	360,17	37,78	15,24	9,58
MÉDIAS TERRA-ÁGUA*				
ALTURA (pés)	**CT (cps)**	**K (cps)**	**U (cps)**	**Th (cps)**
330	2992,38	234,16	72,97	134,67
331	2984,57	231,89	76,36	132,58
332	2974,29	233,01	74,36	129,27
400	2648,47	205,74	66,22	117,59
500	2155,22	159,78	55,79	94,69
600	1857,17	136,70	48,18	82,52
700	1538,69	113,86	41,01	69,23
800	1255,23	90,60	33,27	58,31

** Valores corrigidos do Tempo Morto.*

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

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

Cálculo dos Coeficientes de Atenuação Atmosférica.

Linha	Altura Efetiva (m)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
330	92,90	2991,84	148,17	27,25	128,10
331	92,42	2981,00	143,18	31,42	125,96
332	93,34	2970,10	146,53	30,46	122,79
400	110,04	2649,74	127,76	25,41	112,00
500	141,16	2155,58	93,69	21,52	90,26
600	162,59	1857,28	78,91	17,42	78,71
700	190,92	1535,52	64,11	14,17	65,95
800	221,54	1253,92	49,43	9,77	55,67

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

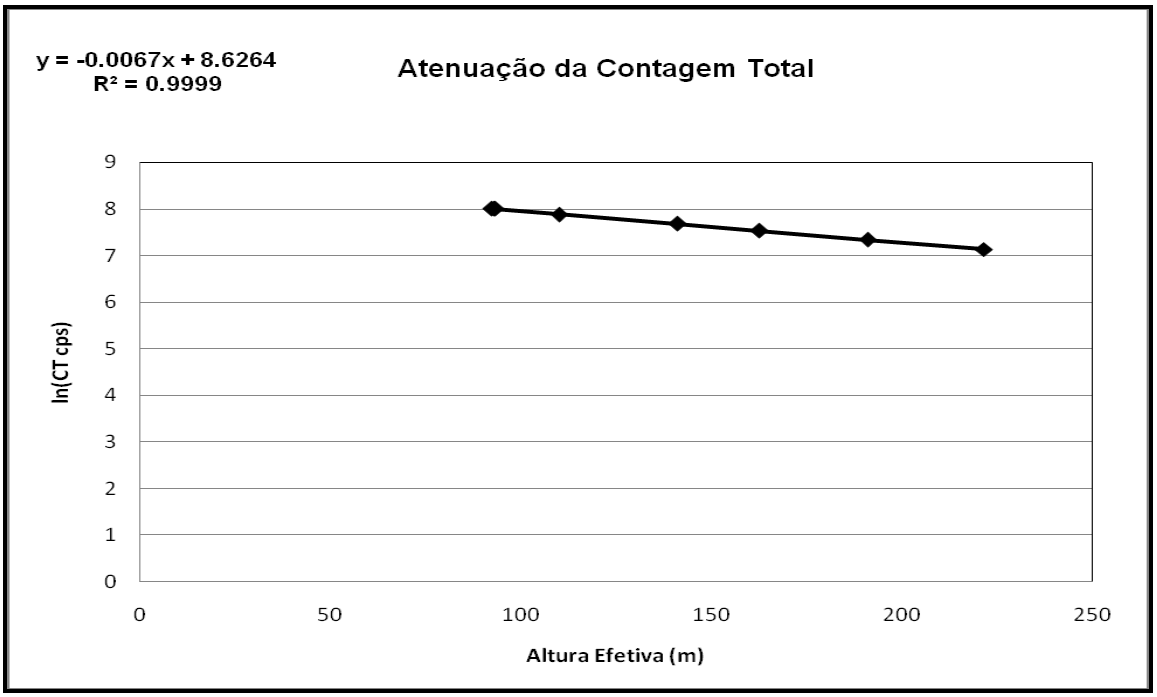
Cálculo dos Coeficientes de Atenuação Atmosférica.

Linha	Altura Efetiva (m)	ln CT (cps)	ln K (cps)	ln U (cps)	ln Th (cps)
330	92,90	8,00	5,00	3,31	4,85
331	92,42	8,00	4,96	3,45	4,84
332	93,34	8,00	4,99	3,42	4,81
400	110,04	7,88	4,85	3,24	4,72
500	141,16	7,68	4,54	3,07	4,50
600	162,59	7,53	4,37	2,86	4,37
700	190,92	7,34	4,16	2,65	4,19
800	221,54	7,13	3,90	2,28	4,02

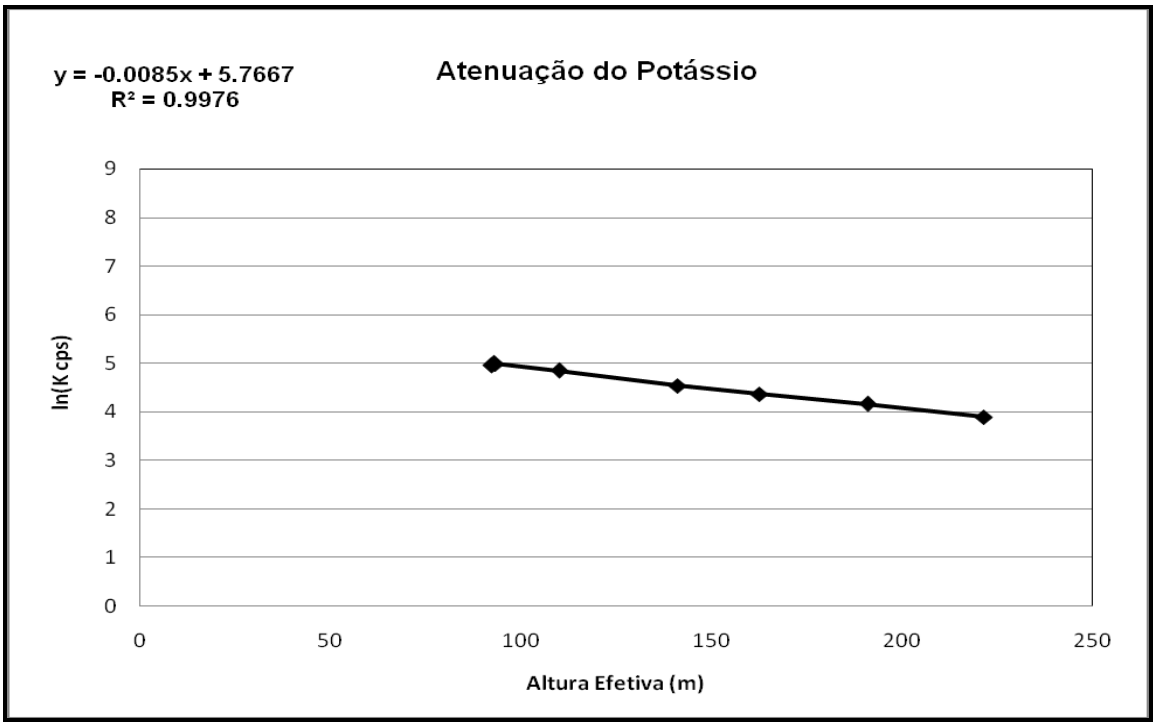
Os valores de μ obtidos são correspondentes aos coeficientes angulares das equações das retas obtidas pelos gráficos das figuras a seguir conforme mostra o próximo quadro.

Coeficientes de Atenuação Atmosférica.

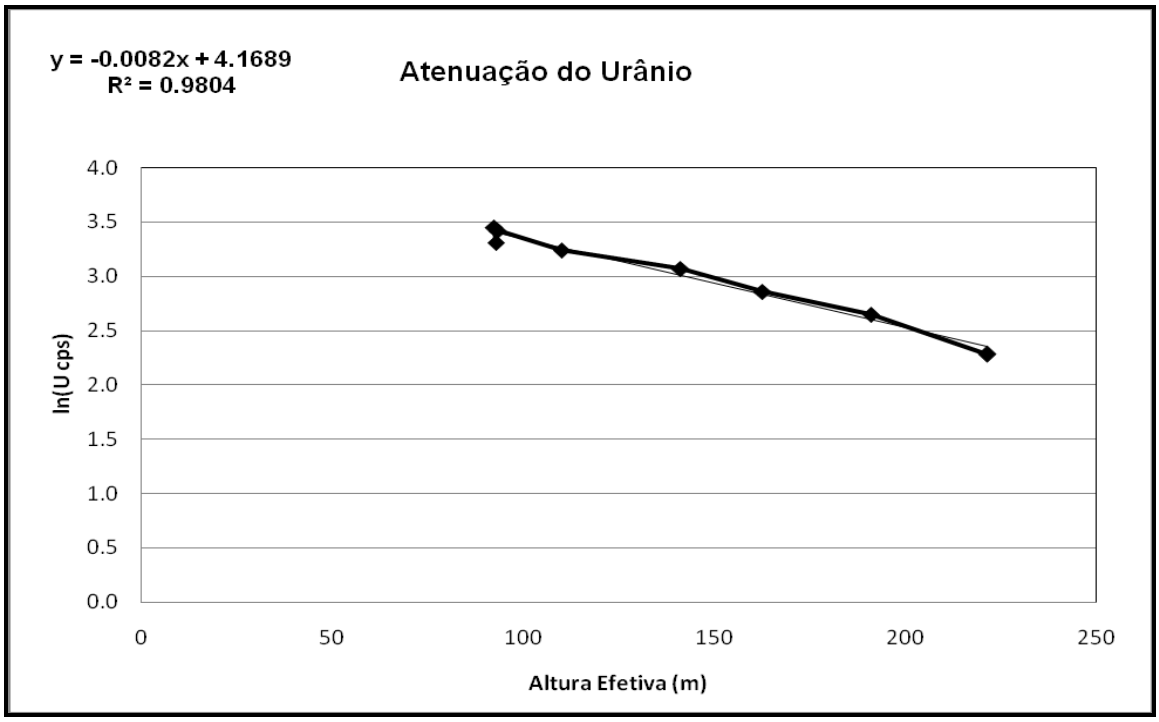
Canal Radiométrico	μ em m^{-1}
Contagem Total	-0,0067
Potássio	-0,0085
Urânio	-0,0082
Tório	-0,0071



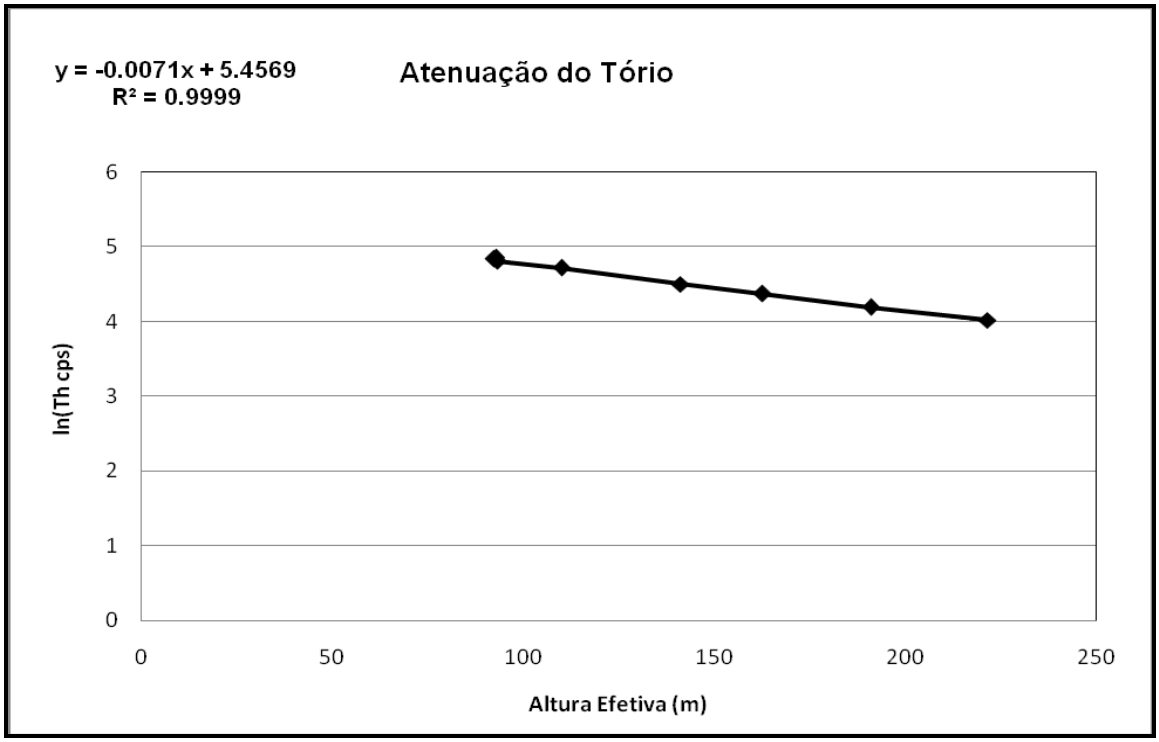
Coeficiente de Atenuação – Contagem Total.



Coeficiente de Atenuação – Potássio.



Coeficiente de Atenuação – Urânio.



Coeficiente de Atenuação – Tório.

ANEXO II – TESTES CONTRATUAIS

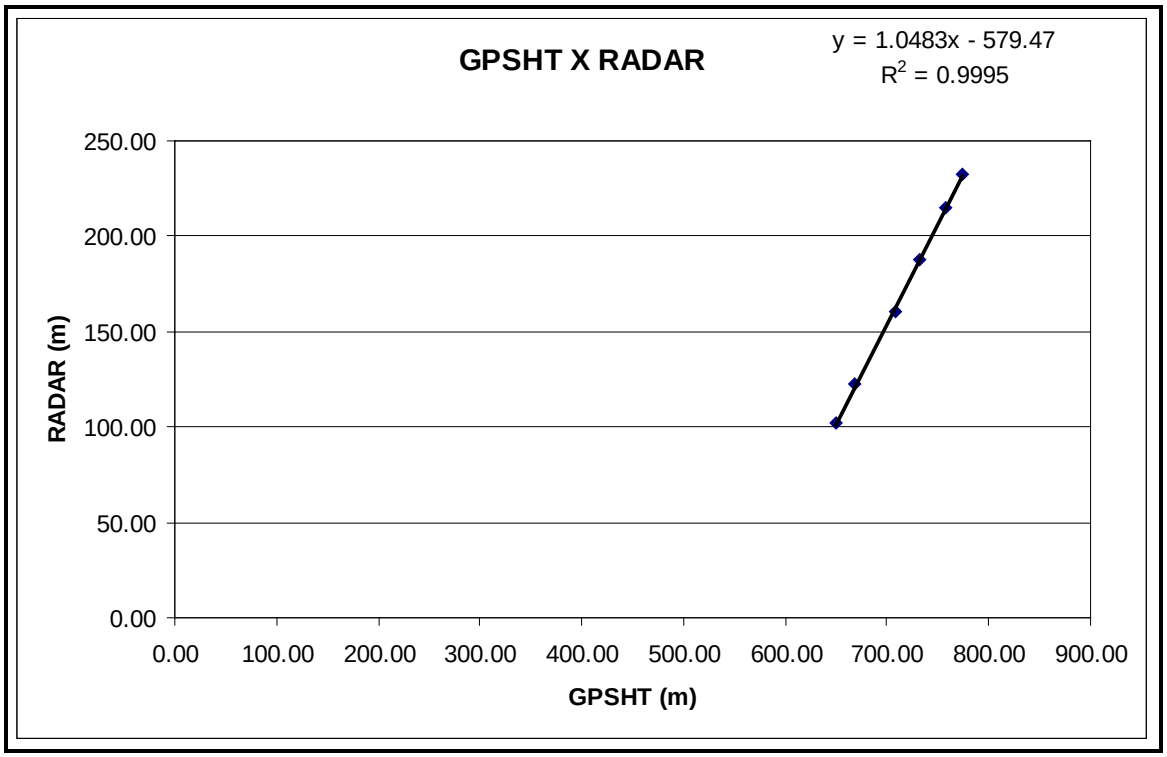
Anexo II-a – Teste de Altímetros

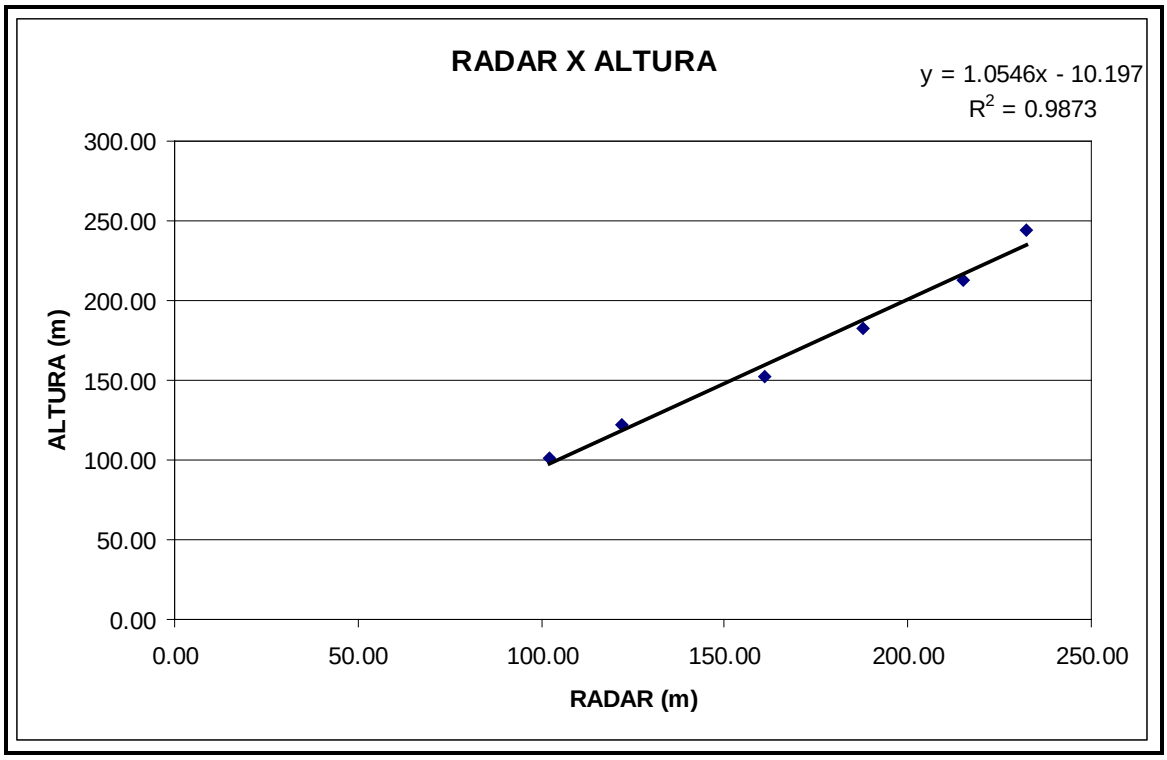
Teste de Altímetro – PR-FAS

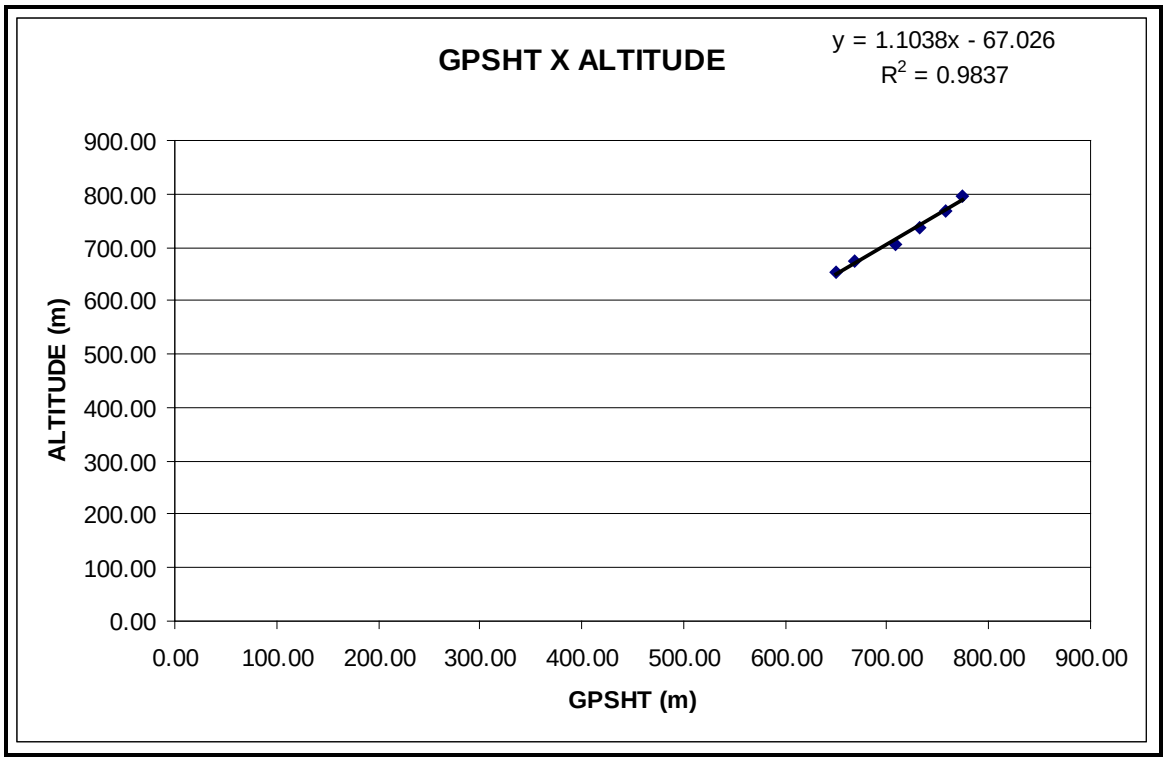
Projeto	211043
Aeronave	PR-FAS
Base	Guanambi - BA
Data	17/06/2011
Voo	009

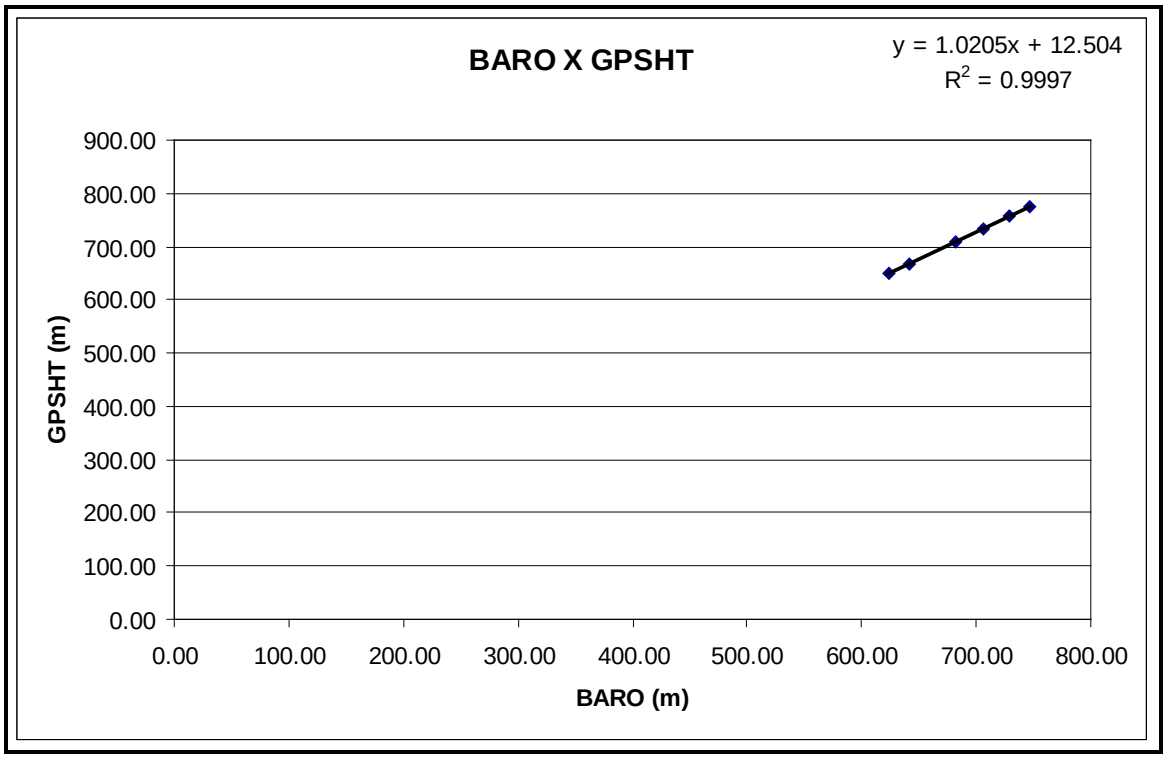
Altitude da Pista: 553 m (medida Rotaer)
ALTURA = Altura Teórica
ALTITUDE = Altura teórica somada com a altitude da Pista

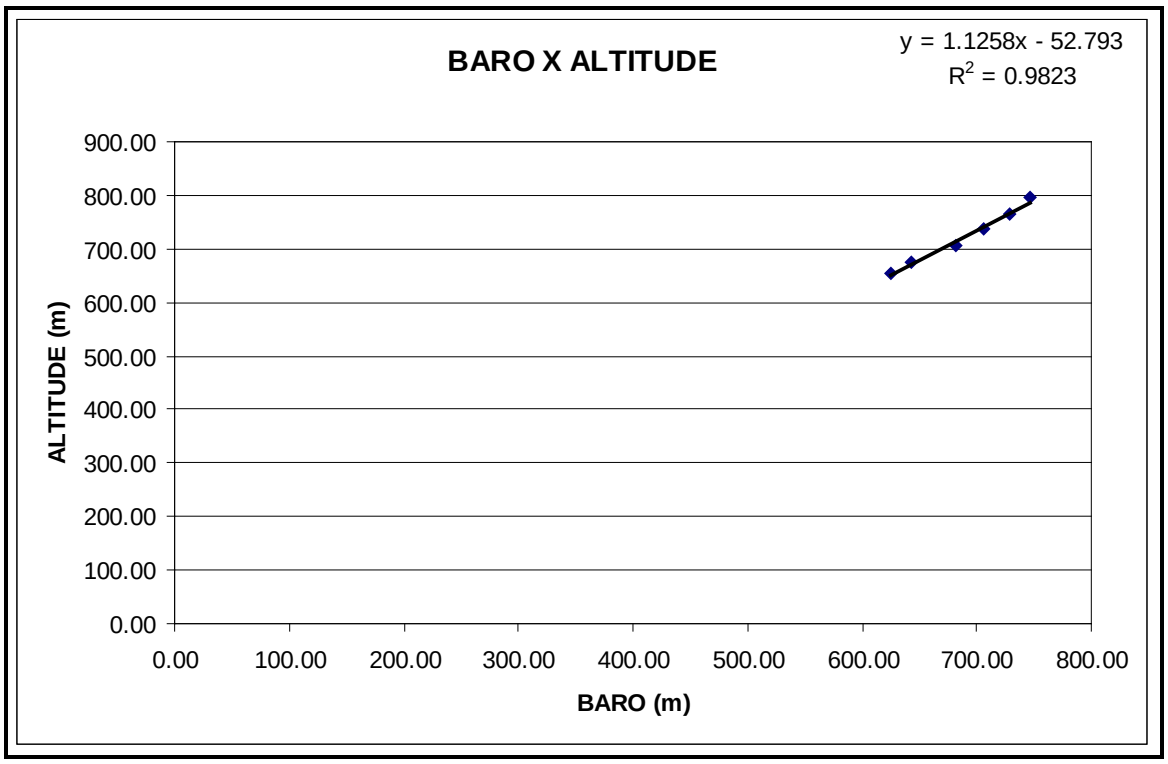
Linha	ALTURA (m)	ALTITUDE (m)	GPSHT (m)	RADAR (m)	BARO (m)
800	243,84	796,84	773,93	232,36	746,26
700	213,36	766,36	757,42	215,33	728,89
600	182,88	735,88	732,21	187,71	706,35
500	152,40	705,40	708,28	160,98	682,19
400	121,92	674,92	668,91	122,12	642,33
330	100,58	653,58	649,27	101,98	624,33




RADAR X ALTURA
y = 1.0546x - 10.197
R2 = 0.9873
ALTURA (m)
300.00
250.00
200.00
150.00
100.00
50.00
0.00
0.00
50.00
100.00
150.00
200.00
250.00
RADAR (m)


GPSHT X ALTITUDE
y = 1.1038x - 67.026
R2 = 0.9837
ALTITUDE (m)
900.00
800.00
700.00
600.00
500.00
400.00
300.00
200.00
100.00
0.00
0.00
100.00
200.00
300.00
400.00
500.00
600.00
700.00
800.00
900.00
GPSHT (m)


BARO X GPSHT
y = 1.0205x + 12.504
R2 = 0.9997
900.00
800.00
700.00
600.00
500.00
400.00
300.00
200.00
100.00
0.00
GPSHT (m)
0.00
100.00
200.00
300.00
400.00
500.00
600.00
700.00
800.00
BARO (m)

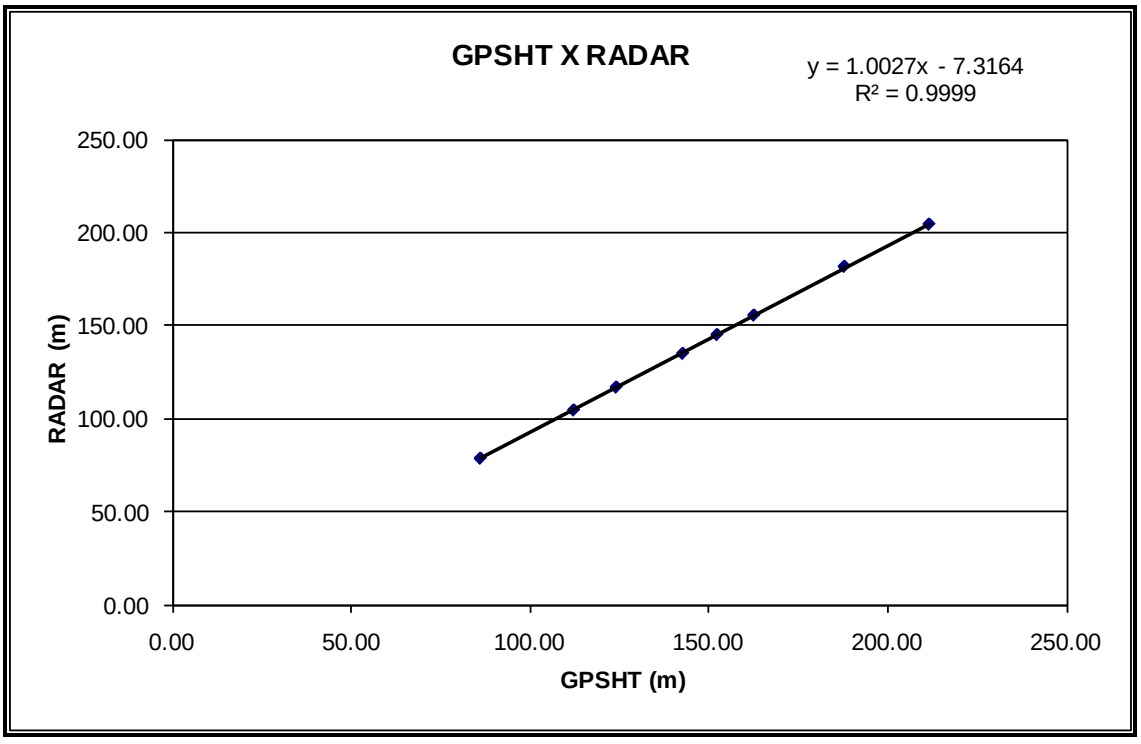

BARO X ALTITUDE
y = 1.1258x - 52.793
R2 = 0.9823
900.00
800.00
700.00
600.00
500.00
400.00
300.00
200.00
100.00
0.00
ALTITUDE (m)
0.00
100.00
200.00
300.00
400.00
500.00
600.00
700.00
800.00
BARO (m)

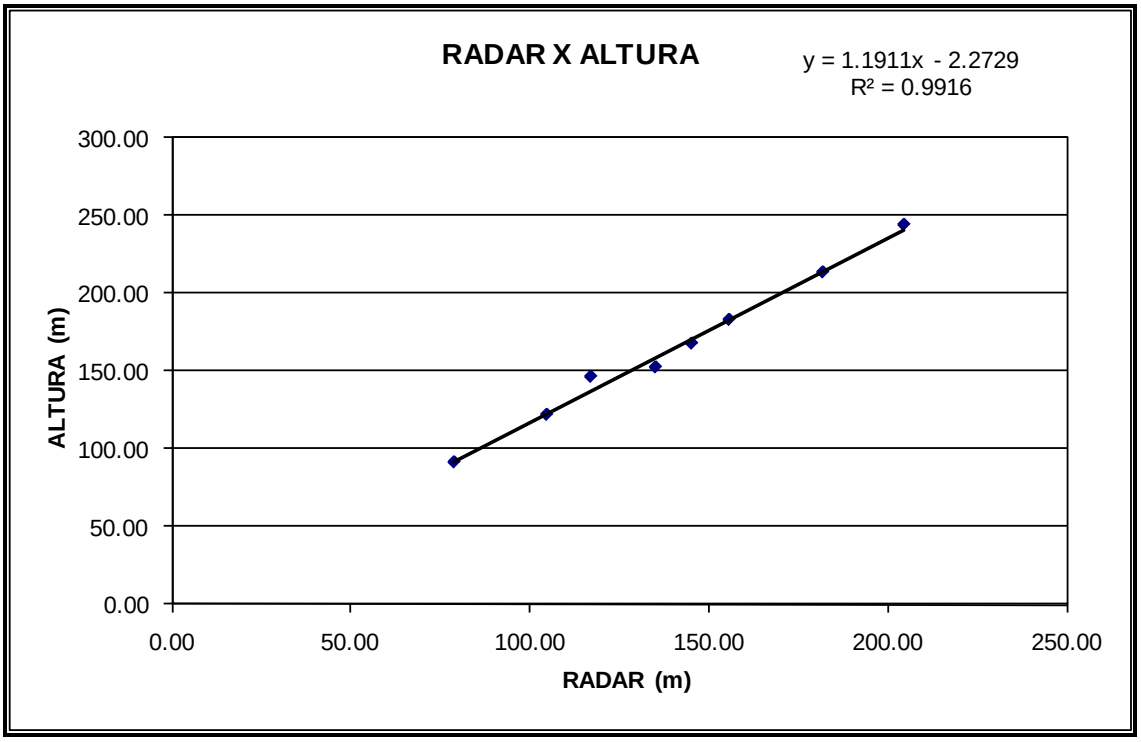
Teste de Altímetro – PR-LDS

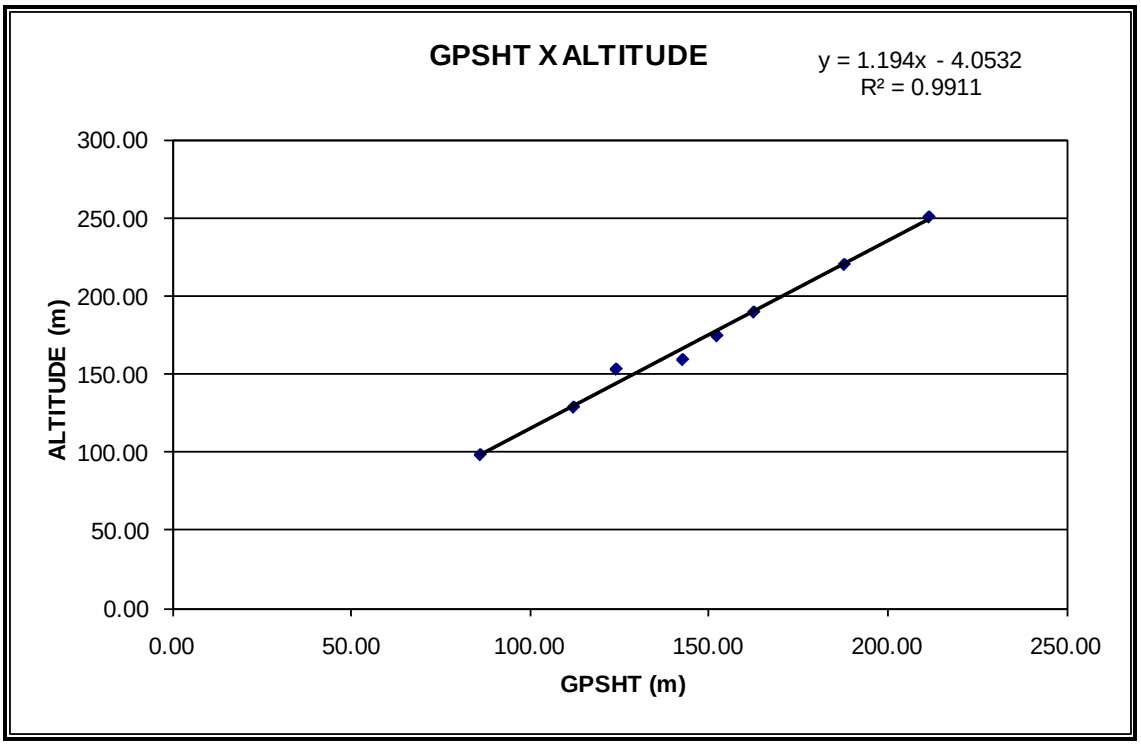
Projeto	29029
Aeronave	PR-LDS
Base	Joinville,SC
Data	27/07/11
Voo	910

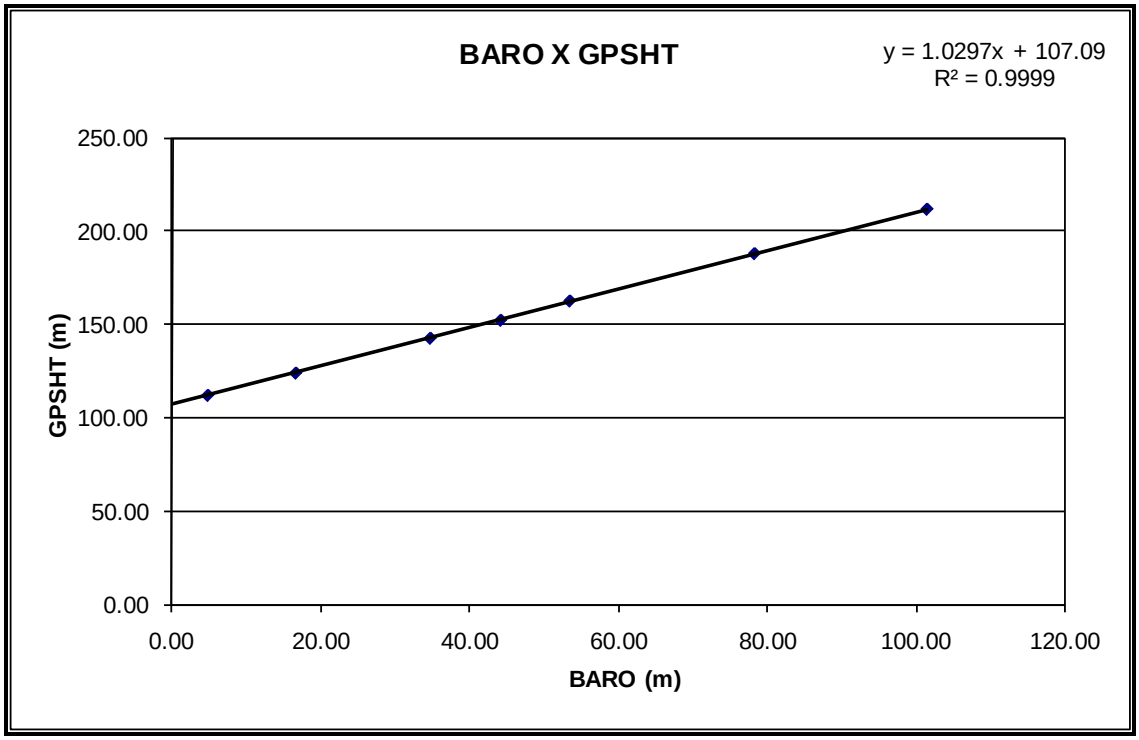
Altitude da Pista: 4 m (medida Rotaer)
ALTURA = Altura Teórica
ALTITUDE = Altura teórica somada com a altitude da Pista

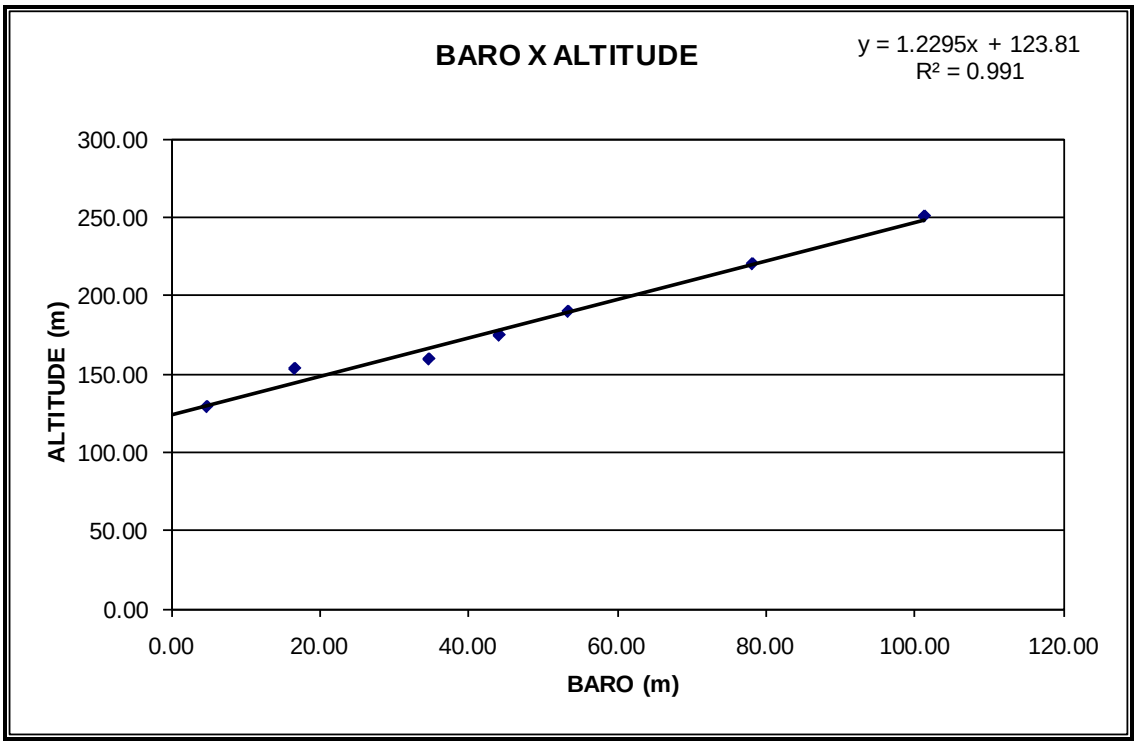
Linha	ALTURA (m)	ALTITUDE (m)	GPSHT (m)	RADAR (m)	BARO (m)
300	91,44	98,34	86,00	79,10	-20,87
400	121,92	128,82	112,10	104,89	4,92
480	146,30	153,20	124,00	117,15	16,72
500	152,40	159,30	142,60	135,18	34,75
550	167,64	174,54	152,20	145,25	44,19
600	182,88	189,78	162,50	155,67	53,45
700	213,36	220,26	187,80	181,76	78,21
800	243,84	250,74	211,50	204,34	101,34




RADAR X ALTURA
y = 1.1911x - 2.2729
R² = 0.9916
ALTURA (m)
RADAR (m)
300.00
250.00
200.00
150.00
100.00
50.00
0.00
0.00
50.00
100.00
150.00
200.00
250.00


GPSHT X ALTITUDE
y = 1.194x - 4.0532
R² = 0.9911
ALTITUDE (m)
GPSHT (m)
300.00
250.00
200.00
150.00
100.00
50.00
0.00
0.00
50.00
100.00
150.00
200.00
250.00


BARO X GPSHT
y = 1.0297x + 107.09
R² = 0.9999
GPSHT (m)
250.00
200.00
150.00
100.00
50.00
0.00
0.00
20.00
40.00
60.00
80.00
100.00
120.00
BARO (m)

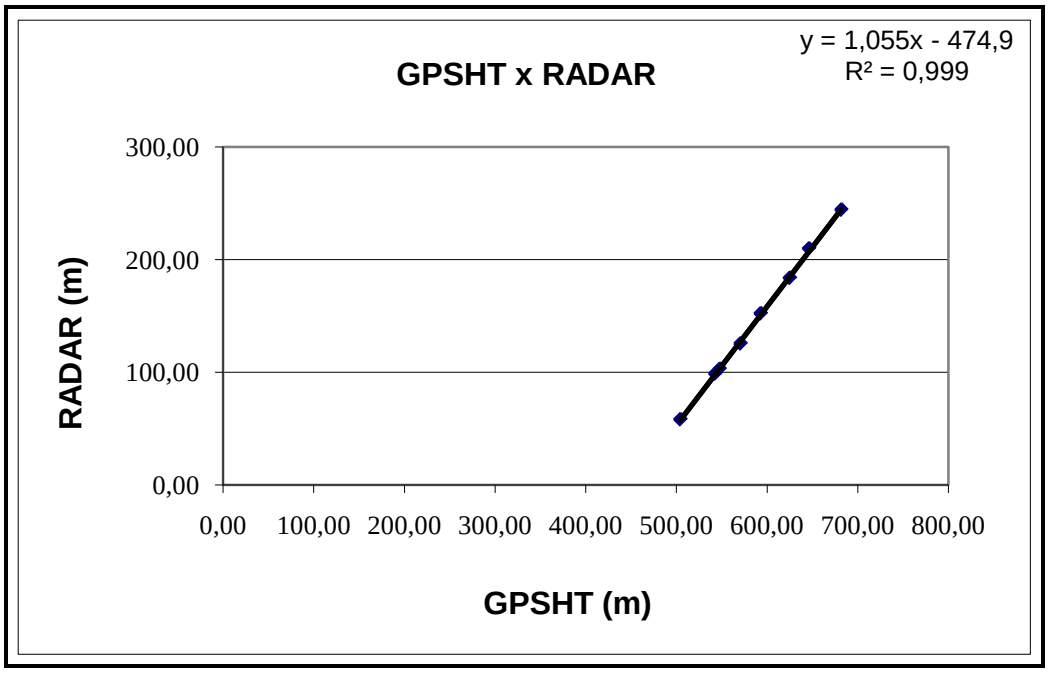

BARO X ALTITUDE
y = 1.2295x + 123.81
R² = 0.991
ALTITUDE (m)
300.00
250.00
200.00
150.00
100.00
50.00
0.00
0.00
20.00
40.00
60.00
80.00
100.00
120.00
BARO (m)

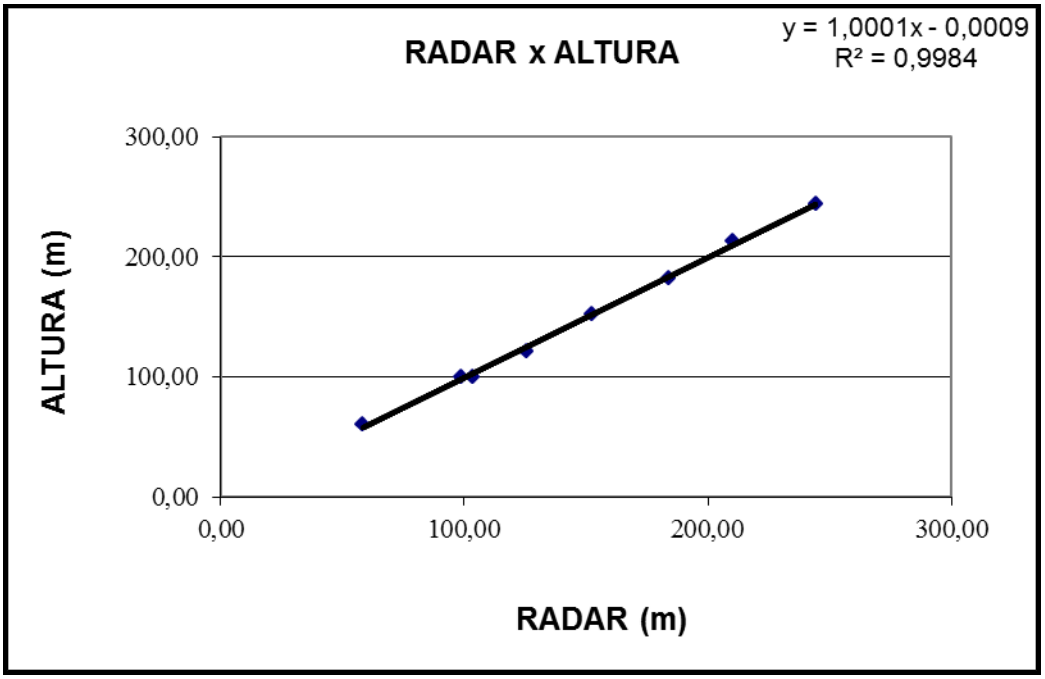
Teste de Altímetro – PR-PRS

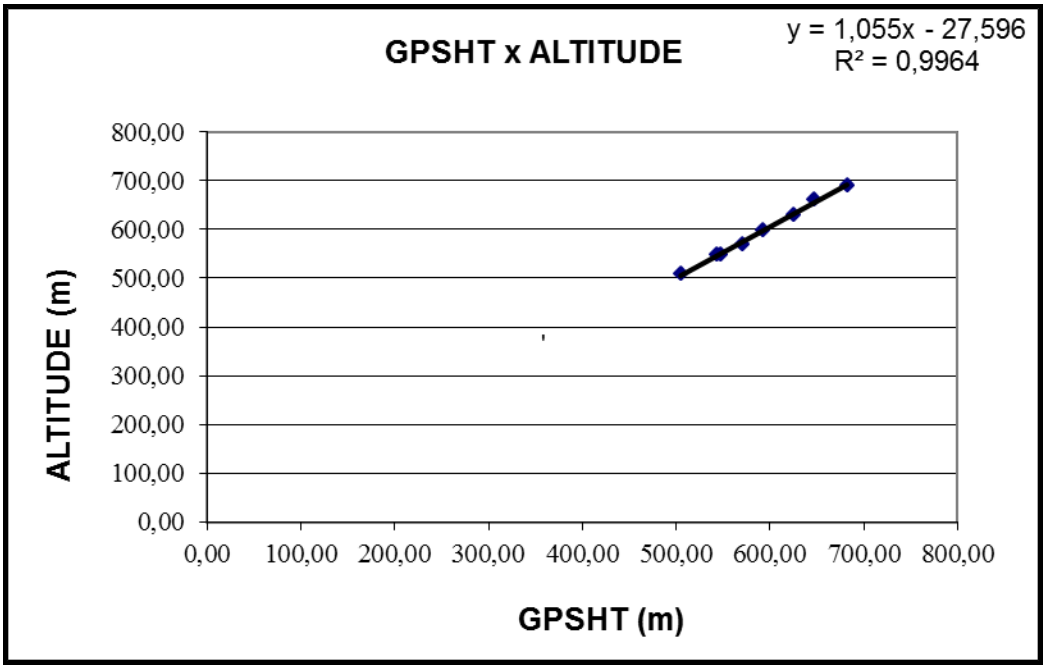
Projeto	AGFW57-2011
Aeronave	PR-PRS
Base	Rondonópolis - MT
Data	29/09/2011
Voo	303

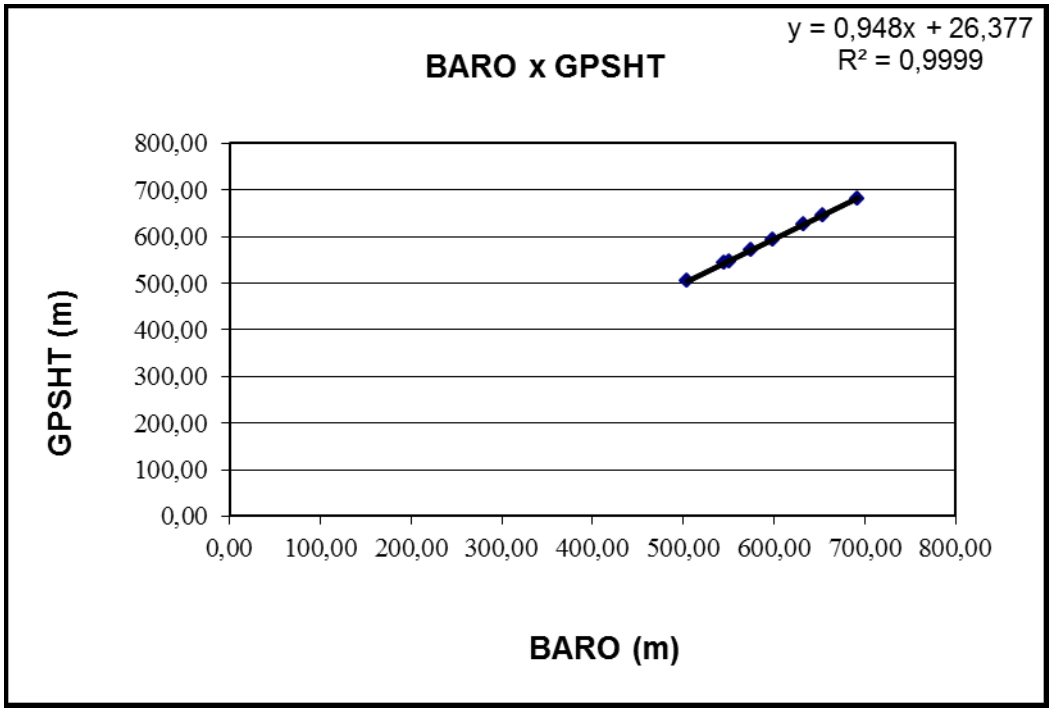
Altitude da Pista: 447 m (medida Rotaer)
ALTURA = Altura Teórica
ALTITUDE = Altura teórica somada com a altitude da Pista

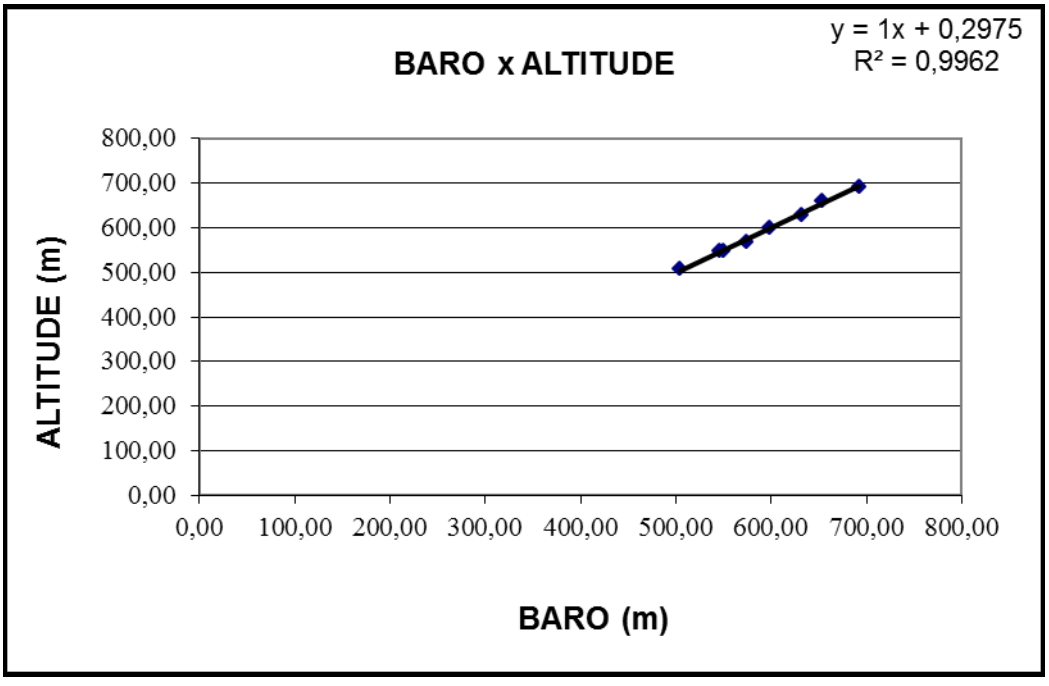
Linha	ALTURA (m)	ALTITUDE (m)	GPSHT (m)	RADAR (m)	BARO (m)
200	60,96	507,96	504,70	58,28	504,48
330	100,58	547,58	543,10	98,84	545,19
330	100,58	547,58	547,90	103,22	550,45
400	121,92	568,92	571,00	125,65	573,95
500	152,40	599,40	593,20	152,24	598,35
600	182,88	629,88	625,40	183,76	632,28
700	213,36	660,36	646,70	210,12	653,54
800	243,84	690,84	682,10	244,27	692,03




RADAR x ALTURA
y = 1,0001x - 0,0009
R² = 0,9984
ALTURA (m)
300,00
200,00
100,00
0,00
0,00
100,00
200,00
300,00
RADAR (m)


GPSHT x ALTITUDE
y = 1,055x - 27,596
R² = 0,9964
ALTITUDE (m)
800,00
700,00
600,00
500,00
400,00
300,00
200,00
100,00
0,00
0,00
100,00
200,00
300,00
400,00
500,00
600,00
700,00
800,00
GPSHT (m)


y = 0,948x + 26,377
R² = 0,9999
BARO x GPSHT
GPSHT (m)
800,00
700,00
600,00
500,00
400,00
300,00
200,00
100,00
0,00
0,00 100,00 200,00 300,00 400,00 500,00 600,00 700,00 800,00
BARO (m)


y = 1x + 0,2975
R² = 0,9962
BARO x ALTITUDE
ALTITUDE (m)
800,00
700,00
600,00
500,00
400,00
300,00
200,00
100,00
0,00
0,00 100,00 200,00 300,00 400,00 500,00 600,00 700,00 800,00
BARO (m)

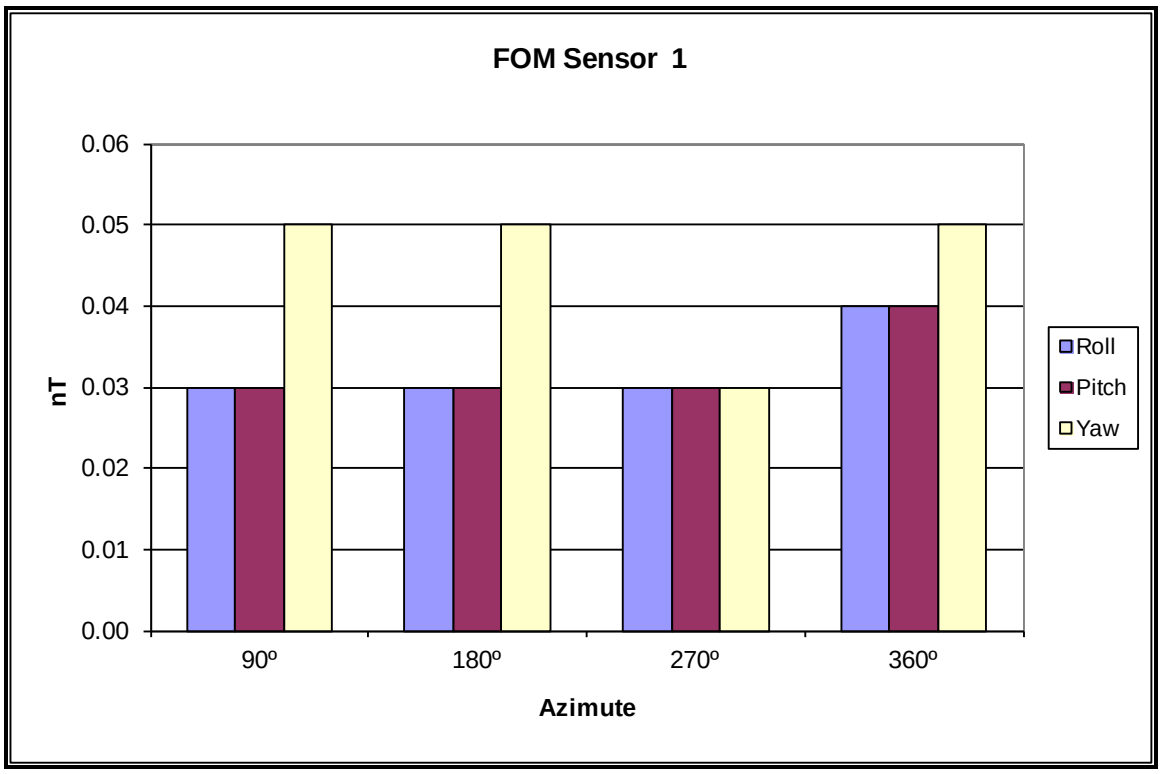
CPRM
Serviço Geológico do Brasil

Anexo II-b – Compensação Magnética

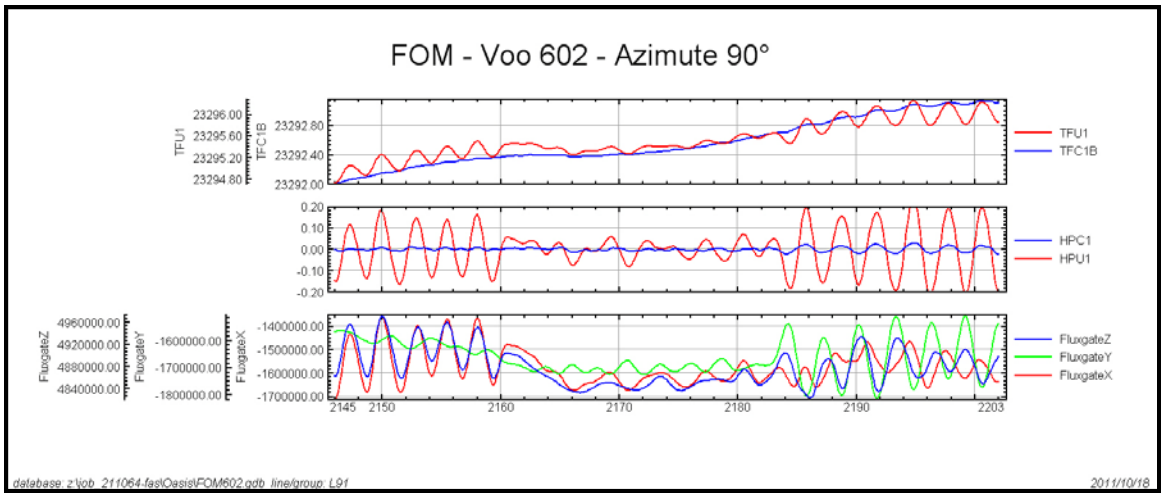
Compensação Magnética – PR-FAS

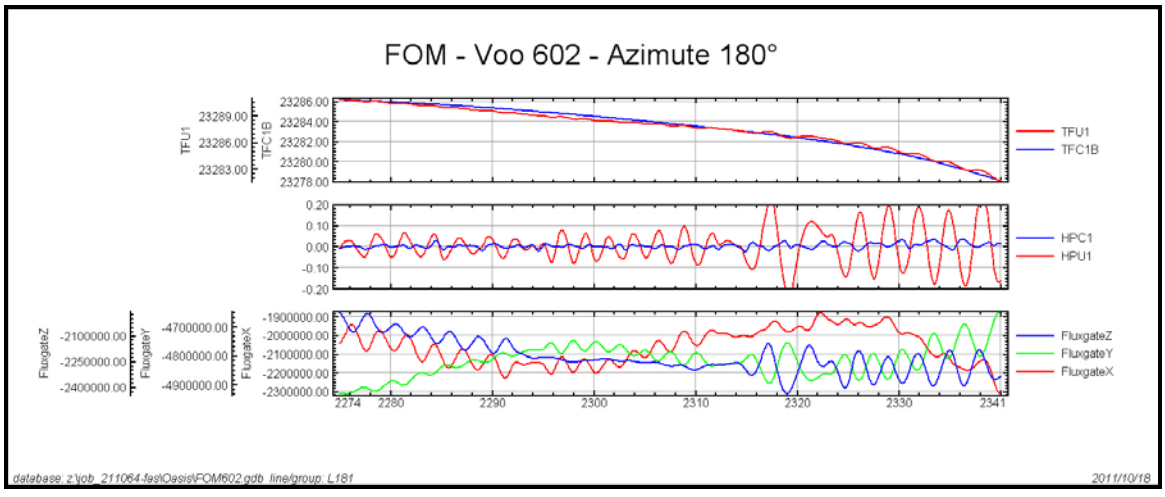
Nº Job	211064
Base	Rondonópolis - MT
Aeronave	PR-FAS
Data	18/10/2011
Nº Voo	602

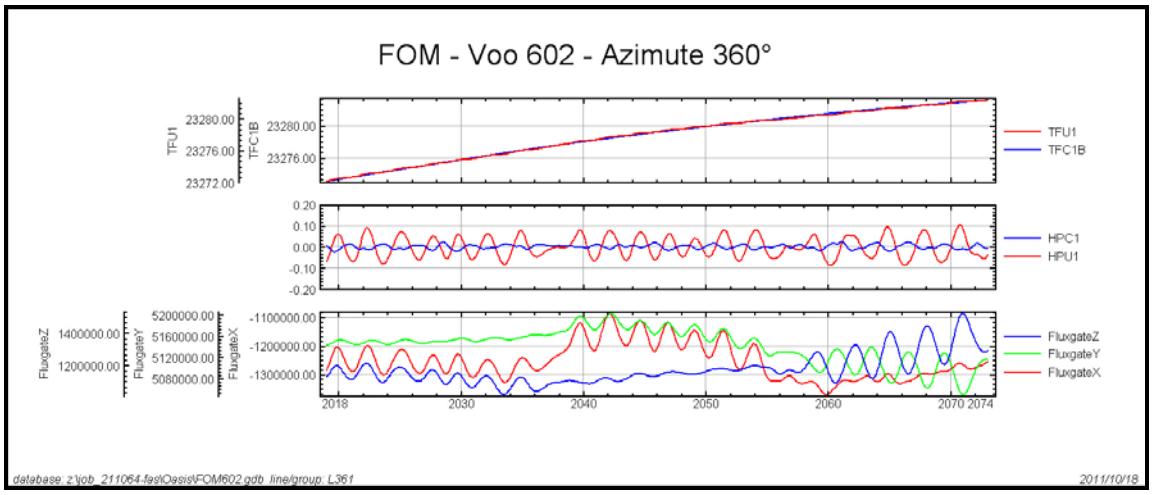
SENSOR 1					
Nº da Linha	**Azimute**	**ROLL (nT)**	**PITCH (nT)**	**YAW (nT)**	**FOM (nT)**
91	90º	0,03	0,03	0,05	0,11
181	180º	0,03	0,03	0,05	0,11
271	270º	0,03	0,03	0,03	0,09
361	360º	0,04	0,04	0,05	0,13
				TOTAL	**0,44**

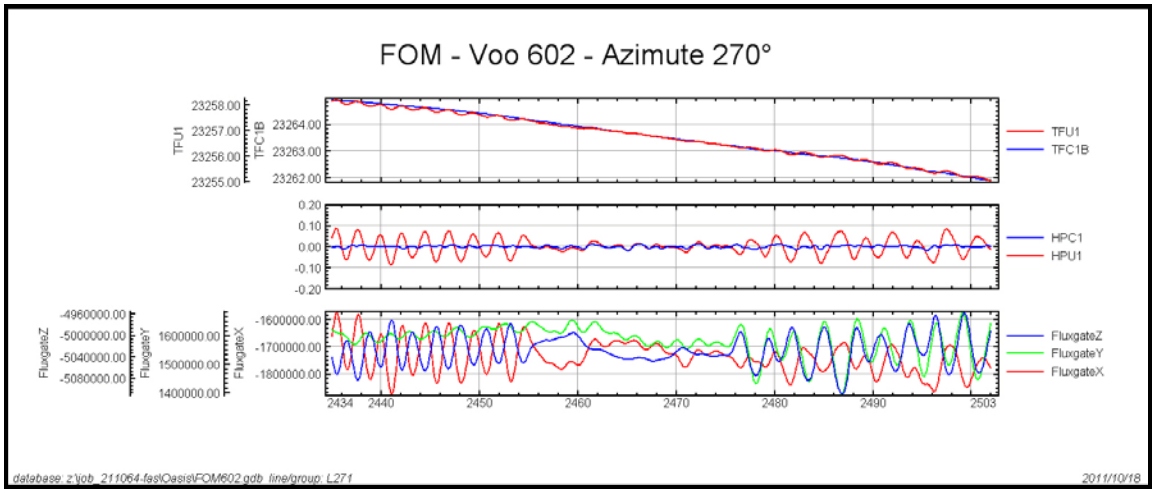


CPRM
Serviço Geológico do Brasil







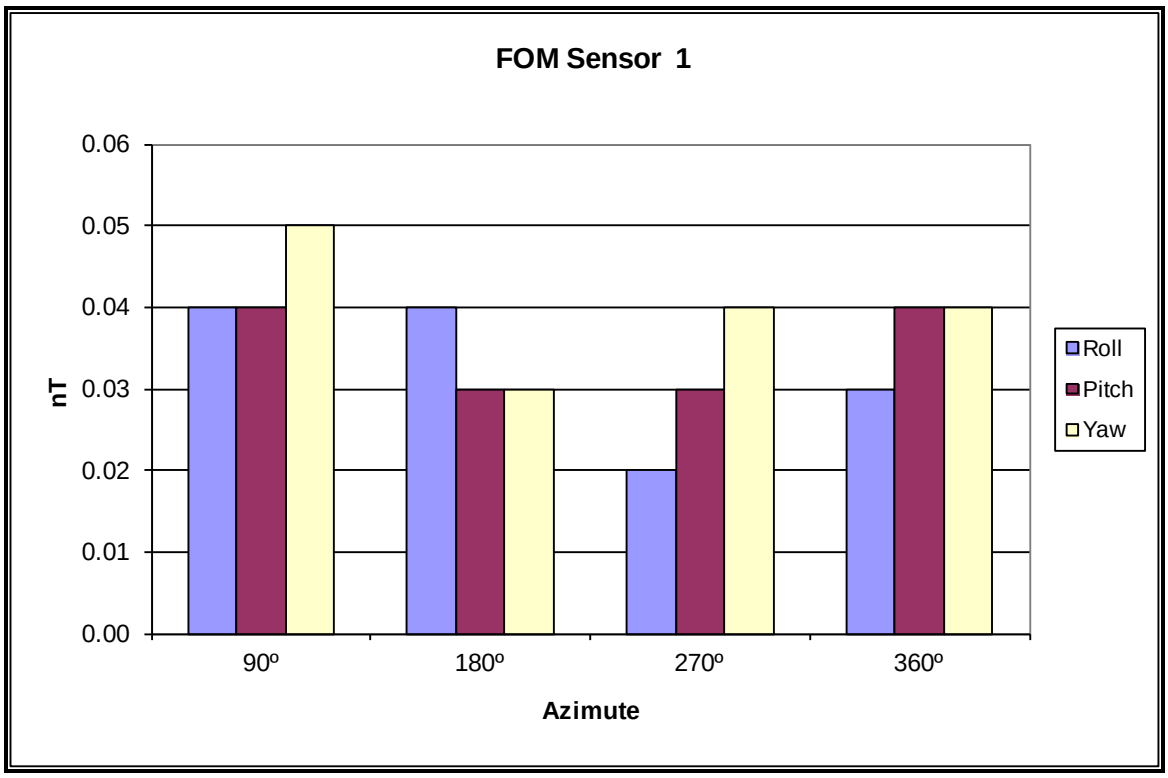


TFU1 – Campo Magnético Total não compensado
TFC1B – Campo Magnético Total compensado
HPU1 – Filtro passa-alta (2 seg) sobre o Campo Magnético Total não compensado
HP1C – Filtro passa-alta (2 seg) sobre o Campo Magnético Total compensado
FluxgateX – Componente X da Fluxgate
FluxgateY – Componente Y da Fluxgate
FluxgateZ – Componente Z da Fluxgate

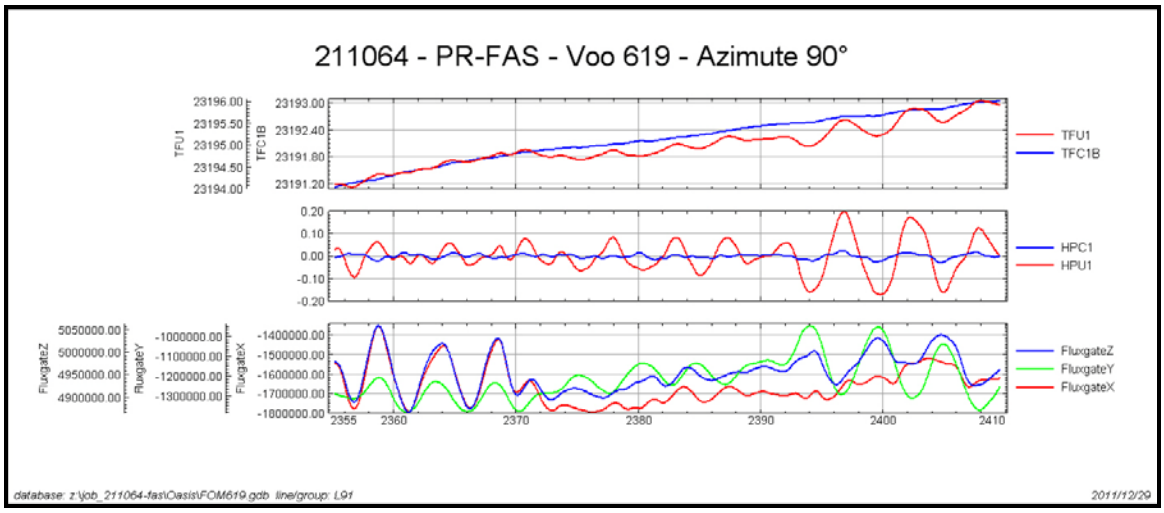
Compensação Magnética – PR-FAS

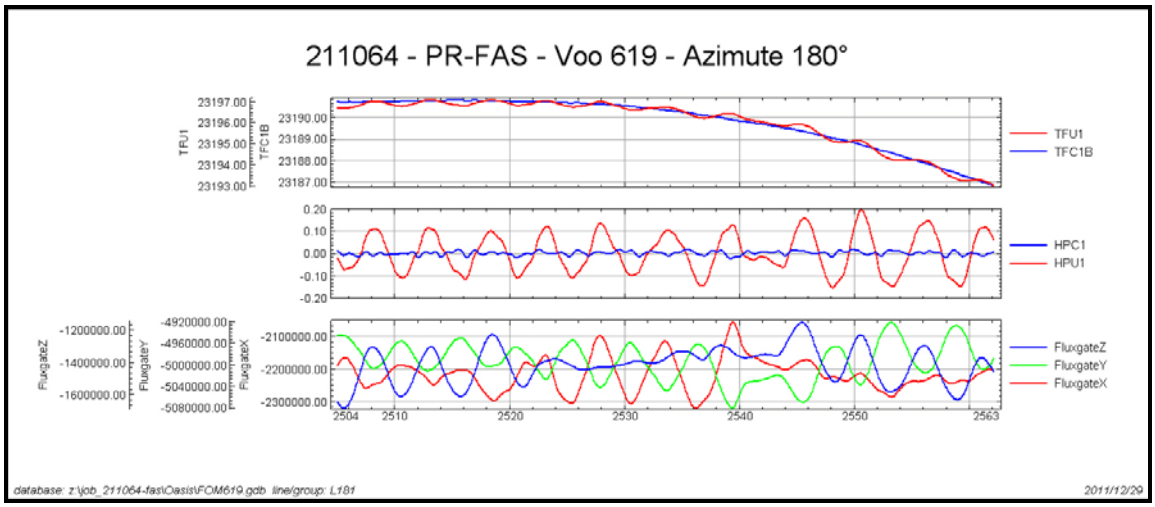
Nº Job	211064
Base	Rondonópolis - MT
Aeronave	PR-FAS
Data	29/12/2011
Nº Voo	619

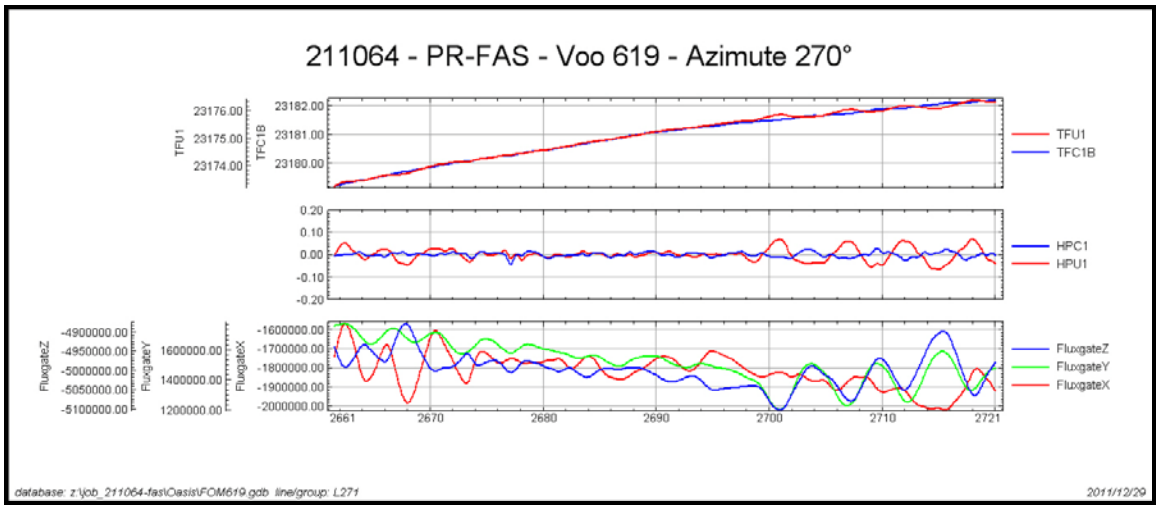
SENSOR 1					
Nº da Linha	**Azimute**	**ROLL (nT)**	**PITCH (nT)**	**YAW (nT)**	**FOM (nT)**
91	90º	0,04	0,04	0,05	0,13
181	180º	0,04	0,03	0,03	0,10
271	270º	0,02	0,03	0,04	0,09
361	360º	0,03	0,04	0,04	0,11
				TOTAL	**0,43**

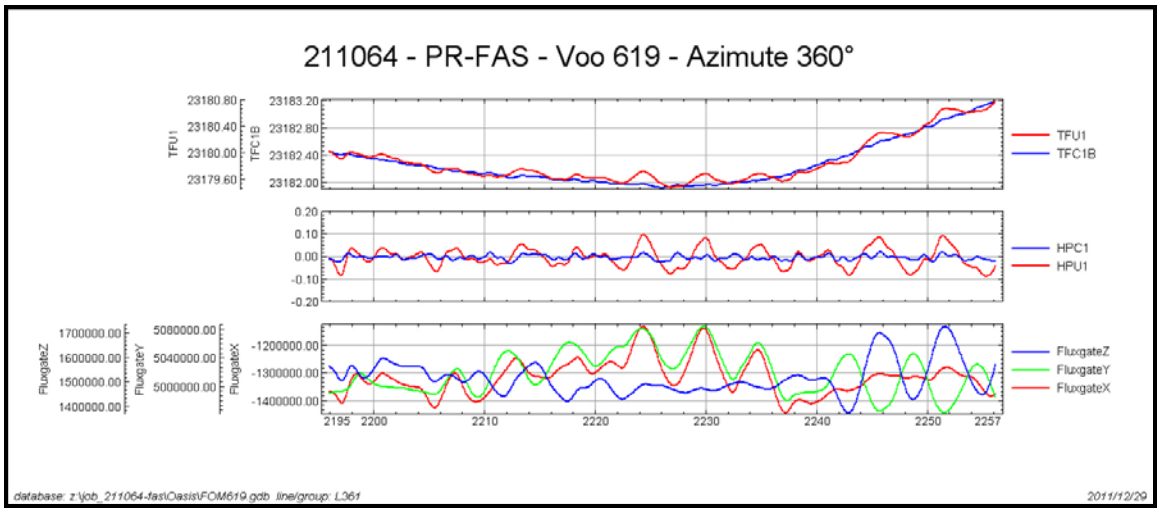


CPRM
Serviço Geológico do Brasil







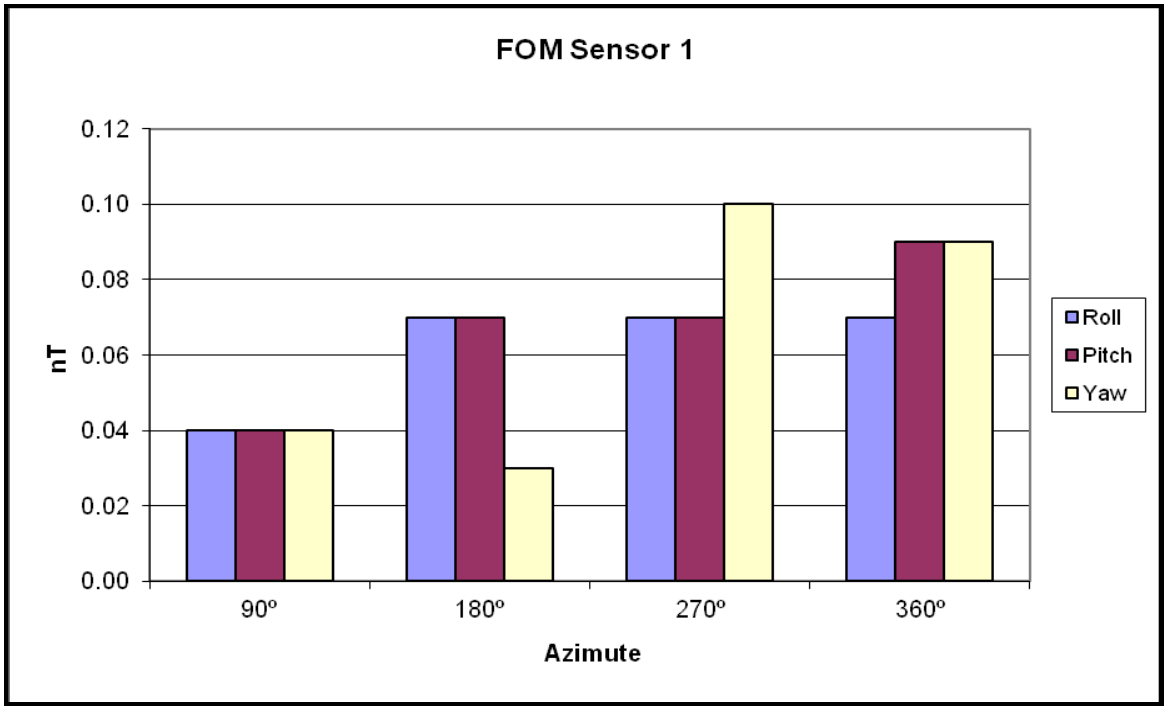


TFU1 – Campo Magnético Total não compensado
TFC1B – Campo Magnético Total compensado
HPU1 – Filtro passa-alta (2 seg) sobre o Campo Magnético Total não compensado
HP1C – Filtro passa-alta (2 seg) sobre o Campo Magnético Total compensado
FluxgateX – Componente X da Fluxgate
FluxgateY – Componente Y da Fluxgate
FluxgateZ – Componente Z da Fluxgate

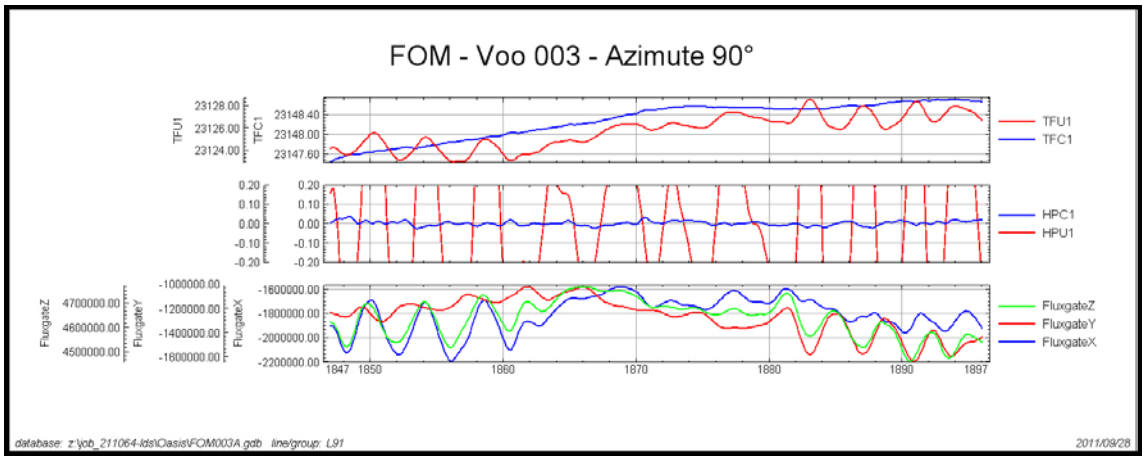
Compensação Magnética – PR-LDS

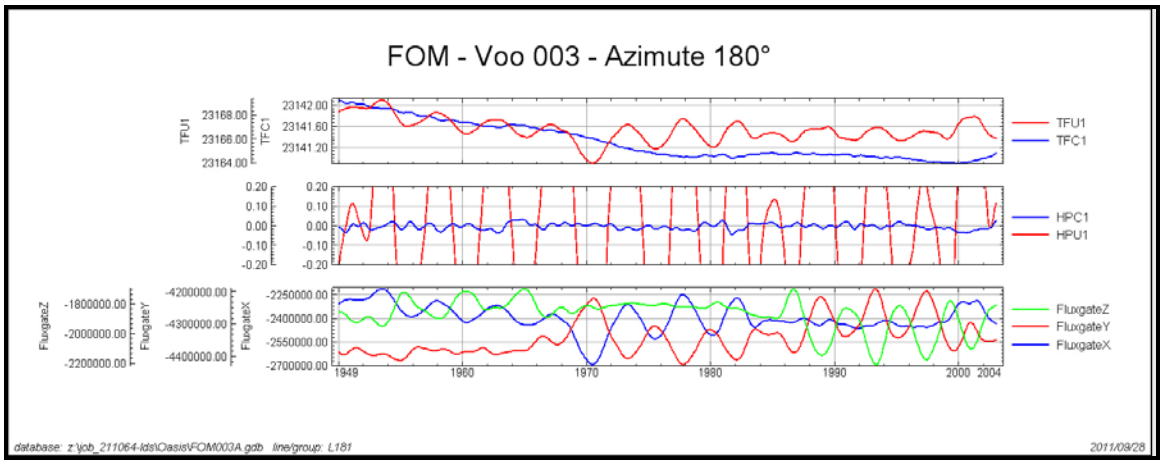
Nº Job	211064
Base	Rondonópolis, MT
Aeronave	PR-LDS
Data	27/9/2011
Nº Voo	3

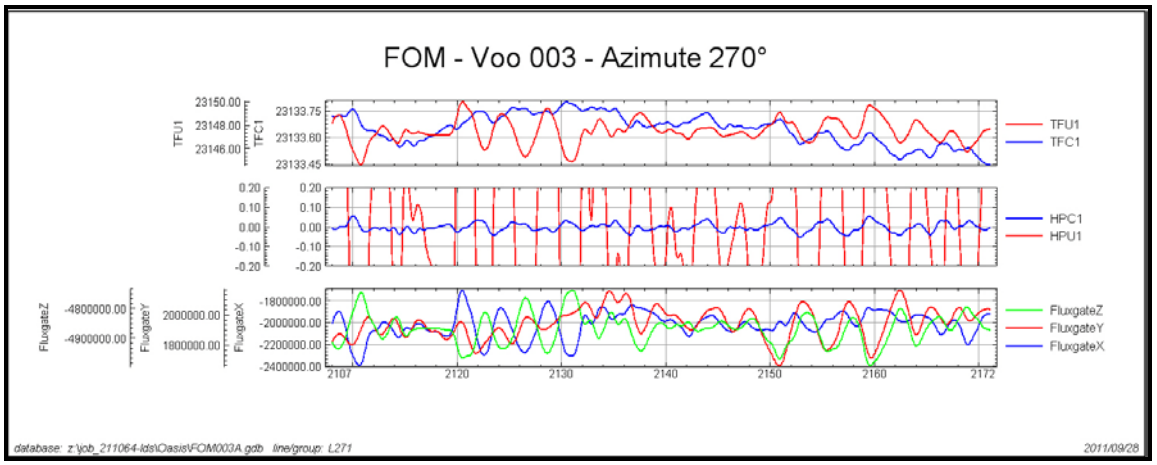
SENSOR 1					
Nº da Linha	**Azimute**	**ROLL (nT)**	**PITCH (nT)**	**YAW (nT)**	**FOM (nT)**
92	90º	0,04	0,04	0,04	0,12
182	180º	0,07	0,07	0,03	0,17
273	270º	0,07	0,07	0,10	0,24
362	360º	0,07	0,09	0,09	0,25
				TOTAL	**0,78**

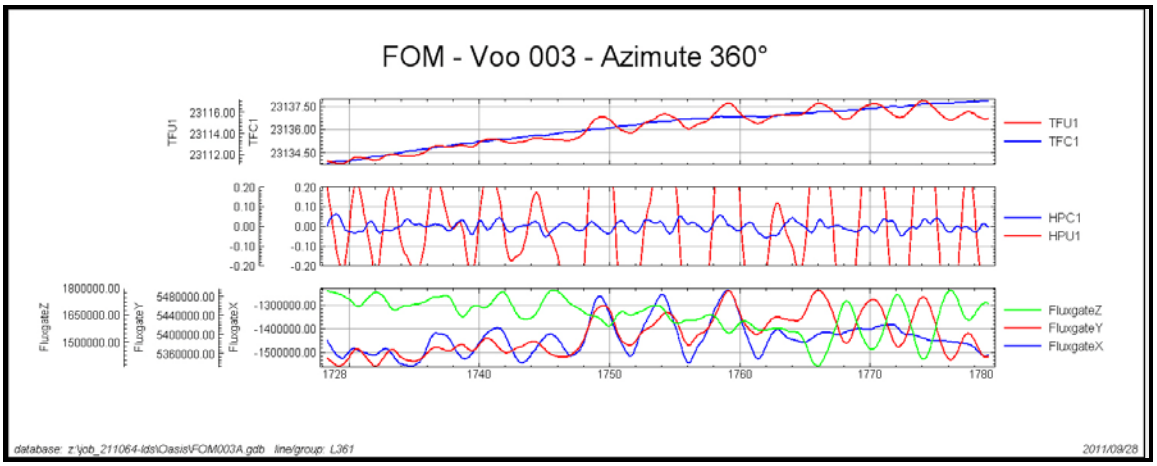


CPRM
Serviço Geológico do Brasil







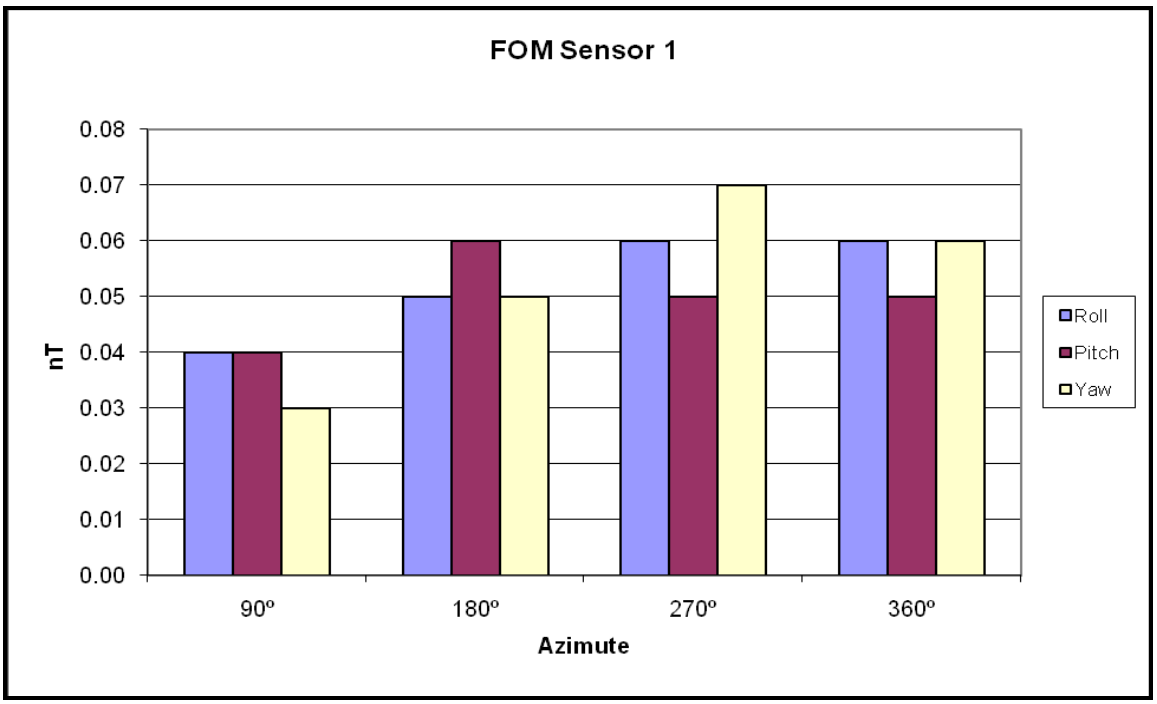


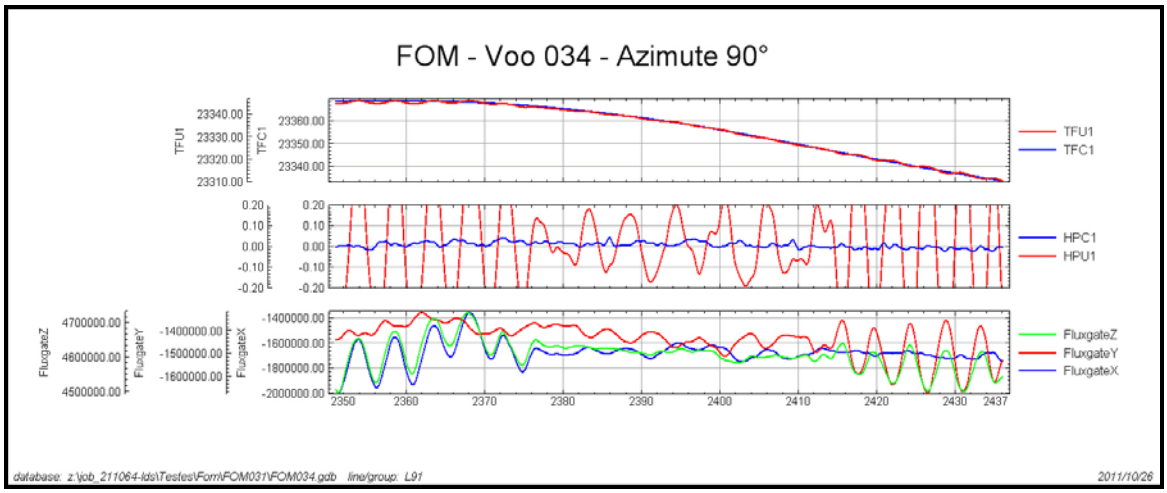
TFU1 – Campo Magnético Total não compensado
TFC1B – Campo Magnético Total compensado
HPU1 – Filtro passa-alta (2 seg) sobre o Campo Magnético Total não compensado
HP1C – Filtro passa-alta (2 seg) sobre o Campo Magnético Total compensado
FluxgateX – Componente X da Fluxgate
FluxgateY – Componente Y da Fluxgate
FluxgateZ – Componente Z da Fluxgate

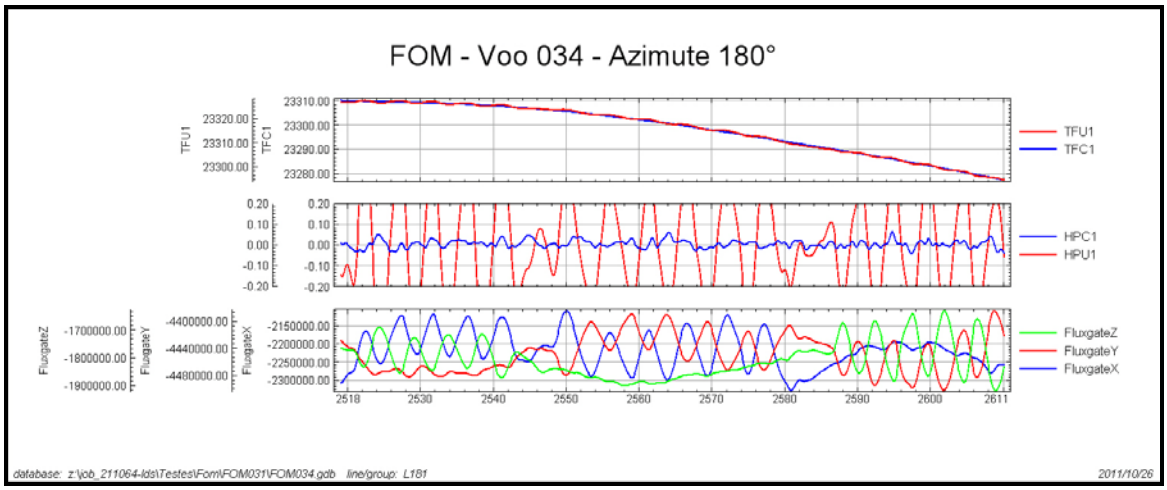
Compensação Magnética – PR-LDS

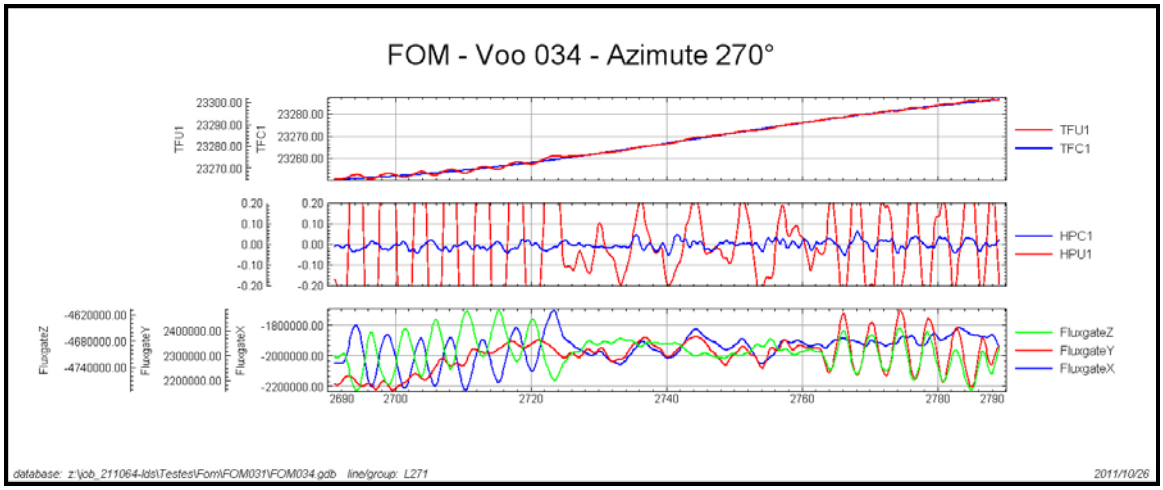
Nº Job	211064
Base	Rondonópolis, MT
Aeronave	PR-LDS
Data	26/10/2011
Nº Voo	34

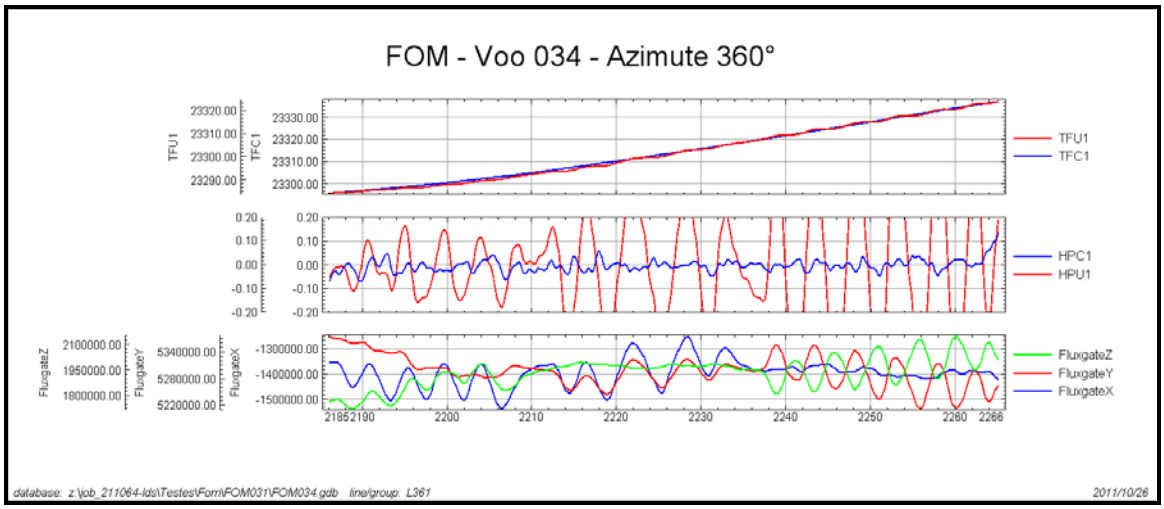
SENSOR 1					
Nº da Linha	**Azimute**	**ROLL (nT)**	**PITCH (nT)**	**YAW (nT)**	**FOM (nT)**
91	90º	0,04	0,04	0,03	0,11
181	180º	0,05	0,06	0,05	0,16
271	270º	0,06	0,05	0,07	0,18
361	360º	0,06	0,05	0,06	0,17
				TOTAL	**0,62**




FOM - Voo 034 - Azimute 90°
TFU1
TFC1
HPC1
HPU1
FluxgateZ
FluxgateY
FluxgateX
database: z:\job_211064-lds\Testes\Form\FOM031\FOM034.gdb line/group: L91
2011/10/26


FOM - Voo 034 - Azimute 180°
TFU1
TFC1
HPC1
HPU1
FluxgateZ
FluxgateY
FluxgateX
database: z:\job_211064-lds\Testes\Form\FOM031\FOM034.gdb line/group: L181
2011/10/26



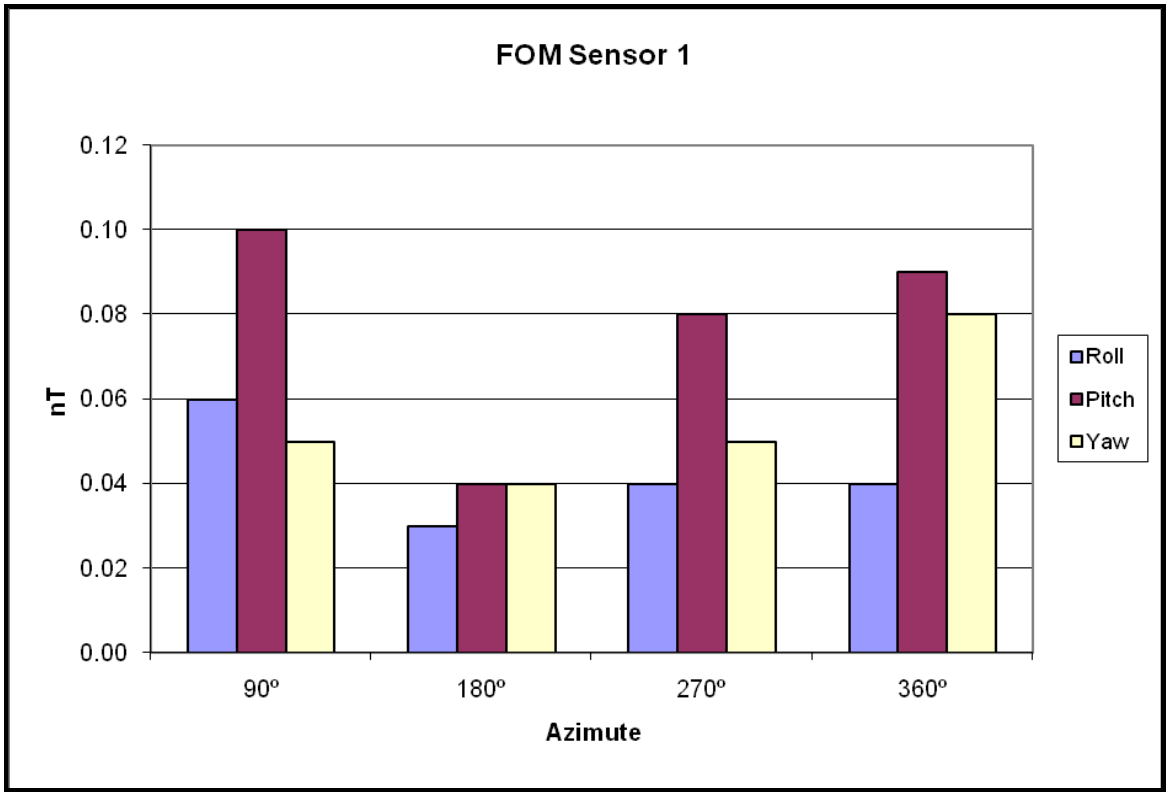


TFU1 – Campo Magnético Total não compensado
TFC1B – Campo Magnético Total compensado
HPU1 – Filtro passa-alta (2 seg) sobre o Campo Magnético Total não compensado
HP1C – Filtro passa-alta (2 seg) sobre o Campo Magnético Total compensado
FluxgateX – Componente X da Fluxgate
FluxgateY – Componente Y da Fluxgate
FluxgateZ – Componente Z da Fluxgate

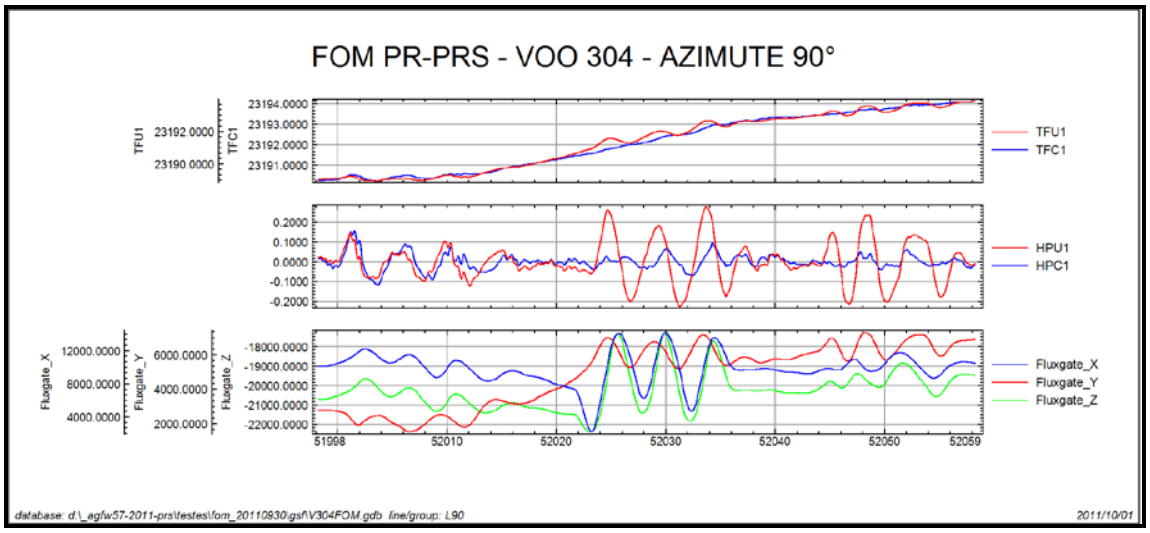
Compensação Magnética – PR-PRS

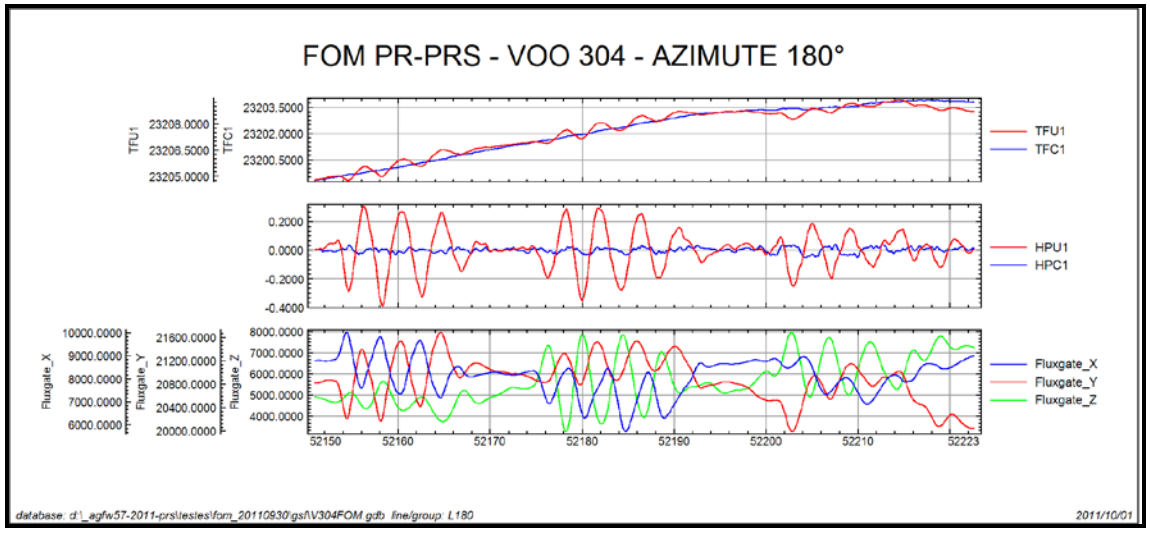
Número do Projeto	AGFW57-2011
Base	Rondonópolis - MT
Aeronave	PR-PRS
Data	30/09/2011
Voo	304

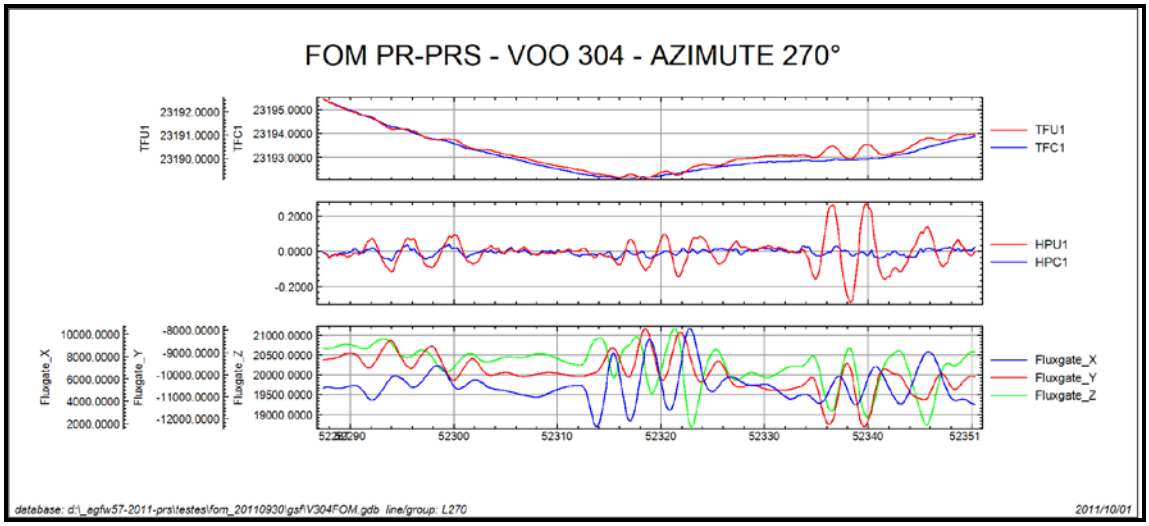
SENSOR 1					
Nº da Linha	**Azimute**	**ROLL (nT)**	**PITCH (nT)**	**YAW (nT)**	**FOM (nT)**
90	90º	0,06	0,10	0,05	0,21
180	180º	0,03	0,04	0,04	0,11
270	270º	0,04	0,08	0,05	0,17
360	360º	0,04	0,09	0,08	0,21
				TOTAL	**0,70**

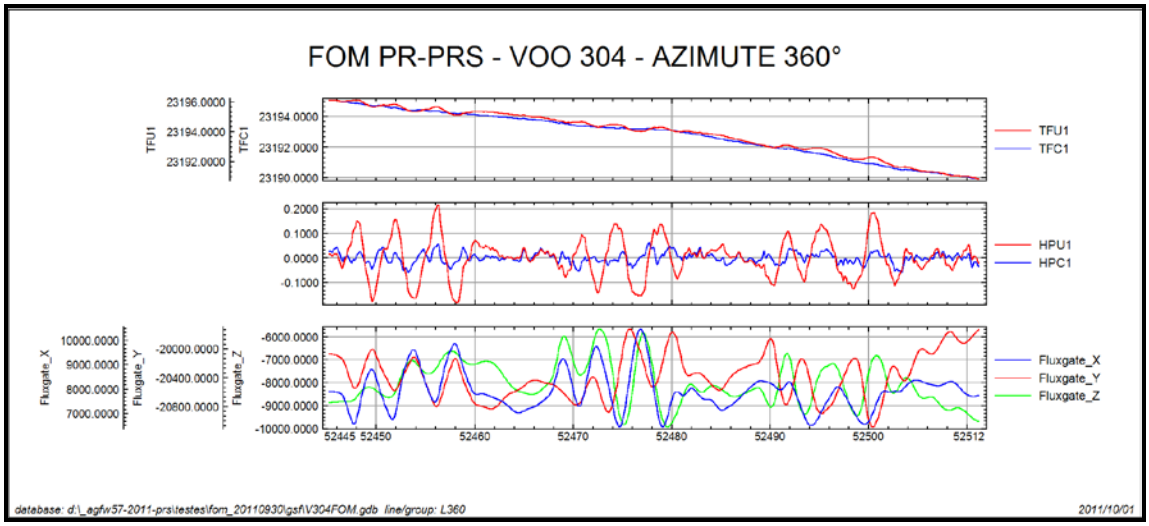


CPRM
Serviço Geológico do Brasil









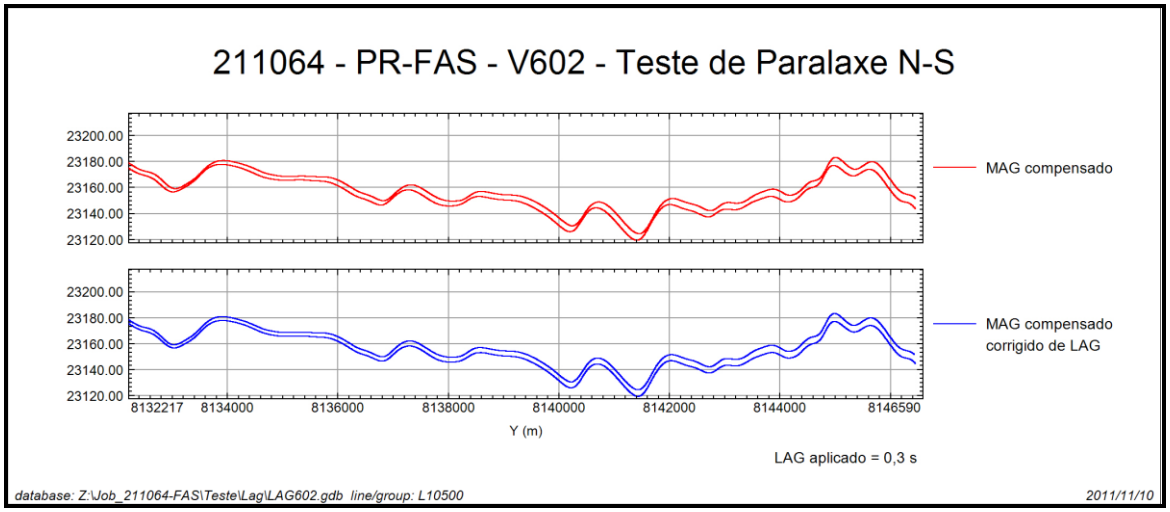
TFU1 – Campo Magnético Total não compensado
TFC1B – Campo Magnético Total compensado
HPU1 – Filtro passa-alta (2 seg) sobre o Campo Magnético Total não compensado
HP1C – Filtro passa-alta (2 seg) sobre o Campo Magnético Total compensado
FluxgateX – Componente X da Fluxgate
FluxgateY – Componente Y da Fluxgate
FluxgateZ – Componente Z da Fluxgate

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

Anexo II-c – Teste de Paralaxe

Paralaxe – PR-FAS

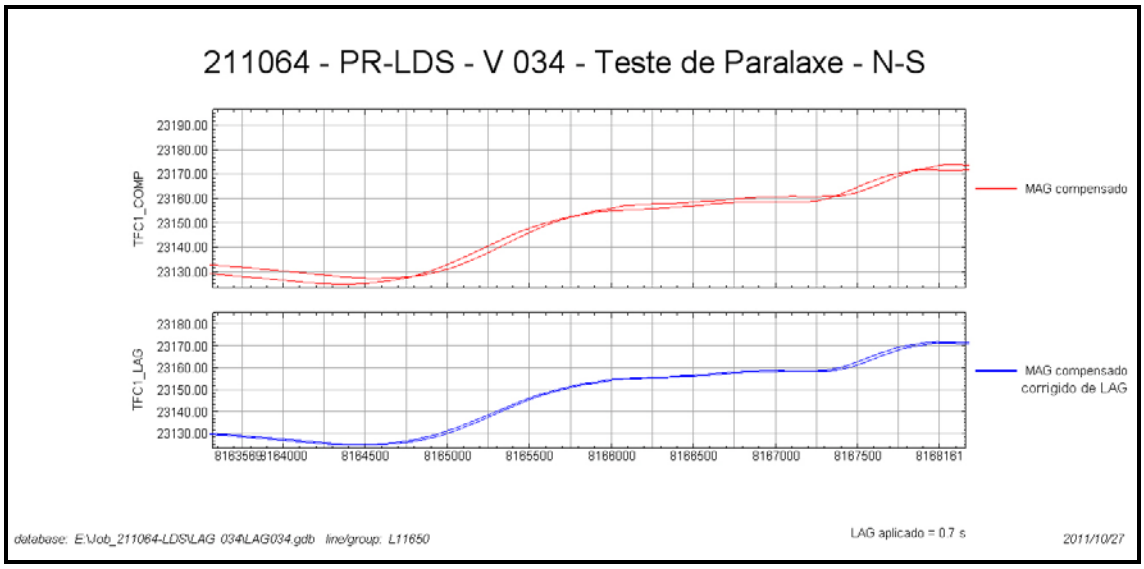
Nº Job	211064
Base	Rondonópolis - MT
Aeronave	PR–FAS
Data	18/10/2011
Nº Voo	602



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

Paralaxe – PR-LDS

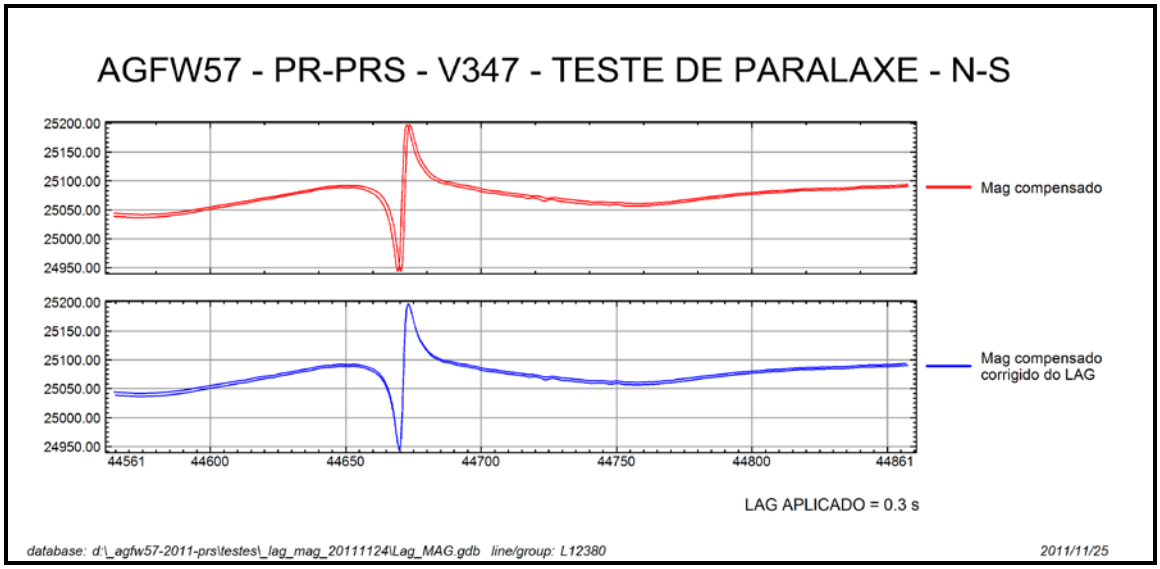
Nº Job	211064
Base	Rondonópolis - MT
Aeronave	PR–LDS
Data	26/10/2011
Nº Voo	034



MAG Compensado = Campo Magnético Total Compensado
MAG Compensado corrigido de LAG = Campo Magnético Total Compensado Corrigido Paralaxe (0,70 segundos)

Paralaxe – PR-PRS

Nº Projeto	AGFW57-2011
Base	Rondonópolis – MT
Aeronave	PR-PRS
Data	24/11/2011
Nº Voo	347



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

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

ANEXO III – QUADRO SINÓPTICOS DAS OPERAÇÕES DE CAMPO

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

ANEXO IV – CONTEÚDO DOS DVD-ROMs

Este arquivo apresenta a relação do conteúdo dos arquivos digitais que compõem o acervo do Projeto Aerogeofísico Rondonópolis-Dom Aquino.

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

Mídia	Conteúdo
CD#01	- Relatório Final
DVD#01	- Banco de Dados *Geosoft* (Magnetometria, Gamaespectrometria, Gamaespectrometria 256 Canais)
	- Grids
	- Arquivos de Metadados do Projeto
	- Arquivos de Poligonas das folhas 1:100.000 e 1:250.000
	- Arquivos de mapas no formato PDF (Escalas 1:100.000, 1:250.000 e 1:500.000)
	- Arquivos com as Articulações das Folhas - PDF (Escalas 1:100.000 e 1:250.000)
DVD#02	- Arquivos de Plotagem HPGL (Escalas 1:100.000, 1:250.000 e 1:500.000)
DVD#03	- Arquivos de mapas *Geosoft* (Escalas 1:100.000, 1:250.000 e 1:500.000)
DVD#04	- Arquivos XYZ (Gamaespectrometria, Magnetometria e Cruzamentos)

Estrutura dos Arquivos de Mapas:

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

  1111_*_1DV = 1ª Derivada Vertical do Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF)
  1111_*_Mag = Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF)
  1111_*_Sinal = Sinal Analítico do Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF)
  1111_*_MDT = Modelo Digital do Terreno
  1111_*_CT = Contagem Total (µR/h)
  1111_*_Kperc = Potássio (%)
  1111_*_eU = Urânio (ppm)
  1111_*_eTh = Tório (ppm)
  1111_*_ThKRAZAO = Razão Tório/Potássio
  1111_*_UThRAZAO = Razão Urânio/Tório
  1111_*_UKRAZAO = Razão Urânio/Potássio
  1111_*_TERNÁRIO = Ternário (K-U-Th)
  1111_*_PATH = Traços das Linhas de Voo

Exemplos:

1111_SE21XB3_Mag.MAP – *Geosoft* MAP da Folha SE.21-X-B-III Escala 1:100.000 do Campo Magnético Total (Reduzido IGRF)

1111_SD21ZD_Sinal.MAP – *Geosoft* MAP da Folha SD.21-Z-D Escala 1:250.000 do Sinal Analítico do Campo Magnético Total (Reduzido IGRF)

1111_ThKRAZAO_500.MAP – *Geosoft* MAP da Folha Única na Escala 1:500.000 da Razão Tório/Potássio

Observações:

- A codificação para os arquivos PRN e PDF segue a mesma regra utilizada para os arquivos de Mapas *Geosoft* (*.MAP)
- A sigla HPGL significa: *Hewlett-Packard Graphics Language* ©.
- O prefixo 1111 em todos os arquivos corresponde ao nº do projeto na Base Aero da CPRM.

Arquivos de GRIDS:

Arquivo	Conteúdo	Unidade
1111_Mag.grd	Campo Magnético Total (Reduzido IGRF)	nT
1111_1DV.grd	1ª Derivada Vertical do Campo Magnético Total	nT/m
1111_Sinal.grd	Sinal Analítico do Campo Magnético Total	nT/m
1111_CT.grd	Taxa de Exposição da Contagem Total	µR/h
1111_Kperc.grd	Concentração de Potássio	%
1111_eU.grd	Concentração de Urânio	ppm
1111_eTh.grd	Concentração de Tório	ppm
1111_ThKRAZAO.grd	Razão Tório/Potássio	-
1111_UKRAZAO.grd	Razão Urânio/Potássio	-
1111_UThRAZAO.grd	Razão Urânio/Tório	-
1111_MDT.grd	Modelo Digital do Terreno	m

Arquivos de Banco de Dados GDB:

Arquivo	Conteúdo
1111_GamaLine.gdb	Banco de dados de gamaespectrometria com as linhas de voo
1111_GamaTie.gdb	Banco de dados de gamaespectrometria com as linhas de controle
1111_MagLine.gdb	Banco de dados de magnetometria com as linhas de voo
1111_MagTie.gdb	Banco de dados de magnetometria com as linhas de controle
1111_Gama256.gdb	Banco de dados de gamaespectrometria com os 256 canais *up* e *down*.

Arquivos de Banco de Dados XYZ :

Arquivo	Conteúdo
1111_GamaLine.XYZ	Gamaespectrometria Linhas de Voo
1111_GamaTie.XYZ	Gamaespectrometria Linhas de Controle
1111_MagLine.XYZ	Magnetometria Linhas de Voo
1111_MagTie.XYZ	Magnetometria Linhas de Controle

Arquivos de Cruzamentos:

Arquivo	Conteúdo
1111_Cruzamentos.XYZ	Cruzamentos do Nivelamento Magnetométrico

Arquivos de Poligonais :

SD21ZD1.PLY	Polígono referente a folha SD.21-Z-D-I
SD21ZD2.PLY	Polígono referente a folha SD.21-Z-D-II
SD21ZD3.PLY	Polígono referente a folha SD.21-Z-D-III
SD21ZD4.PLY	Polígono referente a folha SD.21-Z-D-IV
SD21ZD5.PLY	Polígono referente a folha SD.21-Z-D-V
SD21ZD6.PLY	Polígono referente a folha SD.21-Z-D-VI
SE21XB1.PLY	Polígono referente a folha SE.21-X-B-I
SE21XB2.PLY	Polígono referente a folha SE.21-X-B-II
SE21XB3.PLY	Polígono referente a folha SE.21-X-B-III
SE21XB4.PLY	Polígono referente a folha SE.21-X-B-IV
SE21XB5.PLY	Polígono referente a folha SE.21-X-B-V
SE21XB6.PLY	Polígono referente a folha SE.21-X-B-VI
SE21XD1.PLY	Polígono referente a folha SE.21-X-D-I
SE21XD2.PLY	Polígono referente a folha SE.21-X-D-II
SE21XD3.PLY	Polígono referente a folha SE.21-X-D-III
SE21XD4.PLY	Polígono referente a folha SE.21-X-D-IV
SE21XD5.PLY	Polígono referente a folha SE.21-X-D-V
SE21XD6.PLY	Polígono referente a folha SE.21-X-D-VI
SD21ZD.PLY	Polígono referente a folha SD.21-Z-D
SE21XB.PLY	Polígono referente a folha SE.21-X-B
SE21XD.PLY	Polígono referente a folha SE.21-X-D

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

Todas as coordenadas do projeto (GDB, mapas, XYZ, grids) estão referenciadas ao Datum WGS-84. As coordenadas métricas estão projetadas em UTM Zona 21 Sul.

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

ANEXO V – FORMATO DE GRAVAÇÃO DOS DADOS DO PROJETO

PROJETO AEROGEOFÍSICO RONDONÓPOLIS-DOM AQUINO

FORMATO DIGITAL DOS DADOS MAGNETOMÉTRICOS PARA AS LINHAS DE VOO

FOLHA 1 DE 1

ARQUIVO XYZ (FORMATO GEOSOFT) PARA DADOS MAGNÉTICOS (LINHAS DE VOO - LINE)

REGISTRO MESTRE DAS LINHAS DE VOO	TIE	NÚMERO DA LINHA

REGISTRO DE DETALHE MAGNÉTICO	X	Y	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8	Z9
	COORDENADA UTM LESTE	COORDENADA UTM NORTE	FIDUCIAL	GPSALT	BARO	ALTURA	MDT	MAGBASE	MAGBRUTO	MAGCOM	MAGCOR
				(ALTITUDE GPS)	(ALTITUDE BAROMÉTRICA)	(RADAR ALTÍMETRO)			(BRUTO)	(COMPENSADO)	(CORRIGIDO)
	(m)	(m)		(m)	(m)	(m)	(m)	(nT)	(nT)	(nT)	(nT)
	F10.0	F10.0	(F8.1)	(F8.2)	(F8.2)	(F8.2)	(F8.2)	(F10.3)	(F10.3)	(F10.3)	(F10.3)

Z10	Z11	Z12	Z13	Z14	Z15	Z16	Z17
MAGNIV	MAGMIC	MAGIGRF	IGRF	LONGITUDE	LATITUDE	DATA	HORA
(nT)	(nT)	(nT)	(nT)	(GRAUS DECIMAIS)	(GRAUS DECIMAIS)	(AAAA/MM/DD)	(HH:MM:SS.S)
(F10.3)	(F10.3)	(F10.3)	(F10.3)	(F11.6)	(F11.6)	(A10)	(A10)

PROJETO AEROGEOFÍSICO RONDONÓPOLIS-DOM AQUINO

FORMATO DIGITAL DOS DADOS MAGNETOMÉTRICOS PARA AS LINHAS DE CONTROLE

FOLHA 1 DE 1

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

REGISTRO MESTRE DAS LINHAS DE CONTROLE	TIE	NÚMERO DA LINHA

REGISTRO DE DETALHE MAGNÉTICO	X	Y	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8	Z9
	COORDENADA UTM LESTE	COORDENADA UTM NORTE	FIDUCIAL	GPSALT	BARO	ALTURA	MDT	MAGBASE	MAGBRUTO	MAGCOM	MAGCOR
				(ALTITUDE GPS)	(ALTITUDE BAROMÉTRICA)	(RADAR ALTÍMETRO)			(BRUTO)	(COMPENSADO)	(CORRIGIDO)
	(m)	(m)		(m)	(m)	(m)	(m)	(nT)	(nT)	(nT)	(nT)
	F10.0	F10.0	(F8.1)	(F8.2)	(F8.2)	(F8.2)	(F8.2)	(F10.3)	(F10.3)	(F10.3)	(F10.3)

	Z10	Z11	Z12	Z13	Z14	Z15	Z16	Z17
	MAGNIV	MAGMIC	MAGIGRF	IGRF	LONGITUDE	LATITUDE	DATA	HORA
	(nT)	(nT)	(nT)	(nT)	(GRAUS DECIMAIS)	(GRAUS DECIMAIS)	(AAAA/MM/DD)	(HH:MM:SS.S)
	(F10.3)	(F10.3)	(F10.3)	(F10.3)	(F11.6)	(F11.6)	(A10)	(A10)

PROJETO AEROGEOFÍSICO RONDONÓPOLIS-DOM AQUINO

FORMATO DIGITAL DOS DADOS DE CRUZAMENTOS MAGNETOMÉTRICOS ENTRE LINHAS DE VOO E LINHAS DE CONTROLE

FOLHA 1 DE 1

ARQUIVO XYZ (FORMATO GEOSOFT) PARA DADOS MAGNETOMÉTRICOS DE CRUZAMENTO ENTRE LINHAS DE VOO E LINHAS DE CONTROLE

REGISTRO MESTRE DAS LINHAS DE CRUZAMENTO	TIE	NÚMERO DA LINHA							
REGISTRO DE DETALHE	UTM E (F11.0)	UTM N (F11.0	NÚMERO DA FIDUCIAL (F9.1)	ALTURA DO GPS (F9.2)	ALTURA DO VOO (F10.3)	CORRIGIDO DA VARIAÇÃO DIURNA (F11.3)	APÓS O NIVELAMENTO (F11.3)	VALOR APLICADO AO NIVELAMENTO (F9.3)	NÚMERO DO VOO (F5.0)

Column scale: 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95

ARQUIVO XYZ (FORMATO GEOSOFT) PARA DADOS RADIOMÉTRICOS (LINHAS DE VOO - LINES)

REGISTRO														
REGISTRO MESTRE DAS LINHAS DE VOO	LINE	NÚMERO DA LINHA												
REGISTRO DE DETALHE	X COORDENADA UTM LESTE (m)	Y COORDENADA UTM NORTE (m)	Z1 FIDUCIAL	Z2 GPSALT (ALTITUDE GPS) (m)	Z3 BARO (ALTITUDE BAROMÉTRICA) (m)	Z4 ALTURA (RADAR ALTÍMETRO) (m)	Z5 MDT (m)	Z6 CTB (CPS)	Z7 KB (CPS)	Z8 UB (CPS)	Z9 THB (CPS)	Z10 UUP (CPS)	Z11 LIVE_TIME (ms)	Z12 CÓSMICO (RAD CÓSMICA (CPS)
RADIOMÉTRICO	F10.0	F10.0	(F8.1)	(F8.2)	(F8.2)	(F8.2)	(F8.2)	(F6.0)	(F6.0)	(F6.0)	(F6.0)	(F6.0)	(F6.0)	(F6.0)
REGISTRO DE DETALHE	Z13 TEMP ºC	Z14 CTCOR (CONT. TOT. CORR.) (CPS)	Z15 KCOR (POTÁSSIO CORRIG.) (CPS)	Z16 UCOR (URÂNIO CORRIGIDO) (CPS)	Z17 THCOR (TÓRIO CORRIGIDO) (CPS)	Z18 CTEXP (TAXA EXPOS. CT) (microRoentgen/h)	Z19 KPERC (CONCENTR. DE K) %	Z20 eU (CONCENTR. DE U) (PPM)	Z21 eTH (CONCENTR. DE TH) (PPM)	Z22 THKRAZÃO	Z23 UKRAZÃO			
RADIOMÉTRICO	(F8.2)	(F9.3)	(F9.3)	(F9.3)	(F9.3)	(F9.3)	(F9.3)	(F9.3)	(F9.3)	(F9.3)	(F9.3)			
	Z24 UTHRAZÃO (F9.3)	Z25 LONGITUDE (GRAUS DECIMAIS) (F11.6)	Z26 LATITUDE (GRAUS DECIMAIS) (F11.6)	Z27 DATA (AAAA/MM/DD) (A10)	Z28 HORA (HH:MM:SS) (A10)									

PROJETO AEROGEOFÍSICO RONDONÓPOLIS-DOM AQUINO

FORMATO DIGITAL DOS DADOS RADIOMÉTRICOS PARA AS LINHAS DE VOO

FOLHA 1 DE 1

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

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

REGISTRO MESTRE DAS LINHAS DE CONTROLE	TIE	NÚMERO DA LINHA												
REGISTRO DE DETALHE	X COORDENADA UTM LESTE	Y COORDENADA UTM NORTE	Z1 FIDUCIAL	Z2 GPSALT (ALTITUDE GPS)	Z3 BARO (ALTITUDE BAROMÉTRICA)	Z4 ALTURA (RADAR ALTÍMETRO)	Z5 MDT	Z6 CTB	Z7 KB	Z8 UB	Z9 THB	Z10 UUP	Z11 LIVE_TIME	Z12 CÓSMICO (RAD. CÓSMICA
	(m)	(m)		(m)	(m)	(m)	(m)	(CPS)	(CPS)	(CPS)	(CPS)	(CPS)	(ms)	(CPS)
RADIOMÉ-TRICO	F10.0	F10.0	(F8.1)	(F8.2)	(F8.2)	(F8.2)	(F8.2)	(F6.0)	(F6.0)	(F6.0)	(F6.0)	(F6.0)	(F6.0)	(F6.0)
REGISTRO DE DETALHE	Z13 TEMP	Z14 CTCOR (CONT. TOT. CORR.)	Z15 KCOR (POTÁSSIO CORRIG.)	Z16 UCOR (URÂNIO CORRIGIDO)	Z17 THCOR (TÓRIO CORRIGIDO)	Z18 CTEXP (TAXA EXPOS. CT)	Z19 KPERC (CONCENTR. DE K)	Z20 eU (CONCENTR. DE U)	Z21 eTH (CONCENTR. DE TH)	Z22 THKRAZÃO	Z23 UKRAZÃO			
	°C	(CPS)	(CPS)	(CPS)	(CPS)	(microRoentgen/h)	%	(PPM)	(PPM)					
RADIOMÉ-TRICO	(F8.2)	(F9.3)	(F9.3)	(F9.3)	(F9.3)	(F9.3)	(F9.3)	(F9.3)	(F9.3)	(F9.3)	(F9.3)			
	Z24 UTHRAZÃO	Z25 LONGITUDE	Z26 LATITUDE	Z27 DATA	Z28 HORA									
	(F9.3)	(GRAUS DECIMAIS) (F11.6)	(GRAUS DECIMAIS) (F11.6)	(AAAA/MM/DD) (A10)	(HH:MM:SS) (A10)									

PROJETO AEROGEOFÍSICO RONDONÓPOLIS-DOM AQUINO

FORMATO DIGITAL DOS DADOS RADIOMÉTRICOS PARA AS LINHAS DE CONTROLE

FOLHA 1 DE 1

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

ANEXO VI – LISTAGEM DAS LINHAS APROVADAS E UTILIZADAS NO PROCESSAMENTO

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

Linha	Voo	Fiducial Inicial	Fiducial Final
10010	603	7253	7581
10020	603	6036	6986
10030	603	3296	5107
10040	608	4593	8221
10050	603	771	3087
10051	604	10255	12962
10060	603	8134	10084
10061	606	13752	16667
10070	604	2467	4752
10071	606	9995	12698
10080	604	4976	9910
10090	605	2168	5069
10091	612	13221	15305
10100	605	5384	7821
10101	612	9925	12155
10110	606	2303	4568
10111	612	15505	18073
10120	606	4794	9710
10130	606	16904	18385
10131	608	8897	12241
10140	608	2140	4389
10141	614	13310	15907
10150	608	12546	14529
10151	614	9482	12382
10160	609	1440	3188
10161	609	7270	9203
10162	610	5124	5578
10163	610	12092	12915
10170	609	3457	7045
10171	610	4290	4795
10172	610	11062	11819
10180	610	2030	4047
10181	610	13090	15774
10190	610	5806	10844
10200	611	1438	3561
10201	615	2326	5047
10210	612	2198	4410
10211	620	2042	5005
10220	611	4326	5675
10221	613	9856	13108
10222	613	16276	16600
10230	611	5961	7295
10231	615	5357	8465
10232	626	8869	9205

Linha	Voo	Fiducial Inicial	Fiducial Final
10240	611	8288	9613
10241	615	9023	12275
10242	626	9619	9954
10250	612	4687	9618
10260	613	2009	4282
10261	620	5110	7796
10270	613	4562	9561
10280	613	14143	16114
10281	622	1607	2366
10282	622	2825	5088
10290	613	17537	19056
10291	621	12036	14007
10292	622	5235	6848
10300	614	1760	4041
10301	621	1936	3774
10302	622	10856	11893
10310	614	4344	9283
10320	621	4137	8092
10321	622	8986	10133
10330	621	8228	11751
10331	622	7221	8780
10340	622	12065	14675
10341	623	1955	4405
10350	623	4544	9581
10360	623	9840	10820
10361	624	4652	8753
10370	623	11010	11988
10371	624	9237	11761
10372	626	6981	8500
10380	623	12084	14702
10381	624	2035	4483
10390	624	11937	13143
10391	626	4829	6396
10392	627	2080	4421
10400	626	1993	4690
10401	627	4651	6830
10410	626	10306	13040
10411	627	7459	9849
10420	627	10261	13143
10421	628	2053	4170
10430	628	4342	6798
10431	641	1907	4667
10440	628	7013	9421
10441	641	4837	7409

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

Linha	Voo	Fiducial Inicial	Fiducial Final
10450	628	9581	12028
10451	641	7645	10393
10460	628	13404	14808
10461	641	10545	11215
10462	644	3294	6423
10470	628	14985	16372
10471	641	11497	14199
10472	642	4278	5283
10480	630	2187	4695
10481	642	1804	4129
10490	630	4870	7566
10491	643	9835	12197
10500	630	7857	10419
10501	643	12464	14813
10510	630	10611	13253
10511	643	14946	17279
10520	631	2013	4533
10521	644	7267	9625
10530	631	4912	7621
10531	644	9894	12280
10540	631	7867	10418
10541	645	11828	14202
10550	631	10725	12362
10551	645	8214	11684
10560	633	1906	4425
10561	648	8453	9914
10562	649	3899	4813
10570	633	4595	7350
10571	648	6629	8083
10572	649	2160	3141
10580	633	7583	10096
10581	647	14295	15988
10582	648	5805	6486
10590	633	10496	14040
10591	644	12401	13984
10600	634	2059	4577
10601	647	12352	14097
10602	648	4382	5055
10610	634	4801	7429
10611	648	1706	4232
10620	634	7838	10206
10621	647	9408	11991
10630	634	10626	13369
10631	647	6855	9262

Linha	Voo	Fiducial Inicial	Fiducial Final
10640	635	1913	4419
10641	647	4226	6580
10650	635	4596	7179
10651	647	1591	4097
10660	635	7415	9794
10661	646	12679	15079
10670	635	10116	11802
10671	642	13192	15841
10672	644	1911	2655
10680	636	1677	4240
10681	643	4584	7022
10690	636	4451	7218
10691	643	7299	9603
10700	636	7457	9981
10701	642	10700	13055
10710	636	10323	13830
10711	644	14251	15838
10720	637	1905	4453
10721	642	8111	10457
10730	637	4635	6760
10731	643	1543	4426
10740	637	7024	8995
10741	639	8261	9319
10742	644	15942	17843
10750	637	9346	11316
10751	639	4969	7869
10752	642	6570	6769
10760	638	1874	4450
10761	646	9889	12307
10770	638	4649	7359
10771	646	7438	9762
10780	638	7614	10143
10781	646	4580	6963
10790	638	10516	13971
10791	646	15256	16820
10800	639	1772	4697
10801	642	6878	7084
10802	645	15059	17033
10810	640	1940	3765
10811	645	4361	7704
10820	640	3932	6415
10821	645	1557	4219
10830	640	6637	9073
10831	646	1793	4482

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

Linha	Voo	Fiducial Inicial	Fiducial Final
10840	60	5918	8272
10841	640	9164	11602
10850	60	1499	3575
10851	60	8419	10877
10860	59	3309	7822
10870	59	1058	3168
10871	59	7974	10477
10880	57	12048	14365
10881	58	1791	4159
10890	57	1446	3506
10891	58	4326	6844
10900	55	5967	10655
10910	55	1636	3710
10911	55	10844	13279
10920	54	2867	6799
10921	55	3867	4609
10930	54	1328	2685
10931	54	6973	9461
10932	55	5076	5807
10940	53	6158	8502
10941	56	8509	10789
10950	51	2445	4868
10951	53	8930	10951
10960	51	3670	8502
10970	50	10412	12858
10971	51	1463	3473
10980	50	5567	10224
10990	49	7940	9483
10991	50	3380	5374
10992	51	263	1109
11000	51	1327	2215
11001	57	3669	7577
11010	48	4045	6478
11011	49	1636	3625
11020	47	10551	13027
11021	48	1653	3830
11030	46	7555	9665
11031	47	1439	3573
11040	46	3145	7358
11050	45	11062	13338
11051	46	876	2971
11060	45	9538	10916
11061	47	3821	7039
11070	45	7995	9351

Linha	Voo	Fiducial Inicial	Fiducial Final
11071	47	7569	10417
11081	56	3725	8345
11090	44	8634	11076
11091	45	1121	3160
11100	43	11773	13938
11101	44	800	2870
11110	43	9870	11611
11111	44	3022	5703
11120	43	8012	9670
11121	44	5902	8451
11130	43	3434	7822
11140	42	9582	11619
11141	43	1059	3250
11150	41	3362	7816
11160	41	685	3185
11161	41	8012	10293
11170	40	3781	7968
11180	40	1174	3605
11181	40	8191	10238
11190	38	13219	15395
11191	39	745	2806
11200	38	11418	12992
11201	42	2951	5727
11210	38	9809	11198
11211	42	6283	9263
11220	38	4988	9573
11230	37	8461	10741
11231	38	2743	4774
11240	37	3910	8268
11250	36	3195	5576
11251	36	10597	12595
11260	35	4272	8587
11270	35	2137	4071
11271	35	8793	11200
11280	30	12915	13982
11281	52	14055	14882
11282	52	1142	3793
11290	30	11437	12622
11291	52	3929	6391
11292	56	2670	3504
11300	30	4598	8972
11310	30	1656	4317
11311	30	9170	11091
11320	29	3164	7537

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

Linha	Voo	Fiducial Inicial	Fiducial Final
11330	29	868	2988
11331	52	6623	9126
11340	28	8092	12468
11350	28	6384	7890
11351	53	4340	5836
11352	53	14808	15757
11353	56	1485	2013
11360	28	4681	6142
11361	53	11344	14495
11370	28	1459	2547
11371	28	2942	4464
11372	28	12644	14561
11380	27	3601	8162
11390	27	973	3398
11391	27	8361	10307
11400	26	3998	8437
11410	26	1687	3807
11411	26	8654	10851
11420	25	3433	8182
11430	25	883	3232
11431	25	8382	10509
11440	24	2905	7349
11450	24	306	2737
11451	24	7594	9882
11460	23	7113	7974
11461	29	8619	9695
11462	39	3065	5711
11470	23	3508	5036
11471	39	7546	9078
11472	42	1356	2705
11480	22	8701	10844
11481	23	790	3304
11490	22	4030	8491
11500	21	8248	10379
11501	22	1328	2556
11502	22	2830	3822
11503	39	7041	7297
11510	21	3641	8088
11520	20	9011	11167
11521	21	824	3467
11530	20	4383	8823
11540	19	10740	12866
11541	20	1608	4252
11550	19	4585	9066

Linha	Voo	Fiducial Inicial	Fiducial Final
11560	52	9329	13808
11571	18	7490	9438
11572	19	13099	13664
11573	37	661	2509
11574	52	580	727
11580	17	9235	11454
11581	17	11712	13736
11582	36	13156	13421
11590	17	4507	9086
11600	36	5882	10245
11610	16	6070	9983
11611	17	13874	14660
11620	15	7518	9470
11621	17	1590	4389
11630	15	2805	7397
11640	15	817	2695
11641	16	3278	5932
11642	36	13565	13696
11650	14	5228	8696
11651	23	5872	6904
11660	13	12981	14506
11661	14	1255	4188
11662	19	10209	10513
11670	13	10806	11988
11671	19	9234	9850
11672	19	1486	4361
11680	13	3910	5284
11681	13	6790	8391
11682	36	14187	15609
11690	13	1007	3805
11691	13	8545	10598
11700	8	15238	16755
11701	37	2661	3093
11702	57	8752	11233
11710	8	1349	3820
11711	14	8794	11106
11725	363	40654	43145
11726	363	50492	52997
11730	363	45838	50391
11740	362	48597	50377
11741	362	50836	52372
11743	363	39907	40357
11744	363	44588	44897
11745	364	50210	50934

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

Linha	Voo	Fiducial Inicial	Fiducial Final
11750	362	45463	48503
11754	364	47074	48795
11761	362	39352	41993
11762	364	44811	46953
11770	361	59125	60940
11771	362	42102	45257
11780	360	58760	60259
11781	361	49832	53317
11790	360	55660	58660
11791	361	53416	55117
11800	360	52304	55495
11801	361	55303	57106
11810	360	49600	52202
11811	361	57199	58879
11812	362	38597	39031
11820	359	44779	49884
11830	359	42297	44684
11831	359	49977	52129
11840	358	47064	52148
11850	358	44754	46973
11851	358	52239	54525
11860	357	50604	53804
11861	358	38691	40757
11870	357	46506	50487
11871	358	40857	41295
11880	357	41233	46056
11881	358	41557	42065
11890	357	38756	41112
11891	358	42164	44328
11900	356	50373	55402
11910	356	45804	50252
11920	356	40615	45702
11930	356	38116	40500
11931	356	55479	57623
11940	355	51205	55968
11950	355	46400	51114
11960	355	41430	46275
11970	355	38834	41324
11971	355	56051	58291
11980	354	51151	55856
11990	354	46304	51054
12000	354	41364	46211
12010	354	38719	41250
12011	354	55916	58232

Linha	Voo	Fiducial Inicial	Fiducial Final
12020	353	46270	51232
12030	353	41522	46165
12040	352	50758	53376
12041	353	38869	41420
12050	352	46186	50639
12060	352	40949	46095
12070	352	38430	40846
12071	353	51311	53519
12080	351	50684	55588
12090	351	45979	50587
12100	351	40753	45892
12110	351	38234	40646
12111	351	55665	57889
12120	350	51415	56370
12130	350	46753	51319
12140	350	41591	46662
12150	350	39057	41484
12151	350	56441	58634
12160	349	51703	56375
12170	349	46827	51612
12180	349	41747	46715
12190	349	39155	41632
12191	349	56469	58778
12200	348	45537	50446
12210	348	43103	45434
12211	348	55223	57559
12220	347	53691	58370
12230	347	48888	53596
12240	347	43814	48755
12250	347	41048	43714
12251	348	50541	52625
12260	346	67149	72003
12270	346	63294	65866
12271	348	40684	42792
12280	345	52447	54955
12281	346	57890	60216
12282	346	65969	66295
12290	345	50302	52303
12291	346	60329	62542
12292	346	66705	67027
12300	345	42341	47638
12310	345	39824	42194
12311	345	48466	49664
12312	346	72089	72822

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

Linha	Voo	Fiducial Inicial	Fiducial Final
12313	359	38445	38733
12320	344	51594	54069
12321	344	54520	56391
12322	344	59447	59586
12323	359	38973	39286
12330	344	46923	51491
12340	344	42003	46813
12350	344	39466	41884
12351	344	56452	58346
12352	359	40643	40930
12360	343	51311	56176
12370	343	46717	51205
12380	343	41777	46629
12390	343	39251	41680
12391	343	56236	58359
12400	342	51234	55907
12410	342	46496	51133
12420	342	41686	46387
12430	342	39090	41585
12431	342	55965	58159
12440	341	51389	55925
12450	341	46667	51288
12460	341	42006	46569
12470	341	39465	41903
12471	341	55998	58154
12480	340	63310	67844
12490	340	58427	63194
12500	338	47223	50547
12501	340	56460	58309
12510	338	42596	47083
12520	337	57460	60100
12521	338	39698	42393
12530	337	55104	57320
12531	340	67929	70260
12540	337	47159	52361
12550	337	42283	47042
12560	336	52959	55804
12561	337	39696	42119
12570	336	48155	52816
12580	336	42857	48001
12590	335	55723	60689
12600	335	50938	55575
12610	335	45461	50818
12620	335	42853	45325

Linha	Voo	Fiducial Inicial	Fiducial Final
12621	335	60761	62846
12630	334	43626	48849
12640	334	41061	43464
12641	334	54373	56593
12650	332	50264	51008
12652	336	40179	42682
12653	337	53168	54707
12660	332	45075	50102
12670	332	42407	44906
12671	334	49039	51368
12680	331	48395	53084
12690	331	45629	48241
12691	331	53232	55507
12700	329	55498	59913
12701	334	53805	54276
12710	329	50837	55352
12720	329	44759	48120
12721	329	48861	50696
12730	329	42054	44585
12731	331	42499	44829
12740	328	55166	60053
12750	328	50222	54987
12760	328	44246	47887
12761	328	48651	50080
12770	328	41688	44072
12771	328	60151	62521
12780	327	54296	55900
12781	327	56258	59352
12790	327	49492	54162
12800	327	43908	48886
12810	327	41428	43766
12811	327	59600	61910
12820	326	51387	56025
12830	326	45427	50614
12840	325	51899	54029
12841	326	42533	45157
12850	325	46958	51689
12860	325	42416	46801
12870	325	39817	42298
12871	326	56144	58484
12880	324	52239	56808
12890	324	47435	52077
12900	324	42509	47171
12910	324	39922	42303

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

Linha	Voo	Fiducial Inicial	Fiducial Final
12911	324	56893	59223
12920	323	47456	52093
12930	323	42624	47279
12940	322	52063	54462
12941	323	40094	42425
12950	322	47321	51905
12960	322	42350	47129
12970	322	54560	56939
12971	323	52238	54450
12980	321	65184	70061
12990	321	60146	64750
13000	321	57635	59951
13001	322	57078	59473
13010	319	54155	58216
13011	321	71282	71874
13020	319	49987	52300
13021	321	72014	74022
13022	322	39691	39972
13030	318	56510	58708
13031	319	45041	46849
13032	319	52507	53082
13040	318	52086	56197
13041	319	53456	54045
13050	318	47375	51913
13060	318	44848	47216
13061	319	47046	49641
13070	317	50950	55356
13080	317	48329	50752
13081	317	55661	58239
13090	316	66399	69009
13091	317	43669	45381
13100	313	54592	56052
13101	316	62584	63310
13102	316	63686	66305
13110	313	50120	54493
13120	313	45341	49973
13130	312	54898	57095
13131	313	43063	45205
13140	312	49844	54799
13150	312	45369	49716
13160	308	60595	61442
13161	312	43774	45231
13162	317	45637	48152
13163	319	44123	44258

Linha	Voo	Fiducial Inicial	Fiducial Final
13170	308	58301	60377
13171	311	58967	61252
13180	308	55901	58203
13181	311	61382	63857
13190	308	53559	55651
13191	311	53883	56101
13200	308	51133	53461
13201	311	56215	58720
13210	308	48731	50837
13211	311	48563	50810
13220	308	46317	48590
13221	311	50923	53506
13230	306	61859	62861
13231	309	63356	66903
13240	306	60042	61760
13241	309	67054	69704
13242	311	47789	47939
13250	306	57996	59822
13251	309	70173	71982
13260	306	55763	57893
13261	309	72514	73459
13270	306	53158	55423
13271	309	73703	74394
13280	306	43816	46080
13290	306	46211	48414
13300	306	49129	50600
13310	306	50716	51898
13320	306	52509	53053
19010	12	7347	9501
19020	12	4743	7015
19030	11	7829	8861
19031	12	10092	11311
19040	11	5445	7652
19050	11	3053	5262
19060	11	1839	2871
19061	12	2968	4126
19070	10	12632	14897
19080	10	10306	12428
19090	10	7825	10105
19100	10	5389	7622
19110	9	7461	8623
19111	10	15441	16428
19120	9	4984	7273
19130	9	2505	4722

Linha	Voo	Fiducial Inicial	Fiducial Final
19140	9	1136	2317
19141	10	3614	4767
19150	4	1296	2237
19151	4	14660	15868
19160	4	3068	4565
19161	5	1860	2553
19170	4	4741	6902
19180	4	7081	9192
19190	4	9359	11512
19200	4	11843	13965
19210	5	3241	5424
19220	5	5616	7817
19230	5	8003	10200
19240	5	10383	12617
19250	6	2456	4633
19260	6	4830	7097
19270	6	7295	9458
19280	6	9644	11905
19290	7	2482	4768
19300	7	4938	7027
19310	8	9963	12054
19320	8	7580	9805
19330	8	5236	7405
19340	8	4029	5037
19341	8	12527	13745